

2606

XV REUNION ANUAL DEL PROGRAMA COOPERATIVO
CENTROAMERICANO PARA EL MEJORAMIENTO
DE CULTIVOS ALIMENTICIOS (PCCMCA)

1969

Determinación del Estado Nutritivo de un suelo de la Estación Experimental "Enrique Jiménez N." (Costa Rica) por medio de la prueba de microparcelas de maíz.

Ing. Alvaro Cordero V.*

Introducción

Hay un sinnúmero de métodos para conocer la fertilidad de un suelo. Hay métodos directos e indirectos. Entre los métodos directos tenemos -- los experimentos con fertilizantes, en el propio campo o en el invernadero con macetas. Entre los métodos indirectos de evaluación del estado nutritivo de un suelo tenemos el empleo del uso del análisis químico de suelos y foliares.

Sin embargo, entre las pruebas de fertilizantes en el campo y en el invernadero existe un tipo de experimentos que nos permite evaluar en forma directa, muy rápido y aproximado, el estado nutritivo de uno o varios suelos a la vez (respuesta a fertilizantes) en el campo mismo por medio de una planta indicadora (maíz) y haciendo uso de una parcela experimental pequeña (microparcela de maíz). Este estudio se podría decir que es el intermedio entre el ensayo de fertilizantes con experimentos grandes - en el campo y los experimentos de invernadero.

El objetivo de la presente investigación se refiere a la respuesta de la planta de maíz (Híbrido Tico H₁) (materia verde) a la fertilización N, P y K en un suelo de la Estación Experimental Enrique Jiménez N. La evaluación de la respuesta se hizo con base a dos experimentos individuales, pero contiguos, haciendo uso de dos parcelas pequeñas 60 x 60 cm. y 90 x 90 cm. usando un factorial de N P y K 3 x 3 x 3 y un simple bloque al azar (N, P, K, NP, NK, PK y NPK) respectivamente. Se estudió asimismo, la efectividad de ambos experimentos.

Revisión de Literatura

El método fue primeramente descrito en 1944 por R.V. Holme (6) en un trabajo que presentó en la reunión anual de técnicos azucareros, que se efectuó ese año en Barbados, de la British West Indies Sugar Technologists. Al año siguiente en la misma reunión de técnicos que se realizó en Trinidad, se volvió a discutir los pro y contra de este método (8).

Hasta el año de 1963 aparecen los primeros investigadores trabajan-

*Departamento de Agronomía. Ministerio de Agricultura y Ganadería, Costa Rica.

do la técnica de las microparcelas de maíz en Latinoamérica; casualmente, fue realizada por uno de los investigadores, que presidió la mesa en Trinidad, cuando se discutió la bondad del método; el Profesor T. Hardy. Es así como en el año 1963 aparecen dos publicaciones haciendo uso de las microparcelas de maíz. (3) (4) en suelos de las cercanías, o del Instituto de Ciencias Agrícolas de la OEA en Turrialba, Costa Rica.

En el año 1966, aparece en la revista Turrialba (5) una amplia explicación del método de las parcelas pequeñas de maíz.

En el año 1968 aparece una modificación del método realizada por Martini (7), el cual hace uso de una parcela más grande 90 x 90 cm. en lugar de la original que es de 60 x 60 cm. y a diferencia del factorial al $3 \times 3 \times 3$ de N P K emplea solamente los siguientes tratamientos: N, P, K, NP, NK, PK, NPK y el testigo, todos estos tratamientos distribuidos en forma de bloques al azar.

Experimentos de fertilización con varios cultivos en la misma Estación Experimental, aunque no en la misma serie de suelo, dieron en general una respuesta generalizada al nitrógeno, no así para el fósforo y el potasio. (1) (2).

Materiales y Métodos

El experimento de campo se realizó en el lote invernadero de la Estación Enrique Jiménez N., en un suelo ligeramente plano, horizonte A de aluvión reciente muy poco profundo, de 0 a 10 cm. como máximo y el suelo original un latosol pardo oscuro, perteneciente a la serie "Las Lomas" según mapa de suelos de Vargas, 1963 (9). Las características químicas del lote experimental con una profundidad de 0 a 20 cm. son:

pH	5.4
P	22 ppm
K	450 ppm
Fe	39 ppm
Ca	1893 ppm
Mg	468 ppm
Al	11 ppm

El experimento se realizó a fines del invierno del año 1968.

