

ESCUELA NACIONAL
DE
AGRICULTURA Y GANADERIA

EFEKTOS DE LA DENSIDAD DE SIEMBRA SOBRE CUATRO
CARACTERES AGRONOMICOS EN DOS VARIEDADES
DE MAIZ (Zea mays L.)

TESIS

NELSON MORENO AYESTAS

MANAGUA

1967

NICARAGUA

EFFECTOS DE LA DENSIDAD DE SIEMBRA SOBRE CUATRO
CARACTERES AGRONOMICOS EN DOS VARIEDADES
DE MAIZ (Zea mays L.)

POR

NELSON MORENO AYESTAS

TESIS

Presentada a la consideración del Honorable
Tribunal Examinador como requisito
parcial para obtener el Título de

INGENIERO AGRONOMO

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

1967

EFFECTOS DE LA DENSIDAD DE SIEMBRA SOBRE CUATRO
CARACTERES AGRONOMICOS EN DOS VARIEDADES
DE MAIZ (Zea mays L.)

POR

NELSON MORENO AYESTAS

TESIS

Presentada a la consideración del Honorable
Tribunal Examinador como requisito
parcial para obtener el Título de

INGENIERO AGRONOMO

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

1967

D E D I C A T O R I A

Con todo el amor y respeto a quiénes con su sacrificio me forjaron: MIS PADRES Y ABUELITA.

Carlos Moreno González
Lurline Ayestas de Moreno
Rosenda Mendoza Moreno, (q.e.p.d.)

A quiénes nada pidieron para sí, por ver cristalizada mi carrera, MIS HERMANOS.

Mercedes
Carlos
Nubia
Sandra
Ivania
Marco Antonio
Oneyda Rosa
Frank
Jhonston

A quiénes debo respeto, gratitud y consideración; MIS PROFESORES.

Con quiénes pasé mis momentos tristes y alegres:

MIS COMPAÑEROS DE ESTUDIO

A quiénes están siempre conmigo en la alegría y el dolor:

MIS AMIGOS.

A G R A D E C I M I E N T O

El autor agradece profundamente a su asesor Ing. Hamberto Tapia B. por haber colaborado en el desarrollo de esta Tesis.

Al Ing. Angel Salazar B. por la contribución que prestó para la elaboración de esta Tesis.

Al Ing. Orlando Lindo E. por el apoyo moral que le brindó.

Al Centro Experimental Agropecuario "La Calera" por haber contribuido con los materiales y labores para concluir este experimento.

C O N T E N I D O

	Página
INDICE DE CUADROS	vi
INTRODUCCION	1
OBJETIVOS	22
LITERATURA REVISADA	3
MATERIALES Y METODOS	8,
MATERIALES	8
METODOS	9
RESULTADOS EXPERIMENTALES	13
Porcentaje de germinación	13
Respuesta vegetativa	13
Días a floración	14
Rendimiento	14
Altura de planta	15
Grosor del tallo	16
Longitud de mazorca	17
DISCUSION	24
CONCLUSIONES	28
RESUMEN	29
BIBLIOGRAFIA	30

INDICE DE CUADROS

Cuadro Número		Página
1.	Cuadrados medios de análisis de variancia individuales de los caracteres agronómicos medidos en un ensayo de distanciamiento entre plantas en dos variedades de maíz. La Calera 1965-A.	18
2.	Coefficientes de regresión obtenidos para cada variedad y carácter agronómico considerado, relacionados con las distancias entre plantas en maíz, ensayadas, La Calera, Managua.	19
3.	Características agronómicas promedio resultantes sometidas a diferentes densidades de Población por unidad de superficie. La Calera, Managua, 1965-A.	20
4.	Prueba de Rango Múltiple de Duncan para las medias de distancias relacionadas con el peso seco de mazorca quintales por manzana. $\alpha = 0.01$.	21
5.	Prueba de Rango Múltiple de Duncan para las medias de distancias entre plantas de dos Variedades de maíz estudiadas H-503 y Criollo Sabana Grande. Relacionados con el grosor del tallo (cms.) $\alpha = .01$.	22
6.	Prueba de Rango Múltiple de Duncan para las medias de la interacción de Distancias x Variedades relacionadas con la longitud de la mazorca (cms.) $\alpha = 0.05$.	23

INTRODUCCION

El maíz se cultiva en Nicaragua en todo el territorio nacional, abarcando una gran gama de suelos y climas.

En Nicaragua el rendimiento de maíz es bajo, siendo éste en 1965 de 13 quintales por manzana en promedio, esto se debe a varios factores entre ellos, la fertilidad del suelo, la cantidad de humedad y en general a prácticas culturales deficientes. Una de ellas que con mayor deficiencia se usa es la densidad de población, esta se debe a que el maíz en Nicaragua es cultivado en mayor parte por pequeños agricultores.

En la Estación Experimental La Calera del Ministerio de Agricultura y Ganadería de Nicaragua, en cooperación con otros organismos se han llevado a cabo varios experimentos para determinar cual es la población óptima de plantas para el cultivo del maíz.

