

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

Facultad de Agronomía

ESTUDIO DE SISTEMAS DE SIEMBRA DE DOS VARIEDADES
DE MAIZ (Zea mays L.) BAJO CUATRO NIVELES DE
FERTILIZACIÓN, EN LAS CONDICIONES DE EL ROSARIO,
RIO HONDO, SACATEPEQUE, BAJO RIEGO

PRESENTADA A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE AGRONOMIA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN
CARLOS DE GUATEMALA

POR
HUGO ABRAHAM ORELLANA PAZ
EN EL ACTO DE SU INVESTIDURA COMO

INGENIERO AGRONOMO
EN EL GRADO ACADÉMICO DE

LICENCIADO EN CIENCIAS AGRICOLAS

Guatemala, junio de 1980

01
T(467)
C.3

RECTOR DE LA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

Lic. SAUL OSORIO PAZ

JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE AGRONOMIA

Decano.....Dr. Antonio Sandoval S..
Vocal Primero.....Ing. Agr. Orlando Arjona
Vocal Segundo.....Ing. Agr. Salvador Castillo O.
Vocal Tercero.....Ing. Agr. Rudy Villatoro
Vocal Cuarto.....P.A. Efraín Medina
Vocal Quinto:.....Prof. Edgar Oswaldo Franco
Secretario.....Ing. Agr. Carlos N. Salcedo.

TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN

GENERAL PRIVADO

Decano.....Ing. Agr. Carlos Estrada C.
Examinador.....Ing. Agr. Luis Felipe Escobar
Examinador.....Ing. Agr. Gilberto Santa María
Examinador.....Ing. Agr. Carlos Aguirre
Secretario.....Ing. Agr. Oswaldo Porres G.

Guatemala,
5 de junio de 1980

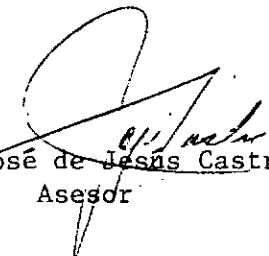
Señor Decano de la
Facultad de Agronomía,
Universidad de San Carlos de Guatemala,
Dr. Antonio Sandoval S.
Presente.

Señor Decano:

Atendiendo a la designación que se me hiciera para asesorar al Br. Hugo A. Orellana Paz, en la ejecución de su trabajo de Tesis titulado: " ESTUDIO DE SISTEMAS DE SIEMBRA DE DOS VARIEDADES DE MAIZ (Zea mays L.), BAJO CUATRO NIVELES DE FERTILIZACION, EN LAS CONDICIONES DE EL ROSARIO, RIO HONDO, ZACAPA, BAJO RIEGO", adjunto a la presente dicho trabajo, que constituye requisito para optar al título de Ingeniero Agrónomo en el grado académico de Licenciado en Ciencias Agrícolas.

Considero que el citado trabajo, es un importante aporte al conocimiento de la tecnología recomendable para aumentar la producción y productividad del maíz, en zonas áridas del valle del Motagua.

Atentamente,



Dr. José de Jesús Castro Umaña
Asesor

Guatemala,

junio de 1980

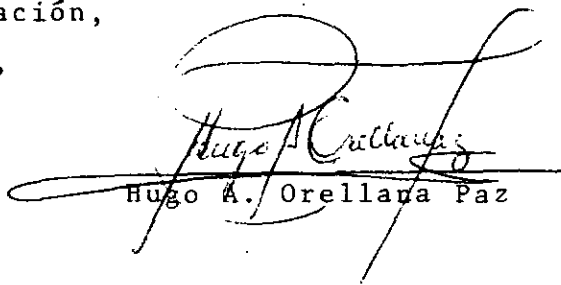
Honorable Junta Directiva
de la FAcultad de Agronomía

Honorable Tribunal Examinador:

Conforme a lo establecido en la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestro criterio el trabajo de Tesis Titulado: ESTUDIO DE SISTEMAS DE SIEMBRA-DE DOS VARIEDADES DE MAIZ (Zea mays L),BAJO CUATRO NIVELES DE FERTILIZACION, EN CONDICIONES DE EL ROSA RIO, RIO HONDO, ZACAPA, BAJO RIEGO.