Para realizar este estudio, se tomó el método original de las microparcelas Holme, descrito por Hardy (5) y la modificación efectuada por Martini (7) o sea se colocaron dos experimentos de campo, individuales, pero contiguos en el mismo lote experimental.

Microparcelas Holme descritas por Hardy (5)

Un diseño factorial $3 \times 3 \times 3$ repetido dos veces con parcelas de 60 x 60 cm. (gráfico 1) y con áreas separadas del mismo tamaño. En el --

cuadro 1, se nota un ejemplo del diseño factorial del experimento con indicación de las dosis de fertilizantes en orden N- P- K.

CUADRO 1
Plano de los tratamientos y
niveles empleados

27	26	25	24	23	22	21	20	19
222	200	102	012	121	110	211	020	001
10	11	12	13	14	15	16	17	18
201	021	111	122	212	010	220	100	002
9	8	7	6	5	4	3	2	1
221	120	022	101	200	011	112	210	000

NIVELES	CANTIDAD DE FERTILIZANTES
0	Sin fertilizante
1	Una dosis de fertilizante
2	Dos dosis de fertilizante

Las dosis indicadas corresponden a las siguientes cantidades (en Kiogramos) de fertilizantes por hectárea (Ha).

<u>Niveles</u>	<u>Sulfato de Amonio</u>	<u>Superfosfato Sencillo</u>	<u>Sulfato de Potasio</u>
Sin fertilizante	--	--	--
1 Dosis	336	280	112
2 Dosis	672	560	224

o corresponden en forma de elemento puro a las siguientes cantidades:

Kg / Ha

Niveles	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Sin fertilizante	0	0	0
Nivel 1	71	56	56
Nivel 2	142	112	112

En el presente experimento se usó como planta indicadora, el maíz - (Híbrido denominado Tico H₁). Se sembró un total de 20 semillas por surco (previamente escogidas a mano). A los 7 días se raleó y se dejaron 10 plantas por surco o sea 30 plantas por parcela. Las plantas se cosecharon después de 4 semanas de crecimiento y se pesó inmediatamente después de cortar las plantas a 1 cm. de la superficie del suelo.

Microparcela 90 x 90 cm. (7).

El método usado es un simple diseño de bloques al azar, en el que - se evalúa la fertilidad del suelo con base a los tratamientos que aparecen en el cuadro No.2.

CUADRO No.2

Tratamientos y niveles empleados en
el Experimento

TESTIGO	N	P	K	NP	NK	PK	NPK
000	100	010	001	110	101	011	111

NIVELES

Cantidad de Fertilizante

0

Sin fertilizante

1

Una dosis de fertilizante

Las dosis indicadas corresponden a las siguientes cantidades (en Kilogramos) de fertilizantes por hectárea (Ha).

<u>Niveles</u>	<u>Sulfato de Amonio</u>	<u>Superfosfato Sencillo</u>	<u>Sulfato de Potasio</u>
Sin fertilizante	--	--	--
Dosis 1	597	870	333

Las anteriores cantidades de fertilizantes corresponden a las siguientes dosis expresadas en forma de elemento puro:

<u>Niveles</u>	Kg / Ha		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Sin fertilizante	-	--	--
Dosis 1	200	400	200

El tamaño de la parcela es ligeramente más grande 90 x 90 cm. (gráfico 1) con 4 surcos de 90 cm. de largo, separados por un espacio de 30 cm. Cada parcela experimental está separada igualmente de las contiguas por un tamaño igual. Se sembraron un total de 20 semillas por surco o sean 80 por parcela. A los 7 días de la siembra se raleó a un total de 10 plantas por surco, 40 por parcela.

La fertilidad o estado nutritivo del suelo se evalúa mediante la producción de materia verde, en ambos experimentos a través de 4 semanas. Los fertilizantes empleados en los dos ensayos, como se vio anteriormente en los cuadros 1 y 2, son el sulfato de amonio, el superfosfato sencillo y el sulfato de potasio. Con el fin de eliminar la influencia de una posible deficiencia de azufre cada uno de los fertilizantes posee respectivamente 23.7%, 11.9 y 17.6% de azufre.

La preparación del lote experimental se realizó con un tractor pequeño de diesel Japonés.

El control de malas hierbas se realizó a mano y el control de plagas con DDT en polvo, y atomizaciones con Aldrin.

La confección de las parcelas experimentales se realizó por medio de marcos de madera confeccionados de acuerdo con el tamaño de las parcelas experimentales. (Gráfico #2).

