

DENSIDAD DE POBLACION EN HEMBRAS DE MAIZ PARA LA
PRODUCCION Y CALIDAD DE SEMILLA EN SAYULA, JALISCO

ROSA VALERIA VARGAS CARRANZA

TESIS

Presentada como Requisito Parcial para
Obtener el Grado de:

**MAESTRÍA PROFESIONAL
EN TECNOLOGÍA DE GRANOS Y SEMILLAS**

**UNIVERSIDAD AUTONÓMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”**



Buenavista, Saltillo, Coahuila, México
Agosto de 2011

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA

“ANTONIO NARRO”

SUBDIRECCIÓN DE POSTGRADO

DENSIDAD DE POBLACIÓN EN HEMBRAS DE MAÍZ PARA LA
PRODUCCIÓN Y CALIDAD DE SEMILLA

TESIS

POR:

ROSA VALERIA VARGAS CARRANZA

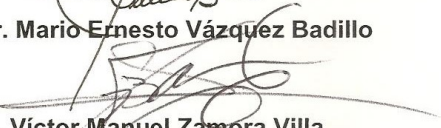
ELABORADA BAJO LA SUPERVISIÓN DEL COMITÉ PARTICULAR DE
ASESORES Y APROBADA COMO REQUISITO PARCIAL, PARA OPTAR AL
GRADO DE:

MAESTRIA PROFESIONAL


EN TECNOLOGÍA DE GRANOS Y SEMILLAS

COMITÉ PARTICULAR

ASESOR PRICIPAL  Dr. Mario Ernesto Vázquez Badillo

ASESOR  Dr. Víctor Manuel Zamora Villa

ASESOR  Msc. Rafael Jiménez Salazar

ASESOR  M.p. Ma. Alejandra Torres Tapia


Dr. Fernando Ruiz Zarate

SUBDIRECTOR DE POSGRADO

Buenavista, saltillo, Coahuila, agosto de 2011.

AGRADECIMIENTOS

Principalmente a **DIOS** y a mi “**AlmaTerra Mater**” por permitirme llegar a concluir una etapa más de éxito en mi vida profesional.

Con gran admiración y respeto al Dr. Mario Ernesto Vázquez Badillo por brindarme su amistad y compartir sus conocimientos, por su paciencia, por confiar en mí y por sus comentarios y sugerencias para concluir satisfactoriamente este trabajo.

Al M.SC. Rafael Jiménez Salazar por la magnífica experiencia que me dio al realizar esta investigación, por su valiosa presencia en la presentación del trabajo, así como sus comentarios y asesoría para el término de esta investigación.

Al Dr. Víctor Manuel Zamora y la M.P Alejandra Torres Tapia Villa por su valiosa asesoría y correcciones para concluir satisfactoriamente este trabajo de investigación.

Al Dr. Sergio I Dávila cabello y la Dr. Norma angélica Ruiz Torres por compartir sus experiencias y su gran amistad durante mi estancia en la maestría.

A la Lic. Sandra Roxana López Betancourt, por su valioso apoyo en la estructuración y edición del presente trabajo de investigación.

A la empresa Dow AgroSciences S.A de C.V. por el apoyo y haber permitido realizar este trabajo de investigación en sus lotes de producción de semilla de maíz.

Por último al consejo nacional de ciencia y tecnología (CONACYT) por el apoyo económico que me otorgo y con ello lograr una meta más en mi vida profesional.

DEDICATORIA

A Dios:

Por darme esa fortaleza y fe de que se puede seguir adelante.

A mis padres:

José Valeriano Vargas Valenzuela y Juana Carranza Muñiz

Quienes supieron orientarme en la vida haciéndome, una persona de bien con aspiraciones, metas, de valor, honestidad y tenacidad para lograr grandes cosas por lo cual son mis mas grandes tesoros en la vida los amo

Muy especialmente a mi esposo y mi hija:

Gaspar J. García Aguirre y Yaneni L. García Vargas

Por compartir conmigo este gran sueño, Por su amor, apoyo incondicional, por su confianza y paciencia en los momentos felices y tristes de nuestras vidas saben que los amo y son el motor de mi vida mis mas grandes tesoros.

A mis hermanos y sus familias:

Silvia Leticia, Jesus Valeriano, María de Jesús por su cariño y apoyo durante las etapas de mi vida.

A mis compañeros de la maestría:

Elizabeth y Eduwiges por formar parte de esos amigos que se quedan para toda la vida y por compartir conmigo todas sus experiencias durante mi estancia en el postgrado.

A mis amigos:

Víctor Reyes, Rosy Leija, Osvaldo Villanueva, Mainor Estuardo, Efren Aza, Erika Berlanga, Malialuisa, mi prima Laura, Blanca, Aleida y Juanita Martínez por su gran amistad y por la valiosa motivación que me dieron para concluir satisfactoriamente mi maestría.

COMPENDIO

Densidad de Población en Hembras de Maíz para la Producción y Calidad de Semilla

POR

ROSA VALERIA VARGAS CARRANZA

MAESTRÍA PROFESIONAL

EN TECNOLOGIA DE GRANOS Y SEMILLAS

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, AGOSTO, 2011

Dr. Mario Ernesto Vázquez Badillo – Asesor-

Palabras claves: maíz, densidad de población, producción, calidad de semilla.

La investigación se desarrolló durante el 2009 en los campos de producción de semilla de Dow Agrosiences, en Sayula, Jalisco. El objetivo fue determinar la población óptima en hembras de maíz para la producción y calidad de semilla en dos genotipos denominados DAS 1 y DAS 2, sembrados en densidades de 80,000, 90,000 y 100,000 plantas ha⁻¹, La combinación de estos factores constituyeron los tratamientos que se establecieron bajo un diseño de parcelas divididas con tres repeticiones. Los resultados indicaron que para rendimiento el mejor genotipo fue el DAS 1 a 100,000 plantas ha⁻¹ con 3.19 ton ha, sin embargo, el DAS 2 registró el promedio más alto en la producción de semilla plana con 63.49 por ciento, mientras que el DAS 1 obtuvo el mayor valor de semilla redonda con 50.61 por ciento; se evaluaron

las diferentes formas y tamaños de semilla, donde el DAS 1 sobresalió con 99% de germinación y 11.82cm de longitud de plúmula. La germinación después de la prueba de envejecimiento acelerado (GDEVJA) fue mayor en densidades de 90,000 plantas ha⁻¹ con 99.16%, en cuanto a la longitud de plúmula después de la prueba de envejecimiento acelerado (LPDEVJA) la densidad de 100,000 plantas ha⁻¹ fue el valor más alto con 12.40 cm. Mientras que en el peso seco de raíz después de la prueba de envejecimiento acelerado (PSRDEVJA) el DAS 1 tuvo el mayor valor con 2.00 mg. El mejor material para la producción y calidad de semilla resultó ser el DAS 2 bajo la densidad de 100,000 plantas ha⁻¹.

ABSTRACT

Density of Population in females of corn for the production and seed quality

BY

ROSA VALERIA VARGAS CARRANZA

MASTER

GRAIN AND SEED TECHNOLOGY

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, AUGUST, 2011

Dr. Mario Ernesto Vázquez Badillo – Advisor-

Key Word: corn, population densities, production, seed quality.

An experiment was carried out during 2009, in the experimental station of Dow Agrosiences, located in the region of Sayula, Jalisco. Were used two Genotypes of corn denomination DAS 1 and DAS 2 to sow in densities of 80,000, 90,000 and 100,000 plants ha⁻¹, with the objective of determine the optimum plant in females of maize for the production and seed quality. The combination of the factors constituted the treatments that were established under a design of dividend parcels with three repetition. The results indicated significant differences yield among the treatments where the DAS 1 with 100,000 plants ha⁻¹ the best with 3.19. Whit regard to physical quality the DAS 2

register the highest average of flat seed with 63.49 percent, while that the DAS 1 obtain the bigger value of seed rounds whit 50.61 percent; whit regard to physiological quality itself evaluate the germination capacity test and vigor of test by means of the length of plumule, for the different shape and size the seed, where indicated significant differences between the Genotypes; and GR14 resulting the DAS 1 the best Genotypes; but the treatment of GP18 to 100,000 plants ha⁻¹ resulted with higher percent whit 99 % , however, evaluate the and LPP14 shows significant differences between Genotypes, resulting the DAS 1 white the best, but the treatments most outstanding in shape numerical was LPP18 to 100,000 plants ha⁻¹ with 11.82 cm, the which was of best vigor. The accelerated aging test after of one year of storage of the seed for determine vigor in this work under these conditions result with statistics differences between treatments in the germination capacity and resulting GDEVJA to 90,000 plants ha⁻¹ the best with 99.16 % , in relation to LPDEVJA to 100,000 plants ha⁻¹ was value most highest figure with 12.40 cm. while that for PSRDEVJA itself find statistics differences between Genotypes, resulting the DAS 1 the of higher vigor with 2.0 mg. the best treatment for seed production and seed quality resulted to be DAS 1 under the density of 100,000 plants ha⁻¹.

ÍNDICE DE CONTENIDO

	Página
ÍNDICE DE CUADROS.....	
INTRODUCCION.....	1
REVISION DE LITERATURA.....	3
Origen e historia de la producción comercial de semillas.....	3
Importancia del fitomejoramiento.....	4
Hibridación.....	5
Producción de semilla.....	6
Siembra.....	7
Densidad de población.....	7
Desespigue de maíz.....	13
Cosecha.....	14
Desgrane y clasificación de semilla.....	15
Calidad de semilla.....	16
MATERIALES Y METODOS.....	18
Ubicación del área experimental.....	18
Material vegetativo.....	18
Tratamientos.....	19
Establecimiento del experimento.....	20
Preparación del terreno.....	20
Siembra.....	20
Manejo agronómico del cultivo.....	21
Control de plagas y fertilización.....	21
Desespigue y eliminación de machos.....	22
Cosecha.....	23
Variables agronómicas.....	23
Días a floración.....	23
Altura de planta.....	24

Altura de mazorca.....	24
Porciento de llenado.....	24
Cobertura de mazorca.....	25
Rendimiento.....	25
Variables de la proporción de semilla forma plana y redonda así como de tamaño.....	25
Semillas planas.....	25
Semilla redonda.....	26
Variables de calidad fisiológica de semilla.....	26
Germinación estándar.....	26
Longitud media de plúmula.....	27
Envejecimiento acelerado.....	27
Diseño estadístico.....	28
RESULTADOS Y DISCUSION.....	29
Variables agronómicas.....	29
Días a floración femenina.....	30
Altura de planta.....	31
Altura de mazorca.....	32
Cobertura de mazorca.....	33
Llenado de mazorca.....	34
Rendimiento.....	35
Proporción de semilla forma plana y redonda así como de tamaño..	40
Semilla plana.....	41
Semilla redonda.....	41
Variables de calidad fisiológica.....	45
Germinación estándar.....	45
Longitud de plúmula.....	46
Envejecimiento acelerado.....	52
Germinación estándar.....	52
Longitud media de plúmula.....	53
Peso seco de raíz.....	53

CONCLUSIONES.....	57
RESUMEN.....	59
LITERATURA CITADA.....	64

INDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
3.1	Densidad de población de progenitores femeninos de los híbridos utilizados en la producción de semilla de maíz en Sayula, Jalisco, 2009.....	19
4.1	Cuadrados medios del análisis de varianza, coeficiente de variación, media general de las variables agronómicas evaluadas en la producción de híbridos de maíz en Sayula, Jalisco, 2009.....	38
4.2	Medias de los tratamientos y genotipos para las variables agronómicas evaluadas en la producción de híbridos de maíz en Sayula, Jalisco, 2009.....	39
4.3	Cuadrados medios del análisis de varianza, coeficiente de variación y media general de las formas de la semilla evaluadas en la producción de híbridos de maíz en Sayula, Jalisco, 2009.....	43
4.4	Medias de los tratamientos y genotipos para la calidad física, de las formas de la semilla evaluadas en la producción de híbridos de maíz en Sayula, Jalisco, 2009.....	44
4.5	Cuadrados medios del análisis de varianza, coeficiente de variación, media general de las variables de germinación estándar evaluadas por forma y tamaño de la semilla en la producción de híbridos de maíz en Sayula, Jalisco, 2009.....	48
4.6	Medias de los tratamientos y genotipos para la germinación estándar evaluadas por forma y tamaño de la semilla en la producción de híbridos de maíz en Sayula, Jalisco, 2009.....	49
4.7	Cuadrados medios del análisis de varianza, coeficiente de variación, media general de longitud de plúmula evaluadas por forma y tamaño de la semilla en la producción de híbridos de maíz en Sayula, Jalisco, 2009.....	50

4.8	Medias de los tratamientos y genotipos para la longitud de plúmula evaluadas por forma y tamaño de la semilla en la producción de híbridos de maíz en Sayula, Jalisco, 2009.....	51
4.9	Cuadrados medios del análisis de varianza, coeficiente de variación, media general de las variables de envejecimiento acelerado en la producción de híbridos de maíz en Sayula, Jalisco, 2009.....	55
4.10	Medias de los tratamientos y genotipos para las variables de envejecimiento acelerado en la producción de híbridos de maíz en Sayula, Jalisco, 2009.....	56

INTRODUCCION

El cultivo de maíz híbrido explota una de las más conocidas y valiosas contribuciones prácticas del mejoramiento genético al ser humano y la agricultura mundial en la producción de semilla. El éxito de la tecnología para este cultivo ha estimulado una revolución agrícola generalizada en muchas partes del mundo. Se usa principalmente para la alimentación humana en la mayoría de las regiones del mundo, en contraste con Estados Unidos, donde el 85% de la cosecha es para alimentar el ganado (Abueta, 2009).

