

# UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"

1277



FECHA DE ADQUISICION	
NUM. DE INVENTARIO	001
PROCEGENCIA	U.A.A.A.
NUM. DE CLASIFICACION	SB. 0.4
PRECIO	19
DIST:	C.

**EFFECTO DE DENSIDADES DE POBLACION Y SISTEMAS DE SIEMBRA  
SOBRE EL RENDIMIENTO DE HIBRIDOS SUPERENANOS DE MAIZ**  
(*Zea mays* L.)

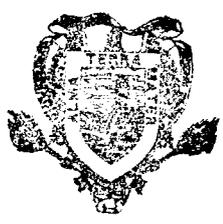
## JOSE LUZ CHAVEZ ARAUJO

**T E S I S**  
**DE**  
**MAESTRO EN CIENCIAS**

Universidad Autónoma Agraria  
"ANTONIO NARRO"



T00089  
CID UAAAN



UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA  
"ANTONIO NARRO"

COLEGIO DE GRADUADOS

EFFECTO DE DENSIDADES DE POBLACION Y SISTEMAS DE SIEMBRA  
SOBRE EL RENDIMIENTO DE HIBRIDOS SUPERENANOS DE MAIZ  
(ZEA MAYS L.)

JOSE LUZ CHAVEZ ARAUJO

T E S I S

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA  
OBTENER EL GRADO ACADEMICO DE

MAESTRO EN CIENCIAS

ESPECIALIDAD EN FITOMEJORAMIENTO

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA.

1 9 8 0

EFFECTO DE DENSIDADES DE POBLACION Y SISTEMAS DE SIEMBRA  
SOBRE EL RENDIMIENTO DE HIBRIDOS SUPERENANOS DE MAIZ  
( ZEA MAYS L. )

POR

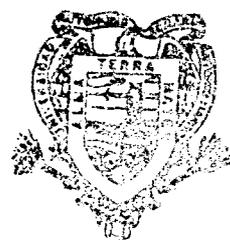
JOSE LUZ CHAVEZ ARAUJO

TESIS QUE SE SOMETE COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER  
EL GRADO DE:

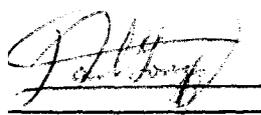
MAESTRO EN CIENCIAS  
ESPECIALIDAD: FITOMEJORAMIENTO

APROBADA:

  
PRESIDENTE



BIBLIOTECA  
EGIDIO G. RESONAT  
BANCO DE TESIS  
U.A.A.A.N.

  
VOCAL

  
VOCAL

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"

## CONTENIDO.

	Pag.
INTRODUCCION .....	1
REVISION DE LITERATURA .....	3
MATERIALES Y METODOS .....	16
RESULTADOS Y DISCUSION .....	25
RESUMEN Y CONCLUSIONES .....	63
BIBLIOGRAFIA .....	66
RECONOCIMIENTO .....	72
APENDICE .....	73

## INTRODUCCION

El rendimiento de plantas individuales de maíz está fuertemente influenciado por el número de plantas por unidad de superficie. Generalmente, cuando se aumenta la población de plantas por hectárea, el rendimiento de plantas individuales se reduce debido principalmente a que las plantas crecen demasiado, sus tallos son delgados y quebrados, muestran susceptibilidad al acame, presentan un alto índice de plantas sin mazorca, las mazorcas son pequeñas y mal formadas, etc. Sin embargo, el rendimiento total de grano por unidad de superficie puede incrementarse si que la reducción en el rendimiento por planta está compensado por el aumento en el número de plantas.

Por otra parte, el rendimiento de plantas individuales también puede ser afectado por el patrón de siembra, ya que de éste depende la competencia (por luz solar, agua, nutrientes, etc) que pueda existir entre las plantas del mismo surco y entre plantas de surcos adyacentes cuando se siembra en altas densidades. Teóricamente la competencia entre plantas puede reducirse, si se utiliza un patrón de siembra en donde las plantas queden distribuidas uniformemente por medio de espaciamientos equidistantes (igual distancia entre surcos y entre plantas dentro del surco).

En los últimos años se han utilizado un gran número de prácticas culturales (altas densidades de plantas por hectárea, altas dosis de fertilizantes, control de malezas, plagas y enfermedades, etc) con el propósito de incrementar los rendimientos unitarios. Sin embargo, a la fecha no han sido muy satisfactorios los resultados obtenidos con maíces normales, por lo que se ha recurrido a modificar la arquitectura de las plantas con el objeto de eli-

- 2 -

En el presente estudio se tomaron 20 híbridos que presentaban un porte de planta bajo debido al gene de nanismo  $br_2$  y además hojas erectas arriba de la mazorca. Estos híbridos se evaluaron en una localidad bajo dos sistemas de siembra y dos densidades de población con el fin de alcanzar los objetivos siguientes:

1. Determinar el efecto que la densidad de población (120,000 y 200,000 plts/ha) tiene sobre la producción de grano en híbridos superenanos.
2. Estimar la diferencia en producción de híbridos superenanos sembrados en plano equidistante y normal (surcos).
3. Determinar la relación entre sistemas de siembra y densidades de población.

## REVISION DE LITERATURA

### Los Genes Modificadores en la Morfología y Rendimientos de las Plantas.

Muchas veces las hojas no se presentan en forma horizontal en la planta, principalmente en los cereales, pero estas pueden descansar en todos los ángulos posibles influenciadas por el genotipo, estado de crecimiento, densidad de población y estado de nutrientes.

Considerando lo anterior, la mayoría de mejoradores de varios cultivos han ocasionado cambios drásticos en las plantas mediante el uso de genes mutantes, un caso de ello es el caso del gene recesivo  $b_{r_2}$  utilizado en maíz el cual reduce los entrenudos localizados abajo de la mazorca sin afectar el número de hojas.

Singleton (1949), Leng (1957), Leng y Ross (1959), reportan que cuando el gene  $b_{r_2}$  es introducido en una variedad o línea de maíz los rendimientos de los híbridos provenientes de estos materiales generalmente disminuyen en relación a los híbridos normales.

Anderson y Chow (1963), encontraron que cuando el gene  $b_{r_2}$  es incorporado al maíz normal produce variaciones fenotípicas en las plantas tales como: hojas mas anchas de color verde oscuro y de mayor longevidad, posiblemente a esto se le atribuye una maduración más tardía y/o lento secado del grano. Encontraron a la vez menos hileras de granos por mazorca y mayor número de granos por hilera. Indican también que la altura de la mazorca esta positivamente correlacionada al material convertido a  $b_{r_2}$ , además se reduce totalmente el acame de tallo y raíz en la mayoría de las plantas.

Baker y Musgrave (1964), Hageman, Flesher y Gitter (1961), Moss et al. (1961) y Knipmeyer et al. (1962) estudiaron la importancia que la luz solar tiene en la productividad de las plantas. Estos autores indican que la luz solar bajo buenas condiciones de humedad y óptima fertilidad es el factor más limitante en la producción por planta debido al grado fotosintético de cada una de ellas.

Pendleton et al. (1968), realizaron estudios con híbridos simples enanos de hojas erectas e híbridos enanos con hojas normales, de donde encontraron que los híbridos que portaban el gene para hojas erectas produjeron 40% más de rendimiento que los híbridos con hojas normales. Observaron también, que al arreglar mecánicamente las hojas arriba de la mazorca en posición erecta, los rendimientos eran mayores que los producidos por el mismo híbrido en su estado normal. Por lo que dedujeron que el ángulo de la hoja afecta directamente la penetración de la luz en follajes compactos, debido a que las hojas superiores interceptan en mayor proporción la radiación solar, impidiendo de esta manera que la energía lumínica llegue con la misma intensidad a las hojas medias e inferiores de la planta.

Por lo anterior, Donald (1968), menciona que la eliminación de las características indeseables en las plantas ha contribuido sustancialmente a un incremento en los rendimientos.

Katta y Castro (1970) y Poey (1973), reportaron que los bajos rendimientos de los maíces braquíticos es debido en parte a que estos poseen hojas más anchas que lo normal y que se agrupan en la zona próxima al jilote impidiendo de esta manera que el polen llegue libremente a los estigmas para una buena fecundación, por lo que se presentan mazorcas con pocos granos. A la vez los mismos auto --

con hojas erectas, angostas y de espigas pequeñas, puede contribuir a un mayor rendimiento de las plantas.

Por otro lado, Sinclair et al. (1972), reportaron que las hojas erectas no mejoran la capacidad reproductiva de las plantas sino que solamente permiten que se manifieste su verdadero potencial de rendimiento. Sin embargo, Hicks y Stucker (1972), Muresan et al. (1969) y Paradi(1969), mencionan que los maíces semienanos y enanos con follaje normal han rendido igual o mas que los maíces normales, mostrando una mayor resistencia al acame.

Estudios realizados en otros cereales comprueban que al modificar la arquitectura de las plantas se obtiene mayor eficiencia fisiológica en el aprovechamiento de la luz solar incrementando sustancialmente los rendimientos.

Monsi y Saeki (1953), Wilson (1960), Murata (1961), Duncan et al. (1967) y Wardlaw (1967), estudiaron el efecto que la iluminación tiene sobre varios cereales (arroz, trigo y cebada) con hojas erectas, concluyendo que en este tipo de plantas hay ganancia fotosintética debido a que las hojas tienen una mayor área de iluminación que en plantas con hojas caídas y horizontales, en las cuales las hojas superiores están bien iluminadas y las inferiores parcial o totalmente sombreadas.

Tsunoda (1959a), en estudios que realizó con arroz encontró que las variedades que responden a densidades altas de siembra, son aquellas con tallos cortos, erectos resistentes al acame, hojas verde oscuro, cortas, angostas y erectas.

Matsushima et al. (1964), demostraron que el efecto del ángulo de la hoja en arroz afectaba la asimilación

de  $\text{CO}_2$ . Estos autores estudiaron una variedad con hojas erectas en altas y bajas densidades de siembra, la mitad de las plantas de ambas densidades fueron tratadas manualmente para que tuvieran las hojas en posición horizontal. La asimilación del  $\text{CO}_2$  fue afectada en un 35% en altas densidades de siembra, en cambio en plantas muy espaciadas la asimilación no se afectó.

Gardener (1966), comparó tres variedades de cebada de alto rendimiento con variedades de bajo rendimiento, encontrando que las variedades de alto rendimiento tenían las hojas erectas y angostas las que permitían una mayor penetración de la luz hacia las partes inferiores de la planta, mientras que las variedades de bajo rendimiento tenían hojas largas anchas y caídas que interceptaban la luz hacia las hojas inferiores.

Jennings (1966), demostró que las plantas con hojas erectas pueden crecer a mayor densidad de población con menor o nula competencia que las plantas con hojas caídas y horizontales.

#### Efectos del Sistema de Siembra en la Producción por Planta.

Aunque se han hecho muchas comparaciones de rendimiento entre diferentes patrones de siembra, la superioridad de alguno de ellos no ha sido claramente establecida.

Dungan et al. (1958), al revisar investigaciones sobre densidades de población en maíces normales encontraron que por lo menos bajo condiciones óptimas de humedad y plantas distribuídas equidistantemente (distancia igual entre plantas del mismo surco y entre plantas de surcos diferentes) se aumentan los rendimientos en 627.7 kg/ha, pero al mismo tiempo se aumenta el acame. De acuerdo a estas

referencias los autores deducen que el patron de siembra equidistante puede reducir la competencia por humedad y nutrientes entre las raíces de las plantas vecinas.

Hoff y Mederski (1960), estudiaron dos sistemas de siembra, en surcos convencionales separados a 90 cm y siembra equidistante en varias densidades de plantas por hectárea. Los autores encontraron que en bajas densidades de siembra el efecto del sistema de organizar a las plantas en el campo es mínimo, sin embargo, el efecto aumentó a 300 kg por hectárea para las siembras equidistantes cuando se utilizaron altas densidades de plantas por hectárea.

Woolley et al. (1962), estudiaron los efectos de tres poblaciones de plantas (39,550; 49,420 y 59,300 plts/ha) bajo tres espaciamientos de surcos dentro de cada densidad durante dos años (1959 y 1960), utilizando cruces simples de maíz. Los autores concluyeron que la máxima producción se obtuvo en la densidad de 49,420 y 39,550 plts/ha en 1959 y 1960, respectivamente. La disparidad en producción, número de plantas estériles (sin jilote) y los intervalos de maduración del polen entre años lo atribuyeron a la humedad de suelo.

Andrew (1967), condujo un estudio con híbridos de maíz dulce precoces y tardíos sembrados en diferentes espaciamientos de surcos por un período de cinco años consecutivos, obteniendo una producción de 9,414 a 12,550 hg/ha, concluyendo que la densidad de población influyó más que la anchura de los surcos en la producción de plantas sin mazorca y consecuentemente en la producción de grano.

Giesbrecht (1969), estudió cuatro híbridos bajo 30,000; 45,000; 60,000 y 75,000 plts/ha en cada uno de los cuatro espaciamientos utilizados; 50. 65. 80 y 95 - -

cm entre surcos. Los espaciamientos no afectaron la producción de grano; sin embargo, cada incremento en la población produjo un aumento sustancial en la producción de grano. La respuesta de producción entre variedades difirió significativamente al incrementarse la población de plantas. Los híbridos altos y de maduración más tardía se adaptaron mejor a la competencia en altas densidades de plantas que los híbridos precoces.

Nuñez y Kamprath (1969), estudiaron en el híbrido tardío Pioneer 309B los efectos que la anchura de surcos y dosis de nitrógeno tienen sobre el área foliar e índice de área foliar por planta. El índice de área foliar se incrementó linealmente cuando la población de plantas de maíz se incrementó de 34,500 a 69,000 plts/ha. Sin embargo, el área foliar por planta se redujó conforme la densidad de plantas se incrementó. La dosis de nitrógeno de 112 a 280 kg/ha y la anchura de surcos no tuvieron efecto sobre el área foliar por planta ni sobre el índice foliar. El rendimiento de grano por hectárea del híbrido tardío no fue afectado por el espaciamiento entre surcos, excepto bajo condiciones de sequía donde el espaciamiento de 53 cm dió mayores rendimientos que el espaciamiento de 103 cm. Los más altos rendimientos de grano se obtuvieron con 280 kg de nitrógeno y 51,750 plts/ha.

Hunter et al. (1970), evaluaron cinco híbridos precoces de maíz en surcos de 46 y 91 cm con poblaciones de 48,000; 62,000 y 72,000 plts/ha. Los cinco híbridos evaluados se comportaron similarmente de acuerdo a su densidad de población y distancia entre surcos, es decir, la producción de grano e índice de área foliar se incrementaron a medida que aumenta la población. Reportan a la vez que los híbridos precoces son los mejores para la producción normal, indican también que son pocos los

Lutz et al. (1971), estudiaron 10 híbridos de maíz (precoces, intermedios y tardíos) durante tres años en tres localidades con el objeto de observar los efectos de población y distancias entre surcos. La producción de grano se incrementó a medida que se redujo la distancia entre surcos en los híbridos tardíos sembrados en altas densidades de población. En forma general el peso de mazorca se incrementó al decrecer la anchura del surco y la población de plantas, aumentando a la vez el período de maduración.

Stivers et al. (1971), compararon tres espaciamientos entre surcos (51, 76 y 102 cm) para determinar la producción de grano y materia seca en maíz. Utilizaron un híbrido precoz, un intermedio y un tardío bajo 54,000 y 69,000 plts/ha. La producción de grano y materia seca se incrementó en 7.3 y 4.4% para los espaciamientos de 51 y 76 cm, respectivamente con respecto al espaciamiento de 102 cm. Así mismo la materia seca en el mismo orden anterior fue de 5.0 a 3.4%. De lo anterior los autores concluyeron que la máxima producción de grano se obtiene con híbridos intermedios y en los surcos más angostos.

Por otro lado, Fowler y Ray (1977), estudiaron en algodón las reacciones morfológicas y agronómicas en un amplio rango de poblaciones de plantas sembradas equidistantemente en cinco densidades de población variando de 38,750 a 62,000 plts/ha en patrones de siembra, donde la distancia entre plantas y entre surcos fue la misma. La densidad de plantas incrementó el peso por unidad de superficie y todos los componentes de las plantas fueron incrementados excepto las ramas vegetativas que decrecieron. El tamaño de la bellota, número de semillas por bellota, índice de semilla e índice de hilo decrecieron

### Efectos de la Densidad de Población en la Producción por Unidad de Superficie.

Los rendimientos obtenidos en plantas normales sembradas en altas densidades de población están fuertemente influenciados por la competencia entre plantas por luz, agua y nutrientes, con la subsecuente reducción en la producción por planta.