El rayado de los surcos de siembra se realizó en forma manual, con estacas de madera a una profundidad aproximada de 10 cm. El fertilizante se colocó en el fondo del surco y se cubrió con una capa de tierra para evitar que afectara la germinación de la semilla. Luego se pusieron las semillas de maíz (Tico H₁) y se taparon.

RESULTADOS

Los resultados experimentales obtenidos para los dos experimentos aparecen sumarizados en los cuadros 3 y 5 donde se dan los valores de producción. Estos resultados son presentados en los gráficos 3 y 4 referidos como porcentaje de la mayor producción.

Microparcelas de Holme (60 x 60 cm)

En el cuadro #3 se observan los valores de producción de materia verde para todos los tratamientos; al efectuar el análisis estadístico de los resultados nos dice que hubo diferencia significativa entre tratamientos. Al romper los grados de libertad respectivos, la significancia se debió principalmente al Nitrógeno y luego al Fósforo; en ambos casos se encontró efectos lineales positivos significativos. El Potasio no alcanzó significancia cuadrática al 5% y ninguna de las interacciones resultaron significativas. El coeficiente de variación fue de 20.2%. Los datos del análisis de variación aparecen en el apéndice, cuadro #7.

En el cuadro N°.4 se presentan los datos de producción de materia verde expresada en porcentaje de la máxima producción y que en este caso fue el tratamiento N₂P₂K₁. Los datos se presentan más objetivamente en el gráfico N°.3 donde se ve ampliamente que las líneas de mayor producción corresponden a aquellos tratamientos con un nivel de N₂. El fósforo se ve igualmente que presenta un efecto lineal, a mayor nivel de Fósforo en el tratamiento, mayor producción. Con el caso del potasio, se encontró diferencias matemáticas al 5% con un efecto cuadrático.

Los tres efectos principales fueron muy diferentes en magnitud y naturaleza unos con otros; los promedios de producción que nos muestran estos efectos en gramos de materia verde por 60 plantas y que abarcan las 2 repeticiones y todos los tratamientos es la siguiente:

Nivel	0	1	2	
N	2106	3509	4859	Efecto Lineal**
P	3099	3434	3940	" " **
K	3322	3774	3377	" Cuadrático*

NOTA: Cada valor es el promedio de 9 cifras y representa una producción de 60 plantas en gramos.

De los datos anteriores se observa que hay una mayor respuesta cuando se fertiliza con Nitrógeno. Parte la línea de predicción de los valores más bajos a los más altos. En magnitud, la línea de respuesta del Fósforo fue menor, pero estadísticamente fue significativo.

CUADRO # 3

Producción de materia verde
para cada uno de los tratamientos.

GRAMOS

	N_0				N_1				N_2			
	P_0	P_1	P_2	SUMA	P_0	P_1	P_2	SUMA	P_0	P_1	P_2	SUMA
K_0	1780	2170	<u>1480</u>	5430	3140	3250	5060	11450	3980	4370	4670	13020
K_1	2440	2220	2260	6920	3430	3620	3680	10730	4900	5450	<u>5970</u>	16320
K_2	2000	1860	2740	6600	2640	3020	3740	9400	3580	4950	5860	14390
SUMA	6220	6250	6480	18950	9210	9890	12480	31580	12460	14770	16500	43730

942.6

1 Cada valor es la suma de dos repeticiones o sea la producción de materia verde de 60 plantas.

CUADRO # 4

Resultados de Producción de materia verde

expresados en porcentaje de la máxima producción ($N_{121}^{PK} = 100\%$)

	N_0				N_1				N_2			
	P_0	P_1	P_2	SUMA	P_0	P_1	P_2	SUMA	P_0	P_1	P_2	SUMA
K_0	30	36	25	91	53	54	85	192	67	73	78	218
K_1	41	37	38	116	57	61	62	180	82	91	100	273
K_2	34	31	46	111	44	51	63	158	60	83	98	241
SUMA	105	104	109	318	154	166	210	530	209	247	276	732

Por el contrario cuando se fertiliza con potasio hay un incremento con el primer nivel de potasio y empieza a disminuir con el nivel 2 o sea que tiene un efecto cuadrático. En el gráfico No.5 se observan las curvas de respuesta a los niveles de fertilización.

Microparcelas (90 x 90 cm.)

En el cuadro No.5 se observa la producción de materia verde para cada uno de los tratamientos. La producción mayor obtenida de 6873 g, corresponde al tratamiento $N_1P_0K_0$ ó sea el tratamiento NP. Los tratamientos (testigo, P y K) $N_0P_0K_1$, $N_0P_1K_0$ y $N_0P_0K_1$ obtuvieron las producciones más bajas: 1553, 1533 y 1510 respectivamente.

