

# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

---

FACULTAD DE AGRICULTURA



COMPORTAMIENTO DE DIFERENTES  
CARACTERES AGRONOMICOS DE LA  
PLANTA DE MAIZ (Zea mays L)  
AL VARIAR LA DENSIDAD  
DE POBLACION

**TESIS PROFESIONAL**

Que para obtener el título de:

**INGENIERO AGRONOMO**

Orientación en FITOTECNIA

Presenta:

Jose Luis Pons Hernandez

LAS AGUJAS, ZAPOPAN JAL.

JULIO 1985

---



# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Escuela de Agricultura 19 de Octubre 1982

EXPEDIENTE .....

NUMERO .....

## C. PROFESORES:

ING. SALVADOR HURTADO DE LA PEÑA. Director

ING. LUIS ALBERTO RENDON SALCIDO. Asesor

PROFRA. LUZ MA. VILLARREAL DE PUGA. Asesor

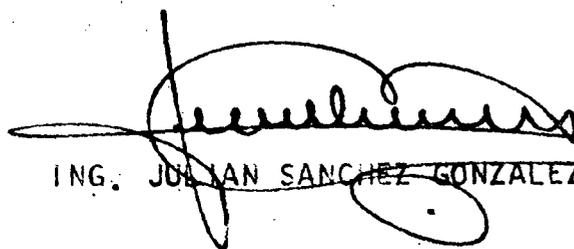
Con toda atención me permito hacer de su conocimiento que habiendo sido aprobado el Tema de Tesis:

"COMPORTAMIENTO DE DIFERENTES CARACTERES AGRONOMICOS DE PLANTA DE MAIZ (*Zea mays* L) AL VARIAR LA DENSIDAD DE POBLACION".

presentado por el Pasante J. LUIS PONS HERNANDEZ, han sido ustedes designados Director y Asesores respectivamente para el desarrollo de la misma.

Ruego a ustedes que sirvan hacer del conocimiento de esta Dirección su Dictamen en la revisión de la mencionada Tesis. Entre tanto me es grato reiterarle las seguridades de mi atenta y distinguida consideración.

"PIENSA Y TRABAJA"  
EL SECRETARIO



ING. JULIAN SANCHEZ GONZALEZ



ESCUELA DE AGRICULTURA  
BIBLIOTECA

eml.



# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

## Escuela de Agricultura

Expediente .....

Número .....

Septiembre 5, 1984.

ING. ANDRES RODRIGUEZ GARCIA  
DIRECTOR DE LA ESCUELA DE AGRICULTURA  
DE LA UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA.

Habiendo sido revisada la Tesis del PASANTE \_\_\_\_\_  
JOSE LUIS PONS HERNANDEZ titulada,

"COMPORTAMIENTO DE DIFERENTES CARACTERES AGRONOMICOS DE PLANTA DE MAIZ  
(Zea mays L) AL VARIAR LA DENSIDAD DE POBLACION."

Damos nuestra aprobación para la impresión de la misma.

DIRECTOR.

ING. M.C. SALVADOR A. HURTADO Y DE LA PEÑA.



ESCUELA DE AGRICULTURA  
BIBLIOTECA

ASESOR.

ING. LUIS ALBERTO RENDON SALCIDO.

ASESOR.

PROFA. LUZ MA. VILLARREAL DE PUGA.

hlg.

Al contestar este oficio sirvase citar fecha y número

DEDICATORIAS

A MIS PADRES:

Filiberto Pons Guerrero  
Reynalda Hernández de Pons

A MIS HERMANOS:

J. Acención, Filiberto, Ma. Antonieta,  
Ma. Rosa, Gabriel, Felicitas, Miguel,  
Reyna, Rafael, Daniel y Juanita.

A MIS CUÑADAS:

Imelda Yolanda y María de Jesús

A MIS SOBRINOS:

Luis Filiberto, Eliodoro, Felipe, Sergio  
y Cesar.

A LA FAMILIA:

Rivera Camacho, especialmente a José,  
Javier, Emma, Don José y Doña Rebeca.

A LA FAMILIA:

Gutiérrez Llamas. Alejandro Laura E.,  
Felipe, Don Francisco y Doña Ofelia.

AL ING. M.C. Salvador A. Hurtado de la Peña



ESCUELA DE AGRICULTURA  
Y BIBLIOTECA

## AGRADECIMIENTOS



ESCUELA DE AGRICULTURA  
BIBLIOTECA

A LA UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA, POR TODOS LOS CONOCIMIENTOS QUE ADQUIRI DE ELLA.

AL INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGRICOLAS (INIA)

AL DR. ODON MIRANDA JAIMES, AL DR. GABRIEL DIAZ CASTRO, AL M.C. J. ANTONIO GARZON T. Y AL DR. JAVIER SALINAS GONZALEZ, POR TODO EL APOYO RECIBIDO.

AL ING. M.C. SALVADOR A. HURTADO DE LA PEÑA, POR LA SUGERENCIA - Y REVISION DEL TEMA DE TESIS, POR TODO EL APOYO QUE ME HA BRINDADO SIEMPRE.

A LA PROFRA. LUZ MA. VILLARREAL DE PUGA, POR LA REVISION Y SUGERENCIAS SOBRE EL MANUSCRITO.

AL ING. M.C. LUIS ALBERTO RENDON SALCIDO, POR LAS VALIOSAS CONTRIBUCIONES HECHAS AL MANUSCRITO.

A MIS COMPANEROS Y AMIGOS ESPECIALMENTE A JOSE RIVERA CAMACHO, - SALVADOR MONTES HERNANDEZ Y FRANCISCO ZARATE ZARATE, POR SU CONSTANTE APOYO.

AL ING. CESAREO GONZALEZ SANCHEZ, POR SU COLABORACION EN LA REVISION SINTACTICA DEL MANUSCRITO.

A LA SRA. ESPERANZA MALDONADO DE ARRIAGA, POR SU EXCELENTE TRABAJO MECANOGRAFICO.

A TODAS AQUELLAS PERSONAS QUE DIRECTA E INDIRECTAMENTE CONTRIBUYERON A LA REALIZACION DE ESTE TRABAJO.

## R E S U M E N

En 1981 y bajo condiciones de temporal se estableció un experimento de maíz en el ejido de Trejos, Municipio de Ixtlahuacan del Río, Jal. Los principales objetivos que se perseguían fueron:

- A) Analizar el comportamiento de la variedad de maíz "Criollo de Trejos" en su tercer ciclo de selección masal (IIICSM) al someterlo en ambientes con diferentes niveles de competencia.
- B) Observar el efecto de las altas y bajas densidades de población, sobre variedades de ciclo corto (CAFIME) e intermedio (IIICSM).
- C) Detectar que variaciones presentan algunos caracteres agronómicos (morfológicos y fisiológicos) de éstas variedades por efecto de la alta y baja densidad de población (ambientes óptimos y subóptimos).

Para ello se hizo un arreglo combinatorio de las dos variedades y 8 densidades de población que fueron 20, 40, 60, 80, 100, 120 y 140 mil pl/ha utilizado como testigo la densidad de 50 mil pl/ha, el diseño experimental fue bloques al azar en el que el factor tratamientos se desglosó en los componentes Variedades, Densidades e Interacción Variedad x Densidad.



Se encontró que las variedades tuvieron diferente respuesta con los cambios en la densidad. No todos los caracteres observados estuvieron correlacionados significativamente en forma lineal con la densidad de población. En el IIICSM se encontró que los caracteres: altura de planta, diámetro de tallo longitud de mazorca, diámetro de mazorca, número de hileras, profundidad de grano, peso de grano por planta y por parcela estuvieron correlacionados significativamente en forma negativa con la densidad de población y positivamente con número de plantas jorras, fallas de polinización y acame de raíz. En el CAFIME se encontró que el diámetro de tallo, longitud de mazorca, diámetro de mazorca y peso de grano por planta, estuvieron correlacionados significativamente en forma negativa con la densidad de población y positivamente los caracteres días a floración femenina, número de plantas jorras y acame de tallo.





I N D I C E

ESCUELA DE AGRICULTURA  
BIBLIOTECA

Página

DEDICATORIAS . . . . .	i
AGRADECIMIENTOS. . . . .	ii
RESUMEN. . . . .	iii
INDICE . . . . .	iiii
INDICE DE CUADROS. . . . .	iiiiii
INDICE DE FIGURAS. . . . .	iiiiiii
I. INTRODUCCION. . . . .	1
II. REVISION DE LITERATURA. . . . .	4
a) La Selección Masal Moderna en relación al rendimiento de grano. . . . .	4
b) La competencia entre plantas y su relación con los caracteres morfológicos y fisiológicos sobre el rendimiento del grano en maíz .	8
Las hojas . . . . .	8
Fotosíntesis . . . . .	19
Plantas Jorras . . . . .	21
Altura de planta . . . . .	26
Diámetro de tallo. . . . .	28
La mazorca y sus componentes . . . . .	28
III. MATERIALES Y METODOS. . . . .	35
3.1 Factores ecológicos y geográficos del área-de trabajo . . . . .	35
3.1.1 Localización. . . . .	35
3.1.2 Climatología. . . . .	35

	Página
Clima . . . . .	35
Humedad . . . . .	35
Temperatura . . . . .	36
3.1.3 Condiciones edaficas . . . . .	36
Suelo . . . . .	36
Topografía. . . . .	36
3.2 Material Genético . . . . .	37
3.3 Tratamientos y diseño experimental. . . . .	38
3.4 Siembra y fertilización . . . . .	39
3.5 Toma de datos . . . . .	40
3.6 Analisis estadístico . . . . .	42
a) Análisis de varianza. . . . .	42
b) Regresión y correlación. . . . .	44
c) Comparación de medias. . . . .	48
IV. RESULTADOS Y DISCUSION . . . . .	49
a) Altura de planta . . . . .	49
b) Altura de mazorca . . . . .	53
c) Diámetro de tallo . . . . .	57
d) Area foliar . . . . .	60
e) Días a floración . . . . .	66
f) Plantas jorras . . . . .	72
g) Longitud de mazorca . . . . .	76
h) Diámetro de mazorca . . . . .	81
i) Número de hileras de granos por mazorca . . . . .	85
j) Profundidad de grano. . . . .	88
k) Peso de grano por planta. . . . .	91



	Página
l) Rendimiento de grano por parcela . . . . .	97
m) Fallas de polinización . . . . .	100
n) Número de plantas con acame de raíz. . . . .	103
ñ) Número de plantas con acame de tallo . . . . .	106
V. CONCLUSIONES. . . . .	115
VI. BIBLIOGRAFIA. . . . .	



INDICE DE CUADROS



ESCUELA DE AGRICULTURA  
BIBLIOTECA

Cuadro	Página
1 Análisis de varianza para altura de planta . . . . .	50
2 Análisis de varianza para altura de mazorca . . . . .	54
3 Análisis de varianza para diámetro de tallos . . . . .	58
4 Análisis de varianza para área foliar . . . . .	61
5 Análisis de varianza para días a floración masculina . . . . .	67
6 Análisis de varianza para días a floración femenina . . . . .	70
7 Análisis de varianza para número de plantas jorras por parcela . . . . .	73
8 Análisis de varianza para longitud de mazorca . . . . .	77
9 Análisis de varianza para diámetro de mazorca . . . . .	82
10 Análisis de varianza para número de hileras de granos por mazorca . . . . .	86
11 Análisis de varianza para profundidad del grano . . . . .	89
12 Análisis de varianza para peso de grano por planta . . . . .	92
13 Análisis de varianza para rendimiento de grano por parcela . . . . .	98
14 Análisis de varianza para fallas de polinización . . . . .	101
15 Análisis de varianza para número de plantas con acame de raíz . . . . .	104
16 Análisis de varianza para número de plantas con acame de tallo . . . . .	108
17 Comparación de promedios para alturas de planta y mazorca, diámetro de tallo y área foliar . . . . .	64

## Cuadro

## Página

18	Comparación de promedios para días a floración masculina, femenina, número de plantas jorras y longitud de mazorca . . . . .	79
19	Comparación de promedios para diámetro de mazorcas número de hileras, profundidad de grano y rendimiento de grano por planta . . . . .	95
20	Comparación de promedios para rendimiento de grano por parcela, fallas de polinización, número de plantas con acame de raíz y tallo. . . . .	111
21	Comportamiento de los caracteres: altura de planta y mazorca, diámetro de tallos y área foliar respecto a la densidad testigo en las variedades utilizadas . . . . .	65
22	Comportamiento de los caracteres: días a floración masculina y femenina, número de plantas jorras y longitud de mazorca, respecto a la densidad testigo en las variedades utilizadas . . . . .	80
23	Comportamiento de los caracteres: diámetro de mazorcas, número de hileras, profundidad de grano y rendimiento de grano por planta respecto a la densidad testigo en las variedades utilizadas . . . . .	96
24	Comportamiento de los caracteres: rendimiento de grano por parcela, fallas de polinización, número de plantas con acame de raíz y de tallo, respecto a la densidad testigo en las dos variedades utilizadas. . . . .	112
25	Coefficientes de correlación entre todas las variables estudiadas en la variedad IIICSM. . . . .	113
26	Coefficientes de correlación entre todas las variables estudiadas para la variedad CAFIME . . . . .	114

## INDICE DE FIGURAS

Figura		Página
1	Rectas de regresión para altura de planta . . . . .	51
2	Rectas de regresión para altura de mazorca. . . . .	55
3	Recta de regresión para el diámetro de tallo. . . . .	59
4	Recta de regresión para el área foliar . . . . .	62
5	Rectas de regresión para el número de días a flo- ración masculina . . . . .	68
6	Recta de regresión para el número de días a flora- ción femenina. . . . .	71
7	Rectas de regresión para el número de plantas jo- rras . . . . .	74
8	Rectas de regresión para longitud de mazorcas. . . . .	78
9	Rectas de regresión para diámetro de mazorcas. . . . .	83
10	Rectas de regresión para número de hileras de gra- nos . . . . .	87
11	Rectas de regresión para profundidad de grano. . . . .	90
12	Rectas de regresión para peso de grano por planta. . . . .	93
13	Rectas de regresión para rendimiento de grano por- parcela . . . . .	99
14	Rectas de regresión para el número de plantas con- fallas de polinización. . . . .	102
15	Rectas de regresión para el número de plantas con- acame de raíz. . . . .	105
16	Rectas de regresión para el número de plantas con acame de tallo . . . . .	109

## I. INTRODUCCION

El cultivo de maíz en México es tal vez el más importante, ya que por tradición es una de las bases alimenticias junto con el frijol. Además, dentro de los granos básicos es el que a nivel nacional ocupa la mayor superficie para su siembra, razón por la cual es una fuente de ingresos de los agricultores temporaleros.

Por estas razones el maíz se cultiva en una gran diversidad de ambientes; desde casi el nivel del mar hasta los valles altos, tanto en el trópico húmedo como en el trópico seco.

Para el mejoramiento genético de este cultivo, se ha tomado en cuenta la variación ecológica del país así como las condiciones económicas de los agricultores. Por ello, se han formado variedades de polinización libre, híbridos y variedades sintéticas. Dentro de las metodologías de mejoramiento genético cuyos resultados pueden ser obtenidos a corto plazo se emplea el método de Selección Masal Moderna, especialmente cuando se trata de mejorar caracteres altamente heredables, lo cual ha sido demostrado por una gran cantidad de investigadores.

Durante 1977 y 1978, el Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), a través del Campo Agrícola Experimental Altos de Jalisco (CAEAJAL), realizó una colecta de variedades criollas de maíz en los estados de Jalisco y Nayarit procediendo a realizar pruebas de adaptación y rendimiento en

varias localidades dentro del área de influencia de ese Campo Experimental. Uno de estos materiales fué la variedad "Criollo de Trejos", la cual resultó sobresaliente en cuanto a rendimiento y adaptación; por esta razón se procedió a mejorarlo por medio de Selección Masal Moderna (SMM), algunas características que le eran desfavorables, tales como: altura de plantas. En este material se logró realizar 3 ciclos de selección desde 1978-1980, y en 1981 se procedió a hacer una evaluación comparando el criollo original con sus tres ciclos de selección como resultado de dicha evaluación, se detectó un incremento de 19.56% en rendimiento, sin embargo, la altura de planta y mazorca no mostraron ninguna reducción, los días a floración se redujeron siendo 2 días más precoz el tercer ciclo de selección (IIICSM) Rivera (1983).

Con base en los trabajos realizados por varios investigadores, se puede concluir que los incrementos en rendimiento son el resultado de los incrementos en el tamaño o capacidad del sistema fotosintético y de la eficiencia del mismo para producir grano. Por otro lado, también se tienen evidencias experimentales de que bajo condiciones ambientales de alta competencia, el factor que limita el rendimiento no es el tamaño del sistema fotosintético sino la eficiencia del mismo para producir grano.

En base a lo anterior, en 1981 y bajo condiciones de temporal se estableció el presente trabajo con los siguientes ob

jetivos:

1. Analizar el comportamiento del IIICSM al someterlo en ambientes con diferentes niveles de competencia.
2. Observar el efecto de las altas y bajas densidades de población, sobre variedades de ciclo corto (CAFIME) e intermedio (IIICSM).
3. Detectar que variaciones presentan algunos caracteres agronómicos (morfológicos y fisiológicos) de estas variedades por efecto de la alta y baja densidad de población. (ambientes óptimos y subóptimos).

## REVISION DE LITERATURA

La presente revisión está relacionada con trabajos de investigación sobre Mejoramiento Genético en Maíz para incrementar el rendimiento; está constituida en dos partes, la primera trata sobre la Selección Masal en relación al rendimiento y la segunda cita algunos aspectos sobre diferentes niveles de competencia y su efecto sobre los caracteres morfológicos y fisiológicos en relación con el rendimiento de grano en maíz

a) La Selección Masal Moderna en relación al rendimiento de grano.

Sprague (1955) consignó que la Selección Masal es el sistema más antiguo usado en el mejoramiento vegetal, pero que sus éxitos fueron más frecuentes en caracteres cualitativos que en cuantitativos como rendimiento. Por esta razón se dejó de usar desde los años veintes. La Selección Masal no tuvo la efectividad deseada para mejorar caracteres cuantitativos debido principalmente a: la falta de capacidad del mejorador para identificar los genotipos superiores basándose solo en el fenotipo, que al mezclar la semilla se perdía la información sobre la actuación de la progenie, que se ignoraba la procedencia del polen, que la selección en una población reducida genotípicamente causaba una disminución del rendimiento y que existían los efectos enmascaradores de la variabilidad del suelo sobre el fenotipo de las plantas.

Gardner en 1961, citado por Jasa (1974), propuso y utilizó

zó por primera vez la estratificación del lote de selección, como una medida para reducir el componente ambiental del valor fenotípico, generado principalmente por la heterogeneidad del suelo, con esta modificación a la selección masal clásica, obtuvo aumentos de rendimiento de 4.8% por ciclo de selección.

Molina en 1961, citado por Rivera (1983) propone un modelo para ajustar los rendimientos :  $\hat{Y}_{ij} = Y_{ij} - \bar{Y}_i + \bar{Y} ..$

en donde:

$\hat{Y}_{ij}$  = Rendimiento ajustado de la j-ésima planta del i-ésimo sublotes.

$Y_{ij}$  = Rendimiento observado en la j-ésima planta del i-ésimo sublote.

$\bar{Y}_i$  = Media de todas las plantas del i-ésimo sublote.

$\bar{Y} ..$  = Media general del lote.

Mediante este procedimiento se trata de eliminar el efecto ambiental debido principalmente a la variabilidad del suelo.

Ahora bien, es necesario que exista suficiente variabilidad genética aditiva del carácter por seleccionar.

Existe además, una gran cantidad de información sobre los avances logrados por los fitomejoradores con el uso de la Selección Masal Moderna ó Estratificada.

Betancourt (1970), al utilizar la Selección Masal, así como hibridación hasta cruzas dobles, para completar 4 ciclos

de selección Masal, encontró ganancias de 40.35% y 34.39% en rendimiento respectivamente y cuando estos métodos se aplicaron simultáneamente en la variedad "Criollo de Tlacolula 884"; concluyó que el método de Selección Masal Moderna, que además de ser sencillo, rápido y económico, se lograron resultados ligeramente superiores a los alcanzados con la formación de híbridos.

Velasco (1972), empleó la Selección Masal Moderna (SMM) en el Compuesto Celaya II, concluyó que este método resultó ser efectivo para mejorar algunos caracteres deseables, y que para lograrlo, es necesario partir de poblaciones variables genéticamente; las ganancias que obtuvo fueron 4.03% en el primer ciclo y en el segundo resultaron nulas en relación al compuesto original.

Jasa (1974), utilizó la Selección Masal (SM) y Selección Familiar (SF) en sorgo y señaló que para rendimiento de grano la SM mostró mejores perspectivas, ya que, la respuesta esperada absoluta y relativa fué mucho mayor que en la SF.

Castellón (1976), aplicó SMM en las variedades Perla Blanco y Perla Amarillo, de la "Sierra de Chihuahua", durante varios ciclos y estudió el comportamiento de estos materiales en 9 ambientes, utilizando el modelo de estimación de parámetros de estabilidad propuesto por Everhardt y Rusell, resumió que ante la falta de respuesta de la SMM, podría deberse a que el ambiente difícilmente se repite en los ensayos de ren-

dimiento; que la metodología propuesta puede auxiliar en la decisión de abandonar o continuar con la SMM.

Villalobos (1980), hizo un análisis individual entre los materiales Perla Blanco y Perla Amarillo y sus ciclos de selección y mencionó que aún cuando existió diferencia numérica en rendimiento, ésta no se manifestó estadísticamente, en un análisis combinado entre las variedades mencionadas con anterioridad y en sus ciclos de selección no hubo incremento de rendimiento en Perla Blanco, mientras que para Perla Amarillo fué poco el aumento.

Cross (1980), utilizó la técnica de Selección Masal para determinar si la selección para el grado de pigmentación con antocianina, causada por el alelo R-nj de la aleurona, producía cambios en el rendimiento ó en sus componentes. Las mazorcas del primer ciclo fueron intercruzadas y se hicieron pruebas de rendimiento en dos localidades. Los resultados indicaron que la selección para la expresión "alta antocianina" produjo mejores rendimientos en las dos localidades, concluyó diciendo que los incrementos de rendimiento no estuvieron acompañados por cambios en el contenido de humedad en la mazorca al momento de la cosecha.

Rivera (1983), al tratar de mejorar algunas características agronómicas en la variedad de maíz "Criollo de Trejos", por medio de SMM, al final de 3 ciclos de selección indicó que dicha variedad en el 3er. ciclo de SMM logró superar en

un 19.56% al criollo original, sin embargo no se logró reducir la altura de planta y de mazorca; además concluyó que el método utilizado no fué efectivo para mejorar la altura de planta, mazorca y porcentaje de plantas cuateras.

b) La competencia entre plantas y su relación con los caracteres morfológicos y fisiológicos sobre el rendimiento del grano en maíz.

Se ha producido una gran cantidad de información genética sobre el efecto de factores unitarios que controlan ciertas características, especialmente caracteres del grano. pigmentos mayores, tanto como algunos otros constituyentes bioquímicos y morfológicos de la planta de maíz.

#### LAS HOJAS

En la producción de Materia Seca (MS) de cualquier cultivo, el organo más importante es la hoja, y por ello, se han realizado numerosos trabajos en maíz, para determinar, la contribución de cada hoja a la producción de MS, así como el papel que juega la orientación o el ángulo que ésta posee con respecto al plano horizontal en la captación de luz y por ello a la fotosíntesis y finalmente al rendimiento de grano, así como el efecto que tiene sobre este último cuando las plantas se cultivan, en altas densidades de población y la variación que sufren los parámetros fisiológicos que están directamente relacionados con las hojas.

Schimidt y Colville (1967), hicieron estudios para medir los efectos de la reducción de luz sobre el rendimiento de grano, así como el efecto de remover la hoja y los tallos mediante el aclareo de la densidad de población al momento de la emisión de los estigmas. Estos investigadores, manifestaron reducciones significativas del rendimiento de grano por hectárea cuando del 85 al 100% de la luz aprovechable fue interceptada por cubiertas de polietileno negro en las hojas abajo de la mazorca; la remoción de las hojas o tallo redujeron el rendimiento de grano de 22 a 44%, las hojas localizadas abajo o arriba de la hoja de mazorca (las otras hojas se eliminaron) fueron igualmente eficientes en la producción de grano mientras que, la remoción de todos los tejidos arriba de la mazorca redujeron el peso de la mazorca en un 45%, mientras que, cuando se eliminaron todas las hojas arriba de la mazorca se redujo considerablemente el tamaño del grano.

Early et al (1967), los efectos de la reducción en la cantidad de luz solar en las fases vegetativa, reproductiva y de maduración, sobre la morfología, rendimiento de grano y composición química de dos híbridos de maíz, los cuales fueron sometidos a tratamientos de sombreo a diferentes etapas de crecimiento. Encontraron que los tratamientos de sombreo ejercieron reducciones significativas en todos los componentes medidos excepto en aquellos que ya se encontraban al someterse al tratamiento. El sombreo por 21 días durante la fase reproductiva fué el más detrimento para la producción de grano por

planta que para los largos períodos durante las fases vegetativa y madurez. Las plantas sombreadas al 60% o más durante la fase reproductiva, mostraron hojas completamente normales, pero iniciaron y desarrollaron únicamente un limitado número de granos. El peso de grano y tallo al final del ciclo fue menor que el testigo, desde que las hojas fueron expuestas a plena luz, al final del ciclo estuvieron en una fase no operativa durante ese período.

Heichel y Musgrave (1969), reportaron diferencias en la tasa fotosintética promedio de 100 a 200%, entre líneas, híbridos y variedades de polinización libre, cultivadas en climas templados y tropicales. La heterósis fotosintética fue aparente en cruzas simples formadas de líneas derivadas de ancestros divergentes. Además, se observó una marcada variabilidad en fotosíntesis en plantas de diferentes variedades. También hubo correlación de la tasa fotosintética con el peso fresco de la lámina de la hoja y días entre la emergencia y la aparición de estigmas, pero no con el peso seco de la lámina de la hoja o con el contenido de humedad ni con sólidos solubles de la hoja.

Nunez y Kamprath (1969) al estudiar el efecto o las reacciones entre la respuesta al nitrógeno, densidad de población y espacio entre surcos sobre el desarrollo y el rendimiento de grano en maíz, reportaron que el Índice de Área Foliar (IAF), se incrementó linealmente tanto como aumentó la densi-

dad de población de 34,500 a 69,000 plantas por hectárea. Sin embargo, el Area Foliar (AF) por planta decreció al incrementar la densidad de población. Las dosis de 112 a 280 kg de N/ha y el espaciamento entre surcos no afectó el AF ni el IAF. El rendimiento de grano por hectárea del híbrido tardío no estuvo influenciado por el espacio entre surcos de 50 cm - excepto bajo condiciones de sequía, ya que tuvieron rendimientos tan altos como en la separación entre surcos de 106 cm. - Los rendimientos altos de grano fueron obtenidos con la dosis de 280 kg de N/ha y 51,750 pl/ha; el máximo rendimiento fue obtenido con un IAF de 3.5, y se mantuvo constante con un IAF de 4.5 y adecuado abastecimiento de nitrógeno.