Desde hace varias décadas Krassovsky (1926), menciona que las siembras con altas densidades de plantas con un solo tallo principal y sin hijos aumenta la producción de grano por unidad de área que lo que produce una variedad con gran capacidad de ahijamiento y sembrada espaciadamente.

Singleton (1949), encontró que los maíces enanos soportan altas densidades de población en relación con los maíces normales con un sustancial incremento en el rendimiento. Sin embargo, Pendleton y Seif (1961), argumentan que la disminución del rendimiento de los híbridos enanos se debe al incremento en la densidad de población de la que actualmente se recomienda para maíces normales en la faja maicera de los Estados Unidos.

Donald (1951, 1958), Blackman y Black (1959), Hoyt y Bradfield (1962) y Lusunov y Lisunova (1974), encontraron que la competencia por luz ocurre en la mayoría de los cultivos excepto en las plantas recién emergidas, o en regiones donde la densidad de población es limitada por agua. Mencionan también que la competencia por luz ocurre entre plantas, dentro especies o entre hojas, puesto que estas últimas están sobrepuestas una sobre la otra ya sea de la misma planta o de la planta adyacente, por lo que el rango fotosintético de las hojas inferiores se ve reducido por el sombreamiento de las hojas superiores; esta competencia es ineludible en cultivos sembrados en altas densi-

damente altos por lo que es de esperarse que los rendimien-  
tos disminuyen rápidamente. Así mismo, Stinson y Moss -  
(1960), indican que la tolerancia al sombreamiento entre -  
plantas vecinas es una característica de buenos híbridos.

Laird et al. (1954, 1955), Delorit y Alhgren-  
citados por Espino (1972) reportan que al aumentar la den-  
sidad de plantas por hectárea el número de mazorcas por -  
planta disminuye, el tamaño de la mazorca decrece, las ho-  
jas se vuelven más cortas y angostas, reduciéndose por lo -  
tanto, el peso por mazorca y el rendimiento y calidad de -  
grano por planta. Sin embargo, consideran que el tamaño -  
pequeño de las mazorcas se puede compensar por lo menos -  
parcialmente por un elevado número de plantas por hectárea  
aumentándose a la vez el rendimiento de forraje por unidad  
de superficie. Estos trabajos también han sido reportados  
por Colville y Mc. Gill (1962), Ordáz (1968), Huerta ----  
(1970), Kamprath, et al. (1974) y Stratula y Popa (1974).

Dungan et al. (1958), consideran que el fac -  
tor crítico que afecta la densidad de población para obte-  
ner los máximos rendimientos es el período de desarrollo -  
vegetativo, ya que los híbridos precoces pueden sembrarse -  
más densamente que los híbridos tardíos.

Sowell (1960), encontró que las plantas norma-  
les sembradas bajo altas densidades de población no se de-  
sarrollan rápidamente por lo que su ciclo vegetativo en la  
producción de grano es largo, las plantas compactas bajo -  
estas mismas condiciones detienen el crecimiento vegetati-  
vo mediante la producción de sustancias inhibidoras de -  
crecimiento, lo cual favorece una mayor producción de gra-  
no.

Sowell et al. (1961), al estudiar la línea Hy  
de característica enana y Hy normal encontraron que la lí-

nea enana produjo mayor rendimiento que la normal cuando se sembró a densidades de población extremadamente altas.

Pendleton y Seif (1961), reportan que las densidades óptimas de población para los maíces enanos con follaje normal son muy similares a la de los maíces altos. En estudios comparativos sobre densidades de población encontraron que con 39,500 plts/ha la producción de grano se incrementó, pero, a medida que se aumentaban las densidades de población los rendimientos disminuían.

Stickler (1964), comparando densidades de población en surcos separados a 50, 75 y 100 cm encontró que con los híbridos  $br_2$  los rendimientos más altos se obtuvieron en surcos de 75 cm con una población de 54,000 plts/ha aproximadamente.

Stringheld (1964), concluye de sus estudios que el mejoramiento de genotipos para resistencia a densidades altas de población, puede contribuir con el potencial de rendimiento en híbridos derivados de líneas prolíficas.

Pendleton y Smith (1967), mencionan que el incremento en la producción de grano de maíz por unidad de área, en el futuro dependerá necesariamente de un incremento en la población de plantas por hectárea.

Rutger y Crowder (1967), evaluaron en superficies grandes, seis híbridos precoces y seis tardíos en dos localidades por tres años a densidades de población de 40,000; 50,000; 60,000; 70,000 y 80,000 plts/ha y reportaron que los híbridos fueron diferentes en cuanto a producción e indican a la vez que el híbrido que más rindió en estas densidades fue debido a un alto porcentaje de mazor-

Russell (1968), comparó híbridos triples formados a partir de líneas prolíficas en cuatro densidades de población, 29,000; 38,700; 48,400 y 58,100 plts/ha en dos localidades por tres años consecutivos. Los rendimientos más altos se obtuvieron a 58,100 plts/ha, pero se incrementó la incidencia de plantas sin mazorcas, mientras que en la densidad de 29,000 plantas se obtuvo un 27% de plantas con dos mazorcas.

El-Lakany y Russell (1971), estudiaron los efectos de diferentes líneas  $F_5$  bajo tres densidades de población en seis ambientes diferentes. Estos autores reportan que a baja densidad hubo correlación en la altura de mazorca y planta con el rendimiento; en la densidad media el diámetro de la mazorca y el porcentaje de desgrane se aumentó; en la alta densidad hubo correlación significativa en todos los caracteres.

Anderson (1971), considera que la merma en los rendimientos en altas densidades de población es a consecuencia de la presencia de un alto número de plantas sin mazorcas.

Hicks y Stucker (1972) y Katta (1970), concluyeron de sus estudios que las plantas enanas con hojas erectas también tienen un límite en la densidad de población, el ángulo de la hoja disminuye a medida que la población aumenta, además reportan que en los maíces altos con hojas erectas los rendimientos disminuyen en altas densidades de población.

Russell (1972), comparó el efecto del ángulo de la hoja en híbridos de hojas erectas sin lígula e híbridos normales bajo tres densidades de población 38,750-58,270 y 77,500 plts/ha. La respuesta lineal de producción fue diferente para los dos grupos de híbridos a medi

da que se aumento la población, los coeficientes de regresión lineal fueron de 0.35 y 2.70 para hojas erectas y horizontales, respectivamente.

Hicks y Stucker (1972), estudiaron 18 híbridos normales de maíz bajo diversas orientaciones de hojas en cinco densidades de siembra encontrando una correlación negativa entre la producción y el ángulo de la hoja en bajas densidades aproximándose a cero cuando se incrementa la densidad.

Gotlin y Pucaric (1972), Husien (1969) y Poey (1973), indican que a medida que se aumenta la población de plantas, el área foliar por hectárea también se aumenta.

Castro (1973), logró formar plantas de altura reducida, hojas erectas, espigas pequeñas y entrenudos cortos abajo de la mazorca, características que permitieron sembrar 130,000 plts/ha con lo que obtuvo un considerable aumento en el rendimiento por hectárea.

Poey (1973), menciona que al aumentar el número de plantas por hectárea se elevan los rendimientos más allá de lo que puede lograrse con solo aumentar el potencial genético de las plantas.

Buren, Mock y Anderson (1974), estudiaron en maíz los efectos que producen las altas densidades de plantas encontrando que a 98,800 plts/ha, las plantas se volvían estériles (flor femenina) como consecuencia de efectos morfológicos y fisiológicos ocasionados al aumentar el número de plantas, por lo tanto, la presencia de plantas estériles en la población es un factor limitante en la producción de grano. Sin embargo, indican que los genotipos de maíz tolerantes a altas densidades de población se ca -

- 15 -

acterizan por una rápida floración, coincidencia en la po  
inización, rápida emergencia y crecimiento de la primera-  
azorca y eficiente producción de grano por unidad de área  
oliar.

## MATERIALES Y METODOS

### Procedimientos y Materiales Experimentales.

La población original que sirvió de base para la formación de los materiales evaluados en este estudio es el compuesto 301 SSE formado a través de cruzamientos entre una planta enana de grano amarillo, hojas erectas y vueltas, tallo cuadrado, etc, proveniente de Argentina y a población de maíz blanco segregante para el gene  $br_2$  - on 75% de germoplasma de la variedad Puebla Grupo 1 y - 25% de tuxpeño braquítico).

De estos cruzamientos se obtuvo en la  $F_2$  las siguientes segregaciones:

- a) Plantas altas como Puebla Grupo 1 braquítico.
- b) Plantas de altura intermedia con fuerte tendencia a producir dos mazorcas bien desarrolladas por planta.
- c) Plantas extremadamente enanas.

De acuerdo con estas segregaciones, se puso manifiesto la existencia de plantas extremadamente enanas, con mazorcas bien desarrolladas, hojas erectas anastas y tallo fuerte. A esta población se le llamó Sección Super Enana (SSE) (Castro, 1973).

### Formación de Líneas.

El material genético para la realización de este estudio fueron 18 cruza triples formadas a partir de la cruza simple SSE 232-1-1 X SSE-255-1-1, con líneas derivadas del compuesto 301 SSE.

Tomando como fuente a la población SSE se formaron las líneas progenitoras de los híbridos de este estudio siguiendo el esquema de mejoramiento genealógico (método de pedigree). A partir del invierno de 1969-1970, sembraron mazorca por surco 500 mazorcas  $S_0$  obtenidas de plantas de polinización libre de la población extremadamente enana para obtener líneas  $S_1$ , de las cuales solamente se conservaron 150, con lo que se continuó el proceso de endocria y selección hasta el nivel de  $S_4$  ( $F = 93.75\%$ ).

Una vez formadas y seleccionadas las mejores líneas  $S_4$ , se sembraron en Tepalcingo, Mor. (1973-1974) para formar las cruzas triples (Cuadro 13. apéndice) que constituyen el material básico de este estudio. Las cruzas triples como ya se ha mencionado fueron obtenidas a partir de la crusa simple (SSE-232-1-1XSSE-255-1-1) con líneas  $S_4$  y  $S_5$  previamente seleccionadas. Estas cruzas triples grano blanco son los materiales genéticos de altura reducida y hojas erectas que se evaluaron en el Bajío Mexicano con el propósito de estudiar por una parte su respuesta a diferentes patrones y densidades de siembra que permitan obtener los mayores rendimientos por unidad de superficie.

#### Procedimientos Experimentales.

La formación de líneas y la evaluación de las cruzas experimentales se llevó a cabo en las localidades Juventino Rosas, Gto. y Tepalcingo, Mor., de 1970 a 1974.

Todos los trabajos que se hicieron en la preparación del terreno para la realización del presente estudio se llevaron a cabo con maquinaria agrícola específica para las labores agrícolas normales (barbecho, raso, nivelación surcado, etc).

Para nuestro estudio se usaron dos sistemas de siembra: siembra en plano equidistante y siembra normal (surcos) separados a 75 cm, usándose a la vez dos densidades de población 120,000 y 200,000 plts/ha en ambos siste-

Siembra en plano equidistante. Esta consistió en sembrar las plantas en plano (sin surcos) en hileras de igual distancia unas de otras en ambos sentidos, lo que da un cuadrado perfecto, en donde las plantas tienen las mismas distancias unas de otras, la misma superficie, la misma competencia por luz, agua, nutrientes, etc, excepto si o haya fallas.

Las parcelas experimentales utilizadas en las densidades de población fueron de 10 hileras de 4 m de longitud. Se sembraron 15 matas por hilera a una distancia entre plantas de 29 x 29 cm para la densidad de 120,000 plts/ha y 19 matas por hilera a 22 x 22 cm para la densidad de 200,000 plts/ha.

Para asegurar una población uniforme, al momento de la siembra se sembraron dos granos por mata y posteriormente se aclaró a una planta por mata, dándonos una población total de 150 y 190 plantas por parcela para cada densidad obteniendo finalmente una población de plantas por parcela útil de 112 y 144 al eliminar los bordos. El área por parcela útil en cada una de las densidades fue de 4.2 y 6.97 m<sup>2</sup>, respectivamente.

Siembra normal. El espaciamento entre surcos en este sistema fue de 75 cm en ambas densidades. Las parcelas experimentales utilizadas en las dos densidades fueron de cinco surcos de 3.19 y 3.23 m para la densidad de 120,000 y 200,000 plts/ha, respectivamente. Se sembraron

matas por surco a 11 cm entre matas en la primera densidad y 50 matas por surco a 6.6 cm entre matas para la segunda densidad.

Al igual que en el sistema anterior se sembrados granos por mata para aclarar a una planta por mata do una población total de plantas por parcela de 150 y plantas para cada densidad, quedando finalmente 90 y plantas por parcela útil. El área por parcela útil en a una de las densidades fue de 7.18 y 7.27 m<sup>2</sup>, respectivamente.

Los materiales evaluados fueron 18 cruza tri-s experimentales, la cruza simple (SSF-232-1-1XSSF-255-) y el híbrido AN-360 Pancho Villa utilizados como tesos. La evaluación del experimento se llevó a cabo en entino Rosas, Gto. en el año de 1974.

Durante el desarrollo del experimento se tomados datos de las siguientes características: fecha de floión, altura de mazorca, calificación de plantas con res to a susceptibilidad a enfermedades, número de tallos brados, cobertura de mazorca, número de plantas por par a y datos de las mazorcas cosechadas como: número de orcas cosechadas, número de mazorcas enfermas, porciende humedad y rendimiento en toneladas por hectárea.

Al tomar los datos se hizo dentro de la parce- útil experimental, es decir, en las ocho hileras para sistema de siembra equidistante y en los tres surcos traes para el sistema normal. Las dos hileras y cos laterales de cada parcela así como la primera mata- cada hilera y surco de la parcela útil sirvieron de bor (protección).

### Caracteres Medidos

1. Fecha de floración. Esta se tomó cuando aproximadamente el 50% de las plantas presentaban estigmas y solían polen las espigas.

2. Altura de mazorca. Esta fue tomada unos días antes de la cosecha midiendo 10 plantas al azar por parcela desde la base de la planta a la base del nudo de la mazorca principal, obteniéndose el promedio de altura de las plantas medidas.

3. *Helminthosporium maydis* raza T y *Puccinia* spp. - datos se tomaron 40 días después de haber terminado la floración. La escala de calificación fue de 1 a 5, donde 1 = cero lesiones para ambas enfermedades.

4. Número de tallos quebrados (acame de raíz y tallos). Este dato se obtuvo contando el número de plantas inclinadas o caídas totalmente de la base de la planta; para el caso de acame de raíz. Y contando el número de tallos quebrados o doblados abajo de la mazorca para el acame de tallo. Una vez obtenido el número de plantas con estos defectos se transformó a por ciento de acuerdo con el número total de plantas por parcela.

5. Cobertura de mazorca. Se utilizó la misma calificación de 1 a 5 como en la calificación de enfermedades respondiendo el 1 a cobertura perfecta.

6. Número de plantas por parcela. Todas las plantas de la parcela útil fueron contadas. En las parcelas que presentaron fallas (plantas faltantes) se ajustó el rendimiento por medio de un factor de corrección (cuadro 14 índice) calculado con la fórmula  $\frac{M-0.3F}{M-F}$  determinada en

$$\frac{M-0.3F}{M-F}$$

va por Merle T. Jenkins.

7. Número de mazorcas cosechadas. Corresponde al número total de mazorcas cosechadas por parcela expresado en número de mazorcas por cien plantas.

8. Número de mazorcas enfermas. Una vez cosechadas obtenido el número total de mazorcas por parcela se contabilizaron las mazorcas enfermas para transformarse a porcentaje y determinar el grado de sanidad de los híbridos evaluados.

9. Porcentaje de humedad. Se tomó una muestra de peso de 200 gr por parcela de 10 mazorcas tomadas al azar, para determinar el porcentaje de humedad a través de un aparato electrónico determinador de humedad STFNLITE.

10. Rendimiento en toneladas por hectárea (ton/ha) - mazorca al 15.5% de humedad. Los rendimientos de campo de cada una de las parcelas una vez ajustadas por fallas se multiplicaron por un factor de corrección para cada sistema de densidad de siembra, siendo 1,256.29; 1,697.89; 1,648.24 y 1,27.82, los factores correspondientes a plano equidistante surcos en las densidades de 120,000 y 200,000 plts/ha, respectivamente.

