

ESCUELA NACIONAL DE AGRICULTURA Y GANADERIA  
MANAGUA, NICARAGUA, C. A.

EFECTO DE LA DENSIDAD DE POBLACION Y FERTILIZACION EDAFICA  
N, P, K, SOBRE EL RENDIMIENTO DEL MAIZ "BRACUITICO-2"

PATRICIO BALLESTEROS SAKES

TESIS

1972

ESCUELA NACIONAL DE AGRICULTURA Y GANADERIA  
MANAGUA, NICARAGUA, C. A.

EFFECTO DE LA DENSIDAD DE POBLACION Y FERTILIZACION EDAFICA  
N, P, K, SOBRE EL RENDIMIENTO DEL MAIZ "BRAQUITICO-2

POR

PATRICIO BALLESTEROS SAKES

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el  
grado profesional de Ingeniero Agrónomo.

APROBADA:

  
Asesor Principal

Fecha

  
Director de la Escuela

Fecha

  
Jefe del Departamento

Fecha

1972

## DEDICATORIA

- A : Mis Padres  
Gonzalo Ballesteros M.  
Adelina Sares A.
- A : Mis Hermanos  
Gladys y Néstor Ballesteros
- A : Sara e Hipatia Ballesteros
- A : Sonia

## AGRADECIMIENTO

El autor desea expresar su sincero agradecimiento:

Al :           Ing. Miguel Andrade Marín, guía y forjador de generaciones.

A los :       Ings. Humberto Tapia B., M. S., Noel Zúñiga A., M. S., por su valioso y oportuno asesoramiento.

A los:       Ings. Frank Sequeira y Livio Saenz por su acertada dirección y cooperación en el trabajo de campo.

Al:           Ing. Mario Gutiérrez por haber permitido utilizar su finca y todas las facilidades que contribuyeron a la realización del presente trabajo.

Al:           Programa de Mejoramiento de Maíz y Sorgo del Ministerio de Agricultura y Ganadería a través del cual se canalizaron las gestiones para el establecimiento del ensayo.

A :           Todos sus profesores de la Escuela Nacional de Agricultura y Ganadería que brindaron su aporte para la formación profesional.

## CONTENIDO

SECCION	Página
INDICE DE CUADROS .....	IV
INDICE DE FIGURAS .....	V
I INTRODUCCION .....	1
II OBJETIVOS .....	3
III REVISION DE LITERATURA .....	4
IV MATERIALES Y METODOS .....	11
V RESULTADOS EXPERIMENTALES .....	15
VI DISCUSION .....	19
VII CONCLUSIONES .....	22
VIII RESUMEN .....	23
IX LITERATURA CITADA .....	25
X APENDICE .....	28

## INDICE DE CUADROS

CUADRO	Página
1 Análisis físico y químico del suelo. Los Altos, Masaya. 1971-A. ....	11
2 Tratamientos aplicados en el ensayo. Los Altos, Masaya. 1971-A. ....	14
3 Rendimientos, porcentajes de plantas sin mazorcas y rangos de significancia estadística de los tratamientos del ensayo. Los Altos, Masaya. 1971-A. ....	18
4 Análisis de varianza y coeficientes de regresión del rendimiento de grano de los tratamientos del ensayo. Los Altos, Masaya. 1971-A. ....	29

## INDICE DE FIGURAS

FIGURA	Página
1. Superficie de respuesta originada por los rendimientos de grano de los tratamientos del ensayo. Los Altos, Masaya. 1971-A ....	30

## INTRODUCCION

El area sembrada con maiz en Nicaragua, ha experimentado incrementos considerables, aunque no sucede igual con el rendimiento promedio de grano que es de 1.000 kilogramos por hectárea, aproximadamente. La necesidad de conseguir mayor producción, implica el uso eficiente de prácticas culturales que solucionen problemas a que se enfrenta el agricultor, de modo que le permitan a éste, recuperar la inversión y obtener cierto margen de utilidad.

Los recientes adelantos en el control de malezas y plagas, dejan que el acame persista como problema en el cultivo del maiz; haciendo que la producción y las ganancias disminuyan.

Muchos sembradores de maiz están interesados en cultivar plantas más pequeñas, que posean resistencia al acame y que a la vez permitan aumentar la población por unidad de superficie. Una forma de conseguirlo será a través del uso de genes que reducen la altura normal de la planta de maiz. Uno de estos genes es el recesivo "Bracúitico-2.