Hunter, Kannenberg y Gamble (1970), trabajando con 5 híbridos precoces de maíz, en 2 espaciamentos entre surcos y 3 densidades de población, encontraron que los híbridos respondieron similarmente a los cambios en la densidad y distribución. Todos los híbridos incrementaron el rendimiento de grano, con cada incremento en la población y dieron un pequeño pero significativo rendimiento de grano con cada separación entre surcos. El IAF se incrementó con el aumento en la densidad y decreció con el espaciamento entre surcos. Los valores del IAF, siempre en las altas densidades fueron mucho más bajos que todos aquellos reportados para dar un máximo rendimiento de grano.

Brown et al (1970). compararon un genotipo precóz y de -

porte bajo con otro de ciclo más largo y de porte más alto, - en densidades de 20 mil a 100 mil plantas por hectáreas, encontraron que al incrementar la densidad de población arriba de 50,000 pl/ha sólo hubo incremento en el rendimiento para el genotipo de porte bajo, también señalaron que, el área foliar (AF) del genotipo precóz fué 0.7 del AF del otro genotipo y su Índice de Cosecha fué mayor.

Rutger (1971) sometió a 7 cruzas simples de maíz y sus progenitores en las poblaciones de 37, 62 y 86 mil pl/ha. Aseveró que las líneas como grupo tuvieron más respuesta que los híbridos; con lo que al incrementar la densidad de población de 37 mil a 86 mil pl/ha, se lograron rendimientos medios de las líneas de 48% y el de los híbridos fue de 37% en un experimento, 54% y 43% respectivamente en un segundo experimento. A 86 mil pl/ha, una línea en el primer experimento rindió tanto como a 37 mil pl/ha rindió una cruz simple de la cual formaba parte. Los altos rendimientos individuales de las líneas observados en esos estudios fué de 62.2 q/ha a 62 mil pl/ha. - El primer incremento en la población aumentó más el rendimiento que el segundo incremento de la densidad de población. La heterosis para el rendimiento de grano fue observada como los híbridos y las líneas fueron comparados a IAF equivalentes al momento del jiloteo. Se observaron grandes diferencias en la eficiencia para producir grano por unidad de área foliar entre las líneas, pero no siempre las líneas altamente rendidoras fueron tan eficientes como cualquiera de los híbridos. -

Los autores señalaron además, que la respuesta heterótica para rendimiento de grano se debió a un Índice de Cosecha de los híbridos, no obstante que la producción total de materia seca no se midió en estos estudios, otra posible explicación incluye a la gran eficiencia fotosintética de los híbridos, mejor exposición de las hojas para captar luz bajo condiciones de campo.

Russell (1972), comparó para rendimiento en 3 densidades y dos espacios entre surcos, 2 juegos dialélicos de 5 líneas, con hojas erectas y con hojas horizontales. Consigno que las diferencias máximas del ángulo foliar entre dos híbridos fueron 30 grados y la diferencia promedio entre los dos grupos fueron 11 grados. La respuesta lineal del rendimiento de los dos grupos de híbridos al incrementar la densidad de población fue diferente, los coeficientes de regresión lineal fueron 0.35 y 2.70 para los grupos de hoja erecta y hoja horizontal respectivamente. Los datos de este estudio no proporciona evidencia concluyente sobre el ángulo foliar óptimo a ser desarrollado en los híbridos de maíz para una máxima producción de grano. El autor señala que hace falta más investigación al respecto para entender las relaciones entre el ángulo foliar y el rendimiento de grano en los híbridos de maíz.

Hicks y Stucker (1972), mencionan que el rendimiento de maíz se incrementa cuando las plantas tienen hojas con orientación más vertical comparada con el hábito normal, en su tra

bajo realizado con híbridos comerciales, con el objetivo de observar el efecto de la densidad de población y el ángulo de la hoja sobre el rendimiento, encontraron que el rendimiento y el ángulo de la hoja estuvieron correlacionados vegetativamente en baja población; la correlación se acercó a cero tanto como se incrementó la densidad de población.

Whigham y Wooley (1974), indicaron que con el objetivo de determinar el efecto de la densidad de población y la orientación de la hoja sobre la eficiencia de la planta de maíz así como sus interacciones, compararon dos ángulos foliares contrastantes mediante el uso de dos versiones isogénicas del híbrido ( $Hy_2 \times C103$ ) conteniendo el gen "sin lígula 2" ( $lg_2$ ) y su contraparte normal. Para determinar el efecto de la orientación de la hoja, área foliar y densidad de población sobre la producción de maíz, se midió la penetración y reflexión de la luz, producción total de materia seca así como el rendimiento de grano. Manifestaron que el ángulo foliar no sufrió cambios significativos al variar la densidad de población de 39,537 a 88,958 pl/ha en las dos versiones: hoja horizontal (HL) con 59.2 grados y hoja vertical (VL) con 79.7 grados respecto al plano horizontal. El área foliar estuvo afectada por el ángulo foliar y la densidad de población, el área foliar promedio por hoja fué para HL 16.7% más grande que para VL. El área foliar media por hoja decreció al aumentar la densidad de población. La intercepción de luz estuvo afectada por el ángulo de la hoja, el tipo HL interceptó 8% más luz que el

VL debido a que sus hojas tenían una disposición más horizontal. La intercepción de luz se incrementó con la edad del cultivo. El VL presentó 73.39% y 82.21% para HL y una refracción de 5.37% y 4.40% respectivamente. En 1968 no se encontraron diferencias en rendimiento de grano entre HL y VL en las diferentes densidades de población. En 1970 los mismos híbridos fueron comparados a 59,305 pl/ha y HL rindió 10% más grano que el VL. El peso del grano decreció a medida que se aumentó la población. El rendimiento de grano por unidad del Índice de Area Foliar (IAF) indica que VL fué más eficiente que el tipo HL.

Lambert y Johnson (1978), al estudiar híbridos simples y triples conteniendo los genes "sin lígula<sub>1</sub>", "sin lígula<sub>2</sub>" ( $lg_1$  y  $lg_2$ ) y tipo normal, los cuales fueron sometidos a las densidades de población (DP) de 60, 75 y 90 mil pl/ha en surcos separados a 50.8 cm. Los objetivos de su trabajo fueron determinar el efecto de la orientación de la hoja sobre la producción de grano en maíz cultivado en las diferentes DP antes mencionadas, así como el efecto que tiene la morfología de la espiga al sombrear las hojas con diferente tipo de orientación. Los autores reportan que los híbridos  $lg_2$  produjeron 6.7% y 12% más grano a 75 y 90 mil pl/ha, respectivamente, que los híbridos normales. En un experimento en el cual se usaron los espaciamientos entre plantas de 1290 y 645 cm<sup>2</sup> para los 3 tipos de orientación de las hojas, durante 2 años, encontraron que los híbridos  $lg_2$  produjeron 9.7 y 49.7% más grano a 1290 y

645 cm<sup>2</sup> de espaciamiento entre plantas, respectivamente, que los híbridos normales. En ambos experimentos un incremento en el número de plantas jorras estuvo asociado con una reducción del rendimiento. Señalan además, que los híbridos con hoja normal así como los 1g<sub>2</sub> tomaron cuando mucho el 89% de la luz incidente y que al eliminar las espigas se incrementó el rendimiento en los híbridos normales pero no como los 1g<sub>2</sub>. Los autores concluyen diciendo que la morfología de la espiga sí como el ángulo foliar son dos caracteres que están asociados con el incremento del rendimiento en los 1g<sub>2</sub> cuando estos son sembrados en altas DP y estrecha separación entre surcos. Los híbridos 1g<sub>1</sub> tienen la misma orientación que los 1g<sub>2</sub> y no respondieron igual en todos experimentos como el 1g<sub>2</sub>, los 1g<sub>1</sub> respondieron en forma similar a los híbridos normales.

Hanway (1962), señaló que la tasa de acumulación de materia seca en las plantas de maíz fué lineal sobre muchas de las etapas de crecimiento después de que el desarrollo de las hojas estuvo a punto de completarse. Las diferencias en la fertilidad del suelo dieron como resultado diferentes tasas de acumulación de materia seca, pero afectó en forma similar a todas las partes de la planta. El rendimiento total en materia-seca y grano en plantas con diferente nivel de fertilidad del suelo fué proporcional al peso de las hojas siempre a través de la composición química de las hojas fue extremadamente variable.

Williams et al (1968), estudiaron la arquitectura de la hoja en varias densidades de población y su efecto sobre el desarrollo de la planta y el rendimiento de grano en maíz, encontraron que la máxima producción de grano se obtuvo en la densidad de 48,700 pl/ha, aunque el rendimiento obtenido en la densidad de 34,800 pl/ha fué muy similar. El peso seco de grano por planta decreció con los incrementos en la densidad de población. Los autores concluyen diciendo que tal como lo había dicho Duncan (1958), el logaritmo de grano por planta es una función inversa y lineal de la densidad de población.

Bryant y Blaser (1968), sometieron dos híbridos, uno precoz (Va 4) y uno tardío (Pioneer 309A) en las densidades de población de 39,500; 49,400; 66,700 y 98,800 pl/ha, utilizando espacios entre surcos de 36, 53, 71 y 84 cm, reportaron que el promedio de rendimiento para el híbrido precóz fué de 6843 kg/ha, comparado con 6199 kg/ha para el híbrido tardío. El rendimiento promedio en grano, para ambos híbridos fué bajo en la separación de 53cm entre surcos y alto a 71 cm, aunque la diferencia en rendimiento fué ligera. Los rendimientos relativos fueron 90.5, 100, 99.2 y 97.1 para el híbrido precóz y 86.7, 88.1, 93.7 y 100 para el tardío en las poblaciones de 39.5, 49.4, 66.7 y 98.8 mil pl/ha respectivamente.

Pendleton et al (1968), comparando el ángulo foliar y el rendimiento, así como la fotosíntesis aparente, encontraron que una cruce isogénica del híbrido C103 x H<sub>y</sub> conteniendo el

gen 1g<sub>2</sub> produjo 40% más grano que su contraparte normal (con -  
hojas horizontales) cuando se comparó en surcos a 51 cm y den-  
sidad de 59,304 plantas por hectárea.

Hanway y Russell (1969), cultivaron 11 cruza<sup>s</sup> simples -  
con el objetivo de determinar el contenido de materia seca en  
las diferentes partes de la planta y en sucesivos estadíos de  
crecimiento. La duración del tiempo a partir de la etapa 0 -  
(emergencia) al estadio de 2.5 (10 hojas plenamente visibles)-  
fué el mismo para todos los híbridos, pero la longitud del ti-  
empo durante el cual el grano se incrementa en peso, varió mar-  
cadamente con los híbridos. La cantidad diaria de acumulación  
de materia seca fue similar para todos los híbridos. La propor-  
ción relativa del grano y las otras partes de la planta varió  
entre los híbridos. La materia seca aparentemente acumulada -  
en muchas partes de la planta después de la aparición de los -  
estigmas fue posteriormente traslocado al grano.

Hesketh, Chase y Nanda (1969), reportaron que en maíz -  
(Zea mays L.), sorgo (Sorghum vulgare Pers) y mijo (Setaria -  
italica L) Beauv, el número de hojas es un atributo diferen-  
cial con el genotipo y modificado por la temperatura y el foto-  
período, está correlacionado con el peso y altura de planta, -  
área fotosintética, días a floración y longitud del ciclo vege-  
tativo.

## FOTOSINTESIS

Se ha demostrado que la fotosíntesis varía entre y dentro de las especies. Generalmente, las plantas con altas tasas fotosintéticas son capaces de producir grandes cantidades de Materia seca (MS).

Algunos estudios relativamente recientes, han mostrado diferencias varietales para la tasa fotosintética en maíz.

Duncan y Hesketh (1968), evaluaron 22 razas de maíz y los rangos en la tasa fotosintética encontrados fueron de 36 a 59  $\text{mg CO}_2 \text{dm}^{-2}$  de área foliar  $\text{h}^{-1}$  a 30°C. Las razas de bajas altitudes tiene altas tasas fotosintéticas a altas temperaturas - que las razas adaptadas a mayores altitudes. Sin embargo, esas diferencias no se presentaron a bajas temperaturas. Las razas antiguas poseen variabilidad en la tasa fotosintética similar a las razas modernas.

Heichel y Musgrave (1969), estudiaron siete variedades de maíz en una región templada y encontraron que los rangos de la tasa fotosintética fue de  $21 \pm 2$  a  $59 \pm 3 \text{ mg CO}_2 \text{dm}^2 \text{h}^{-1}$ . Ellos observaron heterosis para la tasa fotosintética entre híbridos formados con líneas derivadas de progenitores divergentes.

Musgrave (1971), citado por Mock y Pearce (1975), señala que la tasa fotosintética puede fluctuar de uno a otro año, y que los rangos en un año no se pueden tener en el próximo. Sin embargo, él mostró que la capacidad fotosintética de una pobla

ción de maíz debe incrementarse mediante repetida selección. Dichos estudios indican que la selección para altas tasas fotosintéticas en maíz debe ser posible.

Tanaka y Yamaguchi (1972), mencionan que la producción de MS es resultante de la fotosíntesis y la respiración. Las velocidades de estos procesos fisiológicos difieren entre los órganos, por la edad, las condiciones de cultivo, etc. Señalan que los granos se forman de los productos de la fotosíntesis que se realiza en las hojas situadas por encima del nivel de la mazorca, así como durante el período de llenado de grano. Pero, la actividad fotosintética de estas hojas superiores está controlada por la actividad de los granos actuando como demanda fisiológica. En maíz, la fotosíntesis depende en su mayor parte de la lámina y en muy pequeña proporción de la vaina foliar y del tallo. La velocidad de fotosíntesis en la unidad de área foliar (po) de una hoja es baja cuando se está expandiendo alcanza su máximo cuando ha completado su expansión, y después disminuye con la edad. La translocación de los productos de la fotosíntesis es más activa en las hojas que acaban de completar su expansión que son aquellas en las cuales la fotosíntesis rápida parece que está asociada con una translocación también rápida. Con la edad, la velocidad de translocación se abate, el contenido de azúcares se incrementa y el po disminuye. El bajo contenido de nitrógeno y de fósforo de las hojas viejas también puede estar relacionado con sus bajos valores de po.

El po de las hojas viejas o de hojas de plantas que crecieron con exceso de nitrógeno o de fósforo era más bajo que el valor que era de esperarse por su contenido de nutrimentos. La respuesta del po a la intensidad luminosa también está afectada por el estado nutricional de las hojas; las deficientes en nutrimentos tienen un bajo po y también un bajo punto de fotosaturación.

#### PLANTAS JORRAS

Cuando el maíz es cultivado en altas densidades de población, el factor más limitante en la eficiencia de conversión de los fotosintátos en grano, son las plantas jorras o estériles, las cuales no son capaces de producir grano.

Stinson y Moss (1960), señalaron que las plantas jorras contribuyen más a diferenciar la respuesta en rendimiento, entre variedades tolerantes y no tolerantes, que la reducción en el peso de la mazorca, al ser sometidas a altas densidades de población.

Moss y Stinson (1961), indicaron que la falta de fertilidad es una respuesta que puede ser debida a un disturbio fisiológico durante el proceso de jiloteo, dando como resultado un retraso en la maduración del jilote más allá del período de dispersión del polen.

Williams et al (1968), refiriéndose al origen de las plantas jorras, señalaron que las pequeñas cantidades de azúcares-

y otros metabolismos móviles, son la causa de la ausencia de fertilidad en altas densidades de población; a distancias de siembra cortas, el porcentaje de plantas infértiles se incrementa.

Giesbrecht (1969), encontró también que el incremento en la densidad de 75 mil pl/ha provocaba un decremento del rendimiento debido a un mayor porcentaje de plantas jorras.

Tanaka y Yamaguchi (1972), trabajando con distancias de siembra y niveles de nitrógeno, encontraron que, si hay provisión adecuada de nitrógeno, el número de mazorcas por unidad de área sembrada aumenta cuando disminuye la distancia de siembra. A distancias de siembra cortas, el porcentaje de plantas infértiles se incrementan, entre otras razones por deficiencia de nitrógeno.

Genter y Camper (1973), señalaron que al incrementar la densidad de población se reduce el rendimiento de grano acompañado de un ligero ascenso en la producción de materia seca, pero se incrementó considerablemente el número de plantas jorras.

Mock y Pearce (1975), manifestaron que la remoción de la espiga reduce el número de plantas jorras, como resultado del decrecimiento en la competencia por nutrimentos entre la espiga y el jilote o mazorca en formación.

Sanford et al, (1965), citados por Seydin, Lamotte y An-

derson (1980), mencionaron que precediendo a la antesis, las plantas androfértiles tuvieron significativamente más nitrógeno en sus espigas que sus contrapartes androestériles, apoyando esto, a la hipótesis de competencia.

Seyedin, Lamotte y Anderson (1980), consignaron que el Acido Indol Acético (AIA), ocasiona un fuerte efecto en la -movilización de nutrimentos en algunas partes de la planta, -en base a ello, estos autores trabajaron bajo el supuesto de que las variedades más tolerantes a las altas densidades de población (aquellas que producen altos rendimientos con bajo número de plantas jorras) producían bajos niveles de AIA en sus espigas en comparación con las no tolerantes, sin embargo, encontraron altos niveles de AIA en la variedad tolerante como en la variedad no tolerante y sus correspondientes -contrapartes androestériles.

Lambert y Johnson (1978) reportaron incrementos línea-les altamente significativos en el porcentaje de plantas im-productivas que estuvieron asociadas con incrementos en la -densidad de población. En adición, se presentó un gran in-cremento significativo en el porcentaje de plantas improduc-tivas para los tipos con hoja normal siendo 10.4, comparado con los tipos  $lg_2$  con 1.8; la interacción en términos línea-les de Densidad x N Vs  $lg_1$  y Densidad x N Vs  $lg_2$  fue signi-ficativa para el porcentaje de plantas improductivas.

Andrew (1967), consignó que las plantas jorras están directamente relacionadas con la densidad de población, y que los híbridos con una mazorca tuvieron relativamente más plantas jorras en altas densidades de población que los híbridos con dos o más mazorcas.

Russell (1968) manifestó que los genotipos con una mazorca cultivados a 29,000 pl/ha no produjeron una segunda mazorca y tuvieron 11.9% de plantas jorras a 58,100 pl/ha. En contraste, los genotipos prolíficos tuvieron 27% de plantas con una segunda mazorca a 29,000 pl/ha, y solamente mostraron 3% de plantas jorras a 58,100 pl/ha.

Duvick (1974), incrementó la prolificidad de la línea C103 mediante retrocruza y selección. Cuando 3 selecciones isogénicas de la versión prolífica fueron comparadas con la versión original en combinaciones híbridas en 3 densidades de población, las prolíficas tuvieron significativamente menos plantas jorras y más alto rendimiento que el original en la densidad de 74,100 pl/ha.

Otra característica que ha estado asociada con las plantas jorras es el tamaño de la espiga. Varios investigadores han demostrado ventajas en rendimiento debido a una reducción de la habilidad competitiva de la espiga, ya sea mediante el uso de la androesterilidad, desespigamiento o bien reduciendo el tamaño de la espiga.

Schwanke (1965), observó que al eliminar la espiga decrecieron las plantas jorras y se incrementó el rendimiento de grano en variedades de maíz cultivadas en altas densidades de población.

Grogan (1956), sugirió que la reducción de plantas jorras asociado con el desespigamiento fue debido primeramente a la reducción en la competencia por nutrimentos entre la espiga y mazorca en desarrollo.

Duvick (1958), aludió reducciones significativas en el número de plantas jorras e incrementos de rendimiento con los híbridos androestériles en altos niveles de población (arriba de 54,380 pl/ha) cuando fueron comparados con sus contrapartes androfértiles.

Chinwuba et al (1961), aseveraron que los híbridos androestériles superaron a los androfértiles por un 41.2% a 67,950 pl/ha; sin embargo, a 32,740 pl/ha solamente produjeron 17.8% más grano que los androfértiles. Estos autores concluyen diciendo que la influencia de la androesterilidad fue un resultado de reducir la competición de nutrimentos.

Sanford et al (1965), apoyaron la hipótesis de competencia al demostrar que antes de la antesis, las espigas de plantas androfértiles contenían significativamente más nitrógeno que las espigas de plantas androestériles. Después de la antesis, estas diferencias no se encuentran.

## ALTURA DE PLANTA

Hunter (1980), indicó que cuando el híbrido precóz GX122 fue sometido desde la siembra hasta la aparición de las espigas en fotoperiodos largos (20 hs) y cortos (10hs), las plantas establecidas bajo fotoperiodo largo fueron más altas.

Genter y Camper (1973), reportaron que en los híbridos-utilizados, la altura de planta y mazorca prácticamente se mantuvieron sin cambios cuando fueron sometidos a las densidades de 34.6 a 64.2 miles de plantas por hectárea.

Tanaka y Yamaguchi (1982), trabajaron con espaciamento de plantas entre 15 variedades de maíz, dentado, cristalino, dulce y dentado x cristalino; reportaron que no se encontró correlación entre altura de planta y rendimiento de grano, sin embargo, entre las variedades de altos rendimientos no las hubo de porte extremadamente bajo o extremadamente alto. También señalaron que el nitrógeno ocasionó un incremento de la altura de la planta, especialmente a distancias de siembra cortas en distancias de siembra cortas sin nitrógeno, las plantas fueron de bajo porte debido a la deficiencia de dicho elemento. En altas densidades de población, cuando el sombreo mutuo es problemático, la actividad de la nitrato-reductasa tiende a ser baja y las plantas utilizan deficientemente el nitrato del suelo mostrando un menor desarrollo.

Giesbrecht (1969), reportó que a medida que se aumentó-

la densidad de población la altura de planta y mazorca se incrementó.

García (1976), aseveró que los grupos de sintéticos seleccionados por eficiencia exhibieron mayor altura de planta respecto a las poblaciones originales en la densidad de 55,000 pl/ha, pero la tendencia de estos sintéticos seleccionados fue disminuir la altura al incrementar la densidad.

Hurtado (1977), señaló que al hacer un estudio de competencia intrapoblacional en líneas, compuestos balanceados y sintéticos en las fuentes: Bolita, Mich. 21 y Zac. 58 encontró que las plantas de Mich. 21 fueron las más altas de las tres fuentes de líneas y menciona que el hecho de que las plantas en la densidad de 98,381 pl/ha hayan tenido menor altura que las plantas en la densidad de 32,750 pl/ha; pudo deberse a:

- 1) una intensa competencia en la densidad alta, principalmente por nutrimentos, agua y luz, entre plantas de la misma y diferente fuente.
- 2) Dado que las plantas de esta fuente de germoplasma (Mich-21) son de mayor altura en relación a las otras fuentes y tiene mayor cantidad de follaje, es posible que ocurra lo expuesto por Tanaka y Yamaguchi (1972) los que señalaron que a densidades altas y con sombreo problemático la reduc tasa de los nitratos baja su actividad, por lo que las plan

tas utilizan deficientemente el nitrato del suelo, motivando así un menor desarrollo.

Colville y Mac. Gill (1962), señalaron que se presentan ciertas desventajas cuando se incrementa la densidad de población, entre ellas: acame y rotura de tallos, humedad del grano y la altura de mazorca, se incrementan cuando aumenta la población.

#### DIAMETRO DE TALLO

Tanaka y Yamaguchi (1972), reportaron que el grosor del tallo expresado por el peso de una unidad de longitud de culmo, aumentó considerablemente al incrementar la distancia de siembra, cuando se adicionó nitrógeno este incremento no fue tan notable.

Genter y Camper (1973), mencionaron que al incrementar la densidad de población, el peso por mazorca, diametro de tallo y porcentaje de plantas erectas tiende a decrecer.

García (1976), encontró un menor diámetro de tallo en los sintéticos eficiencia al aumentar la densidad y lo explica como una respuesta asociada a la reducción del área foliar por efecto de la selección ya que estos dos caracteres están altamente correlacionados.

#### LA MAZORCA Y SUS COMPONENTES

Bryant y Blaser (1968), al someter a dos híbridos, uno -

precóz (Va 4) y otro tardío (Pioneer 309A) en 4 densidades de población (39.5, 49.4, 66.7 y 98.8 mil pl/ha) consignaron que las proporciones relativas de los diferentes constituyentes de la planta en promedio de dos años para el caso de las mazorcas fue de 68.6% y 57.5% del peso seco total para el híbrido-precóz y tardío respectivamente, siendo significativa esta diferencia.

Colville (1962), mencionó que el largo de mazorca disminuye en forma líneal al incrementar la densidad de población.

Geadelman y Peterson (1978), con el objetivo de comparar los efectos de la selección por retrocruza para uno vs dos componentes de rendimiento y estimar los efectos relativos de dicha selección sobre el comportamiento de los híbridos a la densidad de población. Señalaron que la expresión de los componentes de rendimiento seleccionados, en híbridos tipo componente simple usualmente excedieron a su contraparte normal. Incrementos en la expresión de los componentes de rendimiento en tipos doble componente ocurrió únicamente para mazorcas por planta a baja densidad y longitud de mazorca en altas densidades.

Tanaka y Yamaguchi (1972), al trabajar con distancias de siembra, niveles de nitrógeno y variedades, encontraron que el número de hileras de granos por mazorca fue casi constante a excepción de un ligero valor más bajo cuando no se aplicó-

nitrógeno al espaciamiento entre plantas de 25cm x 25cm. El número de granos por hilera fue mayor en distancias de siembra amplias o en altos niveles de nitrógeno. Los autores concluyen a este respecto diciendo que el número de granos por mazorca es el producto del número de hileras por mazorca y el número de granos por hilera. Este último para una variedad dada es constante bajo una amplia gama de condiciones de cultivo, y está controlado genéticamente. Además decrece con una disminución del espaciamiento entre plantas y del nivel de nitrógeno.

Por otro lado estos autores mencionan que mientras menor fue la distancia de siembra, más tardía fue la floración femenina. La diferencia en la fecha de emisión de los estigmas en las separaciones de 100 x 100 cm y 20 x 20 cm fué de 8 días en variedad Fukko No. 8 y de 4 en variedad Golden Cross Bantam.

Lutz, Camper y Jones (1971), probaron durante 3 años en 3 localidades el comportamiento de 10 variedades de maíz, precóz, intermedio y tardío a la densidad de población y espacio entre surcos. Señalaron que el rendimiento de grano se incrementó cuando se redujó la distancia entre surcos. El rendimiento fue usualmente alto con la variedad tardía sembrada a media o alta densidad. El porcentaje de humedad al momento de la cosecha no fue afectado por la distancia por el híbrido usado. El peso de mazorca se incrementó con una

reducción en la distancia entre surcos y la densidad de población y con el tiempo requerido para maduréz. La relación mazorca- tallo fue gradualmente afectada por los híbridos pero estuvo muy poco influenciada por el espacio entre surcos y la densidad de población.