El uso de semilla mejorada se ha incrementado fuertemente, sobre todo con la participación de Sinaloa y otras áreas de riego en el país, constituyéndose estas zonas en las principales áreas productoras de maíz en México, con rendimientos elevados de siete y hasta 12 t ha⁻¹, que contrastan con rendimientos de 300 a 500 kg ha⁻¹ en zonas marginales y de bajas condiciones agronómicas (Espinoza *et al.*, 2002).

En México se están haciendo grandes esfuerzos para aumentar los rendimientos del grano de maíz (*Zea mays* L.) debido a la importancia que tiene como alimento, forraje y materia prima para la industria. La siembra de variedades mejoradas, precedida por la producción y utilización de semillas mejoradas de óptima calidad, ofrece la perspectiva de un rápido y considerable aumento en la productividad de este cereal. Por lo que la densidad de población es considerada como el factor controlable más importante para obtener rendimientos en los cultivos. 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.

Por lo anterior, el programa de Maestría en Tecnología de Granos y Semillas de la UAAAN en coordinación con la empresa semillera Dow Agrosciences S.A de C.V. realizaron un trabajo en conjunto para determinar el comportamiento de nuevos híbridos de maíz al someterlos a diferentes densidades de población y generar información relevante sobre la densidad optima a manejar que pueda aumentar los rendimientos y la calidad en la producción de semillas

Por lo anterior el presente trabajo tiene como:

Objetivo

Determinar la mejor densidad de población de hembras por unidad de superficie y su efecto en el rendimiento, tamaño y calidad de semillas en dos híbridos pre comerciales de maíz.

Hipótesis

La densidad de población de 100,000 plantas hembras por hectárea tendrá mejor influencia en el rendimiento tamaño y calidad de semillas en dos híbridos precomerciales de maíz.

REVISIÓN DE LITERATURA

Origen e historia del la producción comercial de semillas de maíz

En 1913, Henry Wallace un joven investigador inició un estudio para la producción de semillas mejoradas de maíz; sus estudios de líneas y cruzas fueron tan exitosos que para 1924 ganó un concurso en la productividad de maíz. Dos años más tarde, Wallace fundó Pioneer Hi-Bred, siendo la primera empresa dedicada al desarrollo, producción y comercialización de semillas de maíz híbrido. En México, las semillas originadas en Estados Unidos fueron introducidas alrededor de 1970 y pronto se iniciaron ventas a gran escala en los estados de Tamaulipas, Jalisco y la Región del Bajío. En 1982, Pioneer estableció una compañía dedicada a la investigación denominada "Selecciones Genéticas", la cual contribuía para el desarrollo de nuevos híbridos de maíz y sorgo, que se adaptaban a las condiciones agroclimáticas de las regiones de nuestro país (Miranda, 2008).

Las industrias de producción de semilla están bastante avanzadas en la mayoría de los países desarrollados. En el caso de los países en desarrollo, algunos poseen instalaciones suficientes para llevar registros de producción, control de calidad y distribución de semilla. No obstante, se requiere ajustar planes para proveer incentivos a las empresas de semillas y a los multiplicadores de semillas, llamados comúnmente "cooperadores".

Igualmente, para incrementar las capacidades de entrenamiento del recurso humano requerido (Oliveros, 1991)

Las principales empresas dedicadas al desarrollo y Tecnología de Semillas en el país por sus años de experiencia en el mercado son Pioneer, Monsanto, Dow Agrosciences, entre otras, las cuales tienen como objetivo-seguir evolucionando al identificar líneas progenitoras de futuros híbridos que exhiban una producción de semilla superior a 2,500 kg ha para que sean competitivos y redituables para las empresas semilleras. Por lo anterior, es indispensable que se ofrezca la tecnología de producción de semilla que facilite la obtención de rendimientos, lo cual ayudara al desarrollo de la industria semillera en distintas regiones del país (Oyervides, 2008).

Importancia del fitomejoramiento

Se han realizado proyecciones en las que la tasa de incremento de la demanda de maíz durante el período 1990- 2008 es de 4.1% en los países en desarrollo, comparado con una tasa global de 2.65% por año, todos estos indicadores hacen que el maíz sea un cultivo que deba ser debidamente explotado a fin de alimentar la creciente población mundial con mayores incrementos de producción de alimentos provenientes de los cereales gruesos, incluyendo el maíz, los cuales tienen ventajas comparativas en ambientes desfavorables (Abueta, 2009).

Por lo que los países en vías de desarrollo necesitan aumentar su producción agrícola a fin de garantizar la seguridad alimentaria e incrementar los ingresos en el sector agrícola. Algunas estimaciones revelan que en los países en desarrollo casi todos los cultivos alcanzan el 20% de su potencial productivo. El déficit obedece por lo general a presiones abióticas (suelos

inadecuados, sequia), pero también algunas presiones bióticas, como enfermedades, plagas de insectos, malezas y nutrición deficiente de las plantas. El fitomejoramiento no resolverá todos estos problemas por sí solo, pero los fitomejoradores pueden contribuir a incrementar las cosechas mediante la creación de variedades mejoradas, aptas para las condiciones agroecológicas particulares de los países (FAO, 2006).

Hibridación

La hibridación en maíz se conoce como un método de mejoramiento genético que tiene como objetivo principal el aprovechamiento de la generación F1 (hibrido F1) proveniente entre el cruzamiento de dos progenitores (P1 y P2) con cualquier estructura genotípica, las cuales pueden ser líneas endogámicas, variedades de polinización libre o variedades sintéticas o las poblaciones F1, mismas en el caso de cruza dobles (Márquez, 1988), así mismo, la obtención de híbridos con alto rendimiento de grano depende de la heterosis que se genera en el cruzamiento de los progenitores. En una evaluación de cruza entre variedades en EE.UU la heterosis oscilo de 3.6 a 72% (Hallaver y Miranda, 1988).

En México, en los últimos años se ha regionalizado por su potencial productivo las regiones agronómicas que se siembran con maíz, lo que permite organizar y determinar el tipo de variedades que convienen sembrarse en cada agro ecosistema. En las mejores condiciones como son la áreas de riego conviene sembrar híbridos de cruza simple, ya que estos explotan al máximo las ventajas favorables; en las áreas de muy buena productividad donde inciden precipitaciones favorables, contándose con suelos de buena fertilidad conviene emplear híbridos trilineales y dobles; en las superficies con menor potencial productivo, donde la precipitación pluvial es menor y los suelos

son menos profundos y con menor fertilidad es mejor el uso de cruzas dobles por ser áreas de mediana y baja productividad por las condiciones ambientales (Espinoza *et al.*, 2002).

Producción de semilla

La producción de semillas de híbridos es un proceso de varios años y es costoso y complicado. Se recomienda no usar semilla cosechada de un lote de semilla comercial en que se sembró semilla de un híbrido, ya que en caso de que este se utilice se tendrán rendimientos más bajos. La disminución de la semilla de segunda a tercera generación de la original varía de 20 a 33%, esto se debe a que los caracteres genéticos de la cruce de la que se obtiene el híbrido tiende a estabilizarse (Rodríguez y De León, 2008).

Para realizar la hibridación, es necesario que granos de polen de las inflorescencias masculinas de una planta fertilicen los estigmas (inflorescencia femenina), para que ello ocurra, se debe sembrar en el campo líneas elegidas como hembras separadas de otras elegidas como machos. El maíz tiene como característica la fertilización cruzada y abierta, lo que hace necesario evitar que las plantas elegidas como hembras se autopolinicen, Otra característica de la producción de semillas híbridas es que varias líneas de hembras sean polinizadas por pocas líneas de machos.

La proporción de líneas hembra y macho (relación F/M) en un campo de un determinado híbrido, depende fuertemente de la capacidad de polinización que las plantas macho tienen. Esta capacidad es influenciada por diversos factores, entre los que está la relación de porte de las plantas macho y hembra y la cantidad de polen producida por los machos. Lógicamente se busca la mayor proporción posible, es decir, más plantas hembra que machos, pues las semillas serán cosechadas solamente de las plantas hembras que tengan las

semillas híbridas. Las líneas de machos serán muchas veces destruidas después de la fertilización (Zanovello, 2008).

Siembra

En general, los campos de producción de semillas son implantados en áreas bajo riego. Se puede afirmar que uno de los factores obvios es el de viabilizar la producción en épocas donde normalmente no se podrían producir semillas, en razón de la falta de lluvias en volúmenes adecuados. Otro hecho es que el riego es importante para garantizar el éxito de un campo de producción de semillas que tiene un valor alto y no puede estar muy expuesto a riesgos como la falta de agua en los momentos más críticos del cultivo.

Además de ello, el riego facilita la siembra de las líneas hembra y machos en momentos diferentes, que eventualmente es necesario considerando que son líneas genéticamente diferentes y que pueden presentar ciclos distintos. El parental que florece más tarde debe ser sembrado primero para que exista coincidencia de floración y exista hibridación. Otros aspectos se refieren a las labores culturales, como el abonado, control de malezas (plantas dañinas), control de plagas y enfermedades (Zanovello, 2008).

Densidad de población

Las plantas en general presentan respuestas diferenciales en su crecimiento y rendimiento a los cambios de densidad de población, ya que la distancia entre plantas modifica las relaciones entre ellos (Ortiz *et al.*, 1974), por lo que el número de plantas por unidad de área debe ajustarse a la productividad del suelo y al abastecimiento de agua. Amplias investigaciones

han mostrado que es posible desarrollar híbridos adaptados a diferentes niveles de fertilidad del suelo y a diferentes poblaciones de plantas. Estos también deben ser superiores en su resistencia al acame, a la sequía y sin plantas jorras (Lutz *et al.*, 1971). En Tlaxcala propusieron que la densidades de población de los progenitores hembras para la producción de semilla certificada debe ser de 75,000 a 85 000 plantas ha^{-1} y de 45,000 a 50 000 plantas ha^{-1} para riego y temporal respectivamente, con las cuales se obtendra mayor tamaño y peso volumétrico de la semilla producida y así aumentar los rendimientos (Rojas *et al.*, 2009).

Bolaños (1993) menciona que existe un efecto en las densidades de población en diversos genotipos con respecto a la producción de semilla, siendo las mejores densidades 60,000 y 70 000 plantas ha^{-1} , mientras que Gordon *et al.* (1993) evaluaron densidades altas y bajas de maíz y encontraron que a medida que se reduce la densidad mejora la sincronía floral entre las dos floraciones y el número de mazorcas por planta tiende a incrementarse. De igual manera, Torres (1992) al trabajar con densidades de población en el cultivo de maíz, encontró que a altas densidades, la interacción genotipo ambiente hace que el fenotipo y la heredabilidad cambien en algo sus magnitudes, así mismo reporta que a densidades bajas las plantas presentan mejor calidad, rendimiento, ancho de grano, espesor del grano, número de hileras y peso de la mazorca.

Por su parte, Morales (1998) evaluó densidades de población con diferentes aplicaciones de fertilización en líneas de maíz y encontró que a pesar de que la sugerencia comercial que se da para la producción de semilla de maíz más efectiva es de 140 unidades de N y 40 de P a 55,000 plantas ha^{-1} , el rendimiento fue muy significativo, por lo que recomienda que para la producción de semilla de maíz hasta una densidad de 74 752 plantas ha^{-1} y una dosis de fertilización de N (83) y P (41), esta puede ser modificada

conforme se realicen más estudios al respecto con los nuevos materiales que sigan saliendo en el mercado.