#### Análisis Estadístico.

Este experimento incluyó 20 tratamientos que fueron evaluados en la localidad de Juventino Rosas, Gto. en 1974. El diseño utilizado fue el de parcelas sub-subdivididas con dos repeticiones que incluían un total de 160 parcelas experimentales, donde las parcelas grandes correspondían a los sistemas de siembra (plano equidistante y surcos), las parcelas medianas a las densidades de población y

## Análisis de Varianza.

El análisis de varianza para producción sistemas de siembra y densidades de población fueron realizados usando el siguiente modelo:

$$y_{ijkl} = M + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + R_{ijl} + \gamma_k + (\alpha\gamma)_{ik} + (\beta\gamma)_{jk} + (\alpha\beta\gamma)_{ijk} + \epsilon_{ijkl}.$$

donde:

- $i = 1, 2, \dots, s$  (Sistemas)
- $j = 1, 2, \dots, d$  (Densidades)
- $\kappa = 1, 2, \dots, c$  (Cruzas)
- $l = 1, 2, \dots, r$  (Repeticiones)

$y_{ijkl}$  = Observación de la  $\kappa$ -ésima cruza en la  $l$ -ésima repetición en la  $j$ -ésima densidad en el  $i$ -ésimo sistema.

$M$  = Media general.

$\alpha_i$  = Efecto del  $i$ -ésimo sistema de siembra.

$\beta_j$  = Efecto de la  $j$ -ésima densidad.

$(\alpha\beta)_{ij}$  = Efecto de la interacción simple del  $i$ -ésimo sistema dentro de la  $j$ -ésima densidad.

$R_{ijl}$  = Efecto de la  $l$ -ésima repetición anidada en el  $i$ -ésimo sistema por la  $j$ -ésima densidad.

$\gamma_k$  = Efecto de la  $\kappa$ -ésima cruza.

$(\alpha\gamma)_{ik}$  = Efecto de la interacción simple del  $i$ -ésimo sistema de la  $\kappa$ -ésima cruza.

$(\beta\gamma)_{jk}$  = Efecto de la interacción simple de la  $j$ -ésima densidad de la  $\kappa$ -ésima cruza.

- $\{\beta\delta\}_{ijk} =$  Efecto de la interacción triple del  $i$ -ésimo sistema de la  $j$ -ésima densidad de la  $\kappa$ -ésima cruza.  
 $\epsilon_{ijkl} =$  Error experimental.

Para este modelo se consideró

$$\epsilon_{ijkl} \sim NID(0, \sigma^2)$$

La prueba de significancia de la diferencia entre sistemas, densidades, cruza e interacciones se determinó con las siguientes pruebas de F.

- (S) =  $M_1/M_4$  con  $(s-1)$  y  $sd(r-1)$  grados de libertad asociados con  $M_1$  y  $M_4$ , respectivamente.  
 (D) =  $M_2/M_4$  con  $(d-1)$  y  $sd(r-1)$  grados de libertad asociados con  $M_2$  y  $M_4$ , respectivamente.  
 (D) =  $M_3/M_4$  con  $(s-1)$   $(d-1)$  y  $sd(r-1)$  grados de libertad asociados con  $M_3$  y  $M_4$ , respectivamente.  
 (D) =  $M_4/M_9$  con  $sd(r-1)$  y  $sd(r-1)(c-1)$  grados de libertad asociados con  $M_4$  y  $M_9$ , respectivamente.  
 (C) =  $M_5/M_9$  con  $(c-1)$  y  $sd(r-1)(c-1)$  grados de libertad asociados con  $M_5$  y  $M_9$ , respectivamente.  
 (C) =  $M_6/M_9$  con  $(s-1)(c-1)$  y  $sd(r-1)(c-1)$  grados de libertad asociados con  $M_6$  y  $M_9$ , respectivamente.  
 (C) =  $M_7/M_9$  con  $(d-1)(c-1)$  y  $sd(r-1)(c-1)$  grados de libertad asociados con  $M_7$  y  $M_9$ , respectivamente.  
 (C) =  $M_8/M_9$  con  $(s-1)(d-1)(c-1)$  y  $sd(r-1)(c-1)$  grados de libertad asociados con  $M_8$  y  $M_9$ , respectivamente.

El cuadro de análisis de varianza para el modelo anterior mostrando las fuentes de variación, grados de libertad, grado medio del error y esperanza del cuadro medio, se presentan en el cuadro 1.

adro 1. Análisis de varianza para sistemas de siembra densidades de población y otras características dadas.

F V	G L	C M	E C M <sup>1/</sup>
sistemas (S)	1	M <sub>1</sub>	$\sigma_e^2 + c\sigma_{R/SD}^2 + cdrK_S^2$
densidades (D)	1	M <sub>2</sub>	$\sigma_e^2 + c\sigma_{R/SD}^2 + crsK_D^2$
(D)	1	M <sub>3</sub>	$\sigma_e^2 + c\sigma_{R/SD}^2 + crK_{DS}^2$
S/S X D	4	M <sub>4</sub>	$\sigma_e^2 + c\sigma_{R/SD}^2$
izas (C)	19	M <sub>5</sub>	$\sigma_e^2 + drsK_C^2$
(C)	19	M <sub>6</sub>	$\sigma_e^2 + drK_{CS}^2$
(C)	19	M <sub>7</sub>	$\sigma_e^2 + rsK_{CD}^2$
(D X C)	19	M <sub>8</sub>	$\sigma_e^2 + rK_{CDS}^2$
por	76	M <sub>9</sub>	$\sigma_e^2$
TOTAL	159		

La ECM para las fuentes de variación se determinó considerando como aleatoria a repeticiones y fijas a las demás.

La diferencia estadística entre los promedios de rendimiento de las cruzas triples experimentales y los dos testigos evaluados se determinó mediante la prueba de rango múltiple de Duncan ( $P \leq 0.05$ ); así mismo se calculó el coeficiente de variación para determinar la confiabilidad del estudio.

## RESULTADOS Y DISCUSION

### Efectos de la Densidad de Población sobre la Producción de Grano en Híbridos Superenanos.

Las medias de rendimiento expresadas en toneladas por hectárea de las 18 cruza triples, la cruza simple y el híbrido AN-360 Pancho Villa evaluados bajo los sistemas de siembra plano equidistante y normal (surcos) y dos densidades de población (120,000 y 200,000 plts/ha) se presentan en el cuadro 2.

El análisis de varianza para rendimiento se presenta en el cuadro 3. En este cuadro puede observarse que los sistemas de siembra plano equidistante y normal (surcos) mostraron en promedio diferencias significativas ( $P \leq 0.05$ ). Indicando así que en ambos sistemas en promedio de las dos densidades afectaron los híbridos incluidos.

Las densidades de siembra muestran no significancia, lo que quiere decir que no existen diferencias entre los rendimientos obtenidos en cada una de las densidades de población utilizadas. Esto pudiera no ser esperado ya que la diferencia en número de plantas entre las densidades es muy considerable. Sin embargo, si asumimos que después de 130,000 plts/ha no existe suficiencia fotosintética entonces nuestros híbridos se van a comportar estadísticamente igual ya que sin duda a más de 130,000 plts/ha los híbridos se verán afectados por otros factores fisiológicos como puede observarse en los cuadros 2, 4 y figura 4 que a una densidad de 200,000 plts/ha se disminuye el rendimiento en los sistemas de siembra utilizados.

Así mismo el valor no significativo para la interacción de sistemas de siembra por densidades de población, podrá interpretarse diciendo que los sistemas de siembra no interfieren en las relaciones de plantas por hectárea. Esto se comprueba en los

Genealogía (línea cruzada con SE-232-1-1XSSF-255-1-1)	Días a flor ♂ ♀	Altura de mazorca (cm)	Acame (1-5)	H.t. **Mazorcas (1-5) podridas (%)	Rendimiento			X̄	
					Plano equidistante 120,000 plts/ha	Normal 120,000 plts/ha	200,000 plts/ha		
SE-76-1-5-3	74 82	54	2	2	12.613	12.021	14.694	14.178	13.376
ANCHO VILLA AN-360 (T)	72 80	51	2	2	9.472	11.376	15.460	14.829	12.784
SE-76-1-5-1	74 80	84	1	2	10.069	10.467	13.680	13.096	11.828
SE-13-1-1-1-1	73 82	70	2	3	10.477	10.179	12.799	11.524	11.245
SE-10-1-1-1-1	81 91	77	2	2	10.150	7.020	13.688	11.272	10.533
SE-246-2-5-5	77 88	74	2	2	8.713	9.219	12.214	9.279	9.856
SE-246-2-5-10	73 83	68	2	2	9.045	8.022	11.125	10.393	9.646
SE-246-2-5-2	73 83	62	2	2	8.392	7.733	12.040	9.669	9.459
SE-246-2-5-5-4	76 88	70	1	1	8.989	8.319	10.854	9.637	9.450
SE-4-1-1-1-1	77 86	103	3	2	10.747	5.883	11.727	9.091	9.362
SE-232-1-1XSSF-255-1-1 (T)	76 86	57	1	1	7.135	6.689	11.282	11.851	9.239
SE-246-2-5-11	74 83	53	1	1	8.768	6.868	9.511	11.321	9.117
SE-246-2-5-1	73 82	60	1	1	7.192	7.903	12.296	8.831	9.055
SE-246-2-5-28	73 84	61	1	2	7.318	6.426	11.225	9.263	8.558
SE-246-2-5-20	75 85	56	1	1	8.002	6.910	10.268	8.977	8.539
SE-246-2-5-17	76 87	66	1	2	8.323	7.012	9.354	9.018	8.427
SE-246-2-5-16	74 87	58	1	1	8.449	5.501	9.716	9.368	8.258
SE-246-2-5-26	74 85	71	1	2	7.205	6.825	10.087	8.578	8.174
SE-26-1-1-6	75 88	75	3	2	6.275	7.989	9.956	8.066	8.071
SE-53-1-2-1	77 92	64	1	1	7.940	6.435	8.777	8.448	7.900
	1497 1702	1334	31	34	175.274	158.798	230.753	206.689	
	75 85	67	2	2	8.764	7.940	11.538	10.334	

ca al 15.5% de humedad

- 28 -

o 3. Análisis de varianza para rendimiento en un experimento de parcelas sub-sub-divididas.

V	G L	S C	C M
mas (S)	1	266.91	266.91*
dades (D)	1	40.88	40.88 NS
	1	1.64	1.64 NS
X D	4	67.70	16.92
s (C)	19	371.02	19.53**
	19	35.61	1.87*
	19	37.13	1.95*
X C	19	41.26	2.17**
	76	68.10	0.90
T A L	159	930.25	

C V = 9.33

\* Diferencias significativa y altamente significativa al 5 y 1% niveles de probabilidad, respectivamente.

No significativa.

- 29 -

a 120,000 plts/ha que a 200,000 en ambos sistemas de a.

Por lo que respecta a las cruzas en estudio, estraron diferencias altamente significativas ( $P \leq 0.01$ ) nos indica que aun cuando todo el material bajo estuviere de una misma población es posible seleccionar -- pos mas sobresalientes.

La interacción sistemas de siembra por cruzas -- ó significativo ( $P \leq 0.05$ ), lo que significa que las -- se comportaron de manera diferente en los sistemas -- embra utilizados. Similarmente, la interacción densi -- por cruzas mostró diferencias significativas ( $P \leq 0.05$ ) l demuestra que el comportamiento de las cruzas tam -- ue diferente en ambas densidades de siembra. Esto -- esperarse ya que a medida que aumenta el número de -- s por hectárea en maíces normales se reducen los ren -- tos, debido a la fuerte competencia que existe entre -- s en cuanto a nutrientes, humedad y energía solar. -- oncuerda con lo reportado por Colville y Mc Gill -- , Ordáz (1968), Huerta (1970), Kamprath, et al. -- y Stratula y Popa (1974). Sin embargo, en estas cru -- diferencia no fue tan marcada, debido probablemente a la arquitectura de las plantas (enanas de hojas erectas).

El valor altamente significativo ( $P \leq 0.01$ ) pa -- interacción sistemas de siembra por densidades de po -- n por cruzas prueba que existen diferencias muy mar -- entre el rendimiento de las cruzas con la densidad y a de siembra utilizado. Esto puede observarse clara -- en los diferentes valores de rendimiento que se obtu -- en cada una de las cruzas, dentro de los sistemas -- mbra y densidades de población bajo las cuales se -- ron (cuadros 5, 6, 7 y 8).

Cuadro 4. Medias generales para rendimiento y otras características agronómicas de maíces superenanos bajo siembra equidistante y normal en 120,000 y 200,000 plts/ha.

Características	Sistemas y densidades de siembra			
	Plano equidistante 120,000 plts/ha	200,000 plts/ha	$\bar{X}$	Normal 120,000 plts/ha
Rendimiento*	8.764	7.940	8.352	11.538
Días a flor ♀	81	88	84	84
Días a flor ♂	73	76	74	75
Altura de mazorca (cm)	62	64	63	66
				10.334
				10.936
				86
				75
				65
				30

\* ton/ha de mazorca al 15.5% de humedad.

5. Medias generales de diferentes caracteres de 18 cruzas triples testigos de maíces superenanos evaluados en plano equidistante 120,000 plts/ha.

Genealogía (línea cruzada con SSE-232-1-1XSSE-255-1-1)	Días a flor		Altura mazorca (cm)	Acame (1-5)	H.t* (1-5)	Mazorcas R podridas (%)	
	♂	♀					
SSE-76-1-5-3	72	78	50	1	1	13	
SSE-4-1-1-1-1	74	79	101	3	2	6	
SSE-13-1-1-1-1	72	77	66	1	2	29	
SSE-10-1-1-1-1	79	86	74	1	1	14	
SSE-76-1-5-1	71	77	56	1	2	14	
Pancho Villa AN-360	72	78	48	2	2	12	
SSE-246-2-5-10	72	79	63	1	2	9	
SSE-246-2-5-5-4	73	83	72	1	2	7	
SSE-246-2-5-11	72	79	47	1	1	12	
SSE-246-2-5-5	74	85	73	1	1	15	
SSE-246-2-5-16	73	84	55	1	2	17	
SSE-246-2-5-2	71	78	57	1	2	16	
SSE-246-2-5-17	73	79	54	1	1	9	
SSE-246-2-5-20	73	82	43	1	1	14	
SSE-53-1-2-1	74	86	66	1	1	17	
SSE-246-2-5-28	71	79	65	1	1	12	
SSE-246-2-5-26	72	80	66	1	1	7	
SSE-246-2-5-1	72	77	65	1	2	19	
SSE-232-1-1XSSE-255-1-1)	74	85	60	1	1	15	
SSE-26-1-1-6	73	86	53	3	2	18	
	1457	1617	1234	25	30	275	1
	73	81	62	1	2	14	

minthosporium maydis raza T  
orca al 15.5% de humedad

Medias generales de diferentes caracteres de 18 cruza triples y do  
gos de maíces superenanos evaluados en plano equidistante a 200,000

Genealogía (línea cruzada con SSE-232-1-1XSSE-255-1-1)	Días a flor		Altura mazorca (cm)	Acame (1-5)	H.t* (1-5)	Mazorcas podridas (%)	R (
	♂	♀					
SSE-76-1-5-3	74	83	67	1	2	10	
Pancho Villa AN-360	73	83	70	1	1	10	
SSE-76-1-5-1	73	80	74	1	1	15	
SSE-13-1-1-1-1	73	87	66	1	3	25	
SSE-246-2-5-5	80	89	71	1	1	10	
SSE-246-2-5-5-4	76	94	61	1	1	12	
SSE-246-2-5-10	74	84	67	1	2	13	
SSE-26-1-1-6	75	92	101	3	1	11	
SSE-246-2-5-1	72	85	61	1	1	9	
SSE-246-2-5-2	73	88	63	3	2	16	
SSE-10-1-1-1-1	81	94	49	1	2	12	
SSE-246-2-5-17	75	89	65	1	1	22	
SSE-246-2-5-20	74	85	57	1	1	15	
SSE-246-2-5-11	77	86	54	1	2	14	
SSE-246-2-5-26	75	88	67	1	2	16	
(SSE-232-1-1XSSE-255-1-1)	78	89	58	1	1	23	
SSE-53-1-2-1	77	100	59	1	1	18	
SSE-246-2-5-28	76	89	60	1	1	11	
SSE-4-1-1-1-1	81	89	68	2	2	22	
SSE-246-2-5-16	75	89	39	1	1	12	
	1512	1763	1277	25	29	296	15
	76	88	64	1	1	15	

lminthosporium maydis raza T  
zorca al 15.5% de humedad

Medias generales de diferentes caracteres de 18 cruza triples y dos de maíces superenanos evaluados en siembra normal a 120,000 plt

