

DETERMINACION DE LA DENSIDAD Y PATRON DE
SIEMBRA OPTIMOS PARA LA PRODUCCION DEL
HIBRIDO DE MAIZ AN-447

CESAR CABALLERO MATA

T E S I S

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL

PARA OBTENER EL GRADO DE Universidad Autónoma Agraria

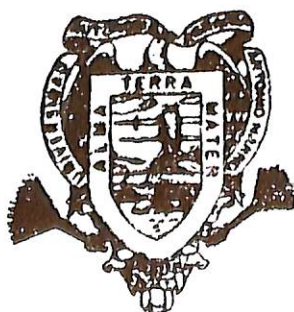
†ANTONIO NARRO†

MAESTRO EN CIENCIAS

EN TECNOLOGIA DE SEMILLAS



BIBLIOTECA



Universidad Autónoma Agraria

Antonio Narro

PROGRAMA DE GRADUADOS

Buenavista, Saltillo, Coah.

DICIEMBRE DE 1995

Tesis elaborada bajo la supervisión del comité particular
de asesoría y aprobada como requisito parcial, para optar
al grado de

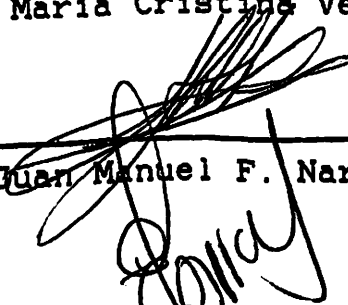
MAESTRO EN CIENCIAS
EN TECNOLOGIA DE SEMILLAS

COMITE PARTICULAR

Asesor principal:

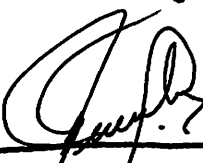

M.C. María Cristina Vega Sánchez

Asesor:


Dr. Juan Manuel F. Narváez Melo

Asesor:


M.C. Emilio Padrón Corral


Dr. Jesús M. Fuentes Rodríguez
Subdirector de Postgrado

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por el apoyo económico para la realización de mis estudios de maestría.

A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. por las facilidades prestadas durante el tiempo de mis estudios.

A los maestros y personal del Centro de Capacitación y Desarrollo de Tecnología de Semillas (C.C.D.T.S.) por contribuir en mi formación académica.

A la M.C. María Cristina Vega Sánchez por su orientación, sugerencias, aportaciones y revisión de la presente investigación.

Al Dr. Juan Manuel Fernando Narváez Melo por su orientación y valiosa ayuda en la realización de este trabajo.

Al M.C. Emilio Padrón Corral por su buena disposición y valiosa ayuda en los análisis estadísticos.

A la Srta. María Alejandra Torres Tapia por su amistad y ayuda en los análisis de laboratorio.

A mis compañeros de generación Patricia. Cristina. Beatriz. Rigoberto y Marco por las enseñanzas obtenidas durante este tiempo.

Al M.C. Luis Ernesto Gutiérrez Monroy por su valioso apoyo en la conducción de campo de esta investigación.

Al Ing. Marco Antonio Gallegos Robles por el apoyo brindado durante el diseño y formato del escrito de tesis.

A la familia Rodríguez Gallegos por brindarme el calor de su hogar durante mi estancia en los estudios de Maestría.

Así como a todas aquellas personas que directa o indirectamente participaron en la realización de este trabajo.

DEDICATORIA

A DIOS: Por todo lo que se me ha dado en mi vida.

A MIS PADRES: Sanjuana Mata de Caballero y Raymundo Caballero Lozano, quienes con su apoyo y orientación me han conducido por el camino del bien.

A MIS HERMANOS: Raymundo, Martha, Porfirio, Sanjuana, Anastacia, María Magdalena, Laura, Domingo, Oscar, Martín y Minerva quienes de manera incondicional han colaborado en mi vida como amigos y hermanos.

A MIS SOBRINOS: Abad, Ulises, Sergio, Aram, Benjamín, Diana, Daniela, Dalía, Gabriela, Katya y Samaria que les sirva de ejemplo y puedan superar esta meta alcanzada.

A MIS TIOS Y PRIMOS: En especial al Sr. Roberto Caballero González por sus valiosos consejos que me ha brindado durante mis estudios.

COMPENDIO

DETERMINACION DE LA DENSIDAD Y PATRON DE SIEMBRA OPTIMOS
PARA LA PRODUCCION DEL HIBRIDO DE MAIZ AN-447

POR

CESAR CABALLERO MATA

MAESTRIA

TECNOLOGIA DE SEMILLAS

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA. DICIEMBRE DE 1995

M.C. María Cristina Vega Sánchez - Asesor -

Palabras clave: Progenitores, densidades y patrones de
siembra, producción de semilla de maíz

El presente trabajo se realizó en las localidades de San Pedro de las Colonias, Coahuila (S.P.C.C.) y en San Francisco del Rincón, Guanajuato (S.F.R.G.), durante 1993. Los factores bajo estudio fueron densidades: 55,000 densidad baja (DB) y 65,000 plantas/ha densidad alta (DA); patrones de siembra 8:2, 6:2, 4:2, 4:1 y 3:1 tradicionales así como 6:1, 4:1 y 2:1 compactos, los cuales fueron evaluados para caracteres agronómicos y algunos

componentes de rendimiento. caracteres fisiológicos y físicos de la semilla.

El objetivo de este estudio fue determinar la densidad de población y el patrón de siembra óptimos para la producción de semilla del híbrido de maíz AN-447.

En el análisis combinado para rendimiento de semilla en la interacción localidad por patrón (L x P), para localidades dentro de los patrones se observó que en S.F.R.G. el patrón 3:1 tradicional así como los 6:1 y 4:1 compactos son estadísticamente iguales y superiores a los de S.P.C.C.. con respecto a los patrones en cada localidad se obtuvo que los patrones tradicionales son estadísticamente iguales al patrón 4:1 compacto en S.P.C.C., mientras que el patrón 3:1 tradicional y los compactos 6:1 y 4:1 son iguales en S.F.R.G.

En la interacción localidad por densidad (L X D), se presentó que S.F.R.G. en DA se obtuvieron los mejores rendimientos. superando a los de S.P.C.C.

Para los caracteres agronómicos y algunos componentes de rendimiento en la hembra. Únicamente la densidad alta provocó un aumento en altura de mazorca y una ligera reducción en longitud y diámetro de mazorca.

En la línea (AN-7) en la misma densidad alta, redujo la altura de planta.

Los caracteres fisiológicos (germinación y vigor) no fueron afectados por los factores bajo estudio.

En calidad física de la semilla se observó que la semilla tipo bola se obtuvo en mayor proporción que el tipo plano en las dos localidades.

En S.P.C.C. para densidades en los patrones, se presentó que en DB los patrones 4:2 y 3:1 tradicionales así como el 4:1 y 2:1 compactos presentaron los mayores porcentajes de semilla tipo plano. Por otra parte para patrones en cada densidad se encontró que los patrones tradicionales 6:2 y 4:2 en ambas densidades fueron iguales en este tipo de semilla.

En S.F.R.G. para densidades en los patrones, se observó que la DA fue superior a la DB en los patrones tradicionales y el 4:1 compacto en semilla tipo plano. En ambas densidades el patrón 6:1 compacto se comportó igual. Con respecto a los patrones en cada densidad se tuvo que el patrón 6:2 tradicional fue igual al 2:1 compacto en DB, mientras que el 3:1 tradicional es igual al 2:1 compacto en DA.

Lo anterior se considera que fue debido a la falta de coincidencia en floración entre ambos progenitores, causada por las fechas de siembra y/o algún tipo de estress (alta temperatura y humedad restrictiva).

ABSTRACT

Determination of optimal plant population and row pattern for seed production for the hybrid maize AN-447.

BY

CESAR CABALLERO MATA

MASTER OF SCIENCE

SEED TECHNOLOGY

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA. DECEMBER 1995.

M.C. María Cristina Vega Sánchez - Advisor -

Key words: Plant population, row pattern, corn seed production, progenitors.

This research was developed at San Pedro de las Colonias, Coahuila (S.P.C.C.) and at San Francisco del Rincón, Guanajuato (S.F.R.G.) in 1993. The factors studied were Plant population: 55,000 plants/ha. low population (LP), and 65,000 plants/ha high population (HP); Row patterns 8:2, 6:2, 4:2, 4:1, 3:1 conventional systems and 6:1, 4:1, 2:1 compact systems, in which agronomic

characters. some yield components and physical-physiological seed characters were evaluated.

The objective of this study was to determine the optimum plant population and row pattern for the seed production of the maize hybrid AN-447.

It was observed at S.F.R.G.. that at the interaction location-row pattern (LR) for locations within row pattern at the combined analysis for seed yield, the conventional row pattern 3:1 and the 6:1 compacts systems were statistically similar but superior to those at S.P.C.C. Also it was observed that the conventional row pattern systems were statistically similar to 4:1 compact system at S.P.C.C.. while in S.F.R.G. the conventional row pattern 3:1 and the 6:1. 4:1 compact systems were statistically similar.

In the interaction Location- Plant Population (L x PP) observed at S.F.R.G. the best yields were obtained at HP. with better behavior than in S.P.C.C.

For agronomic characters for the female parent, only at HP caused and increased in ear height and ear diameter.

Plant height was reduced at HP for the line AN-7 male parent.

The physiological characters were not affected for the factors under study.

On the physical quality of seeds, the higher proportion was for the round type in both locations.

At S.P.C.C. in the LP, the row patterns 4:2 and 3:1 conventional systems and the 4:1 and 2:1 compact systems showed the highest percentages of flat seed. For the other row patterns at each plant populations, the 6:2 and 4:2 conventional systems were similar for this type of seed.

At S.F.R.G. in HP the conventional row patterns and 4:1 compact system were superior that at LP for flat seed. In both populations the compact row pattern 6:1 behaved quite similar. With respect to the row patterns at each plant populations, the 6:2 conventional was similar to the 2:1 compact system at LP, while the 3:1 conventional system was similar to the 2:1 at HP.

The observed performance was probably due to the lack of flowering nicking, which in turn was caused by the planting dates and stress during its development (high temperature and drought).

INDICE DE CONTENIDO

	Pagina
INDICE DE CUADROS.....	xv
INDICE DE FIGURAS.....	xvii
INTRODUCCION.....	1
REVISION DE LITERATURA.....	4
Patrones de siembra.....	4
Densidad de población.....	9
Germinación y Vigor.....	10
Tamaño y forma.....	12
MATERIALES Y METODOS.....	14
Descripción del area de estudio.....	14
Material genético.....	15
Establecimiento y Conduccion del Experimento... ..	15
Variables a evaluar.....	19
Componentes de Rendimiento.....	22
Pruebas Fisiológicas.....	23
Pruebas Físicas.....	24
Diseño Experimental.....	24
RESULTADOS Y DISCUSION.....	34
Caracteres Agronómicos y algunos	
Componentes de Rendimiento.....	34
Caracteres Fisiológicos.....	56
Caracteres Físicos.....	61
CONCLUSIONES.....	70

RECOMENDACIONES..... 75
RESUMEN..... 76
LITERATURA CITADA..... 80
APENDICE 83

INDICE DE CUADROS

Cuadros	Página
4.1 Cuadrados medios de las variables agronómicas y algunos componentes de rendimiento de la cruz simple y de la línea. progenitores del híbrido AN-447 en San Pedro de las Colonias, Coahuila....	35
4.2 Comparación de medias de densidades para la variable de respuesta rendimiento de semilla de la cruz simple SSE-255-18-19 x MLS4-1. en San Pedro de las Colonias, Coahuila.....	37
4.3 Comparación de medias de los patrones para la variable de respuesta rendimiento de semilla de la cruz simple SSE-255-18-19 x MLS4-1. en San Pedro de las Colonias, Coahuila.....	37
4.4 Medias generales de las variables agronomicas y algunos componentes de rendimiento de la cruz simple y de la línea. progenitores del híbrido AN-447 en San Pedro de las Colonias, Coahuila....	38
4.5 Cuadrados medicos de las variables agronomicas y algunos componentes de rendimiento de la cruz simple y de la línea. progenitores del híbrido AN-447 en San Francisco del Rincón, Guanajuato...	41
4.6 Comparación de medias de densidades para la variable de respuesta rendimiento de semilla de la cruz simple SSE-255-18-19 x MLS4-1. en San Francisco del Rincón, Guanajuato.....	42
4.7 Comparación de medias de los patrones para la variable de respuesta rendimiento de semilla de la cruz simple SSE-255-18-19 x MLS4-1. en San Francisco del Rincón, Guanajuato.....	43
4.8 Medias generales de las variables agronómicas y algunos componentes de rendimiento de la cruz simple y de la línea. progenitores del híbrido AN-447 en San Francisco del Rincón, Guanajuato...	44
4.9 Cuadrados medicos de las variables agronómicas y algunos componentes de rendimiento de la cruz simple y de la línea. progenitores del híbrido AN-447 en dos localidades.....	48

4.10	Medias generales de las variables agronómicas y algunos componentes de rendimiento de la cruz simple y de la línea. progenitores del híbrido AN-447 en dos localidades.....	50
4.11	Comparación de medias para localidades en los patrones 3:1 tradicional así como 6:1 y 4:1 compactos en la cruz simple SSE-255-18-19 x MLS4-1 para rendimiento de semilla.....	54
4.12	Comparación de medias para patrones en cada localidad para la cruz simple SSE-255-18-19 x MLS4-1 para rendimiento de semilla.....	54
4.13	Comparación de medias para localidades en densidad de 65. 000 plantas/ha de la cruz simple SSE-255-18-19 x MLS4-1 para rendimiento de semilla.....	55
4.14	Comparación de medias de densidades en la localidad de San Francisco del Rincón. Guanajuato de la cruz simple SSE-255-18-19 x MLS4-1 para rendimiento de semilla.....	56
4.15	Cuadrados medios de las variables fisiológicas de la cruz simple SSE-255-18-19 x MLS4-1 en San Pedro de las Colonias. Coahuila.....	56
4.16	Medias generales de las variables fisiológicas de la cruz simple SSE-255-18-19 x MLS4-1 en San Pedro de las Colonias. Coahuila.....	57
4.17	Cuadrados medios de las variables fisiológicas de la cruz simple SSE-255-18-19 x MLS4-1 en San Francisco del Rincón. Guanajuato.....	59
4.18	Medias generales de las variables fisiológicas de la cruz simple SSE-255-18-19 x MLS4-1 en San Francisco del Rincón. Guanajuato.....	60
4.19	Cuadrados medios de las variables físicas de la cruz simple SSE-255-18-19 x MLS4-1 en San Pedro de las Colonias. Coahuila.....	61
4.20	Medias generales de las variables físicas de la cruz simple SSE-255-18-19 x MLS4-1 en San Pedro. de las Colonias. Coahuila.....	63
4.21	Cuadrados medios de las variables físicas de la cruz simple SSE-255-18-19 x MLS4-1 en San Francisco del Rincón. Guanajuato.....	65
4.22	Medias generales de las variables físicas de la cruz simple SSE-255-18-19 x MLS4-1 en San Francisco del Rincón. Guanajuato.....	67

INDICE DE FIGURAS

Figura No	Pagina
4.1 Esquema de los patrones tradicionales y compactos en las dos localidades.....	18

INTRODUCCION

El cultivo de maiz a nivel nacional es una de las principales fuentes de alimento para la poblacion. ocupándose la mayor parte de la superficie agricola con este cultivo.