Zanovello (2008) menciona que la utilización de siembra en dobles hileras de plantas aparece como alternativas para alcanzar densidades a partir de las 120,000 plantas ha^{-1} , aun cuando los efectos de la densidad sobre el rendimiento por planta y por unidad de área son conocidos es importante analizar tales efectos para precisar los cambios en los componentes del rendimiento en la producción de semillas y así detectar aquellas características favorables a seleccionar. Stamp *et al.* (2000) al realizar un trabajo en densidades altas de población de 90,000 a 120,000 plantas ha^{-1} en la cruz de maíz: una simple y la otra trilineal, encontraron que la cruz simple androesteril superó a su versión fértil en el rendimiento de grano, peso de grano, número de grano por mazorca e índice de cosecha y en todos sus componentes de semilla.

Espinoza *et al.* (2002) realizaron una evaluación de tres dosis de fertilización (160- 70-30, 00-150-00 y 300- 00-00 kg de NPK) en dos cruza simples de maíz y cuatro densidades de población (45,000, 60,000, 75,000 y 80 000 plantas ha^{-1}) y encontró que el testigo (160- 70-30) y la dosis en la que se aplicó solo Nitrógeno presentaron rendimientos similares de semilla comercial. Mientras que la densidad de población de 45,000 plantas ha^{-1} fue estadísticamente menor que las densidades de 60,000, 70,000 y 80,000 plantas ha^{-1} registrando diferencias significativas para el rendimiento y calidad de semillas de maíz.

Cano *et al.* (2001) Realizaron un trabajo de fertilización y densidad de población en genotipos de maíz bajo condiciones de temporal y obtuvo que la densidad que aportó el mayor rendimiento de grano fue de 62,500 plantas ha^{-1} , la cual presentó un bajo porcentaje de plantas “jorras” y el mejor genotipo para

rendimiento de grano fue el híbrido experimental HTV-1 con $6,74 \text{ t ha}^{-1}$ que superó en $1,5 \text{ t ha}^{-1}$ al testigo comercial H-513.

Domínguez (1997) menciona que híbridos desarrollados toleraron mayor número de plantas por unidad de superficie, mientras que Martínez (2005) en un trabajo que realizó en la producción de semilla híbrida con líneas androfértiles y androesteriles isogénicas para ver la respuesta de densidades de población y fertilización no encontró diferencia significativa para rendimiento y calidad de semilla, esto quizá se debió a que el espacio de exploración entre los niveles de los factores no fue suficientemente amplio para que se expresara tal efecto, lo cual es muy importante que se suba la densidad a más de 55,000 a 60,000 plantas ha^{-1} .

Ortega *et al.* (2001) sugieren una población de 50,000 a 70,000 plantas ha^{-1} para la producción de maíz. Mientras que Pons *et al.* (1993) mencionan que la densidad de siembra de maíz recomendada en El Bajío Guanajuatense es de 60,000 y 45,000 plantas ha^{-1} , para riego y temporal respectivamente.

El CIMMYT (2010) realizó un trabajo para evaluar el efecto de densidad en la floración de hembras, floración macho y rendimiento de tres líneas y tres híbridos a densidades de 33,000 y 66,000 plantas ha^{-1} , se encontró que se obtuvo una diferencia significativa en las variables un incremento del 20%, por lo que nos indica que a medida que se elevan las densidades aumentan los rendimientos pero las floraciones se mantienen muy similares sin afectar su desarrollo.

Carrera y Cervantes (2006) evaluaron la respuesta a densidades de población en cruces de maíz tropical y subtropical adaptadas a los Valles Altos, manejando 60,000, 70,000 y 80,000 plantas ha^{-1} , obteniendo resultados

que mencionan que con el aumento de la población de 60,000 a 80,000 plantas ha^{-1} , los genotipos de maíz tuvieron un incremento en el número de días a floración y una reducción en longitud de mazorca, peso de 200 granos y número de mazorca por planta, pero sin efecto significativo en rendimiento de grano.

Martínez *et al.* (2005) señalan que al producir semilla híbrida de maíz bajo diferentes dosis de fertilización y densidades de población en cuatro materiales, observaron que para las variables de calidad física, el híbrido H4 fue el que tuvo mayor rendimiento de semilla tipo planos en general, la mayoría de los híbridos presentaron mayor producción de semilla del tipo plano (61 a 89%) que del tipo redonda (11 a 39%), lo cual es una característica deseable para la comercialización de los nuevos híbridos producidos.

De la Cruz *et al.* (2009) mencionan que al evaluar el rendimiento de grano de genotipos de maíz sembrados bajo diferentes densidades de población, desde 44,289, 53,200 y 66,500 plantas ha^{-1} con diferentes poblaciones (21, 22, 23, 25, 32, 43, 49, híbrido HS- 3G1 y variedad VS- 536) encontró que no hubo diferencia significativa para días a floración, altura de planta y altura de mazorca entre densidades, solo entre genotipos, pero la variable rendimiento, la densidad demuestra que 66,500 plantas ha^{-1} presentó mayor rendimiento de grano, siendo los genotipos más sobresaliente la 21, 23, 25, 43 y HS- 3G1. Mientras que en Tlaxcala se realizaron investigaciones sobre el efecto de densidades de población de 62,000 y 83,000 plantas ha^{-1} en siete cruces simples de maíz, de los cuales los híbridos experimentales H-68, H-64 y H-66 tuvieron mayor rendimiento con 83,000 plantas ha^{-1} , mientras que la densidad más baja se obtuvo mayor porcentaje de semillas grandes (Vargas *et al.*, 2010).

López (2004) menciona que al evaluar diferentes cruzas en el campo experimental de INIFAP en Rio Bravo, Tamaulipas con densidades de 25,000, 50,000 y 75,000 plantas ha⁻¹ para determinar el efecto de estas en el llenado de grano, encontraron que el aumento en la densidad de población redujo significativamente en 8 y 9% el peso individual del grano en mazorca primaria y secundaria a consecuencia de la reducción del período efectivo del llenado en 2.7 y 3.0 gr en la mazorca primaria y secundaria, por lo que la tasa del llenado de grano fue el componente de crecimiento que menos se afectó por la densidad de población.

Pérez *et al.* (2007) al evaluar la calidad fisiológica en las semillas de maíz en diferentes estructuras, encontraron que existen diferencias entre algunos genotipos con endospermo corneo, ya que estos muestran alto vigor en las pruebas establecidas en laboratorio obteniendo mayor significancia para peso seco de radícula y plúmula en pruebas en frío y envejecimiento acelerado.

Moreno (2000) menciona que al evaluar diferentes densidades de población en maíz debido al sombreado y menor disponibilidad de luz y altas densidades de follaje, se observó que a mayor densidad de población, menor fijación de bióxido de carbono a nivel de hoja, esto correspondió a una mayor resistencia estomática. Sin embargo, no se observó un efecto negativo en el desarrollo de las plantas y el rendimiento de grano en altas densidades de población.

Maya y Ramírez (2002) evaluaron la aplicación de potasio en altas densidades de población donde observaron que se reduce considerablemente la presencia de acame de tallo, especialmente en densidades de 100,000

plantas ha^{-1} , pero los mejores rendimientos de grano, altura de mazorca, altura de tallo, diámetro de mazorca se obtuvieron en bajas densidades de población de 50,000 plantas ha^{-1} , además la altura de planta, altura de mazorca, peso de mil semillas de forma redonda, redonda mediana y plano medio mostraron correlación altamente significativa con el rendimiento de la semilla.

Campo y Moreno (2008) al estudiar la densidad óptima de siembra de maíz bajo densidades de 50,000, 60,000, 70,000 y 90,000 plantas ha^{-1} en cinco poblaciones observaron que la densidad influyó en el comportamiento de los genotipos para algunos caracteres estudiados como floración femenina, floración masculina, altura de planta y altura de mazorca y rendimiento de grano, además de que aumentando la densidad de planta se hizo más alta, el punto de inserción de la mazorca se elevó, la precocidad y la producción aumentaron, por lo que según estos resultados recomiendan densidades cercanas a 90,000 plantas ha^{-1} , ya que con estas se alcanzan los valores más altos de producción con 7344 kg ha^{-1} .

Desespigue del maíz

En la producción de semilla híbrida de maíz se requiere efectuar adecuadamente el desespigamiento, también llamado despanojamiento o retirado de la espiga de la hembra antes de la liberación de su polen, con la finalidad de obtener y mantener la calidad genética del material del maíz, una persona en un día de ocho horas de trabajo realiza esta actividad en 0.5 hectáreas. Si se cuentan las veces que esta operación se realiza (se denomina "pasada"), se tiene un promedio de cuatro a cinco pasadas diarias por hectárea. Estos valores pueden variar, pues dependen de la habilidad de los trabajadores, de ciertas características de la planta hembra o principalmente si

existe la utilización de un equipo llamado "porta-hombres" que apoya el trabajo manual (Seednews, 2008).

Con esta operación se tiene solamente las espigas de la línea macho liberando polen, ocurriendo la hibridación en las hembras. Si se dejaran las hembras autopolinizarse sus semillas tenderían a generar plantas con menor vigor, sucediendo lo que técnicamente se llama "recuperación de parentales originales", que generalmente son menos productivos; la eliminación de la espiga en forma manual es cara, se requieren de 24 a 50 jornales/ha, que presenta un fuerte impacto económico en los costos de producción, esto oscila entre 184 a 380 dólares por hectárea, dependiendo de la uniformidad del progenitor femenino (Espinoza, 2009).

Cosecha

El tiempo desde la siembra hasta la cosecha dependerá de las variedades, del manejo de la cosecha y del propósito de la siembra. La cosecha de semilla se realiza aproximadamente a los 120 días después de la siembra. Para esa fecha, la semilla debe estar seca con un contenido de humedad de 13 a 15%, se recomienda que la cosecha de semilla sea mecanizada, al igual que el desgrane y el secado. Esto ayudara a disminuir los costos de producción (Guía técnica, 2009).

Desgrane y clasificación de semillas

El proceso de clasificación se realiza con el objetivo de detectar y descartar mazorcas consideradas no-comerciales (Guía técnica, 2009). Entre las especies, las semillas de maíz son las que prácticamente presentan mayor amplitud de tamaño y forma entre las semillas dentro de un mismo lote. El maíz

llega del campo con tierra y residuos de rastrojo, olotes, entre otros que son propios de la trilla, si el maíz ya tiene el nivel comercial de humedad (14%), se transporte a la cribadora donde se separa y elimina todo el material extraño.

El desgrane se puede comenzar después de que el contenido de humedad se reduce a menos de 15%, siendo lo ideal a 12-14%. A niveles más altos de humedad aumenta el riesgo de causarle daño mecánico a la semilla. Al igual que en el secado, se recomienda que el desgrane se realice de forma mecánica. Cuando las operaciones son pequeñas se puede realizar un desgrane semi- mecanizado utilizando maquinas manuales disponibles en el mercado, independientemente del tipo de maquinaria, se recomienda que se calibre la velocidad a la cual se opera la desgranadora (ej., motorizada, a 300 – 500 rpm) y el uso de un cilindro cubierto con goma para minimizar el daño a las semillas.

Las cribadoras clipper, son maquinas seleccionadoras de semillas capaces de separar las semillas por forma y tamaño, gracias a esta tecnología de punta en sistema de separación a base de cribas y aireación. Las empresas de semillas de maíz, hace ya muchos años, percibieron que la uniformidad del tamaño y forma de la semilla proporciona menor número de fallas y de plantas dúo en la línea de siembra. De ese modo, ponen a disposición del agricultor dos formatos de semillas: las planas y las redondas con varios tamaños, de acuerdo al largo y al espesor de las semillas. Es normal que las empresas semilleras de maíz coloquen en el mercado hasta ocho diferentes tamaños con la finalidad de garantizar la mejor calidad de limpieza (Quiminet, 2010)

Carvalho y Nakagawa (1983) citan que el tamaño de la semilla no tiene efecto sobre la germinación, sino que esta depende de otros factores como la viabilidad de la semilla, condiciones ambientales etc., sin embargo, señalan que

el tamaño de semilla tiene un efecto pronunciado sobre el crecimiento inicial de la planta, disminuyendo esa intensidad a medida que las plantas se desarrollan.

Por su parte Heydecker (1994) señala que las semillas grandes dentro de un mismo lote, tiene cuando menos una ventaja inicial sobre las semillas pequeñas debido a su capital inicial mayor (reservas y tamaño de embrión), encontrándose que el uso de semillas grandes representa un incremento en el porcentaje y velocidad de emergencia, además de dar origen a plántulas más grandes. Martínez *et al.* (1989) encontraron que semillas planas, grandes y pesadas de maíz son de mayor calidad que otras categorías, al presentar mayor peso seco de plántula y porcentaje de germinación.