El-Lakany y Russell (1971), con el objetivo de estudiar los efectos de diferentes densidades de población sobre las relaciones de importantes caracteres de planta y mazorca sobre el rendimiento de grano para cruza de prueba en maíz. Las líneas en la generación  $F_5$  y originarias de M14xC103, fueron evaluadas en dos grupos, basados sobre alta y baja respuesta híbrida en estudios preliminares. El trabajo fue hecho en 6 localidades o ambientes con baja, media y alta densidad de población en cada ambiente. A baja densidad únicamente planta y mazorca estuvieron correlacionados significativamente con el rendimiento; en la densidad intermedia el diámetro de mazorca y porcentaje de desgrane, en adición a la altura de planta y mazorca, estuvieron correlacionadas significativamente con el rendimiento; en alta densidad todos los caracteres excepto peso de 300 granos y fecha de floración masculina y femenina fueron correlacionados con el rendimiento en forma significativa.

Tanaka y Yamaguchi (1972), señalaron que durante la fase inicial de llenado de grano se acumulan algunos azúcares en el tallo, en las bracteas y raquis, la mayor acumulación en

el tallo se presenta en el entrenudo del cual se desprende la mazorca. El contenido de azúcares de los granos aumenta durante la fase inicial de llenado de grano, y posteriormente disminuye durante la fase de llenado rápido de grano. Hay indicios de que existe un desequilibrio entre la velocidad de fotosíntesis de las hojas y la formación de almidón en los granos en desarrollo durante la fase inicial de llenado de grano. En este sentido, los azúcares en el culmo o en el raquis y en las brácteas, son transitorios. Durante la fase de llenado rápido de grano, el peso de estos aumenta rápidamente, mientras, el de los órganos vegetativos disminuye ligeramente.

Geadelman y Peterson (1978), realizaron un estudio con el objetivo de comparar la selección por retrocruza para uno contra dos componentes del rendimiento (profundidad de grano, longitud de mazorca, y mazorcas por planta) y estimar los efectos relativos de este procedimiento de mejoramiento sobre la respuesta de los híbridos a la densidad de población. Encontraron que el rendimiento, humedad de la mazorca y los componentes del rendimiento, respondieron linealmente a las diferencias en la densidad de población. La humedad en la mazorca y el rendimiento se incrementaron con la densidad, siendo 18.1% y 56 q/ha, respectivamente en la densidad baja (24,700 pl/ha) a 20.9% y 74 q/ha respectivamente en la densidad alta (74,100 pl/ha). En cambio, los caracteres: mazorca por planta, longitud de mazorca y profundidad de grano decrecieron de 1.33 21,7cm y 11.4 mm respectivamente, en la densidad baja

a 0.94, 16.5cm y 10.7mm en la densidad alta. Los autores concluyeron que su programa de selección de componentes de rendimiento no incrementó el rendimiento de los híbridos que ya eran muy rendidores, y que ninguno de los híbridos modificados respondieron bien al incrementar la densidad.

Poneleit y Egli (1979), con el objetivo de medir los efectos de la densidad de población sobre los componentes del crecimiento del grano y observar la herencia de esos caracteres en híbridos  $F_1$ . Midieron la acumulación de materia seca en el grano y la duración del período de llenado de grano en 3 líneas de maíz y sus 3 híbridos  $F_1$  en dos densidades de población. Reportaron que el rendimiento por planta fué 20% menos en las parcelas de alta densidad comparados con las de baja densidad, pero el rendimiento por unidad de área se incrementó 122%. Los híbridos tuvieron significativamente más granos en la primer mazorca que las líneas, pero en todos los genotipos el número de granos disminuyó al aumentar la densidad. Cuando el número de granos producidos por la segunda mazorca se sumó a los de la primera, los rangos entre los genotipos híbridos ó líneas cambio dando una interacción significativa entre genotipos y densidad. La alta densidad de población redujó el rendimiento por planta 20% que fue resultado de que el 6% fueron granos con peso muy pequeño y el 14% fue porque hubo menos granos. Esas observaciones sugieren que la planta de maíz puede ajustar más rápidamente su rendimiento por cambios en el número de granos

que por cambios en el peso de los mismos. Los autores señalan además, que, en contraste a los componentes del rendimiento de la planta, la tasa de crecimiento del grano fue afectada por la densidad de población, no se presentó una interacción de los genotipos con la densidad de población. Esta observación es consistente con la hipótesis de Duncan et al (1965) los cuales mencionan que la tasa de crecimiento del grano es relativamente independiente de la fuente de asimilación de fotosintatos.

## III MATERIALES Y METODOS

## 3.1 Factores ecológicos y geográficos del área de trabajo

## 3.1.1. Localización.

El presente trabajo se estableció en el Ejido de Trejos, Municipio de Ixtlahuacán del Río, el cual se localiza a los  $20^{\circ}47'30''$  de latitud Norte y  $103^{\circ}12'30''$  de longitud Oeste a una altura de 1650 m.s.n.m.

Ixtlahuacán del Río se encuentra entre los paralelos  $20^{\circ}45'$  y  $21^{\circ}00'$  de longitud Oeste con una altitud de 1700 m.s.n.m.

## 3.1.2. Climatología

Clima. El clima existente en Trejos es (A)C(wo)(w)a(e), el cual es semicálido del grupo C, con una temperatura media-anual mayor de  $18^{\circ}\text{C}$  y una temperatura del mes más frío menor de  $18^{\circ}\text{C}$ , este es el más seco de los templados subhúmedos, con lluvias en verano y un índice de Lang menor de 43.2; el verano es cálido y la temperatura media mensual del mes más cálido es mayor de  $22^{\circ}\text{C}$ ; el porcentaje de lluvia invernal es menos de 10.2%.

Humedad. La distribución de la precipitación a lo largo del año es desigual, de Mayo a Octubre se registra del 91 al 26% del total de lluvia y a este período se le considera como época húmeda; los meses restantes reciben solo del 4 al 9% de la precipitación total de lluvias anuales constituyendo así la época de sequía. La precipitación media anual es de 752.5 mm.

Temperatura. La temperatura se distribuye de la siguiente manera: en diciembre y enero, se registran los valores más bajos que son 17.0 y 16.5°C respectivamente, siendo enero el más frío; de febrero a marzo sube gradualmente hasta llegar a los valores más altos que se registran en los meses de abril mayo y junio.

### 3.1.3. Condiciones edáficas.

Suelo. Carvajal (1981), mencionó que este recurso, en la región, se originó de depósitos residuales y aluviales. En las laderas de los cerros, el basalto y las tobas volcánicas parecen estar ligadas a los suelos del área. En el valle, algunas rocas sedimentarias, principalmente areniscas, se relacionan con los suelos de esta zona. En el área se encuentran 7 series de suelos que son: Regosol, Lubisol, Cambisol, Vertisol, Planosol y Phaeozem; sin embargo las series más importantes en dicha localidad son:

Re + We/2 que es un Regosol eútrico con cierta mezcla de planosol eútrico con textura media;

Lf/3 que es un Luvisol férrico con textura fina.

Topografía. Carvajal (1981), hizo una descripción de la región, la cual es un valle cuya superficie presenta una topografía plana con ligeras inclinaciones, cuyas pendientes van del 3 al 6%, existiendo algunas elevaciones aisladas que, aparentemente no forman parte alguna de ninguna cordillera.

### 3.2 Materia genético

El material genético utilizado en el presente trabajo, está constituido por dos variedades de maíz de polinización libre, cuyas características principales son las siguientes:

#### CAFIME

Variedad mejorada precoz, de polinización libre, derivada del Compuesto Bolita 422 y formada por 14 cruces AXB y es estabilizada por generaciones avanzadas. Esta variedad se recomienda para siembras de temporal en regiones de alturas medias. Sus plantas poseen una altura de aproximadamente 2m. Su período vegetativo es de 95 a 110 días. Sus tallos son delgados, con hojas de color verde claro. Su mazorca es de tamaño corto, bien cubierta por el totomoxtle. El grano es semidentado y blanco.

Críollo de Trejos en su Tercer Ciclo de Selección Masal (IIICSM).

Esta variedad de polinización libre con tres ciclos de selección masal para reducir altura de planta y mazorca, el acame e incrementar el rendimiento así como plantas cuateras, tiene las siguientes características: posee una altura de planta de 2.30m cuando se siembra bajo condiciones de temporal y 2.80m cuando se siembra bajo condiciones de humedad residual, su ciclo vegetativo es de tipo intermedio, iniciando la floración a los 78 -85 días y completando su ciclo a los -

140-150 días. Tallos regulares, hojas un tanto verde oscuro, mazorca de  $\pm$  18cm, cobertura de mazorca regular, grano profundo, dentado de color blanco y algunos amarillos.

### 3.3 Tratamientos y Diseño Experimental

Las variedades antes mencionadas, fueron sometidas a 8 densidades de población, para ello se hizo un arreglo combinatorio de las dos variedades y las 8 densidades dando un total de 16 tratamientos. Las densidades de población fueron: 20, 40, 50, 60, 80, 100, 120 y 140 mil plantas por hectáreas, tomando como testigo la densidad de 50,000 plantas por hectárea.

El diseño experimental que se utilizó fue Bloques al Azar conteniendo el arreglo combinatorio de las dos variedades y las 8 densidades de población, se hicieron 4 repeticiones, las parcelas fueron 3 surcos de 10m de largo y 0.75m de ancho la unidad experimental fué el surco central al que se le eliminaron las orillas.

La clave de los tratamientos y su distribución se presentan en el siguiente cuadro:

## DISTRIBUCION DE TRATAMIENTOS. TREJOS. 1981

TRAT. No.	VARIEDAD	DENSIDAD	REPETICIONES			
			I	II	III	IV
1	IIICSM	20,000	10	18	39	63
2	IIICSM	40,000	7	21	42	53
3	IIICSM	50,000	6	<u>17</u>	41	50
4	IIICSM	60,000	<u>1</u>	26	36	57
5	IIICSM	80,000	<u>16</u>	20	35	64
6	IIICSM	100,000	11	19	47	54
7	IIICSM	120,000	4	25	45	61
8	IIICSM	140,000	14	30	44	60
9	CAFIME	20,000	5	22	<u>48</u>	56
10	CAFIME	40,000	2	29	40	<u>49</u>
11	CAFIME	50,000	3	<u>32</u>	<u>33</u>	51
12	CAFIME	60,000	9	23	37	55
13	CAFIME	80,000	12	24	43	50
14	CAFIME	100,000	13	27	38	62
15	CAFIME	120,000	8	31	46	58
16	CAFIME	140,000	15	28	34	52

— Primer parcela

== Ultima parcela

### 3.4 Siembra y fertilización

La siembra se efectuó bajo condiciones de temporal el 26 de junio de 1981. Para tal efecto se surcó el terreno con yunta, se procedió a marcar el terreno una vez surcado y posteriormente se sembró a mano con el auxilio de cadenas con

marcas a 60, 33, 26, 22, 16, 12, 11 y 9 cm que corresponden a las densidades de 20, 40, 50, 60, 80, 100, 120 y 140,000 pl/ha respectivamente. La semilla se cubrió con un paso del arado-conocido como "tapa".

Fertilización. Esta labor, se hizo aplicando el tratamiento 150-60-00, el cual fué distribuido de la siguiente manera: al momento de la siembra se aplicó la mitad del nitrógeno y todo el fósforo (75-60-00), la otra mitad del nitrógeno se aplicó al momento de la segunda escarda.

Inmediatamente después de la primera escarda, se realizó un aclareo dejando una planta por mata. El control de malezas se realizó mediante la aplicación de 1 kg de Gesaprim 50-más 1 lt de 2, 4, D-amina por hectárea, con lo cual se obtuvo un excelente control, la aplicación del herbicida se hizo el 27 de junio, al siguiente día de la siembra.

### 3.5 Toma de datos

Los datos que se tomaron en el presente trabajo fueron:-

Altura de planta: Se midieron 10 plantas al azar desde su base hasta la punta de la espiga.

Altura de mazorca: Tomada en 10 plantas, desde la base hasta el entrenudo donde se inserta la mazorca principal.

Diámetro de tallos: Tomado en 10 plantas al azar medido en milímetros y en el entrenudo abajo de la mazorca principal.

Area foliar: Tomado en la hoja de la mazorca de 10 plan

$D_j$  = Efecto de la  $j$ -ésima densidad,

$(VD)_{ij}$  = Efecto de la interacción de la  $i$ -ésima variedad  
en la  $j$ -ésima densidad.

$E_{ijk}$  = Error aleatorio

Así el cuadro de análisis de varianza queda:

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F.C.
Bloques	$(n-1)$	$\frac{\sum X^2_{..k}}{ab} - F.C.$	$\frac{SC \text{ Bloques}}{n-1}$	$\frac{C.M. \text{ Bloques}}{C.M. \text{ Error}}$
Tratamientos	$(ab-1)$	$\frac{\sum X^2_{ij.}}{n} - F.C.$	$\frac{SC \text{ Tratamientos}}{ab-1}$	$\frac{C.M. \text{ Tratam.}}{C.M. \text{ Error}}$
Factor A (Variedades)	$(a-1)$	$\frac{\sum X^2_{i..}}{bn} - F.C.$	$\frac{SCA}{a-1}$	$\frac{C.M.A}{C.M.E}$
Factor B (Densidades)	$(b-1)$	$\frac{\sum X^2_{.j.}}{an} - F.C.$	$\frac{SCB}{b-1}$	$\frac{C.M.B.}{C.M.E.}$
Interacción	$(a-1)(b-1)$	$S.C. \text{ Trat} - (SC_A + SC_B)$	$\frac{SC_{A \times B}}{(a-1)(b-1)}$	$\frac{C.M. A \times B}{C.M.E.}$
Error	$(n-1)(ab-1)$	$SC \text{ Tot} - (SC \text{ Trat} + SC \text{ Bloq})$	$\frac{SC \text{ Error}}{(n-1)(ab-1)}$	
Total	$(abn-1)$	$\sum X^2_{ijk} - F.C.$		

$$F.C. = \frac{\sum X^2_{...}}{abn}$$

(Reyes, 1978; Méndez, 1976)

## b) Regresión y correlación.

Con el objetivo de detectar el grado de asociación entre la densidad de población y las 16 variedades en estudio, se realizó el análisis de varianza para la Regresión Lineal Simple, con el fin de detectar si este modelo explica esas relaciones. El modelo lineal de la recta de regresión es el siguiente.

$$Y = b_0 + b_1 X$$

En donde:

$Y = f(x)$  Función de  $x$

$b_0$  = Ordenada al origen

$b_1$  = Pendiente de la recta o coeficiente de regresión

$X$  = Variable independiente.

La tabla de ANVA es la siguiente:

FUENTES DE VARIACION (F.V.)	GRADOS DE LIBERTAD g.l.	SUMA DE CUADRADOS (S.C.)	CUADRADOS MEDIOS (C.M)	Fc	Ft
REGRESION (X): ( $B_1, B_0$ )	1	S.C. reg	$CMR = \frac{SC \text{ REG}}{1}$	$\frac{CMR}{CME}$	$F^1_{n-2, \alpha}$
RESIDUAL o ERROR	n-2	SCE	$CME = \frac{SCE}{n-2}$		
TOTAL	n-1	SCtot			

En donde:

$$S^2_x = \frac{\sum X^2 - \frac{(\sum X)^2}{n}}{n-1}$$

$$\hat{B}_1 = \frac{\sum XY - \frac{(\sum X)(\sum Y)}{n}}{\sum X^2 - \frac{(\sum X)^2}{n}}$$

$$S^2_y = \frac{\sum Y^2 - \frac{(\sum Y)^2}{n}}{n-1}$$

$$SC_{total} = (n-1)(S^2_y)$$

$$SC_{regre} = (n-1)\hat{B}_1^2 S^2_x$$

$$S_{xy} = \frac{\sum XY - \frac{(\sum X)(\sum Y)}{n}}{n-j}$$

$$SC_{error} = SC_{total} - SC_{regresión}$$

$$\hat{B}_0 = \bar{Y} - \hat{B}_1 \bar{X};$$

Las fórmulas desarrolladas son las siguientes:

$$SC_{regresión} = \hat{B}_1 (X - \bar{X})(Y - \bar{Y})$$

Explica la medida de variación debida al modelo o regresión.

$$\text{SCE} = (Y - \hat{Y})^2 \quad \text{Explica la medida de variación inexplicable atribuida al error}$$

$$\text{SCT} = (Y - \bar{Y})^2 \quad \text{Medida de la variación total}$$

La tabla del ANVA es usada para probar la siguiente hipótesis sobre el coeficiente de regresión.

$$H_0: \beta_j = 0$$

$$H_a: \beta_j \neq 0$$

La estadística de prueba es:  $F_c = \frac{CM_{reg}}{CME}$

Regla de decisión es rechazar  $H_0$  si  $F_c \geq F_t$ .

Correlación simple.

La correlación simple estudia la variación simultánea de dos variables, y se usa para indicar aquellos casos en que los cambios de una variable van asociados con cambios de otra variable, existiendo una relación concreta entre dichas variables. En una población de seres vivos o de objetos, cuyos caracteres cuantitativos están correlacionados, el símbolo del coeficiente de correlación se representa por la letra griega  $\rho$  (rho); el parámetro estadístico que estima a  $\rho$  se simboliza por  $r$  y se calcula con la siguiente fórmula:

$$r = \frac{\sum xy}{\sqrt{(\sum x^2)(\sum y^2)}}$$

En donde:

$(X - \bar{x}) = x$ , desviación de la variable X;

$(Y - \bar{y}) = y$ , desviación de la variable Y;

$xy$  = producto de las desviaciones;

$\sum xy$  = suma de los productos;

$\sum x^2$  = suma de los cuadrados de las desviaciones de X;

$\sum y^2$  = Suma de los cuadrados de las desviaciones de Y;

$$\sum x^2 = \sum X^2 - \frac{(\sum X)^2}{n};$$

$$\sum y^2 = \sum Y^2 - \frac{(\sum Y)^2}{n};$$

$$\sum xy = \sum XY - \frac{(\sum X)(\sum Y)}{n};$$

$n$  = número de pares;

$n-2$  = grados de libertad (GL).

Las hipótesis que se plantean son:

$H_0: P = 0$ ; no hay correlación.

$H_a: P \neq 0$ ; hay correlación

Se rechaza  $H_0$  y se acepta  $H_a$  si

$r \geq r$  (GL)  
Calculada obtenida de valores tabulados



## c) Comparación de medias.

La comparación de medias se realizó por el método de Tukey, esta prueba utiliza el rango estudentizado y es aplicable a comparaciones múltiples. El procedimiento consiste en calcular un valor teórico común que se calcula mediante la aplicación de la fórmula siguiente:  $w = q\alpha \overline{Sx}$

donde:

$w$  = Valor teórico común.

$q\alpha$  = Es el rango estudentizado con  $p$ . tratamientos y  $n$  - grados de libertad del error a un nivel  $\alpha$  de significancia dado.

$\overline{Sx}$  = Error estandar de la media  $= \sqrt{\frac{\text{C.M. Error}}{n}}$

Los pasos secuenciales son los siguientes:

- a) Ordenamiento de medias de tratamientos de menor a mayor.
- b) Calcular el error estandar de la media
- c) Calcular el valor teórico común "w"
- d) Agrupar las medias de tratamientos de acuerdo a la significancia estadística.

## RESULTADOS Y DISCUSION

## ALTURA DE PLANTA

Como se mencionó anteriormente, se encontraron diferencias altamente significativas para tratamientos y variedades, y significancia para bloques y densidades. Estas diferencias era lógico encontrarlas ya que las variedades utilizadas son contrastantes en cuanto a porte y ciclo vegetativo. La varianza fue mayor para el factor variedades como se aprecia en el Cuadro 1. En la Figura 1, se observa que las variedades utilizadas (IIICSM y CAFIME) manifestaron diferente respuesta, mientras que el IIICSM presentó una tendencia lineal de reducir su altura de planta en forma significativa para el modelo de regresión lineal; el CAFIME no manifestó un comportamiento lineal; sin embargo, las dos variedades reducen su altura de planta con los aumentos en la densidad de población. La altura de planta en el IIICSM estuvo correlacionada con altura de mazorca, diámetro de tallo, longitud de mazorca, diámetro de mazorca, número de hileras y peso de grano por parcela siendo positivas y negativamente con número de plantas jorras y fallas de polinización (Cuadro 25), en el caso del CAFIME, la altura de planta estuvo correlacionada en forma positiva con longitud de mazorca y profundidad de grano (Cuadro 26). En las dos variedades, la altura de planta estuvo correlacionada con la longitud de mazorca. Se tienen algunos reportes a este respecto, Giesbrecht (1969), señaló que a medida en que se aumenta la densidad de población se incrementó la altura de planta y mazorca. Genter y Camper -

CUADRO 1. ANALISIS DE VARIANZA PARA ALTURA DE PLANTA EN METROS.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	fc.	ft.	
					.05	.01
BLOQUES	3	0.24	0.0800	3.2432*	2.81	4.24
TRATAMIENTOS	15	6.53	0.4353	17.6486**	1.87	2.42
VARIETADES	1	5.96	5.96	241.6216**	4.05	7.21
DENSIDADES	7	0.50	0.0714	2.8958*	2.22	3.05
INTERACCION	7	0.07	0.0100	0.4054NS	2.22	3.05
ERROR	45	1.11	0.0247			
TOTAL	63	7.88				

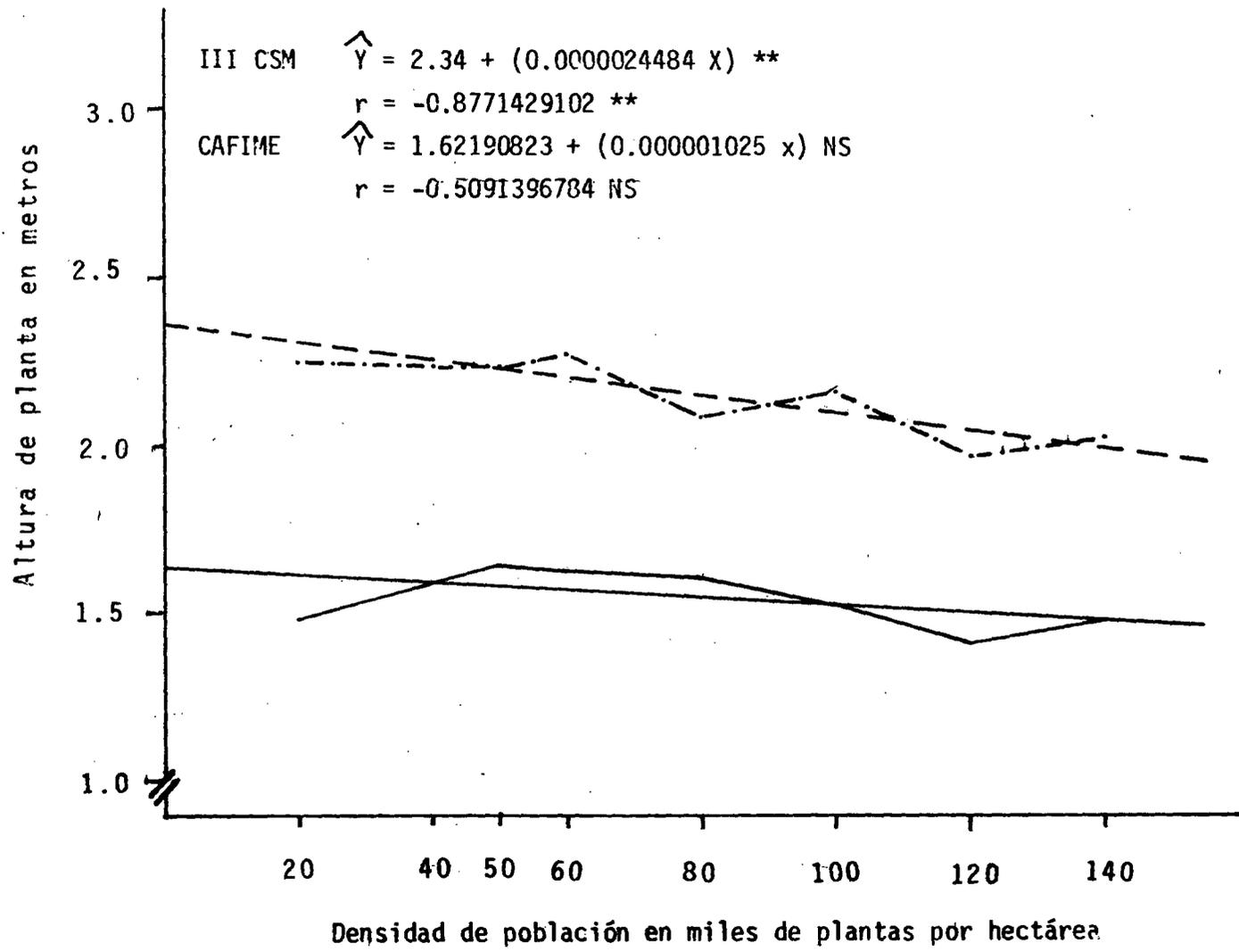
$$\bar{X} = 1.84$$

$$C.V. = 8.54\%$$

\* Significativo

\*\* Altamente significativo

NS No significativo



Densidad de población en miles de plantas por hectárea

Fig. 1.- Recta de regresión para altura de planta

--- III CSM ---  
 — CAFIME —

(1972), reportaron que la altura de planta y mazorca prácticamente se mantuvieron sin cambios, cuando los híbridos que ellos utilizaron fueron sometidos a las densidades de 34.6 a 64.2 mil pl/ha. Tanaka y Yamaguchi (1972), al trabajar con espaciamiento entre plantas, no encontraron correlación entre la altura de planta y rendimiento de grano y señalaron además que el nitrógeno ocasionó un incremento de la altura de planta especialmente a distancias de siembra cortas y en distancias de siembra cortas sin nitrógeno, las plantas fueron de porte bajo debido a la deficiencia de dicho elemento, puesto que en altas densidades de población, cuando el sombreado mutuo es problemático, la actividad de la nitrato reductasa tiende a ser bajo y las plantas utilizan deficientemente el nitrato del suelo mostrando un menor desarrollo. García (1976) encontró que los grupos de sintéticos seleccionados por eficiencia exhibieron mayor altura de planta respecto a las poblaciones originales en las densidades de 55 mil pl/ha, pero la tendencia de estos sintéticos seleccionados fué disminuir la altura de planta al incrementar la densidad. Hurtado (1977), al hacer un estudio de competencia intrapoblacional en líneas, compuestos balanceados y sintéticos en las fuentes Bolita, Mich., 21 y Zac., 58, encontró que las plantas de Mich., 21 fueron las más altas de las 3 fuentes de líneas y menciona que el hecho de que las plantas en la densidad de 98,381 pl/ha hayan tenido menor altura que las plantas en la densidad de 32,700 pl/ha, pudo deberse a una intensa competencia

en la densidad alta, principalmente por nutrimentos, agua y luz entre plantas de la misma y diferente fuente, dado que las plantas de esta fuente (Mich. 21) son de mayor altura en relación a las otras fuentes y tiene mayor cantidad de follaje, y pudo haber sucedido lo señalado por Tanaka y Yamaguchi *op cit*, los cuales señalaron que cuando el sombreado se vuelve problemático se reduce la actividad de la nitrato reductasa y por ello las plantas de esta fuente fueron de menor altura. Es posible que esto mismo haya sucedido en el presente trabajo, puesto que las dos variedades redujeron su altura de planta por efecto de la densidad de población y el hecho de que el CAFIME no haya tenido una respuesta lineal se debe principalmente al contenido genético de esta variedad.