Por el contrario, todos los tratamientos que llevaron Nitrógeno, aumentaron aproximadamente 3.6 veces más. Esto es comparando la suma total producida por los tratamientos N_1 6766 gramos contra los 24636 gramos de los tratamientos con N_0 . Lo anterior se nota claramente con los siguientes valores obtenidos para producción de materia verde por 30 plantas, con y sin el elemento.

Niveles	0	1	Dif.
N	1.69	6.16	1%
P	3.57	4.28	1%
K	3.78	4.08	N.S.

El Nitrógeno aumentó como se dijo en más de tres veces y media la producción con este elemento, y las diferencias estadísticas fueron altamente significativas, como ocurrió con el Fósforo, pero cuantitativamente sus valores fueron en menor magnitud; de datos promedio de tratamiento en ausencia de Fósforo, produjeron 3.57 Kg/30 plantas contra 4.28 Kg/30 plantas con la presencia de este elemento. El potasio no fue un elemento limitante para este suelo, en las condiciones ecológicas del estudio. En el apéndice (Cuadro #8) se observa el análisis de la variación. El coeficiente de variación fue aceptable: 15%.

En el cuadro #6 se transforman los valores reales de producción del cuadro 5 a valores relativos a la máxima producción que se toma como 100%, en este caso el tratamiento con producción 100%, lo es el $N_1P_0K_0$ ó sea el tratamiento NP. Se observa también que los tratamientos con N_0 no llegaron a producciones superiores del 33% con respecto a la máxima.

Lo anterior se ve en el Gráfico No.4.

CUADRO # 5

Producción de materia verde para cada tratamiento¹
gramos

	N ₀			N ₁		
	P ₀	P ₁	Suma	P ₀	P ₁	Suma
K ₀	1553	1533	3086	5143	6873	12016
K ₁	1510	2170	3680	6067	6553	12620
SUMA	3063	3703	6766	11210	13426	24636

1/- Cada valor es el promedio de 3 repeticiones y representa la producción de una parcela con 40 plantas.

CUADRO # 6

Producción de materia verde expresado en
porcentaje de la máxima producción

$$(N_1 P_1 K_0 = 100\% = NP)$$

	N ₀			N ₁		
	P ₀	P ₁	Suma	P ₀	P ₁	Suma
K ₀	23	22	45	75	100	175
K ₁	22	32	54	88	95	183
SUMA	45	54	99	163	195	358

DISCUSION

Los resultados que se obtuvieron en la presente investigación, enfatizan la utilidad del uso de las microparcelas de maíz, como método para conocer en un momento dado, y bajo las condiciones ecológicas en que se realice ese experimento, el estado nutritivo del suelo (en nuestro caso particular por N P y K).

El tipo de suelo donde se localizó el experimento y que pertenece a la serie Las Lomas según Vargas (9), presenta condiciones químicas muy características.

El elemento fósforo extraído con solución de Mehlich, está ligeramente superior al nivel crítico. El potasio por el contrario presente contenidos muy altos. En cuanto al Nitrógeno no se analizó, pero las plantas que crecieron antes del experimento presentaron todos los síntomas de la característica deficiencia de Nitrógeno. Igualmente, aunque el experimento no se localizó en la serie de suelos que se emplea en la "Estación Experimental Enrique Jiménez N" para los lotes de investigación agrícola, incluyendo pruebas de fertilizante habían mostrado para varios cultivos respuesta al Nitrógeno, no así para el fósforo y potasio (1) (2). Los lotes experimentales de la dicha Estación están localizados sobre la llamada por Vargas, serie Taboga.

La alta respuesta al Nitrógeno, que se encontró afirma los síntomas de nitrógeno, encontrados in situ y que reflejan sin lugar a dudas una pobre disponibilidad de iones nitrógeno para las plantas y que se generaliza para las dos series de suelos nombradas en este estudio. Ya que la respuesta del Nitrógeno en varios cultivos confirma lo anterior, bajo las mismas condiciones ecológicas.

Igualmente la respuesta cuadrática al potasio se ve lógica por las condiciones iniciales de este nutriente al inicio del experimento.

Con el caso del fósforo que inicialmente estaba muy poco superior al nivel crítico de este elemento por esta planta (22 ppm). El crecimiento rápido de maíz, la extracción y el número grande matas por superficie 30 ó 40 plantas, para una área de 0.36 metros cuadrados ó 0.81 metros cuadrados respectivamente, agotaron en poco tiempo la disponibilidad de los iones fosfato presentes inicialmente y de ahí la respuesta a este elemento.