Calidad de semilla

La calidad de la semilla de maíz es importante para los agricultores y la industria semillera, ya que prefieren aquellas que muestran alto vigor, calidad genética determinada por el genotipo de la variedad o híbrido, mientras que el componente sanitario se refiere que la semilla se encuentre libre de microorganismos patógenos que puedan estar en la semilla como contaminantes, a su vez la calidad física involucra aspectos como color, uniformidad, peso y tamaño, mientras que el componente fisiológico determina la capacidad de la semilla para germinar y emerger rápidamente para producir una población de plantas uniformes y vigorosas (Delouche, 1982).

Pérez *et al.* (2006) mencionan que la calidad de la semilla de maíz depende más del genotipo de la variedad que del tamaño de la misma. Por lo que la calidad fisiológica en laboratorio, los pesos secos de la plántula y de raíz fueron los de mayor relevancia. En la calidad de semilla, las variables más relevantes para la diferenciación de las variedades de maíz fueron la longitud

de la misma y el peso seco de la parte aérea, contribuyendo a explicar el 67% de la varianza total

La calidad de la semilla de maíz es importante para los agricultores y la industria semillera, ya que prefieren aquellas que muestran alto vigor. Mientras que la calidad genética está determinada por el genotipo de la variedad o híbrido, el componente sanitario se refiere a que la semilla se encuentre libre de microorganismos que puedan estar en la semilla como contaminantes, y a su vez la calidad física involucra aspectos como color, uniformidad, peso y tamaño, por último, el componente fisiológico determina la capacidad de la semilla para germinar y emerger rápidamente para producir una población de plantas uniformes y vigorosas.

MATERIALES Y METODOS

Ubicación del área experimental

El Estado de Jalisco tiene una extensión de 78,599 kilómetros cuadrados, por ello ocupa el séptimo lugar a nivel nacional, lo cual representa el 4% de la superficie del país. La región de Sayula se encuentra al sur de ese Estado con coordenadas geográficas de 103° 27' 56" de longitud y 19° 47' 55" de latitud, la asnm es de 1350, un clima calido- subhúmedo con precipitación media anual de 810.9 mm, lugar en donde se realizó el trabajo de investigación ubicándolo en los lotes comerciales de producción de semilla de maíz de la empresa Dow AgroSciences.

Los ensayos de laboratorio se realizaron en el laboratorio de calidad del Centro de Capacitación y Desarrollo de Tecnología de Granos y Semillas de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro en Saltillo, Coahuila.

Material vegetativo

El material genético utilizado fueron dos híbridos parentales experimentales denominados genotipo DAS 1 y DAS 2; por cuestiones de confiabilidad de la empresa no se pueden describir los materiales vegetativos, sin embargo son híbridos comerciales de cruza simple

Tratamientos

Los tratamientos evaluados fueron seis, como resultado de las combinaciones de los factores; tres densidades de población y dos genotipos, los cuales se establecieron en el área experimental (Cuadro. 3.1)

Cuadro 3.1 Densidades de población de progenitores femeninos de los híbridos utilizados en la producción de semilla de maíz en Sayula, Jalisco en 2009.

Tratamientos	Genotipo	Densidad de población Plantas ha ⁻¹
T1	DAS 1	80,000
T2	DAS 1	90,000
T3	DAS 1	100,000
T4	DAS 2	80,000
T5	DAS 2	90,000
T6	DAS 2	100,000

Establecimiento del experimento

Preparación del terreno

Esta se realizó en forma mecánica utilizando sembradoras de precisión y de acuerdo al paquete tecnológico que se recomienda para el cultivo de maíz

en esa región, que incluye las labores de barbecho, rastreo, nivelación adecuada del terreno, así como el trazo de surcos y los riegos.

Siembra

El establecimiento de los materiales se hizo en dos fechas de siembra y en dos predios dentro de la misma localidad, uno en el Rancho La Soledad y el otro en el predio Los Gallos, con un intervalo de 15 días entre ellas, realizándose la siembra en forma mecánica de las plantas hembras y con una diferencia de siembra (Split) de cuatro días de las plantas usadas como machos con un arreglo de hembra/macho de 6:2 para cada genotipo.

Diseño experimental

Cuando el cultivo estaba en estado de plántula, se realizó el aclareo para establecer las densidades de población en los dos híbridos comerciales, esto se realizó con una soga que media 13 m, parámetro utilizado por la empresa debido a que ya se tenía la relación de que con la contabilización de plantas en esa distancia es considerada la población por hectáreas establecida en los lotes, por lo cual se hizo la conversión en los metros de los bloques de las parcelas útiles utilizadas para cada tratamiento, la parcela experimental consistió de seis surcos de 3 m de longitud con una distancia entre surcos de 75 cm y de 10 cm entre plantas dando una área de 13.5 m² por unidad experimental para las densidades de 80,000, 90,000 y 100,000 plantas ha⁻¹ pudiéndose observar claramente los diferentes tratamientos, los cuales se establecieron bajo un diseño experimental de parcelas divididas, donde la parcela grande fueron los genotipos y las parcelas chicas las densidades, con tres repeticiones cada uno.

Manejo agronómico del cultivo

Cuando la planta se encontraba con una altura de 40 cm se realizó el descáñuele, una práctica que consistió en la eliminación de todas aquellas plantas raquílicas y pequeñas que hayan aparecido después del aclareo, además, durante el desarrollo el cultivo se llevó una supervisión muy estricta de control de calidad para la eliminación de cualquier planta fuera de tipo o atípica que pudiera haberse desarrollado en el área a consecuencia de una siembra anterior.

Control de plagas y fertilización

Se realizó un calendario de aplicaciones para el control de plagas del cultivo realizando tres aplicaciones en forma de aspersión para el control de gusano cogollero, manejando una dosis de 1 l ha^{-1} del producto comercial Disparo y posteriormente haciendo la conversión de la dosis al uso de la parcela útil del experimento. Además se realizaron dos aplicaciones de fertilizante foliar del producto comercial guanafol a una dosis de 1 l ha^{-1} , haciendo la conversión de la cantidad adecuada a utilizar en el terreno para abastecer la necesidad de nutrientes de las diferentes densidades de población.

Posteriormente, a los 45 días después de la siembra se realizó una última fertilización al cultivo, utilizando sulfato de amonio, a una dosis de 500 kg ha^{-1} tomando en cuenta la necesaria para el área que se estaba manejando.

Desespigue y eliminación de machos

Una vez teniendo como indicativo la presencia inmadura de la espiga (Buche) en las plantas utilizadas como hembras se realizó el desespigúe de

esas plantas con la eliminación o remoción de espigas de manera manual y bajo supervisión de una buena y eficiente práctica de esta labor, práctica considerada de las de mayor importancia al momento de la hibridación y producción de semilla de los materiales genéticos utilizados, evitando así problemas de autopolinización que pudieran afectar la calidad de la semilla en producción.

Después del proceso de polinización en las plantas hembras y tomando como referencia visual una coloración café oscuro en los estigmas del jilote, se dio una semana después para realizar la práctica de eliminación del macho, esto se realizó en forma mecánica con una desbrozadora.

Ya eliminados los machos se pudo apreciar mejor los bloques y se marcaron dentro de cada densidad (tratamientos) de población treinta plantas seleccionadas al azar para la toma de datos de los parámetros a considerar en campo, las cuales fueron marcadas a 50 cm de la parte basal del tallo con pintura de aceite de color rojo. Cabe mencionar que antes de hacerse la cosecha se procedió a la evaluación de todas las variables de campo como: altura de mazorca, altura de planta, porcentaje de llenado y días a floración.

Cosecha

Se realizó en forma manual usando costales de plástico tipo redes para la recolección de las mazorcas después de haber cumplido el tiempo de secado en campo para poder tener el máximo peso seco, que es un indicativo de madurez fisiológica de la semilla, la recolección se hizo por separado para cada bloque identificando con etiquetas los tratamientos y el genotipo de cada unidad experimental.

Variables agronómicas

Días a floración

Se realizó conteos diarios en forma manual, usando un contador y evaluando las plantas seleccionadas, tomando como indicativo la receptibilidad del estigma (flor femenina) durante el proceso de floración y anotando el dato que se llevo de la siembra a la primera presencia de la flor en cada bloque hasta tener la presencia de la ultima flor en plantas seleccionadas, se considera receptiva cuando los estigmas tenían un crecimiento de 2 cm para su evaluación.

Altura de planta

Se realizó midiendo con una cinta métrica de la parte basal del tallo hasta la parte terminal del mismo y tomando el dato en el último entrenudo del tallo, esto se le realizó a las 30 plantas seleccionadas de cada bloque por tratamiento y en los diferentes genotipos, anotando el dato en metros.

Altura de mazorca

Esta se midió de la parte basal del tallo hasta la parte basal de la mazorca en cada planta, se tomo en consideración la primera mazorca que apareció y se realizó la medición con una cinta métrica.

Porcentaje de llenado de mazorca

Se realizó la medición en forma visual tomando como base un patrón de mazorca con llenado de grano al 100 %, tomando esta bajo los parámetros 1, 3, 5, 7 y 9 que representa el 100, 80, 60, 40 y 20 por ciento, considerando que el número mayor en este caso el 9 como el de menor porcentaje de llenado. Se realizó en mazorcas cosechadas de cada área experimental y posteriormente se sacó una media por tratamiento, observándose si existieron problemas por causa de la polinización.

Cobertura de mazorca

Esta se evaluó en forma visual con un patrón de una mazorca bien cubierta, ya que esta es el cubrimiento de la mazorca por las hojas para evitar la exposición de la semilla a los factores de deterioro en campo, tomando esta bajo los parámetros de 1, 3, 5, 7 y 9 que representan el 100, 80, 60, 40 y 20 por ciento, tomando en cuenta que el mayor número (9) es de menor cobertura de las mazorcas cosechadas.

Rendimiento

Después de realizar la cosecha de mazorcas de las plantas seleccionadas en cada tratamiento, se efectuó un desgrane en forma manual, clasificando la semilla por forma y tamaño, el cual se pesó en una balanza y se obtuvo un dato en gramos de cada clasificación y posteriormente se realizó las sumatorias totales para hacer la conversión a toneladas por ha para cada densidad establecida.

Variables de la proporción de semilla forma plana y redonda así como de tamaño

Semillas planas

Esta se realizó en forma manual con personal de la empresa, donde clasificaron la semilla de mazorcas cosechadas utilizando una criba oblonga para separarla por su forma en planos y redondas, posteriormente se utilizaron cribas redondas con diferentes tamaños desde la 14/64" hasta 18/64" zarandeando las semillas depositadas hasta que estas caen en las cribas, quedándose en una clasificación perteneciente al tamaño de la semilla.

Semillas redondas

De igual manera que la anterior, para sacar esta variable se realizó en forma manual con personal de la empresa, donde clasificaron la semilla de mazorcas cosechadas utilizando una criba oblonga para hacer la clasificación de la forma, en este caso redondas y posteriormente la proporción de tamaños con cribas redondas con diferentes tamaños desde la 14/64" hasta 18/64" zarandeando las semillas depositadas hasta que estas caen en las cribas y quedándose en el tamaño de esa semilla.

Variables de calidad fisiológicas de la semilla

Germinación estándar

Se realizó con semilla clasificada por su forma y tamaño teniendo un greeding de planos y redondas de 14/64", 16/64" y 18/64" , además con la

separación por cada tratamiento con su respectiva repetición , donde se realizo se colocaron cuatro tacos de 25 semillas por clasificación, estas fueron sembradas en toallas de papel Anchor con una cinta especial con pegamento en medio para tener una mejor colocación uniforme de la semilla, la cual se sumergió en agua contenida en un recipiente y posteriormente se recubrió con otra totalmente húmeda y fueron enrolladas para formar tacos, se marcaron con un lápiz especial y se introdujeron a una bolsa de plástico para mantener la humedad, luego se colocaran en la cámara de germinación a una temperatura de 25°C y luz permanente, posteriormente se tomaron los datos de plantas normales, anormales y semillas sin germinar a los siete días de la prueba y se realizó el cálculo en porciento de germinación de la semilla.

Longitud media de plúmula

Se midió esta variable al mismo momento de la evaluación de la germinación, con la misma forma como se estableció esa prueba y la toma de datos se realizó con el apoyo de una plantilla de plástico con medidas en centímetros, donde se establecieron cada 2 cm un valor de 1, 3, 5, 7, 9 y 11, que indicaban el vigor de las semillas, se evaluaron todas las plántulas normales, la longitud se dividió entre el número de plántulas normales, obteniendo así el promedio de ellas.