Este maiz enano se caracteriza por tener los entrenudos inferiores más cortos que en la planta normal. El número de entrenudos y hojas es el mismo en los híbridos enanos que en los normales; que con excepción del tamaño posee características similares de planta.

Con el objeto de determinar el equilibrio óptimo entre varios factores de producción y la respuesta del maiz Bracúitico-2 a las condiciones prevaletientes en Nicaragua; se realizó el presente estudio, de la influencia ejercida por las



diferentes distribuciones de plantas y niveles de fertilización edáfica sobre el rendimiento del maíz Braquítico-2, usando para esto la variedad Tropicano-70, maíz enano de origen mexicano y de período vegetativo tardío.

## OBJETIVOS

Los objetivos planteados con este experimento son:

1. Determinar la distancia entre surcos y entre plantas más apropiada para obtener los mayores rendimientos de grano.
2. Establecer el nivel de fertilización N, P, K, óptimo.

## REVISION DE LITERATURA

La densidad y distribución óptima de plantas es quizás uno de los más importantes factores para lograr rendimientos máximos de maíz. La eficiente utilización y aprovechamiento de los varios factores ambientales de desarrollo y crecimiento de la planta por ejemplo: luz solar, aire, así como humedad y fertilidad del suelo, también depende de la óptima densidad y distribución de plantas en el campo. Otros factores como la incidencia de malezas, acame, enfermedades, plagas y demás son influidas considerablemente por la densidad y distribución óptima de plantas (2).

El maíz es una planta que necesita mayor proporción de los factores ambientales y mayor fertilidad del suelo, para alcanzar mejor desarrollo y crecimiento, así como también el mejor rendimiento por planta. La mayor distancia, ciertamente favorece individualmente a la planta considerada con respecto a su ambiente y rendimiento, sin embargo, no existe la misma relación para el mejor rendimiento por hectárea (6, 7, 8 y 9).

La distancia de 5,0 centímetros entre plantas, origina una alta densidad de población y produce mazorcas pequeñas por planta, pero más alta producción de grano por hectárea en el total. Prácticamente no se puede realizar este tipo de cultivo. Con otras densidades, la distancia de 25,0 centímetros entre plantas correspondiente a 58.000, 60.000 plantas por hectárea, que conducen a la más alta producción de grano. Esta sería una combinación óptima de "número de plantas" con "superficie foliar". A las restantes densidades mayores o menores que la señalada, se produce menor

rendimiento por hectárea. Así la mayor distancia entre plantas produce mayor tamaño de mazorcas, peso de mazorcas, y peso de grano por planta (2).

Como el maíz es sembrado en crecientes densidades de población, la producción normal de cada planta disminuye. No hay duda que esto es causado por un descenso de ayuda de los factores ambientales de la producción, que cada planta está obligada a compartir con sus vecinas competidoras. Pero la producción normal por planta no puede continuar creciendo con poblaciones decrecientes, bajo el punto de donde la presión de competencia no es más el factor de producción limitante. El peso de grano que puede producir una sola planta es limitado por el factor genético y cuando este límite es alcanzado, se observa que una reducción en la población no tiene efecto en la producción por planta (6).

El valor mínimo de la población, probablemente varía con el tamaño y carácter de la planta. Estudios sobre la relación entre la producción normal y la población demostraron que había relación lineal aparente entre el logaritmo de la producción normal de la planta y la población. Ninguno de los datos dió indicación de inclinarse fuera de la relación lineal a altas poblaciones estudiadas. No obstante, parecía haber una tendencia por los valores a muy altas poblaciones, de mayor variación de la línea de regresión que las otras poblaciones. Algunos de estos datos usados, fueron de experimentos con maíz enano o semienano, en el cual la relación lineal continuó a poblaciones de 195.000 plantas por hectárea (6).

Existe una relación lineal negativa del rendimiento sobre

el mayor distanciamiento entre plantas. Dicho rendimiento es más alto con poblaciones de 71.000 plantas por hectárea, bajo condiciones de La Calera, Managua, en ensayo efectuado con dos variedades de maíz (12).