Al presentarlo como requisito previo a optar al Título de Ingeniero Agrónomo en el Grado académico de Licenciado en Ciencias Agrícolas, espero merecerá vuestra aprobación,

Atentamente,



Hugo A. Orellana Paz

DEDICO ESTA TESIS

A LA FACULTAD DE AGRONOMIA

A LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

A MI ALDEA EL ROSARIO , RIO HONDO , ZACAPA

A LOS AGRICULTORES QUE SIEMBRAN MAIZ

DEDICO ESTE ACTO

A DIOS TODOPODEROSO

A mis padres:

José Héctor Orellana Paz
María Olga Paz de Orellana

A mi esposa e hija

Saida Elubia C. de Orellana
Saida Jainé Orellana Contreras

A mis hermanos

Humberto Aroldo Orellana Paz
Gloria Lucia Orellana de Orozco
Oscar Lionel Orozco Barrios
Lisset Oliva de Orellana

A mis suegros

Julio Contreras Esquivel
Rosalina Gonzáles de Contreras

A mis cuñados

Floriceli
Silvia Anabella
Julio Axel
Maritza Janette
Marleni Edith
Glenda Jainé
Helen Julissa
Dámaris Ibeth

A mis familiares y amigos

RECONOCIMIENTO

Dejo constancia de mi agradecimiento:

Al Dr. José de Jesús Castro Umaña, por la asesoría en la elaboración de este estudio.

A los Ingenieros Mario Melgar y Luis Estrada L. por su colaboración en el análisis estadístico.

A todas aquellas personas que contribuyeron en la realización de este trabajo.

C O N T E N I D O

	<u>Página</u>
I. INTRODUCCION	1
II REVISION DE LITERATURA	3
2.1. Variedades	3
2.2. Sistemas de siembra	4
2.3. Fertilización	5
III. MATERIALES Y METODOS	7
3.1 Descripción del Area Experimental	7
3.2. Material Experimental	8
3.2.1. Variedades	8
3.2.2. Fertilización	8
3.2.3. Sistemas de Siembra	9
3.3. Metodología Experimental	10
3.4. , Simbología de los Tratamientos	12
IV . RESULTADOS	13
V. DISCUSION DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES	19
5.1 Efecto de Variedades	19
5.2. Efecto de Sistemas	19
5.3. Efecto de Niveles de Fertilización	20
5.3.1 Análisis Económico	20
VI. RECOMENDACIONES	23
VII. RESUMEN	24
VIII. BIBLIOGRAFIA	26

.....

I. INTRODUCCION

El maíz constituye la base alimenticia de América Latina, ya que proporciona el 80% de las calorías y el 70% de las proteínas que consume la población (12).

La situación anterior se refleja en Guatemala, pues según datos del Instituto de Nutrición para Centro América y Panamá, INCAP, citados por Torres(18), el maíz proporciona al guatemalteco en su dieta el 63% de calorías, 65% de proteínas, 65% de grasas, 94% de calcio y el 60% de fósforo.

Sin embargo, no obstante la importancia de este cereal, Guatemala no produce la cantidad requerida por sus pobladores, preocupando aún más, que la superficie cultivada y el rendimiento promedio por unidad de área, han sido fluctuantes pero con tendencia a disminuir en los últimos años (3).

En tal sentido, cualquier intento que se haga para aumentar la productividad del cultivo del maíz, resulta muy importante, ya que aumentaría la producción por unidad de área, y los agricultores motivados por una rentabilidad adecuada, aumentarían la superficie a cultivar, consiguiendo con ello satisfacer al menos la demanda interna del país. Además se lograría como corolario, mayores fuentes de trabajo para el hombre del campo, que en épocas no

aptas para el desarrollo de los cultivos más rentables, en frentan una marcada desocupación de su mano de obra, que es el medio a través del cual , consiguen la subsistencia de sus familias.

Es innegable que los componentes de una alta productividad son tan numerosos como difícil su evaluación en conjunto, por lo que deben escogerse aquellos que se consideren de mayor importancia en una región dada. En base a ello el presente trabajo tiene los siguientes objetivos:

OBJETIVO GENERAL:

Que sea aumentada la productividad del cultivo del -
maíz.

OBJETIVOS ESPECIFICOS:

- a) Evaluar el efecto de utilizar un maíz mejorado (ICTA T 101) contra el criollo tradicionalmente sembrado en la zona.
- b) Detectar un nivel adecuado de fertilización con nitrógeno y potasio.
- c) Analizar sistemas y densidades de siembra que puedan aumentar la producción.

HIPOTESIS

- a) La variedad criolla y el ICTA Tropical 101, no presentarán diferencia en rendimiento.
- b) No habrá diferencia en rendimiento al variar sistemas de siembra.
- c) Los distintos niveles de fertilización no provocarán diferencia en el rendimiento.

II. REVISION DE LITERATURA

2.1 Variedades:

" Una alta producción de maíz, requiere de 3 aspectos esenciales: condiciones favorables de suelo y clima, un programa inteligente de fertilización y las mejores variedades disponibles " (13).

A través de resultados obtenidos por ICTA (8) concluyeron que el uso de semillas mejoradas, es el factor más influyente en aumentar la productividad; indicando además, que si esta práctica no se realiza, la utilización de otros factores tecnológicos no es compensada.

