

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMIA

"EFECTO DE LA DENSIDAD DE SIEMBRA SOBRE LOS COMPONENTES
NUMERO Y PESO DE GRANO EN EL RENDIMIENTO DE 19 MATERIALES GENETICOS"
DE MAIZ (Zea mays, L.) "

Tesis

Presentada a la Honorable Junta Directiva de la Facultad de
Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala

Por

LAURIANO FIGUEROA QUIÑONEZ

En el acto de investidura como

INGENIERO AGRONOMO

En el grado académico de

LICENCIADO EN CIENCIAS AGRICOLAS

Guatemala, noviembre de 1977.

U N I V E R S I D A D D E S A N C A R L O S
D E
G U A T E M A L A

RECTOR

Dr. Roberto Valdeavellano Pinot

JUNTA DIRECTIVA
DE LA

FACULTAD DE AGRONOMIA

Decano: Ing. Agr. Rodolfo Estrada G.
Vocal 2^a. Dr. Antonio Sandoval S.
Vocal 3^a. Ing. Agr. Sergio Mollinedo B.
Vocal 4^a. P.A. Lauriano Figueroa Q.
Vocal 5^a. P.A. Carlos H. Leonardo L.
Secretario. Ing. Agr. Ronaldo Prado R.

TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN

GENERAL PRIVADO

Decano: Ing. Agr. Rodolfo Estrada G.
Examinador: Dr. Antonio Sandoval S.
Examinador: Ing. Agr. Salvador Castillo O.
Examinador: Ing. Agr. Jaime Solórzano L.
Secretario: Ing. Agr. Ronaldo Prado R.

TESIS QUE DEDICO:

A la memoria de mi hermano:

ABRAHAM FIGUEROA Q.

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer profundamente a las siguientes personas y entidades que contribuyeron a la realización de este trabajo.

AL Dr. Federico Poey e Ing. Agr. Marco Antonio Dardón, por su valiosa asesoría en la interpretación de los datos y revisión del trabajo escrito.

AL Dr. Antonio Sandoval, por el asesoramiento y revisión del trabajo escrito.

AL Dr. Peter Hildebrand, por su colaboración en el análisis estadístico e interpretación de los resultados.

AL Sr. Roberto Gudiel L. por haber colaborado en la presentación del presente trabajo.

AL Sr. Leonel Cruz, Srita. Maritza Dacarett Cabrera y Sra. Alma Dacarett de Alonso, por su dedicación en la realización del trabajo mecanográfico.

AL Personal del Programa de Maíz, del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas, por su gran ayuda al haber conducido el trabajo de campo de la presente tesis.

A todas aquellas personas que en una u otra forma hicieron posible la realización de esta tesis.



FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apartado Postal No. 1545

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Referencia.

Asunto

Guatemala,

4 de Noviembre de 1977.

Señor Decano
de la Facultad de Agronomía
Ing. Agr. Rodolfo Estrada G.
Presente.

Señor Decano:

Por medio de la presente informamos a Ud. con base a su designación que nos hiciera para asesorar al P. A. Laureano Figueroa. en relación a su trabajo de tesis titulado: "EFECTO DE LA DENSIDAD DE SIEMBRA SOBRE LOS COMPONENTES NUMERO Y PESO DE GRANO EN EL RENDIMIENTO DE 19 MATERIALES GENETICOS DE MAIZ (Zea mays, L.)

El trabajo antes indicado, ha sido elaborado en forma satisfactoria y consideramos que el mismo, tanto en su metodología como en su contenido, constituye un aporte al conocimiento de la influencia de diversos niveles de población en los componentes de rendimiento en el maíz, así como de las posibles implicaciones de la misma en los programas de selección.

Tomando en cuenta lo anterior, consideramos de que el mismo si reúne los requisitos para su aprobación como tesis, como requisito previo a optar al título profesional de Ingeniero Agrónomo. en el grado académico de Licenciado en Ciencia Agrícolas.

"ID Y ENSEÑAD A TODO S"


Dr. Federico Poey


Dr. Antonio Sandoval


Ing. Agr. Marco A. Dardón S.

Guatemala,

4 de noviembre de 1977

Honorable Junta Directiva
Honorable Tribunal Examinador:

En cumplimiento de las normas académicas establecidas por la Universidad de San Carlos de Guatemala, es un alto honor someter a vuestra consideración, el trabajo de Tesis titulado: " EFECTO DE LA DENSIDAD DE SIEMBRA SOBRE LOS COMPONENTES NUMERO Y PESO DE GRANO EN EL RENDIMIENTO DE 19 MATERIALES GENETICOS DE MAIZ (Zea mays, L.) ", como requisito previo a optar el título de Ingeniero Agrónomo en el grado académico de Licenciado en Ciencias Agrícolas.

Respetuosamente,

P.A. Lauriano Figueroa Quiñónes

CONTENIDO

	Página
1. INTRODUCCION	1
2. REVISION DE LITERATURA	3
3. MATERIALES Y METODOS	10
3.1 Localización y fecha	10
3.2 Materiales genéticos	11
3.3 Diseño de campo	11
3.4 Prácticas culturales	15
3.5 Análisis estadístico	16
3.6 Parámetros	17
4. RESULTADO	21
5. DISCUSION	53
6. CONCLUSIONES	59
APENDICE	61
BIBLIOGRAFIA	67

1. INTRODUCCION

El maíz constituye la principal fuente de ingresos, así como de consumo en la dieta alimenticia de un importante sector de la población guatemalteca. Según el censo de la F A O (1962) la ingesta diaria de maíz por persona en Guatemala es de 349 g, de manera que de continuar el actual ritmo de crecimiento del 2.9 % anual, para el año 2,000 se sumarán unos seis millones de habitantes a la población actual, aumentándose en igual proporción - el requerimiento nacional de maíz, solo para consumo humano directo.

Por otro lado, según la Dirección General de E s t a d í stica (1972) la producción promedio nacional del cultivo del maíz es de 1.15 Ton/ha, lo cual exige el desarrollo de mejores materiales genéticos y prácticas agronómicas más eficientes para elevar la producción por unidad de área. Los esfuerzos por alcanzar los anteriores objetivos están siendo realizados principalmente en Guatemala por el Instituto de Ciencia y Tecnología - Agrícolas, ICTA.

El ICTA dentro de su programa de mejoramiento de maíz, efectúa ensayos de rendimiento generalmente con densidades de población que van de 35,000 a 50,000 plantas/ha. Esta densidad de población ofrece resultados satisfactorios en cuanto a tolerar daños serios por acame, aunque no significa necesariamente la densidad óptima para obtener el máximo de producción por unidad de área. Además, puede suponerse que diferentes genotipos responde-

rán en diferente forma a cambios en densidad de población.

En el presente estudio, de carácter exploratorio, 19 materiales genéticos constituidos por los híbridos y variedades actualmente utilizados en Guatemala, así como por las variedades experimentales más promisorias a la fecha de realización de este trabajo, se evaluaron a densidades de población que fluctuaron de 30,000 a 95,000 plantas/ha mediante un diseño de campo circular sistemático.

El interés del presente estudio es conocer cómo influyen los componentes peso y número de granos en el rendimiento de estos materiales, al variar la densidad de población y mediante su interpretación contribuir a la búsqueda de estrategias en los programas de mejoramiento y de prácticas culturales que incrementen la producción unitaria.

OBJETIVOS:

1. Determinar la densidad de población óptima, para máximos rendimientos, potencial y práctico.
2. Determinar cómo varían los componentes peso de grano y número de granos al variar la densidad de población.

2. REVISION DE LITERATURA

Los aspectos más relevantes en la revisión bibliográfica son los siguientes:

La población óptima práctica es el menor número de plantas por unidad de superficie que produzca los rendimientos máximos en esta unidad de superficie.

El peso de grano y número de granos son los componentes que - más contribuyen independientemente en el rendimiento de grano, aunque hay quienes consideran importantes otros componentes del rendimiento tales como el número de mazorcas por planta, hileras por - mazorca, granos por hilera y peso de grano.

El rendimiento y número de mazorcas por planta disminuye al aumentar la densidad de población arriba de 60 y 70 mil plantas/ha, mientras que la altura de planta y de mazorca tiende a aumentarse.

Los criterios de precocidad, prolificidad, coincidencia en la emisión de polen y estigmas, tamaño reducido de la espiga y producción eficiente de grano por unidad de superficie foliar, influyen a aumentar la producción en altas densidades.

La orientación de las hojas afecta poco el rendimiento, el ángulo axilar de las hojas no se afecta con la densidad de población, mientras que el tamaño de las hojas tiende a disminuir a altas densidades.

Al disminuir la altura de planta se aumenta la habilidad para

resistir a altas densidades, pero para incrementar el rendimiento por unidad de área se tendrá que mejorar la producción por planta a esos niveles.

Para poder fijar prolificidad potencial genética y lograr los rendimientos más altos a altas densidades, se deben usar altas densidades de población en el desarrollo y evaluación de materiales mejorados.

En cuanto al diseño de campo circular sistemático, utilizado en este estudio se reporta que la falta de aleatorización de los tratamientos en las subparcelas y variado tamaño de la parcela experimental, no tienen importancia, debido a la alta correlación que se tiene entre las medias de rendimiento del diseño circular sistemático y las del rectangular convencional.

Se reporta a continuación las citas bibliográficas con más detalle:

Laird y colaboradores (1955) mencionan que la población óptima práctica es el menor número de plantas por unidad de área que produzca los rendimientos máximos en esta unidad de área.

Poey (1975) menciona que el número de granos, peso de grano y número de mazorcas por planta son los componentes más importantes que se consideran determinantes en el rendimiento final de grano por planta, pero no así por unidad de superficie ya que su influencia relativa varía cuando se aumentan los niveles de densidad de población. Añade que el rendimiento máximo por unidad de área dependerá de un peso óptimo de granos que por planta pueda producirse a una densidad óptima de población para esa variedad y factores ambientales.

En cuanto al peso de grano, el mismo autor concluye que está

determinado por dos factores principales e independientes: el primero está relacionado con el desarrollo de la mazorca y su capacidad para producir un número determinado de granos y el otro por el potencial genético del grano de desarrollar su peso individual promedio. El número de granos por mazorca a su vez estará determinado por el número de hileras y de granos en cada hilera. También influirá el número de mazorcas por planta en el potencial de número de granos por planta.

Yamaguchi citado por Poey (1975), en estudios realizados en Morelos, México, con 26 variedades tropicales determinó que, el peso de grano y número de granos por m^2 fueron los componentes que más contribuyeron al rendimiento, haciéndolo en forma independiente.

El mismo autor en otro experimento, comparando plantas tropicales bajas y altas, concluye que los componentes peso de grano y número de granos por m^2 podrían explicar las diferencias observadas en rendimiento.

Sandoval (1964), al estudiar la correlación entre los componentes del rendimiento, encontró que los más asociados fueron: granos por hilera y longitud de mazorca (0.757), diámetro de mazorca y longitud de grano (0.625). Los menos asociados fueron longitud de mazorca con el número de hileras por mazorca (0.065) y granos por hilera con el número de hileras (0.076). Se encontró un valor negativo entre peso de grano y número de hileras (-0.152).

Reitz citado por Sandoval (1964), estudió la correlación entre varias características de la mazorca del maíz y obtuvo los siguientes resultados: los valores de correlación entre longitud de mazorca y circunferencia estuvieron comprendidos entre 0.203 a 0.623 con un promedio de 0.43. La correlación entre longitud de mazorca y número de hileras fue insignificante, mientras que entre la circunferencia y el número de hileras fue de 0.81. El peso de grano y

número de hileras tuvieron valores de correlación entre 0.178 a 0.345. Los coeficientes de correlación del peso de la mazorca y circunferencia variaron entre 0.648 a 0.840.

Schober citado por Sandoval (1964) encontró que los granos más pesados y de mayor longitud tienden a dar los mejores rendimientos.

Grafius, citado por Sandoval (1964) propone que, con una población uniforme los componentes del rendimiento del maíz son: número de mazorcas (T), peso de grano (U), hileras por mazorca (S) y granos por hilera (R), por lo que el rendimiento (W) será: $W = RSTU$.

Prior y Russel (1974), estudiaron el rendimiento en híbridos de maíz prolíficos y no prolíficos en densidades de población que van desde 20,000 a 72,000 plantas/ha en seis densidades. Entre sus conclusiones recomienda usar altas densidades de población para el desarrollo y evaluación de materiales en los programas de mejoramiento, con el objeto de fijar una prolificidad potencial genética y lograr un máximo rendimiento a altas densidades.

Alessi y Power (1974), comparando un híbrido precoz y otro tardío a 20, 30, 40, 60 y 74 mil plantas/ha durante tres años en Dakota del Norte concluyeron que la densidad óptima se encontraba entre 30 y 40 mil plantas/ha y que el número de plantas sin mazorca aumentó, mientras que el peso de mazorca disminuyó según se aumentaba la densidad de población. El híbrido precoz fue el menos afectado en estas variables.

Whigham y Woolley (1974), estudiaron los efectos de la orientación de las hojas, superficie foliar y densidades de población en maíz, utilizando materiales genéticos contrastantes en el ángulo axilar de las hojas en densidades de población que fluctuaron entre 39,305 y 88,958 plantas/ha, concluyendo que la orientación de las hojas tuvo efectos muy pequeños en el rendimiento, que la densidad de

población no tuvo efecto sobre el ángulo axilar de la hoja, que a altas densidades el sombreado de las hojas ocasionó la reducción del rendimiento y que el tamaño de las hojas se redujo a altas densidades.

El-Lakani y Russel (1971) estudiando el comportamiento de líneas puras evaluadas en seis ambientes a densidades de población bajas, intermedias y altas en cada ambiente, concluyeron que las mayores correlaciones entre los componentes de rendimiento y el rendimiento se obtuvieron cuando se evaluaron a altas densidades de población. Añaden que el componente más importante parece ser el número de mazorcas por planta y por lo tanto sugieren la conveniencia de seleccionar plantas individuales bajo presión individual que tienda a ocasionar plantas vanas.

Rutger (1973) estudió la variación en el rendimiento de siete cruces simples y sus líneas puras en poblaciones de 37, 62 y 86 mil plantas/ha encontrando que las líneas puras respondieron mejor que los híbridos al aumentar la densidad de la población. El rendimiento de las líneas aumentó en un 48 y 54% y el de los híbridos en un 37 y 43% a 37 y 86 mil plantas/ha en dos experimentos respectivamente. Se observaron grandes diferencias en la producción de grano por área foliar en las líneas puras, aunque los híbridos fueron todos más eficientes que las líneas puras.

Buren y colaboradores (1974) estudiaron la influencia de caracteres morfológicos y fisiológicos en la capacidad de producción de mazorcas a altas densidades de población (98,800 plantas/ha) encontrando asociación entre las siguientes características y el rendimiento en los materiales genéticos tolerantes a alta densidad: rápida emisión de los pistilos, prolificidad, tamaño reducido de la espiga, coincidencia en la emisión de polen y pistilos y producción eficiente de grano por unidad de superficie foliar.