La falta de respuesta ocasional del maíz a la aplicación de grandes cantidades de fertilizantes en suelos de mediana a baja fertilidad, indicaron que las plantas individuales de maíz habían alcanzado toda su capacidad de producción y que no había suficientes plantas por unidad de superficie para hacer uso de la gran cantidad de nutrimentos. Estas observaciones señalan la necesidad de mayores conocimientos de la producción que se puede esperar del maíz híbrido y del número de plantas que deben sembrarse por unidad de superficie en el suelo plenamente abastecido con nutrimentos (9).

El rendimiento de un cultivo es la resultante de un conjunto de factores que en su mayoría pueden modificarse en forma artificial. Dos de estos son: el nivel nutricional del suelo y la competencia que se genera entre las plantas individuales, una vez emergidas (15).

El análisis económico efectuado para los resultados compuestos de un mismo año en diferentes localidades, muestra que en promedio la formulación 64,5-64,5-38,7 kilogramos por hectárea de N, P, K, respectivamente, en conjunto de una población que puede oscilar de 52.500 a 71.000 plantas por hectárea, es posible obtener rendimientos que den margen a cierta utilidad. Estas poblaciones altas por unidad de superficie estarán en relación directa con la intensidad de

precipitación durante la estación lluviosa; factor determinante del éxito que pueda tener una fórmula fertilizante y una densidad de población alta (15).

La mayoría de las plantas de maíz tropical crecen demasiado altas y son vulnerables al acame. Los vientos moderados ejercen mucha fuerza en plantas bien altas. Para mantener la resistencia de la planta y para considerar un nivel más alto de fertilización dirigido a una más alta producción, variedades con plantas de menor tamaño deben ser desarrolladas (4).

Existen dos formas para reducir los efectos adversos del excesivo crecimiento vegetativo. Una de ellas es el uso de hormonas generadoras del desarrollo y otras prácticas agronómicas. La otra manera de reducir el crecimiento vegetativo es por medio de los cruzamientos genéticos (1).

Los híbridos enanos ahora en estudio, han sido producidos introduciendo el factor genético recesivo simple "Braquítico-2" en los tipos normales. Esto se lleva a cabo mediante un programa de cruces regresivos y selecciones. Con excepción de la altura, las líneas enanas resultantes tienen características de planta y mazorca similares a las de las líneas normales correspondientes (10).

Su mayor ventaja es su resistencia al acame. En 1955, maíces enanos de cruce sencillo estaban 100 por ciento erectos al tiempo de la cosecha, mientras que el promedio de las líneas normales era de 45 a 90 por ciento. En 1956, ambos tipos, enanos y normales tenían un promedio de

erección de 100 por ciento al cosecharse a comienzos de Octubre, sin embargo, en parcelas que no fueron cosechadas hasta fines de Noviembre, los híbridos normales promediaron un 38 por ciento y los enanos 99 por ciento. Esta reducción drástica del acame ofrece esperanzas de reducir las pérdidas en tiempo de cosecha, cultivando híbridos enanos (10).

Las curvas de rendimiento de grano contra la densidad, demostraron características similares a las curvas obtenidas con maíz normal en proporciones de siembra en experimentos anteriores. Los rendimientos aumentaron con densidades de 30.000 a 50.000 plantas por hectárea y disminuyeron gradualmente al aumentarse la densidad a 80.000 plantas por hectárea. El aumento en densidad de población produjo un aumento de plantas sin mazorca (14).

Rendimientos más elevados de grano, se obtuvieron con distancias de surcos de 75,0 centímetros ajustando la densidad a 50.000 plantas por hectárea. Distancias más angostas entre surcos requieren una densidad ligeramente más alta para máximo rendimiento. Al efectuar una reducción de la distancia entre surcos, esto no tuvo efectos importantes en plantas sin mazorcas (14).

En general, los rendimientos del Braquítico-2, maíz enano, no aumentaron al aumentarse la densidad de población sobre la que está recomendada para el maíz normal (14). Un informe reciente de Sowell, citado por Pendleton (14), demostró que un tipo de híbrido enano no compacto produce un rendimiento mayor que el híbrido normal con una mayor densidad

de población.

Pruebas de población de híbridos enanos fueron efectuadas. La mayoría de los híbridos alcanzaron un alto nivel de rendimiento cerca de 42.500 plantas por hectárea y le mantuvieron hasta cerca de 55.000 plantas por hectárea. Al incrementar la densidad de población, las mazorcas por planta disminuyeron hasta el nivel de 43.440 plantas por hectárea donde todos los híbridos eran frecuentemente de una mazorca. A mayor densidad de población se notaron plantas sin mazorca por primera vez. La facultad de los enanos de mantener un nivel de rendimiento con una densidad de población excediendo el óptimo, es digno de mención. La tendencia frecuente de los rendimientos es declinar después de sobrepasar la densidad óptima (3).