Como la población de plantas por manzana es un factor importante en el rendimiento del maíz; el presente trabajo es una contribución para obtener información sobre la densidad de población en las condiciones de la Estación Experimental Agropecuaria La Calera, sembrando de primera y usando dos variedades: una precoz (Criollo Sabana Grande) y otra tardía (Rocamex H-503) y cuatro espaciamientos entre plantas.

OBJETIVOS

1. Determinar si en las condiciones de "La Calera" hay interacción entre el factor variedad y población, en la expresión del rendimiento de grano, altura de planta, grosor del tallo y tamaño de la mazorca.
2. Determinar en estas condiciones el número óptimo de plantas por manzana que permita obtener mayores rendimientos de grano en siembra de primera, usando las variedades Rocamex H-503 y Criollo Sabana Grande.

LITERATURA REVISADA

Las investigaciones realizadas con maíz, son muchas y se han estudiado gran número de factores; en el presente trabajo se hace mención solamente de la densidad de población.

Usando la variedad PD(MS)6 se efectuó un ensayo de densidad de población en siembra de primera y sin adición de fertilizantes al suelo, en el cual se encontró que la población más productiva fué la de 25.208 plantas por manzana con un rendimiento de 53.9 quintales por manzana, sembrando tres plantas cada 36" en surcos separados a 36", la misma población sembrando dos plantas cada 24" y una planta cada 12" rindieron 43.5 quintales y 49.7 quintales por manzana respectivamente. (9).

En siembra de primera y sin adición de fertilizantes al suelo usando la variedad PD(MS)6 se observó que la población más réndidora fué la 25.208 plantas por manzana con rendimientos de 67.1 quintales por manzana, cuando se siembra 3 plantas cada 36" en surcos separados a 36". La misma población sembrando 2 plantas cada 24" y una planta cada 12" rindió 64.8 y 59.5 quintales por manzana respectivamente. (10).

Con el Híbrido Cuba M-11 en siembra de primera, se llevó a efecto un ensayo de densidad de población y distintos niveles de fertilización, en el que se encontró que el rendimiento óptimo fué de 101.4 quintales por manzana con la población de 50.416 plantas por manzana sembrando dos plantas cada 12" y con los niveles de fertilización de 200-200-100 libras de NPK por manzana. (9).

La población de 37.812 plantas por manzana sembrando tres plantas cada 24", el testigo rindió 62.1 quintales por manzana y los niveles 200-200-100 libras de NPK por manzana rindió 96.4 quintales por manzana lo cual nos demuestra que en aplicaciones de 200 libras de nitrógeno el rendimiento aumentó en 25.7 quintales por manzana. (9).

En siembra de postrera y con el Híbrido Cuba M-11, se llevó a efecto un ensayo de densidad de población y distintos niveles de fertilización en él cual se determinó que la población de 37.812 plantas por manzana (tres plantas cada 24") fué la que rindió más con 76.6 quintales por manzana y los niveles de 100-0-0. (9).

En estos resultados se notaron que los rendimientos aumentan notablemente cuando se hace una aplicación comprendida entre 100-0-0 y 200-100-100 libras de NPK por manzana y cuando la población aumenta de 25.208 a 37.812 plantas por manzana.

Salazar (16), en 1954 y 1955, menciona que en base a experimentos realizado en La Calera, Managua y en Chinandega en esos mismos años para las condiciones de clima y suelo de esas dos regiones, usando la variedad PD(MS)6 medianamente vigorosa, la población más conveniente cuando no se aplica fertilizante el suelo es de 25.000 plantas por manzana (esta población se consigue dejando una planta cada 12" dos cada 24" o tres cada 36" en surcos separados a 36"). En general cuando se aplican 100 libras de nitrógeno al suelo la población se puede aumentar hasta 37.500 plantas por manzana sembrando tres plantas cada 24".

Padget (12), en 1963, determinó que la población de plantas más adecuada para obtener rendimientos mayores de grano es la de 28.000 plantas por manzana, sembrando a 40" entre surco y 10" entre mata.

Orsenigo (11), en 1957, usando las variedades Venezuela 1 y Venezuela 3 efectuó estudios sobre la densidad de población de plantas llegando a la conclusión que la más adecuada para el cultivo del maíz, es de 40.000 plantas por hectárea equivalente a 30.000 plantas por manzana sembrando a 81 cms. 32" entre surco, una planta cada 30 cms. 12" o dos plantas cada 60 cms. 24".

Johnson y colaboradores (2), en 1963, realizaron estudios sobre densidades de población, y encontraron que la población de 40.000 plantas por hectárea sembrando tres plantas por mata cada 75-80 cm. 30" en surcos separados a 92 cm. 36" produjo rendimientos de 70 a 80 quintales por hectárea.

En Costa Rica se efectuó otro experimento sobre densidad de población se llevó a efecto concluyendo que la distancia mejor para el cultivo del maíz es a 92 cm. ó 1 metro entre surco y de 50 cm. entre mata poniendo dos plantas por mata ó una cada 25 cm. usando estas distancias se consiguen una población de 28.000 a 30.000 plantas por manzana. (1).