La industria de semillas en Mexico inicia a fines de la década de los 40's y actualmente solo se tiene una cobertura del 25 por ciento de semilla mejorada en nuestro pais. En el periodo de 1993 se tuvo un requerimiento de aproximadamente 150.000 toneladas de semilla mejorada de maiz. pero la disponibilidad fue de 40.000 toneladas. por lo que es necesario buscar nuevas alternativas de producción para aumentar el abasto de semilla mejorada (DGPA.1994).

Los productores de semilla de maiz y técnicos de esta área se ven obligados a enfrentar los problemas del control de plagas, enfermedades, desespigamiento, malezas y principalmente sincronización de ambos progenitores, así como el manejo de postcosecha. En maiz la relacion (Patrón de siembra) hembra-macho es importante. pues en base a ello, se define mayor o menor cantidad de semilla de la hembra o macho a utilizar para determinar el numero de

surcos de la hembra que pueden ser cubiertos eficientemente por un mínimo de surcos del macho.

Debido a la poca información que se tiene sobre los patrones de siembra más adecuados y del manejo apropiado para hacer más eficiente la producción de semilla de maíz, se considera de importancia el investigar sobre los nuevos patrones y densidades de siembra para la formación del híbrido comercial de maíz como el AN-447, generado por el Instituto Mexicano del Maíz de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, que se explota con magnífico rendimiento en el bajo mexicano, áreas afines y la Comarca Lagunera.

El híbrido citado está formado por una cruce simple de porte bajo (progenitor femenino) y una línea de porte normal (fuente de polen): la producción de semilla híbrida se realiza bajo el patrón de siembra tradicional 6:2 sembrando el progenitor masculino y siete o diez días después el progenitor femenino, con buenos rendimientos a cosecha. Sin embargo, con el propósito de eficientar el proceso de producción de semilla híbrida, se planteó el presente estudio con el siguiente objetivo:

Determinar la densidad y el patrón de siembra óptimos para la producción de semilla del híbrido de maíz AN-447.

La hipótesis del trabajo es la siguiente:

Las diferentes densidades y patrones de siembra utilizados en la producción del híbrido AN-447 alteran la eficiencia y calidad de semilla híbrida.

REVISION DE LITERATURA

Patrones de siembra

Para el caso de producción de semilla de maíz, un patrón de siembra está compuesto por una serie de surcos con material genético que es utilizado como progenitor femenino (hembra) y surcos con material utilizado como progenitor masculino (macho). en la producción de semillas, las hembras son las que se cosechan hasta madurez y los machos al tener solo la función de producir polen, una vez terminada dicha etapa se eliminan para evitar posibles contaminaciones al cosechar las plantas hembras (semilla).

Los patrones de siembra tradicionales utilizados como son las proporciones hembra-macho 3:1, 6:2, 4:1 o 2:1 se basan en la experiencia práctica así como en la necesidad de adaptar las prácticas a la maquinaria del productor (Curtis, 1983).

El patrón de siembra conocido como compacto utiliza el cien por ciento de la superficie sembrada con material hembra y el polinizador (macho) se intercala entre los surcos. posteriormente se elimina después de la polinización para disminuir la competencia durante el

llenado de grano, además de evitar contaminaciones (Córdova, 1986).

La ventaja del patrón tradicional es que las prácticas culturales incluyendo las fertilizaciones no presentan problemas de dañar a las plantas al efectuarlas con maquinaria. Ahora, dentro de las desventajas de este sistema de siembra podemos señalar que se desaprovecha parte del terreno con el progenitor macho y se tienen menor número de plantas hembra.

Dentro de las ventajas del patrón de siembra compacto se tiene que hay un mejor uso del recurso tierra y mayor número de plantas hembra. Otra ventaja de este sistema de siembra, es que al eliminar los surcos del macho después de la polinización se evita la mezcla de semilla. Como desventaja se tiene que las prácticas culturales presentan el inconveniente que con el paso de la maquinaria los surcos del macho presentan problemas de emergencia y esto hace que el desarrollo disminuya, además existe un efecto de competencia con la hembra, sin embargo esto se considera mínimo, puesto que al trabajar con tracción animal se minimizan los efectos.

En un estudio realizado en el Salvador para evaluar las relaciones 4:1 y 5:1 tradicionales así como la 4:1 compacta como nueva modalidad en dos localidades, se observó que para rendimiento de semilla, el sistema de

siembra compacta 4:1 fue superior a los sistemas tradicionales utilizados, en un 15 por ciento en la localidad de Lombardía en un 27 por ciento en la localidad de los Mangos. Esto principalmente se debe al mayor número de plantas hembras que se cosecharon (Murga y Solórzano 1987).

Al estudiar la relaciones hembra-macho 4:1, 5:1, 6:1 y 4:1 modificado como sistemas de siembra, para la producción de semillas, en donde las tres primeras relaciones tuvieron un distanciamiento de 0.75 m entre surcos y la relación 4:1 modificada se realizó con un distanciamiento entre hembra y macho de 0.65 m entre surcos, se encontró un mayor rendimiento en la relación 5:1 (0.64 ton/ha) superior respecto al testigo 4:1, esto se debió a que existió cobertura completa en los surcos hembras (Córdova y Calderón, 1987).

Al evaluar en el sistema compacto las relaciones 4:1, 5:1 y la relación 4:1 tradicional como testigo, con el híbrido de maíz H-5, se encontró que el rendimiento de grano en la siembra 4:1 compacta fue superior a las otras dos relaciones evaluadas. Esto debido principalmente al cosechar un número mayor de plantas hembra y por lo tanto mayor número de mazorcas por superficie (Solórzano et al. 1987).

Las relaciones de surcos hembra-macho 3:1. 4:1 y 5:1 se evaluaron con los métodos de siembra tradicional y compacto para la producción de semillas de maíz del híbrido H-29. En relación al rendimiento se encontró que el método de siembra compacto fue superior al normal con una diferencia de siete por ciento. También se menciona que el tratamiento 4:1 compacto superó al testigo (3:1 normal) en 19.25 por ciento en rendimiento por superficie (Méndez et al. 1991).

Solórzano (1987) al estudiar cuatro modalidades de siembra. el tradicional con la distancia de la hembra y del macho de 0.80 m. el modificado con distancia de 0.80 m entre hembras y 0.65 m del macho. el tradicional modificado con distancia entre hembra y macho de 0.75 m y por último el compacto con un distanciamiento entre hembra de 0.80 m y 0.40 m entre machos. en todas las modalidades tomando como base la relación 4:1. La siembra compacta fue superior en rendimiento a todos los sistemas de siembra. con 185.78 kg/ha al tratamiento tradicional. 524.51 kg/ha. al modificado y para el tradicional modificado con 1174.42 kg/ha. Esto se debió a que el tratamiento compacto fue estadísticamente mayor en cuanto a producción y densidad de plantas.

Al estudiar el efecto de la distancia de polen sobre el rendimiento en la producción híbrida de maíz. se encontró que en los diferentes tratamientos evaluados. en

el rendimiento de semilla por hectárea se presentó una tendencia decreciente al incrementarse la distancia de la hembra a la fuente de polen (Ramírez. 1992).

Ramírez (1992) estudió el efecto de los patrones de siembra tradicionales (1:1, 2:1, 3:1 y 4:2) sobre el rendimiento y calidad de semilla híbrida de maíz. Encontrando que el rendimiento fue significativo entre los patrones de siembra evaluados, siendo el mejor tratamiento el 3:1 con un rendimiento de 4.22 ton/ha, superando a los demás patrones de siembra en 0.22 ton/ha al 4:2, 0.69 ton/ha al 1:1 y en 0.98 ton/ha al 2:1, por lo que se recomienda usar el patrón 3:1 debido al mejor aprovechamiento de la cantidad de polen donado por las plantas utilizadas como macho.

En la producción de semillas se usan generalmente dos surcos con plantas del progenitor que servirá como macho y cuatro o seis surcos del progenitor que servirá como hembra. Además se menciona que si el progenitor masculino es poco productor de polen se sembrarán dos surcos del macho y cuatro surcos de hembra sucesivamente. En cambio cuando el progenitor masculino produzca polen abundante, la relación será de dos surcos del macho por seis surcos del progenitor femenino (Robles, 1986).

Densidad de Población

Se realizó un estudio por Espinosa y Tadeo (1992) en las cruzas simples (M17 x M18) y (M36 x M37) las cuáles son progenitoras del híbrido doble H-137. en cuatro densidades 45. 60. 75 y 80 mil plantas / ha. con tres dosis de fertilización en el CAEVAMEX en el ciclo de primavera de 1989. Los autores mencionan que no encontraron diferencia en el rendimiento total de semilla ni en el rendimiento comercial por efecto de las densidades de 80. 75 y 60 mil plantas/ha. pero éstas superaron a las de 45.000 plantas/ha; pero la densidad de población que combinó alto rendimiento y calidad de semilla para ambos progenitores fue de 60.000 plantas/ha. Además señalan que la craza simple M17 x M18 superó estadísticamente en rendimiento total de semilla y rendimiento de semilla comercial a la craza simple M36 x M37.

Bolaños (1993) encontró efecto en localidades y densidades de siembra en diferentes genotipos de maíz en base a la producción de semilla. Observando que en la localidad de Celaya, Guanajuato fue superior el rendimiento a las localidades de Dolores Hidalgo y Juventino Rosas, Gto. debido a que presentó mejores características climáticas para el desarrollo de los genotipos y en cuanto a la densidad de siembra las mejores fueron la de 75.000 y 65.000 plantas por hectárea en base al rendimiento.

Rutger (1971) observó que en caso de líneas endogámicas se pueden incrementar los rendimientos con poblaciones elevadas. Pero para la producción de semillas menciona que un nivel óptimo de densidad de población es de 62.000 plantas/ha; aclarando que se puede incrementar con poblaciones mayores, pero que la reducción en el tamaño de mazorca podría ocasionar pérdida en rendimiento de semilla.

Germinación y vigor

La capacidad de la germinación es el criterio más comúnmente usado para conocer la condición fisiológica o calidad de la semilla y es universalmente aceptado que germinación y viabilidad son términos sinónimos al referirse a la habilidad de la semilla para producir plántulas bajo condiciones favorables (Copeland y Mc Donald, 1985).

La germinación de semilla desde el punto de vista de tecnología de semillas es la emergencia y desarrollo a partir del embrión de aquellas estructuras esenciales que por el tipo de semilla de que se trate son indicadoras de sus habilidades para producir una plántula normal bajo condiciones favorables (ISTA, 1985).

Perry (1988) señala que la germinación es un criterio de calidad que se acepta a nivel general y que se

determina por análisis de rutina en los laboratorios de evaluación de semillas. Sin embargo la información de la capacidad germinativa no siempre garantiza en forma confiable una adecuada emergencia en campo.

La definición de vigor es la suma total de aquellas propiedades que determinan el nivel potencial de actividad y funcionamiento de la semilla o lote de semilla durante la germinación y emergencia en plántulas. Los factores que causan cambios en el nivel de vigor de semillas son la constitución genética, el medio ambiente y nutrición de la planta madre durante la formación de la semilla, integridad mecánica, deterioro, envejecimiento y patógenos (ISTA, 1987).

Moreno (1984) menciona que en las pruebas de vigor las semillas que se comportan bien se llaman semillas de alto vigor y semillas que se comportan pobremente son denominadas semillas de bajo vigor.

Shieh y Mc Donald (1982) evaluaron dos híbridos de maíz para conocer la influencia del tamaño de la semilla en la calidad de ésta, encontrando que con los diferentes tamaños de la semilla se obtuvieron altos porcentajes de germinación de 96 a 98 por ciento y en el caso de la clasificación en vigor de plántula el rango fue de 88 a 96 por ciento.

Tamaño y forma

Al estudiar el efecto de la distancia a la fuente de polen en el rendimiento y sus componentes en la producción de semilla híbrida de maíz. Ramírez (1992) encontró diferencia altamente significativa para las siguientes categorías de semilla como plano grande, plano medio, plano chico, bola grande, bola media y diferencia significativa en bola chica. Además señala que el por ciento de semilla plano grande y por ciento de semilla plano chico tuvieron un comportamiento semejante, es decir que al alejarse los surcos hembras de la fuente de polen disminuyeron y sucedió algo similar para el por ciento de plano medio. En cuanto a la semilla tipo bola sucedió todo lo contrario es decir que a medida que aumentaba la distancia de la hembra a la fuente de polen tiende a producir más semilla bola, en el por ciento de semilla bola grande se observa con más claridad este efecto, en cambio para la bola media y chica presenta una tendencia menos definida.

Al trabajar con diferentes relaciones de siembra para la obtención de la semilla híbrida de maíz, siendo éstas la 1:1, 2:1, 3:1 y 4:2 Ramírez (1992) encontró significancia al uno por ciento en semilla plano grande y al cinco por ciento en bola grande y para las demás categorías no hubo significancia. Pero él observó que la semilla redonda siempre predominó sobre la semilla plana y

la grande fue superior sobre la mediana y esta sobre la cnica siendo de igual manera para la semilla plana. ocasionado por la diferencia en cuanto a la fuente de polen existente para cada uno de los patrones de siembra y esta variación pudo deberse a la falta de disponibilidad de agua o a un retraso de la floracion. situación que prevaleció en el presente estudio.

Méndez et al. (1991) estudiaron las relaciones 3:1, 4:1 y 5:1 bajo el sistema compacto y tradicional en cuanto a la calidad de la semilla física de la semilla en el híbrido H-29. Encontrando que al promediar las diferentes relaciones por sistemas, el compacto supero al normal en semilla de plano medio y plano grande respectivamente. En cambio para la semilla bola el sistema normal presentó mayor porcentaje que el compacto.

Espinosa (1995) evaluó líneas e híbridos de maíz bajo diferentes ambientes para determinar la calidad física de la semilla de maíz. Encontrando que para los materiales evaluados existió una variación entre los tamaños de semilla, debido principalmente a lo contrastante de los ambientes manejados así como a la falta de coincidencia de la floración. Además señala que cada material debe producirse en su ambiente adecuado considerando rendimiento, nivel de coincidencia, tamaño de semilla, etc

MATERIALES Y METODOS

Descripción del Area de Estudio

El presente trabajo se realizó durante el ciclo de primavera-verano de 1993. en dos localidades: el Ejido el Venado municipio de San Pedro de las Colonias. Coahuila y San Francisco del Rincón. Guanajuato. por ser zonas adecuadas para la producción de semillas de maíz y además porque las condiciones de clima son contrastantes.

A continuación se describe la localización geográfica y algunas características climáticas importantes de las dos localidades donde se estableció el experimento.

Ejido El Venado

Se localiza en el Suroeste del estado de Coahuila. en el municipio de San Pedro. de las Colonias. con coordenadas de 102° 58' 58" longitud Oeste y 25° 45' 32" latitud Norte. a una altura de 1.090 metros sobre el nivel del mar. Su temperatura promedio anual es de 16 a 18° C y la precipitación media anual es del rango de los 200 a 300 mm (Los Municipios de Coahuila. 1988).

San Francisco del Rincón Guanajuato

Se encuentra situado a los 101° 51' 36" al Oeste del meridiano de Greenwich y a los 21° 01' 22" latitud Norte. Su altura sobre el nivel del mar es de 1.721 metros.

La temperatura máxima es de 37°C y la mínima de 0.3° C. siendo la media anual de 19.4°C. La precipitación por año es de 967 mm (Los Municipios de Guanajuato, 1988).

Material Genético

Los materiales utilizados en esta investigación fueron la línea AN-7 progenitor masculino adaptado a zonas del trópico seco y la cruza simple SSE-255-18-19 x MLS4-1, progenitor femenino, obtenida de los trabajos de investigación del Instituto Mexicano del Maíz (IMM) de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. La cruza simple se caracteriza por ser de porte bajo con adaptación al bajío. La línea AN-7 es de porte normal de trópico seco, ambos progenitores forman el híbrido de maíz AN-447 el cual se encuentra actualmente en producción comercial.