En 1965, siete destacados híbridos comerciales y siete igualmente modificados de doble cruce, fueron sembrados en una prueba de rendimiento. En todas las comparaciones el promedio de rendimiento de los enanos no difirió significativamente del rendimiento de las plantas normales, pero el acame fué definitivamente menor para los enanos (3).

La mutación semi-enana y compacta, que ocurre en el tallo de Hy2, se caracteriza por una reducción proporcionada en el tamaño de la planta entera. Hy2 normal y compacto de la misma clase tienen tipos comparables en cuanto a su desarrollo (16).

Cuatro años de prueba en la producción de estos tipos semi-enanos y normales de la misma clase, a altos niveles



de fertilidad, con irrigación suplementaria y a diferentes poblaciones, indicó una mayor habilidad de producción de los semi-enanos a su población óptima (130.000 plantas por hectárea). Los compactos también mostraron una singular tolerancia a las presiones de competencia. Pocas, casi ninguna planta fué improductiva bajo condiciones donde la mitad de las plantas normales fueron improductivas (16).

La observación de campo, indicó que las plantas compactas y normales no se distinguieron significativamente en las primeras etapas de su crecimiento. Aunque en la madurez las plantas compactas fueron casi la mitad de altas que las normales. Se avanzó un postulado basado en esta observación y es que las plantas compactas tienen poca vegetación cuando florecen; aunque existió más fotosíntesis en la iniciación de los retoños de maíz y su desarrollo (16).

## MATERIALES Y METODOS

El ensayo, fué sembrado en Los Altos, Masaya el dos de julio y cosechado el seis de noviembre de 1971.

Los suelos de Los Altos están ubicados en la serie Zambrano (ZM), son casi planos a ligeramente inclinados, bien drenados, profundos y moderadamente profundos sobre un estrato endurecido de ceniza volcánica (talpetate) a 60,0 centímetros de profundidad pero fragmentado de modo que obstruye levemente el paso de las raíces, son suelos de la fase de textura franco-arcillosa (11).

El análisis químico del suelo, indica un contenido de Materia Orgánica bajo; Nitrógeno alto; Relación C/N adecuada; Fósforo medio; Potasio alto y pH ligeramente ácido.

Cuadro 1. Análisis físico y químico del suelo del ensayo.  
Los Altos, Masaya - 1971-A. 1/

Textura <u>2/</u>	M. O. %	C.O. %	C/N	N %	P <u>3/</u>	K <u>4/</u>	Na <u>4/</u>	pH <u>5/</u>
F.A.	3.84	2.22	13	0.16	18.1	4.05	0.11	6.1

1/ Análisis efectuados por el laboratorio de suelos de Catastro e Inventario de Recursos Naturales de Nicaragua.

2/ F.A. Franco Arcilloso. 3/ p.p.m. (BKAY). 4/ me/100 gramos. 5/ Pasta.

La precipitación pluvial promedio anual es de 1.000 a 1.500 milímetros. Esta zona casi nunca sufre sequías (15).

Durante el período de vegetación del maíz, se registraron:

Precipitación de 947 milímetros; Temperatura promedio mensual de 27 grados centígrados; Humedad Relativa de 75 por ciento y velocidad del viento de hasta 152 kilómetros por hora, al paso del huracán Irene. 1/

Los campos fueron marcados a mano, para distancias entre surcos de: 25,0; 40,6; 60,5; 80,4 y 92,0 centímetros y distancias entre plantas de: 38,0; 19,0; 23,0; 11,8; 47,0; 12,8; 33,0; 13,8 y 19,4 centímetros. Estas combinaciones originaron un conjunto de poblaciones de 50.000, 64.600, 85.000, 105.400 y 120.000 plantas por hectárea. Se utilizaron cinco formulaciones de fertilizantes, base de los niveles 64,5-64,5-32,0 kilogramos por hectárea de N, P, K, con fuentes de: Urea 46 por ciento; Triple Superfosfato 46 por ciento y Nuriato de Potasio 62 por ciento.