Peña De La (13), en 1958, realizó estudios sobre densidades de población con distintos niveles de fertilización usando el híbrido H-1 y encontró que la población que produjo mejor rendimiento fué la de 48.000 plantas por manzana con niveles de 150-50-50 libras de NPK por manzana, poblaciones mayores con otros niveles tienden a rendir menos.

Mendes (6), en 1964, demostró que la densidad de población más adecuada oscila entre 40 y 60 mil plantas por hectárea o sea 32 a 48 mil plantas por manzana con buena fertilización.

Otros investigadores, efectuaron trabajos sobre densidad de población es una función de la fertilidad del suelo, humedad y la variedad, además observaron que las variedades de ciclo corto y poca altura pueden permitir mayor densidad de población que las variedades de ciclo largo y de más altura. (3, 4, 5, 7, 17, 18).

Puentes y Sánchez (14), 1963, efectuaron investigaciones sobre densidad de población en maíz, llegando a concluir que las poblaciones mejores fueron las de 36, 40 y 45 mil plantas por hectárea.

Robles y colaboradores (15), en 1963, realizaron estudios para determinar la población óptima en maíz, determinaron que la distancia debe de ser de 23 cm. entre plantas y de 90 cm. entre surco lo cual dá una población de 37 a 39 mil plantas por manzana.

Rossi (19), en 1966, realizó estudios sobre densidad de población y la forma en que estos influyen sobre varios caracteres agronómicos, concluyendo que, la altura de plantas aumenta casi línealmente de 1.29 m. hasta 1.60 m., según los efectos de las distancias de 5 cm. hasta 25 cm. entre plantas. El grosor del tallo fué de 1.8 cm. de diámetro cuando la distancia es de 5 cm. entre planta y de 2.4 cuando es 25 cm. entre plantas.

Sobre el rendimiento concluyó que el mejor fué de 52.4 quintales por hectárea el cual fué conseguido con la población de 58.400 plantas por hectárea sembrando una planta cada 24.6 cm. en surcos separados a 70 cm.

Thomas (20), en 1956, realizó estudios de densidades de población en maíz con distintos niveles de nitrógeno, llegando a la conclusión: El peso promedio de mazorca individuales es de 7.6 onzas en poblaciones de 6.000 plantas por acre, al aumentarse esta a 12.000 y 18.000 se tienen pesos de 6.4 y 4.8 onzas respectivamente, considerando la producción total por acre; la población de 12.000 plantas por acre muestra un incremento sobre todos los demás tratamientos.

Mortimore (8), en 1965, efectuó estudios sobre densidad de población en maíz concluyendo que el incremento de la población de plantas produce un incremento de los tallos barrenados, bajando por lo tanto los rendimientos, con poblaciones de 20-25 mil plantas por acre o sea 35-42 mil plantas por manzana son las poblaciones adecuadas para que no hayan tallos barrenados.

MATERIALES Y METODOS

1) MATERIALES.

El ensayo cuyos resultados se presentan en este trabajo, fué sembrado en terrenos de la Estación Experimental Agropocuaría La Calera estando situados en la finca denominada Santa Rosa jurisdicción de Sabana Grande Departamento de Managua.

Los suelos son franco arenosos y el nivel de fertilidad puede verse en la tabla a continuación:

Carbono	1.704%
Materia orgánica	2.94%
Nitrógeno	.15%
Relación C/N	11.36%
Nitratos	70 lbs. por manzana
Fósforo asimilable (P_2O_5)	Trazas
Potasio asimilable (K_2O)	50 " " "
Reacción pH	6.8

Análisis mecánico

Arena	52.40%
Limos	23.28%
Arcilla	24.32%
Denominación	franco arenoso.

El clima de la zona se caracteriza por tener una precipitación media anual de 1028.3 milímetros y la temperatura media anual es de 28 grados centígrados, pero en 1965 hubo una sequía que afectó a todos los cultivos y hubo que aplicar riego. La precipitación pluvial registrada en La Calera en el tiempo que transcurrió el experimento fué de 441.7 milímetros.

Junio 10	129.2 mm.
Julio 10	85.3 "
Agosto 10	97.0 "
Septiembre 10	130.2 "

Los datos mencionados demuestran la deficiencia y mala distribución de la lluvia en el área de La Galera.

La semilla usada fué de una variedad la precoz Criollo Sabana Grande de 85 a 90 días de ciclo vegetativo y el híbrido tardío Rocamex H-503 de 120 días de ciclo vegetativo. La siembra se efectuó el 10 de junio de 1965 y se resembró donde hubo fallas.

2) MÉTODOS.

Los tratamientos se distribuyeron en un diseño distribuido en bloques al azar con arreglo de parcelas subdivididas, con cinco repeticiones, cada parcela constaba de 3 surcos separados a 36 pulgadas, con surcos de 25 pies de largo.

En relación al incremento de población, que podía influir en un sentido u otro en el valor de los caracteres medidos, se calcularon los coeficientes de regresión respectivos y se probó su significancia.