Sin embargo Arias, F.R. citado por Arias, M. (1976) determinó en El Salvador, que la densidad de población no influyó en el número de días a la floración, días a la madurez fisiológica, longitud y diámetro de mazorca, grosor de tallo y porcentaje de acame en una variedad de maíz reventón. Determinó por regresión que el rendimiento disminuye en 300 kg/ha al aumentar 5 cm la distancia entre plantas dentro de los ámbitos de densidad y materiales estudiados. Conviene aclarar que el tipo de planta de maíz reventón es pequeña y de hojas finas.

Arias y Barahona (1976) obtuvieron rendimientos de 10,000 - 10,782 y 10,548 kg/ha con tratamientos de surco doble a 80 cm. y 75,000 plantas/ha; surco doble a 120 cm. con 100,000 plantas/ha y surco sencillo a 80 cm. con 100,000 plantas/ha, respectivamente - con la variedad Centa M1-B, no habiendo diferencias significativas entre ellos.

Duncan (1969) evaluó 63 variedades de maíz en un diseño circular sistemático, a densidades de población que fluctuaron desde 13 a 107 mil plantas/ha, logrando los mayores rendimientos en las densidades medias del experimento. Determinó también que el rendimiento por planta disminuye al aumentar la densidad de población y que la floración masculina no se vió afectada por la variación en las densidades. La altura de planta y mazorca se aumentó al aumentar la densidad de población.

Delorit y Alghrem (1959) reportan que las densidades altas hacen que aumente el rendimiento en forraje y se reduzcan la cantidad y calidad de proteína del grano.

Bolaños y colaboradores (1974) estudiaron en un diseño circular sistemático densidades de población de 40, 44, 50, 58, 68, 83, 105, 145 y 235 mil plantas/ha, utilizando plantas de altura normal, braquítico-2 y selecciones de planta baja, mencionando las siguientes conclusiones:

1. Los materiales de planta baja resistieron el acame a todos los niveles de densidad estudiados. Los híbridos normales solo resistieron en forma efectiva a 40 y 44 mil plantas/ha.

2. En general, los rendimientos/ha no se incrementaron con el aumento de densidad de población en los materiales braquítico-2 y planta baja y se redujeron solamente a los niveles más altos de 145 y 235 mil plantas/ha.

3. Los genotipos braquítico-2 y de planta baja disponen de habilidad de resistir el acame a altas densidades de población, pero requieren mejorar su potencialidad de producción por planta a esos niveles.

Velasco (1973) comprobó que el diseño circular sistemático ofrece ventajas de ahorro de superficie de tierra, a la vez que permite evaluar un número de genotipos y densidades de población mayor que la que se puede obtener por los diseños convencionales, y con la misma confiabilidad estadística. Este mismo autor indica que las correlaciones de medias de rendimiento entre tratamientos en el diseño circular sistemático y en el rectangular convencional fluctúan entre 0.96 a 0.99. Estos altos valores sugieren que la falta de aleatorización en las subparcelas así como en su variado tamaño no afectaron la confiabilidad de los resultados.

3. MATERIALES Y METODOS

3.1 Localización y fecha:

Este experimento se llevó a cabo en el Centro de Producción y Experimentación del Sur, Cuyuta, situado en el Departamento de Escuintla. La siembra se hizo el 27 de noviembre de 1976 y se cosechó el 16 de abril de 1977. Las características ecológicas y geográficas de esta localidad son:

	max.	min.	media
Temperatura:	33.9	21.9	27.9
Precipitación:	2063 mm/año		
Altitud:	48 m.s.n.m.		
Latitud:	14° 05' 16" N		
Longitud:	90° 54' 40" W		

Suelos: Los suelos donde se llevó a cabo el experimento pertenecen a la serie Achiguatate y son de textura franco arcillosa, - estructura granular poco desarrollada, color café grisáceo, poco profundo, drenaje lento, pH de 6.5 y con un contenido de materia orgánica del cuatro por ciento, situado en un terreno de topografía plana.

Holdridge (1958) en su mapa de Zonificación Ecológica de Guatemala según sus formaciones vegetales, establece que Cuyuta está ubicado en la faja termométrica - altudinal identificada como Tropical Húmeda.

3.2 Materiales genéticos:

Se utilizaron híbridos y variedades comerciales y experimentales facilitadas por el programa de maíz de ICTA, los cuales se agruparon según se describe en los cuadros 1 y 2. La variedad ICTA B1 se incluyó como testigo en ambos grupos.

3.3 Diseño de campo:

Se utilizó un diseño circular sistemático, consistente en un arreglo en forma de rueda de carreta en donde cada rayo o radio - constituye un surco que tiende a converger al centro del círculo. Las densidades de población se aumentan al disminuir la distancia entre surcos, ya que la distancia entre plantas permanece constante. Cada círculo constituye una repetición y está formado de 60 radios o surcos que se agrupan en un número de 10 sectores de seis radios cada uno de manera que todo el círculo se siembra con 10 materiales genéticos. En la Fig. 1 se describe el diseño con las medidas utilizadas. Para eliminar el efecto de competencia entre materiales genéticos se tomó como parcela útil o tratamiento de materiales genéticos, los cuatro surcos internos de los seis que constituyen cada sector. Para los tratamientos de densidades de población la parcela útil se determinó por la sección comprendida por la porción de cuatro surcos entre dos arcos separados 1.32 m y se encuentran plantas separadas 0.33 m entre sí, existiendo por lo tanto 16 plantas por parcela útil. La superficie de cada sección se reduce según se aproxima al centro del círculo permaneciendo constante el número de plantas por sección. Los materiales genéticos se organizan aleatoriamente entre los 10 sectores del círculo, aunque los tratamientos de densidad de población quedan establecidos sistemáticamente.

CUADRO. I DESCRIPCIÓN DE LOS MATERIALES GENÉTICOS EXPERIMENTALES.

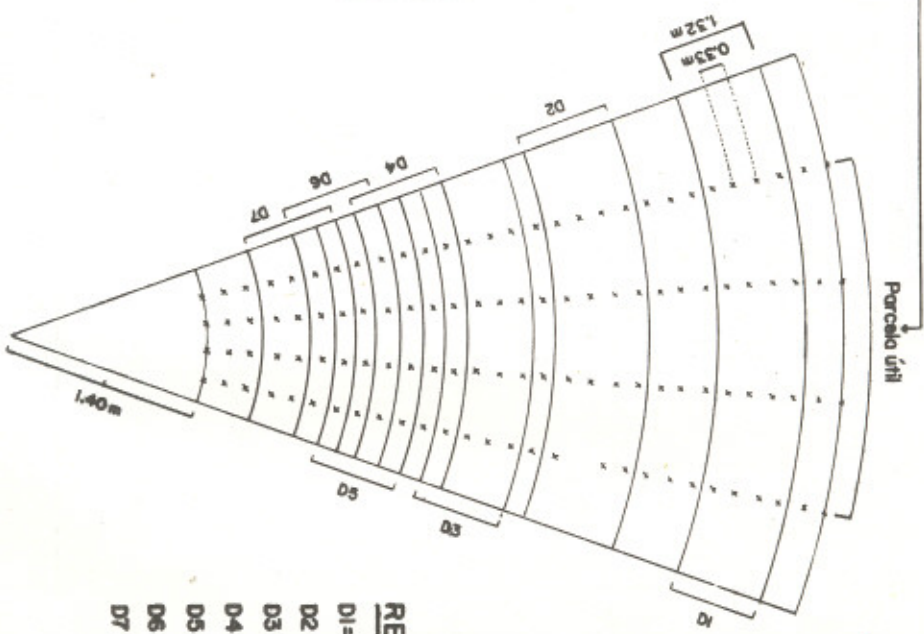
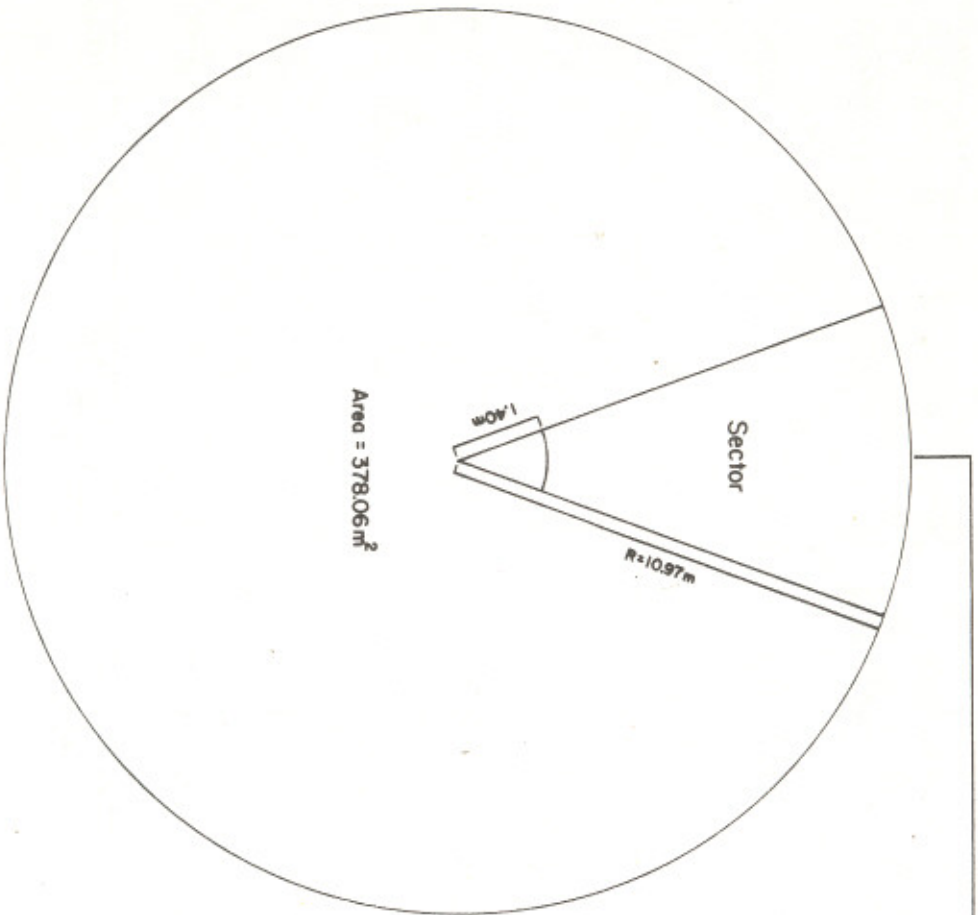
GENOTIPO	GRANO*		PERÍODO VEGETATIVO	ALTURA DE PLANTA	ORIGEN	TIPO DE MATERIAL
	COLOR	TIPO				
1- POZA RICA-7531	B	D	TARDÍO	BAJA	CIMMYT	VARIEDAD
2- POZA RICA-7429	B	S.C.	INTERMEDIO	INTERMEDIO	CIMMYT	VARIEDAD
3- POZA RICA-7426	A	C	TARDÍO	INTERMEDIO	CIMMYT	VARIEDAD
4- LA MÁQUINA-7422	B	S.C.	INTERMEDIO	INTERMEDIO	ICTA-CIMMYT	VARIEDAD
5- GEMIZA-7471	B	D	INTERMEDIO	BAJA	CIMMYT	VARIEDAD
6- ANTIGUA X REP. DOMINICANA	A	D	PRECOZ	BAJA	CIMMYT	VARIEDAD
7- GENTA-1-0	B	D	INTERMEDIO	ALTA	SALVADOR-GENTA	VARIEDAD
8- NK - 991	B	D	TARDÍO	BAJA	N.K.	HÍBRIDO DE LÍNEAS.
9- COMPUESTO-2	B	D	INTERMEDIO	BAJA	ICTA	VARIEDAD
10- I C T A B-1 Q ₄ - (TESTIGO)	B	D	INTERMEDIO	BAJA	ICTA-CIMMYT	VARIEDAD

* A = AMARILLO
 B = BLANCO
 C = CRISTALINO
 D = DENTADO
 S.C. = SEMI-CRISTALINO
 S.D. = SEMI-DENTADO.

CUADRO. 2 DESCRIPCIÓN DE LOS MATERIALES GENÉTICOS COMERCIALES.

GENOTIPO	GRANO*		PERÍODO VEGETATIVO	ALTURA DE PLANTA	ORIGEN	TIPO DE MATERIAL
	COLOR	TIPO				
1- H-3	B	S.D.	PRECÓZ	INTERMEDIO	SALVADOR-CENTA	HÍBRIDO DE LÍNEAS
2- H-5	B	D	TARDÍO	ALTO	SALVADOR-CENTA	HÍBRIDO DE LÍNEAS
3- T-30	A	D	PRECÓZ	ALTO	N.K.	HÍBRIDO DE LÍNEAS
4- X-301	A	S.D.	PRECÓZ	INTERMEDIO	PIONEER	HÍBRIDO DE LÍNEAS
5- X-306	A	D	INTERMEDIO	ALTO	PIONEER	HÍBRIDO DE LÍNEAS
6- HS-1	B	D	PRECÓZ	BAJO	SALVADOR - SEMILLAS S.A.	HÍBRIDO DE LÍNEAS
7- T-27	B	S.D.	INTERMEDIO	ALTO	N.K.	HÍBRIDO DE LÍNEAS
8- OAXAQUEÑO	B	D	PRECÓZ	ALTO	CRIOLO	VARIEDAD
9- I C T A TROPICAL-101	B	S.C*	INTERMEDIO	BAJO	I C T A	H. INTERVARIETAL
10- I C T A - RI C ₄ - (TESTIGO)	B	D	INTERMEDIO	BAJO	ICTA-CIMMYT	VARIEDAD

* A = AMARILLO
 B = BLANCO
 C = CRISTALINO
 D = DENTADO
 S.D. = SEMI-DENTADO
 S.C. = SEMI-CRISTALINO.



- REFERENCIAS:**
- D1 = 30,000
 - D2 = 40,000
 - D3 = 50,000
 - D4 = 60,000
 - D5 = 70,000
 - D6 = 80,000
 - D7 = 90,000

Fig. 1: Descripción del diseño de campo y distribución de las densidades de población en el Sector

Para lograr las densidades de 30, 40, 50, 60, 70, 80 y 95 mil plantas/ha se utilizaron secciones cuyas superficies equivalen a dichas densidades de población. Por ejemplo, para inferir 30 mil plantas/ha se utilizó la sección delimitada por los arcos cuyos radios superior e inferior corresponden a 10.31 y 8.99 m respectivamente, con arcos de longitudes respectivas de 4.32 y 3.76 m, resultando en una superficie de 5.34 m^2 . Puesto que dicha sección está ocupada por 16 plantas, el número de plantas equivalente por hectárea es exactamente de 29,987 plantas. Para lograr las densidades equivalentes más altas, fue necesario distribuir las secciones del sector, de manera que hubo traslapes entre arcos de secciones correspondientes a una densidad con los de otras secciones inmediatamente superiores, como se describe en la Fig. 1. Finalmente cabe hacer mención que las densidades de población reales fueron de: 29,987, 39,428, 50,858, 61,538, 71,620, 77,999 y 94,899 plantas por hectárea, que son las mejores aproximaciones para lograr los niveles de densidad deseados de 30, 40, 50, 60, 70, 80 y 95 mil plantas/ha. Dada la poca variación entre las densidades reales y aproximadas, se utilizarán las últimas en la presentación de los resultados y su discusión.