El diseño experimental usado fué el de Cubo Rotacional, que permite obtener una superficie de respuesta a partir de 20 tratamientos de los 125 que se originan al combinar 5 niveles de los 3 factores en estudio.

La distribución de los tratamientos en el campo se hizo en Bloques Completos al Azar, con cuatro repeticiones. La parcela experimental estaba formada por cuatro surcos de 8,0 metros de largo y la parcela útil la constituyeron los dos crupos centrales.

Se midió el rendimiento de grano, en kilogramos por hectárea a base del peso de las mazorcas cosechadas en la parcela

1/ Datos suministrados por la Comisión Nacional del Algodón. Nicaragua.

útil, uniformizando el rendimiento a 15 por ciento de humedad.

También se contaron las plantas sin mazorca (Jorras) en cada parcela.

Cuadro 2. Tratamientos aplicados en el ensayo. Los Altos, Masaya. 1971-A.

T R A T A M I E N T O S				
No.	Distancia entre surcos cm.	Distancia entre plantas cm.	Poblaciones obtenidas	Fertilización N, P, K, <u>1/</u>
1	40,6	38,0	64600	1,2
2	80,4	19,0	64600	1,2
3	40,6	23,0	105400	1,2
4	80,4	11,8	105400	1,2
5	40,6	38,0	64600	1,8
6	80,4	19,0	64600	1,8
7	40,6	23,0	105400	1,8
8	80,4	11,8	105400	1,8
9	25,0	47,0	85000	1,5
10	92,0	12,8	85000	1,5
11	60,5	33,0	50000	1,5
12	60,5	13,8	120000	1,5
13	60,5	19,4	85000	1,0
14	60,5	19,4	85000	2,0
15	60,5	19,4	85000	1,5
16	60,5	19,4	85000	1,5
17	60,5	19,4	85000	1,5
18	60,5	19,4	85000	1,5
19	60,5	19,4	85000	1,5
20	60,5	19,4	85000	1,5

1/ Fertilización, 1.0 = 64,5-64,5-32,0 kilogramos por hectarea de N, P, K, usando como fuente Urea, Triple Superfosfato y Muriato de Potasio.

## RESULTADOS EXPERIMENTALES

Los resultados logrados, indican que los rendimientos de grano, varían desde 3.225 hasta 1.510 kilogramos por hectárea.

Con el análisis de varianza para bloques al azar, se establecieron diferencias significativas entre los tratamientos, a la vez que se establecieron los grupos de significancia estadística. Los tratamientos que produjeron mayor rendimiento de grano, forman el primer grupo y estos fueron: 25,0-85.000-1,5; 60,5-85000-1,5; 40,6-64600-1,2. Correspondiendo sus rendimientos a: 3.225; 2.654 y 2.527 kilogramos por hectárea respectivamente.

Del análisis de Cubo Rotacional, se calcularon los coeficientes de regresión, resultando éstos estadísticamente diferentes para el factor distancia entre surcos con tendencia lineal y para el factor densidad de población con tendencia cuadrática. La fertilización edáfica no mostró diferencias estadísticas significativas.

La interacción distancia entre surcos por distancia entre plantas, que originan a densidad de población; ubican el rendimiento dentro de la superficie de respuesta obtenida por el diseño utilizado. La superficie de respuesta, resultó ser un borde ascendente, lo cual indica que los rendimientos en la zona explorada por los niveles de los factores estudiados, son crecientes.

Aún cuando el valor de la fuente de variación Falta de Ajuste, en el análisis de varianza es alto; no es significativo,

esto muestra que fué razonable utilizar el diseño de Cubo Rotacional con los factores estudiados.

También el coeficiente de variación calculado, es de un valor alto. Esto podría hacer pensar en fallas en el ensayo. En realidad, refleja la variación que hubo tanto en las plantas como en los rendimientos, producto de la semilla utilizada, que era una  $F_2$  de cruce simple y, como era de esperarse originó dichas variaciones.

A partir de los coeficientes de regresión estadísticamente significativos, se obtuvo la siguiente ecuación:

$$Y = 2196,8 - 254,31 \left[ \frac{X_1 - 60,5}{19,9} \right] - 139,06 \left[ \frac{X_2 - 85.000}{20.400} \right]^2$$

Que ubica:  $X_1$  entre -1 y 0; equivalente a los valores de 40,6 y 60,5 centímetros para distancia entre surcos.

$X_2$  en 0; equivalente al valor de 85.000 plantas por hectárea para densidad de población.