#### ALTURA DE MAZORCA

Las dos variedades fueron muy diferentes en su respuesta para este carácter (Cuadro 1). El IIICSM pierde altura de mazorca conforme se aumenta la densidad de población, pero esta tendencia no fue significativa para el modelo lineal (Fig. 1). El CAFIME tampoco presentó significancia para este modelo, y contrariamente al IIICSM, el CAFIME presenta ligeros incrementos de la altura de mazorca (Fig. 1). La altura de mazorca en el IIICSM está muy ligada con altura de planta, diámetro de tallo, número de hileras por mazorca y peso de grano por parcela los cuales estuvieron correlacionados positivamente (Cuadro 25). En el CAFIME, la altura de mazor-

CUADRO 2. ANALISIS DE VARIANZA PARA ALTURA DE MAZORCA EN METROS.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	fc.	ft.	
					.05	.01
BLOQUES	3	0.116780	0.038827	4.066675*	2.81	4.24
TRATAMIENTOS	15	2.394886	0.159659	16.679609**	1.87	2.42
VARIETADES	1	2.194102	2.194102	229.218192**	4.05	7.21
DENSIDADES	7	0.127198	0.018171	1.898342NS	2.22	3.05
INTERACCION	7	0.073586	0.010512	1.098220NS	2.22	3.05
ERROR	45	0.430745	0.009572			
TOTAL	63	2.922411				

$\bar{X} = 0.643$

C.V. = 15.21%

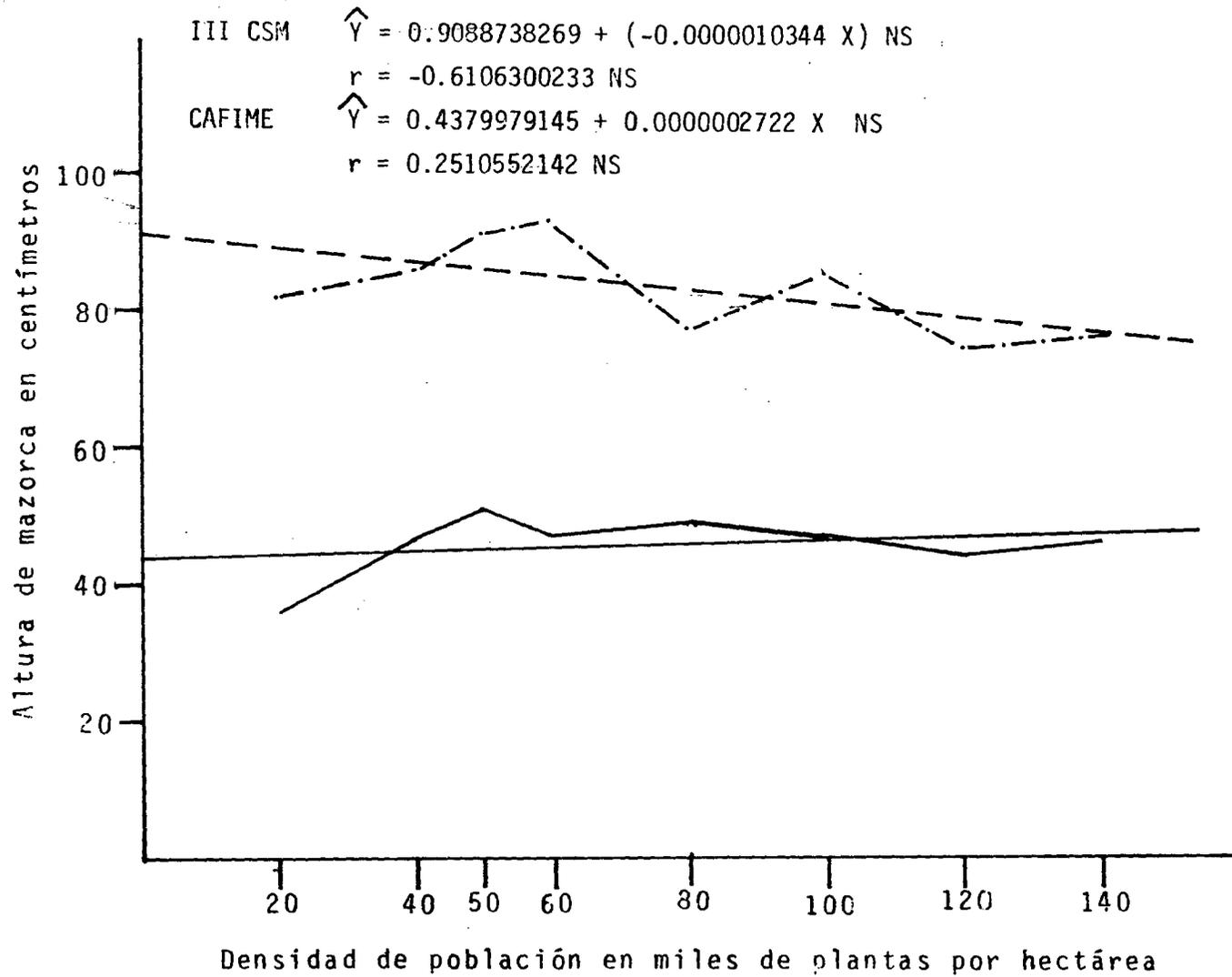


Fig. 2.- Recta de regresión para altura de mazorca

— · — · — · — III CSM — — — —  
— — — — CAFIME — — — —

ca estuvo correlacionada con el acame de tallo, es decir a medida que la altura de mazorca se incrementa lo mismo sucede con el acame de tallo (Cuadro 26). En relación a este carácter, Colville y Mc. Gill (1962), señalaron que se presentan ciertas desventajas cuando se incrementa la densidad de población, entre ellas: Acame, y roturas de tallos, humedad del grano y altura de mazorca se incrementan cuando se aumenta la población de plantas. Genter y Camper (1973), reportaron que la altura de planta y mazorca prácticamente se mantuvieron sin cambios cuando fueron sometidos los híbridos de maíz por ellos utilizados a las densidades de 34.6 a 64.2 mil pl/ha. Hurtado (1977) encontró que en la densidad alta (98,381 pl/ha) hubo mayor altura de planta, altura de mazorca y días a floración en las 3 fuentes de líneas (Zac. 58, Bolita y Mich. 21) que la altura de mazorca en Zac. 58 y Bolita se atribuyeron principalmente a efectos de sombreo, siendo estos de mayor intensidad en la densidad de 98,381 pl/ha, para explicarlo se apoya en Duncan 1975, quien obtiene resultados similares en experimentos con densidades de población y variedades contrastantes y de acuerdo a lo expuesto por Devlin 1970, quien señala que los trabajos de fisiología vegetal indican que las auxinas en coleoptilos iluminados unilateralmente se mueven hacia las partes sombreadas provocando un mayor desarrollo de ésta, debido a la acumulación de tales substancias. En el presente trabajo, el IIICSM exhibió mayor altura de mazorca a 60 mil pl/ha y el CAFIME a 50



ESCUELA DE AGRICULTURA  
BIBLIOTECA

mil pl/ha, mientras que el IIICSM presentó una correlación negativa para este carácter, el CAFIME la presentó en forma positiva, sin embargo, estas correlaciones entre la densidad de población con la altura de mazorca no fueron significativas, mientras que el IIICSM tiende a reducir su altura de mazorca, en el CAFIME se observó que tiene una ligera tendencia a incrementar la altura de esta. El comportamiento tan diferente encontrado en las variedades utilizadas en este trabajo pudo deberse a la respuesta diferencial de estas variedades hacia los niveles de competencia por luz y nutrimentos y posiblemente a la producción de auxinas o por el efecto de la enzima nitrato reductasa.

#### DIAMETRO DE TALLO

Como se mencionó anteriormente, se encontró que existen diferencias altamente significativas en todas las fuentes de variación para este carácter (Cuadro 3). Las dos variedades redujeron su diámetro de tallo significativamente conforme aumenta la densidad de población en forma lineal (Fig. 3, Cuadros 25 y 26). A este respecto Tanaka y Yamaguchi (1972), reportaron que el grosor del tallo expresado por el peso de la unidad de longitud del culmo, aumentó considerablemente al incrementar la distancia de siembra, cuando se adicionó nitrógeno este incremento no fue tan notable. Pero al aumentar la densidad de población, Genter y Camper (1973), señalan que el peso por mazorca, diámetro de tallo y porcentaje

CUADRO 3. ANALISIS DE VARIANZA PARA DIAMETRO DE TALLO EN mm.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	f <sub>c.</sub>	f <sub>t.</sub>	
					.05	.01
BLOQUES	3	5.64	1.8800	4.4467**	2.81	4.24
TRATAMIENTOS	15	601.84	40.1227	95.3284**	1.87	2.42
VARIETADES	1	362.09	362.0900	860.2983**	4.05	7.21
DENSIDADES	7	109.55	27.2214	64.6760**	2.22	3.05
INTERACCION	7	49.20	7.0286	16.6994**	2.22	3.05
ERROR	45	18.94	0.4209			
TOTAL	63	626.42				

$\bar{X}$  = 11.59 mm.

C.V. = 5.59%

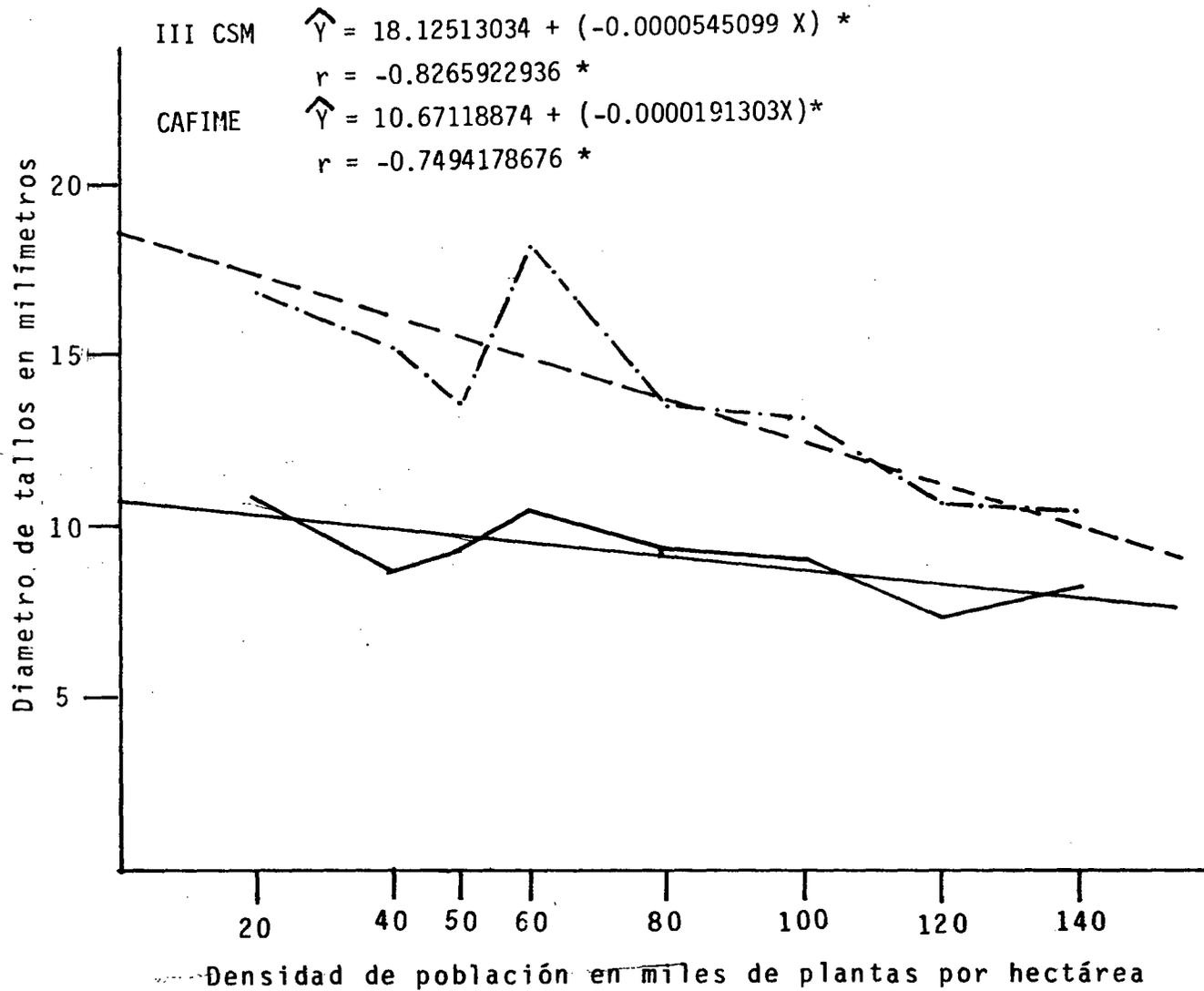


Fig. 3.- Recta de regresión para diametro de tallos  
 - · - · - · - III CSM - - - - -  
 ——— CAFIME ———

de plantas erectas tiende a decrecer, García (1976), encontró un menor diámetro de tallo en los sintéticos eficiencia al aumentar la densidad de población y lo explica como una respuesta asociada a la reducción del área foliar por efecto de la selección ya que estos caracteres están altamente correlacionados. Contrariamente a esto, en el presente trabajo no se encontró correlación significativa entre el diámetro de tallo y el área foliar, sin embargo, esta correlación fué positiva, es decir a medida que el área foliar aumenta lo mismo sucede con el diámetro de tallo (Cuadro 25 y 26).

#### AREA FOLIAR

Se encontró que las variedades se comportan en forma diferente con respecto a los cambios en la densidad de población. Se encontró que las variedades interaccionan con la densidad de población en el carácter área foliar. Esto indica que no solamente las diferencias varietales sino junto con el ambiente y la interacción variedad x densidad están determinando la expresión de este carácter (Cuadro 4). En ninguna de las variedades se encontró respuesta lineal ni significancia para la correlación, pero se observa una tendencia a reducir el área foliar conforme se aumenta la densidad de población (Fig. 4). En el IIIICSM, el área foliar estuvo correlacionado con longitud de mazorca y peso de grano por planta siendo positivas estas correlaciones y negativamente con fallas de polinización y el acame de raíz (Cuadro 25). El CAFIME solamente

CUADRO 4. ANALISIS DE VARIANZA DE LA VARIABLE: AREA FOLIAR.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F <sub>c</sub>	f <sub>t.</sub>	
					.05	.01
BLOQUES	(n-1)= 3	35474.301	11824.77	2.65NS	2.81	4.24
TRATAMIENTOS	(ab-1)=15	1695091.045	113006.07	25.34**	1.87	2.42
VARIEDADES (A)	(a-1)= 1	1000124.940	1000124.940	224.25**	4.05	7.21
DENSIDADES (B)	(b-1)= 7	440528.34	62932.62	14.11**	2.22	3.05
INTERACCION (AxB)	(a-1)(b-1)=7	254437.77	36348.25	8.15**	2.22	3.05
ERROR	(n-1)(ab-1)=45	200695.316	4459.90			
TOTAL	(abn-1)=63					

C.V. = 23.65%

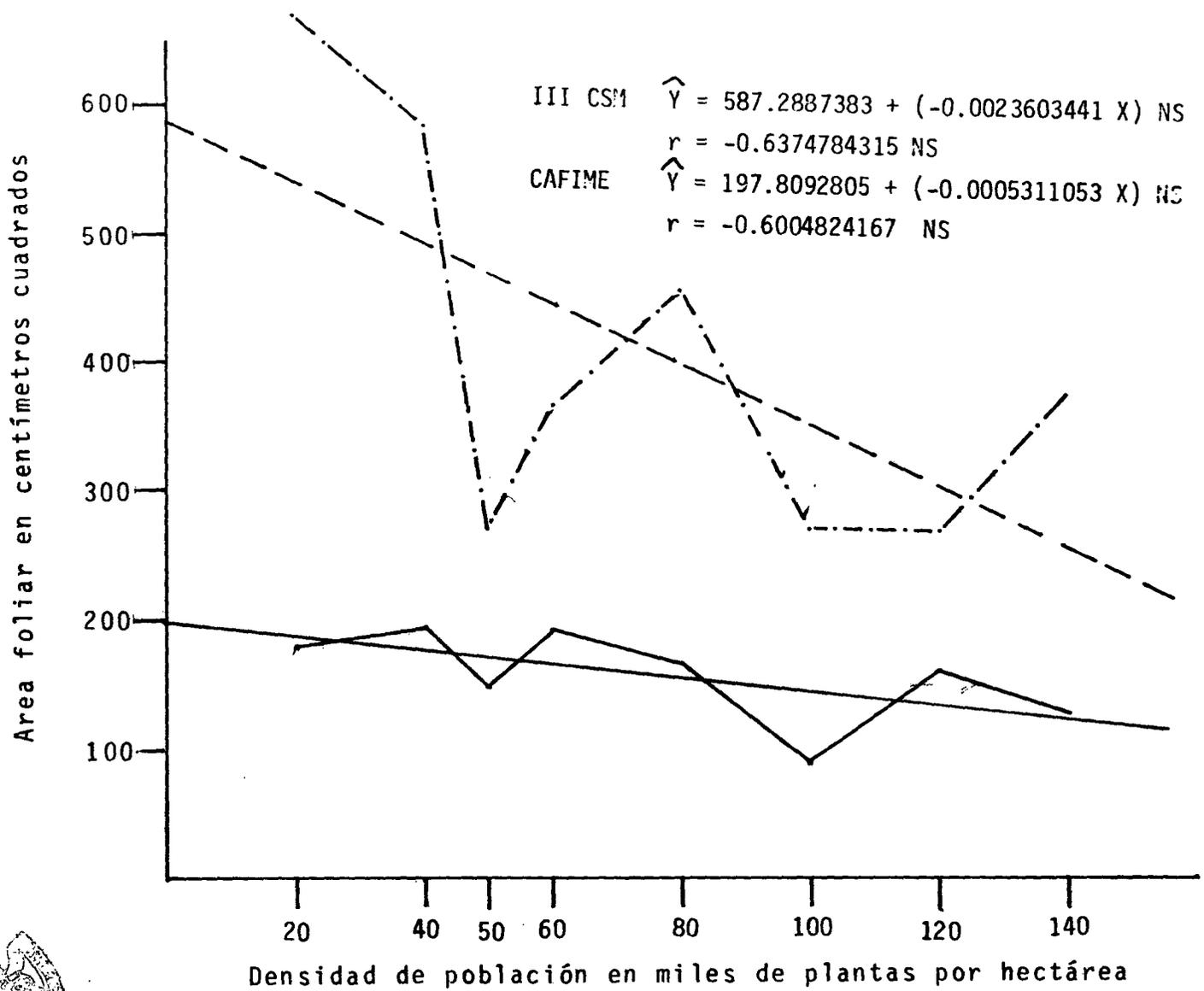


Fig. 4.- Recta de regresión para el área foliar

--- III CSM ---  
—— CAFIME ——

presentó una correlación significativa entre el área foliar y el número de hileras (Cuadro 26). En relación a esto, Schmidh y Colville (1967), reportaron que el rendimiento de grano se redujo considerablemente cuando el 85 a 100% de la luz aprovechable fue interceptada por cubiertas de polietileno negro; Early et al (1967), también reportaron que los tratamientos de sombreado redujeron el rendimiento, el sombreado por 21 días durante la fase reproductiva fué el más detrimento para la producción de grano por planta. Heichel y Musgrave (1969), reportaron diferencias en la tasa fotosintética promedio de 100 a 200%, entre líneas, híbridos y variedades de polinización libre, además la heterosis fué aparente en cruza simples formadas de líneas derivadas de ancestros divergentes. Además encontraron una correlación entre la tasa fotosintética con el peso fresco de la hoja y días a floración femenina. Nuñez y Kamprath (1969), reportaron que el índice de área foliar (IAF) se incrementó linealmente tanto como aumentó la densidad de población de 34,500 a 69,000 pl/ha. Sin embargo, el área foliar por planta decreció al incrementar la densidad de población. Hunter, Kannenberg y Gamble (1970), también reportaron un incremento del IAF con los aumentos en la densidad y señalan que decreció con el espaciamiento entre surcos. Brown et al (1970), cuando compararon un genotipo precóz y de porte bajo con otro de ciclo más largo y porte más alto, en densidades de 20 a 100 mil pl/ha, encontraron que al incrementar la densidad de población arriba de 50 mil pl/ha solo -

CUADRO 17. COMPARACION DE PROMEDIOS POR EL METODO DE TUKEY AL NIVEL DE 0.01 PARA LAS VARIABLES: ALTURA DE PLANTA, ALTURA DE MAZORCA, DIAMETRO DE TALLOS Y AREA FOLIAR.

ALTURA DE PLANTA EN METROS			ALTURA DE MAZORCA EN METROS		
NO.TRAT.	MEDIA	GPO.TUKEY W=0.47	NO.TRAT.	MEDIA	GPO.TUKEY W=0.29
4	2.27	a	4	0.93	a
1	2.25	a	3	0.91	a
3	2.24	a	2	0.86	a
2	2.24	a	6	0.85	a
6	2.16	a	1	0.82	a
5	2.09	ab	5	0.77	ab
8	2.02	ab	8	0.76	ab
7	1.97	ab	7	0.79	ab
11	1.64	b	11	0.51	b
12	1.63	b	13	0.49	b
13	1.60		10	0.47	
10	1.59		12	0.47	
14	1.52		14	0.47	
16	1.48		16	0.46	
9	1.48		15	0.44	
15	1.41		9	0.36	

DIAMETRO DE TALLO EN mm			AREA FOLIAR EN cm <sup>2</sup>		
NO.TRAT.	MEDIA	TUKEY W =1.95	NO.TRAT.	MEDIA	TUKEY W=100.5076365
4	18.25	a	1	670.8	a
1	16.84	ab	2	586.7	a
2	15.22	b	5	455.6	b
5	13.63		8	374.8	b
3	13.53		4	363.8	b
6	13.11		6	270.5	
9	10.80		3	269.6	
7	10.47		7	266.7	
8	10.43		10	194.1	
12	10.42		12	192.5	
13	9.42		9	180.4	
11	9.37		13	169.2	
14	9.02		15	160.5	
10	8.78		11	148.4	
16	8.35		16	127.9	
15	7.54		14	85.5	

CUADRO 21. COMPORTAMIENTO DE LOS CARACTERES: ALTURA DE PLANTA, MAZORCA, DIAMETRO DE TALLOS Y AREA FOLIAR RESPECTO A LA DENSIDAD TESTIGO, EN LAS VARIEDADES UTILIZADAS.

TRAT. NO.	VARIEDAD	DENSIDAD	ALTURA DE PLANTA		ALTURA DE MAZORCA		DIAMETRO DE TALLO		AREA FOLIAR	
			PROMEDIO (m)	RESP. TEST.	PROMEDIO (m)	RESP. TEST.	PROMEDIO (mm)	RESP. TEST.	PROMEDIO (cm <sup>2</sup> )	RESP. TEST.
1	IIICSM	20 000	2.25	+0.44	0.82	-9.89	16.84	+24.46	670.8	+148.81
2	IIICSM	40 000	2.24	0	0.86	-3.49	15.22	+12.49	586.7	+117.61
3	IIICSM	50 000	2.24	100	0.91	100	13.53	100	269.6	100
4	IIICSM	60 000	2.27	+1.33	0.93	+2.19	18.25	+34.88	363.8	+ 34.94
5	IIICSM	80 000	2.09	-6.69	0.77	-15.38	13.63	+ 0.73	455.6	+ 68.99
6	IIICSM	100 000	2.16	-3.57	0.85	-6.59	13.11	- 3.10	270.5	+ 0.33
7	IIICSM	120 000	1.97	-12.05	0.79	-13.18	10.47	-22.61	266.7	- 1.075
8	IIICSM	140 000	2.02	-9.82	0.76	-16.48	10.43	-22.91	373.8	+ 39.02
9	CAFIME	20 000	1.48	-9.75	0.36	-29.41	10.80	15.26	180.4	+ 21.56
10	CAFIME	40 000	1.59	-3.04	0.47	-7.84	8.78	- 6.29	194.1	+ 30.79
11	CAFIME	50 000	1.64	100	0.51	100	9.37	100	148.4	100
12	CAFIME	60 000	1.63	-0.60	0.47	-7.84	10.42	-11.20	192.5	+ 29.71
13	CAFIME	80 000	1.60	-2.43	0.49	-3.92	9.42	+ 0.53	169.2	+ 14.01
14	CAFIME	100 000	1.52	-7.31	0.47	-7.84	9.02	- 3.73	85.5	- 42.38
15	CAFIME	120 000	1.41	-14.02	0.44	-13.72	7.54	-19.53	160.5	+ 8.15
16	CAFIME	140 000	1.48	-9.75	0.46	-9.80	8.35	-10.88	127.9	- 13.81

5

Testigo: - - - -

hubo incremento en el rendimiento para el genotipo precóz, - también señalaron que el área foliar del genotipo precóz fue 0.7 del área del genotipo tardío y su índice de cosecha fue mayor. Hesketh, Chase y Nanda (1969), reportaron que en maíz (Zea mays L.) sorgo (Sorghum vulgare Pers) y mijo (Setaria italica L. Beauv), el número de hojas es un atributo diferencial con el genotipo y modificado por la temperatura y el fotoperíodo, está correlacionado con el peso y altura de planta, área fotosintética, días a floración y longitud del ciclo vegetativo.