Establecimiento y Conducción del Experimento

Los materiales se evaluaron en dos localidades de condiciones ambientales diferentes, bajo dos densidades de siembra y ocho patrones de siembra.

Los tratamientos a evaluar en San Pedro de las Colonias, Coahuila y San Francisco del Rincón, Guanajuato, fueron los siguientes: Densidades de población de 55.000 y 65.000 plantas/ha.

Patrones de siembra tradicional: 8:2, 6:2.4:2, 4:1 y 3:1.

Patrones de siembra compacto: 6:1 C, 4:1 C y 2:1 C.

San Pedro de las Colonias, Coahuila

El experimento se estableció bajo condiciones de riego en el ciclo primavera 1993. La preparación del terreno consistió en: barbecho, riego, dos rastras y siembra. Se fertilizó con la fórmula 120-60-00 aplicando todo el fósforo y la mitad de la dosis del nitrógeno al momento de la siembra y el resto del nitrógeno a los cuarenta días de la misma. El control fitosanitario se realizó cuando fue necesario. En cuanto a riegos éstos se aplicaron en base a las necesidades del cultivo.

La siembra de los patrones tradicionales se realizó en forma mecánica y en seco, con distancia entre surcos de 0.80 metros (Figura 4.1). Posteriormente, se eliminaron plantas fuera de tipo y se aclaró dejando las densidades de 55.000 y 65.000 plantas/ha respectivamente. Para el progenitor masculino la siembra se efectuó el 2 de mayo de

1993 (a tiempo) y la hembra el 6 de mayo de 1993 (a + 4) a una densidad de 55.000 y 65.000 plantas. En el caso de los patrones compactos la siembra del progenitor femenino se realizó en forma mecánica y la del progenitor masculino se llevó a cabo con tracción animal. El macho se sembró el 2 de mayo (a tiempo) y la hembra el 6 de mayo de 1993 (a + 4), con distancia entre surcos de 0.80 m (Figura 4.1) y posteriormente se aclaró dejando las densidades de 55.000 y 65.000 plantas/ha.

Para el desespigue se contrató una cuadrilla de gente y al cultivo de maíz se le realizaron las inspecciones necesarias para evitar contaminaciones por efecto de un mal desespigue.

San Francisco del Rincón. Guanajuato

Este experimento, también se estableció bajo condiciones de riego durante el ciclo de primavera 1993. La preparación del terreno consistió en barbecho, dos rastras y siembra. La fertilización fue con la fórmula 180-70-00 aplicando todo el fósforo y la mitad del nitrógeno al momento de la siembra y el resto del nitrógeno cuarenta días más tarde: el control fitosanitario se realizó cuando fue necesario. En cuanto a riegos éstos se aplicaron en base a las necesidades del cultivo, haciendo notar que en esta localidad la precipitación pluvial fue mayor (ver Cuadro A.2).

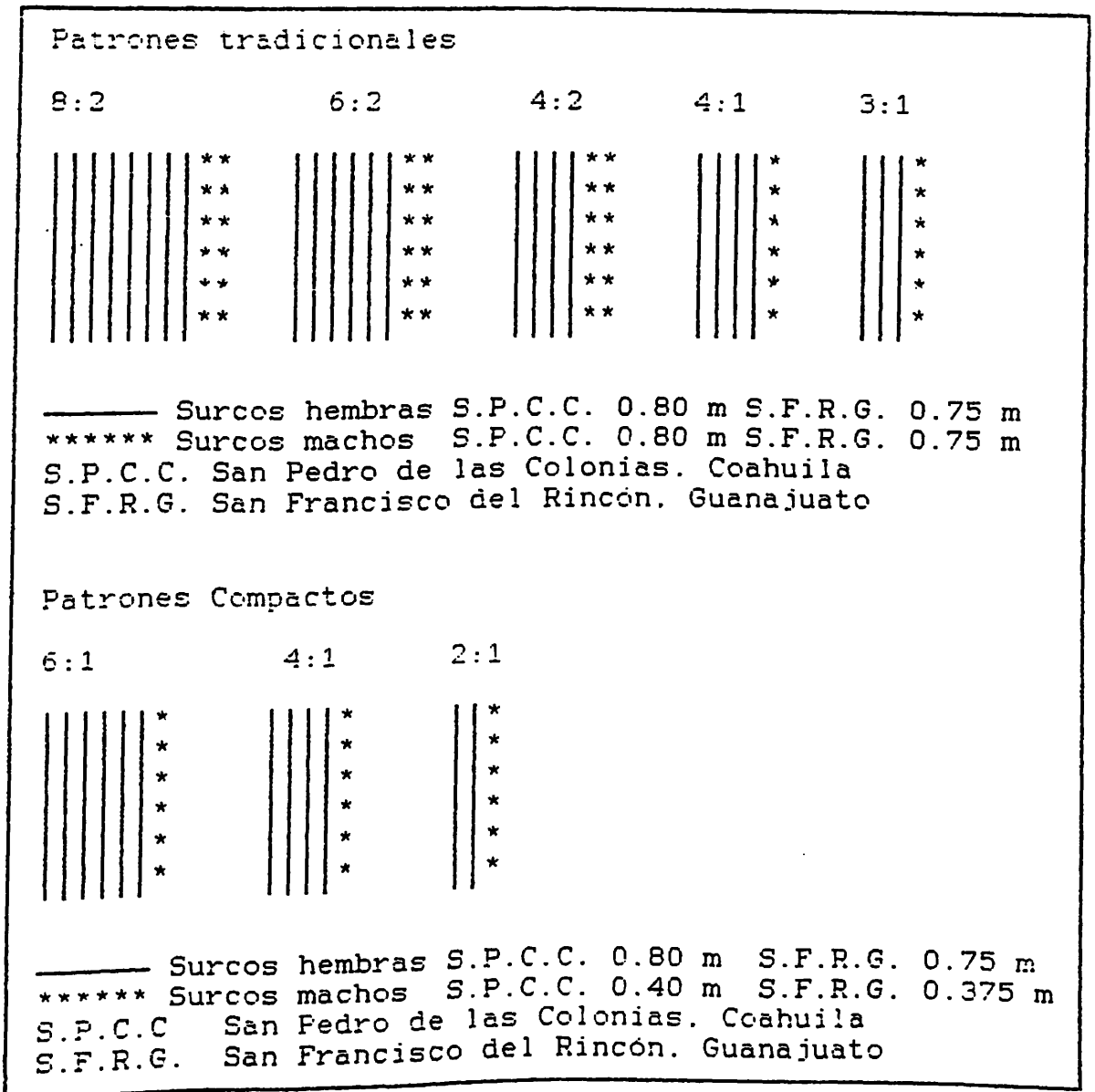


Figura 4.1 Esquema de los patrones tradicionales y compactos en las dos localidades.

La siembra de los patrones tradicionales y compactos se realizó en forma mecánica y en seco. En donde el macho se sembró el primero de junio (a tiempo) y la hembra posteriormente el 8 de junio de 1993 (a + 7). La siembra se efectuó en surcos con separación de 0.75 metros (Figura 4.1) y se procedió a regar, para posteriormente a los 35 días aclarar dejando las densidades de población de 55.000 y 65.000 plantas/ha. En

el caso de los patrones compactos el macho se sembró entre las hembras con tractor (Figura 4.1).

Para el desespigue se contrató una cuadrilla de gente y al cultivo de maíz se le realizaron las inspecciones necesarias para evitar contaminaciones por causa de espigas presentes en la hembra.

Variables a evaluar

A continuación se describe la metodología que se siguió para evaluar las diferentes variables agronómicas.

Cruza simple (hembra)

Floración femenina

Se cuantificó cuando el 50 por ciento de las plantas de las parcelas presentaban los estigmas receptivos.

Altura de Planta

Esta variable se obtuvo midiendo 10 plantas de los surcos centrales de la parcela útil, desde la base del tallo hasta la base de la espiga, obteniendo el promedio por planta registrándose en metros.

Altura de Mazorca

Se midió la altura de la mazorca en 10 plantas de los dos surcos centrales de la parcela útil, desde la base del tallo hasta el nudo de inserción de la mazorca superior, obteniendo el promedio y se registró en metros.

Madurez fisiológica

Esta variable se registró realizando muestreos en la parte media de las mazorcas observando la presencia de la capa negra en la base del grano. Se considera cuando el 50 por ciento de las plantas presentan la capa negra.

Floración masculina (línea)

Se considero cuando el 50 por ciento de las plantas presentaban anteras liberando polen.

Altura de planta (línea)

Se obtuvo midiendo cinco plantas por parcela, desde la base del tallo hasta la base de la espiga, obteniendo el promedio y registrándose en metros.

Rendimiento en la cruz simple

En el caso de los patrones compactos y tradicionales la cosecha se realizó tomando como parcela útil los dos surcos centrales de las hembras en diez metros de largo y cosechando diez plantas al azar (Figura 4.1). se desgranaron las mazorcas y se registró el peso en Kg. posteriormente el contenido de humedad se estimó en el aparato Steinlite previamente calibrado para obtener el peso seco. Para obtener el rendimiento en ton/ha al 15.5 por ciento de humedad. se obtuvo el peso seco. el cual resulta de restarle a 100 el porcentaje de humedad de la muestra. posteriormente se divide entre 100 y se multiplica por el peso de campo. Finalmente este peso seco se multiplica por un factor de conversión para obtener el rendimiento de semilla en toneladas por hectárea al 15.5 por ciento de humedad.

Factor de Conversión

$$FC = \frac{10.000}{(APU) (0.845) (1000 \text{ kg})}$$

Donde:

FC = Factor para convertir rendimiento de grano a Ton/ha al 15.5 por ciento de humedad.
 10000 = Factor para reportar datos por hectárea.

APU = Area de parcela útil (Dist. entre surcos por distancia entre plantas. multiplicado por el número de plantas cosechadas).

0.845 = Factor para estandarizar la humedad del grano a 15.5 por ciento.

1000 = Factor para reportar el peso en toneladas.

Componentes del Rendimiento

Diametro de Mazorca

Para obtener este dato se midió el diametro total de las mazorcas cosechadas de la parcela y se dividió entre el número total de las mismas. obteniendo así el diámetro de mazorca promedio en cm.

Longitud de Mazorca

Para obtener este dato se midió la longitud total de las mazorcas cosechadas de la parcela y se dividió entre el número total de las mismas. obteniendo así la longitud de la mazorca en cm.

Pruebas Fisiológicas

Prueba de Germinación

Se realizó una prueba de germinación standard con el fin de conocer la viabilidad y el vigor de la semilla. Se sembraron tres repeticiones de 100 semillas cada una por tratamiento. Posteriormente se llevaron a la cámara de germinación a una temperatura de 25°C. tomando la lectura al séptimo día para conocer su viabilidad mediante la germinación standard considerando semillas normales.

Prueba de vigor (Envejecimiento acelerado)

Para realizar esta prueba se utilizaron vasos de precipitados a los cuales se les añadió 100 ml de agua y posteriormente la semilla se dejó en malla de alambre y se tapó el vaso con plástico. ésto se realizó en tres repeticiones de 100 semillas por tratamiento y fueron colocadas en una cámara de envejecimiento a 42°C por 96 horas y después fueron sembradas en el laboratorio en toallas de papel humedecidas y colocadas en cámaras de germinación a una temperatura de 25 °C. Posteriormente al séptimo día se tomó la lectura de las plántulas normales.

Pruebas Físicas

Para realizar las separaciones del tamaño y forma de la semilla, se tomó un kilogramo de semilla en tres repeticiones por tratamiento. Para esto se utilizó un separador de precisión a 36 RPM. Para separar los granos planos de los bolos se utilizó un cilindro no. 13. Posteriormente se pesó en gramos y para una mejor comprensión de los resultados, los datos se transformaron a porcentajes. En el caso de las separaciones con bolos y planos para sacar sus respectivos tamaños como grande y mediano, se procedió de la misma forma. Para separar los bolos y planos grandes se utilizó el cilindro no. 24 y en el caso de bolos y planos medios el cilindro no. 22.

Diseño experimental

a) Diseño de bloques al azar con arreglo en Parcelas Divididas para los caracteres agronómicos y algunos componentes de rendimiento. En donde la parcela grande corresponde a las densidades de población (2) y la parcela chica a los patrones de siembra (8) todos ellos en tres repeticiones.

$$Y_{ijk} = \mu + R_i + D_j + E(I) + P_k + DP_{jk} + E(II)$$

con:

i = 1.2.3 repeticiones

j = 1.2 densidades

$k = 1.2.3.4.5.6.7.8$ patrones

donde:

Y_{ijk} = Variable aleatoria observable de la i -ésima repetición con la j -ésima densidad y con el k -ésimo patrón de siembra.

μ = Media General

R_i = Efecto de la i -ésima repetición

D_j = Efecto de la j -ésima densidad

$E(I)$ = Error experimental de la parcela grande

P_k = Efecto del k -ésimo patrón de siembra

DP_{jk} = Efecto de la interacción de la j -ésima densidad y el k -ésimo patrón de siembra.

$E(II)$ = Error experimental de la parcela chica

Coefficientes de Variación

1.- Parcela de densidad

$$CV_d = \frac{\sqrt{CMEE(A)/b}}{\text{Media}} \times 100$$

2.- Parcela de patrones

$$CV_p = \frac{\sqrt{CMEE(B)}}{\text{Media}} \times 100$$

Donde:

- CVd = Coeficiente de variación de la fuente densidad
 CVp = Coeficiente de variación de la fuente patrones
 CMEE (A) = Cuadrado medio del error parcela grande
 CMEE (B) = Cuadrado medio del error parcela chica
 Media = Media general del carácter respectivo
 b = niveles de patrones

Para hacer la comparación múltiple de medias para densidades y patrones se utilizó el método de DMS (Diferencia mínima significativa) con un nivel de significancia del 0.05 y en la mayoría de las ocasiones al 0.01.

Las formulas de la prueba de medias por el método de diferencia mínima significativa (DMS) son las siguientes:

Para el factor densidad

$$DMSd = T_s \sqrt{\frac{2 \text{ CMEE(A)}}{r_p}}$$

Para el factor patrones

$$DMSp = T_s \sqrt{\frac{2 \text{ CMEE (B)}}{r_d}}$$

Donde:

T_s = Valor tabular de t(student). obtenido con grados de libertad del error y con el nivel de significancia.

CMEE (A) = Cuadrado medio del error de parcela grande

CMEE (B) = Cuadrado medio del error de parcela chica

r = repeticiones

d = densidades

p = patrones

b) Diseño de bloques al azar con arreglo en Parcelas Subdivididas para los caracteres agronómicos y algunos componentes de rendimiento. En donde la parcela grande corresponde a las localidades (2). la parcela mediana a las densidades de población (2) y la parcela chica a los patrones de siembra (8) distribuidos en tres repeticiones.

$$Y_{ijkl} = \mu + R_i + L_j + E(I) + D_k + LD_{jk} + E(II) + P_l + LP_{jl} + DP_{kl} + LDP_{jkl} + E(III)$$

con:

i = 1.2.3 repeticiones

j = 1.2 localidades

k = 1.2 densidades

l = 1.2.3.4.5.6.7.8, patrones

donde:

- Y_{ijkl} = Variable aleatoria observable de la i -ésima repetición, la j -ésima localidad en la k -ésima densidad y el l -ésimo patrón de siembra.
- μ = Media general
- R_i = Efecto de la i -ésima repetición
- L_j = Efecto de la j -ésima localidad
- $E(I)$ = Error experimental parcela grande
- D_k = Efecto de la k -ésima densidad
- LD_{jk} = Efecto de la interacción de la j -ésima localidad y la k -ésima densidad.
- $E(II)$ = Error experimental de la parcela media
- P_l = Efecto del l -ésimo patrón de siembra
- LP_{jl} = Efecto de la interacción de la j -ésima localidad y el l -ésimo patrón de siembra.
- DP_{kl} = Efecto de la interacción de la k -ésima densidad y el l -ésimo patrón de siembra.
- LDP_{jkl} = Efecto de la interacción de la j -ésima localidad y la k -ésima densidad y el l -ésimo patrón de siembra.
- $E(III)$ = Error experimental de la parcela chica

Al detectar algún tipo de interacción para el carácter rendimiento entre los factores bajo estudio se procedió a obtener los cuadrados medios de los efectos simples para las interacciones $L \times P$ y $L \times D$, posteriormente se realizó la prueba de medias por el método

de (DMS) con los niveles de significancia de 0.05 y 0.01.