Del conteo de plantas jorras, se dedujo el porcentaje que éstas representaban en cada tratamiento, obteniéndose valores dentro del rango de: 61.4 por ciento, el valor más alto que correspondió al tratamiento 40,6-105.400-1,2 y el valor más bajo con 33.4 por ciento para el tratamiento 25,0-85.000-1,5.

Observaciones de campo, demostraron que el desarrollo de la plantación tuvo sus variaciones. Se hizo presente la

segregación en cuanto a altura de planta ya que se presentaron algunas de tamaño normal. Las plantas tenían el tallo considerablemente grueso, lo cual es muestra y factor de su resistencia al acame.

La posición de las hojas fué normal y las mazorcas localizadas a altura media de la planta en posición erecta. Cabe indicar que el area de las hojas si era mucho mayor que la de otros híbridos, normales existentes en el mismo lugar, el ancho de la hoja daba lugar a una lámina mayor.

Las plantas mostraron una sola mazorca. No se observaron plantas prolíficas con dos o más mazorcas.



Cuadro 3. Rendimientos, porcentajes de plantas sin mazorcas y rangos de significancia estadística de los tratamientos del ensayo. Los Altos, Masaya. 1971-A.

T R A T A M I E N T O S				Rendimiento	Plantas sin	Significancia
<u>1/</u>	<u>2/</u>	<u>3/</u>	<u>4/</u>	Kg/Ha. 15% H. <u>5/</u>	mazorcas %	estadística <u>6/</u>
25,0	47,0	85000	1,5	3225	33,4	a
60,5	19,4	85000	1,5	2654	41,1	a
40,6	38,0	64600	1,2	2527	41,6	a
60,5	19,4	85000	1,5	2159	51,2	b
60,5	19,4	85000	1,5	2159	46,6	b
40,6	23,0	105400	1,8	2157	47,9	b
60,5	19,4	85000	1,5	2149	50,0	b
80,4	19,0	64600	1,8	2085	43,7	b
60,5	19,4	85000	1,0	2066	48,4	b
80,4	11,8	105400	1,8	2054	53,9	b
60,5	19,4	85000	1,5	2004	51,3	b
60,5	19,4	85000	1,5	2004	51,2	b
60,5	19,4	85000	2,0	1932	52,7	b
60,5	13,8	120000	1,5	1900	59,5	b
40,6	38,0	64600	1,8	1895	47,8	b
60,5	33,0	50000	1,5	1890	38,6	b
92,0	12,8	85000	1,5	1753	54,0	b
40,6	23,0	105400	1,2	1741	61,4	b
80,4	11,8	105400	1,2	1704	54,0	b
80,4	19,0	64600	1,2	1510	53,6	b

1/ Distancia entre surcos (cm.); 2/ Distancia entre plantas (cm);  
3/ Población obtenida, miles de plantas por hectárea; 4/ Ferti-  
 lización; 5/ Grano; 6/ = 0.05 de probabilidad de error.

## DISCUSION

Los rendimientos obtenidos del ensayo efectuado en la época favorable para la producción del maíz, sin que la humedad u otro factor ambiental fueran limitantes; en comparación directa con los rendimientos de híbridos comerciales con plantas de altura normal, muestran diferencias marcadas. Los rendimientos del híbrido enano fueron notablemente inferiores, sin embargo, es necesario recordar que los híbridos comerciales representan la élite de muchos programas de mejoramiento y que están ahora disponibles, mientras que los enanos son experimentales.

El mayor rendimiento de grano, se obtuvo con la población de 85.000 plantas por hectárea. Los datos mostraron una respuesta cuadrática entre número de plantas y rendimiento por hectárea. Esta respuesta de tipo cuadrático ha sido obtenida por varios investigadores (2, 3, 7, 8, 9, 14).

Se establece una relación negativa lineal de rendimiento por distanciamiento entre plantas y el mayor rendimiento se obtuvo con la distancia entre surcos menor que la ubicada por el análisis. Aparentemente los surcos estrechos favorecieron la mayor producción, puesto que para lograr la población deseada, se incrementó la distancia entre plantas lo cual ofrece niveles aceptables de competencia entre plantas.

Otros investigadores han llegado a concluir que la fertilización edáfica, posee un efecto cuadrático sobre el rendimiento de maíz. En este ensayo no se detectó dicho efecto, los niveles de fertilización no originaron diferencias

significativas pero tampoco mostraron ser el factor limitante para los bajos rendimientos.