#### DIAS A FLORACION MASCULINA

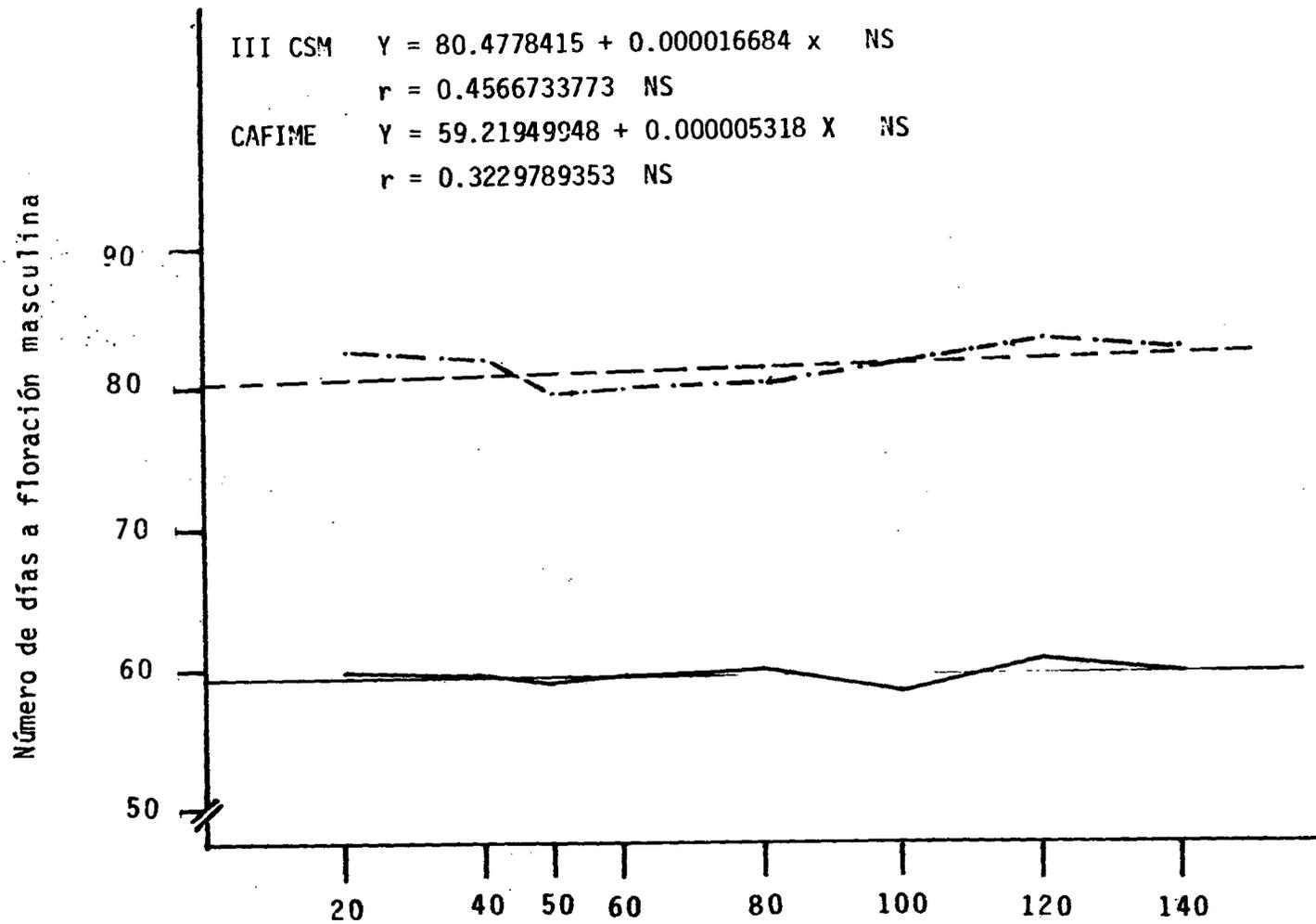
En el análisis de varianza se detectó diferencias altamente significativas en el factor tratamientos. En la descomposición de los tratamientos se observó que las diferencias detectadas se debieron al factor variedades las cuales son muy diferentes entre sí (Cuadro 5). Esto se comprobó cuando se realizó la comparación de promedios (Cuadro 18) en donde solamente se formaron dos niveles de significancia, el primero de ellos agrupa al IIICSM y el segundo al CAFIME. Para este carácter las variedades no se comportaron en forma lineal, sin embargo, se encontró una tendencia de incrementar los días a floración masculina con los aumentos en la densidad de población (Fig. 5). En el IIICSM, este carácter estuvo correlacionado con la floración femenina en forma positiva, (Cuadro 25), para el caso de CAFIME este carácter estuvo

CUADRO 5. ANALISIS DE VARIANZA DE LA VARIABLE: DIAS A FLORACION MASCULINA.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	fc	ft.	
					.05	.01
BLOQUES	3	44.75	14.9166	2.099NS	2.81	4.24
TRATAMIENTOS	15	7909.25	527.2833	74.2071**	1.87	2.42
VARIETADES	1	7832.25	7832.25	1102.2713**	4.05	7.21
DENSIDADES	7	53.00	7.5714	1.0655NS	2.22	3.05
INTERACCION	7	24.00	3.4285	0.4825	2.22	3.05
ERROR	45	319.75	7.1055			
<b>TOTAL</b>	<b>63</b>	<b>8273.75</b>				

$\bar{X} = 70.6875$

C.V. = 3.77%



Densidad de población en miles de plantas por hectárea

Fig. 5.- Recta de regresión para el número de días a floración masculina

--- III CSM ---  
 — CAFIME —

correlacionado positivamente con plantas jorras, fallas de polinización y acame de raíz y negativamente con longitud y diámetro de mazorca y peso de grano por planta, en esta variedad, no se encontró correlación significativa entre los días a floración masculina con la femenina. En la densidad testigo se encontró un atraso de 8.25 días en la aparición de los estigmas con relación a la dispersión del polen en el IIICSM, en el CAFIME esta diferencia fue de 6.75 días (Cuadro 22). Existen reportes de que al aumentar la densidad de población se presenta un atraso en la maduración y emergencia de los jilotes y estigmas. Heichel y Musgrave (1969), encontraron correlación entre la tasa fotosintética y los días de la emergencia a la aparición de los estigmas.

Hesketh, Chase y Nanda (1969) reportaron que el número de hojas está correlacionado, entre otros caracteres, con días a floración y longitud del ciclo vegetativo, Tanaka y Yamaguchi (1972), señalaron que mientras menor fue la distancia de siembra más tardía fue la floración femenina. La diferencia en la fecha de emisión de los estigmas en las separaciones de 100x100cm y 20x20cm fue de 8 días en la variedad Fukko No. 8 y de 4 en la variedad Golden Cross Bantam. El Lakany y Russell (1971), señalaron que en alta densidad todos los caracteres excepto peso de 300 granos así como la fecha de floración masculina y femenina, estuvieron correlacionados con el rendimiento en forma significativa. El atraso en la maduración de las mazorcas y estigmas puede ser debido a

CUADRO 6. ANALISIS DE VARIANZA DE LA VARIABLE: DIAS A FLORACION FEMENINA.

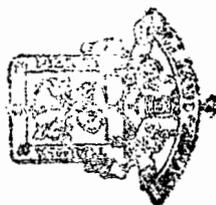
FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	f <sub>c</sub>	f <sub>t</sub>	
					.05	.01
BLOQUES	3	129.875	43.29166667	4.58**	2.81	4.24
TRATAMIENTOS	15	9000.75	600.05	63.51**	1.87	2.42
VARIEDADES	1	8789.0625	8789.0625	930.33**	4.05	7.21
DENSIDADES	7	135.75	19.39285714	2.05NS	2.22	3.05
INTERACCION	7	75.9375	10.84821429	1.14NS	2.22	3.05
ERROR	45	425.125	9.447222222			

TOTAL 63 9555.75

$\bar{X} = 77.5625$

C.V. = 3.96%

ESUELA DE AGRICULTURA  
BIBLIOTECA



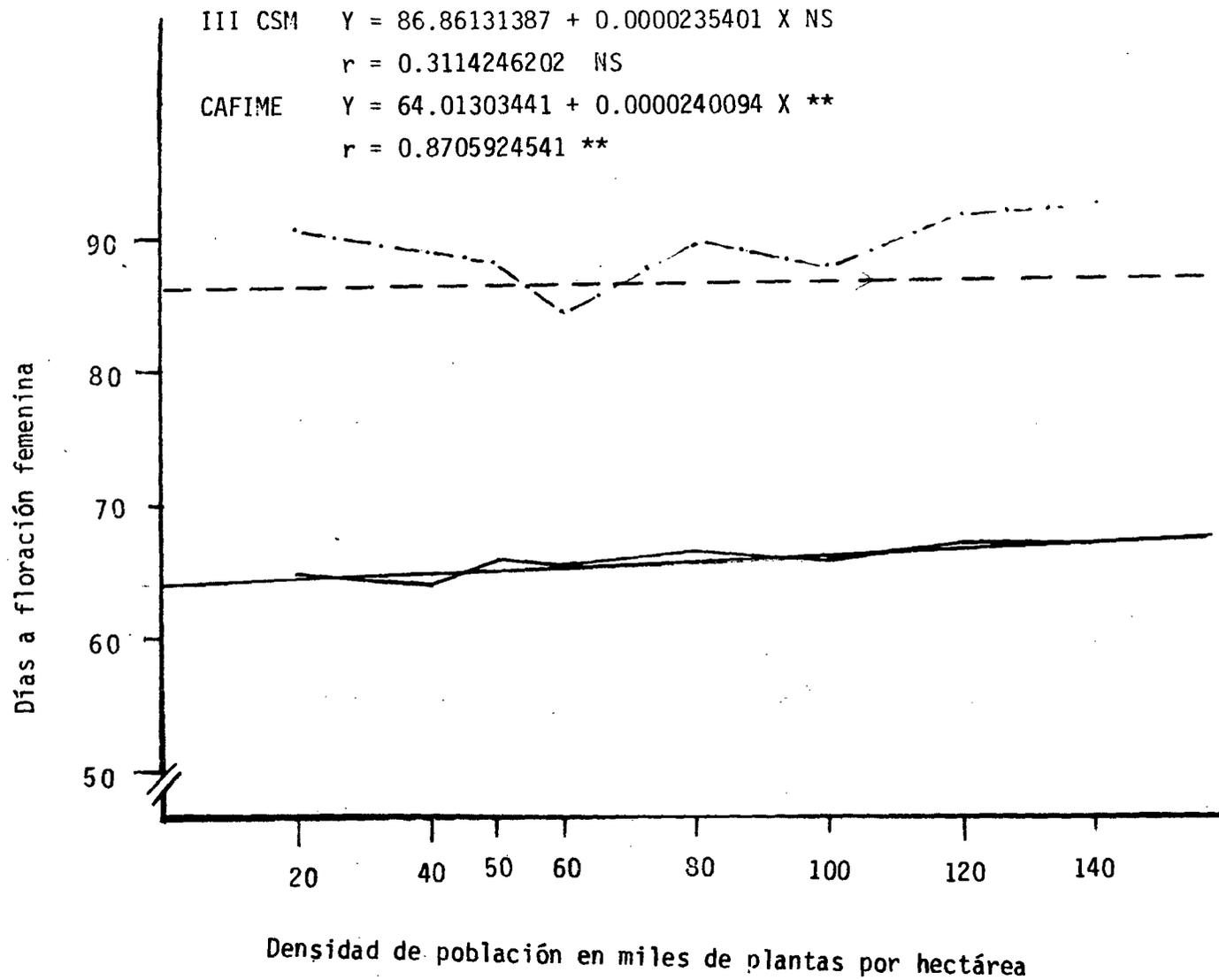


Fig. 6.- Recta de regresión para días a floración femenina

- · - · - III CSM - - -  
 — CAFIME —

un disturbio fisiológico durante el proceso de jiloteo dando como resultado un atraso en la maduración del jilote provocado por las pequeñas cantidades disponibles de azúcares y otros metabolitos móviles, induciendo así un incremento en el número de plantas jorras y/o la falta de fertilidad como lo señalaron Stinson y Moss (1960), Williams et al (1968), Giesbrecht (1969); además la falta de coordinación entre la emergencia de los estilos y la liberación del polen, está fuertemente influenciada por la sequía y la deficiencia de fósforo como lo señalan Aldrich y Leng (1974).

#### PLANTAS JORRAS.

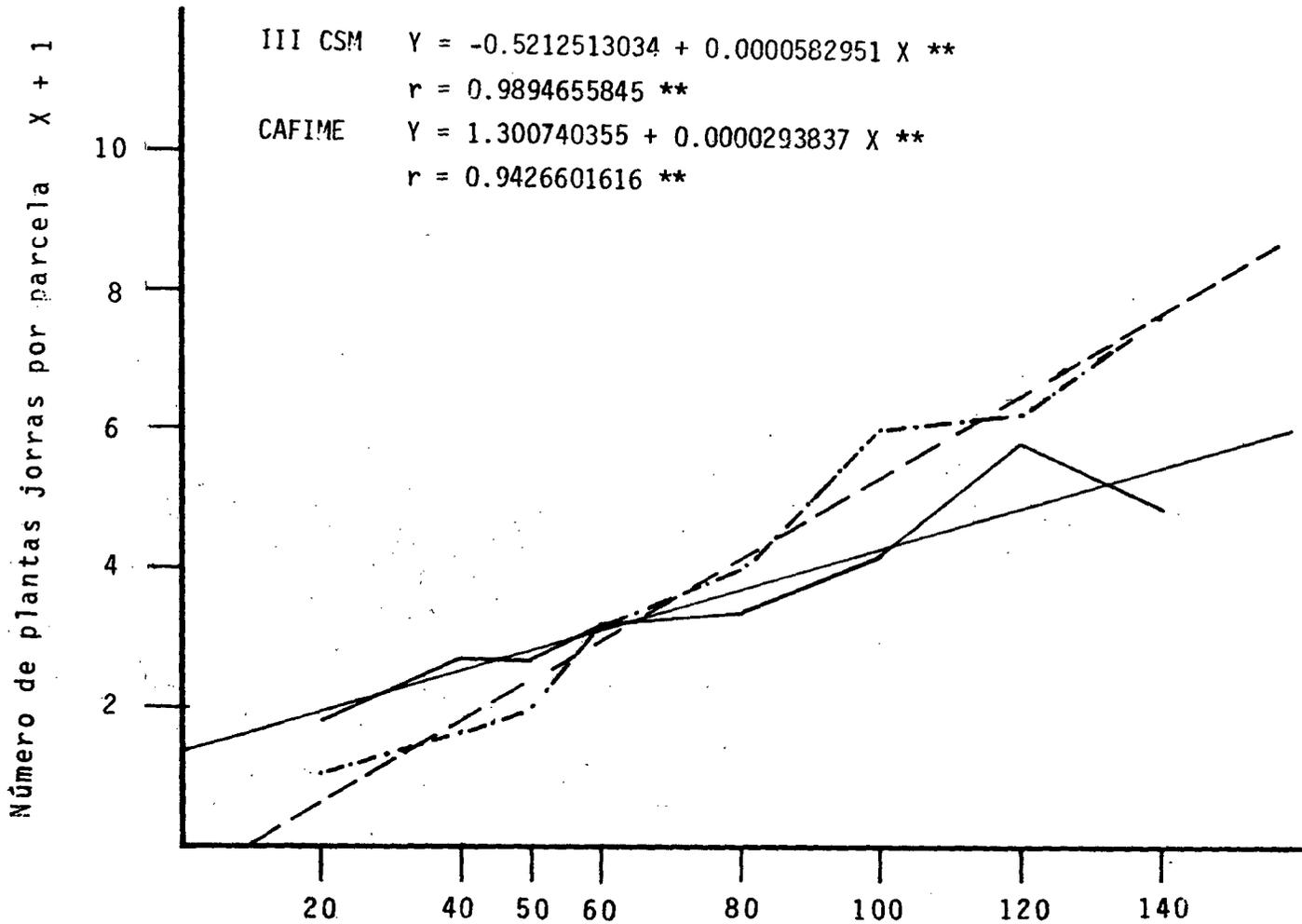
Las variedades no fueron diferentes estadísticamente, estas respondieron de la misma forma al cambiar la densidad de población, ya que a medida en que se aumentó la densidad de población el número de plantas jorras se incrementa en ambas variedades en forma lineal (Cuadros 7, 18 y Fig. 7). En el IIICSM, las plantas jorras estuvieron correlacionadas negativamente con altura de planta, diámetro de tallo, longitud, diámetro y número de hileras por mazorca, profundidad de grano, peso de grano por planta y por parcela y en forma positiva con fallas de polinización y acame de raíz (Cuadro 25). En el CAFIME las plantas jorras estuvieron correlacionadas negativamente con diámetro de tallo, longitud de mazorca diámetro de mazorca y peso de grano por planta (Cuadro 26). Las plantas jorras es el carácter que contribuye más a dife-

CUADRO 7. ANALISIS DE VARIANZA DE LA VARIABLE: No. DE PLANTAS JORRAS/PARCE  
LA UTIL. -DATOS TRANSFORMADOS POR:  $\sqrt{x + 1}$ .

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	fc.	ft.	
					.05	.01
BLOQUES	3	4.213204688	1.404401563	1.963641NS	2.81	4.24
TRATAMIENTOS	15	215.5091859	14.36727906	20.08840**	1.87	2.42
VARIETADES	1	2.321814063	2.321814063	3.24637NS	4.05	7.21
DENSIDADES	7	188.1416859	26.8773837	37.58009**	2.22	3.05
INTERACCION	7	25.04568594	3.5779551	5.00271**	2.22	3.05
ERROR	45	32.18412031	0.7152026736			
TOTAL	63	251.9065109				

$\bar{X} = 3.73171875$

C.V. = 22.66%



Densidad de población en miles de plantas por hectárea.

Fig. 7.- Recta de regresión para el número de plantas jorras

--- III CSM ---  
—— CAFIME ——

renciar una variedad tolerante de las no tolerantes como lo señalaron Stinson y Moss (1960). Existen algunos reportes que señalan que las plantas jorras son el resultado de la competencia entre la espiga y la mazorca en formación y que con el desespigamiento o con la utilización de la androesterilidad se reduce considerablemente el número de plantas jorras y por ende se incrementa el rendimiento cuando las plantas son sometidas en altas densidades de población, como lo señalaron Grogan (1956), Schwanke (1965), Mock y Pearce (1975). Sanford et al (1965), apoyaron la hipótesis de competencia espiga-mazorca, al demostrar que antes de la antesis, las espigas de plantas androfértiles contenían significativamente más nitrógeno que las espigas androestériles esto concuerda con lo reportado anteriormente por Moss y Stinson (1961), quienes atribuyeron la falta de fertilidad a un disturbio fisiológico durante el proceso de jiloteo que daba como resultado un atraso en la maduración del jilote más allá del período de dispersión del polen. Andrew (1967), mostró que las plantas jorras están directamente relacionadas con la densidad de población y que los híbridos con una mazorca tuvieron relativamente más plantas jorras que los híbridos que tienen dos o más mazorcas por planta, esto mismo fue encontrado por Russell (1968), Giesbrecht (1969), Duvick (1974), Lambert y Johnson (1978). En altas densidades de población existen muy pequeñas cantidades de azúcares y otros metabolitos móviles disponibles lo cual provoca el incremento de plantas jorras como lo señalaron, Wi

Williams et al (1968); Tanaka y Yamaguchi (1972), señalaron que el porcentaje de plantas infértiles en distancias de siembra cortas aumenta especialmente cuando no hay una adecuada provisión de nitrógeno. A medida que se aumenta la densidad de población, el porcentaje de plantas jorras se incrementa y la relación grano-materia seca total se afecta considerablemente como lo reportaron Genter y Camper (1973). En un estudio reciente Seyedin, Lamotte y Anderson (1980) mencionaron que el Acido Indol Acético (AIA), exhibe un fuerte efecto en la movilización de nutrimentos en algunas partes de la planta, al trabajar con variedades tolerantes y no tolerantes a las altas densidades de población, las cuales producían bajos y altos niveles de AIA en sus espigas respectivamente, encontraron que tanto las variedades tolerantes como las no tolerantes así como sus contrapartes androésteriles exhibieron altos niveles de AIA, por lo tanto el AIA no influye en la aparición de plantas jorras.

#### LONGITUD DE MAZORCA

Este carácter estuvo fuertemente afectado por la densidad de población, ya que se presentaron diferencias altamente significativas para tratamientos, variedades, densidad e interacción variedad x densidad. Las dos variedades disminuyeron linealmente su longitud de mazorca encontrándose negativa la correlación como se observa en los cuadros 8, 18, 22 25 y 26 y en la fig 8. Colville (1962) reportó que el largo

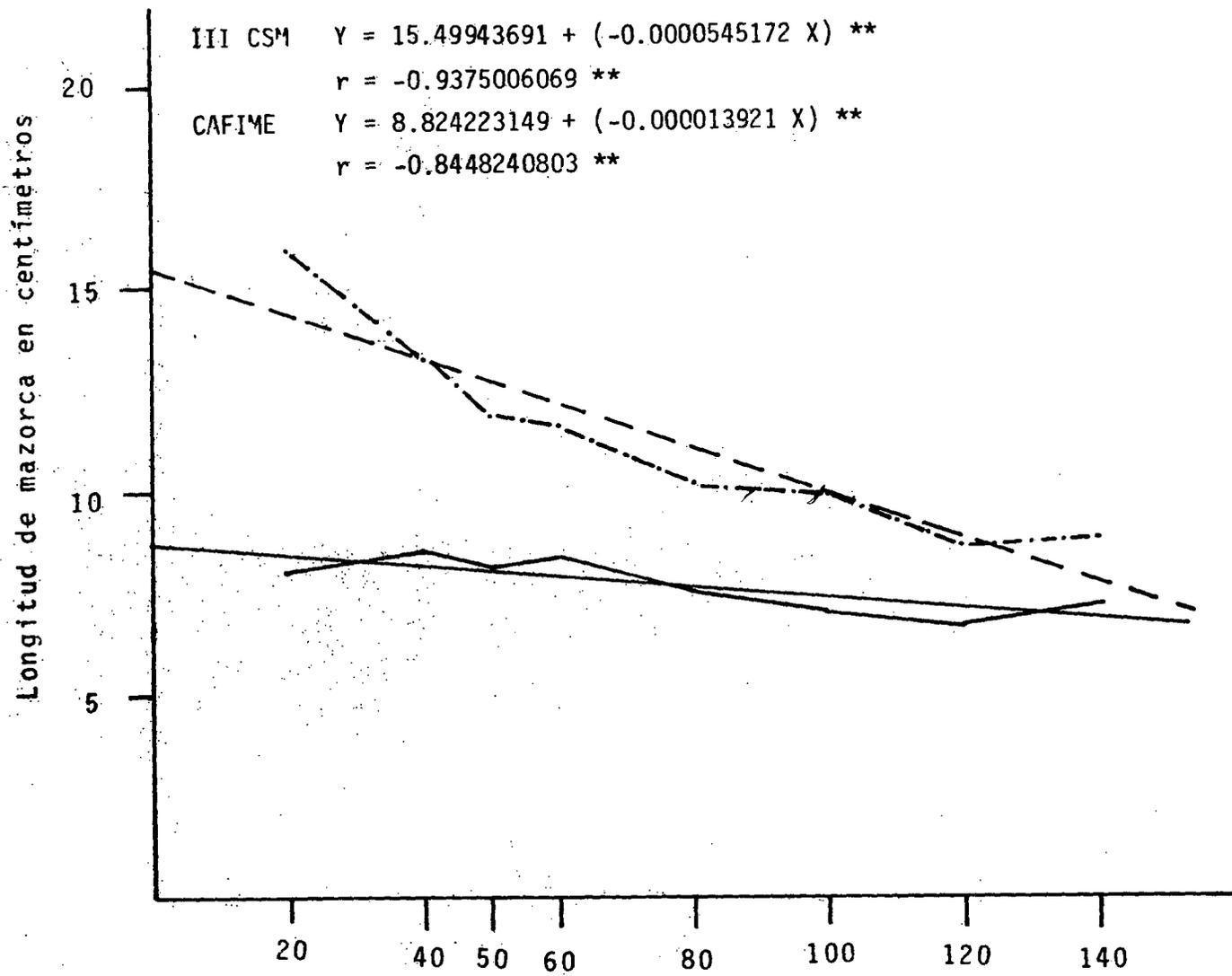
CUADRO 8. ANALISIS DE VARIANZA PARA: LONGITUD DE MAZORCAS.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	fc.	ft.	
					.05	.01
BLOQUES	3	15.18007969	5.060026563	5.53810059**	2.81	4.24
TRATAMIENTOS	15	380.2160734	25.34773823	27.742606**	1.87	2.42
VARIETADES	1	205.0266011	205.0266011	224.3976**	4.05	7.21
DENSIDADES	7	122.0511605	17.43572293	19.08305**	2.22	3.05
INTERACCION	7	53.1383118	7.5911874	8.308406**	2.22	3.05
ERROR	45	41.11539531	0.9136754513			
<b>TOTAL</b>	<b>63</b>	<b>436.5115484</b>				

$\bar{X} = 9.55234375$

C.V. = 10.00%

77



Densidad de población en miles de planta por hectárea  
 Fig. 8.- Recta de regresión para longitud de mazorca

--- III CSM ---  
 — CAFIME —

CUADRO 18. COMPARACION DE PROMEDIOS POR EL METODO DE TUKEY AL NIVEL DE 0.01 PARA LAS VARIABLES: DIAS A FLORACION MASCULINA, FEMENINA; NUMERO DE PLANTAS JORRAS Y LONGITUD DE MAZORCA.

DIAS AFLORACION MASCULINA			DIAS A FLORACION FEMENINA		
TRAT.NO.	PROMEDIO TUKEY: W=4.011		TRAT.NO.	PROMEDIO TUKEY: W=4.625	
7	83.75	a	8	92.50	a
8	83.25	a	7	91.75	a
1	82.75	a	1	90.50	a
2	82.00	a	2	89.75	a
6	82.00	a	5	89.00	ab
5	80.50	a	3	88.25	ab
4	80.00	a	6	88.00	ab
3	79.75	a	4	84.50	b
15	60.75	b	16	67.25	
16	60.00	b	15	67.25	
13	60.00	b	13	66.50	
9	59.75	b	14	65.75	
12	59.50	b	11	65.75	
10	59.50	b	12	65.50	
11	59.00	b	9	64.75	
14	58.50	b	10	64.00	
NO.DE PLANTAS JORRAS/UNIDAD EXP.			LONGITUD DE MAZORCA (cm)		
TRAT.NO.	PROMEDIO TUKEY: W= 12.37		TRAT.NO.	PROMEDIO TUKEY: W=1.4385	
8	57.21	a	1	15.855	a
7	38.06	b	2	13.370	b
6	34.04	b	3	11.920	
15	31.71	b	4	11.678	
16	22.42		5	10.258	
14	16.38		6	10.003	
5	14.60		8	8.858	
13	10.22		7	8.798	
12	8.85		10	8.593	
4	8.73		12	8.468	
10	7.18		11	8.220	
11	5.96		9	8.093	
3	2.72		13	7.623	
9	2.20		16	7.220	
2	1.62		14	7.199	
1	0.00		15	6.730	

CUADRO 22. COMPORTAMIENTO DE LOS CARACTERES: DIAS A FLORACION MASCULINA, FEMENINA, NUMERO DE PLANTAS JORRAS Y LONGITUD DE MAZORCA, RESPECTO A LA DENSIDAD TESTIGO EN LAS VARIEDADES UTILIZADAS.