3.4 Prácticas culturales:

Las prácticas culturales realizadas se pueden resumir de la siguiente manera:

Preparación del terreno mediante un barbecho hecho mecánicamente con una rastra pesada a una profundidad media de 30 cm y posteriormente pulverizada con dos pasadas de rastra liviana.

Desinfestación del suelo con Volatón al 2.5% en la dosis de 100 kg/ha.

Aplicación preemergente del herbicida Gesaprín-80 a razón de dos kg/ha.

Fertilización: se hizo una aplicación al momento de la siembra con el fertilizante de la fórmula 20-20-0 a razón de 150 kg/ha y una segunda aplicación de Nitrógeno a los 30 días, en la que cada planta recibió igual cantidad de fertilizante. La cantidad por planta se estimó en base a la dosis de 100 kg de nitrógeno/ha en una población de 44,000 plantas/ha. Se utilizó Urea al 46% como fuente de nitrógeno. La cantidad de Urea aplicada a cada planta fue de 4.9 g de la que resultó una dosis para cada tratamiento de densidad de la siguiente manera:

	Plantas por hectárea						
	30,000	40,000	50,000	60,000	70,000	80,000	95,000
kg de "N"/ha	67.59	88.86	114.67	138.71	161.43	175.81	213.90

Control de plagas: se hicieron dos aplicaciones de Lannate a los 15 y 30 días a razón de dos medidas "Bayer" por bomba de cinco galones imperiales. A los 45 días se realizó una aplicación de Volatón granulado al 2.5% aplicando un gramo por planta directamente al cogollo.

Se practicaron dos limpiezas manuales.

Se hizo un riego cada 10 días hasta la maduración fisiológica del grano mediante el sistema de inundación.

3.5 Análisis estadístico:

Para comparar los materiales genéticos se consideró un Diseño de Bloques al Azar, donde los tratamientos constituyeron los rendimientos en kg/parcela útil de cada material genético. El análisis del rendimiento, peso de 100 granos y número de granos/m² obtenidos en los tratamientos de densidad, se hizo mediante ajustes

de regresión lineal y cuadrática, comparándose entre ellas mediante las pruebas de "F", "t" y "R²". La prueba de "Duncan" se utilizó en las comparaciones estadísticas de las medias de rendimiento de cada material genético.

3.6 Parámetros:

Los parámetros que serán utilizados en la discusión de este trabajo son los siguientes:

- Rendimiento de grano corregido al 12% de humedad, en Kg/ha.
- Peso de 100 granos.
- Número de granos/m²
- Número de mazorcas/m²
- Porcentaje de acame.
- Porcentaje de desgrane.
- Índice de mazorca.
- Días a la floración masculina y femenina.
- Altura de planta.
- Altura de mazorca.

Los últimos tres parámetros fueron tomados directamente en el campo; los otros fueron estimados a partir de los siguientes datos de campo:

Peso de grano por parcela

Humedad del grano a la cosecha
 Peso de 300 granos
 Plantas totales y caídas
 Peso de mazorcas por parcela
 Número de mazorcas por parcela

Esta información se recabó de la siguiente manera: se pesaron las mazorcas y después los granos de cada sección de parcela, usando una balanza de precisión marca "Toledo".

La humedad del grano fue determinada con un medidor de humedad marca "Dole".

El peso de 300 granos se hizo empleando una balanza analítica marca "Mettler".

Plantas caídas se consideraron las que a la cosecha presentaron un ángulo mayor de 30° respecto a la vertical.

Los días a la floración masculina y femenina se tomaron cuando se apreciaron el 50% de flores masculinas y femeninas funcionales respectivamente.

La altura de la planta y de mazorca se midió a la base de la espiga y del nudo abajo de la mazorca superior respectivamente, efectuando la medición en cuatro plantas situadas en un mismo surco por parcela de cada repetición.

Los parámetros estimados se obtuvieron de la siguiente manera:

El peso de grano por parcela fue corregido al 12% de acuerdo a la fórmula:

$$\text{Peso de grano corregido} = \frac{100 - \% \text{ de humedad del grano a la cosecha}}{100 - 12\% \text{ (humedad deseada)}} \times \text{peso de grano no cosechado por parcela.}$$

Se hizo la inferencia a kg/ha mediante la siguiente operación:

$$\text{kg/ha} = \frac{\text{Peso de grano corregido}}{\text{superficie de parcela}} \times 10,000$$

El peso de 100 granos se determinó a partir de 300 granos de una muestra aleatoria del maíz desgranado en cada parcela y cada repetición.

El número de granos/m² se determinó de acuerdo al siguiente cálculo:

$$\text{Número de granos/m}^2 = \frac{\text{kg/ha} \times 1,000}{\text{Peso de un grano (g)} \times 10,000}$$

El índice de mazorca se determinó dividiendo el número de mazorcas entre el número total de plantas cosechadas en cada parcela de densidades.

El número de mazorcas/m² se determinó a partir de la siguiente fórmula:

$$\text{Número de mazorcas/m}^2 = \frac{\text{Índice de mazorca} \times \text{plantas/ha}}{10,000}$$

El porcentaje de acame y desgrane se calcularon mediante las siguientes fórmulas:

$$\% \text{ de acame} = \frac{\text{Plantas caídas}}{\text{Plantas totales}} \times 100$$

$$\% \text{ de desgrane} = \frac{\text{Peso de grano de la parcela}}{\text{Peso total de mazorcas de la parcela}} \times 100$$

La densidad óptima para máximo rendimiento potencial se determinó mediante el ajuste de regresión de los valores de rendimiento correspondiente a todas las densidades, calculándose el valor máximo de las curvas de ajuste.

La densidad óptima para máximo rendimiento práctico se determinó igualmente mediante análisis de regresión con los valores correspondientes a las densidades de 30 a 70 mil plantas/ha. Se descartaron los rendimientos obtenidos en las densidades de 80 y 95 mil plantas/ha por tener un porcentaje de acame muy alto, lo cual se consideró impráctico.

4. RESULTADOS

Puede apreciarse que para los genotipos experimentales los rendimientos se ajustaron a un modelo de regresión lineal, mientras que para los comerciales el mejor ajuste se obtuvo con un modelo de regresión cuadrática. Se observa también que la media general fue superior para los materiales comerciales que para los experimentales (Cuadro: 3 y 4 y Fig. 2).

En el apéndice se incluyen las Fig. 8, 9, 10, 11 y 12, incluyéndose la ecuación de la curva de ajuste respectiva para cada uno de los materiales genéticos.

Se observa que el peso del grano en los materiales experimentales tiende a ser más estable que en los comerciales donde tiende a bajar ligeramente según se aumenta la densidad de población. El número de granos/m² demostró ser significativa y directamente proporcional al rendimiento, tanto en materiales experimentales como en comerciales, según los valores de correlación obtenidos de 0.99 y 0.93 respectivamente. El peso de grano y kg/ha de rendimiento, demostraron valores de correlación de 0.60 y 0.40 para los materiales genéticos experimentales y comerciales respectivamente (Cuadro: 6, 7, 8 y 9, y Fig. 3, 4 y 5).

Se observó un mayor porcentaje de acame en las densidades superiores a 60,000 plantas/ha en los materiales comerciales, aunque en ambos casos el acame tiende a aumentar conforme se aumenta la densidad de población (Cuadro: 10 y 11, Fig. 6).

Se apreció que la floración, tanto masculina como femenina se retrasan al aumentar la densidad de población siendo menos afectada

la primera. La masculina se atrasó 1.6 días, mientras que la femenina 3.3 días en promedio para los dos tipos de materiales. Así mismo se observa que al aumentar la densidad de población se aumenta el intervalo entre la floración masculina y femenina (Cuadro: 12 y 13).

El porcentaje de desgrane no varió con la densidad de la población, presentándose los valores más altos en los materiales comerciales (Cuadro: 14 y 15).

Se apreció una tendencia en la altura de la planta y de mazorca a aumentar conforme aumentamos la densidad de población.

En la Fig. 6 se contraponen los valores de altura de planta con los del porcentaje de acame, notándose la asociación esperada entre ambos criterios (Cuadro: 16, 17, 18 y 19).

Respecto a los índices de mazorca de los materiales genéticos empleados en este estudio, se observó que dicho índice disminuye conforme se aumenta la densidad de población. Se observa además que los materiales genéticos experimentales presentaron en general un mayor índice en todas las densidades de población (Cuadro: 20 y 21).

Se observó cómo se aumenta el número de mazorcas según se aumenta la densidad de población. Además el número de mazorcas/m² es mayor en los materiales genéticos experimentales que en los comerciales (Cuadro: 22 y 23).

El número de mazorcas por unidad de área aumentó conforme aumentamos la densidad de población, mientras que el número de mazorcas por planta disminuye. Se deduce claramente que el creciente porcentaje de plantas sin mazorcas constituye la mayor limitante del rendimiento a esas densidades (Fig. 7).

Se observó que hubo diferencia significativa entre los materiales genéticos (Cuadro: 24, 25, 26 y 27).

En el grupo de los experimentales se observan pocas diferencias entre los rendimientos de variedades de planta baja, mientras que - los braquíticos Poza Rica-7531 y NK-991 fueron los de más bajo rendimiento. Entre los materiales genéticos comerciales el T-80 fue el que mejor rindió superando estadísticamente al Oaxaqueño, X-306, T-27, ICTA-B1, H3, ICTA Tropical-101 y HS-1.

CUADRO. 3 KG/HA* EN 10 MATERIALES GENÉTICOS EXPERIMENTALES DE MAÍZ INCLUYENDO UN TESTIGO COMERCIAL A 7 DENSIDADES DE POBLACIÓN.

GENOTIPO	PLANTAS POR HECTÁREA						
	30,000	40,000	50,000	60,000	70,000	80,000	95,000
1- POZA RICA - 7531	3361	3419	4333	4720	4304	4020	3575
2- POZA RICA - 7429	3753	3290	6136	5668	5320	5008	5213
3- POZA RICA - 7424	2969	3733	3756	4209	4739	4941	4988
4- LA MÁQUINA - 7422	3966	3944	4514	4228	3862	4383	6799 ²⁴
5- SEMIZA - 7421	3523	3822	4445	4426	4361	4368	4270
6- ANTIGUA X REP. DOMINICANA.	2901	4089	5106	5099	4211	5043	5528
7- GENTA MI-B	4050	4455	4908	5139	4746	4730	5156
8- NK-991	1610	2385	2440	2016	1497	1492	1427
9- COMPUESTO - 2	3895	4061	4780	5223	4850	5072	5172
10- I. C. T. A. - BI C ₄ - (TESTIGO)	3806	4140	5265	5536	5423	5090	6053
MEDIA	3384	3739	4643	4637	4381	4415	4819

*PESO DE GRANO CON EL 12% DE HUMEDAD.

CUADRO.4 Kg/HA* EN 10 MATERIALES GENÉTICOS COMERCIALES DE MAÍZ EN 7 DENSIDADES DE POBLACIÓN.

GENOTIPO	PLANTAS POR HECTÁREA						
	30,000	40,000	50,000	60,000	70,000	80,000	95,000
1- H-3	4180	4412	5813	5100	4090	4463	4270
2- H-5	4679	4868	5662	5033	4394	5086	4585
3- T-80	4653	6040	6292	6128	5352	5146	6208
4- X-304	5127	5004	5689	4913	5606	5427	6159
5- X-306	4424	4740	4950	4715	4686	4464	5297
6- HB-1	4514	4583	4967	4782	3924	3391	3153
7- T-27	4295	5337	5552	5107	4272	4598	4845
8- OAXAQUEÑO	3767	4509	4614	4819	4877	5514	5727
9- I. C. T. A. TROPICAL - 101	3974	4594	5397	4343	4584	3913	3543
10- I. C. T. A. - 81 C ₄ (TESTIGO)	3936	4380	4495	4996	5200	4535	4155
MEDIA	4355	4867	5343	4994	4699	4654	4794

* PESO DE GRANO CON EL 12% DE HUMEDAD.

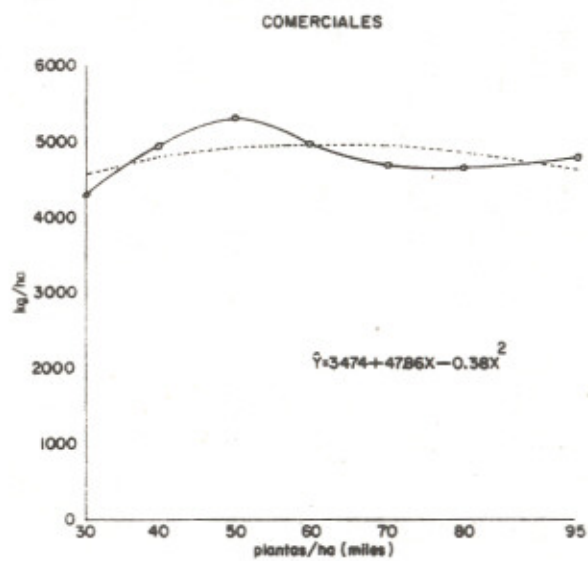
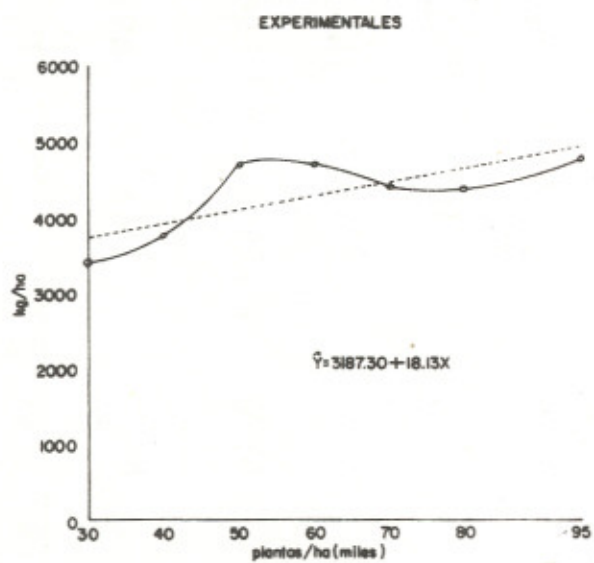


Fig. 2: Rendimiento en kg/ha de los materiales genéticos experimentales y comerciales de maíz, a 7 densidades de población

CUADRO. 5 DENSIDADES DE POBLACIÓN ÓPTIMA PARA MÁXIMO RENDIMIENTO POTENCIAL Y PRÁCTICO EN LOS MATERIALES GENÉTICOS EXPERIMENTALES Y COMERCIALES.