Genealogía (línea cruzada con SSE-232-1-1XSSE-255-1-1)	Días a flor		Altura mazorca (cm)	Acame (1-5)	H.t.* (1-5)	Mazorcas podridas (%)	Ren (to)
	♂	♀					
Pancho Villa AN-360	71	80	45	2	1	24	1
SSE-76-1-5-3	75	82	46	2	2	14	1
SSE-10-1-1-1-1	81	89	92	2	2	13	1
SSE-76-1-5-1	78	83	41	2	2	20	1
SSE-13-1-1-1-1	72	80	71	2	2	22	1
SSE-246-2-5-1	73	82	60	1	1	19	1
SSE-246-2-5-5	77	86	75	2	2	12	1
SSE-246-2-5-2	73	82	62	2	2	11	1
SSE-4-1-1-1-1	78	85	119	3	2	8	1
SSE-232-1-1XSSE-255-1-1)	77	83	57	1	2	26	1
SSE-246-2-5-28	72	82	59	1	1	16	
SSE-246-2-5-10	74	81	68	2	2	6	
SSE-246-2-5-5-4	78	87	75	2	1	11	
SSE-246-2-5-20	76	86	60	1	1	18	
SSE-246-2-5-26	75	83	67	2	2	12	
SSE-26-1-1-6	75	82	70	3	2	19	
SSE-246-2-5-16	73	84	66	1	1	11	
SSE-246-2-5-11	74	82	55	1	1	13	
SSE-246-2-5-17	77	88	70	2	2	13	
SSE-53-1-2-1	78	90	60	1	1	15	
	1507	1677	1318	35	32	303	2
	75	84	66	2	2	15	

ninthosporium maydis raza T  
orca al 15.5% de humedad

Medias generales de diferentes caracteres de 18 cruizas triples y dos  
 gos de maíces superenanos evaluados en siembra normal a 200,000 plt:

Genealogía (línea cruzada con SSE-232-1-1XSSE-255-1-1)	Días a flor		Altura mazorca (cm)	Acame (1-5)	H.t.* (1-5)	Mazorcas podridas (%)	Re
	♂	♀					
Pancho Villa AN-360	73	80	46	1	1	13	
SSE-76-1-5-3	76	86	52	2	2	9	
SSE-76-1-5-1	74	81	48	2	1	12	
(SSE-232-1-1XSSE-255-1-1)	77	88	54	3	1	16	
SSE-13-1-1-1-1	75	86	76	3	3	26	
SSE-246-2-5-11	74	87	54	1	1	11	
SSE-10-1-1-1-1	82	94	95	3	2	14	
SSE-246-2-5-10	75	88	72	2	2	6	
SSE-246-2-5-2	74	85	65	2	2	16	
SSE-246-2-5-5-4	77	89	74	1	1	10	
SSE-246-2-5-16	77	90	70	2	1	13	
SSE-246-2-5-5	79	91	78	2	2	9	
SSE-246-2-5-28	75	88	58	2	2	21	
SSE-4-1-1-1-1	77	90	12	4	2	12	
SSE-246-2-5-17	78	91	74	2	2	10	
SSE-246-2-5-20	77	88	63	1	1	12	
SSE-246-2-5-1	73	86	55	1	1	15	
SSE-246-2-5-26	76	89	84	2	1	8	
SSE-53-1-2-1	78	93	68	1	2	10	
SSE-26-1-1-6	76	94	77	4	2	20	
	1523	1764	1275	41	32	263	
	76	88	64	2	2	13	

Ustilothosporium maydis raza T  
 ca al 15.5% de humedad

Desde el punto de vista práctico y siendo uno de nuestros objetivos comparar las distintas cruzas entre si con el fin de seleccionar las mejores bajo el sistema de siembra densidad de población adecuada, para su posible explotación comercial o considerarlas para futuros y diversos programas, se aplicó la prueba de Duncan. De esta manera se encontró, que estadísticamente existen diferencias significativas entre las medias de las cruzas evaluadas. Es importante señalar que aunque esta prueba detectó seis diferentes grupos de medias de las 20 comparadas, prácticamente se compone de dos grupos del todo a que las primeras cinco cruzas son estadísticamente iguales entre si y diferentes al resto de cruzas las cuales dentro de ellas también son estadísticamente iguales (cuadro 9).

Así mismo cabe hacer notar que dentro del primer grupo se encuentran dos cruzas que tienen como macho la misma línea (SSE-76-1-5) macho del testigo Pancho Villa AN-360, diferenciando únicamente en el nivel de endocría, ya que la línea macho de estas cruzas tienen un nivel mas de endocría. Lo cual quiere decir que esta línea sobresale ante todas las demás líneas macho por su amplia habilidad combinatoria.

En general y en base a lo anterior, podemos inferir que los efectos de los sistemas de siembra y las densidades de población influyen en el rendimiento por hectárea. Estos resultados en cuanto a densidades se refiere corroboran los obtenidos por Pendleton y Seif (1961), Donald (1951 y 1959), Blackman y Black (1959), Lusunov y Lisunova (1974), quienes argumentan que la disminución en el rendimiento de los híbridos enanos de hojas normales se debe al incremento en la densidad de población, es decir, a mayor densidad disminuye el rendimiento.

En el cuadro 2 se presentan las cruzas ordenadas de mayor a menor de acuerdo con su rendimiento. sistema de

Cuadro 9. Comparación de las medias de rendimiento de 18 cruzas triples y dos testigos según la prueba de rango múltiple (Duncan).

Num. de cruza	Genealogía	Producción (ton/ha)*	L S **
11	(SSE-232-1-1 X SSE-255-1-1) X SSE-76-1-5-3	13.376	a
18	PANCHO VILLA AN-360 (T)	12.784	ab
15	(SSE-232-1-1 X SSE-255-1-1)	11.828	abc
17	(SSE-232-1-1 X SSE-255-1-1) X SSE-13-1-1-1-1	11.245	bcd
14	(SSE-232-1-1 X SSE-255-1-1) X SSE-10-1-1-1-1	10.533	cde
4	(SSE-232-1-1 X SSF-255-1-1) X SSE-246-2-5-5	9.856	cdef
13	(SSE-232-1-1 X SSE-255-1-1) X SSE-246-2-5-10	9.646	cdef
2	(SSF-232-1-1 X SSE-255-1-1) X SSE-246-2-5-2	9.459	def
7	(SSE-232-1-1 X SSE-255-1-1) X SSF-246-2-5-4	9.450	def
16	(SSE-232-1-1 X SSE-255-1-1) X SSF-246-4-1-1-1-1	9.362	def
19	(SSE-232-1-1 X SSE-255-1-1) (T)	9.239	def
20	(SSE-232-1-1 X SSE-255-1-1) X SSE-246-2-5-11	9.117	def
3	(SSE-232-1-1 X SSF-255-1-1) X SSF-246-2-5-1	9.055	def
5	(SSE-232-1-1 X SSE-255-1-1) X SSE-246-2-5-28	8.558	ef
10	(SSF-232-1-1 X SSF-255-1-1) X SSE-246-2-5-20	8.539	ef
8	(SSE-232-1-1 X SSF-255-1-1) X SSE-246-2-5-17	8.427	ef
1	(SSE-232-1-1 X SSF-255-1-1) X SSE-246-2-5-16	8.258	f
12	(SSE-232-1-1 X SSE-255-1-1) X SSE-246-2-5-26	8.174	f
9	(SSE-232-1-1 X SSE-255-1-1) X SSE-26-1-1-6	8.071	f
6	(SSE-232-1-1 X SSE-255-1-1) X SSF-53-2-1	7.900	f

prueba al 15.5% de humedad.

que aparentemente no existen diferencias muy marcadas entre los rendimientos de las densidades de 120,000 y 200,000 - - plts/ha en cada una de las cruzas; sin embargo, se observan incrementos en la mayoría de las cruzas, y en algunos casos incrementos muy marcados en la densidad de 120,000 plts/ha, con respecto a la densidad de 200,000 plantas en ambos sistemas de siembra.

En la figura 1, puede observarse claramente que la mayor producción se obtuvo en la densidad de 120,000 - - plts/ha en ambos sistemas de siembra, siendo a la vez superior en la siembra normal (surcos), disminuyendo gradual y paralelamente a la siembra equidistante de 120,000 a 200,000 plts/ha.

Las diferencias en ton/ha en cada una de las densidades y sistemas de siembra son en el orden de 2.8 toneladas para la densidad de 120,000 y 2.4 toneladas para la densidad de 200,000 tomando como base la siembra normal - - (surcos), es decir, los mayores rendimientos en cada una de las densidades se obtuvieron en la siembra normal.

El hecho de que en este estudio se haya tomado a 120,000 plts/ha como baja densidad, fue en base a los resultados obtenidos por Castro (1973), quien reporta que los maíces enanos de hojas erectas y angostas, espigas pequeñas y entrenudos cortos abajo de la mazorca respondieron satisfactoriamente a 130,000 plts/ha con un considerable aumento en el rendimiento; sin embargo, se desconocía la respuesta en este tipo de maíces enanos a 200,000 plts/ha.

Por consiguiente, los rendimientos obtenidos en cada una de las densidades no fueron tan marcadas en algunos casos, debido posiblemente a las características que poseen estos híbridos como son hojas angostas y erectas arriba de la mazorca, espigas pequeñas y entrenudos cortos aba-

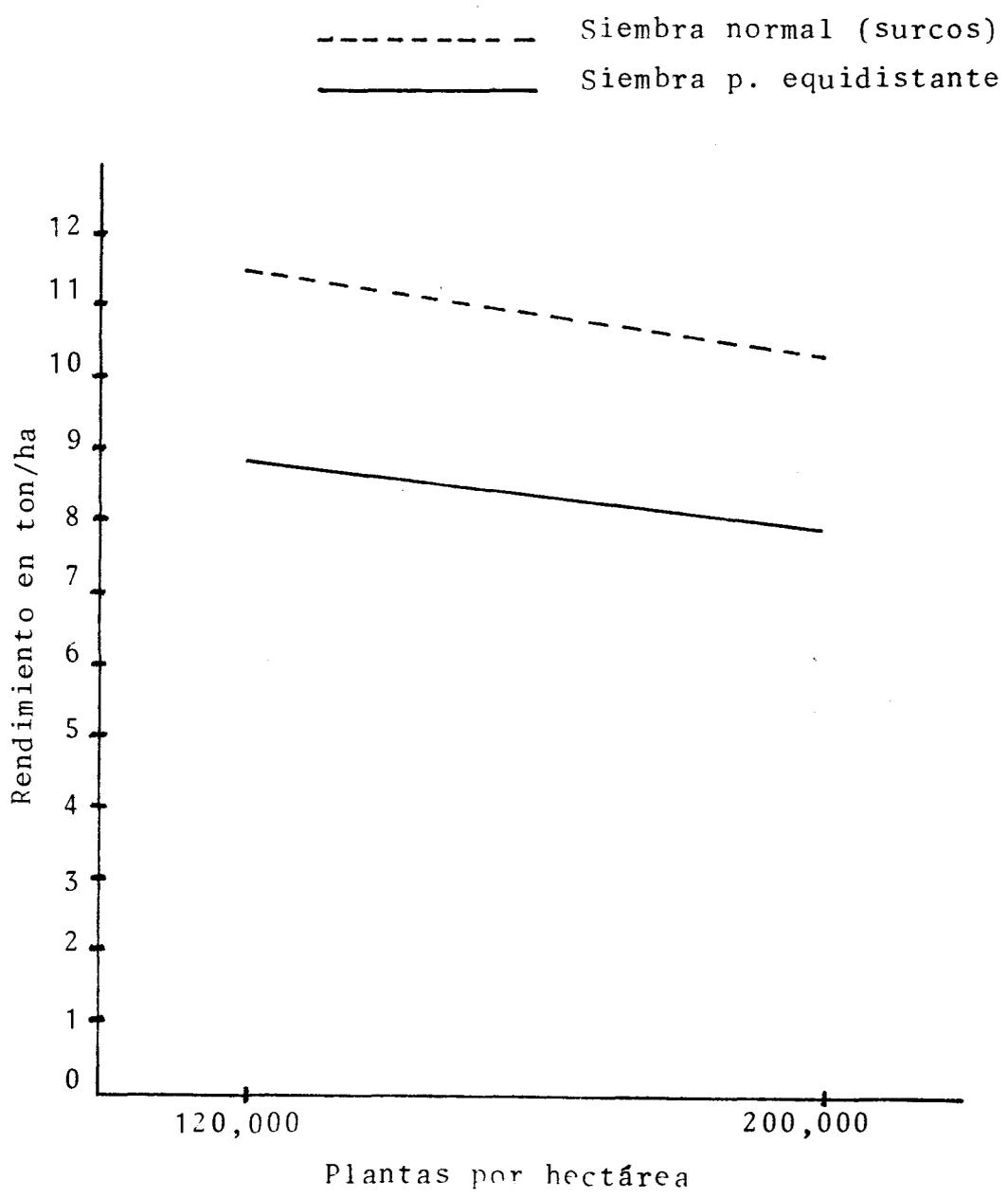


Figura 1. Rendimiento en ton/ha obtenido en maíces superenanos bajo 120,000 y 200,000 plts/ha en siembra equidistante y normal.

bridos enanos no las poseen; de ahí que muchas veces los rendimientos se vean abatidos drásticamente al aumentar la densidad de plantas por hectárea.

Por lo que respecta a las características tomadas, como días a floración femenina y masculina, altura de mazorca y otras, se observa (figura 2), que la floración femenina se retardó siete y cuatro días al aumentar la densidad de población de 120,000 a 200,000 plts/ha en la siembra equidistante y normal, respectivamente, observándose que en la densidad de 200,000 plantas la floración se estabiliza, es decir, la floración en ambos sistemas coincide.

La floración masculina, al igual que la femenina, se retrasó tres días al aumentar la densidad en la siembra equidistante. En la siembra normal esta fue similar en ambas densidades.

Estos resultados de floración coinciden con lo reportado por la mayoría de los mejoradores quienes establecen que los materiales en general se hacen más altos y tardíos al aumentar la densidad de población. Por consiguiente, la altura de mazorca fue ligeramente mayor en la densidad de 120,000 plantas, decreciendo igualmente en la densidad de 200,000 plts/ha en el sistema normal (surcos). En la siembra equidistante la altura se redujo en la densidad de 120,000 plantas con un aumento mínimo en la densidad de 200,000 plts/ha (figura 3).