La mayoría de maíces cultivados en oriente, son variedades locales, de tipo enano y precoces, de las cuales se obtienen los más bajos rendimientos de todas las encontradas en Guatemala; aparentemente su uso lo determinan la precocidad y la capacidad de producir algo de grano, incluso bajo condiciones muy adversas (10).

El híbrido blanco ICTA Tropical 101, según el método de cultivo, puede producir de 60 hasta 110 quintales por manzana (7).

2.2 Sistemas de siembra:

Como sistema de siembra deberá entenderse la diferente distribución del grano sobre el surco, poniendo uno o más granos por postura, y además las diferentes densidades.

González(6) concluyó que la distribución espacial de plantas sobre el surco, tiene un efecto significativo sobre los rendimientos de maíz, siendo mejor la siembra de 2 plantas cada 40 centímetros, que la de 4 plantas cada 100 cms., determinando al comparar las dos distribuciones, que hubo una diferencia de 358 Kg/Ha entre ambas.

Según ICTA (10), casi todos los agricultores de oriente siembran el maíz "mateado", es decir, varios granos por postura, sin embargo, se consiguen mejores resultados cuando la siembra se hace colocando los granos en forma espaciada a lo largo del surco, siendo la segunda alternativa la siembra de 2 plantas por postura.

Sánchez (15), indica que la densidad más adecuada está determinada por la fertilidad del suelo, el clima y las prácticas culturales que se empleen. Si la densidad es mayor o menor que la óptima, se obtienen rendimientos más bajos. También indica que

con la densidad óptima, el tamaño promedio de las mazorcas es menor que el que alcanzan con densidades menores, pero la producción total de grano es mayor.

Sprague y Larson (16), establecen que existe una proporción entre la densidad de población y la disminución de rendimiento por planta, la cual se alcanza a distintos niveles según el tipo de suelo, nivel de fertilidad, provisión de agua, condiciones de clima y la semilla híbrida que se utilice. Por lo tanto, no existe una proporción óptima de siembra con validez general.

En Costa Rica (2), recomiendan 66,666 posturas de un grano por hectárea, sembrando a 1 metro entre surcos y 15 cms. entre plantas.

Con una densidad de 80 mil plantas por hectárea, en lugar de 60 que es lo recomendable para la época de lluvia, se alcanzan unos mil kilos adicionales de maíz por hectárea (5).

Trabajos realizados por ICTA(9), determinaron que ICTA Tropical 101, produjo los máximos rendimientos con 60,000 plantas por hectárea.

2.3 Fertilización:

Aldrich y Leng (1), indican que la diferencia que existe entre los mejores productores y los productores promedio de una comunidad, frecuentemente puede medirse según los tipos y cantidades de fertilizantes que apliquen.

En la Estación Experimental Agrícola de La Molina(4) se determinó que el maíz consume a los 30 días de sembrados 5.4 Kgs. de nitrógeno por hectárea y a los 60 días el consumo aumenta a 105 kilogramos.

Sprague y Larson (16), indican que el maíz consume más nitrógeno que ningún otro elemento proveniente del suelo, que es indispensable para estimular el crecimiento temprano necesitándolo en todo su período de crecimiento; pero la mitad de su requerimiento lo asimila desde una semana antes de la espigación hasta 3 semanas aproximadamente después de la misma.

Según Salazar (14), si el suelo presenta alto contenido de fósforo no sólo es innecesaria su aplicación, sino que puede disminuir los rendimientos.

Aldrich y Leng (1), indican que el fósforo y el potasio tienen muy poca movilización en el suelo, y difícilmente se pierden por lixiviación o volatilización, y la mejor época de aplicarlos es antes de la siembra.

El potasio es indispensable para el crecimiento de las células y la síntesis de azúcares, almidones y proteínas en las plantas, aunque no es parte constitutiva de estos compuestos. En la madurez aproximadamente un tercio del potasio contenido en toda la planta de maíz, se localiza en el grano (16).

III. MATERIALES Y METODOS

3.1 Descripción del Area Experimental:

Este experimento se realizó en los terrenos del señor José Héctor Orellana, en la Aldea el Rosario, Rio Hondo, del Departamento de Zacapa.

Según Holdridge (11), la zona de vida corresponde a Bosque seco Subtropical, con una precipitación promedio anual de 675 m.m y biotemperatura media anual de 24°C.

Atendiendo a la clasificación de reconocimiento de los suelos de Guatemala, de Simmons et. al. (17), se ubica el área experimental en los Suelos Aluviales no diferenciados, donde los arroyos han depositado material en años relativamente recientes.

Al realizar el análisis textural resultaron los siguientes porcentajes: arcilla 6.95, limo 37.06 y arena 55.99, el contenido de materia orgánica casi nulo.