Envejecimiento acelerado

Esta prueba se realizó con el objetivo de determinar el vigor después de un año de almacenamiento de la semilla bajo condiciones ambientales, sin ningún manejo de conservación, se utilizo una cámara de envejecimiento acelerado con condiciones de 42°C y una humedad relativa del 100 por ciento. La cámara interna consistió en un vasos de precipitado de 600 ml de agua en donde se colocaron 100 semillas en una malla de alambre, sostenidas por un

soporte en el interior y tapándose con papel aluminio y plástico sosteniéndolas con ligas. El tiempo que permanecieron en estas condiciones fue de cuatro días, al finalizar el período se sacó las semillas y se realizó una prueba de germinación estándar para evaluar

Longitud media de plúmula

Las plántulas utilizadas para determinar la longitud media de plúmula provienen de la prueba de germinación estándar a los seis días, las cuales se midieron las longitudes de las plúmulas que están situadas en cada línea paralela solo de las plántulas normales, la longitud se dividió entre el número de plántulas normales, obteniendo así el promedio de ellas.

Peso seco de raíz

Para esta variable, se utilizaron las plántulas normales provenientes de la prueba de germinación estándar de cada repetición, se separaron la raíz de los restos de las semillas quedando solo la raíz, las cuales se colocaron en bolsas de papel estrazas perforadas y luego se pasaron al secado en estufa por 24 horas a 65 ° C. Para luego pesarlas en una balanza analítica de precisión (0.001 g), el peso seco se expreso en miligramos por plántula (mg/pl).

Análisis estadístico

Los datos correspondientes a cada una de las variables evaluadas fueron analizados bajo un diseño experimental de parcelas divididas con arreglo en bloques al azar donde la parcela grande fue el factor genotipos,

mientras que la parcela chica consistió en las densidades estudiadas, las cuales se analizaron utilizando el software SAS versión 9.0. el modelo estadístico del diseño mencionado es el siguiente:

Modelo lineal:

$$Y_{ijk} = \mu + B_i + G_j + E_{ij} + D_k + GD_{jk} + EE_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} = variable de respuesta

μ = efecto de la media general

B_i = efecto del i -ésimo bloque

G_j = efecto de la j -ésimo genotipo

E_{ij} = Error de la parcela grande

D_k = efecto de la k -ésima densidad

GD_{jk} = interacción de la k -ésimo genotipo por la k -ésima densidad

EE_{ijk} = Error experimental

Las diferencias estadísticas encontradas en las fuentes de variación se evaluó mediante la prueba de comparación de medias de Tukey al 0.05 de probabilidad (Rebolledo, 2002).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Variables agronómicas

Días a floración femenina

Para esta variable se obtuvo diferencia altamente significativa entre Genotipos, lo que indica que se comportaron totalmente diferentes entre ellos, al realizar la comparación de medias de tukey (0.05) el genotipo DAS 2 fue más precoz con una media de 83.25 días, mientras que el genotipo DAS 1 obtuvo una media de 113.03 días, por lo que estadísticamente el comportamiento de la presencia de floración fue muy diferente (Cuadro 4.2), mientras que entre las densidades no se encontró diferencia estadísticamente significativa, lo que demuestra que la floración fue muy similar a través de las diferentes densidades (Cuadro 4.2), pero en forma numérica la densidad de 90,000 plantas ha^{-1} fue la primera en presentar floración con 97.85 días, quedando en un sitio intermedio la de 80,000 plantas ha^{-1} con 98.25 y la de 100,000 plantas ha^{-1} fueron las que obtuvieron el número de días de floración más largo con 98.33.

Los resultados obtenidos anteriormente concuerdan con un trabajo realizado en el CIMMYT (2010), donde al evaluar el efecto de las densidad de población en la floración de hembras y machos, además del rendimiento en tres líneas y tres híbridos a densidades de 33,000 y 66,000 plantas ha^{-1} se encontró una diferencia significativa en las variables con un incremento del 20% en la de rendimiento, por lo que indica que a medida que se elevan las densidades aumenta la producción de semilla, pero la floraciones se mantienen muy similares sin afectar su desarrollo. Por su parte López y Muñoz (1984) señalan que en los Valles Altos de México, los campesinos han establecido en

forma empírica una escala de precocidad asociada con el color de grano y agregaron que las poblaciones de grano amarillo fueron más rendidoras

Altura de planta

Para esta variable (AP) al encontrarse diferencia significativa ($\alpha = 0.05$) entre genotipos y repeticiones (Cuadro 4.1), nos indica que estos presentan ligeros cambios de altura de plantas entre sí. Por lo que al realizar la comparación de medias, el genotipo DAS 1 mostró una media de 1.21 m superior al registrado al genotipo DAS 2 quien solo desarrollo una altura de 1.15 m , mostrando con esto esa diferencia significativa, mientras que entre las densidades de población no hubo significancia por lo cual la densidad de 80,000 plantas ha^{-1} obtuvo un valor de 1.17 m mientras que las densidades de 90,000 y 100,000 se comportaron iguales entre sí con 1.19 m respectivamente.. Estos resultados difieren al trabajo realizado por Morales (1998), donde demuestra que al evaluar diferentes líneas con dosis de fertilización y densidad de población de 50,000 y 62,000 plantas ha^{-1} con nitrógeno (N), Fosforo (P) y Potasio (K) a 161-184, 46-69 y 0-60 kg ha^{-1} encontraron que las densidades y la fertilización tuvieron una diferencia significativa en los diferentes genotipos en las alturas de planta y mazorca, al aumentar la densidad de siembra se reduce significativamente el desarrollo y crecimiento de varios caracteres como: altura de planta. Sin embargo, las plantas en general presentan respuestas diferenciales en su crecimiento y rendimiento a los cambios de densidad de población, ya que en algunos materiales como VS - 221 al evaluarlo bajo diferentes poblaciones expresó mayor altura en altas densidades y la distancia entre plantas modifica las relaciones entre ellos (Coutiño,1998).

Altura de mazorca

En esta característica (AM), los genotipos fueron diferentes entre sí, por lo que al realizar la comparación de medias, el genotipo DAS 1 mostró una media de 85.18 cm, mientras que el genotipo DAS 2 solo obtuvo 76.14 cm, lo cual muestran con eso la diferencia estadística entre ellos (Cuadro 4.2), así como las repeticiones mostraron un ligero cambio, probablemente por las condiciones de suelo, luz o humedad, entre otras que se hayan presentado en los bloques. El tratamiento de 100.000 plantas ha^{-1} registró el más alto nivel con 81.63 cm y en forma intermedia con una media de 81.44 cm la población de 90,000 plantas ha^{-1} y con el más bajo el de 80,000 plantas ha^{-1} registrando un altura de mazorca de 78.90 cm, sin embargo, estadísticamente no hubo diferencia entre ellos, estos resultados nos permiten inferir que la altura de la planta esta correlacionada con la altura de la mazorca. Esto concuerda con un estudio realizado por Coutiño (1998), donde al estar evaluando materiales a diferentes densidades de 30,000, 40,000 y 50,000 plantas ha^{-1} encontró que estadísticamente fueron iguales con el factor densidad, sin embargo, la densidad de 50,000 plantas ha^{-1} obtuvo el mayor desarrollo vegetativo por el efecto de competencia entre las plantas. Por su parte Gil *et al.* (2004) mencionan que el mayor índice de áreas foliares asociadas a las altas densidades provoca una competencia entre plantas que favorece el alargamiento de células y afecta indirectamente los procesos de fotosíntesis y respiración, provocando la competencia de luz que estimula el desarrollo vertical de las plantas.

Cobertura de mazorca (COB/MAZ)

Para COB/MAZ, el análisis de varianza resultó altamente significativo ($\alpha=0.01$) para las fuentes de Genotipos y densidades; y significativo ($\alpha=0.05$) para la interacción Gen*dens y al realizar la comparación de medias de Tukey ($\alpha=0.05$) se observa que el genotipo DAS 1 muestra una media de 72.44% de cobertura y el genotipo DAS 2 obtuvo 95.55%, por lo cual se comportaron muy diferentes entre sí. La densidad de 100,000 plantas ha^{-1} , expreso en mayor cantidad este defecto obteniendo un 77.50%, quedando en un posición intermedia la densidad de 90,000 plantas ha^{-1} con 84.16% y la de 80,000 plantas ha^{-1} con 90.33%, la que menos defecto presento, lo que representa un problema, ya que plantas con estas características, tienden a incrementar el número de mazorcas podridas causadas por efectos ambientales como la lluvia, lo que ocasiona la presencia o incidencia de enfermedades fungosas, que al final repercuten en el rendimiento, la conservación y calidad de la semilla; a su vez Coutiño (1998) observó al evaluar diversos genotipos a diferentes densidades, que estos mostraron diferencias altamente significativas entre ellos para la mala cobertura, obteniendo que el mejor fue una variedad llamada VS-201 a 40,000 plantas ha^{-1} , lo cual sugiere que la densidad y genotipo si tienen un efecto negativo para este defecto, esto concuerda con los resultados obtenidos en esta investigación.

Llenado de mazorca

En esta variable los genotipos se comportaron totalmente diferentes y la respuesta de ellos al interactuar bajo diferentes densidades de población, al realizar la comparación de medias de tukey ($\alpha=0.05$) el 72% del genotipo DAS 1, fue menor que el genotipo DAS 2 quien obtuvo un 84.66% indicativo de que este último fue mejor, ya que la proporción de llenado de grano nos da un estimado de mayor número de semillas por mazorca para obtener buenos rendimientos; las densidades tuvieron una influencia significativa sobre esta variable, la que obtuvo el valor más alto fue la densidad de 90,000 plantas ha^{-1} con 79.83% de llenado de grano, seguida por la de 80,000 plantas ha^{-1} con un valor intermedio de 78.66, y por último la de 100,000 plantas ha^{-1} con 76.50% (Cuadro 4.2), lo cual concuerda con el trabajo de López (2004) donde menciona que al evaluar diferentes cruzas en el campo experimental de INIFAP en Rio Bravo, Tamaulipas con densidades de 25,000, 50,000 y 75,000 plantas ha^{-1} para determinar el efecto de estas en la variable de llenado de grano encontraron que el aumento en la densidad de población redujo significativamente en 8 y 9% el peso individual del grano en mazorca primaria y secundaria respectivamente, como consecuencia de la reducción del período efectivo del llenado del grano.

Rendimiento de semilla

En esta variable (Cuadro 4.1) hubo diferencias altamente significativas ($\alpha=0.01$) entre las densidades, lo cual demuestra que la densidad de población influyó en el rendimiento de las semillas. El genotipo DAS 1 fue numéricamente el más sobresaliente con 3.0 t ha^{-1} , mientras que el genotipo DAS 2 solo obtuvo 2.82 t ha^{-1} . En cuanto a los tratamientos, la densidad de 100,000

plantas ha^{-1} obtuvo el mayor rendimiento con 3.19 t ha^{-1} , seguido por la de $90,000 \text{ plantas ha}^{-1}$ con 3.00 t ha^{-1} , y la del valor más bajo fue la densidad de $80,000 \text{ plantas ha}^{-1}$, teniendo un rendimiento menor de 2.61 t ha^{-1} , sin embargo, las densidades de $90,000$ y $80,000 \text{ plantas ha}^{-1}$ estadísticamente fueron iguales (Cuadro 4.2).

Estos resultados sugieren que al aumentar las densidades de población se ve una respuesta favorable con el incremento de los rendimientos de semilla, debido al mayor número de plantas establecidas por hectárea, además que el factor genético puede ser favorable, ya que constantemente se están creando genotipos más tolerantes a las altas densidades de población.

Innumerables trabajos realizados para estudiar el rendimiento a través del incremento de las densidades de población da la pauta de desarrollar nuevos materiales con adaptación a las condiciones del uso de suelo, para aprovechar al máximo la superficie sembrada en la producción de semilla, estos resultados concuerdan con De la Cruz *et al.* (2009) quienes mencionan que al evaluar el rendimiento de grano de genotipos de maíz sembrados bajo diferentes densidades de población desde $44,289$, $53,200$ y $66,500 \text{ plantas ha}^{-1}$ con diferentes poblaciones (21, 22, 23, 25, 32, 43, 49 híbrido HS- 3G1, y variedad VS- 536) encontraron que no hubo diferencia significativa para días a floración, altura de planta y altura de mazorca, solo entre genotipos, pero en la variable rendimiento, la densidad demostró que $66,500 \text{ plantas ha}^{-1}$ presentó mayor rendimiento de grano, siendo los genotipos más sobresaliente la 21, 23, 25, 43 y HS- 3G1. Mientras que Coutiño (1998) encontró que al incrementar la densidad de población aumentan considerablemente los rendimientos y él en su trabajo obtuvo que la variedad VS-221 a $50,000 \text{ plantas ha}^{-1}$ que fue la más alta obtuvo hasta 5.089 t ha^{-1} para la producción de semilla de maíz, lo cual al hacer la comparación de los rendimientos evaluados en esta investigación estos fueron menores a los mencionados anteriormente y se

puede diferenciar debió al tipo de cruce que se realizó en cada investigación ya que en esta se realizó cruces simples y en la anteriormente mencionada se realizó cruces triples lo cual puede indicarnos la diferenciación de los rendimientos además estos también se debe a las características genéticas de los materiales que se evalúan.