Cabe hacer notar que al igual que en la floración la altura de la mazorca se estabilizó en la densidad de 200,000 plts/ha. Por otro lado, cabe aclarar que las di

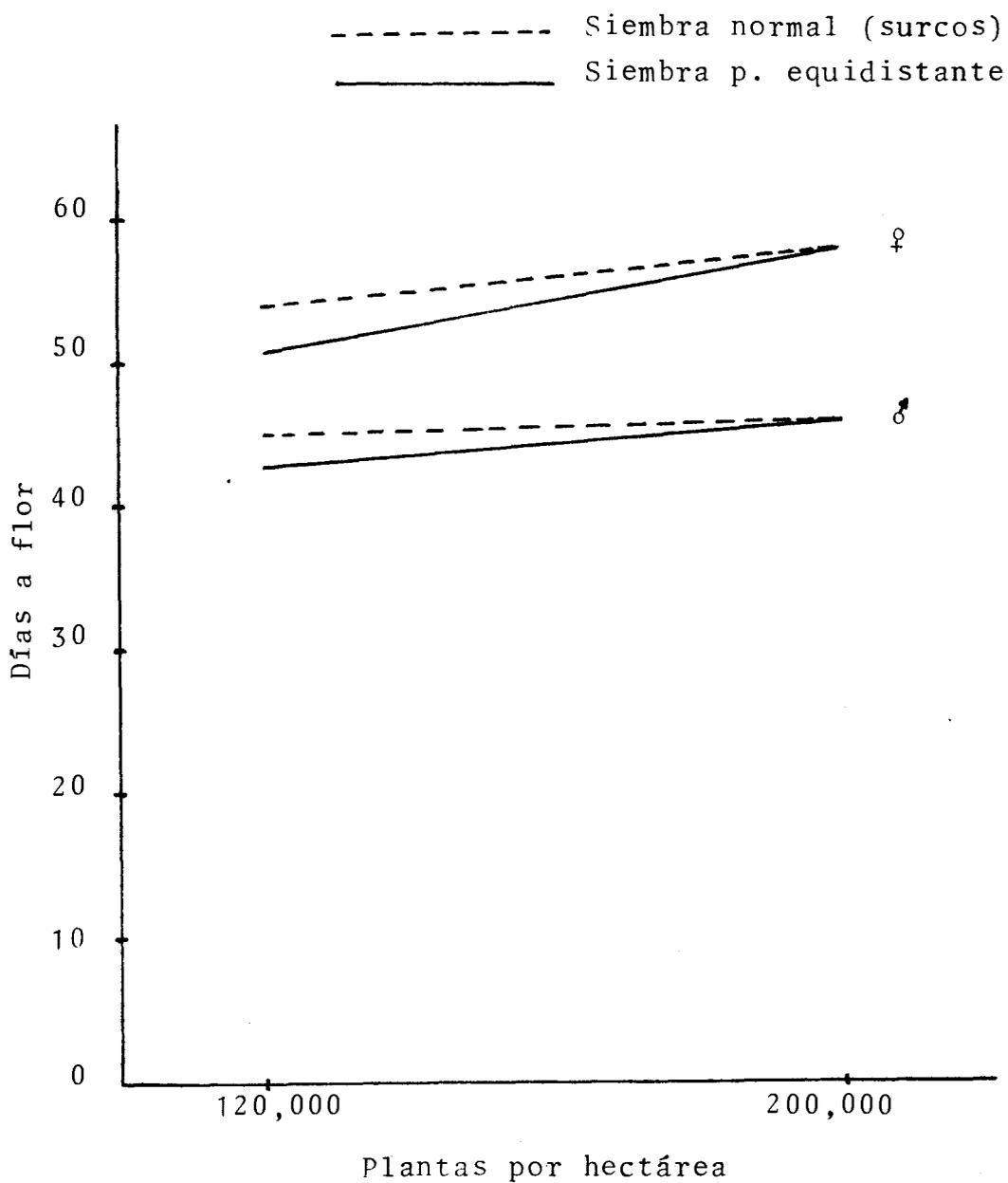


Figura 2. Días a floración de maíces superenanos presentada en 120,000 y 200,000 plts/ha bajo siembra equidistante normal.

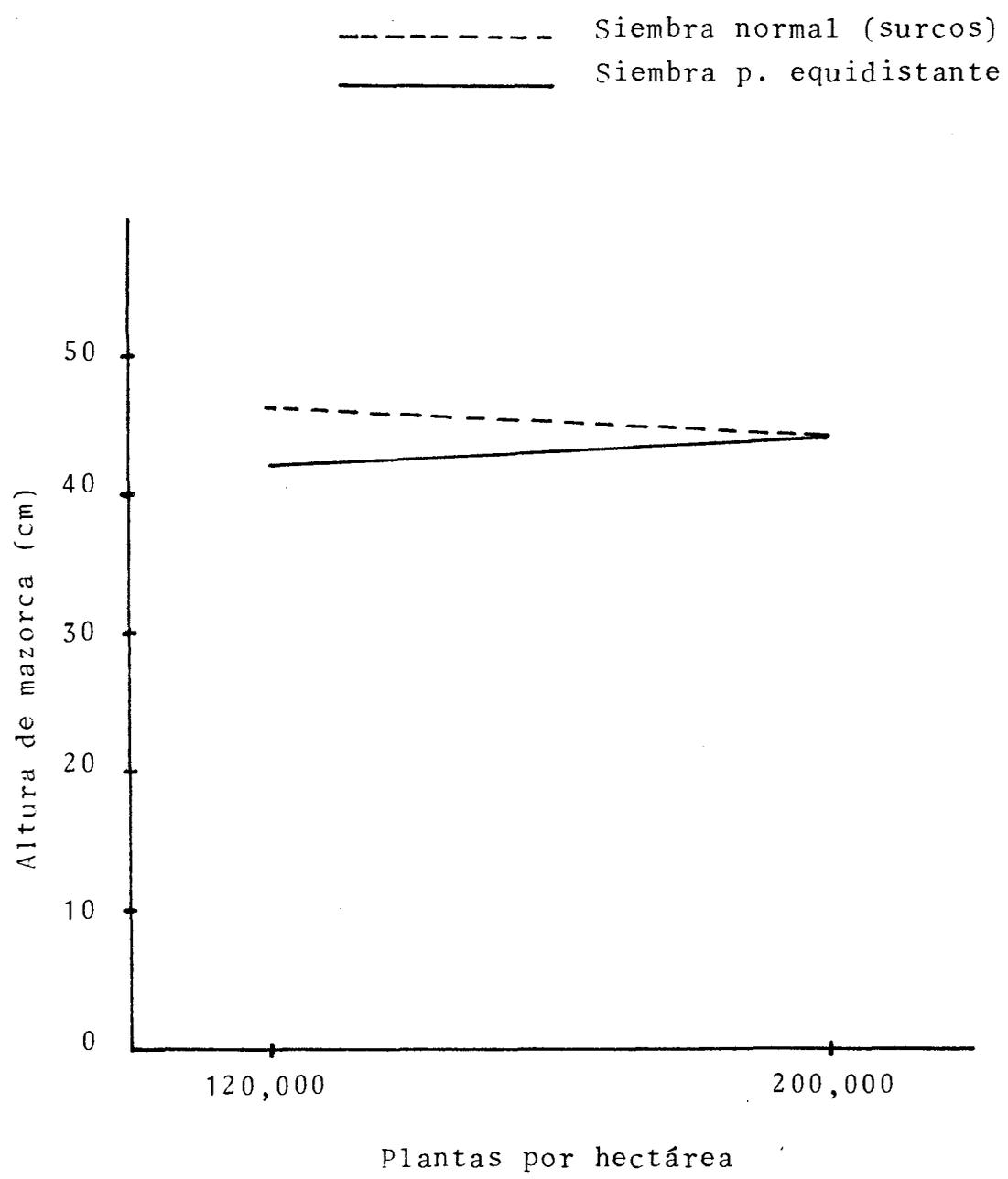


Figura 3. Altura de mazorca de maíces superena nos obtenida en 120,000 y 200,000 plts/ha bajo siembra equidistante y normal.

ferencias antes citadas son mínimas, por lo que pueden considerarse como insignificantes.

De acuerdo a lo observado en el presente estudio, la densidad de 120,000 plts/ha fue en la que se obtuvieron los mayores rendimientos por hectárea con las 18 cruas triples y dos testigos en ambos sistemas de siembra. Por otro lado, aunque ya se haya demostrado que algunos de los maíces enanos soportan mayores densidades de plantas que los maíces normales, Katta (1970) y Hicks y Stucker (1972) reportan que los maíces enanos también tienen un límite en la densidad de población debido a que el ángulo de la hoja disminuye a medida que la población de plantas aumenta.

#### Rendimientos de Híbridos Superenanos Sembrados en Plano Equidistante y Normal.

Al efectuar la comparación entre los sistemas de siembra, plano equidistante y normal (surcos), se observaron diferencias muy marcadas entre las características tomadas en consideración (cuadros 2 y 4), básicamente lo anterior muestra en parte la importancia que tiene el sistema de siembra en el rendimiento por hectárea, principalmente en lo que se refiere al incrementar la densidad de población sin reducir la producción por planta. Por lo tanto es de suma importancia determinar el sistema de siembra adecuado para este tipo de materiales, independientemente del potencial genético que estos posean.

Los resultados obtenidos pueden servir de base para futuras investigaciones que se realicen al respecto, con el objeto de aprovechar de una manera mas efectiva las características de estos híbridos en el sistema de siembras apropiado.

Analizando los resultados de este estudio sobre el rendimiento obtenido en cada sistema de siembra (plano equidistante y normal) bajo 120,000 y 200,000 plts/ha, se observa (figura 4) un incremento de 2.8 y 2.4 ton/ha en la siembra normal (surcos) con respecto a la siembra equidistante a 120,000 y 200,000 plts/ha, respectivamente. Por otro lado analizando por separado los rendimientos obtenidos en cada sistema de siembra en base a las densidades de población utilizadas, se observa un incremento de 1.2 ton/ha en la siembra normal en la densidad de 120,000 plts/ha. Así mismo se obtuvo un incremento de 0.8 ton/ha en la siembra equidistante bajo la densidad de 120,000 plantas. Al comparar los promedios de rendimiento obtenidos en cada sistema de siembra tiene también un incremento de 2.6 ton/ha en el sistema normal en relación con el sistema de siembra equidistante.

Las ganancias obtenidas en el sistema normal (1.2 y 0.8 ton/ha) en ambas densidades de población puede atribuirse al mejor aprovechamiento de la luz solar, ya que bajo este sistema hay mayor penetración de la luz hacia las plantas debido a que los surcos estuvieron distribuidos a 75 cm, en cambio en la siembra equidistante las plantas quedaron distribuidas formando un cuadro perfecto, donde las plantas tuvieron la misma competencia por luz, agua y nutrientes. Sin embargo, se redujo el área de penetración de la luz, factor limitante en la producción por planta, por lo que se comprueba lo reportado por Moss, et al. (1961), Hageman, et al. (1961), Kinpmeyer, et al. (1962), Baker y Musgrave (1964), quienes indican que la luz solar bajo buenas condiciones de humedad y optima fertilidad es el factor más limitante en la producción por planta. Estos resultados de plano equidistante comparados con la siembra normal no concuerdan con lo reportado por Hoff y Mederski (1960), Fowler y Ray (1977), los que argumentan que los resultados se incrementan al usar patrones de siembra equidistante utilizando altas den-

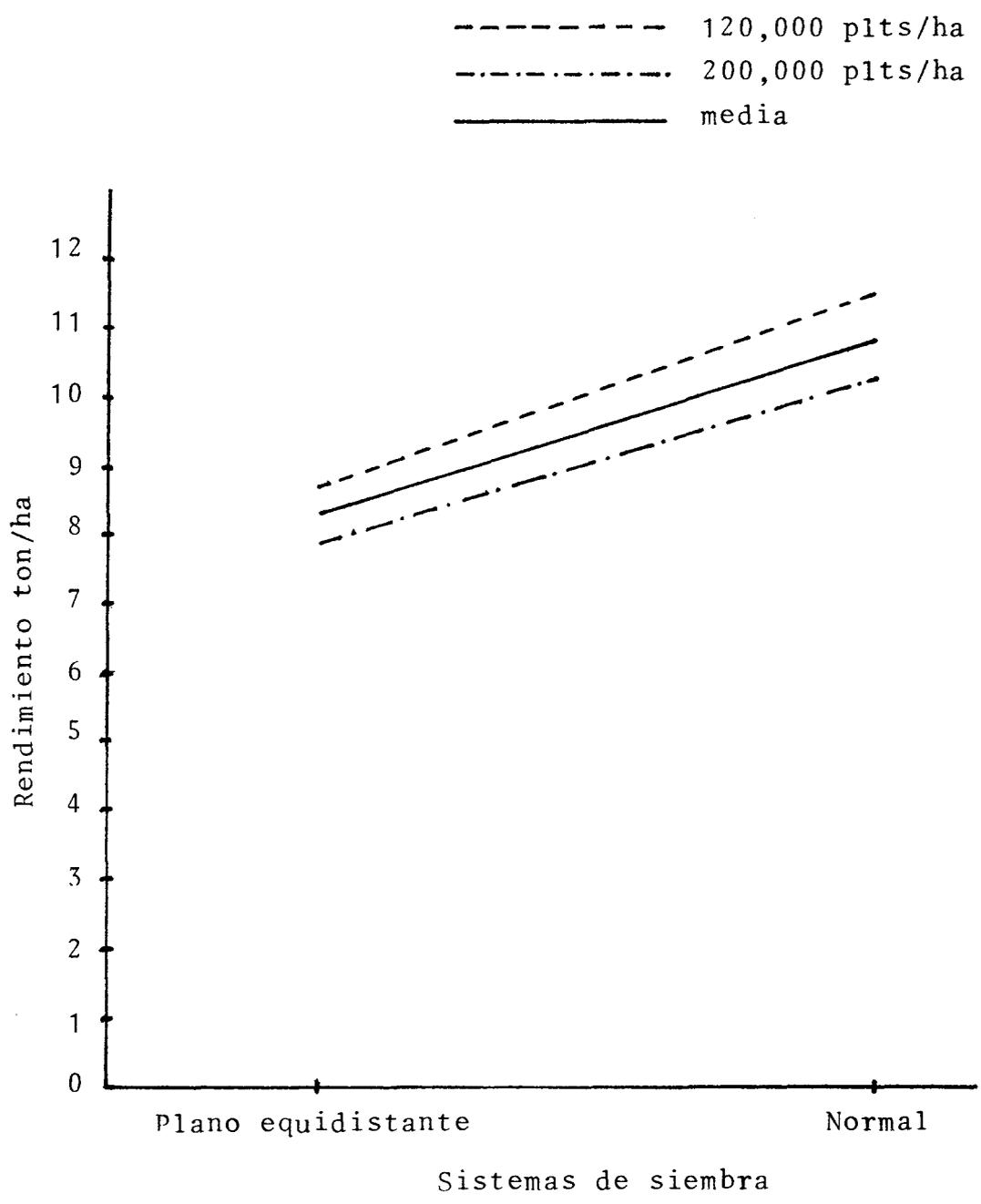


Figura 4. Rendimiento en ton/ha obtenido en maíces superenanos bajo siembra equidistante y normal en 120,000 y 200,000 plts/ha.

sidades de plantas por hectárea.

Las características, días a floración y altura de mazorca al igual que en las densidades de población fueron medidas en los sistemas de siembra para estimar el efecto que estos podrían tener en la expresión de dichas características.

La floración femenina fue tres días mas precoz en plano equidistante en relación a la siembra normal en la densidad de 120,000 plantas; sin embargo, en la densidad de 200,000 plts/ha la floración coincidió en ambos sistemas de siembra. Observando la media de floración en los sistemas de siembra esta nos muestra también que la floración en plano equidistante fue la mas precoz. Por otro lado analizando las floraciones dentro de cada sistema de siembra y en base a las densidades, se observa que las floraciones (♀ y ♂) fueron cuatro y siete días mas tardías al aumentar de 120,000 a 200,000 plts/ha en surcos y plano equidistante respectivamente ( figura 5).

Por lo que respecta a la floración masculina (figura 5) se observa que esta fue dos días mas precoz en plano equidistante en la densidad de 120,000 plantas, coincidiendo también al igual que la femenina en ambos sistemas de siembra en la densidad de 200,000 plts/ha. La media de floración prácticamente coincidió en los sistemas de siembra ya que la diferencia fue de un día. Así mismo las diferencias en floración dentro de cada sistema de siembra fueron de uno y tres días en surcos y plano equidistante, respectivamente en base a la densidad de 200,000 plts/ha.