Coeficientes de Variación

1.- Parcela grande (PG)

$$CVa = \frac{\sqrt{\text{CMEE}(A)/bc}}{\text{Media}} \times 100$$

2.- Parcela mediana (PM)

$$CVb = \frac{\sqrt{\text{CMEE}(B)/c}}{\text{Media}} \times 100$$

3.- Parcela chica (PCH)

$$CVc = \frac{\sqrt{\text{CMEE}(C)}}{\text{Media}} \times 100$$

Donde:

- CVa = Coeficiente de variación de localidades
 CVb = Coeficiente de variación de densidades
 CVc = Coeficiente de variación de patrones

Las fórmulas de la prueba de medias por el método de Diferencia mínima significativa (DMS), son las siguientes:

Efectos simples (L/D) y (D/L)

$$\text{DMS} = T_s \sqrt{\frac{2 \text{CMEE}(B)}{rc}}$$

Efectos simples (L/P) y (P/L)

$$DMS = T_s \sqrt{\frac{2 \text{ CMEE}(C)}{rb}}$$

Donde:

T_s = Valor tabular de t(student). obtenido con grados de libertad del error y nivel de significancia.

CMEE (A) = Cuadrado medio del error parcela grande

CMEE (B) = Cuadrado medio del error parcela mediana

CMEE (C) = Cuadrado medio del error parcela chica

r = repeticiones

a = localidades

b = densidades

c = patrones

L/D = localidades dentro de cada densidad

D/L = densidades dentro de cada localidad

L/P = localidades dentro de cada patrón

P/L = patrones dentro de cada localidad

Para el caso de las variables fisiológicas y físicas de la semilla se utilizó el siguiente diseño experimental.

c) Diseño Completamente al azar con arreglo factorial para las variables fisiológicas y físicas, en donde el primer factor corresponde a las densidades de población (2) y el segundo factor a los patrones de siembra (3) todos ellos en tres repeticiones.

$$Y_{ijk} = \mu + D_i + P_j + DP_{ij} + E_{ijk}$$

con:

$$i = 1.2$$

$$j = 1.2.3.4.5.6.7.8$$

$$k = 1.2.3$$

donde:

Y_{ijk} = Variable aleatoria observable de la i -ésima densidad con el j -ésimo patrón de siembra en la k -ésima repetición.

μ = Media general

D_i = Efecto de la i -ésima densidad

P_j = Efecto de la j -ésimo patrón de siembra

DP_{ij} = Efecto de la interacción de la i -ésima densidad y el j -ésimo patrón de siembra.

E_{ijk} = Error experimental

Al detectar algún tipo de interacción para las variables bola y plano entre los factores bajo estudio se procedió a obtener los cuadrados medios de los efectos simples para la interacción D X P, posteriormente se realizó la prueba de medias por el método de (DMS), con los niveles de significancia de 0.05 y 0.01.

Coefficientes de variación del experimento

$$CV = \frac{\sqrt{\text{CMEE}}}{\text{Media}} \times 100$$

Donde:

CV = Coeficiente de variación del experimento

CMEE = Cuadrado medio del error experimental

Media = Media general del experimento

Las fórmulas de la prueba de Diferencia mínima significativa (DMS) son las siguientes:

Efectos simples (D/P) Y (P/D)

$$DMS = Ts \sqrt{2 \text{ CMEE}/r}$$

Donde:

Ts = Valor tabular de t (student), obtenido con grados de libertad del error y nivel de significancia.

CMEE = Cuadrado medio del error experimental

r = repeticiones

a = densidades

b = patrones

D/P = densidades dentro de cada patrón

P/D = patrones dentro de cada densidad

Para hacer la comparación múltiple de medias se utilizó el método de DMS (Diferencia mínima significativa) con un nivel de significancia de 0.05 y 0.01.

Antes de realizar los análisis estadísticos, se efectuaron las transformaciones de algunos datos que no cumplieron con las suposiciones del análisis de varianza. La transformación utilizada fue la de arcoseno (Steel y Torrie, 1988) para aquellas variables que se expresaron en forma porcentual (germinación standard y envejecimiento acelerado).

RESULTADOS Y DISCUSION

Caracteres Agronómicos y algunos componentes de rendimiento

Localidad San Pedro de las Colonias. Coahuila.

En el Cuadro 4.1 se presentan los cuadrados medios y su significancia de las variables agronómicas y algunos componentes de rendimiento evaluados en la cruza simple y la línea, progenitores del híbrido AN-447.

En la variable rendimiento de semilla la cruza simple mostro diferencias estadísticas en las fuentes de variación bloques, densidades y patrones de siembra. En altura de mazorca solamente en densidades y patrones de siembra. Lo que señala que el efecto de los factores bajo estudio ocasionaron que la cruza simple ofreciera diferentes respuestas, no así en altura de planta en donde solo fue afectada por los patrones de siembra.

La floración femenina fue alterada también por el factor patrones de siembra, además de la interacción patrones por densidad. En diametro de mazorca, se observa que solo fue alterado por los patrones de siembra bajo estudio, no así longitud de mazorca en donde no se

Cuadro 4.1 Cuadrados medios de las variables agronómicas y algunos componentes de rendimiento de la cruz simple y de la línea, progenitores del híbrido AN-447 en San Pedro de las Colonias, Coahuila.

		Cruza Simple										Línea	
F.V.	S.l.	Floreación Femenina (días)	Altura de Planta (m)	Altura de Mazorca (m)	Longitud de Mazorca (cm)	Díámetro de Mazorca (cm)	Rendimiento Ton/ha	Floreación Masculina (días)	Altura de Planta (m)	¹			
Bloques	2	0.562	0.007	0.001	1.396	0.076	1.561	0.578	0.001				
Densidad	1	1.031	0.216	0.022 *	6.161	0.109	2.992	0.531	0.146	**	**		
Error A	2	0.390	0.001	0.001	1.756	0.035	0.023	0.078	0.001				
Patrones	7	1.116**	0.018 *	0.012 *	1.148	0.113 **	6.429 **	1.044 **	0.072 **	**	**		
D x P	7	3.209 **	0.001	0.001	0.658	0.025	0.618	3.424 **	0.005 **	**	**		
Error B	28	0.146	0.005	0.005	0.993	0.025	0.914	0.262	0.001				
C. V. (%)	A	0.29	0.90	1.15	3.07	1.45	0.75	0.11	0.08				
C. V. (%)	B	0.51	4.71	7.24	6.53	3.47	13.25	0.61	0.41				

¹ de semilla al 15.5% de humedad

* Significancia al 0.05

** Significancia al 0.01

observe variación alguna.

En la línea AN-7. se observó que el carácter altura de planta mostró diferencias tanto en densidades como en patrones de siembra y en la interacción entre ambos. La floración masculina al igual que en floración femenina de la cruza. el efecto de patrones de siembra ocasionó diferencias estadísticas de igual forma que en la interacción de patrones por densidad.

En forma general se observa que en la mayoría de los caracteres evaluados. la fuente de variación patrones de siembra fue la que presentó diferencias estadísticas, lo que señala que las relaciones de siembra afectaron de diferente manera a los materiales bajo estudio.

Los coeficientes de variación de las diferentes variables presentaron un rango de 13.25 a 0.08 por ciento, lo cual se considera aceptable.

Debido a que los factores densidad y patrones de siembra presentaron significancias. se procedió a realizar las comparaciones de medias por el método de diferencia mínima significativa.

En el Cuadro 4.2 al comparar las medias de las densidades se observa que la densidad de 65.000 plantas/ha resultó con mayor rendimiento de semilla

Cuadro 4.2. Comparación de medias de densidades para la variable de respuesta rendimiento de semilla de la cruz simple SSE-255-18-19 x MLS4-1 en San Pedro de las Colonias, Coahuila.

Densidad	San Pedro de las Colonias, Coah.
65.000 plantas/ha	7.463 a
55.000 plantas/ha	6.963 b

Medias con la misma letra son estadísticamente iguales (D.M.S.. con un nivel de significancia de 0.01).

En el Cuadro 4.3 al comparar las medias de los patrones se encontró que los patrones tradicionales 4:2, 6:2, 3:1 y 4:1 son estadísticamente iguales y superan al resto de los tratamientos.

Cuadro 4.3. Comparación de medias de los patrones para la variable de respuesta rendimiento de semilla de la cruz simple SSE-255-18-19 x MLS4-1 en San Pedro de las Colonias, Coahuila.

Patrones	San Pedro de las Colonias, Coah.
	6.927 bcd
8:2	8.146 ab
6:2	8.697 a
4:2	7.471 abc
4:1	8.051 ab
3:1	6.106 cd
6:1 C	6.376 cd
4:1 C	5.928 d
2:1 C	

Medias con la misma letra son estadísticamente iguales (D.M.S.. con un nivel de significancia de 0.01)

En el Cuadro 4.4 se muestran las medias generales de las variables agronómicas y algunos componentes de rendimiento del progenitor femenino del híbrido AN-447, así como los caracteres agronómicos de la línea AN-7.

Cuadro 4.4 Medias generales de las variables agronómicas y algunos componentes de rendimiento de la cruz simple y de la línea, progenitores del híbrido AN-447 en San Pedro de las Colonias, Coahuila.

Cruza Simple				Línea					
Patrón/Densidad	Floración Femenina (días)	Medurez Fisiológica (días)	Altura de Planta (m)	Altura de Mazorca (m)	Longitud de Mazorca (cm)	Díámetro de Mazorca (cm)	Rendimiento \bar{I} (Ton/ha)	Floración Masculina (días)	Altura de Planta (m)
8:2 D1	75	138	1.640	1.053	15.600	4.600	7.143	84	1.550
6:2 D1	74	138	1.583	1.090	15.566	4.766	7.886	83	1.400
4:2 D1	74	138	1.647	1.063	16.166	4.800	8.366	83	1.540
4:1 D1	76	138	1.566	0.963	15.500	4.533	7.182	85	1.450
3:1 D1	75	138	1.636	0.986	16.100	4.766	7.519	84	1.330
6:1 C D1	76	138	1.546	1.010	15.700	4.533	6.033	85	1.490
4:1 C D1	74	138	1.530	0.940	16.000	4.533	6.437	83	1.430
2:1 C D1	75	138	1.520	1.006	14.333	4.366	5.140	84	1.250
Medio	75	138	1.584	1.013	15.621	4.612	6.963	84	1.430
8:2 D2	74	139	1.650	1.046	13.933	4.466	6.712	83	1.460
6:2 D2	76	139	1.536	1.020	14.833	4.600	8.406	85	1.350
4:2 D2	76	139	1.590	0.983	15.200	4.700	9.029	85	1.420
4:1 D2	75	139	1.463	0.903	14.933	4.566	7.761	84	1.290
3:1 D2	74	139	1.586	0.978	15.766	4.666	8.582	83	1.320
6:1 C D2	75	139	1.483	0.953	14.633	4.233	6.179	84	1.390
4:1 C D2	76	139	1.526	0.936	15.00	4.400	6.315	85	1.280
2:1 C D2	75	139	1.493	0.950	14.933	4.500	6.716	84	1.060
Medio	75	139	1.541	0.970	14.904	4.516	7.463	84	1.320
Medio General	75	139	1.562	0.991	15.262	4.564	7.213	84	1.370

I de semilla al 15.5% de humedad

D1 = 55,000 plantas/ha.

D2 = 65,000 Plantas/ha.

En la cruz simple se tiene que la densidad de 65.000 plantas/ha. supero en rendimiento de semilla por 0.500 ton/ha a la densidad de 55.000 plantas/ha. Tomando en cuenta la media general para esta variable que es de 7.213 Ton/ha, los patrones de siembra tradicionales 4:2, 3:1, 6:2 en la densidad de 65.000 plantas ocuparon los tres primeros lugares y en la densidad de 55.000 plantas los patrones tradicionales 4:2, 6:2 y 3:1 resultaron con rendimientos superiores a la media general. En esta localidad los patrones de siembra compactos ofrecieron los menores rendimientos. Estos resultados no coinciden con lo citado por Mendez et al. (1991) quienes mencionan que los rendimientos en los patrones compactos fueron superiores, por lo que se recomienda manejar el diferencial de siembra adecuado para obtener mejores rendimientos en el sistema compacto.

En lo que respecta al diámetro y longitud de mazorca, altura de mazorca y de planta, las medias presentaron valores ligeramente superiores en la densidad de 55.000 plantas. En relación a la floración femenina se tiene que para las dos densidades ésta fluctúa entre los 74 a 76 días, teniendo como media general 75. La madurez fisiológica presenta una media general de 136 días, siendo un día mas tardía en la densidad mayor.

En lo que respecta a la línea la variable altura de planta presenta una media ligeramente superior para

la densidad de 55.000 plantas y en cuanto a la floración masculina para las dos densidades fluctúa entre los 83 a 85 días, teniendo como media general los 84 días.

Localidad San Francisco del Rincón, Guanajuato

En el Cuadro 4.5 se presentan los cuadrados medios y sus significancias de las variables agronómicas y algunos componentes de rendimiento de la cruz simple y de la línea, progenitores del híbrido AN-447.

En la cruz simple al igual que en la localidad de San Pedro de las Colonias, Coahuila se observaron diferencias estadísticas en la fuente densidades y patrones de siembra para el carácter rendimiento. Altura de planta y mazorca, muestran diferencias estadísticas solamente para el efecto de densidades. La floración femenina señaló también como en San Pedro de las Colonias, Coahuila que en patrones se presentó alta significancia al igual que en la interacción patrones por densidad.

En lo que respecta a la línea, en altura de planta se encontró variabilidad en las fuentes bajo estudio, a excepción de bloques, lo que señala que es más sensible que la cruz. En la variable floración masculina se encontraron diferencias estadísticas en patrones de siembra y en la interacción D X P.

Cuadro 4.5 Cuadrados medios de las variables agronómicas y algunos componentes de rendimiento de la cruz simple y de la línea, progenitores del híbrido AN-447 en San Francisco del Rincón, Guanajuato.

		Cruza Simple					Línea		
F.V.	S.L.	Floreación Femenina (días)	Altura de Planta (m)	Altura de Mazorca (m)	Longitud de Mazorca (cm)	Diámetro de Mazorca (cm)	Rendimiento Ton/ha	Floreación Masculina (días)	Altura de Planta (m)
Bloques	2	0.062	0.005	0.001	1.684	0.061	3.225	0.265	0.001
Densidad	1	3.300	0.127*	0.046*	8.675	0.200	81.717*	0.500	0.186
Error A	2	0.437	0.003	0.002	7.953	0.225	1.074	0.031	0.001
Patrones	7	0.665**	0.001	0.001	7.834	0.341	27.326**	0.589*	0.001*
D x P	7	2.861**	0.001	0.001	5.884	0.391	3.429	2.482**	0.001**
Error B	28	0.154	0.001	0.001	4.014	0.296	4.292	0.191	0.001
C. V. (%)	A	0.27	1.42	2.40	4.74	3.07	3.52	0.06	0.28
C. V. (%)	B	0.47	1.19	4.40	9.52	9.96	19.91	0.46	0.40

1 de semilla al 15.5% de humedad

* Significancia al 0.05

** Significancia al 0.01

Los coeficientes de variación de las diferentes variables presentaron un rango de 19.91 a 0.06 por ciento, lo cual se considera aceptable.