GENOTIPOS EXPERIMENTALES:	DENSIDAD PARA MÁXIMO RENDIMIENTO POTENCIAL. (MILES DE PLANTAS/HA)	DENSIDAD PARA MÁXIMO RENDIMIENTO PRÁCTICO (MILES DE PLANTAS/HA)
1- POZA RICA - 7531	65	70
2- POZA RICA - 7429	72	70
3- POZA RICA - 7424	95	70
4- LA MÁQUINA - 7422	95	50
5- ANTIGUA X REP. DOMINICANA.	95	55
6- CENTA MI-B	95	58
7- GEMIZA - 7421	66	70
8- NK - 991	47	49
9- COMPUESTO - 2	34	70
10- I C T A - BI C ₁ - (TESTIGO)	65	70
GENOTIPOS COMERCIALES:		
1- H-3	53	51
2- H-5	57	49
3- T-80	71	52
4- X-304	95	70
5- X-306	95	56
6- HS-1	41	47
7- T-27	50	49
8- CAXAQUEÑO	95	64
9- I C T A TROPICAL-101	35	52
10- I C T A - BI C ₁ - (TESTIGO)	65	70

CUADRO.6 PESO EN GRAMOS DE 100 GRANOS DE 10 MATERIALES GENÉTICOS EXPERIMENTALES DE MAÍZ
INCLUYENDO UN TESTIGO COMERCIAL A 7 DENSIDADES DE POBLACIÓN

GENOTIPO	PLANTAS POR HECTÁREAS						
	30,000	40,000	50,000	60,000	70,000	80,000	95,000
1- POZA RICA - 7531	39.5	41.2	39.6	42.9	42.3	42.9	41.9
2- POZA RICA - 7429	38.5	39.0	39.5	37.5	39.7	40.8	37.9
3- POZA RICA - 7424	30.6	32.9	37.3	31.9	34.4	35.5	31.9
4- LA MÁQUINA - 7422	39.4	34.9	38.6	38.0	36.5	35.9	39.3
5- GEMIZA - 7421	34.9	33.7	36.7	33.7	32.5	32.0	33.9
6- ANTIGUA X REP. DOMINICANA.	32.0	35.3	33.0	34.0	33.5	34.1	31.0
7- GENTA MI-B	42.1	43.1	41.0	44.8	44.4	45.7	46.9
8- NK-991	29.1	33.3	28.5	29.8	35.9	34.5	23.1
9- COMPUESTO - 2	40.1	37.6	35.9	36.7	34.7	37.2	37.2
10- I C T A - BI C ₄ (TESTIGO)	35.0	34.6	38.4	39.1	35.8	35.1	34.9
MEDIA	35.7	36.6	36.8	37.0	37.0	37.5	36.4

CUADRO.7 PESO EN GRAMOS DE 100 GRANOS DE 10 MATERIALES GENÉTICOS COMERCIALES DE MAÍZ EN 7 DENSIDADES DE POBLACIÓN

GENOTIPO	PLANTAS POR HECTÁREA						
	30,000	40,000	50,000	60,000	70,000	80,000	95,000
1- H-3	37.9	38.2	37.7	37.2	36.7	33.1	34.4
2- H-5	31.0	33.6	33.9	33.9	32.7	34.6	32.7
3- T-80	40.6	34.8	31.7	33.3	31.3	32.1	39.4
4- X-304	40.3	39.8	44.6	36.5	37.9	37.1	44.1
5- X-306	42.1	33.7	33.5	41.9	36.8	40.2	37.7
6- HS-1	33.4	37.6	36.0	33.5	33.2	33.1	31.1
7- T-27	37.5	40.0	40.6	35.1	36.4	36.6	33.2
8- OAXAQUEÑO	42.7	34.8	31.7	33.8	31.8	32.1	30.5
9- I. C. T. A. TROPICAL - 101	36.6	37.9	35.0	38.5	41.5	41.1	33.7
10- I. C. T. A. - BI 4 (TESTIGO)	32.9	35.8	31.9	34.3	33.0	33.0	30.0
MEDIA	38.8	37.1	36.2	36.0	35.2	35.8	34.9

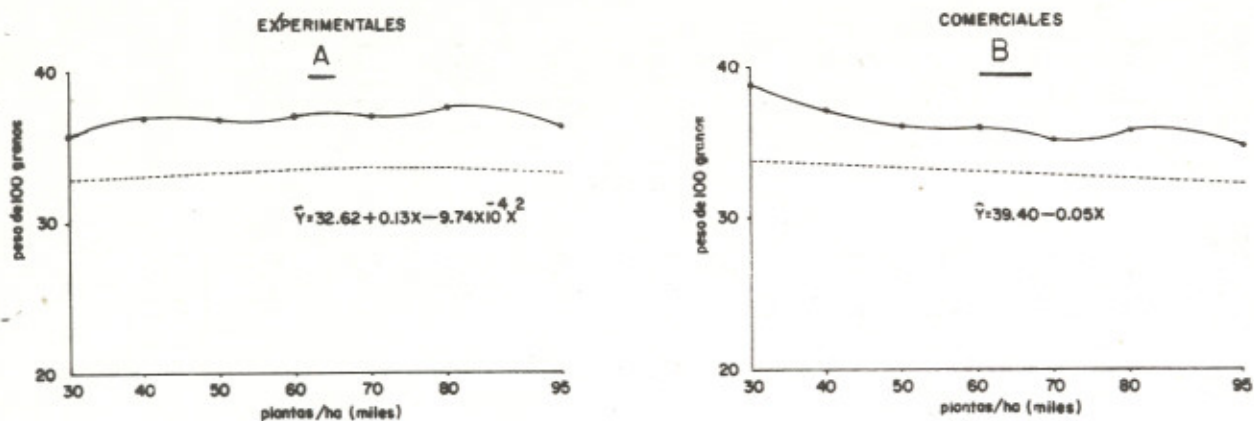


Fig. 3 Efecto de 7 densidades de Poblacion en el peso de 100 granos de materiales genéticos Experimentales (A) y Comerciales (B)

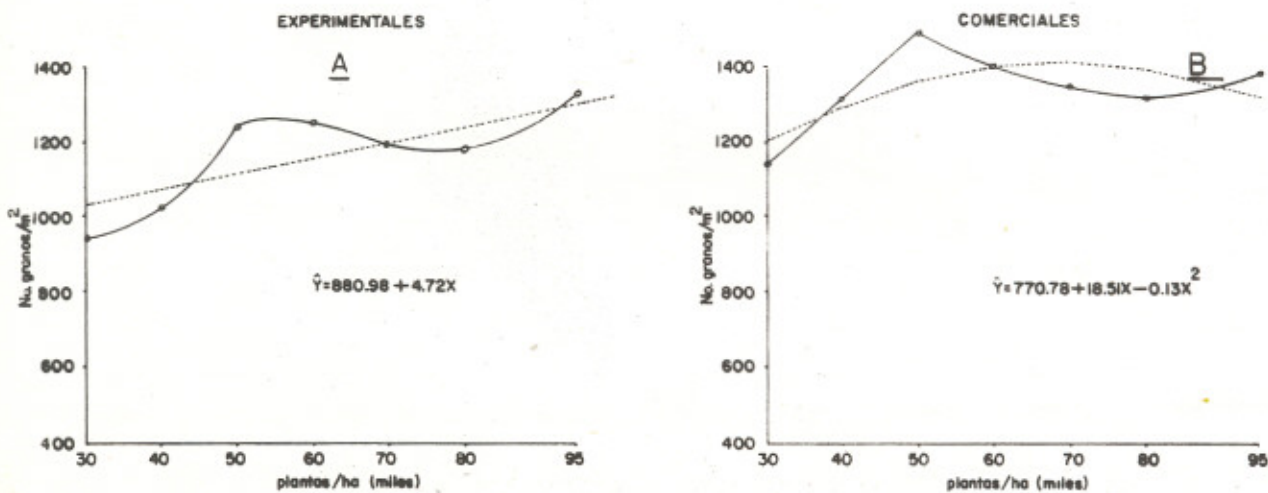


Fig. 4 Efecto de 7 densidades de poblacion en el numero de granos/m² de materiales genéticos Experimentales (A) y Comerciales (B)

CUADRO. 8 NÚMERO DE GRANOS/M² EN 10 MATERIALES GENÉTICOS EXPERIMENTALES DE MAÍZ INCLUYENDO UN TESTIGO COMERCIAL A 7 DENSIDADES DE POBLACIÓN

GENOTIPO	PLANTAS POR HECTÁREA						
	30,000	40,000	50,000	60,000	70,000	80,000	95,000
1- POZA RICA - 7531	844.5	829.7	1094.2	1100.1	1005.7	937.1	853.2
2- POZA RICA - 7429	976.1	843.5	1566.1	1511.3	1340.0	1227.6	1375.4
3- POZA RICA - 7424	1038.1	1144.9	1007.0	1319.6	1377.6	1391.3	1563.6
4- LA MÁQUINA - 7422	1006.5	1131.5	1169.5	1112.6	1054.9	1220.8	1708.2
5- GEMIZA - 7421	1009.5	1134.0	1211.2	1331.3	1495.9	1327.9	1254.5
6- ANTIGUA X REP. DOMINICANA.	996.0	1158.4	1547.3	1409.5	1256.9	1473.7	1738.4
7- CENTA MI-B	961.9	1033.7	1196.9	1158.4	1068.9	1035.0	1091.1
8- NK-991	553.4	716.3	956.8	676.6	417.0	432.5	507.7
9- COMPUESTO - 2	971.2	1079.9	1331.5	1430.8	1397.6	1363.3	1390.4
10- I. C. T. A - BI C ₄ (TESTIGO)	1087.4	1196.6	1371.0	1415.7	1514.8	1450.2	1735.9
MEDIA	944.7	1026.8	1245.2	1255.6	1192.9	1186.5	1321.8

CUADRO. 9 NÚMERO DE GRANOS/M² EN 10 MATERIALES GENÉTICOS COMERCIALES EN 7 DENSIDADES DE POBLACIÓN.

GENOTIPO	PLANTAS POR HECTÁREA						
	30,000	40,000	50,000	60,000	70,000	80,000	95,000
1- H-3	1102.6	1154.8	1541.9	1352.9	1114.6	1171.3	1241.3
2- HS-1	1175.6	1218.7	1379.1	1427.4	1131.6	1024.5	1013.9
3- T-30	1144.0	1235.6	1504.1	1613.0	1682.9	1603.0	1575.1
4- X-304	1292.0	1257.6	1295.5	1217.3	1167.2	1163.7	1396.5 ³²
5- X-306	1050.9	1147.2	1269.4	1125.2	1293.4	1110.5	1405.1
6- H-5	1199.8	1446.9	1670.1	1403.6	1303.3	1170.0	1402.2
7- T-27	1134.0	1459.3	1377.4	1451.9	1173.8	1255.8	1459.2
8- CAXAQUEÑO	1062.1	1295.6	1455.5	1425.8	1533.5	1717.1	1677.6
9- I.C.T.A. TROPICAL - 101	1086.0	1214.2	1540.9	1128.0	1104.6	952.1	1051.2
10- I.C.T.A. - E1 C ₄ - (TESTIGO)	1212.0	1223.4	1408.9	1457.6	1575.0	1374.3	1315.2
MEDIA	1116.2	1315.4	1485.6	1401.6	1346.3	1314.3	1300.0

CUADRO. 10 PORCENTAJE DE ACAME EN 10 MATERIALES GENÉTICOS EXPERIMENTALES DE MAÍZ INCLUYENDO UN TESTIGO COMERCIAL A 7 DENSIDADES DE POBLACIÓN.

GENOTIPO	PLANTAS POR HECTÁREA						
	30,000	40,000	50,000	60,000	70,000	80,000	95,000
1- POZA RICA - 7531	6	7	8	22	26	38	47
2- POZA RICA - 7429	6	7	17	20	36	39	44
3- POZA RICA - 7424	9	7	20	31	31	44	51
4- LA MÁQUINA - 7422	6	2	13	15	23	26	42
5- GEMIZA - 7421	6	6	22	23	36	28	41
6- ANTIGUA X REP. DOMINICANA.	12	17	24	34	32	46	48
7- LENTA MI-B	13	13	13	27	27	26	38
8- NK - 991	7	7	9	23	28	41	60
9- COMPUESTO - 2	11	6	15	26	39	47	37
10- I C T A - BI C ₁ (TESTIGO)	15	11	20	26	35	41	47
MEDIA	8.8	8.5	16.1	25.2	31.3	37.6	45.5

33

CUADRO. 11. PORCENTAJE DE ACAME EN 10 MATERIALES GENÉTICOS COMERCIALES DE MAÍZ A 7 DENSIDADES DE POBLACIÓN.

GENOTIPO	PLANTAS POR HECTÁREA						
	30,000	40,000	50,000	60,000	70,000	80,000	95,000
1- H-3	6	13	6	32	43	49	49
2- H-5	3	12	12	32	40	47	49
3- T-80	3	15	27	31	33	31	41
4- X-304	9	6	3	31	29	41	56
5- X-306	13	6	10	30	41	35	55
6- 2-1	16	19	22	37	37	45	65
7- T-27	15	9	21	28	28	35	38
8- CAXAQUEÑO	13	12	13	21	14	49	54
9- I C T A TROPICAL - 101	3	9	16	38	32	45	45
10- I C T A - 01 C ₁ - (TESTIGO)	10	6	13	19	26	36	45
MEIA	9.3	10.3	14.4	30.2	32.3	43.6	54.6

34

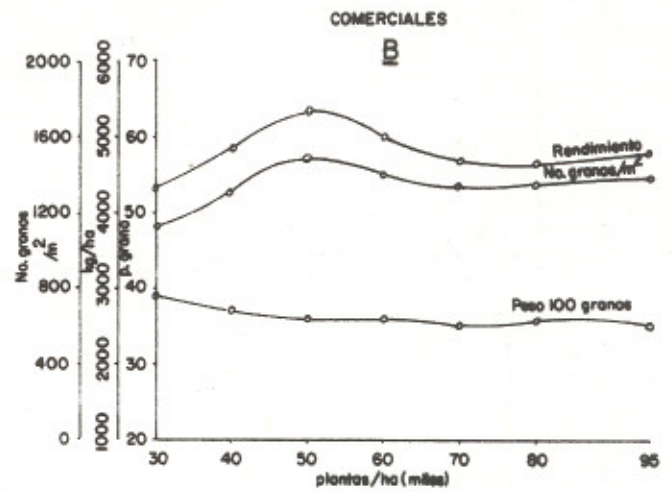
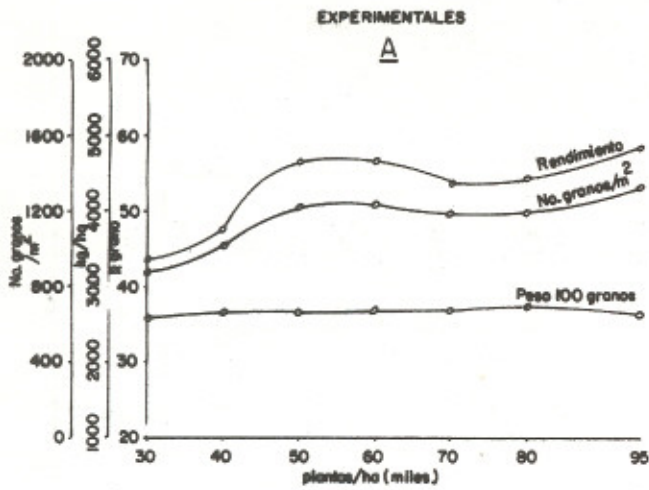


Fig. 5: Rendimiento, número de granos/m² y peso de 100 granos en materiales experimentales (A) y comerciales de maíz, a 7 densidades de población