Los tratamientos fueron los siguientes:

6	Pulgadas entre plantas	50.416 P/Mz.
12	" "	25.208 "
18	" "	16.805 "
24	" "	12.604 "

Se sembraron a las distancias antes dichas 2 semillas por golpe y se aclaró dejando una planta cada 6, 12, 18 y 24 como indica el tratamiento. La siembra se hizo cuando el suelo estaba húmedo y el mismo día para que la germinación fuera uniforme.

Durante el desarrollo de las plantas del ensayo, se dieron todos los cuidados necesarios para obtener buenos resultados, cuando hubo incidencia de plagas se controlaron oportunamente lo mismo se hizo con las malezas. Como el invierno en ese año fué un poco seco se suministraron tres riegos; dos antes de la floración para evitar que esta se viera obstaculizada por falta de agua y uno después de la floración dichos riegos se efectuaron por gravedad.

Los caracteres agronómicos medidos para determinar el efecto de las distintas poblaciones sobre cada uno de ellos fueron:
Porcentaje de germinación.

Se consideró que había germinación completa cuando un 95% de plantas habían emergido efectuando resiembra donde no germinaron.

Respuestas vegetativas.

Estas se observaba a simple vista a medida que el maíz iba creciendo hasta el momento de la floración para cada variedad y densidad de siembra por separado.

Días a floración.

Esta característica fué medida tomando en cuenta los días transcurridos desde la siembra hasta que hubo un 50% de plantas por parcela que presentaban antesis para cada variedad.

Altura de plantas.

Después de la floración se procedió a medir la altura de planta en metros de la manera siguiente: Se midió del suelo al extremo de la espiga, se muestrearon 10 plantas tomadas al azar y con competencia completa del surco central de cada parcela en cada tratamiento y se sacó el promedio por parcela.

Grosor del tallo.

Después de la floración de la planta para las diferentes variedades y densidades de siembra se procedió a medir el grosor del tallo en centímetros a la altura del tercer entrenudo a partir del suelo, se tomaron al azar 10 plantas con competencia completa del surco central de cada parcela y se sacó el promedio.

Longitud de la mazorca.

Al momento de la cosecha se procedió a medir la longitud de la mazorca con una regla graduada en centímetros, tomando al azar 10 mazorcas del surco central de cada tratamiento y variedad por separada y se sacó el promedio.

Porcentaje de materia seca.

Este carácter fué medido al momento de la cosecha, tomando granos de las 10 mazorcas medidas en longitud para cada tratamiento y repetición, determinando su porcentaje de humedad y restando este de 100 para obtener el porcentaje de materia seca.

Rendimiento.

La cosecha se efectuó cuando el maíz tenía 32% de humedad

aproximadamente y para medir el rendimiento se tomó el peso de todas las mazorcas de 10 plantas con competencia completa del surco central de cada parcela.

RESULTADOS EXPERIMENTALES

Al estudiar los efectos que puedan tener ciertas variantes de las prácticas agronómicas sobre las características de la planta del maíz, a lo que se atribuye mayor importancia en estos casos es siempre al rendimiento.

Los resultados obtenidos en este estudio en el cual además de medir el rendimiento en mazorca de 10 plantas que presentaban competencia completa, se midió la altura de la planta, el grosor del tallo y la longitud de la mazorca para tener información del comportamiento de estas características en relación con el aumento o disminución de la población de plantas por unidad de superficie.

En el cuadro 1 se resumen los cuadrados medios obtenidos de los análisis de variancia individuales de cada uno de los caracteres agronómicos medidos.

Porcentaje de germinación.

A los 5 días de sembrado el maíz había una germinación completa, se hizo un recuento de plantas nacidas y se observó un 95%, se efectuó resiembra donde no germinaron, que fueron pocas dentro de todas las parcelas; no se presenta cuadro de este carácter debido a las pocas fallas.

Respuestas vegetativas.

La respuestas vegetativas en las plantas de maíz fué observada a medida que estas crecían, pero se observó más clara a los 45 días después de efectuada la siembra, el híbrido H-503 era más vigoroso, y de color verde más intenso y el criollo Sa

bana Grande a los 45 días ya había floreado pero no era tan vigoroso como el Rocamex H-503; las plantas eran más delgadas y de menor altura.

Después de la floración no se notaron más diferencias en los tratamientos para cada variedad.

Días a floración.

A los 42 días de sembrado el Criollo Sabana Grande presentó antesis con un 50% de plantas diseminando polen.

El híbrido Rocamex H-503 tenía un 50% de plantas diseminando polen a los 64 días de sembrado. No fué posible encontrar diferencia para este carácter en los diferentes tratamientos ya que todas las parcelas florearón al mismo tiempo, tanto en el criollo Sabana Grande como en el Rocamex H-503.

Rendimiento.

Se encontraron diferencias estadísticas altamente significativas para densidades y variedades en promedio de todas las densidades ensayadas y de las dos variedades consideradas en el estudio.