Características químicas del suelo:

p ^H	Microgramos/ml.		Meq./100 grs.de suelo	
	P	K	Ca.	Mg
6.7	142.50	50	4.80	1.825

3.2 Material Experimental:

3.2.1. Variedades

Se evaluaron dos variedades, el criollo y el ICTA Tropical 101.

El criollo es la variedad que se siembra tradicionalmente en la zona, cuyo ciclo vegetativo es de 90 días de la siembra a la cosecha.

El ICTA Tropical 101, es un híbrido blanco desarrollado por el Programa de Producción del ICTA, sus progenitores son el ICTA B-1 (Tuxpeño P.B.) y el ICTA C.B. (Eto blanco); posee un alto porcentaje de plantas con dos mazorcas, su ciclo vegetativo es de 115 días de la siembra a la cosecha (7).

3.2.2. Fertilización:

Los niveles de fertilización probados fueron cuatro : 160-0-90; 120-0-65, 80-0-40 y 40-0-15 Kgs/Ha. de N-P-K. Para el nitrógeno que se aplicó se usó como fuente urea, una tercera parte al momento de la siembra y las otras dos terceras partes treinta días después. La fuente de potasio fue muriato de potasio y se aplicó todo al momento de la siembra.

Para cumplir con cada nivel se hicieron las aplicaciones siguientes:

Primera Aplicación, en gramos por surco de 10 metros de largo:

Nivel	Urea	Muriato de Potasio
A	93	120
B	70	87
C	46	53
D	23	20

Segunda aplicación, en gramos por surco de 10 metros de largo:

Nivel	Urea
A	185
B	139
C	93
D	46

Cada dosis se pesó y se puso en bolsa plástica para ser aplicada posteriormente.

3.2.3 Sistemas de Siembra:

Se evaluaron tres densidades y dos sistemas de siembra. Las tres densidades de siembra se lograron sembrando a las distancias siguientes:

0.8 metros entre surcos y 0.29 metros entre plantas, haciendo 35 posturas por surco de 10 metros, lo cual da un total de 43,750 plantas por hectárea, pero al asumirse un 9% de pérdidas en germinación e ini

cio de desarrollo, se estima una población de - 40,000 plantas por hectárea. En los siguientes incisos se omite el proceso para llegar a la densidad final.

0.8 metros entre surcos y 0.23 metros entre plantas, con densidad de 50,000 plantas por hectárea.

0.8 metros entre surcos y 0.19 metros entre plantas, con densidad de 60,000 plantas por hectárea.. Para evaluar los dos sistemas de siembra, se sembró a 0.8 metros entre surcos y 1 metro entre postura con 3 y 4 granos en forma alterna, dando una densidad final de 40,000 plantas por hectárea; este tratamiento se comparó con la primera densidad descrita, donde ambos tenían 40,000 plantas por hectárea, pero variaba la distribución de los granos en el surco.

3.3 Metodología Experimental

El diseño experimental usado fue el de Parcelas Divididas en Bloques al Azar, con arreglo factorial 2×4 en parcela grande; ocupó un área total de 9,663.2 metros², la localización de las 4 repeticiones se sorteó, cada una estaba formada por cuatro bloques distribuidos al azar, tres de los

cuales tenían igual sistema de siembra pero con diferente densidad, y el otro tenía igual densidad que uno de ellos (40,000 plantas por hectárea) pero con diferente sistema, es decir, con diferente distribución del grano sobre el surco.

Cada bloque estaba formado por ocho parcelas distribuídas al azar, constituídas por las dos clases de maíz evaluadas y sus cuatro respectivos niveles de fertilización.

Las repeticiones estaban separadas por calles de dos metros de ancho, al igual que los cuatro bloques en cada repetición, mientras que las parcelas en cada bloque las dividía un surco muerto.

Cada bloque tenía zanjás de riego y de drenaje individuales, consiguiendo con ello que ninguna parcela recibiera colas de agua de otra.

Las parcelas pequeñas tenían 10 metros de largo por 5.6 metros de ancho, es decir, 7 surcos de 10 metros de largo con separación de 0.8 metros entre ellos. La parcela neta la constituyeron los cinco surcos centrales, menos 1 metro en los extremos de cada uno de ellos; dando como área efectiva 32 metros².

3.4. Simbología de los tratamientos.

3.4.1. Sistemas:

	Distancia entre sur cos.	Distancia entre pos turas.	No.granos/ postura	Densidad/ Ha.
S1	0.8 mts.	1. mts.	4	40,000
S2	0.8 mts.	0.286 mts.	1	40,000
S3	0.8 mts.	0.225 mts.	1	50,000
S4	0.8 mts.	0.190 mts.	1	60,000

3.4.2 Fertilizantes

	Nitrógeno	Fósforo	Potasio
A	160	0	90
B	120	0	65
C	80	0	40
D	40	0	15

3.4.3 Variedades

Criollo = criollo

ICTA = ICTA Tropical 101

ESQUEMA DEL DISEÑO

12a.