Debido a que los factores densidad y patrones para rendimiento de semilla presentaron significancias, se procedió a realizar la comparación de medias por el método de diferencia mínima significativa.

En el Cuadro 4.6 al comparar las medias de las densidades se observa que la densidad de 65.000 plantas/ha resultó con mayor rendimiento de semilla.

Cuadro 4.6. Comparación de medias de densidades para la variable de respuesta rendimiento de semilla de la cruz simple SSE-255-18-19 x MLS4-1, en San Francisco del Rincón, Guanajuato.

Densidad	San Francisco del Rincón, Gto.
65.000 plantas/ha	11.710 a
55.000 plantas/ha	9.100 b

Medias con la misma letra son estadísticamente iguales (D.M.S.. con un nivel de significancia de 0.05).

En el Cuadro 4.7 al comparar las medias de los patrones se observa que los patrones tradicionales 3:1 y 6:2 así como los patrones compactos 4:1, 6:1 y 2:1 son estadísticamente iguales y superan al resto de los tratamientos.

Cuadro 4.7. Comparación de medias de los patrones para la variable de respuesta rendimiento de semilla de la cruz simple SSE-255-19-19 x MLS4-1. en San Francisco del Rincón. Guanajuato.

Patrones	San Francisco del Rincón. Gto.	
8:2	6.229	c
6:2	10.215	ab
4:2	9.735	b
4:1	9.785	b
3:1	13.323	a
6:1 C	11.570	ab
4:1 C	12.302	ab
2:1 C	10.078	ab

Medias con la misma letra son estadísticamente iguales (D.M.S.. con un nivel de significancia de 0.01)

En el Cuadro 4.8 se presentan las medias generales de las variables agronomicas y algunos componentes de rendimiento del progenitor femenino del híbrido AN-447, así como los caracteres agronómicos de la línea AN-7. En la cruz simple para la variable rendimiento de semilla se tiene que la media en la densidad de 65.000 plantas. (11.710 Ton/ha) fue superior en 2.610 Ton/ha a la densidad de 55.000 plantas (9.100). Ahora bien, tomando en cuenta la media general que es de 10.405 Ton/ha tenemos que el patrón 4:1 compacto fue superior, presentando un rendimiento de 14.227 Ton/ha, seguido por 3:1 y 6:2. tradicional para la densidad de 65.000 plantas y en la densidad de 55.000 plantas el patrón 3:1 tradicional; También superaron a la media general en la densidad alta los patrones 6:1 compacto, 4:2 y 4:1 tradicional y en la densidad baja también el 6:1 compacto.

Cuadro 4.8 Medias generales de las variables agronómicas y algunos componentes de rendimiento de la cruz simple y de la línea, progenitores del híbrido AN-447 en San Francisco del Rincón, Guanajuato.

Posición/Donación	Cruza Simple										Línea
	Floreación Femenina (días)	Madurez Fisiológica (días)	Altura de Planta (m)	Altura de Mazorcas (m)	Longitud de Mazorcas (cm)	Díámetro de Mazorcas (cm)	Rendimiento (Ton/ha)	Floreación Masculina (días)	Altura de Planta (m)		
8:2 D1	83	162	1.466	0.686	21.566	4.800	4.370	94	1.300		
6:2 D1	83	162	1.466	0.690	18.233	4.933	7.792	94	1.280		
4:2 D1	85	162	1.453	0.680	20.500	5.233	8.576	96	1.270		
4:1 D1	84	162	1.456	0.680	21.000	5.466	8.795	95	1.280		
3:1 D1	83	162	1.443	0.670	23.066	6.033	12.425	94	1.260		
6:1 C D1	84	162	1.443	0.673	24.300	6.300	11.005	95	1.260		
4:1 C D1	83	162	1.450	0.676	22.733	5.833	10.377	94	1.270		
2:1 C D1	84	162	1.436	0.666	20.033	5.600	9.860	95	1.250		
Medio	84	162	1.452	0.677	21.454	5.525	9.100	95	1.270		
8:2 D2	84	162	1.560	0.703	21.733	5.200	8.088	95	1.150		
6:2 D2	85	162	1.553	0.773	19.666	5.300	12.639	96	1.200		
4:2 D2	83	162	1.573	0.710	20.800	5.600	11.294	94	1.549		
4:1 D2	83	162	1.556	0.773	21.433	5.400	10.776	94	1.160		
3:1 D2	84	162	1.560	0.700	21.333	5.600	14.220	95	1.120		
6:1 C D2	85	162	1.550	0.773	20.300	5.233	12.195	96	1.140		
4:1 C D2	84	162	1.560	0.740	19.533	5.630	14.227	95	1.120		
2:1 C D2	83	162	1.526	0.750	20.033	5.200	10.297	94	1.150		
Medio	84	162	1.555	0.740	20.604	5.395	11.710	95	1.140		
Medio General	84	162	1.503	0.708	21.029	5.460	10.403	95	1.200		

¹ de semilla al 15.5% de humedad

D1 = 55,000 plantas/ha.

D2 = 65,000 plantas/ha.

En lo que se refiere al diámetro de mazorca y longitud de mazorca se obtuvo una media ligeramente superior para la densidad de 55.000 plantas, en cambio para las variables altura de planta y altura de mazorca la media fue ligeramente superior para la densidad de 65.000 plantas.

La floración femenina en las dos densidades fluctúa entre los 83 a los 85 días, teniendo como media general a los 84 días. En cuanto a la madurez fisiológica la media general para esta etapa fue de 162 días.

En lo que respecta a la línea para la variable altura de planta la media fue ligeramente superior para la densidad de 55.000 plantas. En relación a la floración masculina el rango fue de 94 a 96 días para las dos densidades, teniendo como media general los 95 días.

En resumen, del análisis de la respuesta de los materiales en las localidades bajo estudio, se puede anotar que las condiciones ambientales marcan las principales diferencias detectadas, puesto que en la localidad de San Pedro de las Colonias, Coahuila es donde se presentan mayores temperaturas durante el ciclo del cultivo, en esta se presentaron en promedio los menores diámetros y longitud de mazorca lo que repercute directamente en el rendimiento que fue menor al de la localidad de San Francisco del Rincón, Guanajuato. De la

misma forma los días a floración y a madurez en la hembra presentaron una diferencia promedio de 9 y 11 días respectivamente (Cuadros 4:4 y 4.8). lo que también se refleja en los rendimientos. puesto que el metabolismo de la planta se ve afectado entre otros, por el efecto de la temperatura.

A la localidad de San Francisco del Rincón. Guanajuato. se le considera como un ambiente óptimo para la producción de semilla debido principalmente a que sus temperaturas no afectan drásticamente a los procesos fisiológicos de la planta. Sin embargo es importante anotar que aún estableciendo las siembras en fechas adecuadas. se tiene una mayor incidencia de plagas que en San Pedro de las Colonias. Coahuila.

Otro aspecto importante es el hecho de que los patrones de siembra estudiados como punto central del trabajo ofrecieron su mayor respuesta en rendimiento en la densidad alta para ambas localidades. lo que permite asumir que el material responde adecuadamente al efecto de las densidades. Sobresaliendo los patrones tradicionales 4:2 en San Pedro de las Colonias. Coahuila con el primer lugar en rendimiento. 3:1 y 6:2 en segundo. y tercer lugar en la densidad de 65.000 plantas/ha. sin embargo en San Francisco del Rincón. Gto. el primer lugar lo ocupa el patrón compacto en la relación 4:1 en la densidad de 65.000 plantas/ha. Murga y Solórzano (1987) coinciden en que el

patrón 4:1 compacto supero en rendimiento a los patrones del sistema tradicional. por lo que si se trabaja con el diferencial de siembra optimo. el sistema compacto obtendrá mejores resultados que los tradicionales.

Análisis Combinado

En el Cuadro 4.9 se presentan los cuadrados medios y su significancia de las variables agronómicas y de algunos componentes de rendimiento de la crusa simple y de la linea. progenitores del híbrido AN-447.

En la variable rendimiento de semilla en la crusa simple se observa variación por los efectos de localidades, densidades de población y patrones. así como en las interacciones L X D y L X P. En cuanto a la variable altura de planta. se encontraron diferencias en las fuentes densidades. patrones. y en las interacciones L x D y L x P.

En altura de mazorca se observó un efecto altamente significativo para localidades, patrones y en la interacción L x D así como un efecto significativo para la interacción L x P.

En cuanto a la longitud y diámetro de mazorca se encontraron diferencias en la fuente localidades y en diámetro de mazorca L x P. además para la variable

Cuadro 4.9 Cuadrados medios de las variables agronómicas y algunos componentes de rendimiento de la cruz simple y de la línea, progenitores del híbrido AN-447 en dos localidades.

		Cruza Simple					Línea		
F.V.	g.l.	Floreación Femenina (días)	Altura de Planta (m)	Altura de Mazorca (m)	Longitud de Mazorca (cm)	Díámetro de Mazorca (cm)	Rendimiento Ton/ha	Floreación Masculina (días)	Altura de Planta (m)
Elocues	2	0.125 **	0.001	0.001 **	1.502 **	0.034 **	1.526 *	0.031	0.001 **
Localidad	1	1917.060	0.085	1.925	798.10	19.260	244.593	2948.197	0.663
Error A	2	0.500 *	0.010	0.001	1.575	0.082	3.450 **	0.812	0.001 **
Densidad	1	3.750	0.031 *	0.002	14.722	0.508	57.993 **	1.062 **	0.551 **
L x D	1	0.312	0.126 **	0.007	0.109	0.006	26.716 **	0.001	0.001 **
Error B	4	0.406	0.002	0.001	4.856	0.130	0.549	0.046	0.001 **
Patrones	7	1.317	0.011 **	0.006 **	5.313	0.280	16.748 **	0.991	0.040
L x P	7	0.267	0.007 *	0.007 *	3.669	0.373 *	17.007 **	0.651 *	0.035 **
D x P	7	2.401 **	0.001	0.001	5.598	0.226	1.166	3.000 **	0.003 **
L x D x P	7	3.666 **	0.001	0.002	2.945	0.190	2.882	2.885 **	0.003 **
Error C	56	0.150	0.002	0.003	2.505	0.160	2.605	0.238	0.001
C. V. (%)	A	0.22	1.68	0.96	1.72	1.45	5.27	0.25	0.07
C. V. (%)	B	0.28	1.17	1.70	4.39	2.54	2.97	0.08	0.19
C. V. (%)	C	0.48	3.49	6.51	8.71	7.99	18.31	0.55	0.41

1 de semilla al 15.5% de humedad

* Significancia al 0.05

** Significancia al 0.01

floración femenina se observó que fue la que mayor variación presentó por los factores bajo estudio. así se detectaron diferencias estadísticas en localidades, densidades y patrones. así como en las interacciones D x P y L x D x P.

En la línea AN-7 para la variable floración masculina, se encontró un efecto significativo para la interacción L x P y un efecto altamente significativo para las fuentes localidades, densidades, patrones. interacciones L X P, D x P y L x D x P. La variable altura de planta mostró un efecto altamente significativo para todas las fuentes de variación. excepto bloques, lo que señala que la línea por su carácter propio al ser un genotipo endogámico se ve afectado por los factores ambientales en mayor grado que la crusa.

Los coeficientes de variación de las diferentes variables presentaron un rango de 18.31 a 0.07 por ciento. en la variable rendimiento el coeficiente de variación es alto debido a las condiciones de los experimentos y lo contrastante de los ambientes de prueba.

En el Cuadro 4.10 se presentan las medias generales de las variables agronómicas y algunos componentes de rendimiento del progenitor femenino del híbrido AN-447, así como los caracteres agronómicos de la línea AN-7. En la crusa simple para la variable rendimiento de semilla, se

Cuadro 4.10 Medias generales de las variables agronómicas y algunos componentes de rendimiento de la cruz simple y de la línea, progenitores del híbrido AN-447 en dos localidades.

Petrón/Debilidad	Cruza Simple										Línea	
	Floración Femenina (días)	Métodos Fisiológicos (días)	Altura de Planta (m)	Altura de Mazorca (m)	Longitud de Mazorca (cm)	Dímetro de Mazorca (cm)	Rendimiento* (Ton/ha)	Mazorcas (días)	Altura de Punta (m)			
82 D1	79	150	1.553	0.970	18.583	4.700	5.756	89	1.420			
62 D1	78	150	1.525	0.970	16.940	4.850	7.859	89	1.340			
42 D1	79	150	1.550	0.971	18.333	5.016	8.271	90	1.400			
41 D1	80	150	1.511	0.921	19.250	5.000	7.988	90	1.360			
31 D1	79	150	1.540	0.928	19.583	5.400	9.972	89	1.290			
61 C D1	80	150	1.495	0.841	20.100	5.416	8.519	90	1.580			
41 C D1	78	150	1.490	0.808	19.366	5.183	8.407	89	1.370			
21 C D1	79	150	1.478	0.836	17.183	4.983	7.500	90	1.250			
Media	79	150	1.518	0.845	18.537	5.069	8.032	90	1.350			
82 D2	79	150	1.605	0.875	17.833	4.933	7.400	89	1.500			
62 D2	80	150	1.545	0.896	17.250	4.950	10.322	91	1.270			
42 D2	79	150	1.501	0.846	19.000	5.150	10.161	90	1.280			
41 D2	79	150	1.510	0.838	18.183	4.983	9.268	89	1.220			
31 D2	79	150	1.573	0.835	18.550	5.133	11.401	89	1.220			
61 C D2	80	150	1.516	0.863	17.466	4.733	9.157	90	1.260			
41 C D2	80	150	1.543	0.838	17.266	5.015	10.271	90	1.200			
21 C D2	79	150	1.510	0.850	17.483	4.950	8.506	89	1.100			
Media	79	150	1.548	0.855	17.754	4.956	9.586	90	1.230			
Media General	79	150	1.533	0.850	18.146	5.012	8.909	90	1.290			

de semilla al 15.5% de humedad

D1 = 55,000 plantas/ha.

D2 = 65,000 plantas/ha.

tiene que la densidad de 65.000 plantas superó en 0.777 Ton/ha a la densidad de 55.000 plantas. Tomando en cuenta la media general que es de 8.809 Ton/ha tenemos que los patrones 3:1, 6:2, 4:2, 4:1 tradicionales y el 4:1 compacto en la densidad de 65.000 plantas y el patrón 3:1 tradicional en la densidad de 55.000 plantas presentan los mejores rendimientos.

En relación a las variables diámetro y longitud de mazorca, la media en la densidad de 55.000 plantas fue ligeramente superior. en cambio para las variables altura de mazorca y planta, la media fue ligeramente superior en la densidad de 65.000 plantas.

La floración femenina en las dos densidades fluctuó entre los 78 a 80 días. teniendo como media general los 79 días. En cuanto a la madurez fisiológica la media general fue de 150 días.

En relación a la línea AN-7 la altura de planta presentó una media ligeramente superior en la densidad de 55.000 plantas. por otro lado la floración masculina en las dos densidades fluctuó entre los 89 a 90 días. teniendo como media general a los 90 días.