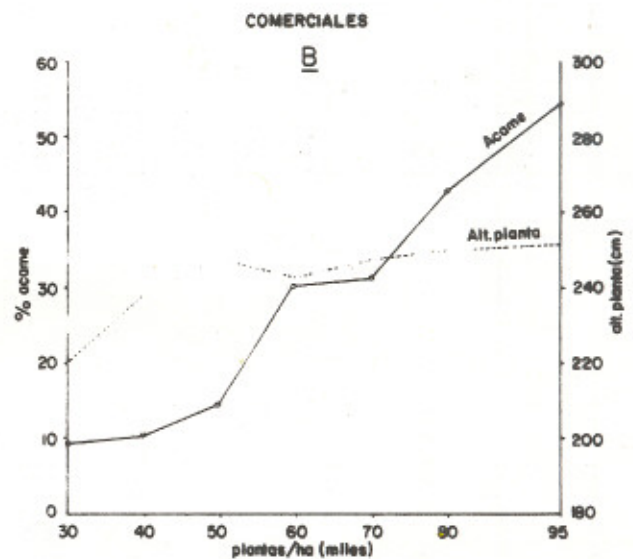
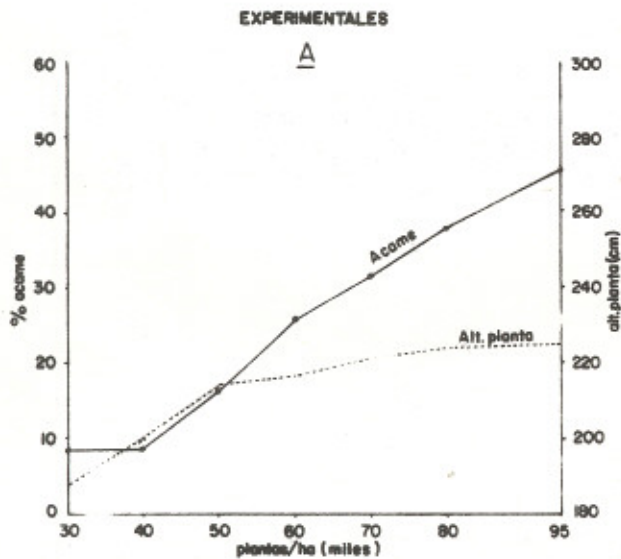


Fig. 6 Efecto de 7 densidades de población en el porcentaje de acome y altura de planta de materiales genéticos experimentales (A) y comerciales (B)

CUADRO. 12 DÍAS AL 50^o DE LA FLORACIÓN MASCULINA Y FEMENINA EN 10 MATERIALES GENÉTICOS EXPERIMENTALES DE MAÍZ INCLUYENDO UN TESTIGO COMERCIAL A 4 DENSIDADES DE POBLACIÓN.

GENOTIPO	PLANTAS POR HECTÁREA							
	30,000		50,000		70,000		95,000	
	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀
1- POZA RICA - 7531	60	63	61	64	62	64	62	64
2- POZA RICA - 7429	55	59	55	60	57	61	57	62
3- POZA RICA - 7421	57	60	56	61	58	64	58	65
4- LA MÁQUINA - 7422	56	59	57	61	58	64	58	65
5- GEMIZA - 7421	55	57	56	59	56	60	56	60
6- ANTIGUA X REP. DOMINICANA.	48	52	50	53	51	58	51	59
7- CENTA MI - 3	56	60	56	62	57	63	57	63
8- NK - 991	63	69	63	69	64	70	64	70
9- COMPUESTO - 2	55	59	56	60	56	60	57	61
10- I C T A - BI C ₄ - (TESTIGO)	56	59	56	59	57	60	57	62
MEDIA	56.1	59.7	56.3	60.3	57.6	62.4	57.7	63.1

CUADRO. 13 DÍAS AL 50% DE LA FLOREACIÓN MASCULINA Y FEMENINA EN 10 MATERIALES GENÉTICOS COMERCIALES DE MAÍZ A 4 DENSIDADES DE POBLACIÓN.

GENOTIPO	PLANTAS POR HECTÁREA							
	30,000		50,000		70,000		95,000	
	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀
1- H-3	54	56	55	56	55	58	55	59
2- H-5	58	60	58	60	59	65	59	65
3- T-30	55	57	56	58	56	59	56	59
4- Y-304	55	59	56	59	57	63	57	64
5- X-306	55	59	57	61	59	63	59	63
6- HS-1	54	58	55	59	55	60	55	61
7- T-27	55	59	55	60	57	62	57	63
8- OAXAQUEÑO	48	53	49	53	50	53	50	53
9- I C T A - 101 TROPICAL	56	60	56	61	56	63	57	63
10- I C T A - B1 C ₄ - (TESTIGO)	55	60	55	61	56	62	56	63
MEDIA	54.5	58.1	55.2	58.8	56.0	60.8	56.1	61.3

CUADRO. 14 PORCENTAJE DE DESGRANE EN 10 MATERIALES GENÉTICOS EXPERIMENTALES DE MAÍZ INCLUYENDO UN TESTIGO COMERCIAL A 7 DENSIDADES DE POBLACIÓN.

GENOTIPO	PLANTAS POR HECTÁREA							x
	30,000	40,000	50,000	60,000	70,000	80,000	95,000	
1- POZA RICA - 7531	82	**	**	88	86	88	87	86
2- POZA RICA - 7429	84	83	84	84	82	82	84	83
3- POZA RICA - 7424	84	86	83	84	86	86	86	85
4- LA MÁQUINA - 7422	80	81	83	81	81	79	80	81
5- GEMIZA - 7421	82	83	83	83	83	85	90	84
6- ANTIGUA X REP. DOMINICANA.	**	85	88	86	87	87	85	86
7- DENTA MI-B	84	83	84	81	**	82	**	83
8- NK - 991	80	81	82	80	**	**	**	81
9- COMPUESTO - 2	81	**	83	80	79	83	84	82
10- I C T A - BI C ₄ - (TESTIGO)	82	83	83	83	84	84	84	83
	—	—	—	—	—	—	—	—
MEDIA	82	83	84	83	84	84	85	83

** DATOS FALTANTES POR CONSIDERARSE ERROR DE MEDICIÓN.

CUADRO. 15 PORCENTAJE DE DESGRANE EN 10 MATERIALES GENÉTICOS COMERCIALES DE MAÍZ A 7 DENSIDADES DE POBLACIÓN.

GENOTIPO	PLANTAS POR HECTÁREA							x
	30,000	40,000	50,000	60,000	70,000	80,000	95,000	
1- H-3	84	83	84	**	86	86	85	85
2- H-5	83	86	85	85	87	87	88	86
3- T-80	85	85	84	85	85	85	85	85
4- X-304	86	85	85	84	84	**	85	85
5- X-306	87	86	83	87	85	85	85	85
6- HS-1	**	87	**	**	86	86	85	86
7- T-27	85	89	85	85	84	84	87	86
8- OAXAQUEÑO	90	90	88	88	89	89	89	89
9- I C T A TROPICAL - 101	82	83	85	80	85	86	83	83
10- I C T A - BI C ₄ - (TESTIGO)	83	83	81	82	85	84	84	83
MEDIA	85	86	84	84	86	86	86	85

** DATOS FALTANTES POR CONSIDERARSE ERROR DE MEDICIÓN.

CUADRO. 16 ALTURA DE PLANTA* DE 10 MATERIALES GENÉTICOS EXPERIMENTALES DE MAÍZ INCLUYENDO UN TESTIGO COMERCIAL A 7 DENSIDADES DE POBLACIÓN.

GENOTIPO	PLANTAS POR HECTÁREA						
	30,000	40,000	50,000	60,000	70,000	80,000	95,000
1- POZA RICA - 7531	168	182	184	186	202	210	196
2- POZA RICA - 7429	202	201	213	219	225	234	243
3- POZA RICA - 7424	194	225	199	201	227	232	233
4- LA MÁQUINA - 7422	211	224	242	242	242	246	249
5- GEMIZA - 7421	180	188	201	204	206	208	210
6- ANTIGUA X REP. DOMINICANA.	176	196	209	208	212	216	217
7- LENTA M1-B	230	243	256	268	265	271	272
8- NK-991	154	158	161	162	164	167	172
9- COMPUESTO - 2	171	207	213	223	225	223	227
10- I C T A - BI C ₄ - (TESTIGO)	195	203	229	235	237	225	224
MEDIA	188	203	214	216	221	224	224

* EN CMS

CUADRO. 17 ALTURA DE PLANTA* DE 10 MATERIALES GENÉTICOS COMERCIALES DE MAÍZ A 7 DENSIDADES DE POBLACIÓN.

GENOTIPO	PLANTAS POR HECTÁREA						
	30,000	40,000	50,000	60,000	70,000	80,000	95,000
1- H-3	213	241	251	253	251	249	233
2- H-5	232	240	257	255	261	263	261
3- T-00	230	264	264	255	269	269	267
4- X-304	230	241	250	237	250	240	260
5- X-306	231	261	262	270	270	277	230
6- H3-1	196	216	220	224	207	220	222
7- T-27	235	266	272	272	256	240	257
8- CAXAQUEÑO	236	236	259	253	263	291	278
9- I C T A TROPICAL - 101	200	206	225	216	219	214	213
10- I C T A - BI C ₁ - (TESTIGO)	203	205	207	203	217	217	225
MEDIA	220	238	248	243	247	249	250

* EN CMS

CUADRO. 10 ALTURA DE MAZORCA* EN 10 MATERIALES GENÉTICOS EXPERIMENTALES DE MAÍZ INCLUYENDO UN TESTIGO COMERCIAL A 7 DENSIDADES DE POBLACIÓN.

GENOTIPO	30,000	40,000	50,000	60,000	70,000	80,000	95,000
1- POZA RICA - 7531	93	103	110	110	119	121	114
2- POZA RICA - 7429	101	113	132	122	126	136	146
3- POZA RICA - 7424	110	130	111	125	135	141	138
4- LA MÁQUINA - 7422	125	135	152	151	149	154	156
5- GEMIZA - 7421	88	93	103	113	114	116	117
6- ANTIGUA x REP. DOMINICANA.	89	96	103	103	109	109	110
7- CENTA MI-3	136	142	157	166	165	173	175
8- NK-991	80	86	89	87	94	98	107
9- COMPUESTO - 2	86	112	119	120	119	119	133
10- I C T A - BI C ₄ - (TESTIGO)	100	115	124	128	129	124	124
	—	—	—	—	—	—	—
MEDIA	101	116	120	122	126	129	131

42

* EN CMS

CUADRO. 19 ALTURA DE MAZORCA* DE 10 MATERIALES GENÉTICOS COMERCIALES DE MAÍZ A 7 DENSIDADES DE POBLACIÓN.

GENOTIPO	PLANTAS POR HECTÁREA						
	30,000	40,000	50,000	60,000	70,000	80,000	95,000
1- H-3	121	149	149	154	154	152	147
2- H-5	123	146	163	166	172	169	172
3- T-30	129	156	156	151	174	177	170
4- X-304	128	146	160	142	158	159	167
5- X-306	137	147	149	163	172	173	179
6- HS-1	98	123	124	121	116	113	119
7- T-27	134	164	177	157	162	154	165
8- OAXAQUEÑO	136	137	149	147	155	159	160
9- I C T A TROPICAL - 101	105	117	120	118	126	123	126
10- I C T A - BI C ₄ - (TESTIGO)	100	111	118	115	123	129	129
	<u>121</u>	<u>140</u>	<u>146</u>	<u>145</u>	<u>151</u>	<u>151</u>	<u>153</u>

43

CUADRO. 20 INDICE DE MAZORCA EN 10 MATERIALES GENÉTICOS EXPERIMENTALES DE MAÍZ INCLUYENDO UN TESTIGO COMERCIAL A 7 DENSIDADES DE POBLACIÓN.

GENOTIPO	PLANTAS POR HECTÁREA						
	30,000	40,000	50,000	60,000	70,000	80,000	95,000
1- POZA RICA - 7531	1.430	1.360	1.060	0.956	0.853	0.775	0.553
2- POZA RICA - 7429	1.550	1.070	1.070	0.795	0.795	0.629	0.763
3- POZA RICA - 7424	1.710	1.240	1.000	0.994	0.937	0.952	0.903
4- LA MÁQUINA - 7422	1.130	1.060	1.000	0.936	0.761	0.739	0.707
5- GEMIZA - 7421	1.400	1.290	1.130	0.956	0.872	0.804	0.609
6- ANTIGUA X REP. DOMINICANA.	1.310	0.980	1.020	1.000	0.372	0.848	0.818
7- CENTA MI-B	1.240	1.100	0.980	0.955	0.889	0.804	0.708
8- NK - 991	1.500	1.110	0.930	0.674	0.666	0.619	0.400
9- EMPUESTO - 2	1.190	1.230	1.000	0.956	0.526	0.300	0.730
10- I C T A - 51	1.500	1.040	1.000	0.956	0.391	0.343	0.369
MEDIA	1.410	1.150	1.020	0.913	0.841	0.805	0.719

CUADRO. 21 INDICE DE MAZORCA EN 10 MATERIALES GENÉTICOS COMERCIALES DE MAÍZ A 7 DENSIDADES DE POBLACIÓN.

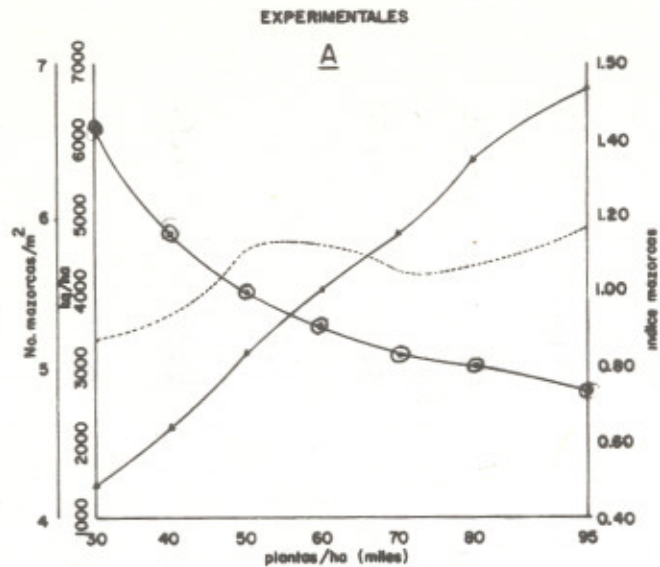
GENOTIPO	PLANTAS POR HECTÁREA						
	30,000	40,000	50,000	60,000	70,000	80,000	95,000
1- H-3	1.100	1.070	0.970	0.787	0.639	0.752	0.565
2- H-5	1.290	1.150	1.090	0.979	0.777	0.745	0.745
3- T-30	1.060	0.980	0.930	0.915	0.839	0.867	0.848
4- X-304	1.060	1.170	1.000	0.875	0.826	0.750	0.800 ⁴⁵
5- X-306	1.150	0.980	0.920	0.777	0.750	0.727	0.733
6- HS-1	1.060	1.020	0.850	0.830	0.625	0.575	0.545
7- T-27	1.130	1.015	1.000	0.916	0.791	0.750	0.659
8- OAXAQUEÑO	1.280	1.100	0.940	0.932	0.795	0.814	0.786
9- I C T A TROPICAL - 101	1.380	1.060	0.980	0.812	0.638	0.587	0.610
10- I C T A - BI C ₄ - (TESTIGO)	1.140	1.150	1.020	0.875	0.848	0.717	0.674
MEDIA	1.200	1.070	0.930	0.871	0.763	0.718	0.701

CUADRO. 22 NÚMERO DE MAZORCAS POR M² DE 10 MATERIALES GENÉTICOS EXPERIMENTALES DE MAÍZ INCLUYENDO UN TESTIGO COMERCIAL A 7 DENSIDADES DE POBLACIÓN.