En el cuadro N°4 se pueden observar los rendimientos promedios correspondientes a distancias involucrando la variedad Rocamex H-503 y Criollo Sabana Grande. Al ser comparados estos promedios por medio de la prueba de rango múltiple de Duncan, notamos que para ambas variedades el distanciamiento de las plantas sobre el surco a 6" produjo el más alto rendimiento de grano con 120 quintales por manzana siendo éste estadísticamente diferente a la distancia de 12". Los distanciamientos de 18" y 24" resultaron formar un grupo de significancia

estadística que fué diferente a las distancias de 6" y 12" respectivamente.

El análisis de variancia también detectó diferencias estadísticas altamente significativas entre variedades; no se presenta cuadro mostrando sus rendimientos respectivos por ser solamente dos variedades; sin embargo estos rendimientos de grano con 15% de humedad fueron de 98 quintales por manzana para Rocamex H-503 y 64 quintales por manzana para Criollo Sabana Grande.

La descomposición de los tres grados libres de densidades señala que la regresión del rendimiento sobre las distancias entre plantas muestra una tendencia lineal que resultó ser altamente significativa en términos de sumas de cuadrados (Cuadro N°1). Los valores de los coeficientes de regresión individuales para Rocamex H-503 y Criollo Sabana Grande que fueron de -215 libras y -189 libras ponen de manifiesto esta respuesta lineal del rendimiento al aumento de población, disminuyéndose éste cuando en la población ocurre lo mismo (Cuadro N°2).

Altura de planta (m).

El análisis de variancia para los valores de altura de plantas solamente mostró diferencias estadísticas altamente significativas para variedades, en este caso no se presenta cuadro para la prueba de comparación de medias por tratarse solo de dos variedades y el mismo análisis nos pone de manifiesto las diferencias existentes, estos valores promedios para altura de planta fueron de 2.80 metros para H-503 y 2.40 metros para Criollo Sabana Grande.

Los coeficientes de regresión calculados para cada una de las variedades siendo estos una función de la altura de planta, sobre el distanciamiento entre planta, se observan valores negativos en cada caso; correspondiendo -3 mm. por pulgada para H-503 y -2 mm. por pulgada en el Criollo Sabana Grande. Estos coeficientes de regresión no mostraron significancia estadística.

Grosor del tallo.

El análisis de variancia para este carácter muestra diferencias estadísticas altamente significativas entre distancias, cosa igual ocurre entre variedades.

La comparación de las medias para distancias incluyendo el promedio de las dos variedades usadas considerando este carácter mediante la prueba de rango múltiple de Duncan nos muestra (Cuadro 5) que en promedio las dos variedades H-503 y Criollo Sabana Grande; no presentan diferencias estadísticas significativas en el grosor del tallo. Cuando las plantas están distanciadas en 24" y 18" que corresponden a los valores mayores de grosor del tallo, formando después otro grupo que incluye las distancias de 18" y 12" que tampoco presentan diferencias estadísticas entre sí. Siendo completamente diferentes a todas la distancia de 6" que muestran el menor grosor encontrado. Los coeficientes de regresión calculados en base al grosor del tallo sobre los distanciamientos entre plantas fueron de 0.38 mm. por pulgada en H-503 y de 0.42 mm. por pulgada en el Criollo Sabana Grande; estos coeficientes resultaron ser ambos altamente significativos. (Cuadro 2).

Longitud de mazorca.

Los resultados obtenidos y analizados para este carácter mostraron que las interacciones de distancias x variedades fueron estadísticamente significativas, entre distancias y entre variedades se presentó alta significancia estadística.

La evaluación comparativa de las medias de dichas interacciones que aparecen en el cuadro 6 nos indica que para la variedad H-503 a las distancias de 24" y 18" no se presentan diferencias; pero si existen para la distancia de 12".

El Criollo Sabana Grande muestra un aumento marcado de la longitud de mazorca a 18" de distancia entre plantas, incluyendo en el mismo grupo estadístico a la variedad H-503 con 6" de distanciamiento entre plantas y al Criollo Sabana Grande con distancias de 24" y 12", no sucediendo así con la distancia de 6" que hace aparecer mazorcas cortas sin formar ningún grupo de significancia.

Los coeficientes de regresión calculados del tamaño de la mazorca sobre el distanciamiento entre plantas muestran valores de 1.07 mm. por pulgada en H-503 y solo de 0.35 mm. por pulgada para Criollo Sabana Grande; mostrando ambos coeficientes alta significancia estadística.

Cuadro N°1.- Cuadrados medios de los análisis de variancia individuales de los caracteres agronómicos medidos en un ensayo de distanciamientos en tre plantas en dos variedades de maíz, La Calera, Managua, 1965-A.

Fuente de Variación	Grados Libres	Cuadrados medios de altura de Planta	Cuadrados medios de Grosor del Tallo	Cuadrados medios de Longitud de Mazorca	Cuadrados medios de rendimiento de grano en qq./Mza.
Variedades	1	1.54**	46.66 **	11.33**	23.212.046**
Repeticiones	4	.005	.195	.08	657.341
Error A.	4	.015	.277	.11	512.900
Distancias	3	.023	4.1 **	2.33**	20.243.213**
Regresión H-503	1	.040	5.19 **	6.86**	34.436.944**
Regresión Criollo	1	.017	6.45 **	.72**	25.494.420**
Desviaciones	1	.013	.66	.13	798.276
Distancia x Variedad	3	.0066	.04	.26*	315.913
Error "b"	24	.011	.135	.08	349.038

*) Significante al 5% de probabilidades de error
 **) Altamente significativa al 1% de probabilidades de error.