S4	S1	S2	S3
Criollo B	ICTA C	Criollo B	Criollo D
Criollo C	ICTA B	ICTA B	ICTA A
Criollo A	Criollo D	ICTA C	ICTA D
ICTA B	Criollo A	Criollo C	ICTA C
Criollo D	ICTA A	ICTA A	Criollo B
ICTA A	ICTA D	Criollo D	Criollo A
ICTA C	Criollo B	ICTA D	ICTA B
ICTA D	Criollo C	Criollo A	Criollo C

S1	S4	S2	S3
ICTA B	Criollo C	ICTA D	Criollo D
ICTA C	ICTA D	ICTA A	Criollo C
Criollo D	Criollo D	Criollo B	ICTA B
Criollo A	ICTA A	Criollo A	ICTA A
Criollo C	Criollo B	ICTA C	Criollo B
ICTA A	ICTA C	Criollo C	ICTA C
Criollo B	Criollo A	Criollo D	ICTA D
ICTA D	ICTA B	ICTA B	Criollo A

ICTA D	ICTA C	Criollo D	Criollo D
ICTA B	ICTA B	Criollo B	Criollo C
ICTA A	Criollo C	ICTA C	Criollo B
ICTA C	Criollo D	Criollo A	ICTA C
Criollo D	Criollo B	ICTA B	ICTA D
Criollo C	Criollo A	ICTA A	ICTA B
Criollo B	ICTA B	ICTA D	Criollo A
Criollo A	ICTA A	Criollo C	ICTA A

ICTA A	ICTA D	ICTA B	Criollo B
Criollo D	Criollo B	ICTA C	ICTA C
ICTA C	ICTA C	Criollo B	ICTA A
Criollo B	Criollo C	Criollo A	ICTA B
ICTA D	Criollo D	ICTA A	ICTA D
ICTA B	Criollo A	ICTA D	Criollo A
Criollo A	ICTA B	Criollo C	Criollo C
Criollo C	ICTA A	Criollo D	Criollo D

S2 S3 S4 S1

S4 S2 S1 S3

IV R E S U L T A D O S

CUADRO 1
RENDIMIENTO DE MAIZ DESGRANADO CON 14% DE HUMEDAD, EN TONELAS
DAS METRICAS POR HECTAREA

14

Sistema.	Variedad	Nivel Fertilización.	REP. I	REP. II	REP. III	REP. IV.	TOTAL	$\bar{x}$
S1	ICTA	A	4.775	4.237	3.937	4.75	17.699	4.424
		B	2.162	1.837	4.162	3.50	11.661	2.915
		C	1.581	3.025	3.837	3.206	11.649	2.912
		D	3.068	3.818	2.462	2.431	11.779	2.944
	Criollo		11.586	12.917	14.398	13.887	52.788	--
		A	2.300	1.287	2.731	3.006	9.324	2.331
		B	1.981	2.318	2.656	1.712	8.667	2.166
		C	1.975	1.65	3.081	2.194	8.900	2.225
		D	1.194	1.431	1.650	1.60	5.875	1.468
			7.450	6.686	10.118	8.512	32.766	--
			19.036	19.603	24.516	22.399	85.554	--
		A	3.537	2.144	4.237	5.401	15.319	3.829
S2	ICTA	B	2.575	5.219	3.781	4.46	16.035	4.008
		C	3.325	2.719	3.794	4.287	14.125	3.531
		D	3.762	1.137	2.30	3.437	10.636	2.659
			13.199	11.219	14.112	17.585	56.115	--
	Criollo	A	2.369	1.85	3.556	2.900	10.675	2.668
		B	1.844	1.831	2.062	3.137	8.874	2.218
		C	2.631	3.35	3.062	2.45	11.493	2.873
		D	2.994	3.018	2.244	2.237	10.493	2.623
			9.838	10.049	10.924	10.724	41.535	--
			23.037	21.268	25.036	28.309	97.650	--
		A	3.05	2.956	6.737	4.912	17.655	4.413
		B	3.40	2.312	4.462	2.837	13.011	3.252
S3	ICTA	C	2.962	5.156	3.818	4.325	16.261	4.065
		D	3.062	3.756	3.100	3.637	13.555	3.388
			12.474	14.18	18.117	15.711	60.482	--
		A	1.825	3.275	3.862	2.475	11.437	2.859
	Criollo	B	2.881	3.437	3.900	3.506	13.724	3.431
		C	3.712	1.344	2.981	2.331	10.368	2.592
		D	2.193	1.175	2.118	2.618	8.104	2.026
			10.611	9.231	12.861	10.930	43.633	--
			23.085	23.411	30.978	26.641	104.115	--
		A	4.675	2.65	4.375	4.944	16.644	4.161
		B	5.569	4.59	4.087	5.425	19.671	4.917
		C	5.581	4.18	1.787	3.231	14.779	3.695
S4	ICTA	D	3.801	2.18	2.237	2.712	10.93	2.732
			19.626	13.600	12.486	16.312	62.024	--
		A	2.162	3.156	3.400	3.244	11.962	2.99
		B	2.565	2.506	3.50	3.287	11.858	2.964
	Criollo	C	2.05	1.143	2.743	3.525	9.461	2.365
		D	3.887	1.575	2.500	3.775	11.737	2.934
			10.664	8.380	12.143	13.831	45.018	--
			30.290	21.98	24.629	30.143	107.042	--
		T O T A L	95.448	86.262	105.159	107.492	394.361	--