GENOTIPO	PLANTAS POR HECTÁREA						
	30,000	40,000	50,000	60,000	70,000	80,000	95,000
1- POZA RICA - 7531	4.29	5.44	5.30	5.74	5.97	6.20	5.25
2- POZA RICA - 7429	4.65	4.28	5.35	4.77	5.57	6.63	7.24
3- POZA RICA - 7424	5.13	4.96	5.00	5.96	6.51	5.62	5.58
4- LA MÁQUINA - 7422	3.39	4.21	5.00	5.50	5.33	5.91	7.40
5- GEMIZA - 7421	4.20	5.16	5.65	5.74	6.10	6.43	5.79
6- ANTIGUA X REP. DOMINICANA.	3.93	3.92	5.10	6.00	6.10	6.73	7.77
7- CENTA MI-B	3.72	4.40	4.90	5.73	6.22	6.43	6.73
8- NK - 991	4.50	4.44	4.90	4.04	4.66	5.19	3.80
9- COMPUESTO - 2	3.57	4.92	5.00	5.75	5.78	6.40	7.41
10- I C T A - BI C ₄ - (TESTIGO)	4.77	4.16	5.00	5.74	6.24	6.78	3.26
	—	—	—	—	—	—	—
MEDIA	4.23	4.60	5.10	5.51	5.89	6.14	6.33

CUADRO. 23 NÚMERO DE MAZORCAS POR M² EN 10 MATERIALES COMERCIALES DE MAÍZ A 7 DENSIDADES DE POBLACIÓN.

GENOTIPO	PLANTAS POR HECTÁREA						
	30,000	40,000	50,000	60,000	70,000	80,000	95,000
1- H-3	3.30	4.28	4.85	4.72	4.82	6.02	5.37
2- H-5	3.97	4.60	5.45	5.87	5.44	5.96	7.03
3- T-80	3.18	3.92	4.90	5.49	6.22	6.94	8.06
4- X-304	3.18	4.68	5.00	5.25	5.78	6.00	7.60
5- X-306	3.45	3.92	4.60	4.66	5.25	5.82	7.44
6- HS-1	3.18	4.08	4.25	4.98	4.38	4.60	5.18
7- T-27	3.39	4.06	5.00	5.50	5.54	6.00	6.26
8- OAXAQUEÑO	3.34	4.40	4.70	5.59	5.57	6.51	7.47
9- I C T A TROPICAL - 101	4.14	4.24	4.90	4.27	4.47	4.70	5.80
10- I C T A - BI C ₄ - (TESTIGO)	4.32	4.60	5.10	5.25	5.94	5.74	6.40
MEDIA	3.60	4.28	4.90	5.23	5.34	5.74	6.66



REFERENCIAS:

- Rendimiento
- ▲— No. mazorcas/m²
- Índice de mazorca

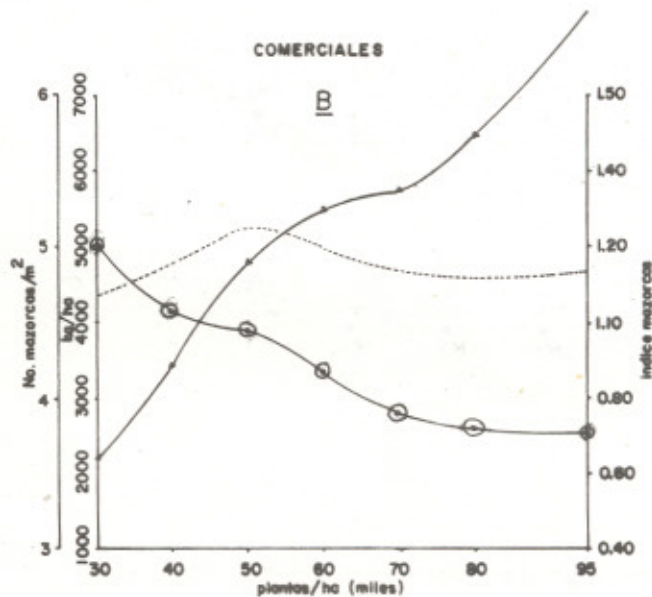


Fig. 7: Efecto de 7 densidades de poblacion en el rendimiento de grano en kg/ha, no. de mazorca/m² y el indice de mazorca en materiales geneticos experimentales (A) y comerciales (B)

CUADRO. 24 KILOGRAMO POR PARCELA EN 10 MATERIALES GENÉTICOS EXPERIMENTALES DE MAÍZ INCLUYENDO UN TESTIGO COMERCIAL.

TRATAMIENTO	RÉPLICA I	RÉPLICA II	RÉPLICA III	TOTAL	MEDIA	
1- POZA RICA-7429	38.243	40.095	31.343	109.681	36.560	A
2- ICTA-BI C ₁ - (TESTIGO)	39.212	34.899	34.477	108.588	36.196	A B
3- COMPUESTO-2	35.825	36.274	31.223	103.322	34.440	A B C
4- CENTA MI-B	36.689	36.377	29.002	102.068	34.022	A B C
5- ANTIGUA x REP. DOMINICANA	33.257	32.667	34.433	100.357	33.452	A B C
6- LA MÁQUINA-7422	34.506	33.863	28.336	96.705	32.235	A B C
7- POZA RICA-7424	33.482	33.195	27.895	94.572	31.524	A B C
8- GEMIZA-7421	27.359	29.846	36.414	93.619	31.206	A B C
9- POZA RICA-7531	30.235	32.293	25.366	87.894	29.298	C
10- NK - 991	13.798	11.873	19.137	44.808	14.936	D

67

NOTA: LOS MATERIALES GENÉTICOS QUE TIENEN LA MISMA LETRA SON ESTADÍSTICAMENTE IGUALES CON EL 5% DE GRADO DE SIGNIFICANCIA.

CUADRO. 25 KILOGRAMO POR PARCELA EN 10 MATERIALES GENÉTICOS COMERCIALES DE MAÍZ.

TRATAMIENTO	RÉPLICA I	RÉPLICA II	RÉPLICA III	TOTAL	MEDIA	
1- T-80	42.114	40.181	39.213	122.138	40.713	A
2- X-304	39.183	39.259	39.465	117.907	39.302	A B
3- H-5	37.986	36.893	31.788	106.667	35.555	A B C
4- CAXAQUEÑO	31.035	43.687	31.703	106.425	35.475	B C D
5- X-306	36.442	33.015	33.620	103.077	34.359	B C D
6- H-3	36.110	29.610	33.187	98.905	32.968	C D
7- T-27	35.008	29.577	33.514	98.099	32.699	C D
8- I C T A -BI C ₁₁ (TESTIGO)	34.100	33.458	30.163	97.72	32.573	C D
9- I C T A TROPICAL-101	31.423	29.953	30.120	91.556	30.510	C D
10- HS-1	27.861	32.377	26.626	88.864	29.621	D

50

NOTA: LOS MATERIALES GENÉTICOS QUE TIENEN LA MISMA LETRA SON ESTADÍSTICAMENTE IGUALES CON EL 5% DE GRADO DE SIGNIFICANCIA.

CUADRO. 26 ANÁLISIS DE VARIANZA DEL EFECTO COMPARATIVO ENTRE 10 MATERIALES GENÉTICOS COMERCIALES.

FUENTES DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD	SUMATORIA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	FC	FT	SIGNIFICANCIA
TOTAL	29	534.37	-----			
REPETICIONES	2	29.53	14.76	1.58	3.55	NS
TRATAMIENTOS	9	337.64	37.52	4.033	2.47	*
ERROR	18	167.20	9.209			

CUADRO. 27 ANÁLISIS DE VARIANZA DEL EFECTO COMPARATIVO ENTRE 10 MATERIALES GENÉTICOS EXPERIMENTALES DE MAÍZ INCLUYENDO UN TESTIGO COMERCIAL.

FUENTES DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD	SUMATORIA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	FC	FT	SIGNIFICANCIA
TOTAL	29	3700.43	-----			
REPETICIONES	2	73.666	36.833	3.65	3.55	*
TRATAMIENTOS	9	3445.740	382.27	38.096	2.47	*
ERROR	18	180.932	10.05			

* EXISTE DIFERENCIA SIGNIFICATIVA ENTRE TRATAMIENTOS Y REPETICIONES CON 5% DE NIVEL DE SIGNIFICANCIA.

NS = NO EXISTE SIGNIFICANCIA AL 5% DE NIVEL DE SIGNIFICANCIA.

Estos datos son propiedad del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas y se publican con la debida autorización.

5. DISCUSION

Para este estudio se utilizó un diseño circular sistemático, considerando las ventajas de poder evaluar un gran número de tratamientos en poco espacio. Se incluyeron 10 materiales genéticos y siete densidades de población en cada círculo, lo que equivale a 70 tratamientos evaluados en un área de 378.06 m^2 por repetición. En cuanto a las limitaciones de este diseño, se pueden citar las de carácter agronómico y estadístico, Entre las primeras se dificulta la fertilización óptima por tratamiento de densidad, ya que si se considera el criterio de aplicar la misma cantidad de elementos por unidad de área, las plantas en las densidades más altas estarían en desventaja, aunque es lógico suponer que el mayor número de plantas requerirá mayor cantidad de fertilizante. Las desventajas de índole estadística, consisten en la falta de aleatorización entre tratamientos de densidades y el tamaño diferente de parcela para cada densidad, lo cual es más notable en las densidades altas que tienen tamaño considerablemente más pequeño que las densidades bajas.

Para minimizar el efecto que plantea la disponibilidad no uniforme de fertilizante, se consideró aplicar una fertilización nitrogenada de manera que cada planta tuviera igual cantidad de nitrógeno, tomando como base la dosis de 100 kg de "N"/ha en una población de 44,000 plantas/ha. Se asume que los otros elementos nutritivos se encuentran en disponibilidad adecuada para el ámbito de poblaciones estudiadas.

En cuanto a las limitaciones estadísticas existe evidencia ex

perimental de que los efectos en la medición de los tratamientos no es significativamente diferente en los resultados obtenidos en un diseño tradicional (Velasco, 1973).

Antes de entrar a discutir los resultados en base a los objetivos planteados, debe destacarse que el grupo de los materiales genéticos comerciales tuvo en este ensayo un mayor rendimiento - que los materiales genéticos experimentales (4815 vs 4288 kg/ha). Este resultado puede explicarse por el hecho de que ocho de los 10 materiales genéticos estudiados en el grupo de los comerciales fueron híbridos, mientras que en el de los experimentales hubo - nueve variedades de libre polinización. Se sabe que el sistema - de hibridación favorece ~~al~~ el rendimiento sobre los de mejoramiento de poblaciones de libre polinización, debido a un mejor aprovechamiento de la acción genica dominante y sobredominante (heterosis)

En cuanto al primer objetivo de este estudio, consistente en determinar la densidad de población óptima para máximo rendimiento potencial y práctico, los resultados obtenidos demuestran que para los materiales genéticos experimentales el rendimiento por - densidad se ajustó a un modelo de regresión lineal. Esto sugiere que, entre los límites estudiados los rendimientos aumentan en - relación directa al incremento de la densidad de población. E l comportamiento lineal de los rendimientos sugiere que existe potencial genético para rendimiento, aunque desde el punto de vista práctico el porcentaje de acame constituye la mayor limitante para capitalizar este potencial. En la Fig. 6 se aprecia un porcentaje de acame medio de 34.90% a partir de 60,000 plantas/ha. Se infiere que a partir de esta densidad, los rendimientos se afectarán - drásticamente por consecuencia del acame. Por lo tanto, aunque el rendimiento óptimo potencial del grupo fue en 95,000 plantas/ha, el rendimiento óptimo práctico se obtendrá en una densidad mucho - menor.

Para el grupo de materiales genéticos comerciales el ajuste de

regresión más adecuado fue un modelo cuadrático en donde 63,000 - plantas/ha constituyó la densidad óptima para máximo rendimiento - potencial. Similarmente a lo observado en los materiales genéticos experimentales el porcentaje de acame para las densidades mayores de 60,000 plantas/ha, fue de 40.17% en promedio.

La densidad óptima para máximo rendimiento práctico se determinó descartando los rendimientos obtenidos en las densidades mayores de 70,000 plantas/ha. Al observar los resultados obtenidos de los ajustes de regresión de los rendimientos, dentro del nuevo ámbito - de densidades, se aprecia que ambas son cuadráticas, siendo el valor óptimo para los experimentales de 60,000 plantas/ha y para los co--merciales de 52,000 plantas/ha. Al igual que sucedió para rendimientos máximos potenciales, en los experimentales la densidad óptima - fue más alta, sugiriendo mayor eficiencia de producción de esos materiales genéticos. Sin embargo, se observan diferencias en el comportamiento individual de cada material genético para la densidad - óptima de máximo rendimiento potencial y práctico (Cuadro 5). Por ejemplo, en los experimentales: La Máquina-7422, Poza Rica-7424, - Antigua X República Dominicana y Centa M1-B demostraron un ajuste - lineal para rendimiento potencial, mientras que los otros materiales genéticos se ajustaron mejor individualmente a un modelo cuadrático. En cuanto a la densidad óptima para rendimiento práctico, sin embargo, sólo Poza Rica-7424 mantuvo el comportamiento lineal, mientras que los otros demostraron mayor ajuste al modelo cuadrático.

En el grupo de los materiales genéticos comerciales el comportamiento individual demuestra que los híbridos de grano blanco: H-3, HS-1, T-27 e ICTA-Tropical-101, tienen su máximo rendimiento práctico entre 47 y 52 mil plantas/ha, aunque la densidad para rendimiento máximo potencial muestra marcada diferencia entre 41 a 58 mil - plantas/ha. Estos datos reflejan que la densidad recomendada por el ICTA de 44,000 plantas/ha se acerca notablemente al valor estimado en el ajuste de regresión. En cuanto a los híbridos amarillos T-80, X-304 y X-306, ambas densidades para rendimiento óptimo potencial y

práctico, resultan mayores que para los híbridos blancos. En cuanto al ICTA-B1 que se utilizó de testigo en ambos grupos, se infiere de los resultados que su densidad óptima para rendimiento potencial y práctico son similares, habiéndose encontrado para ambos casos 65 y 70 mil plantas/ha respectivamente. Es interesante resaltar que el comportamiento del ICTA-B1 y el de las variedades experimentales desarrolladas en CIMMYT demuestra una mayor eficiencia de producción asociada a su menor tamaño de altura de planta.

En cuanto al mayor porcentaje de acame en los materiales comerciales, se explica como consecuencia de la mayor altura de planta. Es posible que la mayor producción reflejada en mazorcas de mayor peso (se observa un mayor rendimiento en los materiales genéticos comerciales asociado a un menor índice de mazorca) haya contribuido también al acame.

Se sugiere que los materiales genéticos experimentales mostraron menor índice de acame por tener plantas de menor altura. Este comportamiento coadyuvó que la densidad para rendimiento óptimo-práctico fuera más baja para los genotipos comerciales que para los experimentales.