Cuadro N°2.- Coeficientes de regresión obtenidos para cada variedad y carácter agronómico considerado, relacionados con las distancias entre plantas ensayadas en maíz, La Calera Managua, 1965-A.

Variedad	Coeficiente de de regresión de altura de Planta	Coeficiente de de regresión de Grosor del Tallo	Coeficiente de de regresión de Longitud de Mazorca	Coeficiente de de regresión de Peso de Gra no 15% Humedad
Rocamex H-503	-3 mm./Pulg.	.38 mm./Pulg.**	1.07 mm./Pulg.**	-215 libras/Plg.**
Criollo Sabana Grande	-2 "	.42 " **	.35 " **	-189 " **

**) Altamente significante al 1% de probabilidades del error.

Cuadro N°3.- Características agronómicas promedio resultantes sometidas a diferentes densidades de población por unidad de superficie, La Calera, Managua, 1965-A.

Tratamientos	Altura de planta en Mts.	Grosor del tallo en Cms.	Longitud de la mazorca Cms.	Porcentaje de materia seca de grano	Rendimiento de grano con 15% de Humedad gq./Mz.	% Sobre la población usual (25.000 pl./Mz)
Rocamex H-503						
6"	2.87	8.34	15.54	65.7	143	138
12"	2.80	9.04	17.78	68.3	103	100
18"	2.78	9.40	19.05	68.7	82	79
24"	2.74	9.74	19.42	69.2	63	61
Criollo Sabana Grande						
6"	2.40	6.02	14.30	78.3	99	128
12"	2.48	6.98	15.20	77.6	77	100
18"	2.38	7.26	15.90	79.0	46	59
24"	2.35	7.62	15.54	82.0	35	45

Cuadro N°4.- Prueba de rango múltiple de Duncan para las medidas de distancias relacionada con el peso seco de mazorca qq./Mz. $\alpha = 0.01$.

Distancias entre plantas	6"	12"	18"	24"
	120	90	64	49
				----- 1/

1/ Las medias comprendidas en una línea punteada son estadísticamente iguales.

Cuadro N°5.- Prueba de rango múltiple de Duncan para las medias de distancias entre plantas dos Variedades de maíz estudiadas H-503 y Criollo Sabana Grande, relacionadas con el grosor del tallo (Cms.) $\alpha = 0.01$.

Distancias	24"	18"	12"	6"
	8.68	8.33	8.01	7.18

				1/

1/ Las medias comprendidas en una línea punteada son estadísticamente iguales.

Cuadro N°6.- Prueba de rango múltiple de Duncan para las medias de la interacciones distancias x variedades relacionada con la longitud de la mazorca (Cms.). $\alpha = 0.05$.

Variedades	H-503			Criollo			Criollo <u>1/</u>		
Distancias en	-----			-----			-----		
tre planta	24"	18"	12"	18"	6"	24"	12"	6"	
	19.42	19.05	17.78	15.90	15.54	15.54	15.20	14.30	
	-----			-----			-----		
							<u>2/</u>		

1/ SABANA GRANDE

2/ Las medias comprendidas en una línea punteada son estadísticamente iguales.

D I S C U S I O N

Rendimiento.

En relación a los resultados se observa que a medida que se aumenta el distanciamiento entre plantas sobre el surco, el rendimiento disminuye pero dentro los límites comprendidos de 6"-24" probados en este experimento.

Debido a la ausencia de interacción, y haber logrado un comportamiento estadísticamente igual para ambas variedades estudiadas, encontramos que las distancias entre plantas de 6" tanto para Rocamex H-503 y Criollo Sabana Grande son los que producen mejores rendimientos de grano con 15% de humedad. Esto es lógico esperar cuando usando una alta población se proporcionan suficientes nutrientes y existe además abundante humedad.

Tomando en cuenta solamente las distancias entre plantas e ignorando las variedades, el distanciamiento que resultó producir el mayor rendimiento fué el de 6"; no obstante que el distanciamiento comunmente usado que es el de 12" entre plantas el que se comportó diferente al anterior, lo mismo que a los de 18" y 24". Es natural que aunque a distancias mayores las plantas crecieron más vigorosas y produjeron mazorcas más grandes, esto no compensaría el número menor de plantas por unidad de superficie resultado que se pone de manifiesto en el presente estudio.

Salazar (1954-55) concluye que en general, para las condiciones ambientales de Nicaragua una población de 25.000 plantas por manzana cuando se usan variedades precoces, intermedia y tardías sin adición de fertilizantes, es posible obtener buena cosecha; por otro lado existen numerosos autores que estudiando este mismo problema han encontrado una densidad de población que

abarca un rango muy variable tales como: Padget (1963), Orse nigo (1957), Johnson y colaboradores (1963), Laird y Lizárraga (1959), con variedades de ciclo vegetativo similar al H-503.