El número de plantas jorras, representan porcentajes elevados en general para todos los tratamientos, se explica en parte por los fuertes vientos que azotaron la zona, precisamente en los días de la floración cuando alcanzaron velocidades de 152 kilómetros por hora. Estos vientos a la vez, permitieron que se observara la gran resistencia al acame del maíz Braquítico-2. Pues bajo dichas condiciones se observó un mínimo porcentaje de acame.

Pero aún así, se notan diferencias que se deben atribuir a los tratamientos, especialmente al factor densidad de población.

El número de plantas jorras, aumentó al incrementarse la densidad de población en ~~todas~~ las distancias entre surcos, con los valores anotados. Ocurrió el menor porcentaje en la distancia de 25,0 centímetros entre surcos, esto, porque la distancia entre plantas disminuye más rápidamente al aumentar la densidad de población en surcos anchos que en surcos estrechos. Así los reporta también Pendleton (14).

En el ensayo realizado, las observaciones de campo y los resultados obtenidos, muestran que en maíz son posibles las hileras angostas y las altas densidades de población si no existieran problemas como los anotados, sobre tamaño de hojas y disposición de mazorca. Para obviar estos inconvenientes, Anderson (1) propone contar con una planta de hojas erectas, 1,5 metros de altura; con un cambio

radical en la ubicación de la mazorca ya que esta pasaría a la parte alta de la planta.

## CONCLUSIONES

1. Existe una relación lineal negativa en cuanto a rendimiento y distribución de plantas. Esta relación, ubica a los óptimos distanciamientos entre surcos y entre plantas en los rangos de 40,6 y 60,5 centímetros y de 28,9 y 19,4 centímetros respectivamente, al optimizar la ecuación del rendimiento.
2. Se observó respuesta cuadrática entre densidad de población y rendimiento por hectárea, siendo la densidad óptima para máximo rendimiento de 85.000 plantas por hectárea.
3. La fertilización edáfica más adecuada resultó ser 96,75-96,75-48,0 kilogramos por hectárea de N, P, K, respectivamente.

## RESUMEN

Un ensayo planificado para estudiar los efectos de diferentes distanciamientos entre surcos, distanciamientos entre plantas y niveles de fertilización edáfica. La distancia entre surcos se hizo variar entre 25,0 a 92,0 centímetros y la distancia entre plantas de 47,0 a 11,8 centímetros lo cual daba origen a densidades de población de 50.000 a 120.000 plantas por hectárea y los niveles de fertilización edáfica de 1,0 a 2,0, base de 64,5-64,5-32,0 kilogramos por hectárea de N, P, K, respectivamente.

El objetivo del ensayo, era obtener información del efecto de cinco densidades de población, cinco distancias entre surcos y cinco niveles de fertilización edáfica, bajo las condiciones ambientales de Los Altos, Masaya; sobre el rendimiento de maíz Braquítico-2. Se usó la variedad Tropicano-70, híbrido enano de origen mexicano, en diseño de Cubo Rotacional, con distribución de Bloques al Azar y cuatro repeticiones.

Los resultados indican rendimientos más bien bajos comparándolos con los de variedades comerciales de híbridos normales. Esto se justifica ya que los híbridos enanos son experimentales. Se detectó gran variación, por el uso de semilla  $F_2$ . También fué posible observar la ventaja de estos enanos como ser su gran resistencia al acame, aún cuando se sucedieron fuertes vientos.

Los mayores rendimientos se obtuvieron con 85.000 plantas por hectárea, distancia entre surcos de 25,0 centímetros y un nivel de fertilización de 1,5.

Del análisis estadístico efectuado, se obtienen puntos dentro de la superficie de respuesta originada por el diseño utilizado, que ubican a distancia entre surcos de 40,6 a 60,4 centímetros, distancia entre plantas de 28,9 a 19,4 centímetros, que dan lugar a una población de 85.000 plantas por hectárea y nivel de fertilización de 1,5 para el óptimo rendimiento estimado.