El comportamiento con tendencia lineal observado en los materiales genéticos experimentales puede explicarse como resultado de una mayor eficiencia por planta. Apoyando este planteamiento, puede mencionarse que la mayoría de los materiales genéticos experimentales provienen del programa del CIMMYT, en el cual la selección de rendimiento se encuentra asociada a la selección hacia plantas bajas, característica que tiende a mejorar la producción por planta.

Los híbridos comerciales probados, sin embargo, han sido desarrollados en base al criterio de rendimiento, dándole menor importancia al criterio de plantas bajas.

En cuanto al segundo objetivo de esta investigación, consis--

tente en determinar cómo varían los componentes peso de 100 granos y número de granos/m² en cada densidad, los resultados sugieren que el número de granos/m² contribuye más al rendimiento que el peso del grano a cualquiera de las densidades estudiadas (Fig. 5).

El número de granos/m² tuvo un comportamiento casi paralelo al rendimiento en las distintas densidades, mientras que el peso de 100 granos, tiende a ser más estable. Los análisis de correlación entre estas variables y el rendimiento, también así lo demuestran. Se observan valores de correlación superiores a 0.90 para el número de granos/m² y rendimiento, comparados a valores inferiores a 0.60 para la correlación de peso de 100 granos y rendimiento.

Los componentes peso de 100 granos y número de granos/m² se consideraron como componentes únicos de rendimiento, ya que rendimiento por área puede definirse en base al número de granos producidos en dicha área y el peso de cada grano.

El peso y número de granos por planta puede variar según se cambian las densidades de población, pero desde el punto de vista de rendimiento por unidad de área, el concepto de producción de la comunidad de plantas en dicha área, puede explicar mejor el rendimiento unitario y no el comportamiento individual de cada planta.

Conviene resaltar que el comportamiento del número de mazorcas por unidad de superficie, aumentó conforme se aumentó la densidad de población (Cuadro: 22 y 23). Comparando esta observación con la reducción del índice de mazorca según se aumentaron las densidades, se deduce que el número de mazorcas de la comunidad de plantas (por superficie), aumenta a pesar de que el número de mazorcas por planta disminuye.

Considerando el rendimiento por superficie, estos resultados -

sugieren que existe una fuerte limitación en la inhabilidad de las plantas a producir mazorca ante la competencia a altas densidades de población. Interpretando los componentes peso de 100 granos, - número de granos/m² y número de mazorcas/m², se observa que el rendimiento unitario se encuentra más asociado al número de granos/m² que a los otros componentes; lo que indica que el número de mazorcas/m², indujo a producir mayor número de mazorcas pero más pequeñas. Entonces, si el número de granos/m² es una función más determinante en el rendimiento, la estrategia para aumentar los rendimientos a altas densidades, deberá estar dirigida a minimizar el porcentaje de plantas sin mazorcas a altas densidades, o bien con aumentar el número de granos en las mazorcas producidas. Desde el punto de vista de la utilización de la energía disponible, parece más apropiado hacer que produzcan las plantas sin mazorca, que aumentar el número de grano por mazorca en las que ya han demostrado un aprovechamiento de la energía disponible. Esta estrategia puede lograrse en base a selección de plantas con habilidad de producir mazorcas a altas densidades o mediante el abastecimiento de mayores cantidades de nutrientes a las utilizadas en este experimento o bien efectuando la corrección de los elementos faltantes. Estas últimas prácticas, sin embargo, puede provocar que las plantas crezcan más, lo que ocasionaría un mayor porcentaje de acame.

Los resultados obtenidos en relación a los días a la floración masculina y femenina, demuestran la tendencia a ampliarse el intervalo de floración entre las estructuras masculinas y femeninas como consecuencia, principalmente por la demora de la emisión de los pistilos a altas densidades. Cabe resaltar la asociación entre el menor índice de mazorca y la ampliación en el intervalo de emisión de pistilos. Por otro lado, existe evidencia experimental que la mayor aproximación en coincidencia de emisión de polen y estigmas, contribuye al rendimiento en altas densidades (Buren y colaboradores, 1974). Por lo tanto, considerando este criterio en la selección de altas densidades, debe contribuir también a lograr mejores rendimientos.

6. CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en este estudio, que como ya quedó mencionado es de tipo exploratorio, permiten hacer estimaciones de las densidades de población óptima para máximo rendimiento potencial y práctico, en los materiales genéticos utilizados y pueden considerarse válidas únicamente para esta región, época y prácticas agronómicas utilizadas.

Las conclusiones son las siguiente:

1. La densidad óptima para rendimiento máximo potencial y práctico es de 95 y 60 mil plantas/ha para los materiales genéticos experimentales; 60 y 52 mil plantas/ha para los comerciales, - respectivamente.
2. La densidad de población recomendada por ICTA de 44 mil plantas/ha se aproxima notablemente a las densidades óptimas para máximo rendimiento práctico encontradas para las variedades e híbridos siguientes: La Máquina-7422, Antigua X República Dominicana, NK-991, Centa M1-B, H-3, H-5, T-80, X-306, HS-1, e ICTA Tropical-101.
3. La densidad óptima para máximo rendimiento práctico, en el resto de materiales genéticos evaluados, oscila entre 64 y 70 mil plantas/ha.
4. El número de granos/m² es el componente más asociado al rendimiento.

5. El peso de 100 granos se mantuvo estable a través de las densidades de población estudiadas.
6. El número de mazorcas/m² demostró una tendencia a aumentar - conforme se aumentó la densidad de población, mientras que el índice de mazorcas por planta se redujo.
7. El intervalo de emisión de polen y estigmas se incrementó al aumentar la densidad de población, afectándose más la floración femenina.
8. Se recomienda que la estrategia a seguir en programas de mejoramiento para aumentar el rendimiento, se considere la selección bajo condiciones de altas densidades de población, a plantas con capacidad para producir mazorca y con una alta aproximación en la coincidencia en la emisión de polen y estigmas.

A P E N D I C E

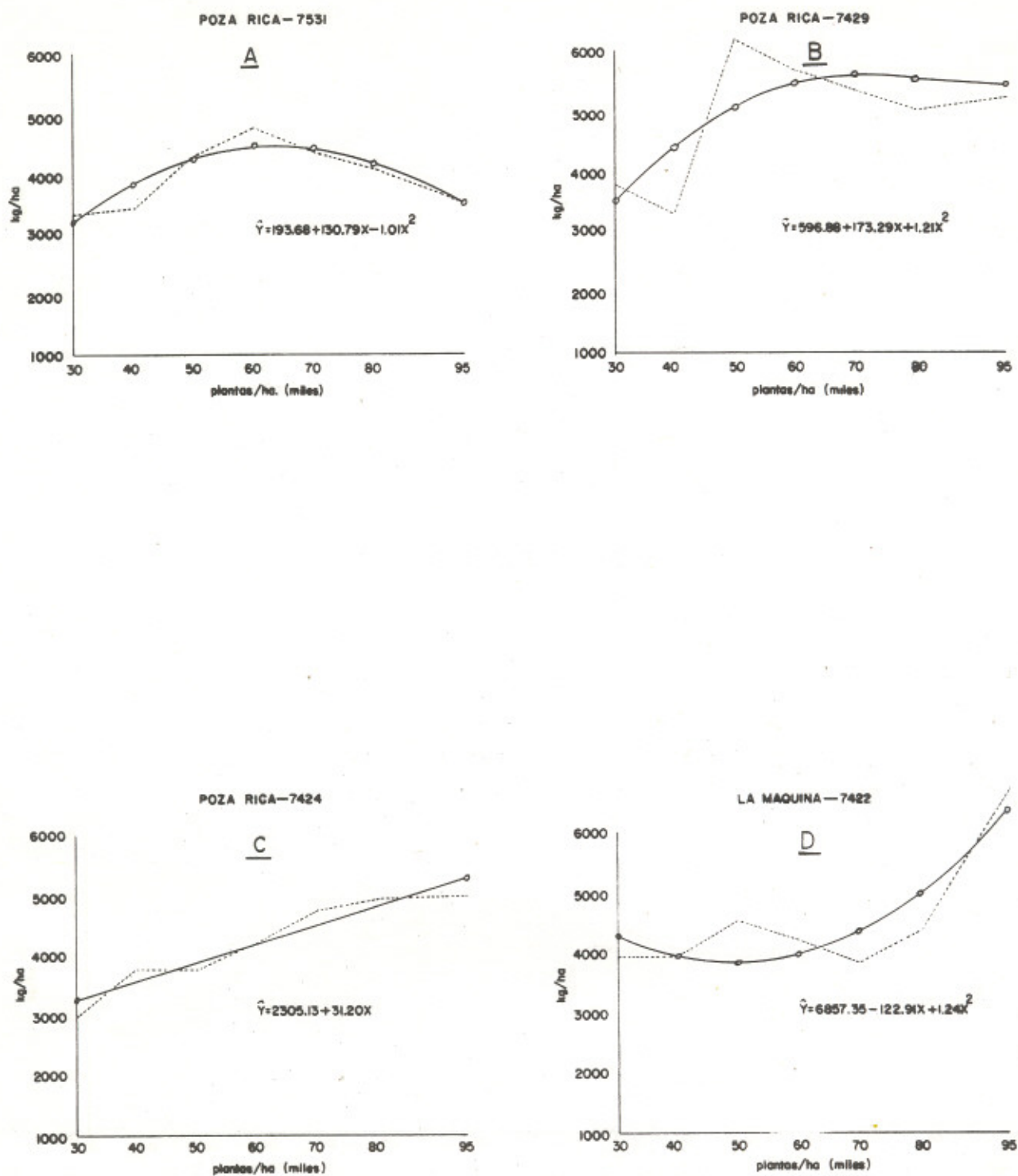


Fig. 8 Efecto de 7 densidades de población en el rendimiento de las variedades Poza Rica-7531 (A), Poza Rica-7429 (B), Poza Rica-7424 (C) y La Maquina-7422 (D)

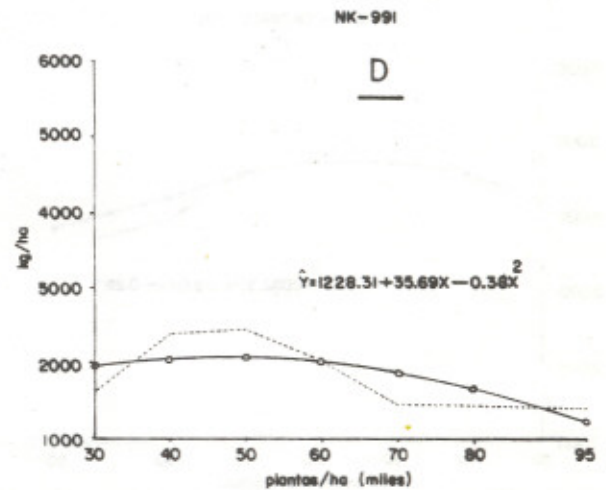
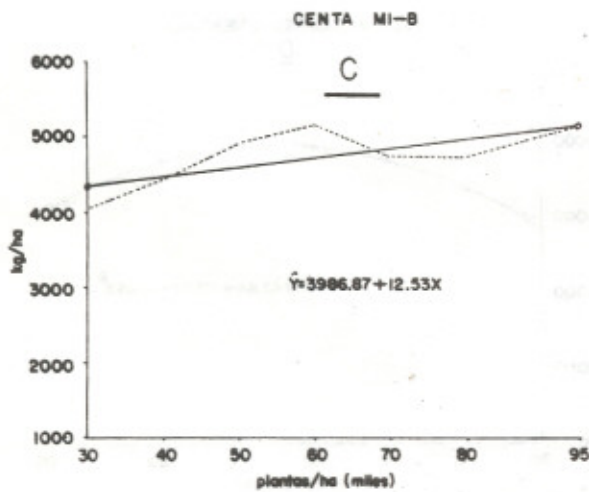
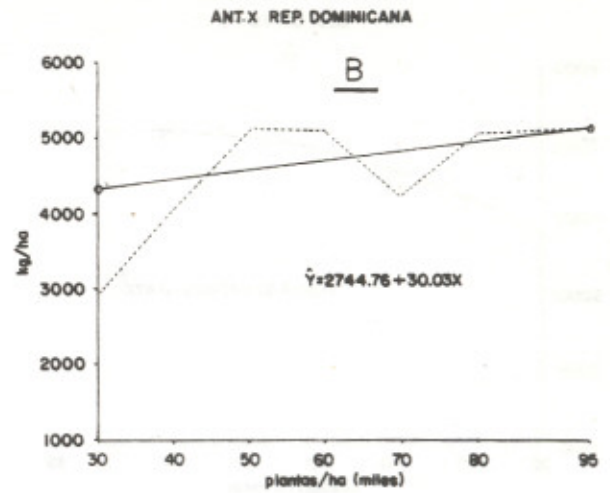
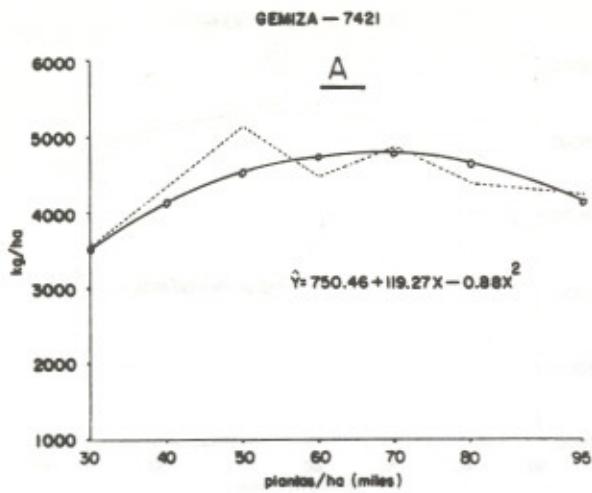


Fig. 9 Efecto de 7 densidades de poblacion en el rendimiento de las variedades Gemiza-7421 (A), Ant. x Rep. Dominicana (B), Centa MI-B (C) y el