En resumen. el análisis de varianza entre ambientes (Cuadro 4.9) señala que la fuente de variación localidades mostró efectos sobre las características

agronómicas floración femenina, altura de mazorca, sobre el rendimiento y sus componentes longitud y diámetro de mazorca de la cruz, así como floración masculina y altura de planta de la línea, generando diferencias estadísticas. Lo anterior puede deberse a lo contrastante de los ambientes de prueba, principalmente en cuanto a temperatura.

En densidades se detectaron diferencias en los caracteres agronómicos floración, altura de planta en ambos progenitores y en rendimiento de semilla (hembra) con mayor significancia, la interacción $L \times D$ solo se manifestó en alturas de planta, de mazorca y rendimiento. El factor densidades manifiesta sus efectos principalmente por la competencia entre individuos que puede ocasionar cambios en el metabolismo del cultivar. Aunado a ello el efecto de las localidades ocasiona interacciones de diferentes magnitudes.

En patrones de siembra, que es uno de los factores de mayor interés, se detectaron diferencias de alta significancia en floración, altura de planta, altura de mazorca y rendimiento, no manifestando efectos en los componentes de rendimiento bajo estudio.

La interacción $L \times P$ se presentó en alturas de planta y mazorca, en diámetro de mazorca y rendimiento así como en floración del progenitor masculino. En la

interacción D x P se observó en floraciones. al igual que la interacción L x D x P.

Debido a que en el carácter de rendimiento se observaron valores significativos en las interacciones L x P y L x D (Cuadro 4.9). se procedió a obtener los Cuadrados medios de los efectos simples para las anteriores interacciones y posteriormente se realizó la prueba de medias con la DMS con un nivel de significancia de 0.05 y 0.01.

En los Cuadros A.3 y A.4 se presentan los cuadrados medios de los efectos simples de las interacciones L x P y L x D. para rendimiento de semilla de la cruz en dos localidades. De acuerdo a los resultados (Cuadro A.3) se observaron diferencias significativas en las fuentes localidades dentro de los patrones 3:1 tradicional y 6:1 y 4:1 compactos. lo que permitió realizar las comparaciones de medias.

En el Cuadro 4.11 al comparar las medias de los efectos simples de las localidades dentro de los patrones para rendimiento de semilla, se observa que en la localidad de San Francisco del Rincón, Guanajuato, los patrones 3:1 tradicionales así como 6:1 y 4:1 compactos son superiores a la localidad de San Pedro de las Colonias, Coahuila.

Cuadro 4.11. Comparación de medias para localidades en los patrones 3:1 tradicional así como 6:1 y 4:1 compactos en la cruza simple SSE-255-18-19 x MLS4-1 para rendimiento de semilla.

Patrón de siembra	San Pedro de las Colonias, Coah.	San Fco. del Rincón, Gto.
3:1	8.0512 b	13.3230 a
6:1 C	6.1063 b	11.5703 a
4:1 C	6.3762 b	12.2023 a

Medias con la misma letra son estadísticamente iguales.
(D.M.S : con un nivel de significancia de 0.05)

En el mismo Cuadro A.3 se observaron diferencias significativas en las fuentes patrones en cada localidad. lo que permitió comparar las medias de los efectos simples. En el Cuadro 4.12 se observa que los patrones tradicionales fueron estadísticamente iguales al patrón compacto 4:1 y son superiores al resto de los patrones en San Pedro de las Colonias, Coahuila, mientras que el patrón 3:1 tradicional y los compactos 6:1 y 4:1 son

Cuadro 4.12. Comparación de medias para patrones en cada localidad para la cruza simple SSE-255-18-19 x MLS4-1 para rendimiento de semilla.

Patrón de siembra	San Pedro de las Colonias, Coah.	San Fco. del Rincón, Gto.
8:2	6.927 a b	6.229 d
6:2	8.146 a b	10.215 b c
4:2	8.697 a	9.735 c
4:1	7.471 a b	9.785 c
3:1	8.051 a b	13.323 a
6:1 C	6.106 b	11.570 a b c
4:1 C	6.376 a b	12.302 a b
2:1 C	5.928 b	10.078 b c

Medias con la misma letra son estadísticamente iguales.
(D.M.S : con un nivel de significancia de 0.01).

estadísticamente iguales. superando al resto de los patrones de siembra en la localidad de San Francisco del Rincón. Guanajuato.

En el Cuadro A.4 se presentan diferencias significativas en la fuente localidades en la densidad de 65.000 plantas/ha, lo que permitió comparar las medias de los efectos simples para rendimiento de semilla, observándose que en la localidad de San Francisco del Rincón. Guanajuato la densidad de 65.000 plantas/ha resultó con mayor producción (Cuadro 4.13).

Cuadro 4.13. Comparación de medias para localidades en densidad de 65.000 plantas/ha de la cruza simple SSE-255-18-19 x MLS4-1 para rendimiento de semilla.

Localidades	Densidad 65.000
San Francisco del Rincón. Gto.	11.710 a
San Pedro de las Colonias. Coah.	7.463 b

Medias con la misma letra son estadísticamente iguales. (D.M.S.: con un nivel de significancia de 0.05)

En el mismo Cuadro A.4 se muestran diferencias altamente significativas para la fuente densidades en la localidad de San Francisco del Rincón. Guanajuato, lo que permitió comparar las medias de los efectos simples para rendimiento de semilla, resultando que la densidad de 65.000 plantas superó a la de 55.000 en San Francisco del Rincón. Guanajuato (Cuadro 4.14). Estos resultados se asemejan a los reportados por Espinosa y Tadeo (1992) los cuáles señalan que al trabajar con densidades altas los

rendimientos son superiores.

Cuadro 4.14. Comparación de medias de densidades en la localidad de San Francisco del Rincón. Guanajuato de la cruz simple SEE-255-18-19 x MLS4-1 para rendimiento de semilla.

Densidades	San Francisco del Rincón. Gto.
65.000 plantas/ha	11.710 a
55.000 plantas/ha	9.100 b

Medias con la misma letras son estadísticamente iguales. (D.M.S. : con un nivel de significancia de 0.01).

Caracteres Fisiológicos

Localidad San Pedro de las Colonias. Coahuila.

En el Cuadro 4.15 se presentan los cuadrados medios y su significancia de las variables germinación y vigor de semillas.

Cuadro 4.15. Cuadrados medios de las variables fisiológicas de la cruz simple SSE-255-18-19 X MLS4-1 en San Pedro de las Colonias. Coahuila.

F.V.	G.L.	Germinación (%)	Vigor (%)
Densidad	1	34.375	0.125
Patrones	7	30.316 *	3.803
D X P	7	26.375	7.031
Error A	32	11.924	10.926
C.V. (A)	%	4.05	4.13

* = Significancia al 0.05

En San Pedro de las Colonias. Coahuila se observó para la variable germinación un solo efecto significativo

para los patrones de siembra, en cambio para la variable vigor no mostró diferencias significativas para las fuentes estudiadas.

En el Cuadro 4.16 se muestran las medias generales de la variables fisiológicas en San Pedro de las Colonias, Coahuila. En relación a la germinación se observa que no hubo diferencia entre las medias de las dos densidades, aún cuando el análisis de varianza detectara diferencias. Ahora bien tomando en cuenta la media general que es 99 por ciento, podemos decir en forma general que los diferentes patrones de siembra en las dos densidades están muy

Cuadro 4.16. Medias generales de las variables fisiológicas de la cruz simple SSE-255-18-19 x MLS4-1 en San Pedro de las Colonias, Coahuila.

Patrón : Densidad (plantas/ha)	Germinación (%)	Vigor (%)
8:2	55.000	97
6:2	55.000	99
4:2	55.000	100
4:1	55.000	99
3:1	55.000	98
6:1 C	55.000	100
4:1 C	55.000	100
2:1 C	55.000	98
MEDIA		99
8:2	65.000	100
6:2	65.000	100
4:2	65.000	99
4:1	65.000	98
3:1	65.000	98
6:1 C	65.000	100
4:1 C	65.000	97
2:1 C	65.000	98
MEDIA		99
MEDIA GRAL.		99

cercanos o por encima de la media general. Por lo tanto estos valores de germinación son aceptables para la producción de semillas y además rebasan el 85 por ciento que exigen las normas de certificación. Esto nos indica que la calidad fisiológica de la semilla no es afectada por los tratamientos estudiados.

En lo que respecta al vigor se observó que no hubo mucha diferencia entre las medias de las dos densidades.

Ahora bien tomando en cuenta la media general que es de 97 por ciento, podemos decir que los diferentes patrones en sus dos densidades están muy cercanos o por encima de la media general. Sin embargo estos valores de vigor los podemos catalogar como de alto vigor, a pesar de tener a la semilla bajo condiciones de temperatura de 42°C y una humedad relativa del 95 por ciento. Esto nos manifestó que la semilla se cosechó con poco daño por interperismo.

Estos porcentajes de germinación y vigor tan altos se deben a que la semilla tenía poco tiempo de ser cosechada, por lo tanto manifestó buenos estándares de calidad fisiológica.

En el Cuadro 4.17 se presentan los cuadrados medios de las variables germinación y vigor en la localidad de San

Francisco del Rincón. Guanajuato.

Cuadro 4.17. Cuadrados medios de las variables fisiológicas de la cruz simple SSE-255-18-19 X MLS4-1 en San Francisco del Rincón. Guanajuato.

F.V.	G.L.	Germinación (%)	Vigor (%)
Densidad	1	1.156	0.781
Patrones	7	12.857	5.790
D X P	7	21.808	15.674
Error A	32	13.616	16.255
C.V. (A)	%	4.29	4.91

En San Francisco del Rincón, Guanajuato tanto la germinación como el vigor no mostraron diferencias estadísticas para todas las fuentes de variación evaluadas (Cuadro 4.17). esta semilla toleró las condiciones bajo stress a que fue sometida como la temperatura de 42°C y una alta humedad relativa del 95 por ciento en el laboratorio.

En el Cuadro 4.18 se muestran las medias generales de las variables fisiológicas en San Francisco del Rincón. Guanajuato. En cuanto a la germinación se observa que no hay diferencia entre la media de las dos densidades. Tomando en cuenta la media general que es de 99 por ciento. Se tiene que los diferentes patrones de siembra en sus dos densidades están muy cercanos o por encima de la media general. Estos valores de germinación son aceptables para la producción de semillas y además rebasan el 85 por ciento que exigen las normas de certificación de semillas.

Cuadro 4.18. Medias generales de las variables fisiológicas de la cruz simple SSE-255-18-19 x MLS4-1 en San Francisco del Rincón, Guanajuato.

Patrón:Densidad (plantas/ha)	Germinación (%)	Vigor (%)
8:2 55.000	100	97
6:2 55.000	98	97
4:2 55.000	100	97
4:1 55.000	100	98
3:1 55.000	100	99
6:1 C 55.000	98	97
4:1 C 55.000	100	99
2:1 C 55.000	100	98
MEDIA	99	98
8:2 65.000	99	98
6:2 65.000	99	98
4:2 65.000	100	98
4:1 65.000	99	98
3:1 65.000	98	99
6:1 C 65.000	99	98
4:1 C 65.000	100	96
2:1 C 65.000	99	97
MEDIA	99	98
MEDIA GRAL	99	98

En cuanto al vigor se observa que no hubo diferencia entre las medias de las dos densidades. En relación a la media general que es de 98 por ciento. Se tiene que los diferentes patrones de siembra en sus dos densidades presentan porcentajes de vigor que se consideran altos.

En forma general podemos decir que en las dos localidades se tiene que la semilla, producto de los patrones tradicionales y compactos presentaron una buena calidad fisiológica, al ser sometida bajo condiciones de stress en laboratorio.

Caracteres Físicos

Localidad San Pedro de las Colonias. Coahuila.

En el Cuadro 4.19 se presentan los cuadrados medios de las variables físicas de la cruce simple SEE-255-18-19 x MLS4-1. Se observa que en todas las variables evaluadas existe un efecto altamente significativo para las fuentes de variación estudiadas. Estas diferencias se pueden deber a la variación entre las densidades, las distancias entre el macho y la hembra (patrones), la fuente de polen y principalmente al diferencial de siembra (a tiempo el macho y la hembra a los cuatro días después) que ocasionó falta de sincronización entre los progenitores.

Cuadro 4.19. Cuadrados medios de las variables físicas de la cruce simple SSE-255-18-19 x MLS4-1 en San Pedro de las Colonias. Coahuila.

F.V.	G.L	Plano	Bola	Bola Gde.	Bola Media	Plano Gde	Plano Medio
Densidad	1	0.007**	0.007**	0.001**	0.002**	0.001**	0.012**
Patrones	7	0.012**	0.012**	0.001**	0.013**	0.001**	0.008**
D x P	7	0.001**	0.001**	0.001**	0.003**	0.001**	0.001**
Error A	32	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
C.V.(A)	%	2.75	1.65	5.12	2.15	9.32	2.99

** = Significancia al 0.01

Los coeficientes de variación de las diferentes variables presentaron un rango de 2.15 a 9.32 por ciento, lo cual se considera aceptable.

En el Cuadro 4.20 se enlistan las medias de las variables físicas, se observa que la variable plano es ligeramente superior en la densidad de 55,000 plantas. Se tiene que para la variable bola el patrón 6:1 compacto tiene la mayor proporción y la menor el patrón 4:2 tradicional en la densidad de 55,000 plantas, en cambio para la densidad de 65,000 plantas el patrón 4:1 compacto tiene el mayor por ciento y el patrón 6:2 tradicional el menor. En relación a la variable plano y plano medio el patrón 4:1 tradicional obtuvo el mayor porcentaje en la densidad de 55,000 plantas, en cambio para la densidad de 65,000 plantas los patrones tradicionales 6:2 y 4:2 tienen el mayor por ciento para estas variables.

En forma general podemos decir que en esta localidad al utilizar el diferencial de siembra (a tiempo el macho y la hembra a los cuatro días después) se presentó un mayor porcentaje de semilla bola en ambas densidades, sobresaliendo el patrón 6:1 compacto con 55,000 plantas/ha y el 4:1 compacto con 65,000 plantas/ha.

También podemos observar en las demás variables, que el porcentaje de semilla bola media fue superior al de bola grande y la semilla plano medio fue mayor a la plano grande.

La semilla plano y plano medio en sus mayores porcentajes se presentaron en ambas densidades en sistemas

Cuadro 4.20 Medias generales de las variables físicas de la cruz simple SSE-255-18-19 X MLS4-1 en San Pedro de las Colonias, Coahuila.

Patrón:Densidad	Bola (%)	Bola Grande (%)	Bola Media (%)	Plano (%)	Plano Grande (%)	Plano Medio (%)
8:2 D1	61.23	13.97	47.27	38.77	5.20	33.57
6:2 D1	56.67	10.77	45.90	43.33	5.07	38.27
4:2 D1	55.30	8.80	46.50	44.70	3.73	40.97
4:1 D1	65.07	8.40	56.67	44.93	2.77	42.17
3:1 D1	58.33	10.30	48.03	41.67	4.50	37.17
6:1 C D1	69.80	8.30	61.50	30.20	1.13	29.07
4:1 C D1	64.47	11.60	52.87	35.53	3.97	31.57
2:1 C D1	58.80	10.87	47.93	41.20	7.90	33.30
Media	61.21	10.38	50.83	48.79	4.28	34.51
8:2 D2	61.77	12.70	49.07	38.23	10.37	27.87
6:2 D2	57.97	14.73	43.23	42.03	6.07	35.97
4:2 D2	58.20	10.20	48.00	41.80	4.60	37.20
4:1 D2	66.60	11.93	54.67	33.40	3.97	29.43
3:1 D2	60.97	8.13	52.83	39.03	6.67	32.37
6:1 C D2	67.10	11.97	55.13	32.90	3.13	29.77
4:1 C D2	70.37	12.53	57.83	29.63	3.50	26.13
2:1 C D2	66.43	10.03	56.40	33.57	1.93	31.63
Media	63.77	11.53	52.15	36.33	5.03	31.30

D1 = 55,000 plantas/ha.