Cuadro 4.1 Cuadrados medios del análisis de varianza, coeficiente de variación, media general de las variables agronómicas evaluadas en la producción de híbridos de maíz en Sayula, Jalisco, 2009.

Fuente de variación	gl	FF (días)	AP (m)	AM (cm)	COB/MAZ (%)	LLEN/MAZ (%)	RDS (ton/ha)
Genotipo	1	3989.328**	0.0162*	367.476**	2403.555**	722.000**	0.1317
Repetición	2	0.404	0.0094*	62.486*	32.166	0.500	0.0798
Gen*Rep.	2	0.065	0.0011	4.318	14.388	0.166	0.1668*
Densidades	2	0.394	0.0008	13.930	247.166**	17.166*	0.4308**
Gen*Dens	2	0.016	0.0002	2.674	82.722*	92.166**	0.4495
Error	8	0.159	0.024	11.730	13.694	2.750	0.452
C.V (%)		0.40	4.18	4.24	4.40	2.11	7.30
Media general		98.146	1.186	80.66	84	78.33	2.91

*, ** Nivel de significancia 0.05 y 0.01 respectivamente, C.V= coeficiente de variación, Gen*rep = genotipo por repetición, Gen*Dens = genotipo por densidad, gl= grados de libertad, FF= floración femenina, AP= altura de planta, AM= altura de mazorca, COB/MAZ= cobertura de mazorca, LLEN/MAZ= llenado de mazorca, RDS= rendimiento de semillas.

Cuadro 4.2 Medias de los tratamientos y genotipos para las variables agronómicas evaluadas en la producción de híbridos de maíz en Sayula, Jalisco, 2009.

Densidad de población Plantas ha ⁻¹	FF (días)	AP (m)	AM (m)	COB/MAZ (%)	LLEN/NAZ (%)	RDS (ton/ha)
80,000	98.25 A	1.17 A	78.90 A	90.33 A	78.66 AB	2.61 A
90,000	97.85 A	1.19 A	81.44 A	84.16 B	79.83 A	3.00 A
100,000	98.33 A	1.19 A	81.63 A	77.50 C	76.50 B	3.19 B
DAS 1	113.03 A	1.21 A	85.18 A	72.44 B	72.00 B	3.00 A
DAS 2	83.25 B	1.15 B	76.14 B	95.55 A	84.66 A	2.82 A

ABC= grupos estadísticos, FF= floración femenina, AP= altura de planta, AM= altura de mazorca, COB/MAZ= cobertura de mazorca, LLEN/MAZ= llenado de mazorca, RDS= rendimiento de semillas. DAS 1 y DAS 2 = nombre del material utilizado.

Proporción de semilla forma plana y redonda así como de tamaños

Para evaluar estas variables se consideraron dos formas de semillas: planas (SP) y redondas (SR) las cuales de acuerdo a los análisis de varianza y como se aprecia en el Cuadro 4.3 se encontraron diferencias altamente significativas ($\alpha=0.01$) en semillas planas y redondas para la fuente de genotipos y tratamientos mientras que para el resto de las fuentes no se encontraron diferencia significativa. Los coeficientes de variación oscilaron entre 2.33 y 3.56%, los cuales se consideran bajos.

Semillas planas

La comparación de medias de los tratamientos y genotipos mostró que la densidad que obtuvo la mayor proporción de semilla plana fue la de 100,000 plantas ha^{-1} con el 63.49 por ciento, en un punto intermedio la de 90,000 plantas ha^{-1} con un valor de 61.89 por ciento y la de 80,000 plantas ha^{-1} el porcentaje más bajo con 56.55 (Cuadro 4.4) mientras que los genotipos se comportaron muy diferentes entre sí, siendo el genotipo DAS 2 el que obtuvo mayor proporción de semillas planas con un 71.98 por ciento, quedando el genotipo DAS 1 en 49.30 por ciento de semilla plana, con estos resultados se puede hacer una selección de los materiales, ya que la presencia de mayor número de semillas planas puede ser una ventaja para el DAS 2 así como también se pudo apreciar que el progenitor usado como macho en este material tenía abundancia de polen lo cual pudo influir en un buen llenado y mayor proporción de esta semilla y esto puede ser una ventaja de este genotipo para su comercialización, ya que normalmente los agricultores están acostumbrados a utilizar semillas de plano medio para la siembra, lo que la hace ser más comercial.

Semilla redonda

El genotipo DAS 1 mostro superioridad en la presencia de semilla redonda con un 50.61 por ciento, mientras que el genotipo DAS 2 solo obtuvo 28.01 por ciento, lo que demuestra un comportamiento muy diferente entre ambos genotipos (Cuadro 4.4), además las densidades influyeron significativamente, donde la densidad de 80,000 plantas ha^{-1} obtuvo el mayor porcentaje de semilla redonda con 43.44 por ciento, mientras que para este tipo de semilla, la densidad de 90,000 obtuvo un valor de 38.10 por ciento y la de 100,000 plantas ha^{-1} con 36.38, sin embargo, estas dos ultimas resultaron ser estadísticamente iguales (Cuadro 4.4). La cantidad de semillas redonda en los genotipos podría ser una desventaja, ya que presenta dificultad para su comercialización al dudar de su calidad, producto de la característica que presenta debido a que existe poca cultura en cuanto al concepto de calidad por parte de los productores que demandan la semilla.

Cuadro 4.3 Cuadrados medios del análisis de varianza, coeficiente de variación, media general de las formas de la semilla evaluadas en la producción de híbridos de maíz en Sayula, Jalisco, 2009.

Fuentes de variación	Gl	SP	SR
Genotipo	1	2314.652**	2298.352**
Repetición	2	4.054	4.713
Gen*rep	2	2.123	2.541
Densidades	2	79.214**	81.293**
Gen*Dens	2	5.265	5.319
Error	8	2.009	1.965
C.V (%)		2.33	3.56
Media general		60.64	39.81

*, ** Nivel de significancia 0.05 y 0.01 respectivamente, C.V= coeficiente de variación, Gen*rep = genotipo por repetición, Gen*Dens = genotipo por densidad, SP = semilla plana, SR = semilla redonda.

Cuadro 4.4 Medias de los tratamientos y genotipos para la calidad física, de las formas de la semilla evaluadas en la producción de híbridos de maíz en Sayula, Jalisco, 2009.

Densidad de población Plantas ha ⁻¹	SP	SR
80,000	56.55 B	43.44 A
90,000	61.89 A	38.10 B
100,000	63.49 A	36.38 B
DAS 1	49.30 B	50.61 A
DAS 2	71.98 A	28.01 B

AB= grupos estadísticos, SP = semillas planas, SR= semillas redonda, DAS 1 Y DAS 2 = material genético utilizado

Variables de calidad fisiológica

Germinación estándar

En esta variable en cuanto al porcentaje de germinación se encontraron diferencias significativas ($\alpha=0.01$ y $\alpha=0.05$) entre los genotipos para germinación de semilla plana (GP) y redonda (GR) en sus diferentes tamaños (GP16, GR18, GR16 y GR14,) Cuadro 4.5 resultando el DAS1 superior al DAS 2, sin embargo el tratamiento a 100,000 plantas ha^{-1} y en el GP18 presentó el mayor porcentaje de germinación con 99%, seguido por el GP18 a 80,000 plantas ha^{-1} y GP16 a 90,000 plantas ha^{-1} con 95.50% respectivamente, y el que obtuvo el valor más bajo fue el GP14 a 90,000 plantas ha^{-1} con el 81% (Cuadro 4.6), lo que demuestra que la forma y el tamaño de la semilla no influye estadísticamente en la germinación de la semilla.

Longitud de plúmula

Para esta variable se encontraron diferencias significativas ($\alpha=0.01$) entre genotipos para longitud de plúmula de semilla plana (LPP) y redonda (LPR) en sus diferentes tamaños (LPP18, LPP16 y LPP14), así como para la interacción Genotipo x densidades hubo significancia ($\alpha=0.05$) en LPP18 Cuadro 4.7, lo cual indica que la densidad influyó en los genotipos. Sin embargo, según la comparación de medias el DAS 1 fue superior al DAS 2 con mayor vigor mientras que las densidades no mostraron diferencia estadísticamente significativas pero las variables obtuvieron una diferencia numérica por lo que la LPP18 a 100,000 plantas pha^{-1} obtuvo el mayor valor con 11.82 cm seguido por LPP18 a 90,000 plantas ha^{-1} obteniendo 11.61 cm y el que obtuvo el menor valor fue LPR14 a 100,000 plantas ha^{-1} (Cuadro 4.8). lo cual indica que las

semillas planas y con las densidades más altas son las que expresan el mayor vigor lo cual las hace que tengan la ventaja de producir plantas con mayor capacidad de emergencia a condiciones adversas en campo.

De acuerdo a los resultados encontrados en este trabajo, estos no concuerda con Shieh y McDonald (1982) quienes donde mencionan que la forma ejercen efecto sobre la calidad de la semilla y el comportamiento de la plántula resultante, en el maíz se ha encontrado un mejor desempeño de las semillas planas al obtener en estas mayores porcentajes de germinación, peso seco de plántula, vigor mediante prueba fría y envejecimiento acelerado, manteniendo aun esa tendencia en emergencia final en campo, mientras que Pérez *et al.* (2006) mencionan que la calidad de la semilla de maíz depende más del genotipo de la variedad que del tamaño de la misma. Por lo que la calidad fisiológica en laboratorio, los pesos secos de la plántula y de raíz fueron los de mayor relevancia. En la calidad de semilla, las variables más relevantes para la diferenciación de las variedades de maíz fueron la longitud de la misma y el peso seco de la parte aérea, contribuyendo a explicar el 67% de la varianza total.

Cuadro 4.5 Cuadrados medios del análisis de varianza, coeficiente de variación, media general de las variables de germinación estándar evaluadas por forma y tamaño en la producción de semilla de maíz en Sayula, Jalisco, 2009.

Fuente de variación	Gl	GP18 (%)	GP16 (%)	GP14 (%)	GR18 (%)	GR16 (%)	GR14 (%)
Genotipo	1	40.500	64.222*	2.722	401.368**	68.055*	392.000*
Repetición	2	8.166	0.722	165.500*	79.055*	20.388	243.055
Gen*rep	2	2.166	19.055	19.055	192.722**	88.722**	107.166
Densidad	2	28.500	0.722	24.000	5.388	9.388	216.222
Gen* Dens	2	10.500	0.388	62.888	11.055	20.388	98.666
Error	8	24.666	9.972	40.611	11.722	9.388	100.61
C.V (%)		5.14	3.32	6.88	3.73	3.29	11.36
Media general		96.50	95.11	92.50	91.72	93.05	88.22

*, ** Nivel de significancia 0.05 y 0.01 respectivamente, C.V= coeficiente de variación, Gen*rep = genotipo por repetición, Gen*dens = genotipo por densidad, GP18= germinación plano 18, GP16= germinación plano 16, GP14 germinación plano 14, GR 18 germinación redonda 18, GR 16= germinación redonda 16, GR14= germinación redonda 14

Cuadro 4.6 Medias de los tratamientos y genotipos para la germinación estándar evaluadas por forma y tamaño en la producción de híbridos de maíz en Sayula, Jalisco, 2009.

Densidad de población Plantas ha ⁻¹	GP18	GP16	GP14	GR18	GR16	GR14
80,000	95.50 A	94.83 A	92.50 A	90.66 A	94.33 A	92.33 A
90,000	95.00 A	95.50 A	90.50 A	92.50 A	93.00 A	81.33 A
100,000	99.00 A	95.00 A	94.50 A	92.00 A	91.83 A	91.00 A
DAS 1	98 A	96 A	94 A	92 A	96 A	92 A
DAS 2	97 A	91B	92 A	87 B	90 B	82 B

GP18= germinación plano 18, GP16= germinación plano 16, GP14 germinación plano 14, GR18 germinación redonda 18, GR16= germinación redonda 16, GR14= germinación redonda 14.

Cuadro 4.7 Cuadrados medios del análisis de varianza, coeficiente de variación, media general de la variables de longitud de plúmula evaluadas por forma y tamaño en la producción de híbridos de maíz en Sayula, Jalisco, 2009.