CUADRO 2
ANALISIS DE VARIANZA

Fuente de Variación	GL	SC	CM	F ^c	
Repeticiones	3	8.8828	2.9609	3.16	
Sistemas	3	8.5245	2.8415	3.03	N.S.
error (a)	9	8.4371	0.9374		
Variedades	1	36.6123	36.6123	53.31	**
SxV	3	0.4674	0.1558	0.227	N.S.
Fertilizantes	3	12.9129	4.3043	6.267	**
SxF	9	4.7240	0.5249	0.764	N.S.
VxF	3	2.7453	0.9151	1.332	N.S.
SxVxF	9	12.2781	1.3642	1.986	N.S.
error (b)	84	57.6921	0.6868		
T O T A L	127	153.2765			

CUADRO 3

MEDIAS DE RENDIMIENTO POR NIVEL DE FERTILIZANTE Y
VARIEDADES EVALUADAS T.M./Ha.

F \ V				
	ICTA(V ₁)	CRIOLLO(V ₂)	TOTAL	MEDIAS
A	67.317 ⁽¹⁾	43.398 ⁽¹⁾	110.715	3.460
B	60.378	43.123	103.501	3.234
C	56.814	40.222	97.036	3.032
D	46.900	36.209	83.109	2.597
TOTAL	231.409	162.952	394.361	
MEDIAS	3.616	2.546		3.08

(1) Sumatoria del rendimiento (T.M./Ha) de 16 parcelas pequeñas

CUADRO 4
COMPARACION DE MEDIAS DE 4 NIVELES DE FERTILIZACION, A
TRAVES DE LA PRUEBA DE TUKEY

Nivel		Rendimiento T.M./Ha.	
A=	160-0-90	3.460	a.
B=	120-0-65	3.234	a.
C=	80-0-40	3.032	a. b.
D=	40-0-15	2.597	b.

Los tratamientos con igual letra, estadísticamente
no tienen diferencia significativa al 0.05

CUADRO 5

MEDIAS DE RENDIMIENTO DE LOS 4 SISTEMAS EVALUADOS,
EN T.M. / Ha.

S1 = 2.67

S2 = 3.05

S3 = 3.25

S4 = 3.34

V. DISCUSION DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Los rendimientos de maíz desgranado con 14% de humedad que se obtuvieron en el experimento, con las dos variedades, los cuatro sistemas de siembra y los cuatro niveles de fertilización, están presentados en el Cuadro 1.

El análisis de varianza, presentado en el Cuadro 2, revela que no existe diferencia significativa en ninguna interacción de las variables estudiadas, por lo tanto puede compararse separadamente los rendimientos promedios de cada una de ellas.

5.1 Efectos de variedades:

El análisis de varianza indica que hubo diferencia significativa al 0.01 de probabilidad entre las dos variedades evaluadas, por lo que se rechaza la hipótesis a.

Al analizar los rendimientos promedios, cuadro 3, se encuentra una superioridad de 1.07 toneladas métricas por hectárea, del ICTA tropical 101 sobre el criollo.

5.2 Efecto de sistemas:

Para sistemas no muestra diferencia significativa el análisis de varianza, por lo que es válida la hipótesis b.

Sin embargo, al comparar a simple vista los rendimientos promedios, Cuadro 5, notamos incremento en la producción al cambiar el sistema de siembra ($S_2-S_1=0.38$ T.M./Ha); y también hay respuesta ascendente del rendimiento al aumentar la densidad.

5.3 Efecto de niveles de fertilización:

El análisis de varianza muestra diferencia significativa entre niveles de fertilización, por lo que se rechaza la hipótesis c. Al efectuar las pruebas de Tukey, Cuadro 4, se encontró significancia sólo al comparar los niveles A con D y B con D.