D2 = 65,000 Plantas/ha.

de siembra tradicionales.

Debido a que la semilla bota y plana la consideramos de mayor importancia para este estudio, y a que se presentó un efecto altamente significativo para la interacción D X P, se obtuvieron los cuadrados medios de los efectos simples de la interacción (Cuadro A.5) y posteriormente se compararon las medias con la prueba de diferencia mínima significativa con un nivel de significancia de 0.01 (Cuadros A.6 y A.7).

En el Cuadro A.6 al comparar las medias de los efectos simples de las densidades dentro de los patrones 4:2, 3:1 tradicionales así como el 6:1, 4:1 y 2:1 compactos para porcentaje de semilla plano, se observa que la densidad de 55.000 plantas/ha es superior a la de 65.000/ha en los patrones 4:2 y 3:1 tradicionales así como los compactos 4:1 y 2:1. En tanto que en la densidad alta el patrón 6:1 compacto resultó con el mayor por ciento de esta semilla.

Al comparar las medias de los efectos simples de los patrones en cada densidad (Cuadro A.7) para porcentaje de semilla plano, se encontró que los patrones 4:2 y 6:2 tradicionales son estadísticamente iguales en ambas densidades de siembra, y superan al resto de los patrones de siembra.

Los resultados de la semilla bola se complementan con los de la semilla plana, por lo cual no se hará mención de la primera.

Localidad San Francisco del Rincón. Guanajuato

En el Cuadro 4.21 se presentan los cuadrados medios de las variables físicas de la cruce simple SSE-255-18-19 x MLS4-1. Se observa que en todas las variables evaluadas existe un efecto altamente significativo para las fuentes de variación estudiadas. Estas diferencias se pueden deber a la variación entre las densidades, las distancias entre el macho y la hembra (patrones) a la fuente de polen, y principalmente el diferencial de siembra (a tiempo el macho y la hembra a los siete días después) que provocó falta de sincronización de los progenitores. Espinosa (1985) coincide también en los resultados anteriores, ya que los materiales evaluados presentaron variación en cuanto al tamaño y forma de semilla debido principalmente a la falta de coincidencia en la

Cuadro 4.21. Cuadrados medios de las variables físicas de la cruce simple SSE-255-18-19 x MLS4-1 en San Francisco del Rincón, Guanajuato.

F.V.	G.L.	Plano	Bola	Bola Gde.	Bola Media	Plano Gde.	Plano Medio
Densidad	1	0.014**	0.014**	0.005**	0.036**	0.001**	0.001**
Patrones	7	0.037**	0.037**	0.001**	0.042**	0.001**	0.029**
D x P	7	0.014**	0.014**	0.001**	0.018**	0.001**	0.011**
Error A	32	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
C.V. (A)	%	6.49	2.28	8.77	2.17	14.53	7.12

** = Significancia al 0.01

floración.

Los coeficientes de variación de las diferentes variables presentaron un rango de 2.17 a 14.53 por ciento. lo cual se considera aceptable.

En el Cuadro 4.22 se presentan las medias de las variables físicas. se observa que la variable plano fue ligeramente superior en la densidad de 65.000 plantas. En cuanto a la variable bola se tiene que el patrón 8:2 tradicional obtuvo el mayor por ciento y el patrón 2:1 compacto el menor en la densidad de 55.000 plantas. en cambio para la densidad de 65.000 plantas el patrón 8:2 tradicional reflejó la mayor proporción y el patrón 4:1 compacto la menor. En relación a la variable plano y plano medio el patrón 2:1 compacto presenta los mayores porcentajes en estas semillas y los menores en el patrón 8:2 tradicional en la densidad de 55.000 plantas. en cambio para la densidad de 65.000 plantas el patrón 4:1 compacto refleja los mayores porcentajes en plano y plano medio y los menores el patrón 8:2 tradicional.

En forma general podemos decir que en esta localidad con el diferencial de siembra (a tiempo el macho y la hembra a los siete días después) se presentó un mayor porcentaje de semilla bola en ambas densidades. sobresaliendo el patrón 8:2 tradicional con 55.000 y 65.000 plantas/ha.

Cuadro 4.22 Medias generales de las variables físicas de la cruz simple SSE-255-18-19 X MLS4-1 en San Francisco del Rincón, Guanajuato.

Patrón	Densidad	Bola (%)	Bola Grande (%)	Bola Medita (%)	Plano (%)	Plano Grande (%)	Plano Medio (%)
8:2	D1	88.73	5.60	83.13	11.27	0.47	10.80
6:2	D1	68.17	2.96	65.20	31.83	0.83	31.00
4:2	D1	78.27	3.96	74.30	21.73	0.83	20.90
4:1	D1	81.53	4.03	77.50	18.47	1.27	17.20
3:1	D1	70.07	6.10	63.97	29.93	3.20	26.73
6:1	C D1	77.33	6.10	71.23	22.67	1.60	21.07
4:1	C D1	77.00	4.03	72.70	23.00	1.27	21.73
2:1	C D1	64.67	3.60	61.07	35.33	2.57	32.77
	Media	75.72	4.58	71.14	24.29	1.50	22.78
8:2	D2	88.97	5.63	83.33	11.03	0.53	10.50
6:2	D2	64.03	7.10	56.93	35.97	3.50	32.47
4:2	D2	68.20	3.86	64.33	31.80	1.50	30.30
4:1	D2	76.17	4.83	71.33	23.83	1.17	22.67
3:1	D2	62.00	7.66	54.33	38.00	2.87	35.43
6:1	C D2	80.67	4.66	76.00	19.33	0.67	18.67
4:1	C D2	58.50	11.53	46.97	41.50	6.43	35.07
2:1	C D2	79.73	7.86	71.87	20.27	2.67	17.60
	Media	72.28	6.64	65.64	27.72	2.42	25.30

D1 = 55,000 plantas/ha.
D2 = 65,000 Plantas/ha.

También podemos observar que en las demás variables que la semilla de bola media fue superior a la bola grande y el plano medio fue mayor que el plano grande. Estos resultados son semejantes a los encontrados por Méndez et al. (1991) ya que la semilla de maíz evaluada, el tamaño de plano medio superó al del plano grande.

La semilla plano y plano medio en sus mayores porcentajes se presentaron en ambas densidades en los sistemas de siembra compactos.

Debido a que la semilla bola y plana la consideramos de mayor importancia para este estudio y además presentaron un efecto altamente significativo en la interacción D X P. se realizaron los cuadrados medios de los efectos simples (Cuadro A.8) y posteriormente se obtuvieron las medias con la prueba de diferencia mínima significativa con un nivel de significancia de 0.01 (Cuadros A.9 Y A.10).

En el cuadro A.9 al comparar las medias de los efectos simples de las densidades dentro de los patrones 6:2. 4:2. 4:1 y 3:1 tradicionales así como el 6:1. 4:1 y 2:1 compactos para el porcentaje de semilla plano, se observa que la densidad de 65.000 plantas/ha es superior a la de 55.000 plantas/ha en los patrones tradicionales así como el 4:1 compacto. Mientras que la densidad de 55.000 plantas/ha el patrón 2:1 compacto resultó con mayor

proporción de esta semilla y en ambas densidades de siembra el patrón 6:1 compacto se comportó estadísticamente igual.

Al comparar las medias de los efectos simples de los patrones en cada densidad (Cuadro A.10) para el porcentaje de semilla plano. Se encontró que los patrones 2:1 compacto y el 6:2 tradicional son estadísticamente iguales en la densidad de 55.000 plantas/ha. superando a los demás patrones de siembra. En tanto que los patrones 3:1 tradicional y el 4:1 compacto son estadísticamente iguales en la densidad de 65.000 plantas/ha. superando al resto de los patrones.

Los resultados de la semilla bola se complementan con los de la semilla plana, por lo cual no se hará mención de ella.

CONCLUSIONES

Los resultados arrojados en el presente ensayo demuestran que existen diferencias estadísticas entre los factores bajo estudio, por lo tanto se acepta la hipótesis de que las diferentes localidades, densidades y patrones de siembra utilizados alteran la eficiencia y calidad en la producción de semilla del híbrido AN-447.

El comportamiento de los progenitores del híbrido AN-447 en las dos localidades de evaluación fue diferente debido principalmente a lo contrastante de los ambientes, y a la combinación de factores evaluados, así como a los diferenciales de siembra entre ambos progenitores.

Respecto a la variable rendimiento de semilla (Ton/ha) en el progenitor femenino, tanto los factores densidades y patrones de siembra en cada una de las localidades ofrecieron respuestas diferenciales entre y dentro de ellos, puesto que en ambas localidades en la densidad de 65.000 plantas, densidad alta (DA) el rendimiento fue superior, lo que permite asumir que el material responde adecuadamente al efecto de mayor número de plantas. En cuanto a los patrones de siembra su respuesta no fue consistente puesto que en San Pedro de

las Colonias. Coahuila (S.P.C.C) los mayores rendimientos los presentaron los sistemas tradicionales 4:2. 3:1 y 6:2 y en San Francisco del Rincón. Guanajuato (S.F.R.G.) en donde la mayor producción fue para el patrón 4:1 compacto con 14.227. seguido por el patrón 3:1 tradicional con 14.220.

En S.F.R.G. se presentó mayor número de días a floración femenina y madurez fisiológica así como mayor longitud y diámetro de mazorca.. y en S.P.C.C se presentaron las mayores alturas de planta y mazorca.

En cuanto al progenitor masculino (AN-7) la altura de planta no presentó diferencias en ambas localidades. no así floración masculina que en S.P.C.C fue mas temprana.

En el análisis combinado para el carácter rendimiento de grano en la crusa simple. los factores bajo estudio así como las interacciones localidad por patrón (L X P) y localidad por densidad (L x D) presentan diferencias estadísticas. lo que señala que la crusa muestra diferentes respuestas al ser evaluada bajo los efectos de una combinación de niveles de factores. por lo que del análisis de la interaccion L x P en base a efectos simples de las localidades dentro de los patrones. se concluye que en S.F.R.G. el patron 3:1 tradicional así como los 6:1 y 4:1 compactos fueron estadísticamente iguales y superiores a los de S.P.C.C.

De acuerdo a las significancias detectadas de los patrones en cada localidad, se observó que los patrones tradicionales fueron estadísticamente iguales al patrón 4:1 compacto y superiores al resto de los patrones en S.P.C.C., mientras que el patrón 3:1 tradicional y los compactos 6:1 y 4:1 son estadísticamente iguales, superando al resto de los patrones de siembra en S.F.R.G.

De acuerdo a la interacción L x D, en base a los efectos simples de localidades en la densidad de 65.000 plantas/ha se detectó que la DA en S.F.R.G. fue estadísticamente superior a S.P.C.C.

Respecto a los caracteres agronómicos se observó que el incremento en densidad de plantas ocasionó una ligera disminución tanto en longitud como en diámetro de mazorca y un incremento mínimo en altura de mazorca, no modificando los días a floración y madurez fisiológica.

La línea (AN-7) en DA presenta una reducción en altura de planta.

Respecto a las variables físicas de la semilla, la cruce simple del híbrido AN-447 presentó en cada una de las localidades diferencias estadísticas en densidades, patrones de siembra así como interacción entre ambos. Esto posiblemente ocasionado por falta de disponibilidad de agua ó un retraso en floraciones por los diferenciales de

siembra utilizados en las diferentes localidades. lo que probablemente provocó la falta de sincronización de los progenitores y por lo tanto mayores porcentajes de semilla tipo bola.

Por ser de mayor importancia la semilla tipo plano se concluye lo siguiente:

El análisis de la interacción densidad por patron (Dx P) en base a efectos simples de las densidades dentro de los patrones señala que la densidad de 55.000 plantas/ha. densidad baja (DB) es superior a la DA en los patrones 4:2 y 3:1 tradicionales y 4:1 y 2:1 compactos. En tanto que la DA el patrón 6:1 compacto resultó con mayor por ciento de esta semilla en S.P.C.C.

En base a efectos simples de los patrones en cada densidad. se observó que los patrones 6:2 y 4:2 tradicionales son superiores y estadísticamente iguales en las dos densidades de siembra. superando a los demás patrones evaluados en S.P.C.C.

El análisis de la interacción D x P en base a efectos simples de las densidades dentro de los patrones. se tiene que la DA es superior a la DB en los patrones tradicionales y el 4:1 compacto. mientras que en ambas densidades el patrón 6:1 compacto tiene un comportamiento similar y en la DB el patrón 2:1 compacto resultó con

mayor proporción de esta semilla en S.F.R.G.

En base a efectos simples de los patrones en cada densidad, se observó que el patrón 6:2 tradicional es estadísticamente igual al patrón 2:1 compacto en DB, mientras que el patrón 3:1 tradicional es estadísticamente igual al 4:1 compacto en DA para S.F.R.G.

En la localidad de S.P.C.C. se utilizó el diferencial de siembra a tiempo el macho y la hembra a los cuatro días después ocasionando que los patrones tradicionales favorecieran a la calidad de semilla plano y plano medio y en la localidad de S.F.R.G. se usó el diferencial de siembra a tiempo el macho y la hembra a los siete días después por lo que los patrones compactos fueron favorecidos en relación a la calidad de semilla plano y plano medio.

RECOMENDACIONES

Se sugiere que se continúen realizando estudios con este material, aumentando la densidad y los patrones de siembra compactos así como compactos modificados, bajo el diferencial de siembra recomendado (a tiempo el macho y a los diez días la hembra).

RESUMEN

Con el propósito de eficientizar el proceso de producción de semilla del híbrido trilineal AN-447 generado por el Instituto Mexicano del Maíz de la UAAAN, puesto que no se cuenta con información suficiente sobre su comportamiento bajo diferentes densidades y patrones de siembra, se desarrolló la presente investigación teniendo como objetivo:

Determinar la densidad y el patrón de siembra óptimos para la producción de semilla del híbrido de maíz AN-447.

Los ensayos se establecieron en dos ambientes contrastantes: San Pedro de las Colonias, Coahuila (S.P.C.C) y San Francisco del Rincón, Guanajuato (S.F.R.G.) durante el ciclo PV-1993.

Los factores bajo estudio fueron densidades: 55.000 plantas/ha. densidad baja (DB) y 65.000 plantas/ha. densidad alta (DA).. patrones de siembra : 8:2. 6:2. 4:2. 4:1 y 3:1 tradicionales así como los 6:1. 4:1 y 2:1 compactos. La distancia entre surcos para la hembra en los sistemas tradicionales fue de 0.80 m en S.P.C.C. y de 0.75

m en S.F.R.G.. En los sistemas compactos la línea (macho) se sembró entre surcos de la hembra.

La cruz simple (hembra). se sembró cuatro días después que la línea en S.P.C.C. y en S.F.R.G., siete días después.

En la cruz simple se evaluaron algunos caracteres agronomicos. rendimiento de semilla y componentes de rendimiento. así como caracteres fisiologicos y físicos de la semilla.

En el progenitor masculino se evaluó la altura de planta y días a floración masculina.

Los caracteres agronómicos y componentes de rendimiento se analizaron por localidad y en forma combinada bajo el diseño de parcelas divididas y subdivididas respectivamente, distribuyendo los tratamientos en tres repeticiones.

Las variables fisiológicas y físicas se analizaron bajo el diseño completamente al azar con arreglo factorial.