En nuestro caso y aunque el potencial genético de rendimiento del H-503 es mayor que el de Criollo Sabana Grande, dichas variedades no difieren en comportamiento en cuanto al aumento de población por unidad de superficie. No obstante que los rendimientos de Criollo Sabana Grande son relativamente inferiores a los de Rocamex H-503 tal a como puede observarse en el cuadro N°3.

Este comportamiento puede comprobarse al observar las magnitudes de los coeficientes de regresión obtenidos para cada variedad sobre los distanciamientos. Valores acusados para Rocamex H-503 de -215 libras por pulgada de distanciamiento y -189 libras por pulgada de distanciamiento correspondiente este último valor a Criollo Sabana Grande.

Estos coeficientes nos indican que por cada pulgada que se aumente el distanciamiento entre plantas dentro del límite de 6" - 24" en Rocamex H-503 se obtendrá una disminución en el rendimiento de grano por manzana, estimada en 215 libras; una interpretación similar puede hacerse para el caso de Criollo Sabana Grande en el cual cuyo coeficiente de regresión presenta un valor de 189 libras.

Altura de planta.

En el cuadro 1 encontramos que en promedio sobre las dos variedades las distancias no mostraron diferencias estadísticamente significativas, pero si se presentaron diferencias estadísticamente significantes entre variedades.

Los coeficientes de regresión calculados para este carácter resultaron ser negativos correspondiendo a H-503 un valor de -3 mm./pulgada y para Criollo Sabana Grande -2 mm./Pulgada; significando que para cada variedad respectivamente se disminuye la altura de planta en 3 mm. y 2 mm. por cada pulgada que se aumenta de distancia entre plantas; las plantas individuales al estar compitiendo con un conjunto de ellas bajo igualdad de condiciones, las características no se alterarán pero si algún factor se invierte y en este caso al aumentar la población las plantas tienden a aumentar su altura para recibir mayor cantidad de luz. Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Rossi (1966), quien expresa que la altura de las plantas aumenta linealmente de acuerdo al incremento de la distancia entre plantas.

Grosor del tallo.

Para este carácter encontramos diferencias promedios entre distancias involucrando variedades y entre variedades. Los coeficientes de regresión calculados para cada una de las variedades H-503 y Criollo Sabana Grande resultaron ser ambos altamente significativos y los valores respectivos encontrados fueron de .38 mm./pulgada y de .42 mm./pulgada; es decir que por cada pulgada en que se aumente la distancia entre plantas el grosor del tallo se aumenta en .38 mm. en H-503 y .42 mm. en Criollo Sabana Grande.

Como característica varietal H-503 muestra tallos más gruesos que Criollo Sabana Grande, pero esta última variedad resultó ser más sensible en cuanto al carácter considerado, referido a los cambios de población por unidad de superficie.

En el cuadro 5 se muestran los resultados promedios de las

dos variedades y encontramos que el mayor grosor de tallo los muestran las plantas cuando se encuentran a poblaciones de 12.604 y 16.805, promedios que no mostraron diferencias estadísticamente significativos.

El carácter del grosor del tallo se aumenta en forma lineal conforme se aumenta la distancia entre plantas, siendo estos resultados similares a los que obtuvo Rossi (1966).

Longitud de mazorca.

Siendo la longitud de mazorca uno de los componentes de mayor importancia del rendimiento en maíz, H-503 muestra mazorcas más largas que Criollo Sabana Grande redundando notablemente en el rendimiento de grano por dar cabida a un número mucho mayor de granos por mazorca.

De nuevo observamos que la mayor longitud de mazorca ocurre en H-503 con distanciamientos entre plantas de 24" y 18" (Cuadro 6) similar a los presentado en el (Cuadro 4) para el rendimiento de grano; pero existe una transposición de resultados en el Criollo Sabana Grande en el cual la distancia de 18" resultó produciendo mazorcas más largas que H-503 a 6"; de todas maneras quedan incluidas en el mismo grupo de significancia estadística. Thomas (1956) muestra resultados similares en sus estudios de poblaciones en maíz.

La longitud de la mazorca en este caso se comporta mostrando asociación de variedad con distanciamiento entre plantas.

C O N C L U S I O N E S

1. Las variedades Rocamex H-503 y Criollo Sabana Grande se comportan igual con relación al aumento o disminución de la población por unidad de superficie.
2. Existe una relación lineal negativa del rendimiento sobre el mayor distanciamiento entre plantas.
3. La distancia entre plantas de 6" resultó ser la mejor en cuanto a la producción de grano (15% de humedad), de las cuatro que fueron probadas en el rango de 6"-24".
4. La variedad Rocamex H-503 resultó ser más sensible a los cambios de población que el Criollo Sabana Grande en lo referente al rendimiento.
5. Esta sensibilidad de H-503 también se manifiesta para altura de planta, y longitud de la mazorca, no sucediendo así con el grosor del tallo, carácter en el cual el Criollo de Sabana Grande muestra una variación muy notable.
6. Para las dos variedades en estudio el grosor del tallo, longitud de mazorca y rendimiento de grano con 15% de humedad mostraron una relación lineal dentro del rango de distanciamiento entre plantas comprendido de 6" a 24".