Fuente de variación	Gl	LPP18 (%)	LPP16 (%)	LPP14 (%)	LPR18 (%)	LPR16 (%)	LPR14 (%)
Genotipo	1	14.454**	18.168**	5.013**	51.579	46.368	22.422
Repetición	2	0.017	1.369**	1.488**	7.730	5.775	2.936
Gen*rep	2	0.047	1.402**	4.164**	3.553	2.036	13.036
Densidad	2	0.555	0.132	0.079	0.644	0.050	0.188
Gen*Dens	2	2.407*	0.067	0.379	0.069	0.153	0.004
Error	8	0.414	0.110	0.160	0.240	0.060	0.067
C.V (%)		5.57	2.93	3.60	4.67	2.30	2.65
Media general		11.55	11.33	11.11	10.50	10.67	9.81

*, ** Nivel de significancia 0.05 y 0.01 respectivamente, C.V= coeficiente de variación, Gen*rep = genotipo por repetición, Gen*dens = genotipo por densidad, LPP18= longitud de plúmula plano 18, LPP16= longitud de plúmula plano 16, LPP14= longitud de plúmula plano 14, LPR18= longitud de plúmula redonda 18, LPR16= longitud de plúmula redonda 16, LPR14= longitud de plúmula redonda 14.

Cuadro 4.8 Medias de los tratamientos y genotipos para la longitud de plúmula evaluadas por forma y tamaño de la semilla en la producción de híbridos de maíz en Sayula, Jalisco, 2009.

Densidad de población Plantas ha ⁻¹	LPPL8	LPP16	LPP14	LPR18	LPR16	LPR14
80,000	11.22 A	11.16 A	10.99 A	10.47 A	10.78 A	10.01 A
90,000	11.61 A	11.44 A	11.22 A	10.18 A	10.60 A	9.77 A
100,000	11.82 A	11.39 A	11.13 A	10.84 A	10.65 A	9.66 A
DAS 1	11.89 A	11.54 A	11.43 A	10.62 A	10.88 A	10.54 A
DAS 2	10.23 B	9.89 B	9.6 B	9.8 A	10.01 A	9.88 A

LPP18= longitud de plúmula plano 18, LPP16= longitud de plúmula plano 16, LPP14= longitud de plúmula plano 14, LPR18= longitud de plúmula redonda 18, LPR16= longitud de plúmula redonda 16, LPR14= longitud de plúmula redonda 14.

Envejecimiento acelerado

Germinación estándar

Al realizar el análisis de varianza para las variables de germinación después de la prueba de envejecimiento acelerado (GDEVJA), los resultados (Cuadro 4.9) muestran que los tratamientos manifestaron una diferencia significativa ($\alpha=0.05$), lo cual muestra que hubo ligeros cambios en cuanto al efecto de la densidad de población en la semillas, sin embargo, al hacer la comparación de medias (tukey $\alpha=0.05$), estos se comportaron estadísticamente similares entre ellos. Mostrando en forma numérica que la densidad de 90,000 plantas ha^{-1} obtuvo una media de 99.16 por ciento, mientras que la de 100,000 plantas ha^{-1} tuvo 96.33 por ciento y por último, la de 80,000 plantas ha^{-1} con un 95.50 por ciento de germinación (Cuadro 4.10)

Longitud de plúmula

Al realizar el análisis de varianza para la longitud de plúmula después de la prueba de envejecimiento acelerado (LPDEVJA), se encontró diferencia estadísticamente significativa entre densidades y en la interacción genotipo* Dens, lo cual hace notar que estos se comportaron con algunas modificaciones y que fueron expresados por la semilla, las demás fuentes de variación no se encontró diferencia alguna, por lo que al realizar la comparación de medias de tukey ($\alpha=0.05$), los genotipos estadísticamente fueron iguales obteniendo el genotipo DAS 1 un valor de 11.67 cm, mientras que el genotipo DAS 2 sobresalió numéricamente con 12.16 cm, lo cual lo hace más vigoroso al establecerse en campo. En cuanto a las densidades estas mostraron diferencia estadísticamente significativa, siendo la densidad de 100,000 plantas ha^{-1} la que obtuvo el mayor valor con 12.40 cm, mientras que la densidad de 90,000 plantas ha^{-1} obtuvo 12.25 cm, sin embargo estadísticamente fueron iguales, la

que obtuvo el valor más bajo fue la de 80,000 plantas ha^{-1} con 11.12 cm de longitud, por lo cual es estadísticamente diferente a los demás con una diferencia de 1.28 cm (Cuadro 4.10).

Peso seco de raíz

Para peso seco de radícula después de la prueba de envejecimiento acelerado (PSRDEVJA), los resultados mostraron que entre (Cuadro 4.9) los genotipos hubo diferencia altamente significativa, ($\alpha=0.01$), lo cual demuestra la gran variabilidad genética de los materiales y la capacidad de producción de un sistema radicular que ayudara a las plantas a su desarrollo. En cuanto a la comparación de medias de tukey ($\alpha=0.05$), demuestra que el genotipo DAS 1 es más vigoroso al ser más sobresaliente con un valor de 2.00 mg, mientras que el genotipo DAS 2 obtuvo un valor de 1.42 mg, en cuanto a las densidades no tuvieron diferencia estadísticamente significativa, sin embargo, mostro una diferencia numérica entre ellas, siendo la de 100,000 plantas ha^{-1} con 1.74 mg la del valor más alto, en forma intermedia la de 90,000 plantas ha^{-1} con 1.70 mg y la que obtuvo el valor más bajo fue la de 80,000 plantas ha^{-1} con 1.68 mg (cuadro 4.10).

Esto difiere de lo reportado por Martínez (2005), quien menciona que para las pruebas de vigor y germinación las densidades de población no influyen sin embargo los genotipos tienen una influencia muy significativas ya que algunos materiales genéticos son los que en campo lograrían establecerse con las mayores densidades de población y por ende mayor número de individuos potencialmente productivos. Mientras que Pérez (2007) quien al evaluar varios genotipos en la prueba de envejecimiento acelerado concluyo que estos tienen un comportamiento muy diferente para las validables de peso seco de raíz y plúmula lo cual demuestra que esos materiales tendrán mayor probabilidad de un desarrollo uniforme en campo bajo condiciones adversas.

Cuadro 4.9 Cuadrados medios del análisis de varianza, coeficiente de variación, media general de las variables de envejecimiento acelerado evaluado en la producción de híbridos de maíz en Sayula, Jalisco, 2009.

Fuente de variación	gl	GDEVJA (%)	LPDEVJA (cm)	PSRDEVJA (mg)
Genotipo	1	0.222	1.0853	1.5254**
Repetición	2	2.666	1.0092	0.0142
Gen*rep	2	0.222	1.1650	0.0406
Densidad	2	22.166*	2.9378*	0.0061
Gen*Dens	2	4.388	2.1314*	0.0284
Error	8	6.86	0.458	0.042
C.V (%)		2.70	5.67	12.11
Media general		97.0	11.92	1.71

*, ** Nivel de significancia 0.05 y 0.01 respectivamente, C.V= coeficiente de variación, Gen*rep = genotipo por repetición, Gen*Dens = genotipo por densidad, GDEVJA= germinación después de envejecimiento acelerado, LPDEVJA= longitud de plúmula después de envejecimiento acelerado, PSRDEVJA= peso seco de raíz después de envejecimiento acelerado.

Cuadro 4.10 Medias de los tratamientos y genotipos para las variables de envejecimiento acelerado en la producción de híbridos de maíz en Sayula, Jalisco, 2009.

Densidad de población Plantas ha ⁻¹	GDEVJA (%)	LPDEVJA (cm)	PSDEVJA (mg)
80,000	95.50	11.12 B	1.68
90,000	99.16	12.25 A	1.70
100,000	96.33	12.40 A	1.74
DAS 1	97.11	11.67	2.00 A
DAS 2	96.88	12.16	1.42 B

AB = grupos estadísticos, GDEVJA= germinación después de envejecimiento acelerado, LPDEVJA= longitud de plúmula después de envejecimiento acelerado, PSRDEVJA= peso seco de raíz después de envejecimiento acelerado. DAS 1 Y DAS 2 = nombre del material genético utilizado.

CONCLUSIONES

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

En este estudio las densidades de población no influyeron para la altura de planta (AP), altura de mazorca (AM) y floración femenina, sin embargo, la cobertura de mazorca y llenado de grano se vieron favorecidos con las bajas densidades, mientras que las altas densidades obtendrán los mayores rendimientos de producción de semilla.

En cuanto la proporción de la forma y tamaño de la semilla el genotipo DAS 2 presenta más de la mitad de mazorcas con semilla plana, mientras que el genotipo DAS 1 obtuvo el mayor porcentaje de semillas redondas, lo cual pudiese dificultar su comercialización. Sin embargo, no hubo diferencias en tamaño de semilla.

En cuanto los genotipos estudiados cuentan con los estándares de calidad aceptables con más del 85% de germinación, y con el vigor suficiente para producir una población de plantas uniformes y vigorosas.

Los resultados de la prueba de envejecimiento acelerado demostraron que el genotipo DAS 1 fue superior al genotipo DAS 2, en cuanto al vigor, el cual tendrá mayor probabilidad de un desarrollo uniforme bajo condiciones adversas en campo.

De las densidades en hembras evaluadas, la de 100,000 plantas ha⁻¹ expresó la mejor producción y calidad de semilla de maíz, bajo las condiciones en las que se desarrolló el experimento.

RESUMEN

El propósito de manejar los genotipos comerciales de maíz a diferentes densidades de plantas hembras tiene la finalidad de evaluar el comportamiento de esos materiales en cuanto a la producción y calidad de semilla, que nos permitirá poder elegir la mejor combinación de ambos factores con una mejor respuesta para alcanzar el objetivo que se planteo en este trabajo de investigación.

El trabajo fue realizado en el 2009 en el campo experimental de la empresa Dow Agrosciences, localizado en la región de Sayula, Jalisco. Se evaluaron dos genotipos, el DAS 1 y DAS 2 bajo densidades de 80,000, 90,000 y 100,000 plantas ha⁻¹, con el objetivo de determinar la densidad óptima para la producción y calidad de semilla de maíz.

La combinación de estos factores constituyeron los tratamientos que se establecieron en un diseño de parcelas divididas, donde la parcela grande son los genotipos y la parcela chica las densidades con tres repeticiones, cada unidad experimental estuvo constituida por seis surcos de plantas hembras con una área de 3 m² cada una. Las variables agronómicas que se evaluaron fueron: días a floración femenina (FF), altura de planta (AP), altura de mazorca (AM), cobertura de mazorca (COB/MAZ), llenado de mazorca (LLEN/MAZ) y rendimiento de semilla (RDS).

Al evaluar la proporción de forma y tamaño de la semilla se consideraron las variables semilla planas y redondas (SP) y (SR), para la calidad fisiológica se evaluó germinación estándar y vigor mediante longitud media de plúmula clasificando la semilla por forma y tamaño, manejando las variables de GP18,GP16,GP14,GR18,GR16 y GR14. Además, de LPP18, LPP16, LPP14, LPR18, LPR16 y LPR14. En la prueba de envejecimiento acelerado se evaluó el porcentaje de germinación (GDEVJA) longitud media de plúmula (LPDEVJA) y peso seco de raíz (PSRDEVJA).

Dentro de los resultados más sobresalientes, se encontró gran diferencia estadística en la variable días a floración femenina entre los genotipos, donde el DAS 2 fue el más precoz con 83.25 días, seguido por el DAS 1 que registro 113.03 días. En cuanto a la altura de planta (AP) , altura de mazorca (AM), el DAS1 resultó ser el más sobresaliente en estas variable, referente a la cobertura de mazorca, el DAS 2 expreso los mejores resultados con (95.55 %), así como del llenado de mazorca obteniendo el 84.66 % , seguido por el DAS 1 con el 72.44 % de la primera y 72.00 % en esta última, además, la densidad de población influyo sobre estas reflejando alta diferencia estadística entre ellas resultando la mejor para COB/MAZ con 90.33 % la de 80,000 plantas ha^{-1} mientras, que para él LLEN/MAZ la densidad de 90,000 plantas ha^{-1} con 79.83 % resulto tener el más alto valor. En cuanto al rendimiento de semilla se encontró diferencia estadística entre los tratamientos por lo que la densidad de población influyo en esta siendo la densidad de 100,000 plantas ha^{-1} la que dio los mejores resultados, obteniendo 3.19 y 3.06 $t ha^{-1}$ de producción de semilla en el DAS 1 y DAS 2.

En cuanto a la proporción y tamaño de la semilla, el factor genotipo mostró una diferencia estadística entre ellos resultando el material genético DAS 2 el de mayor proporción de semillas planas con un 71.98 % de esta, mientras que el DAS 1 obtuvo la mayor cantidad de semillas redondas en los

dos materiales con un valor del 50.61 %; De la forma de esta semilla mientras que los dos obtuvieron los mismos tamaños de 14 hasta 18/64", las densidades también influyeron en estas variables al registrar la de 100,000 plantas ha⁻¹ el 63.40 % de semilla planas, en cuanto a la de 80,000 plantas ha⁻¹ obtuvo el mayor porcentaje de semillas redondas.