Al detectar algún tipo de significancia en las interacciones se realizó una partición de efectos para tratar de explicar este tipo de respuesta.

Los resultados de las evaluaciones señalan que los progenitores del híbrido mostraron respuestas diferentes en los caracteres analizados a excepción de los caracteres fisiológicos de la semilla. al ser probados bajo una combinación de factores. lo que permite seleccionar la combinación superior tanto por localidad como en forma combinada para lograr mayor producción y calidad de semilla híbrida.

Respecto a rendimiento de semilla se detectó que en ambas localidades en DA se obtuvo la mayor producción, siendo superior S.F.R.G. (11.710 Ton/ha) a S.P.C.C. (7.463 Ton/ha), con una media de 9.586 ton/ha.

En S.F.R.G. se observó que los patrones 3:1 tradicional así como los 6:1 y 4:1 compactos rindieron más que en S.P.C.C. En esta última localidad los patrones tradicionales y el 4:1 compacto fueron estadísticamente iguales.

La cruz simple (hembra) en DA. presentó un incremento en altura de mazorca y una reducción en longitud y diámetro de mazorca.

Los caracteres fisiológicos (germinación y vigor) no fueron afectados por los factores bajo estudio.

En cuanto a la calidad física de la semilla se encontró que el grano tipo bola se obtuvo en mayor proporción que el tipo plano bajo todas las condiciones estudiadas. lo que se considera se debió probablemente a la falta de sincronización de los progenitores a causa de las fechas de siembra entre ambos o por algún tipo de estrés (temperatura, humedad) en estos mismos.

En S.P.C.C. para densidades en los patrones, se detectó que en DB los patrones 4:2 y 3:1 tradicionales así como el 4:1 y 2:1 compactos, presentaron los mayores porcentajes de semilla tipo plano. Para patrones en cada densidad los patrones 6:2 y 4:2 tradicionales en ambas densidades fueron similares en este tipo de semilla.

Finalmente en S.F.R.G. para densidades en los patrones, la DA fue superior a la DB en los patrones tradicionales y 4:1 compacto en semilla tipo plano. En ambas densidades el 6:1 compacto se comportó similar. Con respecto a los patrones en cada densidad se tuvo que el patrón 6:2 tradicional es igual al 2:1 compacto en DB, mientras que el 3:1 tradicional tiene el mismo comportamiento al 2:1 compacto en DA.

LITERATURA CITADA

- Bolaños, J. G. 1993. Caracterización agronómica y fenológica en base a unidades calor de progenitores de híbridos de maíz (*Zea mays* L.) para producción de semilla en el bajío mexicano. Tesis de Licenciatura. U.A.A.A.N. Saltillo, Coah. México.
- Copeland, L. O. and McDonald, M. B. 1985. Principles of Seed Science and Technology. 2a. Ed. Burgess Publishing Company. Minneapolis, Minnesota. pp. 321 U.S.A.
- Cordova, O. H. S. 1986. Investigación y entrenamiento en tecnología de semillas. Un enfoque integrado para consolidar la industria semillera en Centroamérica y del Caribe. El Salvador. pp. 1-14.
- Cordova, O. R. H. y Calderón, M. P. 1987. Determinación de la relación óptima de surcos hembras y machos en producción de semilla de maíz. CENTA. El Salvador. pp. 47-55.
- Curtis, D. L. 1983. Algunos aspectos de la producción de semilla *Zea mays* L. (maíz) en E.U.A. Producción Moderna de Semillas. Editorial hemisferio sur. Tomo II. Escuela de Agricultura. Universidad de Nottingham. pp. 466-480.
- DGFA 1994. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Cultivos Básicos. México. p.73.
- Espinosa, C. A. 1985. Adaptabilidad, productividad y calidad de líneas e híbridos de maíz (*Zea mays* L.). Tesis M.C. Colegio de Postgraduados, Chapingo, México.
- Espinosa, C. A. y Tades, R. M. 1992. Producción de semilla del híbrido doble de maíz H-137 en respuesta a la fertilización y densidad de población. Rev. Fitotec. Mex. 15: 1-9.
- Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). 1993. Datos climatológicos de la estación del Campo Agrícola La Laguna (CADELALA). Matamoros, Coahuila.

- International Seed Testing Association. (ISTA) 1995. International rules for seed testing. Seed Sci. and Technology. 4:1-177- The Netherlands.
- International Seed Testing Association. (ISTA) 1987. Handbook of vigor test methods. Second Edition. Switzerland.
- Los Municipios de Coahuila. Enciclopedia de los Municipios de Mexico. 1988. 1a. Edición. Secretaría de Gobernación del Estado de Coahuila.
- Los Municipios de Guanajuato. Enciclopedia de los Municipios de México. 1988. 1a. Edición. Secretaría de Gobernación del Estado de Guanajuato.
- Méndez. M. V., Brisuela. L., Reyes. R. R., Campos. P., Reyes. J. A., y González. E. E. 1991. Evaluación de dos sistemas de siembra normal y compacto y tres relaciones de surcos hembras y machos en la producción de semilla del híbrido honduras H-29. XXXVII Reunión Anual del Programa Cooperativo Centroamericano para el Mejoramiento de Cultivos y Animales. Panamá. pp. 199-196.
- Moreno. M. E. 1984. Análisis físico y biológico de semilla agrícolas. 1a. Edición. Instituto de Biología de la U.N.A.M. Mexico. p. 222.
- Murga. S. C. M. y Solórzano. M. A. 1987. Alternativas para el incremento en los rendimientos de semilla de maíz H-5. utilizando la relación 4:1. 5:1 y 4:1 compacto en dos localidades. CENTA. El Salvador. pp. 26-25.
- Ferry. A. D. 1988. El concepto de vigor de la semilla y su relación con respecto a las técnicas de semilla. Producción moderna de semillas. Editorial hemisferio sur. Tomo II. Escuela de Agricultura. Universidad de Nottingham. pp. 693-716.
- Ramírez. G. E. 1992. Efecto de la distancia a la fuente de polen. sobre el rendimiento y sus componentes en la producción de semilla híbrida de maíz (*Zea mays* L.). Tesis de Licenciatura. U.A.A.A.N. Saltillo. Coah. México.
- Ramírez. M. D. 1992. Efecto del patrón de siembra sobre el rendimiento y calidad física de la semilla híbrida de maíz (*Zea mays* L.). Tesis de Licenciatura. U.A.A.A.N. Saltillo. Coah. México.
- Robles. S. R. 1986. Genética elemental y fitomejoramiento práctico. Ed. Limusa. México. p. 185.

- Rutger, J. N. 1971. Effect of Plant Density on Yield of Inbred Lines and Single Crosses of Maize. (*Zea mays* L.). Crop Science, Vol. 11: 475-476.
- Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH). 1993. Datos climatológicos de la Estación Purísima, en Purísima de Bustos, Guanajuato. Subdirección de Hidrología. Depto. de Hidrometría.
- Shieh, W. J. and McDonald, M. B. 1982. The influence of seed size shape and treatment on inbred seed corn quality. Seed Sci. and Technology. 10: 367-313.
- Solórzano, M. A. 1997. Determinación del potencial de producción de semillas en siembras de hembra utilizando los métodos tradicional, modificado, tradicional modificado y compacto. CENTA. El Salvador. pp. 87-98.
- Solórzano, M. A., Cordova, O. R. H., Murga, S. C. M. 1997. Evaluación de rendimiento y rentabilidad de semilla certificada de maíz H-5, en diferentes modalidades de siembra en el Salvador. CENTA. El Salvador. pp. 115-126.
- Steel, G. D. y J. H. Torrie. 1988. Bioestadística: principios y procedimientos. 2a. Ed. McGraw Hill. Mexico. pp. 448-449.

A P E N D I C E

Cuadro A.1. Temperaturas máximas y mínimas así como precipitación pluvial durante los meses de mayo a noviembre de 1993. En San Pedro de las Colonias, Coahuila.

Meses	Temp. máxima (°C)	Temp. mínima (°C)	Prec. Pluvial (mm)
Mayo	33.2	16.0	7.2
Junio	34.6	20.1	37.4
Julio	34.6	21.3	40.2
Agosto	34.6	21.8	46.0
Septiembre	30.25	16.3	58.4
Octubre	29.32	12.64	5.4
Noviembre	26.45	8.9	15.2

Fuente : INIFAP, 1993.

Cuadro A.2. Temperaturas máximas y mínimas así como precipitación pluvial durante los meses de junio a diciembre de 1993. En San Francisco del Rincón, Guanajuato.

Meses	Temp. máxima (°C)	Temp. mínima (°C)	Prec. Pluvial (mm)
Junio	32.4	15.9	168.7
Julio	29.0	14.2	213.1
Agosto	29.9	14.0	110.5
Septiembre	27.2	13.3	141.5
Octubre	28.3	9.7	44.4
Noviembre	28.2	5.5	3.1
Diciembre	27.6	2.10	

Fuente: SARH, 1993.

Cuadro A.3. Cuadrados medios de los efectos simples del rendimiento en la interacción L x P de la cruce simple SSE - 255 - 18 - 19 X MLS4 - 1 en las dos localidades.

F.V.	G.L.	Cuadrados Medios
Locs/8:2	1	1.4616
Locs/6:2	1	12.9505
Locs/4:2	1	3.2333
Locs/4:1	1	16.0614
Locs/3:1	1	83.3766 *
Locs/6:1 C	1	89.5658 *
Locs/4:1 C	1	105.3583 *
Locs/2:1 C	1	51.6799
Patrones /San Pedro	7	6.4293 **
Patrones /San Fco.	7	27.3266 **

* = Significancia al 0.05

** = Significancia al 0.01

Locs = Localidades

Cuadro A.4. Cuadrados medios de los efectos simples del rendimiento en la interacción L X D de la cruce simple SSE - 255 - 18 - 19 X MLS4 - 1 en las dos localidades.

F.V.	G.L.	Cuadrados Medios
Locs/Densidad 55.000	1	54.7991
Locs/Densidad 65.000	1	271.2517 *
Densidades/San Pedro	1	2.993
Densidades/ San Fco.	1	84.7095 **

* = Significancia al 0.05

** = Significancia al 0.01

Locs = Localidades

Cuadro A.5. Cuadrados medios de los efectos simples de las variables físicas de la cruce simple SSE-255-18-19 x MLS4 - 1 en San Pedro de las Colonias, Coahuila.

F.V.	G.L.	Plano	Bola
D/8:2	1	0.00004	0.00004
D/6:2	1	0.00025	0.00025
D/4:2	1	0.00126 **	0.00126 **
D/4:1	1	0.00035	0.00035
D/3:1	1	0.00104 **	0.00104 **
D/6:1 C	1	0.00109 **	0.00109 **
D/4:1 C	1	0.00522 **	0.00522 **
D/2:1 C	1	0.00874 **	0.00874 **
P/Densidad 1	7	0.00723 **	0.00723 **
P/Densidad 2	7	0.00626 **	0.00626 **

** = Significancia al 0.01

Cuadro A.6. Comparacion de medias de las densidades en los patrones 4:2 y 3:1 tradicionales asi como el 6:1, 4:1 y 2:1 compactos de las variables físicas en la cruce simple SE-255-18-19 x MLS4-1 en San Pedro de las Colonias, Coahuila.

Patrones	Bola (%)		Plano (%)	
	1	2	1	2
4:2	55.30 b	58.20 a	44.70 a	41.80 b
3:1	58.33 b	60.97 a	41.67 a	39.03 b
6:1C	69.80 a	67.10 b	30.20 b	32.90 a
4:1C	64.47 b	70.37 a	35.53 a	29.63 b
2:1C	58.80 b	66.43 a	41.20 a	33.57 b

Medias con la misma letra son estadísticamente iguales (D.M.S: con un nivel de significancia de 0.01)

1 = 55.000 plantas/ha
2 = 65.000 plantas/ha

Cuadro A.7. Comparación de medias de los patrones en cada densidad para las variables físicas en la cruce simple SSE-255-19-19 x MLS4-1 en San Pedro de las Colonias. Coahuila.

Patrones	Bola (%)		Plano (%)	
	1	2	1	2
8:2	61.23 c	61.77 c	38.77 c	38.23 b
6:2	56.67 de	57.97 d	43.33 ab	42.03 a
4:2	55.30 e	58.20 d	44.70 a	41.80 a
4:1	65.07 b	66.60 b	34.93 d	33.40 c
3:1	58.33 d	60.97 c	41.67 b	39.03 b
6:1C	69.80 a	67.10 b	30.20 e	32.90 c
4:1C	64.47 b	70.37 a	35.53 d	29.63 d
2:1C	58.90 d	66.43 b	41.20 b	33.57 c

Medias con la misma letra son estadísticamente iguales (D.M.S: con un nivel de significancia de 0.01)

1 = 55.000 plantas/ha
2 = 65.000 plantas/ha

Cuadro A.8. Cuadrados medios de los efectos simples de las variables físicas de la cruce simple SSE-255-19-19 X MLS4-1 en la localidad de San Francisco del Rincón. Guanajuato.

F.V.	G.L.	Plano	Bola
		0.00001	0.00001
D/8:2	1	0.00256 **	0.00256 **
D/6:2	1	0.01520 **	0.01520 **
D/4:2	1	0.00432 **	0.00432 **
D/4:1	1	0.00976 **	0.00976 **
D/3:1	1	0.00166 **	0.00166 **
D/6:1 C	1	0.05133 **	0.05133 **
D/4:1 C	1	0.03405 **	0.03405 **
D/2:1 C	1	0.01821 **	0.01821 **
P/Densidad 1	7	0.03427 **	0.03427 **
P/Densidad 2	7		

** = Significancia al 0.01

Cuadro A.9. Comparación de medias de las densidades en los patrones 6:2, 4:2, 4:1 y 3:1 tradicionales así como el 6:1, 4:1 y 2:1 compactos para las variables físicas en la cruz simple SSE-255-19-19 x MLS4-1 en San Francisco del Rincón, Guanajuato.

Patrones	Bola (%)		Plano (%)	
	1	2	1	2
6:2	68.17 a	64.03 b	31.83 b	35.97 a
4:2	78.27 a	68.20 b	21.73 b	31.80 a
4:1	81.53 a	76.17 b	18.47 b	23.83 a
3:1	70.07 a	62.00 b	29.93 b	38.00 a
6:1C	77.33 a	80.67 a	22.67 a	19.33 a
4:1C	77.00 a	58.50 b	23.00 b	41.50 a
2:1C	64.67 b	79.73 a	35.33 a	20.27 b

Medias con la misma letra son estadísticamente iguales (D.M.S: con un nivel de significancia de 0.01)

- 1 = 55.000 plantas/ha
2 = 65.000 plantas/ha

Cuadro A.10. Comparación de medias de los patrones en cada densidad para las variables físicas en la cruz simple SSE-255-19-19 x MLS4-1 en San Francisco del Rincón, Guanajuato.

Patrones	Bola (%)		Plano (%)	
	1	2	1	2
8:2	88.73 a	88.97 a	11.27 e	11.03 f
6:2	68.17 de	64.03 e	31.83 ab	35.97 b
4:2	79.27 bc	68.20 d	21.73 cd	31.80 c
4:1	81.53 b	76.17 c	18.47 d	23.83 d
3:1	70.07 d	62.00 ef	29.93 b	38.00 ab
6:1C	77.33 c	80.67 b	22.67 c	19.33 e
4:1C	77.00 c	58.50 f	23.00 c	41.50 a
2:1C	64.67 e	79.73 bc	35.33 a	20.27 de

Medias con la misma letra son estadísticamente iguales (D.M.S: con un nivel de significancia de 0.01)

- 1 Densidad de 55.000 plantas/ha
2 Densidad de 65.000 plantas/ha