Por consiguiente, tomando la media de floración femenina y masculina en cada sistema de siembra se observa que la floración femenina fue 10 días mas tardía en rela-

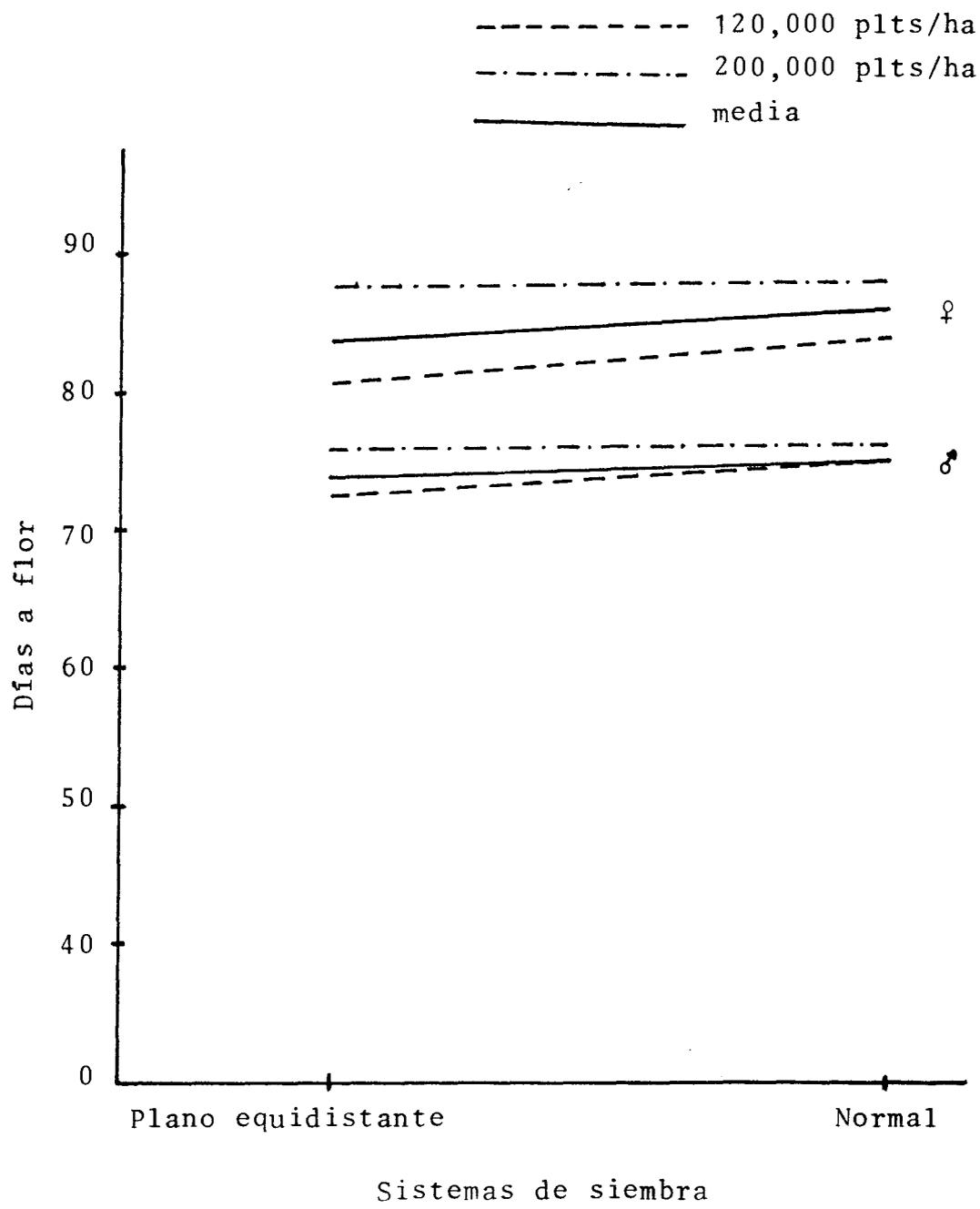


Figura 5. Días a floración de maíces superenos presentada bajo siembra equidistante y normal en 120,000 y 200,000 plts/ha.

En relación a la altura de mazorca (figura 6) - se tiene un incremento de 4 cm en el sistema normal en la densidad de 120,000 plantas, coincidiendo en ambos sistemas de siembra en la densidad de 200,000 plts/ha. La altura media de mazorca en el sistema normal superó en 2 cm a la de plano equidistante. En el sistema normal se tuvo mayor altura de mazorca en la densidad de 120,000 plantas - esto no era de esperarse debido que a medida que se aumenta el número de plantas por unidad de superficie estas generalmente tienden a crecer mas por la competencia que existe entre ellas; sin embargo, en plano equidistante fue todo lo contrario, la mayor altura de mazorca se tuvo en la densidad de 200,000 plts/ha que era lo que lógicamente se esperaba. Estas contradicciones pueden ser debidas - probablemente a errores de muestreo.

Resumiendo puede decirse que el sistema de siembra influye significativamente en la manifestación de la expresión genética de los materiales principalmente en el rendimiento y en menor grado en días a flor, altura de mazorca y otras características. Por lo tanto, es necesario investigar mas a fondo el efecto que la siembra equidistante pueda tener en diferentes densidades de población sobre la expresión del genotipo en diferentes características agronómicas deseables.

#### Relación entre Sistemas de Siembra y Densidades de Población.

Uno de los mecanismos mas aproximados para determinar el efecto que pueda tener cualquier factor sobre cualquier característica en cualquier ambiente dado, es sin duda la interpretación de los efectos de otras características que intervienen en la expresión de determinado caracter, a esto suele llamarse correlación de caracteres. Esta correlación directamente ligada a la expresión-

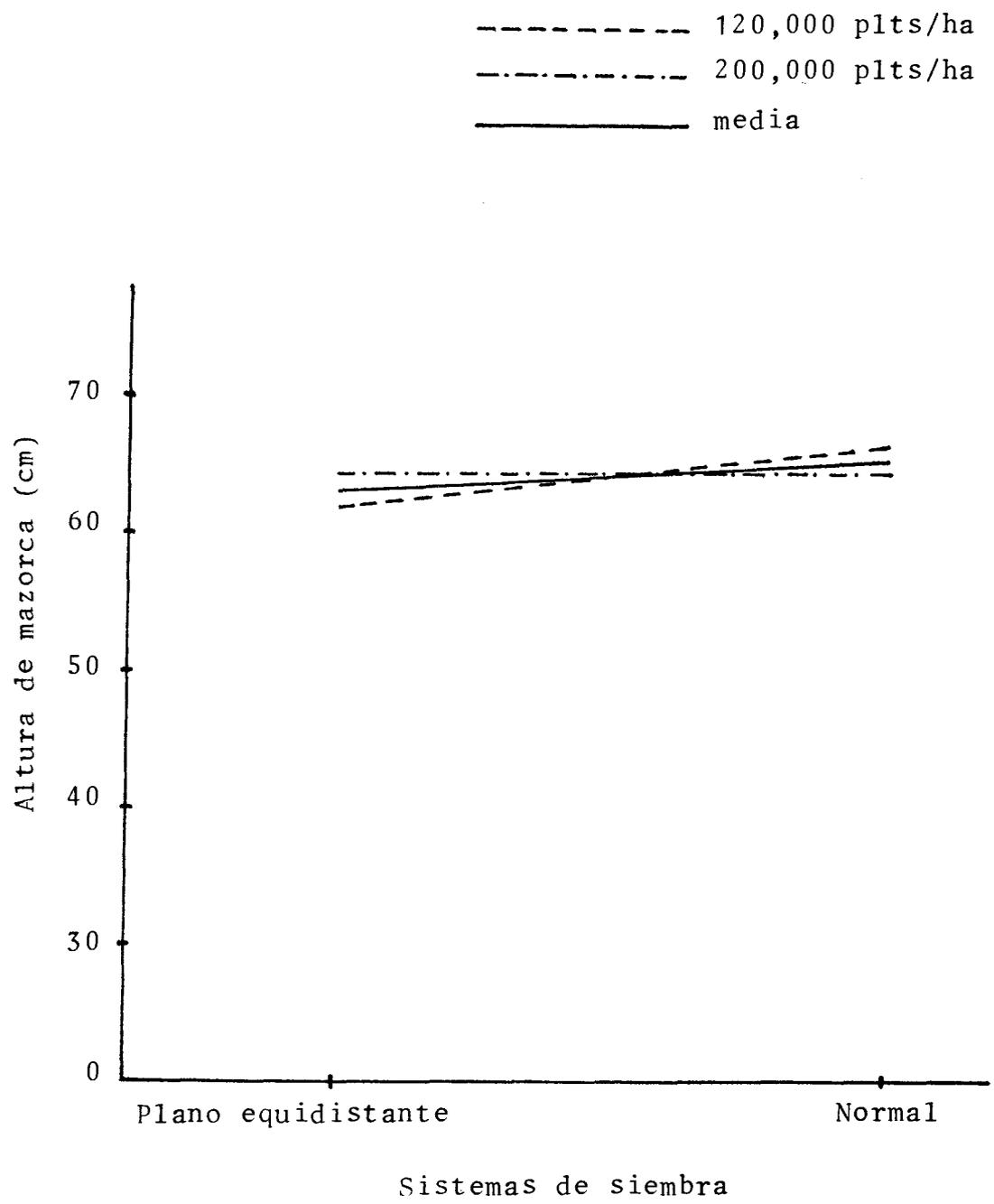


Figura 6. Altura de mazorca en maíces superenanos obtenida bajo siembra equidistante y normal en 120,000 y 200,000 plts/ha.

de ciertos caracteres ha ayudado en la mayoría de los casos a los mejoradores de plantas a determinar indirectamente el valor que cierta característica pueda tener en la manifestación final de las variables en estudio.

Con el objeto de probar los efectos que las densidades de población tienen sobre los sistemas de siembra - plano equidistante y normal y viceversa, en algunas características agronómicas en maíces superenanos se determinaron las correlaciones existentes entre cada una de estas variables mediante matrices de correlación.

Las correlaciones correspondientes a las variables en este estudio se agrupan de la siguiente manera:

1. Siembra plano equidistante ( $S_1$ ) VS densidad de 120,000 ( $D_1$ ) y 200,000 ( $D_2$ ) plts/ha.
2. Siembra normal (surcos) ( $S_2$ ) VS densidad de 120,000 ( $D_1$ ) y 200,000 ( $D_2$ ) plts/ha.
3. Densidad de 120,000 ( $D_1$ ) plts/ha VS siembra en plano equidistante ( $S_1$ ) y normal ( $S_2$ ).
4. Densidad de 200,000 ( $D_2$ ) plts/ha VS siembra en plano equidistante ( $S_1$ ) y normal ( $S_2$ ).

En el cuadro 10 se muestran los coeficientes de correlación ( $r$ ) para rendimiento obtenidos al relacionar las variables antes mencionadas. En este cuadro se observan valores significativos al correlacionar los efectos de los sistemas de siembra y densidades de población sobre el rendimiento de híbridos superenanos de hojas erectas.

Interpretando cada una de las correlaciones se tiene: Primeramente se analiza la correlación que existe entre los efectos que el sistema de siembra plano equidistante ( $S_1$ ) tiene sobre las densidades de población (120,000 ( $D_1$ ) y 200,000 ( $D_2$ ) plantas) en la producción por hectárea

de híbridos superenanos. Esta relación mostró un coeficiente de correlación  $r = 0.38$  significativo ( $P \leq 0.05$ ) el cual nos proporciona una base para suponer que los rendimientos están directamente influenciados por la densidad de población bajo el sistema de siembra equidistante, dependiendo a la vez del potencial genético de los materiales, es decir, que a mayor densidad de población los rendimientos por hectárea disminuyen, como se observa en los cuadros 2 y 4 de medias. Sin embargo, esta disminución no puede ser muy acentuada a medida que la población aumenta ya que el valor del coeficiente de correlación ( $r = 0.38$ ) es bajo por lo que probablemente la densidad de población no está altamente correlacionada con la producción por hectárea en este sistema de siembra.

Por otro lado si observamos las figuras 1 y 4 encontramos que los mayores rendimientos obtenidos en la siembra equidistante fue en la densidad de 120,000 plts/ha, superando en 0.8 ton/ha a la densidad de 200,000 plantas, estos resultados confirman el valor significativo del coeficiente de correlación antes descrito.

Por lo que respecta a los efectos de la siembra normal ( $S_2$ ) sobre las densidades de población ( $D_1$  y  $D_2$ ) se encontró un coeficiente de correlación  $r = 0.63$ , altamente significativo ( $P \leq 0.01$ ), por lo que se presume que a medida que la densidad de población aumenta los rendimientos por hectárea disminuyen. Esto corrobora lo reportado por Katta (1970) y Hicks y Stucker (1972) quienes indican que también existen límites en cuanto a densidades de población en los maíces enanos, hecho que se comprueba en este caso al pasar de 120,000 a 200,000 plts/ha. Sin embargo, teóricamente esto es contradictorio ya que supuestamente los rendimientos están en función del número de plantas por unidad de superficie.

Cuadro 10. Matriz de correlación para rendimiento de maíces superenanos bajo siembra equidistante y normal en 120,000 y 200,000 plts/ha.

	S <sub>1</sub> D <sub>1</sub>	S <sub>1</sub> D <sub>2</sub>	S <sub>2</sub> D <sub>1</sub>	S <sub>2</sub> D <sub>2</sub>
D <sub>1</sub>	_____	0.38*	0.48**	0.43**
D <sub>2</sub>		_____	0.58**	0.64**
D <sub>1</sub>			_____	0.63**
D <sub>2</sub>				_____

Notación:

- D<sub>1</sub> Siembra en plano equidistante con 120,000 plts/ha
- D<sub>2</sub> Siembra en plano equidistante con 200,000 plts/ha
- D<sub>1</sub> Siembra normal (surcos) con 120,000 plts/ha
- D<sub>2</sub> Siembra normal (surcos) con 200,000 plts/ha

y \*\* diferencia significativa y altamente significativa, al 5 y 1% niveles de probabilidad, respectivamente.

Así mismo observando los cuadros 2, 4 y - - las figuras 1 y 4 se tiene al igual que en la comparación anterior que los mayores rendimientos se obtuvieron en la densidad de 120,000 plantas superando en 1.2 ton/ha a la densidad de 200,000 plts/ha.

En cuanto a los efectos de la densidad de 120,000 plts/ha ( $D_1$ ) sobre los sistemas de siembra plano equidistante ( $S_1$ ) y normal (surcos) ( $S_2$ ) resultó un coeficiente de correlación  $r = 0.48$  altamente significativo ( $P \leq 0.01$ ), lo cual quiere decir que los sistemas de siembra bajo esta densidad influye fuertemente en la producción por hectárea.

Lo anterior puede comprobarse si observamos el cuadro 4 y las figuras 1 y 4 las cuales muestran que la mas alta producción se obtuvo en la siembra normal (surcos) superando a la siembra equidistante en 2.8 ton/ha, esto confirma el valor altamente significativo del coeficiente de correlación ( $r = 0.48$ ). Sin embargo, este valor es de baja magnitud, lo cual quiere decir que bajo esta densidad la correlación es baja entre los sistemas de siembra.

Por consiguiente correlacionando los efectos de la densidad de 200,000 plts/ha ( $D_2$ ) sobre los sistemas de siembra ( $S_1$  y  $S_2$ ) se obtuvo un coeficiente de correlación  $r = 0.64$  altamente significativo ( $P \leq 0.01$ ) el cual indica que los rendimientos están altamente correlacionados por los sistemas de siembra. Siendo en este caso la siembra normal la que esta altamente correlacionada en la producción por hectárea bajo esta densidad. Así mismo cabe mencionar que la siembra normal (surcos) superó en 2.4 ton/ha a la siembra equidistante (cuadro 4 y figuras 1 y 4).

Se correlacionaron también otros caracteres, como días a floración femenina y altura de mazorca, encontrándose en todos ellos al igual que en el análisis de rendi - -

ento correlaciones altamente significativas (cuadros 11 y ).

En el cuadro 11 se observa que la floración femenina presentada tanto en siembra equidistante como en la normal (surcos) al relacionarla con las dos densidades de población (120,000 y 200,000 plts/ha) resultaron con igual coeficiente de correlación  $r = 0.55$  altamente significativo ( $P \leq 0.01$ ) esto quiere decir que el efecto de las densidades de población es igual en ambos sistemas de siembra, en estos casos a mayor densidad de población retardó la floración, es decir, los materiales fueron ligeramente mas tardíos en la densidad de 200,000 plantas. Esto era de esperarse ya que según la mayoría de los mejoradores de plantas, establecen que a medida que se incrementa el número de plantas por hectárea mas de lo normal las plantas se hacen mas altas y tardías. Esto puede confirmarse si observamos las figuras 2 y 5 las cuales muestran que los materiales se volvieron mas tardíos en la densidad de 200,000 plts/ha, coincidiendo a la vez la floración en los dos sistemas de siembra bajo esta densidad.

Por lo que respecta a los efectos que las densidades de 120,000 y 200,000 plts/ha tienen sobre los sistemas de siembra ( $S_1$  y  $S_2$ ) en la floración femenina se observa que los coeficientes de correlación ( $r = 0.51$  y  $r = 0.54$ ) son altamente significativos ( $P \leq 0.01$ ). Esto indica que la floración femenina esta correlacionada de acuerdo con el sistema de siembra y esta a la vez con la densidad de población. En las figuras 2, 5 y cuadro 4 pueden observarse que en la siembra normal la floración es ligeramente mas tardía en la densidad de 120,000 plantas, uniformisándose la floración en la densidad de 200,000 plts/ha, es decir, en esta densidad la floración es igual en los dos sistemas de siembra.

cuadro 11. Matriz de correlación para días a flor de maíces superenanos bajo siembra equidistante y normal - en 120,000 y 200,000 plts/ha.