TRAT. NO.	VARIEDAD	DENSIDAD	DIAS A FLOR. MASC.		DIAS A FLOR. FEMEN.		NO. PLANTAS JORRAS		LONG. DE MAZORCA	
			PROMEDIO	RESP. TEST.	PROMEDIO	RESP. TEST.	PROMEDIO	RESP. TEST.	PROMEDIO (cm)	RESP. TEST.
1	IIICSM	20 000	82.75	+3.76	90.50	+2.54	0.00	-100.00	15.855	+33.01
2	IIICSM	40 000	82.00	+2.82	89.75	+1.69	1.62	- 40.44	13.370	+12.16
3	IIICSM	50 000	79.75	100	88.25	100	2.72	100.00	11.920	100
4	IIICSM	60 000	80.00	+0.31	84.50	-4.24	8.73	220.96	11.678	- 2.03
5	IIICSM	80 000	80.05	-0.94	89.00	+0.84	14.37	428.31	10.258	-13.94
6	IIICSM	100 000	82.00	+2.82	88.0	-0.28	34.05	1151.84	10.003	-16.08
7	IIICSM	120 000	83.75	+5.01	91.75	+3.96	39.06	1336.03	8.798	-26.19
8	IIICSM	140 000	83.25	+4.38	92.50	+9.81	57.22	2003.68	8.858	-25.68
9	CAFIME	20 000	59.75	+1.75	64.75	-1.52	2.20	-63.15	8.093	- 1.54
10	CAFIME	40 000	59.50	+1.27	64.00	-2.66	6.18	3.52	8.593	+ 4.93
11	CAFIME	50 000	59.00	100	65.75	100	5.97	100.00	8.220	100
12	CAFIME	60 000	59.50	+1.27	65.60	-0.38	8.86	48.41	8.468	+ 3.01
13	CAFIME	80 000	60.00	+1.69	66.50	+1.14	10.22	71.19	7.623	- 7.26
14	CAFIME	100 000	58.50	-0.84	65.75	0	16.39	174.54	7.199	-12.42
15	CAFIME	120 000	60.75	+2.96	67.25	+2.28	31.72	431.32	6.730	-18.12
16	CAFIME	140 000	60.00	+1.69	67.25	+2.28	22.43	275.71	7.220	-12.16

80

Testigo :- - - -

de mazorca disminuye en forma lineal al incrementar la densidad de población. A este respecto, Bryant y Blaser (1968) mencionaron que las proporciones de la mazorca, tallo y hojas respecto al peso de la planta fueron afectadas ligeramente por la población y espaciamiento entre surcos. Geadelman y Peterson (1978), señalaron también que el número de mazorcas por planta, longitud de mazorca y profundidad de grano decrecieron de 1.33, 21.7 cm y 11.4 mm respectivamente en baja densidad (24700 pl/ha) a 0.94, 16.5cm y 10.7mm respectivamente en alta densidad (74100 pl/ha). El haber encontrado reducciones significativas en la longitud de mazorca probablemente se deba a un mecanismo por el cual la planta controla el número de granos ya que como lo señalaron Poneleit y Egli (1979), la planta trata de mantener el peso promedio por grano y en altas densidades disminuye el número de granos pero no tanto el peso individual.

#### DIAMETRO DE MAZORCAS

Se detectaron diferencias altamente significativas entre bloques, tratamientos, variedades, densidades y significancia para la interacción variedad x densidad. El mayor diámetro de mazorcas para el IIICSM se encontró en la densidad de 20 mil pl/ha, superando en un 9.77% al valor obtenido en la densidad testigo (50 mil pl/ha) y el menor fue en la de 140 mil pl/ha con una reducción del -16.66% (Cuadro 23); el CAFIME por su parte, en ninguna densidad presentó valores supe

CUADRO 9. ANALISIS DE VARIANZA PARA DIAMETRO DE MAZORCAS.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	f.c.	ft.	
					.05	.01
BLOQUES	3	79.2962125	26.43207083	5.4731**	2.81	4.24
TRATAMIENTOS	15	569.405925	37.96039500	7.8601**	1.87	2.42
VARIETADES	1	151.41302	151.4130200	31.3520**	4.05	7.21
DENSIDADES	7	333.454895	47.63641357	9.8637**	2.22	3.05
INTERACCION	7	84.538010	12.07685857	2.5006*	2.22	3.05
ERROR	45	217.3252375	4.829449722			
TOTAL	63	866.027375				

$\bar{X} = 39.389375$

C.V. = 5.57%

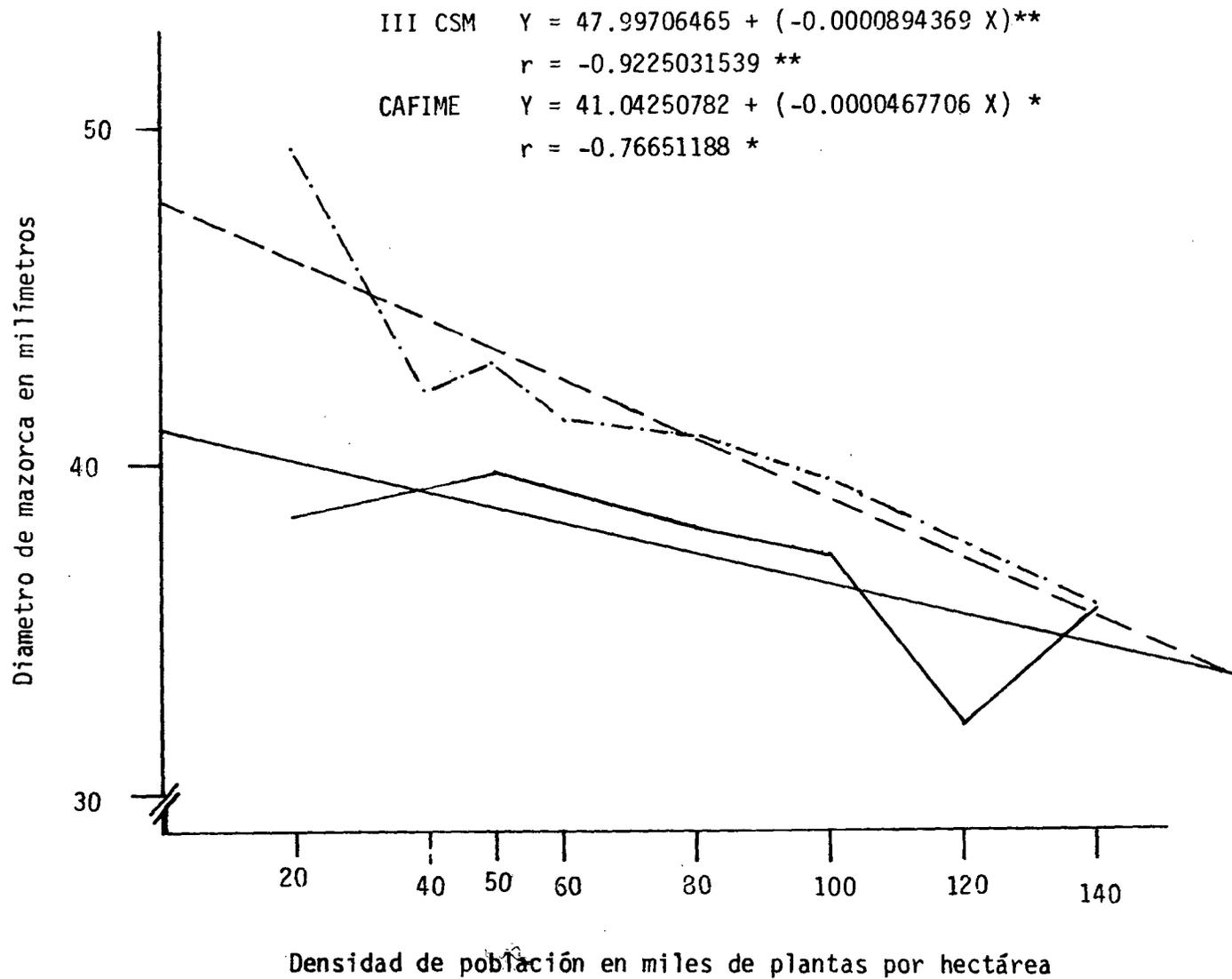


Fig. 9.- Recta de regresión para diametro de mazorca.

--- III CSM ---  
 — CAFIME —

riores al de la densidad testigo, las reducciones fueron de -1.18 a -11.55% en las densidades de 40 y 120 mil Pl/ha. En ambas variedades se encontró una correlación altamente significativa entre la densidad de población vs diámetro de mazorca, (Cuadros 25 y 26 y Fig. 9) el diámetro de la mazorca está correlacionado con el área foliar en forma positiva, de tal manera que al reducirse el área fotosintética, disminuye el diámetro de la mazorca en ambas variedades, aunque solo se encontró significancia para el modelo líneal en el IIICSM, en esta variedad se encontró una alta correlación con otras características de la mazorca como longitud, número de hileras de granos, profundidad de grano, peso de grano por planta y por parcela; en el CAFIME se encontraron entre longitud y diámetro de mazorca, profundidad de grano y rendimiento de grano por planta, se puede decir que la disminución del diámetro de las mazorcas se debe al efecto del ambiente, es decir las condiciones de alta competencia provocada por la densidad, hace que la planta tenga menos nutrimentos disponibles en el suelo, además, el sombreado en las altas densidades provoca una disminución en la actividad fotosintética y con ello una disminución en la actividad o acción de la enzima nitrato reductasa, por lo que la planta no puede asimilar los nitratos, todo esto lleva a una reducción del área de la hoja y con ello una menor producción de fotosintatos y que al final conduce a una disminución del peso de grano por planta, esto de acuerdo a lo que se menciona en un gran número de trabajos, entre ellos

Colville (1962), Hanway y Russell (1969), Allard y Bradshaw (1964), Tanaka y Yamaguchi (1972), García (1974), etc.

#### NUMERO DE HILERAS DE GRANOS POR MAZORCA

Se encontró disminución en el número de hileras por mazorca por efecto de la densidad y la respuesta fue diferente entre las variedades como lo muestran los Cuadros 10 y 19; - en las dos variedades se detectó una correlación negativa - respecto a la densidad, pero solo fue significativa en el - IIICSM. El número de hileras de grano por mazorca es un carácter controlado fuertemente por la constitución genética y puede ser afectado por el medio ambiente, como se muestra en el Cuadro 25, el IIICSM presentó + 1.98% de hileras por mazorca en la densidad de 20 mil pl/ha y -12.30% en la densidad de 140 mil pl/ha con relación al testigo. El CAFIME se comportó en forma diferente al IIICSM, ya que en 80 mil pl/ha - mostró + 1.96% más hileras y -6.41% en 100 mil pl/ha, en este carácter la variedad más tardía mostró mayor susceptibilidad con respecto a la densidad de población. Tanaka y Yamaguchi (1972), mencionan que el número de hileras es un carácter genético que no es afectado fácilmente por el ambiente - o las condiciones del cultivo, por lo tanto, el haber encontrado reducciones de -12.30% y -6.41% en el IIICSM y CAFIME respectivamente, sobre el número de hileras, puede deberse - a la variabilidad que existe en las dos variedades y a la alta competencia a que fueron sometidas.

CUADRO 10. ANALISIS DE VARIANZA PARA EL No. DE HILERAS DE GRANOS EN LA MAZORCA.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	f.c.	ft.	
					.05	.01
BLOQUES	3	1.78921875	0.59640625	1.210388347NS	2.81	4.24
TRATAMIENTOS	15	22.56734375	1.504489583	3.053315857**	1.87	2.42
VARIEDADES	1	5.46390625	5.46390625	11.08883158 **	4.05	7.21
DENSIDADES	7	10.05359375	1.436227679	2.914780397*	2.22	3.05
INTERACCION	7	7.04984375	1.007120536	2.0439205 NS	2.22	3.05
ERROR	45	22.17328125	0.4927395833			
TOTAL	63	46.52984375				

$\bar{X}$  = 11.8984375

C.V. = 5.89%



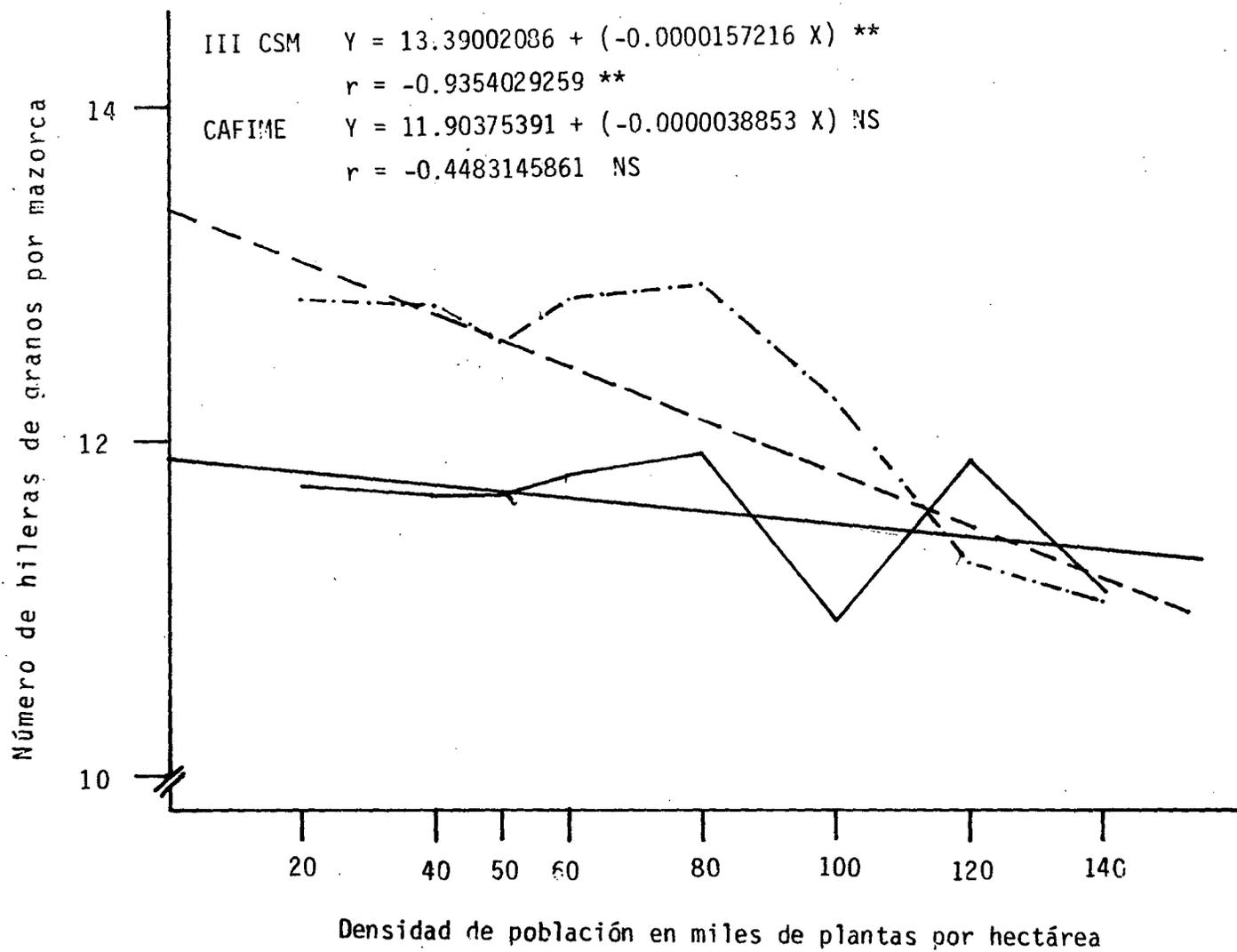


Fig. 10.- Recta de regresión para el número de hileras de granos por mazorca

- - - - - III CSM - - - - -  
 ——— CAFIME ———

## PROFUNDIDAD DE GRANO

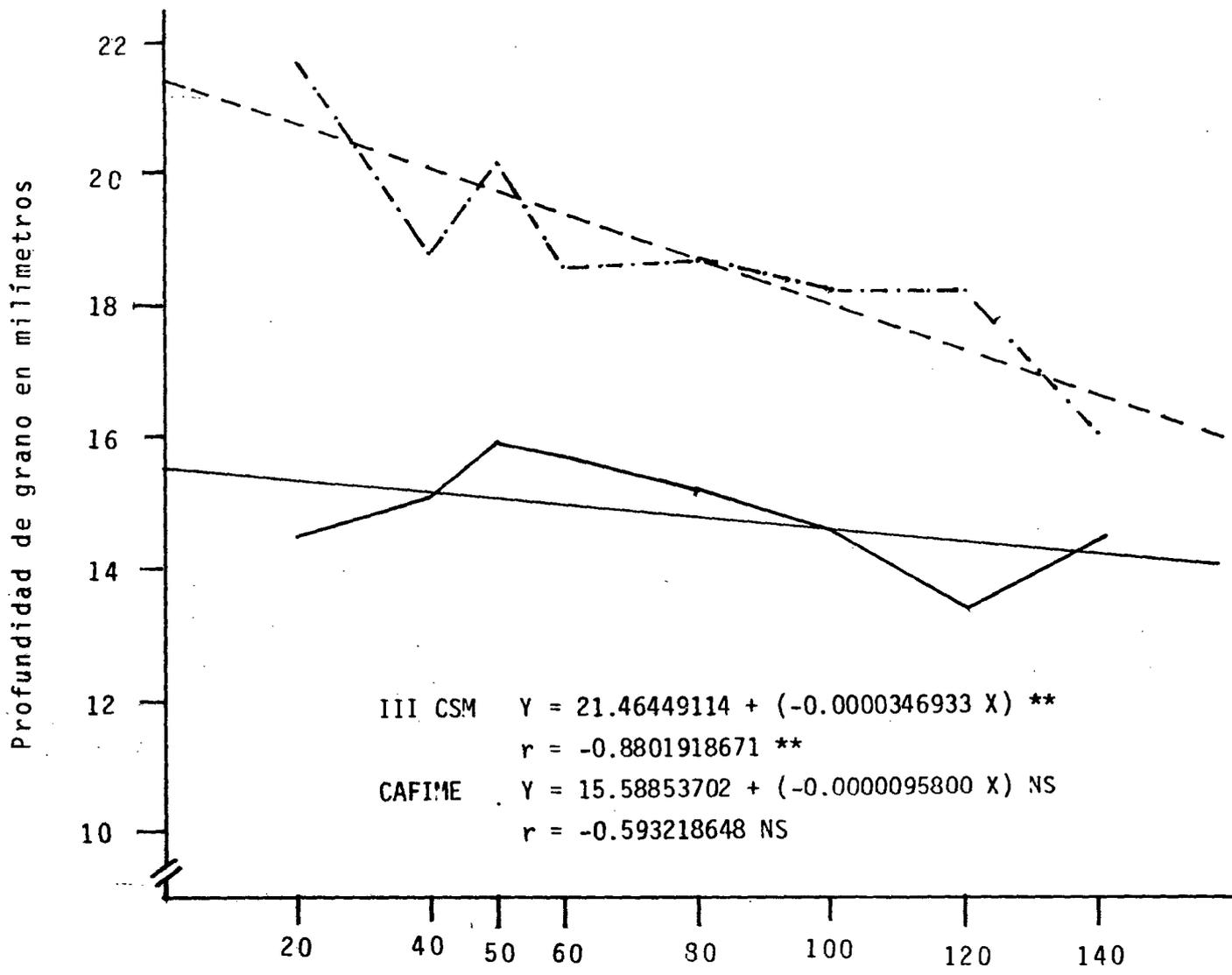
Se encontraron diferencias altamente significativas entre bloques, tratamientos, y variedades y significancia para densidades; no se detectó interacción variedad x densidad, - el IIICSM presentó incremento del + 7.34% en profundidad de grano en 20 mil pl/ha y -20.43% de disminución en la densidad de 140 mil pl/ha; y el CAFIME presentó reducciones que van del 1.26% al 14.83% en las densidades de 60 y 120 mil pl/ha en relación al testigo respectivamente (Cuadro 23). El IIICSM estuvo correlacionado significativamente con la densidad mientras que el CAFIME nó, en ambas variedades esta correlación fue negativa (Fig. 11). Poneleit y Egli (1979) mencionaron que la tasa de crecimiento del grano no fue afectada por la densidad de población ya que no se detectó interacción de los genotipos con la densidad de población sin embargo, la duración del período efectivo de llenado de grano se reduce por la competencia planta a planta y da como resultado una reducción del tamaño del grano en altas densidades de población. Tanaka y Yamaguchi (1972), mencionaron que no se sabe aún si el tamaño potencial de los granos de maíz está determinado antes o después de la emisión de los estigmas, - por lo tanto es de suma importancia estudiar la producción de materia seca durante el llenado de grano, en relación al número de granos. El stress de humedad puede reducir el tamaño y por lo tanto el peso de las semillas como lo señalaron Claassen y Shaw (1970), Geadelman y Peterson (1978), mencio

CUADRO 11. ANALISIS DE VARIANZA PARA PROFUNDIDAD DE GRANO.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	f.c.	ft.	
					.05	.01
BLOQUES	3	73.88317969	24.62772656	7.16**	2.81	4.24
TRATAMIENTOS	15	341.9190359	22.79460239	6.63**	1.87	2.42
VARIEDADES	1	251.1036391	251.1036391	73.07**	4.03	7.21
DENSIDADES	7	54.3049475	7.757849643	2.25*	2.22	3.05
INTERACCION	7	36.5104493	5.215778471	1.51NS	2.22	3.05
ERROR	45	154.6216953	3.436037673			
<b>TOTAL</b>	<b>63</b>	<b>570.4239109</b>				

$\bar{X} = 16.83828125$

C.V. = 11%



Densidad de población en miles de plantas por hectárea

Fig. 11.-Recta de regresión para profundidad de grano

-----III CSM-----  
 ———CAFIME———

naron que incrementos en la profundidad del grano estuvo acompañado por incrementos en diámetro y peso del olote.

#### PESO DE GRANO POR PLANTA

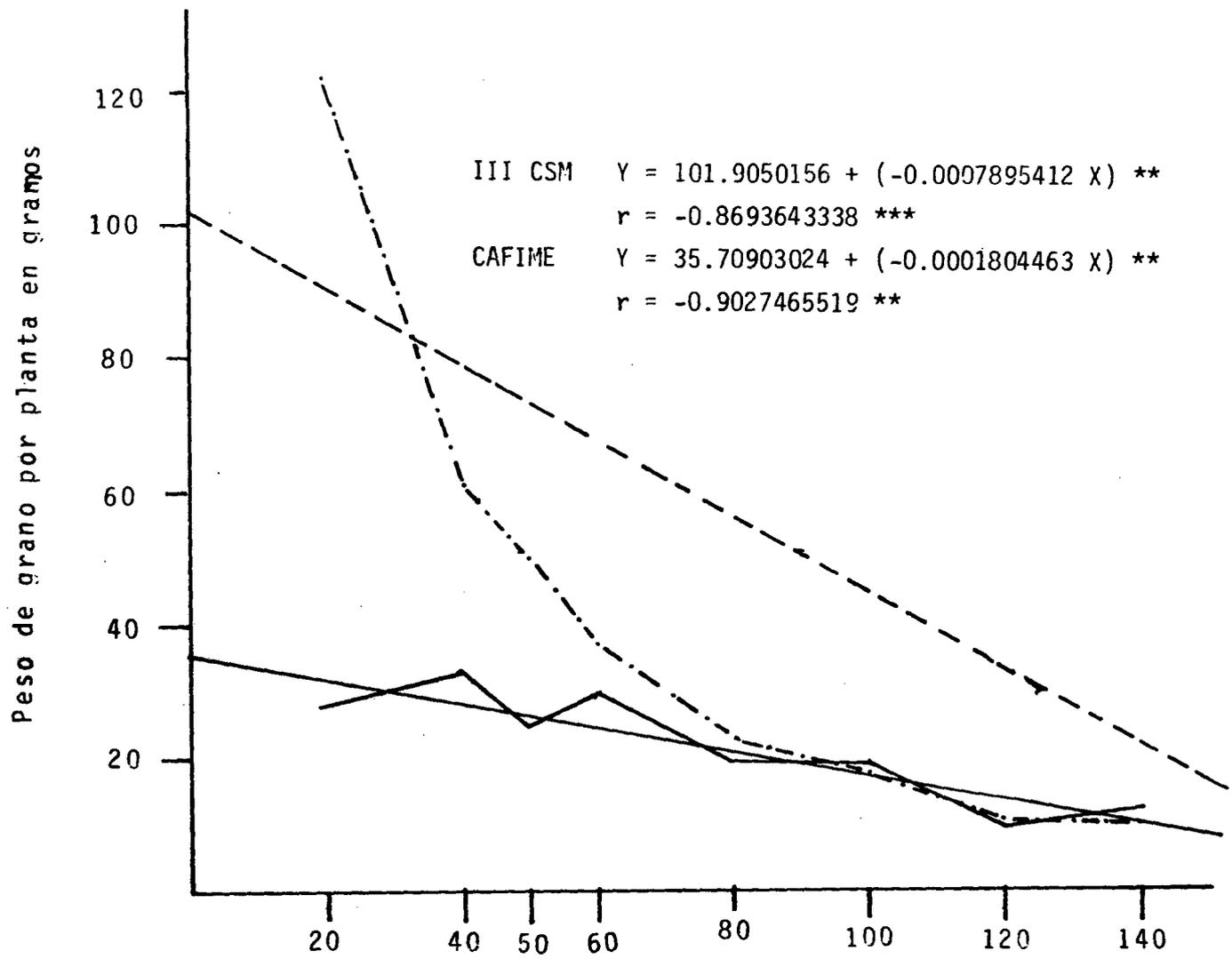
El rendimiento de grano por planta se reduce en forma lineal con alta significancia en ambas variedades, las que interaccionaron con el ambiente (densidades de población); el IIICSM presentó un + 140.82% de incremento a 20 mil pl/ha y -80.75% de reducción en 140 mil pl/ha en relación al testigo; mientras que el CAFIME a 40 mil pl/ha presentó su máximo rendimiento por planta siendo +31.07% que el testigo y -61.71% menor en la densidad de 120 mil pl/ha, esto concuerda con lo señalado por Genter y Camper (1973) que al incrementar la densidad de población se reduce el rendimiento de grano acompañado por un ligero ascenso en la producción de materia seca, lo cual anteriormente fue encontrado por otros investigadores, entre ellos, Colville y Mc Gill (1962), Colville (1962) Giesbretch (1969); Brown et al (1970), en un trabajo similar compararon un genotipo precóz y de porte bajo con otro más alto y de ciclo más largo en densidades de 20 mil a 100 mil plantas por hectárea, encontraron que al incrementar la densidad arriba de 50 mil pl/ha solo se presentaron incrementos del rendimiento para el genotipo de porte bajo, también señalan que el área foliar del genotipo precóz fué 0.7 del área foliar del otro genotipo y que su índice de cosecha fué mayor. Estos resultados apoyan a lo encontrado en el presente trabajo

CUADRO 12. ANALISIS DE VARIANZA PARA PESO DE GRANO POR PLANTA.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	f.c.	f t.	
					.05	.01
BLOQUES	3	498.1980688	166.0660229	1.9810 NS	2.81	4.24
TRATAMIENTOS	15	47704.78969	3180.319313	37.9391 **	1.87	2.42
VARIETADES	1	5477.110053	5477.110053	65.3382 **	4.05	7.21
DENSIDADES	7	23446.95199	3349.56457	39.9580 **	2.22	3.05
INTERACCION	7	18780.72765	2682.961093	32.0059 **	2.22	3.05
ERROR	45	3772.212981	83.82695513			
<b>TOTAL</b>	<b>63</b>	<b>51975.20074</b>				

$\bar{X} = 31.8290625$

C.V. = 28.76%



Densidad de población en miles de plantas por hectárea  
 Fig. 12.- Recta de regresión para peso de grano por plantas

--- III CSM ---  
 — CAFIME —

jo ya que se presentó un ligero ascenso en el rendimiento de grano en la variedad CAFIME de +17.13% a 60 mil pl/ha en relación a la densidad testigo, mientras que el IIICSM solo presentó reducciones de rendimiento en las densidades mayores al testigo. Existen muchas causas que explican la reducción del rendimiento cuando se comparan genotipos en diferentes densidades de población entre las que se pueden mencionar son la deficiencia de humedad antes o durante la emergencia de estigmas y polinización como lo señalan Claassen y Shaw (1970), sin embargo, en altas densidades de población el factor que mayormente influye en el rendimiento son el área foliar y la disponibilidad de nutrimentos en el suelo, especialmente nitrógeno, en altas poblaciones el sombreado mutuo provoca una disminución de la actividad de la enzima nitrato reductasa con lo cual la planta no aprovecha en forma eficiente el nitrógeno disponible, además, el sombreado provoca una reducción en la intercepción de luz y con ello disminuye la velocidad o tasa fotosintética que también está fuertemente influenciada por el nivel de fertilidad del suelo, como lo han señalado algunos autores como Lambert y Johnson (1978), Whigham y Woolley (1974), Heichel y Musgrave (1979), Hesketh, Chase y Nanda (1969), Hanway (1962), Nuñez y Kamprath (1969), Early et al (1967), Rutger, Francis y Grogan (1971), - Rugter (1971), etc.