R E S U M E N

Con el objeto de determinar cual es la densidad de población adecuada para obtener mayores rendimientos de grano se llevó a cabo un experimento en el que se probaron cuatro espaciamientos entre plantas 6", 12", 18" y 24" usando dos variedades de maíz Criollo Sabana Grande y Rocamex H-503 en las condiciones de La Calera, en siembra de primera.

Se cuatificaron los siguientes caracteres, altura de planta, grosor del tallo, y al momento de la cosecha se midió la longitud de la mazorca y el rendimiento.

De los resultados que se presentan en los análisis de Variancia se puede deducir los siguientes:

Existen diferencias altamente significantes para, longitud de mazorca, grosor del tallo y rendimiento, en cuanto a esto podemos decir que la población 50.000 plantas por manzana es la que mejor rindió en el H-503 y Criollo Sabana Grande.

Los resultados sacados en este experimento pueden ser de mucho valor para agricultores que cultivan maíz en condiciones similares a las de La Calera y con variedades como las incluidas en el presente estudio.

B I B L I O G R A F I A

- 1) COSTA RICA. "Maíz" Cultivos Agrícolas de Costa Rica. Manual de Recomendaciones del Ministerio de Agricultura y Ganadería, 1963, pp.2.
- 2) JOHNSON, et al. Como cosechar 4 toneladas de maíz por Hec-tárea. Secretaría de Agricultura y Ganadería. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. Centro de Investigaciones Agrícolas del Sudeste de México, Circular N°3, 1962 pp.6.
- 3) LAIRD, R.J., et al. Fertilizantes y Prácticas para la Producción del Maíz en la parte central de México. Folleto Técnico N°13, O.E.E., S.A.G., México, 1954.
- 4) LAIRD, R.J., GUILLEN y PEREGRINA, R.P. Fertilizantes Comerciales y Densidad Optima de Población para Maíz de Riego en Guanajuato Querétaro de Michoacán, Folleto Técnico N°16, O.E.E., S.A.G., México, 1955.
- 5) LAIRD, R.J., y H. LIZARRAGA. Fertilizantes y Población Optima de Plantas para Maíz de Temporal en Jalisco. Folleto Técnico N°35, O.E.E., S.A.G., 1959.
- 6) MENDES, J.L., Máximos rendimientos de maíz dependen de la población fijada por el plantador. Servicio Shell, Venezuela, 1964.
- 7) MILLER, E.V., et al. Population Density al Unirrigated Maize and it influencia Upon fertilizer efficienya in Central México. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 270-275, 1950.

- 8) MORTIMORE, C.C., and R.E., STALK rot (Fusarium Sp.) of corn in relation to plant population and grain yield. *Biological Abstracts*. 1965 Vol. 47 pp.2028.
- 9) NICARAGUA. Ministerio de Agricultura y Ganadería, Informe Anual del Departamento de Agronomía del STAN. 1954.
- 10) _____ . Ministerio de Agricultura y Ganadería, Informe Anual del Departamento de Agronomía del STAN. 1955.
- 11) ORSENIGO, J. Más maíz con Técnicas Mejoradas, La Hacienda Agosto 1957, pp.50.
- 12) PADGETT, R. Cultivo del Maíz. Apuntes Agrícolas. Organó de la Asociación de Profesionales Agrícolas de Honduras. Julio a Septiembre, San Pedro Sula, Honduras, 1963, pp.33.
- 13) PEÑA, RICARDO De La. Boletín de Guanos y Fertilizantes en México (14) 1958, pp.4-7.
- 14) PUENTES, et al. Prácticas de fertilización y población optima para siembras de maíz en las regiones tropicales de Veracruz. Secretaría de Agricultura y Ganadería, Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. México, Folleto técnico N°45 1963, pp.33.
- 15) ROBLES, L., et al. Cultivo del Maíz. Agronomía. Escuela de Agricultura y Ganadería, ITESM. Septiembre 1963, N°90 pp.3.
- 16) SALAZAR, A. Mejoramiento de Maíz en Nicaragua. PCCMCA. 3 Antigua, Guatemala 1956.

- 17) SANCHEZ, D.N., CHAVEZ, S., et al. Fertilizantes y Densidad de Población para el Maíz en Veracruz. Folleto de Divulgación Técnica N°27, O.E.E., S.A.G., México, 1958.
- 18) STINGFIELD, G.H. y THATCOHER, I.E. Stands and Methods of Planting for corn híbrids Jour Amer. Soc. Agron. 1947 pp.995-1010.
- 19) ROSSI, et al. Influencia de la distancia entre plantas en el surco sobre desarrollo y crecimiento de diferentes caracteres de la planta y rendimiento de maíz colorado "Flint". TURRIALBA, IICA., Turrialba, Costa Rica 1967, N°1 Vol.17 pp.40-45.
- 20) WINFRED THOMAS. Effect of plant population and rates of fertilizer Nitrogen on Average. Weight of Ears and yield of corn in the South. Jour Amer. Soc. Agron. 48 1956 pp.228.