	S <sub>1</sub> D <sub>1</sub>	S <sub>1</sub> D <sub>2</sub>	S <sub>2</sub> D <sub>1</sub>	S <sub>2</sub> D <sub>2</sub>
1 D <sub>1</sub>	_____	0.55**	0.51**	0.64**
1 D <sub>2</sub>		_____	0.39*	0.54**
2 D <sub>1</sub>			_____	0.55**
2 D <sub>2</sub>				_____

Notación:

1 D<sub>1</sub> Siembra en plano equidistante con 120,000 plts/ha

1 D<sub>2</sub> Siembra en plano equidistante con 200,000 plts/ha

2 D<sub>1</sub> Siembra normal (surcos) con 120,000 plts/ha

2 D<sub>2</sub> Siembra normal (surcos) con 200,000 plts/ha

y \*\* diferencia significativa y altamente significativa, al 5 y 1% niveles de probabilidad, respectivamente.

Por último en el cuadro 12 se tienen los coeficientes de correlación correspondientes a las relaciones existentes entre la altura de la mazorca con los sistemas y densidades de siembra. En este cuadro se observa que al correlacionar la siembra plano equidistante con las dos densidades de población ( $D_1$  y  $D_2$ ) resulta un coeficiente de correlación  $r = 0.39$  significativo ( $P \leq 0.05$ ) esto muestra que la densidad de población influye poco en la altura de mazorca, es decir, que aún en altas densidades de plantas la altura de mazorca se incrementa moderadamente en este tipo de materiales enanos (figura 3 y 6), ya que en materiales normales (altos) al aumentar la densidad de plantas la altura de mazorca aumenta considerablemente.

Comparando la correlación que existe entre la siembra normal (surcos) con las densidades de población ( $D_1$  y  $D_2$ ) se tiene un coeficiente de correlación  $r = 0.92$  altamente significativo ( $P \leq 0.01$ ), lo cual quiere decir que la altura de la mazorca está altamente correlacionada. Sin embargo, podemos ver (figura 3) que para el caso de siembra normal sucedió lo mismo que en rendimiento, o sea, que a medida que se aumenta la densidad disminuyen ambos, rendimiento y altura de mazorca, comprobando así que todo tiene un límite.

Los efectos de la densidad de 120,000 plts/ha sobre la altura de mazorca obtenida en los dos sistemas de siembra ( $S_1$  y  $S_2$ ) mostraron un coeficiente de correlación  $r = 0.65$  altamente significativo ( $P \leq 0.01$ ) esto indica que los sistemas de siembra influyen directamente en la altura de la mazorca dentro de cada uno de ellos. En la siembra normal hubo un incremento de 4 cm en relación con

la siembra en plano equidistante (figuras 3 y 6)

En cuanto a la relación que tiene la densidad de 200,000 plantas con los dos sistemas de siembra sobre la altura de mazorca, resultó un coeficiente de correlación  $r = 0.05$  no significativo, lo cual quiere decir que prácticamente no hay correlación entre los sistemas de siembra en esta densidad, esto lo demuestran las figuras 3 y 6 en las cuales se observa la misma altura de mazorca para los dos sistemas de siembra

Sumarizando la información obtenida sobre los coeficientes de correlación, puede decirse que la mayoría de ellos resultaron altamente significativos, presentándose también significativos y uno no significativo entre las variables correlacionadas, lo cual indica que existen diferentes grados de relación entre cada una de las comparaciones antes discutidas, de ahí que fue importante determinarlas para planear futuros estudios que corroboren la información aquí presentada y desde luego corregir también algunos problemas que no fueron considerados en un principio, por falta de información o por un total desconocimiento de los efectos que podrían presentarse al combinar ciertas características en diferentes condiciones ambientales.

Finalmente, cabe hacer notar que se midieron otras características que no fueron discutidas específicamente debido a que su expresión fue similar tanto en sistemas de siembra como en las densidades de población, estas características a las que me refiero son: acame de raíz - tallo, susceptibilidad a enfermedades (tizones y royas) - pudrición de mazorca.

Por otro lado, es importante señalar que la información preliminar recabada en este estudio requiere ser

Cuadro 12. Matriz de correlación para altura de mazorca de maíces superenanos bajo siembra equidistante y normal en 120,000 y 200,000 plts/ha.

	S <sub>1</sub> D <sub>1</sub>	S <sub>1</sub> D <sub>2</sub>	S <sub>2</sub> D <sub>1</sub>	S <sub>2</sub> D <sub>2</sub>
S <sub>1</sub> D <sub>1</sub>	_____	0.39*	0.65**	0.66**
S <sub>1</sub> D <sub>2</sub>		_____	0.03NS	0.05NS
S <sub>2</sub> D <sub>1</sub>			_____	0.92**
S <sub>2</sub> D <sub>2</sub>				_____

Notación:

S<sub>1</sub> D<sub>1</sub> Siembra en plano equidistante con 120,000 plts/ha  
 S<sub>1</sub> D<sub>2</sub> Siembra en plano equidistante con 200,000 plts/ha  
 S<sub>2</sub> D<sub>1</sub> Siembra normal (surcos) con 120,000 plts/ha  
 S<sub>2</sub> D<sub>2</sub> Siembra normal (surcos) con 200,000 plts/ha

\* y \*\* diferencia significativa y altamente significativa, al 5 y 1% niveles de probabilidad, respectivamente.

corroborada para probar su efectividad y utilizarla en los futuros programas de mejoramiento con el fin de aprovechar al máximo el potencial genético de los materiales aquí evaluados y explotar hasta donde sea posible la densidad de plantas por hectárea bajo el sistema mas adecuado de siembra y obtener la mayor producción por unidad de superficie con el mínimo esfuerzo.

## RESUMEN Y CONCLUSIONES

Con la finalidad de estudiar los efectos que los sistemas de siembra plano equidistante y normal (surcos) y las densidades de población de 120,000 y 200,000 plantas por hectárea tienen sobre el rendimiento de plantas individuales, se desarrolló el presente estudio utilizando híbridos superenanos de hojas erectas.

Se evaluaron en el año de 1974 en Juventino Rosas, Gto. 18 cruza triples experimentales y dos testigos formados a partir de una población superenana (SSE) de grano blanco en un experimento de parcelas sub - sub - divididas con dos repeticiones.

Debido a la variación genética de las cruza y la marcada diferencia entre los sistemas y densidades de siembra se observaron diferencias altamente significativas ( $P \leq 0.01$ ) entre ellos. En el análisis de varianza las cruza y la interacción sistemas por densidades por cruza presentaron diferencias altamente significativas ( $P \leq 0.01$ ) para rendimiento, por lo tanto las cruza mostraron diferencias muy marcadas entre la producción por cruza de acuerdo con la densidad y sistema de siembra utilizado. Los sistemas de siembra e interacciones sistemas por cruza y densidades por cruza presentaron diferencias significativas ( $P \leq 0.05$ ) para rendimiento, lo cual muestra que el comportamiento de las cruza fue diferente en los sistemas y densidades de siembra.

De acuerdo con el análisis de correlación ( $r$ ) - al relacionar plano equidistante a 120,000 plts/ha ( $S_1 \bar{D}_1$ ) en plano equidistante a 200,000 plts/ha ( $S_1 D_2$ ) se encontró diferencia significativa ( $P \leq 0.05$ ) para rendimiento y altura de mazorca, por lo tanto la densidad de población

en este sistema de siembra influye en el rendimiento y altura de mazorca. Para días a floración femenina la correlación fue altamente significativa ( $P \leq 0.01$ ) lo que indica que la floración se hace mas tardía a medida que aumenta la densidad de población.

Al comparar la siembra normal a 120,000 plts/ha ( $S_2 D_1$ ) con siembra normal a 200,000 plts/ha ( $S_2 D_2$ ) y plano equidistante a 120,000 plts/ha ( $S_1 D_1$ ) con siembra normal a 120,000 plts/ha ( $S_2 D_1$ ) se tuvieron correlaciones altamente significativas ( $P \leq 0.01$ ) para rendimiento días a floración femenina y altura de mazorca, por lo que se infiere que los sistemas de siembra y densidades de población influyen fuertemente en la manifestación de estos caracteres.

Para la comparación plano equidistante a 200,000 plts/ha ( $S_1 D_2$ ) con siembra normal a 200,000 plts/ha ( $S_2 D_2$ ) se encontró una correlación altamente significativa ( $P \leq 0.01$ ) para rendimiento y días a floración femenina, lo cual quiere decir, que el sistema de siembra influye mucho sobre estas características en altas densidades de población. Para la altura de mazorca no hubo diferencia significativa, por lo tanto, todos los genotipos se comportaron de igual manera dentro de sistemas y densidades de siembra.

De los resultados obtenidos se desprende que la población de 200,000 plts/ha no aumenta los rendimientos, en cambio el sistema de siembra normal (surco) en relación al plano equidistante si incrementó la producción por hectárea. Las diferencias en ton/ha en cada una de las densidades en relación a los sistemas de siembra fueron en el orden de 2.8 y 2.4 toneladas para la densidad de 120,000 y 200,000 plts/ha, respectivamente, tomando como base la siembra normal. Por otro lado, la diferencia en ton/ha dentro de cada sistema de siembra fue de 1.2 y 0.8 toneladas en base a la densidad de 120,000 plantas.

En base a lo anterior, se puede concluir que -  
mejor densidad de población y sistema de siembra donde  
los híbridos de mayor potencial genético mostraron los -  
los altos rendimientos son: 120,000 plantas por hectárea  
en siembra normal (surcos).

Se recomienda, así mismo, dentro de los mismos  
sistemas de siembra estudiar diferentes densidades de po-  
blación que vayan de 120,000 a 200,000 plantas por hectá-  
rea, utilizando a la vez diferentes distancias entre sur-  
cos e hileras y entre plantas para determinar la densidad  
óptima donde se obtengan los máximos rendimientos y reco-  
mendar su utilización en siembras comerciales.

## BIBLIOGRAFIA

- Anderson, J. C. and P. N. Chow. 1963. Phenotypes and grain yield associated with brachytic-2 gene in single-cross hybrids of corn. *Crop Sci.* 3: 111-113.
- Anderson, J.C. 1971. Como y para que se modifican las plantas. *Agricultura de las Américas* 20 (6): 26-28.
- Andrew R. H. 1967. Influence of season, population and spacing on axillary bud development of sweet corn. *Agron. J.* 59: 355-358.
- Baker, D. N. and R. B. Musgrave. 1964. Photosynthesis under field conditions. V. Further plant chamber studies of the effects of light on corn (*Zea mays* L.). *Crop Sci.* 4: 127-131.
- Blackman, G. E., and J. N. Black, 1959. Physiological and ecological studies in the analysis of plant environment. XII. The role of light factor in limiting growth. *Ann. Bot. (N.S.)* 23: 131-145.
- Buren, L. L., J. J. Mock, and I. C. Anderson. 1974. Morphological and physiological traits in maize associated with tolerance to high plant density. *Crop Sci.* 14: 426-429.
- Castro, G. M. 1973. Maíces super enanos para el Bajío. Boletín técnico. ESAAN, Universidad de Coahuila, México.
- Colville, W.L. and D. P. Mc. Gill. 1962. Effect rate and method planting on several plant characters and yield of irrigated corn. *Agron. J.* 54: 235-238.
- Donald, C. M. 1951. Intra-specific competition among annual pasture plants. *Australian Jour. Agric. Res.* 2 (4): 355-376. (C.F. Biological Abst. 26 (26060): 1952).
- Donald, C. M. 1958. The interaction of competition for light and for nutrients. *Australian Jour. Agric. Res.* 9: 421-435.
- Donald, C. M. 1968. The breeding of crop ideotypes. *Euphytica* 17: 385-403.
- Duncan, W. G., Loomis, R. S., William, W. A. and Hanau, R. 1967. A model for simulating photosynthesis in plant communities. *Hilgardia* 38: 181-205.

- Dungan, G. H., A. L., Lang, and J. W. Pendleton, 1958. -  
Corn plant population in relation to soil producti -  
vity.  
Adv. in Agron Acad. Press. 10: 435-473.
- El-Lakany, M. A., and W. A. Russell, 1971. Relationship -  
of maize characters with yield in testcrosses of in -  
breds at different plant densisties. Crop Sci. 11:-  
698-701.
- Espino, O. D. A. 1972. Efecto de la densidad de siembra -  
sobre rendimiento, cuateo y caracteres agronómicos -  
en cuatro variedades de maíz en Apodaca, N.L. Tesis  
división de Ciencias Agropecuarias y Marítimas. Ist.  
Tec. de Est. Sup. de Mty., N.L. México.
- Fowler, J.L., and L. L. Ray. 1977. Response of two cotton  
genotypes to five equidistant spacing patterns. Ag -  
ron. J. 69: 733-738
- Gardener, C. J. 1966. The physiological basis for yield-  
differences in three high and three low yielding va -  
rieties of barley. Thesis, University of Guelph, --  
Ontario, Canada.
- Giesbrecht, J. 1969. Effect of population and row spacing  
on the performance of four corn (*Zea mays* L.) hybrids.  
Agron. J. 61: 439:441.
- Gotlin, J. and A. Pucaric. 1972. The influence of crop-  
density on the yeild of some hybrids corn. Plant --  
breeding abstracts. 42 (4): 910
- Hageman, R. H., Flesher, D., and Gitter, A. 1961. Diurnal  
variation and other light effects influencing the --  
activity of nitrate reductase and nitrogen metabolism  
in corn. Crop Sci. 1: 201-204.
- Hicks, D. R. and R. F. Stucker. 1972. Plant density effect  
on grain yield of corn hybrids diverse in leaf orien -  
tation. Agron. J. 64: 484-487.
- Hoff, D. J., and H. J. Mederski. 1960. Effect of equidis -  
tant corn plant spacing on yield. Agron J. 52: 295 -  
298.
- Hoyt, P., and R. Bradfield. 1962. Effect of varying leaf-  
area by partial defoliation and plant density on dry-  
matter production in corn. Agron. J. 54: 523-525.
- Huerta, R. 1970. Importancia de la densidad de poblaci3n,  
distancia entre surcos y dosis de nit3geno sobre el  
rendimiento de algunas variedades de ma3z. Agronomía

- Hunter, R. B., L. W. Kannenberg, and E. E. Gamble. 1970. Performance of five maize hybrids in varying plant populations and row widths. *Agron J.* 62: 255-256.
- Hussien, T. A. 1969. Effect of various factors on size of leaf surface and on grain yield of maize, *Field crop abstracts*. 22 (3): 250.
- Jennings, P. R. 1966. The evolution of plant type in *Oryza sativa*. *Econ. Bot.* 20: 396-402.
- Kamprath, E. J. et al. 1974 Nitrogen management, plant population and row width studies with corn. *Plant breeding abstract*. 44 (1): 52.
- Katta, Y. S. 1970. Effect of leaf angle and field orientation of plants on grain yields in a brachytic-2 variety of corn (*Zea mays* L.). Report CIMMYT'S maize training Program.
- Katta, Y. S., and M. Castro Gil. 1970. Some reasons for depressed yields in dwarf corns. *Maize Genetics News letter*.
- Krassovsky, I. 1926. Physiological activity of the seminal and nodal roots of crop plants. *Soil Sci.* 21: 307-325.
- Knipmeyer, J. W. R. H. Hageman, F. B. Earley, and R. D. Seif. 1962. Effect of light intensity on certain metabolites of the corn plant (*Zea mays* L.) *Crop Sci* 2: 1-5.
- Laird, R. J., et al. 1954. Fertilizantes y prácticas para la producción del maíz en la parte central de México. Folleto técnico (13), SAG. Ofic. Fst. Esp. - México, D.F.
- Laird, R. J. et al. 1955. Fertilizantes comerciales y densidad óptima de población para maíz de riego en Gto. Oro. y Mich. Folleto técnico (16) SAG. Ofic. Est. Esp. México, D.F.
- Leng, E. R. 1957. Genetic production of short stalked hybrids proceedings. 12th Annual Hybrid Corn, Industry Research Conference: 80-86.
- Leng, E. R. and G. L. Ross. 1959. Performance of commercial corn hybrids in Illinois. *Illinois Agric. Exp. Sta. Bull.* (651).
- Lusunov, I. K. and V. A. Lisunova. 1974. Contribution of the leaves to yield in various maize hybrids. -