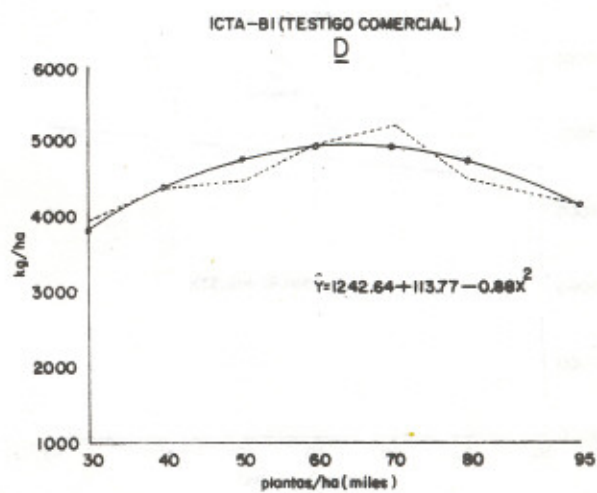
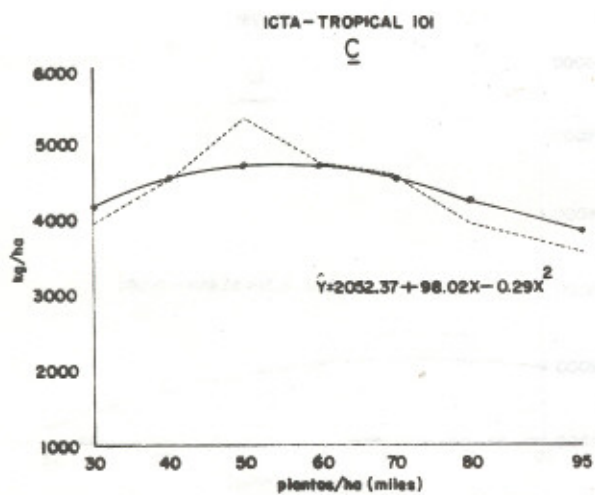
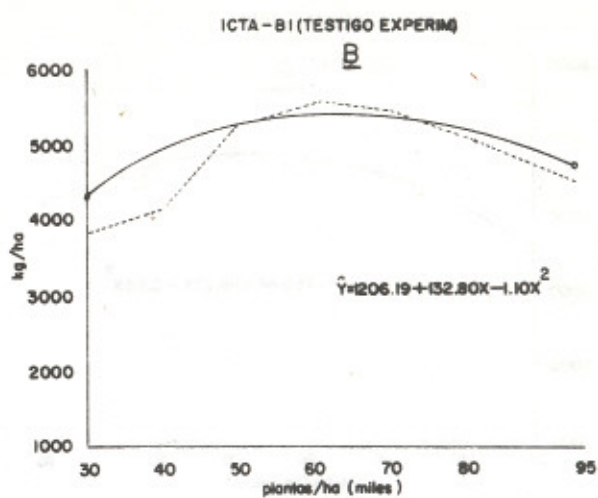
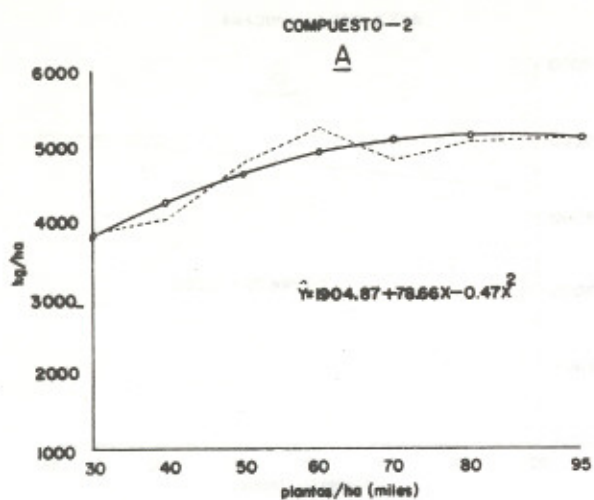


Fig. 10 Efecto de 7 densidades de poblacion en el rendimiento de las variedades Compuesto-2 (A), ICTA-BI (testigo experimental) (B), ICTA-tropical-IOI (C) e ICTA-BI (testigo comercial) (D)

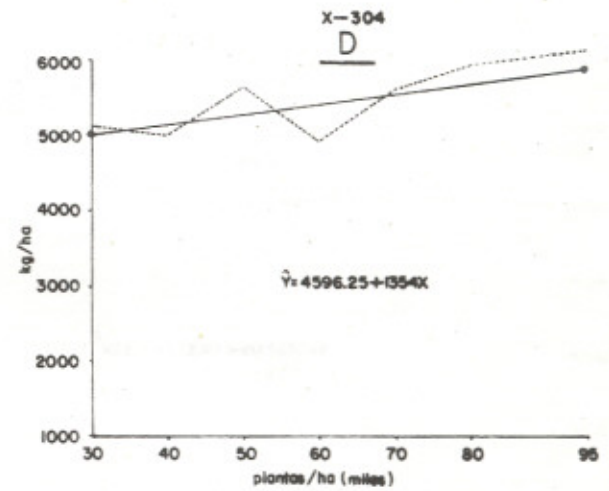
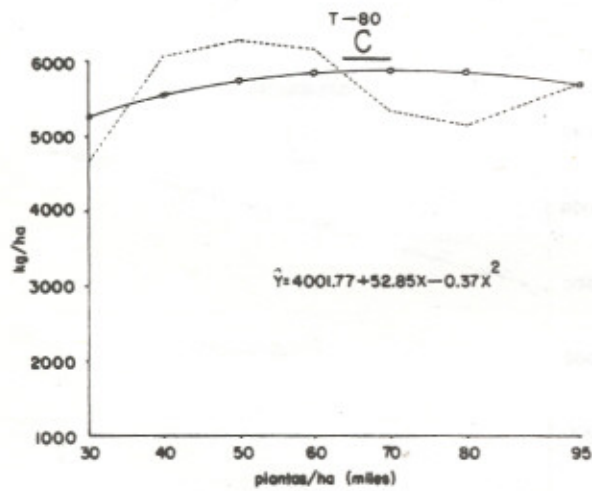
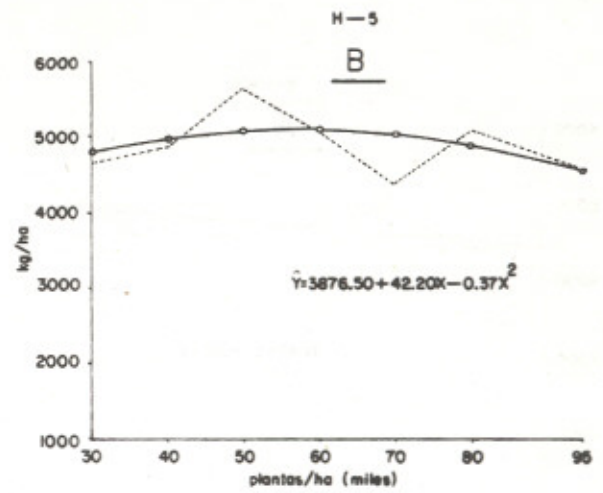
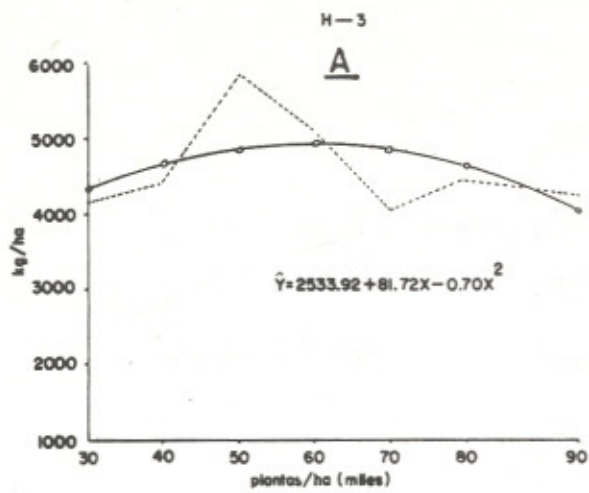


Fig. II Efecto de 7 densidades de poblacion en el rendimiento de los híbridos H-3 (A), H-5 (B), T-80 (C) y X-304 (D)

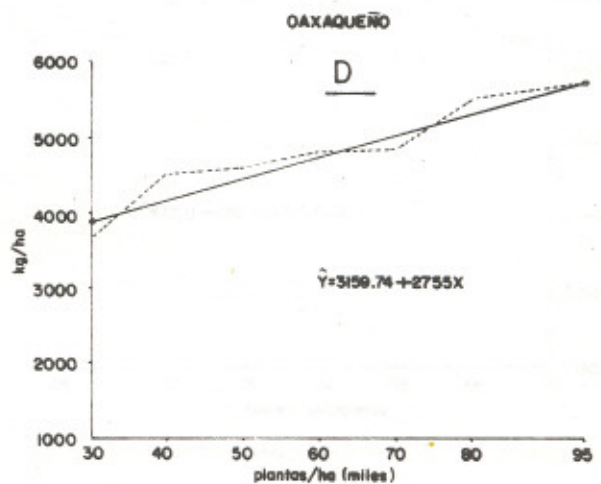
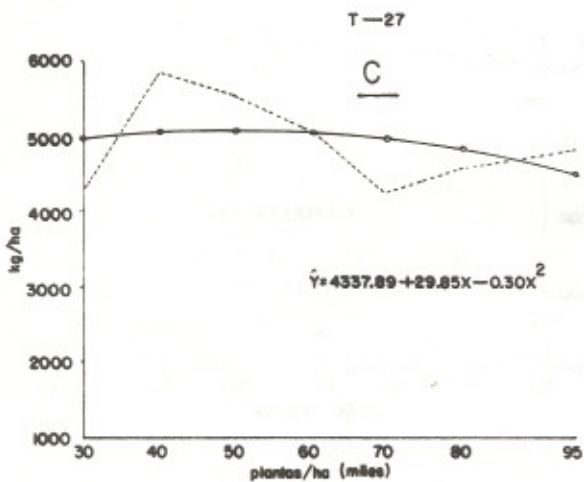
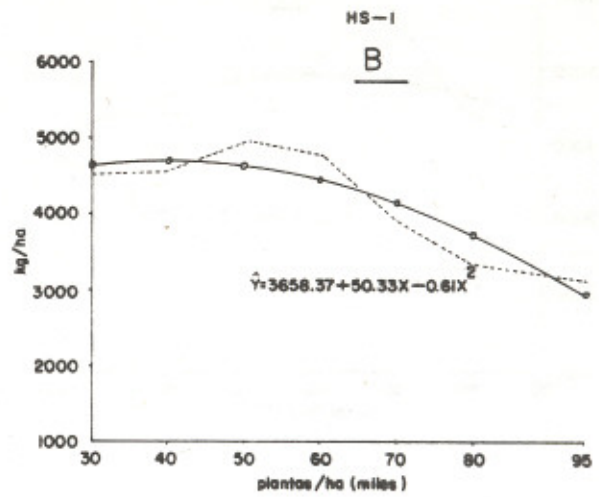
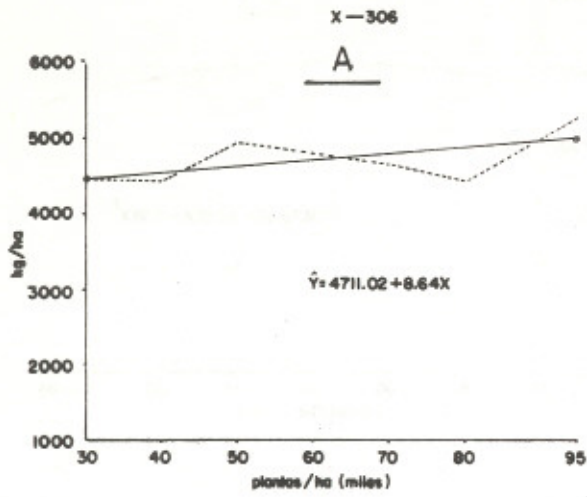


Fig. 12 Efecto de 7 densidades de poblacion en el rendimiento de los híbridos X-306 (A), HS-1 (B), T-27 (C) y la variedad Oaxaqueño (D)

BIBLIOGRAFIA

1. ALESSI, J. y POWER, J.F. Effects of plant population, row spacing, and relative maturity on dryland corn in the northern plains. I. Corn forage and grain yield. In: Crop Sci. 2:316-319, 1974.
2. ARIAS R. Y BARAHONA M. Efectos de dos métodos de siembra (surcos sencillos y surcos dobles) a dos densidades de población, sobre el rendimiento de grano de las variedades H-8 y CENTA M1-B, en El Salvador C.A. En: XXII reunión Anual del PCCMOA. San José, Costa Rica Julio 1976. 15 p.
3. BOLAÑOS M. , SANCHEZ H. Y POEY F. Interacción de rendimiento de grano con fenotipos contrastantes de maíz a diferentes densidades de población. En: VI Reunión de Maiceros de la Zona Andina, Maracay Venezuela, Sep. 22-28, 1974.
4. BUREN, L.L. et al. Morphological and physiological traits in maize associated with tolerance to high plant density. In: Crop Sci. 3:426-428, 1974.
5. DELORIT R.J. Y ALGHREN H.L. Crop production. New Jersey Prentice Hall Inc. Englewood Cliffs, pp. 68-69, 1959.
6. DUNCAN, W.G. Physiological aspects of crop yield. C.S.S.A , 1969. pp. 327-328.
7. EL-LAKANY, M.A. y RUSSELL W.A. Relationship of maize characters with yield in testcrosses of inbreds at different plant densities. In: Crop-Sci. 11: 698-701. 1971.
8. GUATEMALA, Ministerio de Agricultura, Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas. Informe Anual 1974-75. Guatemala, ICTA, 1976. pp. 12
9. ----- Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas. Informe Anual 1976-1977. Guatemala, ICTA, 1977. 133 p.
10. HOLDRIDGE, L.R. Mapa de zonificación ecológica de Guatemala según sus formaciones vegetales. Guatemala. Minist. Agr. , SCIDA, 1958. 19 p.
11. LAIRD, R.J. et al. Fertilizantes comerciales y densidad óptima de población para maíz de riego en Guanajuato, Querétaro y Michoacán. O.E.E. S.A.A. México D.F. (Folleto Tec. No 26)
12. POEY, F.R. Formación y evaluación de híbridos de maíz tropical con gene Braquítico-2. En IX Reunión de la ALAF, Panamá. Marzo 10-16. 1974. 19 p.
13. ----- Método de parcelas circulares para evaluación de densidades de población en maíz. En XX Reunión Anual del PCCMOA, San Pedro Sula, Honduras, Febrero. 1974. 9 p.
14. ----- El mejoramiento integral del maíz. Rendimiento y valor nutritivo. Hipótesis y métodos. Chapingo, México, Esc. Nac. Agr. 1975. pp. 55. (Tesis Ph. D.)
15. PRIOR, C.L., RUSSEL, W.A. Yield performance of non-prolific maize, hybrids at six plants densities. In: Agronomy Abstracts. Crop Sci. División, 1974. pp. 59

16. RUTGER, J.N. Effect of plant density on yield of inbred lines and single crosses of maize (*Zea mays*, L.) In: Crop Sci. 4: 482-486. 1974.
17. SANDOVAL, S.A.A. Heterosis y Componentes de rendimiento en ocho cruza raciales de maices mexicanos y del Caribe. Chapingo, México, Esc. Nac. Agr. 1954. 35 p. (Tesis Mag. Sc.)
18. SIMMONS, Ch.S., TARANO L. y RINCO, J. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la República de Guatemala. Guatemala, Ministerio de Educación Pública. Ed. "José Fineda Ibarra" y Ministerio de Agricultura, IAN - SCIDA. 1959. 1000 p.
19. VELASCO, F. Correlación entre dos procedimientos experimentales de evaluación de densidad de población en maíz. Chapingo, México, Esc. Nac. Agr. 1973 (Tesis Ing. Agr.)
20. BHIGHAL, D.K. y COLLEY, D.G. Effect of leaf orientation, leaf area, and plant densities on corn production. In Crop Sci. 4:482-486. 1974.

U. B. 

PALMIRA R. DE QUAN
JEFE CENTRO DE DOCUMENTACION
E INFORMACION AGRICOLA

3/mov/77

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apartado Postal No. 1545

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Referencia

Asunto

IMPRIMASE:



Ing. Agr. Rodolfo Estrada G.
DECANO EN FUNCIONES.