CUADRO 19. COMPARACION DE PROMEDIOS POR EL METODO DE TUKEY AL NIVEL DEL 0.01 PARA: DIAMETRO DE MAZORCAS, NUMERO DE HILERAS DE GRANOS EN LA MAZORCA, PROFUNDIDAD DE GRANO Y PESO DE GRANO POR PLANTA.

DIAMETRO DE MAZORCAS EN (mm)			No. DE HILERAS DE GRANO/MAZORCA		
TRAT.NO.	PROMEDIO	TUKEY: W = 4.011	TRAT.NO.	PROMEDIO	TUKEY: W = 1.050
1	47.1925	a	1	12.85	a
3	42.9900	b	2	12.83	a
2	42.0350	b	4	12.65	ab
4	41.4100	b	3	12.60	ab
5	40.8850	b	6	12.30	ab
11	39.7100	b	5	11.95	ab
6	39.4725		13	11.93	ab
10	39.2400		15	11.90	ab
12	39.2150		12	11.80	ab
9	38.4750		9	11.73	b
13	38.1100		11	11.70	b
7	37.6075		10	11.70	b
14	37.3100		7	11.30	
8	35.8275		16	11.15	
16	35.6275		8	11.05	
15	35.1225		14	10.95	

PROFUNDIDAD DE GRANO (mm)			PESO DE GRANO POR PLANTA (gr)		
TRAT.NO.	PROMEDIO	TUKEY: W=2.789	TRAT.NO.	PROMEDIO	TUKEY: W=13.779
1	21.695	a	1	122.12	a
3	20.210	ab	2	62.11	b
2	18.830	b	3	50.71	b
5	18.770	b	4	37.35	
4	18.663	b	10	32.90	
7	18.155	b	12	29.40	
6	18.150	b	9	27.78	
8	16.080		11	25.10	
11	15.873		5	23.12	
12	15.673		13	19.60	
13	15.188		14	18.87	
10	15.108		6	17.97	
14	14.573		16	12.34	
16	14.488		7	10.48	
9	14.458		8	9.76	
15	13.503		15	9.61	



CUADRO 23. COMPORTAMIENTO DE LOS CARACTERES: DIAMETRO DE MAZORCA, NUMERO DE HILERAS, PROFUNDIDAD DE GRANO Y PESO DE GRANO POR PLANTA, RESPECTO A LA DENSIDAD TESTIGO EN LA VARIETADES UTILIZADAS.

TRAT. NO.	VARIEDAD	DENSIDAD	DIAMETRO DE MAZORCA		NO. DE HILERAS GRANO		PROFUN. DE GRANO		PESO GRANO/PLANTA	
			PROMEDIO (mm)	RESP. TEST.	PROMEDIO	RESP. TEST.	PROMEDIO (mm)	RESP. TEST.	PROMEDIO (gr)	RESP. TEST.
1	IIICSM	20 000	47.1925	+9.77	12.85	+1.98	21.695	+7.34	122.12	+140.82
2	IIICSM	40 000	42.0350	-2.22	12.83	+1.82	18.830	-6.82	61.11	+ 22.48
3	IIICSM	50 000	42.9900	100	12.60	100	20.21	100	50.71	100
4	IIICSM	60 000	41.4100	-3.67	12.65	+0.39	18.663	-7.65	37.35	- 26.34
5	IIICSM	80 000	40.8850	-4.89	11.95	-5.15	18.770	-7.125	23.12	- 54.40
6	IIICSM	100 000	39.4725	-8.18	12.30	-2.38	18.150	-10.19	17.97	- 64.56
7	IIICSM	120 000	37.6075	-12.52	11.30	-10.31	18.155	-10.16	10.48	- 79.33
8	IIICSM	140 000	35.8275	-16.66	16.05	-12.30	16.080	-20.43	9.76	- 80.75
9	CAFIME	20 000	38.4750	-3.11	11.73	+0.256	14.458	-8.91	27.78	+ 10.67
10	CAFIME	40 000	39.2400	-1.18	11.70	0	15.108	-4.81	32.90	+ 31.07
11	CAFIME	50 000	39.7100	100	11.70	100	15.873	100	25.10	100
12	CAFIME	60 000	39.2150	-1.24	11.80	+0.85	15.673	-1.26	29.40	+ 17.13
13	CAFIME	80 000	38.1100	-4.02	11.93	+1.96	15.188	-4.31	19.60	- 21.91
14	CAFIME	100 000	37.3100	-6.04	10.95	-6.41	14.573	-8.19	18.87	- 24.82
15	CAFIME	120 000	35.1225	-11.55	11.90	+1.70	13.503	-14.93	9.61	- 61.71
16	CAFIME	140 000	35.6275	-10.28	11.15	-4.70	14.488	-8.72	12.34	- 50.83

Testigo: - - - - -

## RENDIMIENTO DE GRANO POR PARCELA

El análisis de varianza arrojó resultados tanto en el rendimiento de grano por planta como en el de parcela, sin embargo, las diferencias encontradas no son igualmente similares ya que el IIICSM en las densidades de 20 y 40 mil plantas por hectárea en peso de grano por planta se encontraron incrementos de +140.82% y +22.48% con respecto a la densidad testigo y para el rendimiento de grano por parcela, solamente se encontraron reducciones que fueron de -3.46% y -2.02% en sus mismas densidades y la mayor reducción se presentó en la población de 120 mil pl/ha con un -49.67% con respecto al testigo. Para el caso del CAFIME, fue completamente diferente su comportamiento, con respecto al IIICSM, ya que en el peso de grano por planta presentó un incremento en 60 mil pl/ha del +17.13% con relación al testigo y en el peso de grano por parcela presentó su máxima reducción en la densidad de 20 mil pl/ha siendo esta de -55.69% y 6.76% en 120 mil pl/ha con respecto al testigo, todas las demás densidades mostraron incremento de rendimiento siendo +52.20% y 50.31% en las densidades de 60 y 100 mil pl/ha respectivamente en relación al testigo, en esta variedad la correlación fue positiva aunque no significativa para el modelo lineal, siendo su tendencia la de una curva parabólica. Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Brown et al (1970) este autor señala que las variedades de menor porte y ciclo corto tienden a soportar más las altas densidades de población y esto se obser

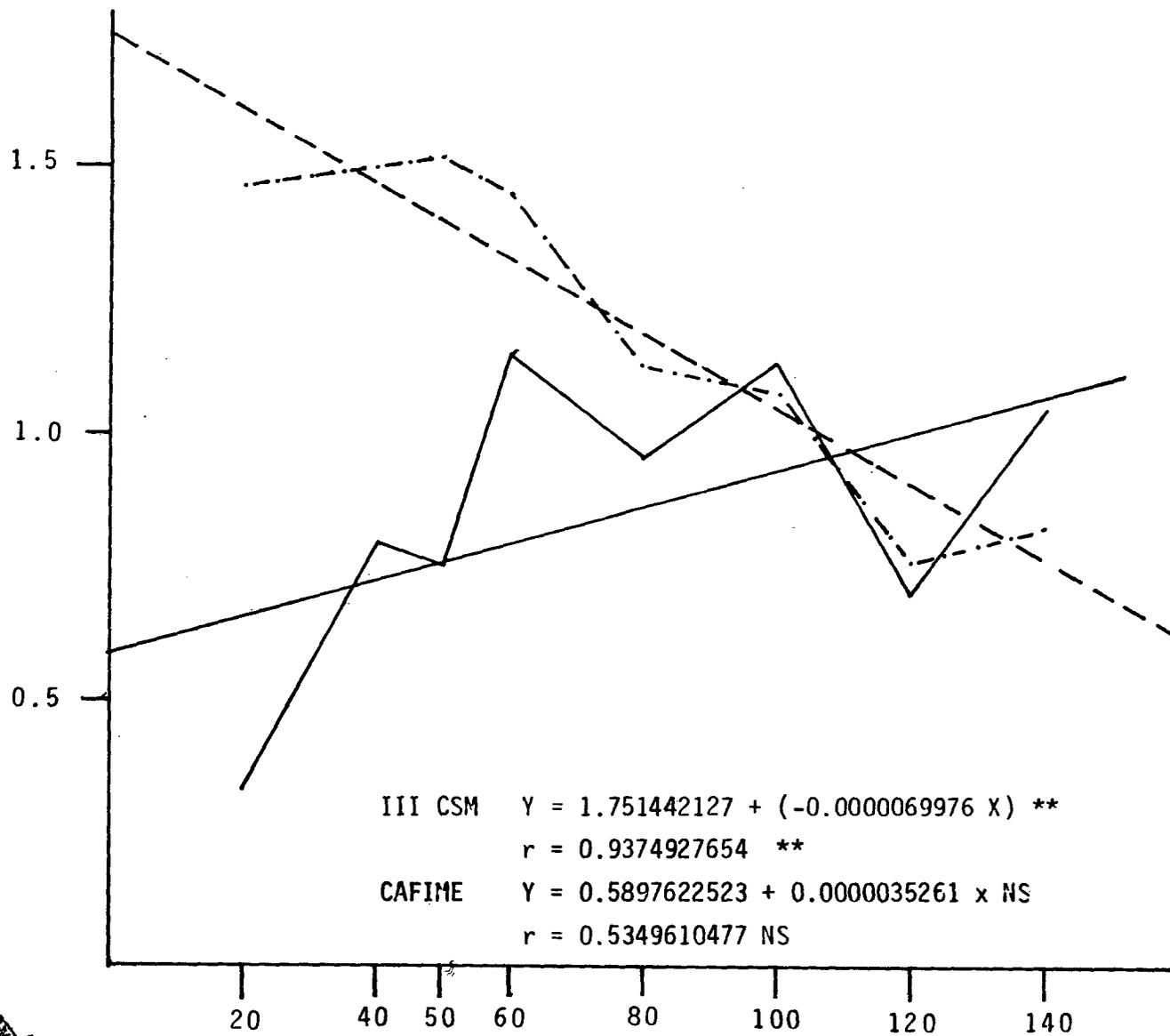
CUADRO 13. ANALISIS DE VARIANZA PARA RENDIMIENTO DE GRANO POR PARCELA.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	f <sub>c.</sub>	f <sub>t.</sub>	
					.05	.01
BLOQUES	3	0.4949273148	0.1649757716	2.17NS	2.81	4.24
TRATAMIENTOS	15	6.815406591	0.4543604394	5.97**	1.87	2.42
VARIETADES	1	2.053577656	2.053577656	27.01**	4.05	7.21
DENSIDADES	7	1.716232125	0.2451760179	3.22**	2.22	3.05
INTERACCION	7	3.04559681	0.4350852586	5.72**	2.22	3.05
ERROR	45	3.420688107	0.0760152913			
<b>TOTAL</b>	<b>63</b>	<b>10.73102201</b>				

$\bar{X} = 1.038600625$

C.V. = 27.23%

Rendimiento de grano por parcela en kilogramos



Densidad de población en miles de plantas por hectárea

Fig. 13.- Recta de regresión para rendimiento de grano por parcela

--- III CSM ---  
— CAFIME —



va claramente en el IIICSM que no obstante que presenta peso de grano por planta con +140.82%, esto no se manifestó en el rendimiento por parcela, la cual presenta -3.66% de reducción con relación a la densidad testigo en la población de 20 mil pl/ha. Por lo tanto en la variedad CAFIME, la reducción del peso de grano por planta no tuvo mucho efecto sobre el rendimiento por parcela ya que fue compensado por el número mayor de mazorcas por parcela a partir de 40 mil pl/ha.

#### FALLAS DE POLINIZACION

En el Cuadro 14, se observa que en el análisis de varianza para este carácter se encontraron diferencias altamente significativas para tratamientos y densidades, formándose 7 grupos de significancia en la comparación de promedios, en los que el máximo número de plantas con fallas de polinización coincidió de 60, 80, 120 y 140 mil pl/ha para el CAFIME y 120 y 140 mil pl/ha para el IIICSM y el menor número ocurrió en el IIICSM a 20 mil pl/ha como se observa en el Cuadro 20 y en la Fig. 14, se presenta el análisis de varianza para la regresión entre la densidad vs fallas de polinización lo que resultó ser altamente significativa para el IIICSM no así para el CAFIME, al respecto, Claassen y Shaw (1970) mencionaron que bajo condiciones de stress o tensión de humedad antes o durante la antesis y polinización reduce significativamente el número de grano por mazorca, así como el peso de grano por mazorca; estos autores continúan diciendo que el porcentaje de granos bien desarrollados en las porciones in-

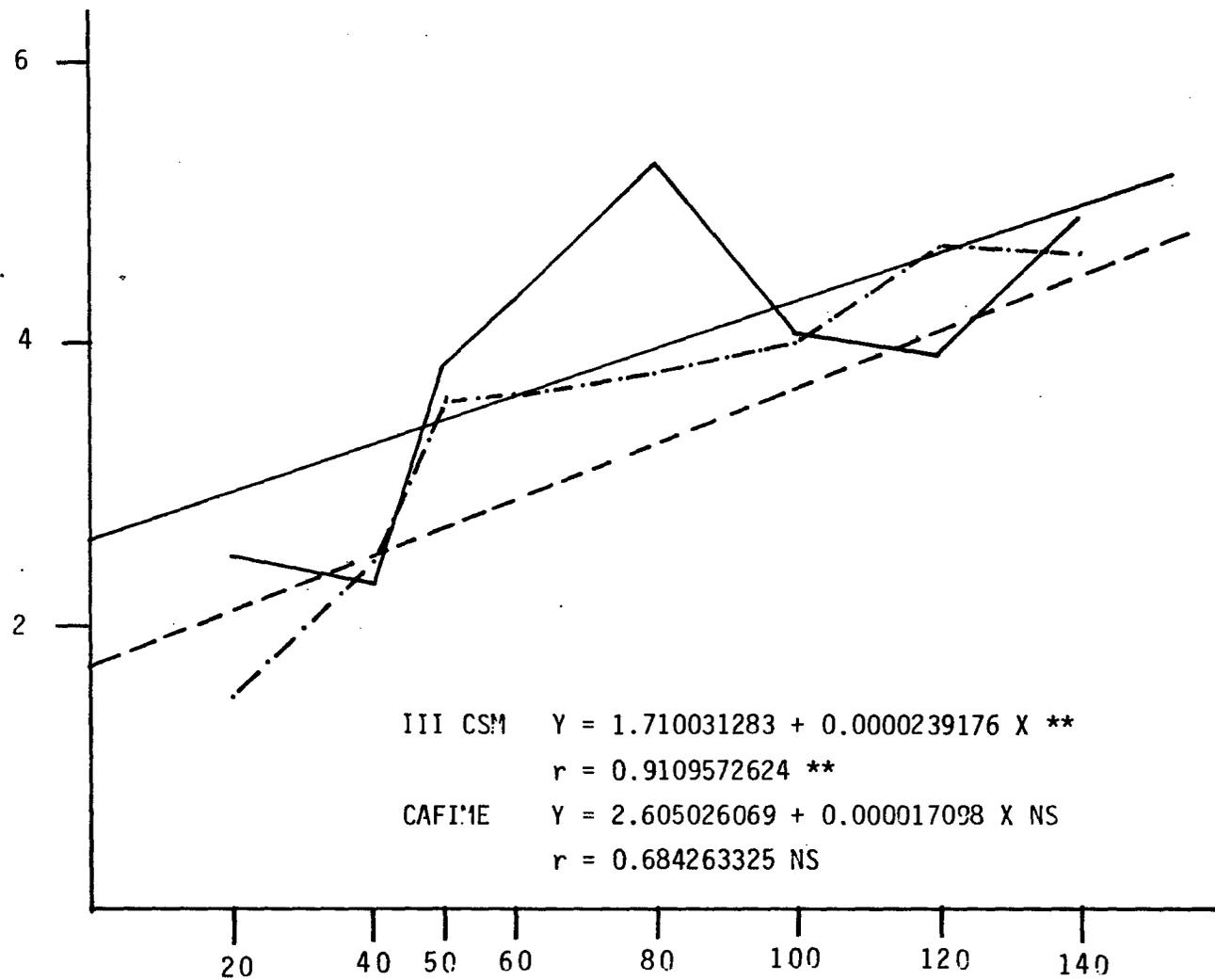
CUADRO 14. ANALISIS DE VARIANZA PARA FALLAS DE POLINIZACION.  
 DATOS TRANSFORMADOS POR  $\sqrt{x + 1}$ .

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	f.c.	f.t.	
					.05	.01
BLOQUES	3	2.67	0.790	1.297NS	2.81	4.24
TRATAMIENTOS	15	65.28	4.352	7.195**	1.87	2.42
VARIETADES	1	2.29	2.290	3.760NS	4.05	7.21
DENSIDADES	7	56.15	8.021	13.169**	2.22	3.05
INTERACCION	7	6.84	0.977	1.604NS	2.22	3.05
ERROR	45	27.41	0.609			
TOTAL	63	95.36				

$\bar{x} = 3.72015625$

C.V. = 20.97%

Número de plantas con fallas de polinización X + 1



Densidad de población en miles de plantas por hectárea

Fig. 14.- Recta de regresión para el número de plantas con fallas de polinización.

--- III CSM ---  
— CAFIME —

ferior, media y superior de la mazorca, indica que la edad comparativa del óvulo o grano al tiempo del déficit de agua afectó su habilidad de competir por los productos de la fotosíntesis.

En el presente estudio se observó que el número de mazorcas con fallas de polinización estuvo asociado con la densidad como se mencionó anteriormente, ya que al someter a las plantas a una mayor competencia por luz, espacio y nutrimento, estas se ven afectadas en todo su metabolismo, como lo mencionan Aldrich y Leng (1974), que las fallas en la polinización esta causada por varios factores, el más común es la falta de coordinación entre la emergencia de los estigmas y la liberación del polen y que la sequía o la deficiencia de fósforo más que la liberación de polen, atraza la floración, sin embargo puede haber destrucción del polen por un calor excesivo ya que la temperatura elevada y la baja humedad reducen el vigor del polen y de esta manera la mazorca produce menos granos. Otro factor es la sequía durante la emergencia de los estilos y la deficiencia de nitrógeno agravado por la sequía y es más frecuente cuando la sequía ataca cultivos densos y bien fertilizadas durante la emergencia de las espigas.

#### NUMERO DE PLANTAS CON ACAME DE RAIZ

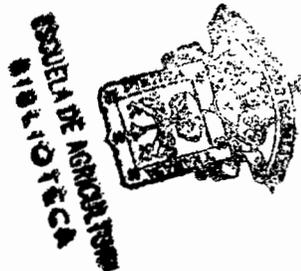
El análisis de varianza para este carácter no detectó diferencias significativas para ninguna de las fuentes de va

CUADRO 15. ANALISIS DE VARIANZA PARA ACAME DE RAIZ.

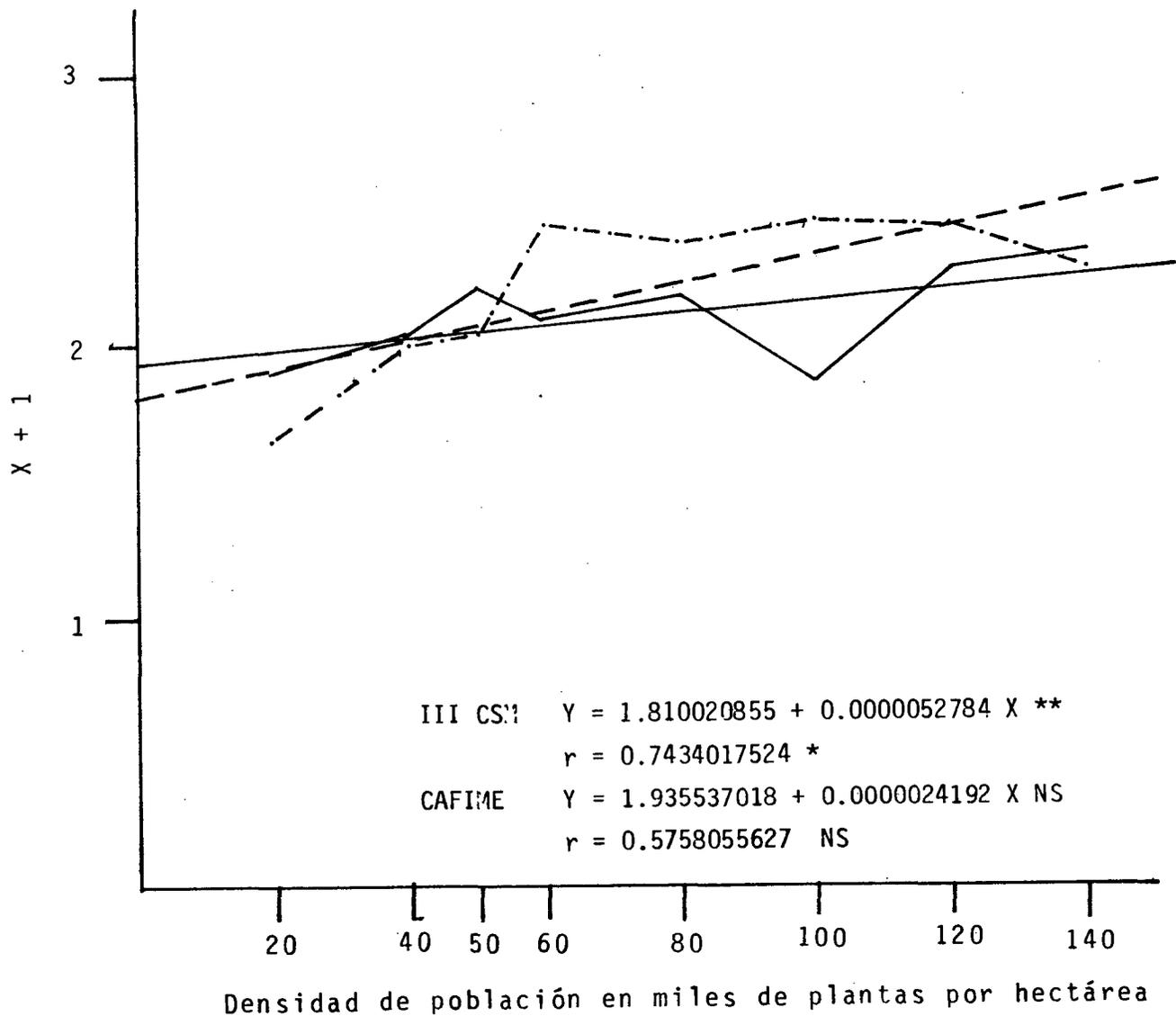
FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	f.c.	ft.	
					.05	.01
BLOQUES	3	0.30104	0.1003466	0.3455616 NS	2.81	4.24
TRATAMIENTOS	15	3.40543	0.2270286	0.78181392NS	1.87	2.42
VARIETADES	1	0.14534	0.14534	0.50050449NS	4.05	7.21
DENSIDADES	7	2.11436	0.3020514	1.04016846NS	2.22	3.05
INTERACCION	7	1.14573	0.1636757	0.56364678NS	2.22	3.05
ERROR	45	13.067417	0.290387			
TOTAL	63	16.773887				

$\bar{X} = 2.1667187$

C.V. = 13.40%



Número de plantas por parcela con acame de raíz



Def. 15.- Recta de regresión para acame de raíz

--- III CSM ---  
 — CAFIME —

riación (Cuadro 15) y esto se comprobó en la comparación de promedios (Cuadro 20) en donde las dos variedades fueron iguales estadísticamente, sin embargo el acame de raíz estuvo correlacionado positivamente con la densidad de ambas variedades, por otro lado también estuvo correlacionado para el CAFIME más con la altura de mazorca que con la altura de planta; en el IIICSM esta característica se comportó en forma inversa ya que la correlación fué más alta para altura de planta que para la altura de mazorca. El acame de la raíz esta provocado principalmente por daños causados por gusanos del suelo y por el ataque de algunos hongos patógenos que infectan a la raíz y el tallo como lo señalan Aldrich y Leng (1974)

#### NUMERO DE PLANTAS CON ACAME DE TALLO

Para este carácter se encuentran diferencias significativas para bloques y altamente significativas para tratamientos, variedades y densidades, no se detectó interacción, como se muestra en el Cuadro 16, en el Cuadro 20 donde se muestra que el mayor número de plantas acamadas fué para el CAFIME a 140 mil pl/ha y el menor a 20 mil pl/ha para ambas variedades, en los Cuadros 25 y 26 se muestran los coeficientes de correlación para el IIICSM y CAFIME, respectivamente y se observa que las dos variedades se comportaron en forma similar con respecto a la altura de planta y de mazorca, en ambas variedades fue mayor la correlación con la al-

tura de mazorca y menor con la altura de planta, siendo positiva la correlación, en la Fig. 16 se muestra el comportamiento de estas variedades al someterlas a las densidades de población, el modelo lineal de regresión no se ajustó al comportamiento del IIICSM en relación a este carácter no fué significativo; para el CAFIME sucedió lo contrario, se encontró significancia para el modelo lineal, igualmente se encontró correlacionado significativamente con la densidad de población. En esta variedad el acame de tallo estuvo correlacionado positivamente con altura de mazorca, peso de grano por parcela y fallas de polinización, Cuadro 26. En el III-CSM no presentó correlación significativa con ningún carácter, Cuadro 25. El acame de plantas o rompimiento de tallos esta causado por varios factores como son: los vientos o las lluvias fuertes, tiempo húmedo y cosecha retrasada, efecto del 2, 4-D, gusanos taladradores, deficiencia de potasio y pudrición del tallo causado por Fusarium, Diplodia, Gibberella, Phythium, que debilitan el tallo y ocasionan el vuelco o quiebra de las plantas especialmente en otoños húmedos cuando se atraza la cosecha, Aldrich y Leng (1974). Posiblemente la cosecha atrazada del CAFIME en comparación del IIICSM pudo haber influenciado bastante para que se presentara mayor acame de plantas, ya que esta variedad manifestó un diámetro de tallo menor y un ciclo vegetativo más corto con respecto al IIICSM por lo cual al momento de la cosecha las plantas del CAFIME estaban más secas y por lo tanto más susceptibles.