En cuanto a la calidad fisiológica se determino al evaluar la germinación estándar y con una prueba de vigor para la longitud media de plúmula clasificando la semilla por forma y tamaño, donde hubo diferencia estadística entre los genotipos para GP16, GR18, GR16 y GR14, resultando el DAS 1 superior, pero el tratamiento de GP18 a 100,000 plantas ha⁻¹ presento el mayor porcentaje con 99 %, sin embargo, al evaluar la LPP18, LPP16 y LPP14 mostro diferencia estadística entre genotipos resultando el DAS 1 el mejor, pero el tratamiento más sobresaliente en forma numérica fue LPP18 a 100,000 plantas ha⁻¹ con 11.82 cm, el cual fue el de mejor vigor.

La prueba de envejecimiento acelerado después de un año de almacenamiento de la semilla para determinar el vigor en este trabajo bajo esas condiciones resulto con diferencia estadística entre densidades la prueba de germinación estándar y longitud media de plúmula, resultando la GDEVJA a 90,000 plantas ha⁻¹ el mejor con 99.16% en cuanto a la LPDEVJA a 100,000 plantas ha⁻¹ fue el valor más alto con 12.40 cm. Mientras que para el PSRDEVJA se encontró diferencia estadística entre genotipos resultando el DAS 1 el de mayor vigor con 2.00 mg. De lo anterior se desprende que el mejor material genético y densidad para la producción y calidad de semilla resultó ser el DAS 1 bajo densidad de 100,000 plantas ha⁻¹.

LITERATURA CITADA

- Abueta, R. 2009. Fitomejoramiento de maíz. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Buenos Aires, Argentina. 16: 56.
- Ángeles, G., E. Ortiz. T., E. López. y G. López. R. 2010. Caracterización y rendimiento de poblaciones de maíz nativas de Molcaxac, Puebla. Revista Fitotecnia. Mex. 33 (4): 287-296.
- Barrales, D.S., A. Muñoz. O. y D. Sotres.R. 1984. Relación termopluviométricas en familias de maíz bajo condiciones de temporal. Agrociencia. 58: 127-139.
- Bolaños, J.J.G. 1993. Caracterización agronómica y fenológica en base a unidades calor de progenitores de híbridos de maíz para producción de semilla en el Bajío Mexicano. Tesis profesional. Saltillo, Coahuila. México. Pp. 25-26
- Cano, O., H. Toaquy. O. y M. Sierra. 2001. Fertilización y densidad de población en genotipos de maíz cultivados bajo condiciones de temporal. Agronomía mesoamericana. 12(2):199-203.
- Campo, L. y J. Moreno. 2008. Efecto de la densidad en poblaciones de maíz para grano. Centro de Investigación Agraria de Mabegondo. (CIAM). Instituto Galego de Calidade Alimentaria. (INGACAL). Apartado 10. 15080. A. Coruña. Pp. 403-405.
- Carvalho, M.N.E. y J. Nacagawa. 1983. Sementes: ciencia, tecnología e producao. Fundacao Cargill. Brasil. pp. 274-280.
- Carrera, V.J.A. y T. Cervantes. S. 2006. Respuesta a densidades de población de cruza de maíz tropical y subtropical adaptadas a Valles Altos. Revista Fitotecnia. Mexicana. 29: 331 - 338.

- Coutiño, R.R.R. 1998. Producción y calidad de semilla de maíz (*Zea mays L.*) bajo diferentes densidades de población. Tesis profesional. Saltillo, Coahuila. México. Pp. 39-45.
- Centro de Investigación de Mejoramiento de Maíz y Trigo. (CIMMYT). 2010. Efecto de densidades de población de tres híbridos y tres líneas de maíz. *Revista Fitotecnia Mexicana*. 23: 44-47
- De la Cruz, E., H.C. Córdova. 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.
- Delouche, J. C. 1982. Physiological seed quality. Proceedings short course for seedmen. Seed Technology Laboratory. Mississippi State University. 27:51-59 U.S.A.
- Dominguez, V.A. 1997. Tratado de fertilización. Tercera edición. Mundí – prensa. México, D.F. 613p.
- Espinoza, A. M., M. Sierra. M. y N. Gómez. M. 2002. Análisis y comentarios. Producción y tecnología de semillas mejoradas de Maíz por el INIFAP. Escenario sin la PRONASE. *Agronomía Mesoamericana* 14(1):117- 121.
- Espinoza, A., Tadeo. M., Martínez. R., Gómez., Sierra. M., Virgen. J., Palafox. A., caballeros. F., Vázquez. G. y Salinas. Y. 2009. H-51 AE híbrido de maíz para Valles Altos con Androesterilidad para la producción de semilla. *In*: memoria técnica Núm. 10, campo experimental Valle de México. CEVAMEX. Chapingo, México. P. 32-33.
- FAO. 2006. Departamento de Agricultura, Bioseguridad, Nutrición y Protección de Consumidor. Organización de Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Iniciativa mundial del fitomejoramiento. Fecha de consulta en internet. 18/abril/2011. <http://www.fao.org/ag/esp/revista/pdf/0606-1/pdf>
- Gil, M.A., P. López. A., A.Muñoz.O. y H. López. S. 2004. Variedades criollas de maíz (*Zea mays L.*) en el estado de Puebla, México: diversidad y utilización *In*: Manejo de la diversidad de los cultivos en los agroecosistemas tradicionales. Instituto internacional de recursos filogenéticos. Cali Colombia. Pp. 18-25.

- Gordon, R.I., E.M. Camargo. C. y A. González. 1993. Respuesta de dos cultivares de maíz a la densidad. Síntesis de Resultados Experimentales del PRM. 1993-1995. CIMMYT-PRM. México, D.F. pp. 101-105.
- Guía técnica, 2009. Producción de maíz. Universidad de Puerto Rico. <http://academic.uprm.edu/jbeaver/index-files/20>. Fecha de consulta. 16/abril/2011.
- Hallaver, A. R. and F. Miranda .J. 1988. Quantitative genetics in maize breeding. 2ad. Iowa State University press. Ames. Iowa. Xii. 468p.
- Heydecker, W.1994. Vigor. *In*: Roberts, E.H (Ed.). Viability of seed. Syracuse University Press. Syracuse N. Y. P. 209-252
- Quiminet, información y negocios segundo a segundo 2010. Maquinaria para el cribado y envasado del maíz. [http:// www. Quiminet.com](http://www.quiminet.com). fecha de consulta. 18/abril/2011.
- López, S. A. 2004. Componentes del crecimiento de grano de cultivares prolíferos de maíz. Revisita Fitotecnia Mexicana. 27(1): 23-26.
- López, H.A. y A. Muñoz. O. 1984. Relación de la coloración del grano con la precocidad y la producción de maíces de valles altos. Rev. Chapingo. 9:31-37.
- Lutz, Jr., J.A., W. Hawking G. and F. Genter C. 1971. Differential response of corn inbreds and single crosses to certain properties of an acid soil. Agron. J. 63: 803-805.
- Martínez, L.C., O. Mendoza. L., G. García. S., C. Mendoza. M. y A. Martínez. G. 2005. Producción de semilla híbrida de maíz con líneas androfértiles y androesteriles isogénicas y su respuesta a la fertilización y densidad de población. Revista Fitotecnia Mexicana. 28(2):127-133.
- Martínez, M.V.1989. Efecto de las características agronómicas sobre la calidad de semillas de maíz. Tesis profesional. Saltillo, Coahuila. Mexico.Pp. 36-41.
- Maya, L.J.B. y J.L. Ramírez. D. 2002. Respuesta de híbridos de maíz a la aplicación de potasio en diferentes densidades de población. Revista. Fitotecnia. Mexicana. 25(4): 333- 338.

- Miranda, P.C. 2008. Gerente general de Marketing en Pioneer. Entrevista en internet. 9/mayo/2011. [http://www. Seednews.inf.br](http://www.Seednews.inf.br)
- Morales, J.A. 1998. Fertilización y densidad de población en líneas de maíz en el noreste de México. *Agronomía Mesoamericana*. 9 (2): 125- 130.
- Moreno, C.C. 2000. Distribución de la radiación solar en el cultivo de maíz (*Zea mays L.*) bajo diferentes densidades de población con la fotosíntesis y la productividad. Tesis de Maestría. Saltillo, Coahuila, México. pp. 51 -52.
- Njoka E.M. M. Muraya. O. y Okumo. (2005). Plant density and thinning regime effect on maize. *Crop-Sci* 42: 112-116.
- Oliveros, M.A.1991. Importancia de la tecnología de semillas. FONAIAP Divulga. No.35 fecha de consulta en internet. 9/mayo/2011. [http://sian.Inia.gob.re /repositorio/revista_tec/fonalapDivulga/fd35/texto/importancia.htm](http://sian.Inia.gob.re/repositorio/revista_tec/fonalapDivulga/fd35/texto/importancia.htm).
- Ortega, C. A., O. Cota A., K. Vasal. S., E. Villegas M. y H. Córdoba. O. 2001. H-441C, H-442C y H-469C, híbridos de maíz calidad proteínica mejorada para el noroeste y subtropical de México. INIFAP. Cd. Obregón, Sonora, México. 25p. Folleto Técnico núm. 41.
- Ortiz, C.J., R. Anthony. F. y E. Beratto M. 1974. Influencia de la longitud del ciclo sobre algunos parámetros fisiológicos y su relación en el rendimiento de trigo. *Agrociencia*. 16: 125-134.
- Oyervides, G. M. 2008. Director de investigación en la producción de la planta Monsanto .Entrevista en internet.12/mayo/2011. [http://impreso. Milenio. com/node/81317556](http://impreso.Milenio.com/node/81317556).
- Pérez, C.F.J., A. Carballo. C. y V.A. Santa Cruz. 2007. Calidad fisiológica en semilla de maíz con diferentes estructuras. *Agricultura Técnica en México*. 33(1): 53-61.
- Pérez, M.C., A. Hernández. L., F.V. González. C., T.R. Vásquez. R. y M.R. Tovar. 2006. Tamaño de semilla y relación con su calidad fisiológica en variedades de maíz para forraje. *Agricultura. Técnica en México*. 32(2): 33-41.

- Pons, H.J.L., T.A.D., T. Arevalov., Aguilar. G., R. D.de león. T., G. Rodríguez. G.H., Delgadillo. S., F. Narro.S., J. Vuelvas. C. G.Rodríguez.M.A., Arreola. T., J.M. Díaz.C. y J. perez.M. 1993. Guía para cultivar maíz de riego y temporal en Guanajuato. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Campo experimental bajío. Celaya, Guanajuato, México. Folleto para productores. Núm. 3. 36p.
- Rebolledo, R.H.H. 2002. Manual SAS por computadora. Análisis estadístico de datos experimentales. Editorial trillas. México, D.F. Pp. 60-63.
- Rojas – Martínez, I., J. Virgen- Vargas., A. Espinoza- Calderón. y R .Fernández- Sosa 2009 Tecnología para la producción de semilla certificada de maíz híbrido H-48 en Tlaxcala. Folleto Técnico No. 39. INIFAP. TLAXCALA. 33p.
- Rodríguez, M. R. y J. De León. 2008. El cultivo del maíz, temas selectos. Volumen 1 Mundí prensa. Colegio de posgraduados. México, D.F. pp. 90-91.
- Seednews. 2008. Producción de semillas de maíz híbrido. Revista Internacional de Semillas. Fecha de consulta en internet. 12/mayo/2011. [http// www. Seednews. Inf.br](http://www.Seednews.Inf.br).
- Stamp P, S Chowchong, M Menzi, U Weingarther and O Kaeser (2000) Increase in the yield of cytoplasmic maize sterile maize revisited. *Crop Sci.* 40: 1586-1587.
- Torres, L.A. 1992. Estudio del efecto de tres densidades de población en diferentes descriptores varietales de maíz (*Zea mays L.*) Tesis Maestría. Saltillo, Coahuila, México. Pp. 45-60.
- Vargas, V.J., J. Arellano. V., I. Rojas M. y P.Villa. A. 2010. Producción de semilla de cruza simples de híbrido de maíz en Tlaxcala, México. *Revista Fitotecnia Mexicana.* 33(4): 107-110.
- Zanovello, G.R.E.2008. Producción de semilla de maíz híbrido. Seednews. Revista Internacional de semilla. Fecha de consulta en internet. 16/mayo/2011. [http//www.seednews](http://www.seednews).

This document was created with Win2PDF available at <http://www.win2pdf.com>.
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.
This page will not be added after purchasing Win2PDF.