- Lutz, J. A. Jr., H. M. Camper, and G. D. Jones, 1971. -  
Row spacing and population effects on corn yields. -  
Agron. J. 63: 12-14.
- Matsushima, S., Tanaka A. And Hoshino, H, 1964. Analysis  
of yield determining process and it's aplication to -  
yeild prediction and culture improvement of lowland-  
rice. 68. On the relation between morphological cha-  
racteristics and photosynthetic efficiency. (In Ja-  
panese tables in English). Proc. Crop Sci. Soc. Ja-  
pan 33: 44-48.
- Monsi, M. and Saeki, T. 1953. Uber den lichtfaktor in --  
den pflanzengesellschaften und seine bedeutung fur -  
die stoffproduktion. Japan J. Bot. 14: 22-52.
- Moss, D. N., R. B. Musgrave and F. R. Lemon, 1961. Photo-  
synthesis under field conditions. III, Some effects  
of light, carbon dioxide, temperature, and soil mois-  
ture on photosynthesis, respiration and transpiration  
of corn. Crop Sci. 1: 83-87.
- Murata, Y. 1961. Studies on the photosynthesis of rice --  
plants and its culture significance (in Japanese, ta-  
bles in English) Bull Natn. Inst. Agric. Sci. (Tokyo)  
(D9: 1-170.)
- Muresan, T. et al. 1969. Experimental results with dwarf  
maize double hybrids at the Fundulea Research Institu-  
te for cereals and industrial crop. Plant breeding -  
abstracts, 39 (3): 633.
- Nuñez, R. and Eugene Kamprath. 1969. Relationships between  
N response, plant population and row width on growth-  
and yield of corn. Agron. J. 61: 279-282.
- Ordaz, O. F. y R. M. Dahme, 1968. Efecto del espaciament-  
to entre matas de maíz y rendimiento bajo diferentes-  
niveles de fertilidad del suelo. Agricultura técnica  
en México. II (9) INIA-SAG.
- Paradi, L. 1969. Prospects of the dwarf hybrid maize - -  
(Zea mays L.) in hungry. Plant breeding abstracts. -  
39 (1): 73.
- Pendleton, J. W., and R. D. Seif. 1961. Plant population  
and row spacing studies with brachytic-2 dwarf corn -  
Crop Sci. 1: 433-435.
- Pendleton, J. W., and G. F. Smith. 1967. The corn plant-  
of the future. Crops and Soils. 19 (8): 9.

- Pendleton, J. W., G. E. Smith, S. R. Winter, and T. J. Johnston. 1968. Field investigations of the relationships of leaf angle in corn (*Zea mays* L.) to grain yield and apparent photosynthesis. *Agron. J.* 60: 422-424.
- Poey, D. F. 1973. Las características del maíz son como las del ganado, se heredan. *Agricultura de las Américas.* 22 (11): 8-10.
- Poey, D.F. 1973. Otra Jornada en la revolución verde o maíces enanos en México. *Agricultura de las Américas.* Año 22 (3).
- Sinclair, T.R., et al. 1972. Productivity of the normal leaf and erect-leaf isogene of a corn hybrid. *Plant breeding abstracts.* 42 (4): 901.
- Singleton, W. R. 1949. Short corn can be good corn. What new in crops and soils 1: 22-24.
- Sowell, W. F. 1960. Factors contributing the superior yielding ability of compact senidwarf maize at high-population. *Diss. Abstracts.* 20 (7): 2476.
- Sowell, W. F., Ohlrogge, A. J., and Nelson, O. F. 1961. Growth and fruiting of compact and Hy normal corn types under a high population stress. *Agron. J.* 53: 25-28.
- Stickler, F. C. 1964. Row width and plant population studies with corn. *Agron. J.* 56: 438-441.
- Stinson Jr. H. T. and Moss, D. N. 1960. Some effects of shade upon corn hybrids tolerant and intolerant of dense planting. *Agron. J.* 52:482-484.
- Stivers, R. K., D. R. Griffith, and E. P. Christmas. 1971. Corn performance in relation to row spacings populations, and, hybrids on five soils in Indiana.
- Stratula, V., M. C. María, and I. Popa, 1974. Study of the relations between maize hybrids, density of sowing and fertilizers on brownish-red forest soil at len farm, Dolj. *Plant breeding abstracts.* 14 (1): 53.
- Stringfield, G. H. 1964. Objectives in corn improvement. *Adv. Agron.* 16: 101-137.
- Russell, W. A. 1968. Testcrosses of one and two ear types of corn belt maize imbeds. I. Performance at four plant stand densities. *Crop Sci.* 8: 244-247.

- Russell, W. A. 1972. Effect of leaf angle on hybrid performance in maize (*Zea mays* L.). *Crop Sci.* 12: 90-92.
- Rutger, J. N. and L. V. Crowder. 1967. Effect of high plant density on silage and grain yields of six corn-hybrids. *Crop Sci.* 7: 182-184.
- Tsunoda, S., 1959a. A developmental analysis of yielding-ability in varieties of field crops. I. Leaf area per plant and leaf area ratio. *Japan J. Breed.* 9: 161-168.
- Wardlaw, I. F. 1967. The effect of water stress on translocation in relation to photosynthesis and growth. *J. Riol. Sci.* 20: 25-39.
- Wilson, J. W. 1960. Influence of spatial arrangement of foliage area on light interception and pasture growth. *Proc. 8th Intern. Grassland Congr.* Reading England: 275-279.
- Woolley, D. G., N. P. Baracco, and W. A. Russell. 1962. Performance of four corn inbreds in single-cross hybrids as influenced by plant density and spacing patterns. *Crop Sci.* 2: 441:444.

## RECONOCIMIENTO

Al concluir las actividades académicas y de investigación relativos a la maestría en ciencias, hago patente mi reconocimiento al Colegio de Graduados de la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro", particularmente al Departamento de Fitomejoramiento, y al Instituto Mexicano del Maíz, por todas las facilidades que se me brindaron.

Asimismo, manifiesto mi reconocimiento a las siguientes personas:

Al Dr. Eleuterio López Pérez, por las observaciones y correcciones sugeridas en la interpretación y revisión de esta tesis para su mejor presentación.

A los Drs. Jorge González D. y Hans R. Chaudhary, - por las observaciones y sugerencias al presente trabajo.

Al Dr. Mario Castro Gil (+) por las invaluable enseñanzas y consejos útiles para mi desenvolvimiento profesional, así como por sus valiosas y oportunas sugerencias en la dirección del presente trabajo de investigación.

A los Ings. Gonzalo Olivares, O. (+), Eleuterio López P., Mauro Hernández S., José Gpe. Rodríguez V., José-R. Gómez G., Tereso Molina de la Cruz y Luis Cepeda S. -- (+) técnicos pioneros de la entonces Sección-Maíz, factores importantes en mi superación profesional.

A las Sritas. Manuela Rodríguez M. y Emma Montoya T. por la desinteresada ayuda en el trabajo mecanográfico de la presente tesis.

A todas aquellas personas que en una u otra forma influyeron en la realización del presente estudio.

Finalmente vaya mi mas profunda gratitud a mi Sra. - esposa Ma. Anastacia y a mis hijos Edgar Alejandro, Jorge y Karina, motivo de mi superación.

APPENDICE

Cuadro 13. Relación de cruzas triples y testigos incluidos en la evaluación del presente estudio.

Cruza No.	Genealogía
1	(SSE-232-1-1 X SSE-255-1-1)X SSE-246-2-5-16
2	(SSE-232-1-1 X SSE-255-1-1)X SSE-246-2-5-2
3	(SSE-232-1-1 X SSE-255-1-1)X SSE-246-2-5-1
4	(SSE-232-1-1 X SSE-255-1-1)X SSE-246-2-5-5
5	(SSE-232-1-1 X SSE-255-1-1)X SSE-246-2-5-28
6	(SSE-232-1-1 X SSE-255-1-1)X SSE-53-1-2-1
7	(SSE-232-1-1 X SSE-255-1-1)X SSE-246-2-5-5-4
8	(SSE-232-1-1 X SSE-255-1-1)X SSE-246-2-5-17
9	(SSE-232-1-1 X SSE-255-1-1)X SSE-26-1-1-6
10	(SSE-232-1-1 X SSE-255-1-1)X SSE-246-2-5-20
11	(SSE-232-1-1 X SSE-255-1-1)X SSE-76-1-5-3
12	(SSE-232-1-1 X SSE-255-1-1)X SSE-246-2-5-26
13	(SSE-232-1-1 X SSE-255-1-1)X SSE-246-2-5-10
14	(SSE-232-1-1 X SSE-255-1-1)X SSE-10-1-1-1-1
15	(SSE-232-1-1 X SSE-255-1-1)X SSE-76-1-5-1(AN-360 E)
16	(SSE-232-1-1 X SSE-255-1-1)X SSE-4-1-1-1-1
17	(SSE-232-1-1 X SSE-255-1-1)X SSE-13-1-1-1-1
18	(SSE-232-1-1 X SSE-255-1-1)X SSE-76-1-5(AN-360 Com
19	SSE-232-1-1 X SSE-255-1-1 (T)
20	(SSE-232-1-1 X SSE-255-1-1)X SSE-246-2-5-11

Cuadro 14. Cálculo del factor de corrección en base a plantas cosechadas para uniformizar rendimientos en cada una de las densidades y sistemas de siembra (Cuadrós 5, 6, 7 y 8)

Plano equidistante 120,000 plts/ha. Población perfecta  
112 plts/parcela.

Plantas cosechadas A	Plantas faltantes B	M-0.3F C	Factor de corrección C/A
112	0	112.0	1.000
111	1	111.7	1.006
110	2	111.4	1.013
109	3	111.1	1.019
108	4	110.8	1.026
107	5	110.5	1.033
106	6	110.2	1.040
105	7	109.9	1.047
104	8	109.6	1.054
103	9	109.3	1.061
102	10	109.0	1.069
101	11	108.7	1.076
100	12	108.4	1.084
99	13	108.1	1.092
98	14	107.8	1.100
97	15	107.5	1.108
96	16	107.2	1.117
95	17	106.9	1.125
94	18	106.6	1.134
93	19	106.3	1.143
92	20	106.0	1.152
91	21	105.7	1.161
90	22	105.4	1.171
89	23	105.1	1.181
88	24	104.8	1.191
87	25	104.5	1.201
86	26	104.2	1.212
85	27	103.9	1.222
84	28	103.6	1.233
83	29	103.3	1.244
82	30	103.0	1.256
81	31	102.7	1.268
80	32	102.4	1.280

- 76 -

Continuación cuadro 14. Plano equidistante 200,000 plts/h  
Población perfecta = 144 plts/pai  
cela.

Plantas cosechadas A	Plantas faltantes B	M-0.3F C	Factor de corrección C/A
144	0	144.0	1.000
143	1	143.7	1.005
142	2	143.4	1.010
141	3	143.1	1.015
140	4	142.8	1.020
139	5	142.5	1.025
138	6	142.2	1.030
137	7	141.9	1.036
136	8	141.6	1.041
135	9	141.3	1.047
134	10	141.0	1.052
133	11	140.7	1.058
132	12	140.4	1.064
131	13	140.1	1.069
130	14	139.8	1.075
129	15	139.5	1.081
128	16	139.2	1.087
127	17	138.9	1.094
126	18	138.6	1.100
125	19	138.3	1.106
124	20	138.0	1.113
123	21	137.7	1.119
122	22	137.4	1.126
121	23	137.1	1.133
120	24	136.8	1.140
119	25	136.5	1.147
118	26	136.2	1.154
117	27	135.9	1.161
116	28	135.6	1.169
115	29	135.3	1.176
104	40	132.0	1.269
98	46	130.2	1.328

- 77 -

Continuación cuadro 14. Normal 120,000 plts/ha. Población perfecta = 90 plts/parcela.

Plantas cosechadas A	Plantas faltantes B	M-0.3F C	Factor de corrección C/A
90	0	90.0	1.000
89	1	89.7	1.008
88	2	89.4	1.016
87	3	89.1	1.024
86	4	88.8	1.032
85	5	88.5	1.041
84	6	88.2	1.050
83	7	87.9	1.059
82	8	87.6	1.068
81	9	87.3	1.078
80	10	87.0	1.087
79	11	86.7	1.097
78	12	86.4	1.108
77	13	86.1	1.118
76	14	85.8	1.129
75	15	85.5	1.140
74	16	85.2	1.151
71	19	84.3	1.187
70	20	84.0	1.200
64	26	82.2	1.284

Continuación cuadro 14. Normal 200,000 plts/ha. Población perfecta = 150 plts/parcela

Plantas cosechadas A	Plantas faltantes B	M- 0.3F C	Factor de corrección C/A
150	0	150.0	1.000
149	1	149.7	1.005
148	2	149.4	1.009
147	3	149.1	1.014
146	4	148.8	1.019
145	5	148.5	1.024
144	6	148.2	1.029
143	7	147.9	1.034
142	8	147.6	1.039
141	9	147.3	1.045
140	10	147.0	1.050
139	11	146.7	1.055
138	12	146.4	1.061
137	13	146.1	1.066
136	14	145.8	1.072
135	15	145.5	1.078
134	16	145.2	1.083
133	17	144.9	1.089
132	18	144.6	1.095
131	19	144.3	1.101
130	20	144.0	1.108
129	21	143.7	1.114
128	22	143.4	1.120
127	23	143.1	1.127
126	24	142.8	1.133
125	25	142.5	1.140
124	26	142.2	1.147
123	27	141.9	1.153
122	28	141.6	1.161
121	29	141.3	1.168
120	30	141.0	1.175
119	31	140.7	1.182
118	32	140.4	1.190
117	33	140.1	1.197
116	34	139.8	1.205

Continuación Cuadro 14. Concluye.

Plantas cosechadas A	Plantas faltantes B	M- 0.3F C	Factor de corrección C/A
115	35	139.5	1.213
107	43	137.1	1.281
101	49	135.3	1.340
91	59	132.3	1.453

Cuadro 15. Diferencias de rendimiento y de otras características medidas en híbridos superenanos sembrados en plano equidistante y normal a 120,000 y 200,000 plts/ha.

Sistemas de siembra	Densidades de población		$\bar{X}$	Diferencia (a-b)
	120,000 plts/ha (a)	200,000 plts/ha (b)		
<b>RENDIMIENTO*</b>				
Normal (c)	11.538	10.334	10.936	1.204
P. equidistante (d)	8.764	7.940	8.352	0.824
Diferencia (c-d)	2.774	2.394	2.584	
<b>DIAS A FLOR ♀</b>				
Normal (c)	84	88	86	-4
P. equidistante (d)	81	88	84	-7
Diferencia (c-d)	3	0	2	
<b>DIAS A FLOR ♂</b>				
Normal (c)	75	76	75	-1
P. equidistante (d)	73	76	74	-3
Diferencia (c-d)	2	0	1	
<b>ALTURA DE MAZORCA</b>				
Normal (c)	66	64	65	2
P. equidistante (d)	62	64	63	-2
Diferencia (c-d)	4	0	2	

\* ton/ha de mazorca al 15.5% de humedad

Cuadro 16. Coeficientes de correlación para rendimiento, días a flor, y altura de mazorca obtenidos en maíces perenanos evaluados en 120,000 y 200,000 plts/h en siembra equidistante y normal.

Comparaciones	Coeficientes de correlación (r)		
	Rendimiento	Días a flor	Altura de mazo
S <sub>1</sub> D <sub>1</sub> VS S <sub>1</sub> D <sub>2</sub>	0.38*	0.55**	0.39*
S <sub>2</sub> D <sub>1</sub> VS S <sub>2</sub> D <sub>2</sub>	0.63**	0.55**	0.92**
S <sub>1</sub> D <sub>1</sub> VS S <sub>2</sub> D <sub>1</sub>	0.48**	0.51**	0.65**
S <sub>1</sub> D <sub>2</sub> VS S <sub>2</sub> D <sub>2</sub>	0.64**	0.54**	0.05NS

\* y \*\* diferencia significativa y altamente significativa a y 1% niveles de probabilidad, respectivamente.

NS no significativa

S<sub>1</sub> Siembra equidistante

S<sub>2</sub> Siembra normal (surcos)

D<sub>1</sub> 120,000 plts/ha

D<sub>2</sub> 200,000 plts/ha.