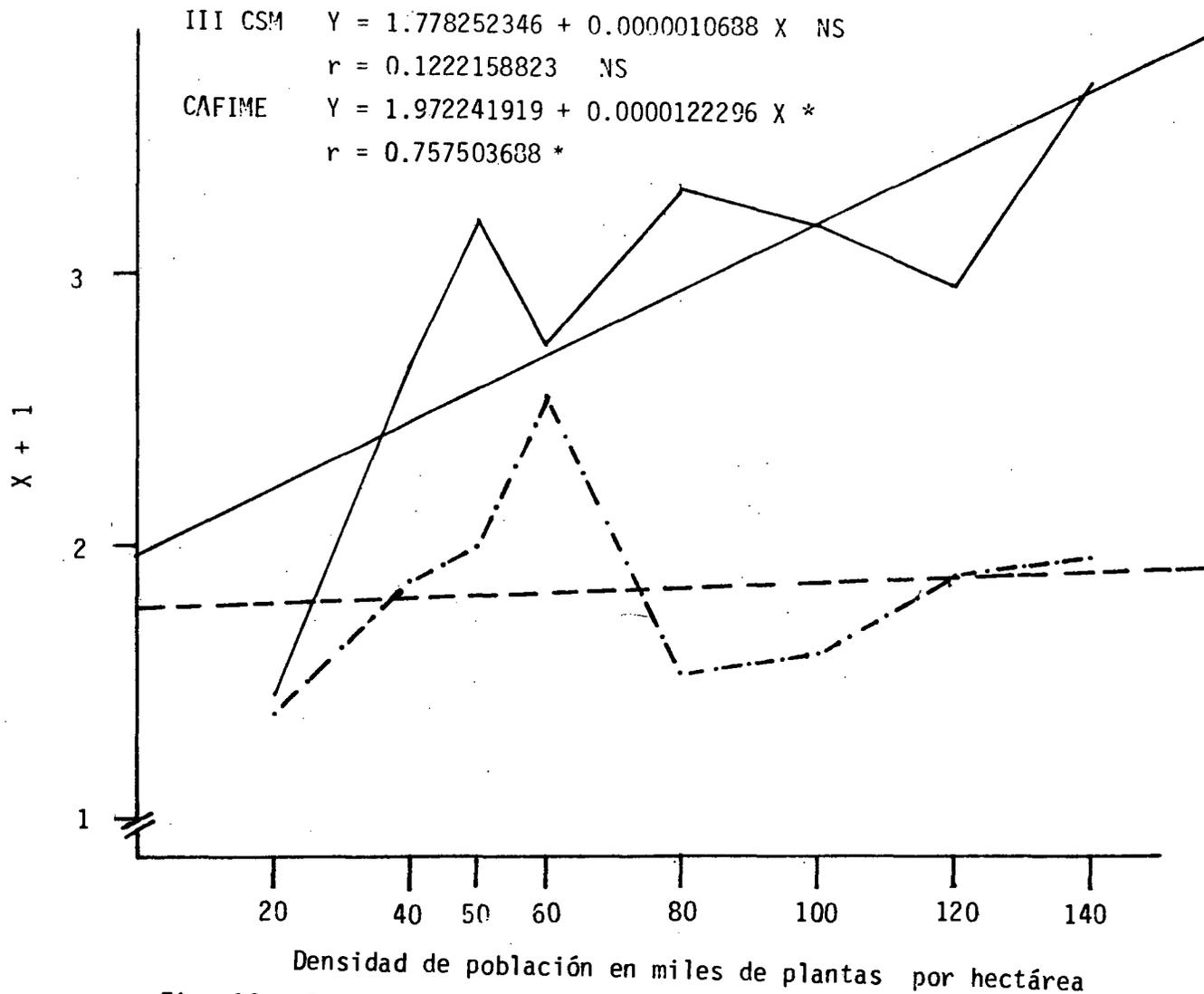
CUADRO 16. ANALISIS DE VARIANZA PARA ACAME DE TALLO. DATOS TRANSFORMADOS POR  $\sqrt{\frac{x}{x+1}}$ .

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	fc.	ft.	
					.05	.01
BLOQUES	3	5.082526672	1.694175557	3.61049*	2.81	4.24
TRATAMIENTOS	15	33.64098936	2.242732629	4.77953**	1.87	2.42
VARIETADES	1	17.46926514	17.46926514	37.2291**	4.05	7.21
DENSIDADES	7	10.02922848	1.432746926	3.0533**	2.22	3.05
INTERACCION	7	6.142495739	0.8774993913	1.8700NS	2.22	3.05
ERROR	45	21.11565258	0.469236724			
TOTAL	63					

$\bar{X} = 2.382078125$

C.V. = 28.75%

Número de plantas por parcela con acame de tallo  
X + 1



Densidad de población en miles de plantas por hectárea  
Fig. 16.- Recta de regresión para plantas por parcela con acame en el tallo

--- III CSM ---  
— CAFIME —

al acame provocado principalmente por el viento.



CUADRO 20. COMPARACION DE PROMEDIOS POR EL METODO DE TUKEY AL NIVEL DE 0.01; PARA: RENDIMIENTO DE GRANO/PARCELA, FALLAS DE POLINIZACION, ACAME DE TALLO Y RAIZ.

RENDIMIENTO DE GRANO/PARCELA			FALLAS DE POLINIZACION		
TRAT.NO.	PROMEDIO (kg)	TUKEY: W=0.41496	TRAT.NO.	PROMEDIO	TUKEY: W= 10. 5349
3	1.52201	a	13	26.77	a
2	1.49126	ab	16	23.01	ab
1	1.46620	ab	7	21.18	ab
4	1.45758	ab	8	20.71	ab
12	1.14731	ab	12	17.83	ab
5	1.13365	ab	14	15.89	ab
14	1.13314	ab	6	15.00	b
6	1.07914	b	15	14.96	b
16	1.04959		11	13.82	b
13	0.96134		5	13.18	b
8	0.83076		4	12.17	
10	0.79009		3	11.74	
7	0.76597		9	5.30	
11	0.75383		2	4.95	
15	0.70286		10	4.47	
9	0.33407		1	1.25	

NUMERO DE PLANTAS CON ACAME DE RAIZ			NUMERO DE PLANTAS CON ACAME DE TALLO		
TRAT.NO.	PROMEDIO	TUKEY: W= 5.011	TRAT.NO.	PROMEDIO	TUKEY: W= 8.1120
6	5.05	a	16	12.72	a
7	5.00	a	13	9.97	b
4	4.95	a	11	9.23	
5	4.66	a	14	9.17	
16	4.52	a	15	7.76	
8	4.29	a	12	6.45	
15	4.24	a	10	6.07	
11	3.92	a	4	5.55	a
13	3.75	a	3	3.00	
12	3.41	a	8	2.88	
10	3.20	a	7	2.61	
3	3.12	a	2	2.53	b
2	2.96	a	6	1.62	
9	2.61	a	5	1.34	
14	2.49	a	9	1.16	
1	1.72	a	1	0.93	

CUADRO 24. COMPORTAMIENTO DE LOS CARACTERES: RENDIMIENTO DE GRANO/PARCELA, FALLAS DE POLINIZACION, NUMERO DE PLANTAS CON ACAME DE RAIZ Y NUMERO DE PLANTAS CON ACAME DE TALLO, RESPECTO A LA DENSIDAD TESTIGO EN LAS DOS VARIEDADES UTILIZADAS.

TRAT. NO.	VARIEDAD	DENSIDAD	REND./PARCELA (KG)		FALLAS DE POLINI.		ACAME DE RAIZ		ACAME DE TALLO	
			PROMEDIO	RESP. TEST.	PROMEDIO	RESP. TEST.	PROMEDIO	RESP. TEST.	PROMEDIO	RESP. TEST.
1	IIICSM	20 000	1.4662	-3.66	1.25	-89.35	1.72	-44.87	0.93	-69.21
2	IIICSM	40 000	1.4912	-2.02	4.95	-57.84	2.96	- 5.13	2.54	-15.89
3	IIICSM	50 000	1.522	100	11.74	100.00	3.12	100.00	3.02	100.00
4	IIICSM	60 000	1.4575	-4.23	12.18	+ 3.75	4.95	58.65	5.59	85.10
5	IIICSM	80 000	1.1336	-25.51	13.14	+11.93	4.66	49.36	1.36	-54.97
6	IIICSM	100 000	1.0791	-29.09	15.00	23.75	5.05	61.86	1.62	-46.36
7	IIICSM	120 000	0.7659	-49.67	21.18	80.41	5.00	60.26	2.63	-12.91
8	IIICSM	140 000	0.8307	-45.42	20.72	76.49	4.29	37.50	2.90	- 3.97
9	CAFIME	20 000	0.3340	-55.69	5.30	64.24	0.66	-83.21	1.16	-87.42
10	CAFIME	40 000	0.7900	+4.80	4.48	-69.77	3.20	-18.58	6.09	-34.06
11	CAFIME	50 000	0.7538	100	14.89	100.00	3.93	100.00	9.23	100.00
12	CAFIME	60 000	1.1473	+52.20	17.84	+ 20.38	3.41	-13.23	6.47	-29.85
13	CAFIME	80 000	0.9613	+27.52	26.77	+ 80.63	3.75	- 4.58	9.97	8.01
14	CAFIME	100 000	1.1331	+50.31	15.89	+ 7.22	2.50	-36.39	9.18	- 0.56
15	CAFIME	120 000	0.7028	-6.76	15.60	+ 5.26	4.24	7.89	7.80	-15.52
16	CAFIME	140 000	1.0495	+39.22	23.01	+55.26	4.52	15.01	12.73	37.89

Testigo: - - - - -

CUADRO 25. COEFICIENTES DE CORRELACION ENTRE TODAS LAS VARIABLES PARA EL IIICSM

	DENSIDAD DE POBLACION	ALT. DE PLANTA	ALT. DE MAZORCA	DIAMETRO DE TALLO	AREA FOLIAR	DIAS A FLOR ♂	DIAS A FLOR ♀	No. DE PLANTAS JORRAS	LONG. DE MAZORCA	DIAM. DE MAZORCA	No. DE HILERAS	PROF. POR GRANO	PESO GRANO POR PLANTA	PESO GRANO POR PARCELA	FALLAS DE POLINIZACION	ACAME DE RAIZ	ACAME DE TALLO
DENS. POBLACION	1	-0.87**	-0.61	-0.82*	-0.63	0.45	0.31	0.98**	-0.93**	-0.92**	-0.93**	-0.88**	-0.86**	-0.93**	0.91**	0.74*	-0.12
ALT. PLANTA		1	0.88**	0.87**	0.40	-0.58	-0.67	-0.83*	0.80*	0.74*	0.95**	0.65	0.68	0.96**	-0.74*	-0.53	0.15
ALT. MAZORCA			1	-0.81*	-0.04	-0.73*	-0.46	-0.59	-0.45	0.40	0.78*	0.38	0.31	0.81*	-0.35	-0.17	0.50
DIAM. TALLO				1	0.42	-0.51	-0.71*	-0.77*	0.76*	0.73*	0.85**	0.62	0.66	0.83*	-0.72*	-0.38	0.20
AREA FOLIAR					1	0.14	0.06	0.60	0.78*	0.67*	0.46	0.47	0.78*	0.46	-0.85**	-0.74*	-0.42
DIAS A FLOR ♂						1	0.81*	0.48	-0.17	-0.25	-0.53	-0.29	-0.04	-0.65	0.11	-0.06	-0.36
DIAS A FLOR ♀							1	0.38	-0.19	-0.23	-0.61	-0.23	-0.03	-0.58	0.12	-0.23	-0.50
PLANTAS JORRAS								1	-0.90**	-0.88**	-0.89**	-0.86**	-0.83*	-0.93**	0.87**	0.73*	0.08
LONG. MAZORCA									1	0.94**	0.84**	0.84**	0.97**	0.83*	-0.98**	-0.87**	0.24
DIAM. MAZORCA										1	0.81*	0.95**	0.95**	0.78*	-0.92**	-0.81*	-0.35
No. HILERAS											1	0.76*	0.73*	0.94**	-0.81*	-0.56	-0.01
PROFUND. GRANO												1	0.86**	0.72*	-0.80*	-0.73*	-0.34
PESO GRANO/PL													1	0.72*	-0.95**	-0.92**	0.34
PESO GRANO/PARC.														1	-0.77*	-0.61	0.12
FALLAS POLINIZ.															1	0.86**	0.36
ACAME RAIZ																1	0.40
ACAME TALLO																	1

Coefficientes  $\pm$  0.71 son significativos al nivel 0.05% \*

Coefficientes  $\pm$  0.84 son significativos al nivel 0.01% \*\*

CUADRO 26. COEFICIENTES DE CORRELACION ENTRE TODAS LAS VARIABLES PARA EL CAFIME

	DENSIDAD DE POBLACION	ALT. DE PALANTA	ALT. DE MAZORCA	DIAMETRO DE TALLO	AREA FOLIAR	DIAS A FLOR ♂	DIAS A FLOR ♀	No. DE PLANTAS JORRAS	LONG. DE MAZORCA	DIAM. DE MAZORCA	No. DE HILERAS	PRCF. DE GRANO PLANTA	PESO GRANO POR PARCELA	PESO GRANO POR PARCELA	FALLAS DE POLINIZACION	ACAME DE RAIZ	ACAME DE TALLO
DENS. POBLACION	1	-0.50	0.25	-0.74*	-0.60	0.32	0.87**	0.94**	-0.84**	-0.76*	-0.44	-0.51	-0.90**	0.53	0.68	0.57	0.75*
ALT. PLANTA		1	0.63	0.47	0.29	-0.53	-0.45	-0.59	0.75*	-0.28	0.21	-0.97**	0.68	0.33	0.08	-0.09	0.12
ALT. MAZORCA			1	-0.31	-0.21	-0.32	0.20	0.18	0.07	0.21	-0.06	0.56	-0.03	0.68	0.51	0.40	0.80*
DIAM. TALLO				1	0.36	-0.37	-0.56	-0.83**	0.66	0.74*	0.18	0.55	0.70	-0.20	-0.22	-0.58	-0.62
AREA FOLIAR					1	0.44	-0.43	-0.47	0.65	0.28	0.84**	0.25	0.57	-0.40	-0.38	0.07	-0.52
DIAS A FLOR ♂						1	0.48	0.43	-0.35	-0.66	0.54	-0.55	-0.46	-0.30	0.14	0.71*	-0.03
DIAS A FLOR ♀							1	0.81*	-0.81*	-0.73*	-0.11	-0.42	-0.93**	0.32	0.79*	0.71*	0.65
PLANTAS JORRAS								1	-0.86	-0.88**	-0.27	-0.64	-0.88**	0.41	0.52	0.55	0.63
LONG. MAZORCA									1	0.87**	0.34	0.77*	-0.95**	-0.15	-0.48	-0.30	-0.43
DIAM. MAZORCA										1	0.06	0.88**	0.87**	0.02	-0.26	-0.45	-0.26
No. HILERAS											1	0.15	0.26	-0.44	-0.14	0.22	-0.36
PRCFUND. GRANO												1	0.67	0.28	-0.07	-0.07	0.09
PESO GRANO/PL													1	-0.18	-0.60	-0.55	-0.55
PESO GRANO/PARC.														1	0.68	-0.69	0.74
FALLAS POLINIZ.															1	0.53	0.76*
ACAME RAIZ																1	-0.63
ACAME TALLO																	1

Coefficientes + 0.71 significativos al nivel 0.05% \*

Coefficientes + 0.84 significativos al nivel 0.01% \*\*

## CONCLUSIONES

Las variedades respondieron en forma diferente al efecto de las densidades de población sobre los caracteres agronómicos estudiados.

Conforme aumentó la densidad de población los caracteres: - Diámetro de Tallo, Longitud y Diámetro de Mazorca así como el peso de grano por planta se redujeron significativamente en forma lineal en la variedad CAFIME y en la variedad IIICSM los caracteres: Altura de planta, Diámetro de Tallo, Longitud y Diámetro de Mazorca, Número de hileras; profundidad de grano así como el peso de grano por planta y por parcela.

Otros caracteres manifestaron un incremento lineal conforme aumentó la densidad de población, para el CAFIME fueron: días a floración femenina, Número de plantas jorras y acame de tallo: - el IIICSM presentó un incremento en el No. de plantas jorras, fallas de polinización y acame de raíz.

Esto indica que las variedades de ciclo largo no soportan condiciones de alta competencia.

Tanto en el CAFIME como en IIICSM el diámetro de tallo se redujo significativamente por efecto de la densidad de población este carácter interactúa con el ambiente. Al incrementar el diámetro de tallo, en el IIICSM se reducen significativamente: las fallas de polinización, los días a floración femenina y el número de plantas jorras y se incrementa la longitud de mazorca, diámetro de mazorca, número de hileras de granos por mazorca y el peso de grano por parcela. En el CAFIME, solamente se encontró que al incrementar el diámetro de tallo se reduce significativamente el número de plantas jorras y se incrementa el diámetro de mazorca.

El rendimiento de grano por planta, en el IIICSM, se reduce

significativamente con los incrementos en la densidad de población y en el número de plantas jorras. El peso de grano por planta se incrementa conforme aumenta: el Area foliar, la Longitud de mazorca, el Diámetro de mazorca, el Número de hileras por mazorca, y la profundidad de grano. El CAFIME también reduce su rendimiento de grano por planta al incrementarse el número de plantas jorras y los días a la aparición de estiguias, por efecto del aumento en la densidad de población; el incremento en la densidad de población; el incremento en la longitud de mazorca, diámetro de mazorca y un ligero incremento en el diámetro de tallo podrían elevar el rendimiento de grano por planta.

El someter genotipos a diferentes niveles de competencia proporciona información útil tanto para el mejoramiento genético del cultivo como en la producción de grano o de semilla; puesto que la información obtenida de esta forma, permite orientar el mejorador respecto a la correlación de los caracteres que trata de mejorar para una condición ambiental dada, por otro lado, con apoyo en el aspecto de fertilidad del suelo, se puede conocer el límite del máximo rendimiento, en la producción de semilla basta manejar la densidad de población para modificar la mayoría de las características agronómicas de la planta.

Los datos obtenidos fueron de un solo año, por lo tanto, estos pueden variar a través de localidades y años, en trabajos de este tipo es indispensable contar con datos de temperatura, precipitación humedad del suelo y radiación solar para poder interpretar mejor los resultados, al correlacionarlos con las características agroclimáticas de la región y el año.





## VI. BIBLIOGRAFIA

- Aldrich, S.R., y E.R. Leng (1974). Producción moderna del maíz. Traducido al español por Oscar Martínez T., y Patricia Leguisamon. Ed. Hemisferio Sur. Buenos Aires.
- Andrew, R.H. (1967) Influence of season, population, and spacing on axillary bud development of sweet corn. Agron. J. 59:355-358.
- Betancourt V. A. (1970) Selección masal moderna e hibridación en una variedad de maíz de riego en la región de Pabellón, Aguascalientes. Tesis Profesional. E.N.A. - Chapingo, Méx.
- Brown, R.H., E.R. Beaty, W.J. Etheredge, and D.D. Hayes (1970). Influence of row width and Plant population on yield of two varieties of corn (*Zea mays* L.) Agron J. 62:767-770.
- Bryant H.T., and R.E. Blaser (1968). Plant constituents of an early and a late corn hybrid as affected by row spacing and plant population. Agron. J. 60:557-559.
- Carvajal H, S. (1981). Florística y ecología de las plantas arvences del maíz de temporal en Ixtlahuacán del Río, Jalisco. Tesis Profesional. Escuela de Agricultura. U. de G. Guadalajara, Jalisco.
- Castellon O., J.J. (1976). Uso de parámetros de estabilidad como criterio de selección en maíces cristalinos de la Sierra de Chihuahua. Tesis Profesional. Escuela de Agricultura. U. de G. Guadalajara, Jal.
- Chinwuba, P.V., C.O. Grogan and M.S. Zuber. (1961). Interactions of detasselling, sterility, and spacing on yields of maize hybrids. Crop. Sci. 1: 279-280.
- Colville W. L. (1962). Influence of rate and method of planting on several components of irrigated corn yields. Agron. J. 54:297-300.

- Colville W. L., and D.P. Mc Gill. (1962). Effect of rate and method of planting on several plant characters and yield of irrigated corn. *Agron. J.* 54:235-238.
- Cross H. Z. (1980). Yield responses to selection for variable R-nj expression in early maize. *Crop. Sci.* 20:411-412.
- Duncan W. G., and J. D. Hesketh (1968) Net Photosynthetic rates, relative leaf growth rates, and leaf numbers of 22 races of maize grown at eight temperatures. *Crop. Sci.* 8:670-674.
- Duvick, D. N., (1974). Continuous backcrossing to transfer - prolificacy to a single-eared inbred line of maize. *Crop. Sci* 14:69-71
- Early, E.B., W.O. Mc. Ilrath, R.D. Seif, and R. H. Hageman- (1967). Effects of shade applied at different stages of plant development on corn (*Zea mays* L) production. *Crop. Sci.* 7:151-156.
- El-Lakany, M.A., and W.A. Russell (1971). Relationship of - maize characters with yield in test crosses of inbreds- at different plant densities. *Crop. Sci.* 11:698-701.
- García C, J. (1976). Comparación de dos criterios de selección aplicados por selección masal a dos poblaciones de maíz (*Zea mays* L). Tesis M. C. Colegio de Postgraduados E.N.A. Chapingo, Méx.
- Gadelman L. J. and R.H. Peterson (1978). Effects of two - yields components selection procedures on maize. *Crop Sci.* 18:387-390.
- Genter F, C., and H.M. Camper, Jr. (1973). Component plant - development in maize as effect by hybrids and population density. *Agron. J.* 65:669-671.
- Giesbrecht J. (1969). Effect of population and row spacing - on the performance of four corn (*Zea mays* L.) hybrids - *Agron. J.* 61:439-411.

- Grogan C, O., (1956). Detasseling responses in corn. *Agron J.* 48:247-249.
- Hanway J, J. (1962). Corn growth and composition in relation to soil fertility: I. Growth of different plant parts - and relation between leaf weight and grain yield. *Agron. J.* 54:145-148.
- Hanway J, J. and W. A. Russell (1969). Dry-Matter accumulation in corn (*Zea mays* L.) Plants: comparisons among single-cross hybrids. *Agron. J.* 61:947-951.
- Heichel G, H., and B.R. Musgrave (1969). Varietal differences in net photosynthesis of *Zea mays* L. *Crop. Sci* 9:483-486.
- Hesketh J. O., S.S. Chase, and D.K. Nanda (1969). Environmental and genetic modification of leaf number in maize, sorghum and Hungarian millet. *Crop. Sci.* 9:460-463.
- Hicks R, D., and R.E. Stucker (1972). Plant density effect on grain yield of corn hybrids diverse in leaf orientation. *Agron. J.* 64:484-487.
- Hunter B, R., 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.
- Hunter B.R. (1980). Increased leaf area (source) and yield of maize in short-season areas. *Crop. Sci.* 20: 571-574.
- Hurtado de la Peña, S.A. (1977). Estudio de competencia intrapoblacional en líneas, compuestos balanceados y sintéticos de maíz. Tesis M.C. Colegio de Postgraduados, E.N.A. Chapingo, México.
- Jasa V, P. (1974), Efectos de la densidad de siembra sobre los parámetros genotípicos y fenotípicos de 98 familias  $F_3$  (de autofecundación) en sorgo y sobre la respuesta estimada a la selección masal y a la selección intra y entre familias. Tesis M.C. Colegio de postgraduados E.N.A. Chapingo, México.

- Lambert J, R., and R.R. Johnson (1978). Leaf angle, tassel - morphology, and the performance of maize hybrids. -  
Crop Sci. 18:499-502.
- Lutz A, J. Jr., H.M. Camper, and G.D. Jones (1971) Row spa-  
cing and population effects on corn yields.  
Agron. J. 63:12-14.
- Méndez R., I. (1976). Modelos estadísticos líneales, inter-  
pretación y aplicaciones. FOCCAIVI/CONACYT. Méx. 40-108.
- México, (1973). Carta edafológica Cuquío F-13-D-56. Detenal,  
S.P.P., Méx.
- Mock J., J., and R.B. Pearce (1975). an ideotype of maize -  
Euphytica 24:613-623.
- Moss D., N., and H.T. Stinson, Jr. (1961). Differential res-  
ponse of corn hybrids to shade. Crop Sci. 1:416-418.
- Musgrave B, R. (1971). Photosynthetic efficiency in corn. -  
Proc. 26th. A corn and sorghum res. conf. 26:186-192.
- Nunez R., and E. Kamprath (1969). Relationships between N -  
response, plant population, and row width on growth -  
and yield of corn: Agron. J. 61:279-282.
- Pendleton W, J., 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 ap-  
parent photosynthesis. Agron. J. 60:422-424.
- Poneleit C.G., and D.B. Egli (1979). Kernel growth rate and  
duration in maize as affected by plant density and geno-  
type. Crop. Sci. 19:385-388.
- Reyes C.P. (1978). Diseño de experimentos aplicados. 2da. ed.  
trillas, Méx. 179-210.

- Rivera C. J. (1983). Obtención y comparación de tres ciclos de selección masal estratificada en maíz (*Zea mays* L) - Criollo de Trejos, Jalisco. Tesis Profesional, Escuela de Agricultura. U. de G. Guadalajara, Jal.
- Russell W.A. (1968). Test crosses of one and two-ear types of cornbelt 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. (1971). Effect of plant density on yield of inbred lines and single crosses of maize (*Zea mays* L). - *Crop Sci.* 11:475-476.
- Schwanke R.K. (1965). Alteration of productive attributes of corn varieties by population and detasseling. Ph. D. dissertation. Iowa State University, Ames, Iowa, U.S.A. - *Diss. Abst.* 26:4921.
- Schmidt W. H. and W.L. Colville (1967). Yield and yield components of *Zea mays* L. as influenced by artificially induced shade. *Crop. Sci.* 7:137-140.
- Seyedin N., C.E. Lamotte, and I.C. Anderson (1980). Auxin levels in tassels of maize cultivars differing in tolerance to high population densities. *Can. J. Plant. Sci.* 60: 1427-1430.
- Sprague G.F. (1965). Mejoramiento del maíz. Traducción al español del capítulo V del libro *Corn and Corn Improvement* hecho por Angel Salazar B. y Alfredo Carballo Q. en 1960 publicado por el PCCMM.
- Stinson H.T. Jr., and D.N. Moss (1960). Some effects of shade upon corn hybrids tolerant and intolerant of dense planting. *Agron. J.* 52:482-484.
- Tanaka A. y J. Yamaguchi (1972). Producción de materia seca componentes del rendimiento y rendimiento del grano en maíz. Traducción al español por el Dr. Josue Kohashi - Shibata. Colegio de Postgraduados, E.N.A. Chapingo, Mex.

Velasco N., R. (1972). Dos ciclos de selección masal para la región de Zapopan en Compuesto II Celaya. Tesis profesional Escuela de Agricultura. U. de G. Guadalajara, Jal.

Villalobos M.M. (1980). Selección poblacional de maíz, estudio de diferentes métodos de mejoramiento genético en la Sierra de Chihuahua. Tesis Profesional. Escuela de Agricultura. U. de G. Guadalajara, Jal.

Whighan K., D., and D.G. Woolley (1974). Effect of leaf orientation, leaf area, and plant densities on corn production Agron. J. 66:482-486.

Williams A., W., R.S. Loomis, W.G. Duncan, A. Dovrat, and F. Nunez A. (1968). Conopy architecture at varius population densities and the growth and grain yield of corn.- Crop. Sci. 8:303-308.