Lo anterior significa que no existen diferencias significativas a un nivel de probabilidad de 0.05 entre los niveles A, B y C, ésto indica que es indiferente cual de ellos se recomienda. Sin embargo, para tener mayor seguridad en la conclusión, es necesario hacer un análisis económico.

5.3.1 Análisis Económico:

Para realizar este análisis, se consideraron las medias de rendimiento de ICTA Tropical 101, con los cuatro niveles de fertilización, para evaluar los niveles A, B y C comparándolos con el nivel D como testigo.

Nivel Fertilización	Y (TM/Ha)	C.V. (Quet.)	ΔY (TM/Ha)	$\Delta C.V.$ (Quet.)	$y \Delta Y / \Delta C.V.$ (Quet.)	$y \Delta Y - \Delta C.V.$ (Quet.)
160-0-90	4.21	163.40	1.28	126.30	2.03	129.70
120-0-65	3.77	121.30	0.84	84.20	1.99	83.80
80-0-40	3.55	79.20	0.62	42.10	2.94	81.90
40-0-15	2.93	37.10				

Donde:

Y = rendimiento promedio de ICTA Tropical 101, en cada nivel de fertilización.

C.V. = Costos Variables = inversión por cada nivel de fertilización.

C.V. = $nN + kK$, donde n = costo de 1 kilogramo de nitrógeno = Q.0.74, N = kilogramos de N/Ha. aplicados, k = costo de 1 kilogramo de potasio = Q.0.50 y K = kilogramos de K_2O /Ha. aplicados.

$\Delta C.V.$ = diferencia de costos variables de cada nivel de fertilización (A, B y C) con el testigo (nivel D).

$y \Delta Y / \Delta C.V.$ = tasa de retorno a capital adicional invertido.

$y \Delta Y - \Delta C.V.$ = incremento del ingreso neto

y = valor de 1 tonelada métrica de maíz desgranado = Q.200.00

Para analizar el Cuadro 6, se consideró la disponibilidad de capital con que pueda contar el agricultor.

El Agricultor que dispone de capital (Capital Ilimitado), deberá recomendársele el nivel A de fertilización, pues reportó el mayor incremento del ingreso neto.

Si el agricultor no dispone de capital (Capital Limitado), deberá recomendársele el nivel C de fertilización, pues reportó la mayor tasa de retorno a capital adicional invertido, la cual fue de 2.94, lo que significa que por cada quetzal adicional que invierta recibirá Q.2.94.

En ambos casos de disponibilidad de capital no es recomendable el nivel B, pues presenta la menor tasa de retorno a capital, y sólo difiere en Q.1.90/Ha. de incremento en ingreso neto con el nivel C.

VI. RECOMENDACIONES

1. Impulsar a través de los medios disponibles, el uso de semillas mejoradas evaluadas en las diferentes zonas, ya que esta práctica contribuye grandemente en el incremento de la productividad del maíz. Sin embargo, no deben descuidarse las variedades criollas, ya que constituyen germoplasma valioso para futuros trabajos de mejoramiento genético.
2. Debe realizarse mayor investigación respecto a sistemas y densidades de siembra, pues a pesar que en este estudio no se encontró diferencia significativa entre ninguno de ellos, al analizar sus medias de rendimiento, puede encontrarse a través de análisis económico que el agricultor consigue incremento en la rentabilidad del cultivo.
3. Debe impulsarse la utilización de fertilizantes, pues su efecto resultó significativo en este estudio, siendo indispensable que para recomendar niveles de fertilización, se considere la fertilidad natural o inicial de los suelos, determinada por previo análisis.
4. En futuros estudios de fertilización, es aconsejable realizar el análisis económico, pues el precio de los fertilizantes ha aumentado considerablemente, y la disponibilidad de capital entre los agricultores que siembran maíz, tienen un amplio rango de variabilidad.

VII RESUMEN

Se evaluaron 2 variedades de maíz, el criollo y el ICTA Tropical 101 como representativo de los maíces mejorados, bajo cuatro niveles de fertilización, 160-0-90, 120-0-65, 80-0-40 y 40-0-15 kilogramos por hectárea de N-P-K respectivamente.

Las características químicas del suelo, detectadas previo al ensayo, fueron las siguientes:

p ^H	Microgramos / ml		Meq/100 grs.de suelo	
	P	K	Ca	Mg.
	6.7	142.50	50	4.80

Además se estudiaron sistemas de siembra, los cuales consistieron en distribuir diferencialmente los granos sobre el surco y establecer distintas densidades, las que fueron de 40, 50 y 60 mil plantas por hectárea.