#### LITERATURA CITADA

1. ANDERSON, I. C. Cómo y para qué se modifican las plantas. Agricultura de las Américas. (20) 6: 18-26-28.
2. BOKDE, S. et al. 1967. Influencia de la distancia entre plantas en el surco sobre el desarrollo y crecimiento de diferentes caracteres de la planta y rendimiento de maíz colorado "Flint". Turrialba 17 (1): 40-45.
3. CAMPBELL, C. M. 1965. New dwarfs and modifiers. Reprinted from proceeding of the twentieth anual hybrid corn industry research conference. Research Agronomist. A. R. S. Mississippi State University.
4. CIMMYT. 1969. Plant Height studies. Report 1968-69. Londres 40. México, D. F. México. p. 24-25.
5. COCHRAN, W. G. y COX, G. M. 1950. Experimental desings. Wiley. Londres.
6. DUNCAN, W. G. 1958. Relationship between corn population and yields. Agronomy Journal 50 (2): 82-84.
7. HAYNES, J. L. y SAYRE, J. D. 1956. Response of corn to within row competition. Agronomy Journal 48 (8): 362-364.
8. MOFF, D. J. y MEDEKSKY, H. J. 1960. Effect of equidistant corn plant spacing on yields. Agronomy Journal 52-(5): 295-297.



9. KONHKE, H. y MILES, S. R. 1951. Rates and Patterns of seeding corn on high fertility land. *Agronomy Journal* 43 (10): 488-493.
10. LENG, E. R. 1957. Genetic production of short stalked hybrids. *Proceeding 12th Annual hybrid corn industry. Research conference.* 80 p.
11. MARIN, E., SEQUEIRA, E. y RODRIGUEZ, I. 1971. Manual práctico para interpretación de los mapas de suelos. *Catastro e Inventario de Recursos Naturales.* Managua, Nicaragua. p. 24.
12. MORENO, A. 1967. Efectos de la densidad de siembra sobre cuatro caracteres agronómicos en dos variedades de maíz. *Tesis Ing. Agr. Managua, Nicaragua. Escuela Nacional de Agricultura y Ganadería.* 32 p. mimeografiado.
13. NICARAGUA. 1971. Tax Improvement and natural resources inventory. *Soil survey of the Pacific region of Nicaragua. Descriptions of soil.* Managua, Nicaragua. V. 2-11- 338 p.
14. PENDLETON, J. W. y SIEF, R. D. 1959. Plant population and row spacing studies with brachitic-2 dwarf corn. *Crop. Sc.* 1: 433-435.
15. PINEDA, L. y TAPIA, H. 1969. Efecto de la fertilización y la densidad de siembra en el rendimiento de tres

variedades de maíz con diferente precocidad. PCCMCA  
15: San Salvador, El Salvador.

16. SOWELL, W. E., OHLROGGE, A. J. y NELSON, O. E. 1961.  
Growth and fruiting of compact and Hy2 normal corn  
types a high population stress. Agronomy Journal  
53 (1): 25-28.

## **APENDICE**

Cuadro 4, Análisis de varianza y coeficientes de regresión del rendimiento de grano, de los tratamientos del ensayo. Los Altos, Masaya. 1971-A.

F. V.	g.l.	S. C.	C. M.	F	Significancia
BLOQUES	3	2042949,45	680983,15	2.49	
TRATAMIENTOS	19	10883578,05	572819,89	2.09	+
ERROR	57	15560250,05	272986,84		
TOTAL	79	28486777,55			
<hr/>					
BLOQUES	3	2042949,45	680983,15	2.49	
TERMINOS DE PRIMER ORDEN	3	3635868,40	1211756,13	4.43	++
TERMINOS DE SEGUNDO ORDEN	6	3254327,76	542387,96	1.98	
FALTA DE AJUSTE	10	3993381,89	399338,18	1.46	
ERROR	57	15560250,05	272986,84		
TOTAL	79	28486777,55			
<hr/>					
COEFICIENTES		VARIANZA	T.	SIGNIFICANCIA	
b <sub>0</sub>	2196.98				
b <sub>1</sub>	254.31	19989.18	3.59		+
b <sub>2</sub>	25.19	19989.18	0.35		
b <sub>3</sub>	35.37	19989.18	0.50		
b <sub>11</sub>	67.75	18942.28	0.98		
b <sub>22</sub>	139.06	18942.28	2.02		+
b <sub>33</sub>	102.31	18942.28	1.48		
b <sub>12</sub>	85.88	34123.35	0.92		
b <sub>13</sub>	142.63	34123.35	1.54		
b <sub>23</sub>	102.88	34123.35	1.11		