El análisis de varianza no demostró diferencia significativa al 0.05 de probabilidad entre ninguna de las interacciones de las variables estudiadas.

El ICTA Tropical 101 mostró diferencia significativa al 0.01 de probabilidad, al aumentar su media de rendimiento sobre la del criollo.

Entre los sistemas de siembra no se encontró diferencia significativa.

Los cuatro niveles de fertilización sí mostraron diferencia significativa al 0.01 de probabilidad.

Al comparar las medias de rendimiento de los cuatro niveles de fertilización, a través de la prueba de Tukey, se encontró que los niveles de 160-0-90, 120-0-65 y 80-0-40 tenían diferencia significativa al 0.05 con el nivel 40-0-15.

Para decidir entre los primeros 3 niveles se realizó un análisis económico, determinándose que para los agricultores con capital ilimitado, debe recomendárseles el nivel 160-0-90, pues presentó el mayor incremento en el ingreso neto (Q.129.70/Ha), y para los agricultores de capital limitado, debe recomendárseles el nivel 80-0-40, ya que presentó la mayor tasa de retorno a capital adicional invertido (2.94).

VIII. BIBLIOGRAFIA

1. ALDRICH, S. Y LENG, E.R. Producción moderna del maíz. Traducido por Oscar Martínez Tenreiro y Patricia Leguizamón. Buenos Aires, Editorial Hemisferio Sur, 1974. 308 p.
2. ALGUNAS RECOMENDACIONES para producir más maíz. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Costa Rica. Hoja Divulgativa 36. 1971. s/p.
3. ASOCIACION NACIONAL DE PERITOS AGRONOMOS. II Seminario nacional sobre granos básicos. Guatemala, 9-13 mayo 1978. 69 p.
4. EFICIENCIA DEL ISOTOPO estable ^{15}N en la determinación del nitrógeno en el maíz. Lima. Estación Experimental Agrícola de La Molina. Boletín No.18. 1967.
5. EL MAIZ BAJO RIEGO; población por hectárea, fertilización nitrogenada, siembra y riego. Noticias Agrícolas (Venezuela) 8(9):33-35. 1977.
6. GONZALEZ ARAUZ, D.A. Evaluación de la respuesta del maíz a la aplicación de cuatro niveles de nitrógeno en combinación con seis densidades de población, en el parcelamiento La Máquina. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía, 1979. 37 p.
7. INSTITUTO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA AGRICOLAS. Semillas mejoradas. Guatemala, 1975. s/p.
8. -----Resultados preliminares obtenidos en las parcelas de prueba de maíz. La Máquina, 1976, Serie CT-1. Guatemala, 1977. 12 p.
9. -----Informe Anual Julio 74-Junio 75. Guatemala, 1975. 258 p.
10. -----Informe Anual 1975-76. Guatemala, 1976. 133 p.
11. INSTITUTO NACIONAL FORESTAL. Clasificación de zona de vida de Guatemala basada en el sistema Holdridge. Guatemala, 1976. 24 p.

12. MARTINEZ MUÑOZ, A. B. Relación del contenido de lisina y triptofano con el de zeína, durante la germinación del grano de maíz y su posible vinculación con el ciclo vegetativo de la planta. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía, 1979. 37 p.
13. OCHSE, J.J. et al. Maíz. En: Cultivo y mejoramiento de plantas tropicales y subtropicales. México, D.F., Limusa, 1976. II Volumen. p.1372.
14. SALAZAR, J. R. Estudio de fertilización en maíz. Ministerio de Agricultura y Ganadería. El Salvador. Boletín Técnico No. 50. 78 p.
15. SANCHEZ D. N.; CHAVEZ R., S. Y PUENTE E., F. Fertilizantes y densidad de población para el maíz en Veracruz. Secretaría de Agricultura y Ganadería. México. Folleto de Divulgación No. 27. 1958. 16 p.
16. SPRAGUE, G.F. Y LARSON, W.E. Producción del maíz. Centro Regional de Ayuda Técnica, A.I.D. Manual de Agricultura No. 322. México/ Buenos Aires, 1972.
17. SIMMONS, C.S.; TARANO, J.N. y PINTO, J.J. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la República de Guatemala. Ministerio de Agricultura / SCIDA. Guatemala, Editorial José de Pineda Ibarra, 1959. 1000 p.
18. TORRES MENDOZA, A. Efecto de la poda (jiloteo o chiloteo) de la inflorescencia femenina sobre el rendimiento del grano y otros caracteres del maíz (Zea mays L.). Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía, 1978. 41 p.

Vo.Bo.



Cristina de Cabrera
Documentalista

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apertado Postal No. 5545

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Referencia

Asunto

"IMPRIMASE"



DR. ANTONIO A. SANDOVAL S.
D E C A N O