Sin lugar a dudas los dos métodos de investigación de microparcelas empleados llegaron a las mismas conclusiones: alta respuesta al Nitrógeno y al Fósforo, aunque este último si no se acompaña con el Nitrógeno no incrementa la producción. Estadísticamente la respuesta al Nitrógeno fue altamente significativa en ambos experimentos; en el factorial nos dice un poco más, ya que nos afirma que al aumentar el nivel de Nitrógeno se aumenta la producción y la línea recta es muy consistente.

Asimismo, el método de las microparcelas de 90 x 90 cm. donde se empleó bloques al azar (testigo, N, P, K, NP, NK, PK y NPK), nos dice que hubo diferencias significativas al 1% entre los niveles N_0 y N_1 . De la misma manera nos confirman ambos experimentos la respuesta al Fósforo. Con la diferencia que con el uso del factorial, al usar dos niveles superiores al falso tratamiento (con ausencia del elemento) nos dan los componentes lineales o efectos de la fertilización.

En el caso del potasio hubo diferencia en la significancia en ambos experimentos; con el factorial, se encontró, que había un efecto cuadrático. Entre K_0 y K_1 hay un aumento de producción, pero cuando se llega al nivel de K_2 , que corresponde al 112 Kg/Ha. de K a 0 se llega a una producción igual o parecida con el nivel de 0 Kg/Ha. de K_0 . Con el uso del di-

diseño experimental de bloques al azar en el que al estudiar el efecto del potasio, le vemos sólo dos niveles K_0 y K_1 , este último con una dosis de 200 Kg. de $K_2O/Ha.$, obtuvo valores de producción muy parecidos al K_0 ; lo que reafirma el efecto cuadrático encontrado en el factorial, ya que el punto de inflección de producción de materia verde se encontró aproximadamente entre 0 y 56 Kg. de $K_2O/Ha.$.

Estadísticamente, todas las interacciones en el diseño factorial -- con el uso de la parcela pequeña resultaron sin significancia y esto se ve reafirmado cuando se une el bloque al azar con la parcela de 90 x 90 cm. Todo lo anterior claramente se ve si observamos los cuadros Nos. 7 y 8, que aparecen en el apéndice.

CONCLUSIONES

1) Con el uso de los dos tipos de diseño, con distintos tamaños de microparcelas 90 x 90 cm. y 60 x 60, se logró obtener los mismos resultados, con respecto a la fertilidad o estado nutritivo del suelo estudiado, para los tres macronutrientes más importantes: N, P y K. Se recomienda seguir usando indistintamente cualquiera de los dos tipos de metodologías, ya que ambas tienen sus ventajas y desventajas, que es de todos conocidas. El tamaño de la parcela es igualmente eficiente en ambos experimentos.

2) Desde el punto de vista de fertilidad el suelo en estudio tiene una marcada deficiencia de Nitrógeno y sin lugar a dudas, tendrá grandes probabilidades de respuesta favorables la fertilización con este elemento en los cultivos que se dustenten en este tipo de suelo.

3) El fósforo por igual es necesario aplicarlo aunque no es un elemento tan limitante como el Nitrógeno.

4) Por el contrario, a los dos elementos anteriores, el potasio se encuentra en suficientes cantidades sólo cuando se trata de aumentar la producción a base de fertilización; es necesario reponer las exigencias de un cultivo, pero cuidando de no sobrepasar las necesidades, ya que se puede causar una disminución en las cosechas (como se confirma con el efecto cuadrático encontrado).

5) Los resultados nos indican que la fertilidad de Nitrógeno, Fósforo y Potasio de estos suelos, se refiere principalmente a la capa arable. Esta capa es la compuesta de un horizonte de escasos 5 cm., como promedio de un aluvión reciente; bajo este horizonte se encuentra el suelo original (pardo oscuro) (latosol).

6) El presente experimento nos demuestra que en el transcurso del estudio, este suelo puso en disposición para las plantas de maíz, pocos iones o formas nutritivas de $N NH_4^+$ y $N NO_3^-$ y $P PO_4^{=}$, y, en forma parcial iones de K^+ .

7) El método de las microparcelas de maíz, no está diseñado para determinar las necesidades de fertilizantes para el cultivo del maíz. Es

ta planta es usada como indicadora, y se escogió por su altura y crecimiento rápido, así como su alta extracción de nutrientes.

8) Con el fin de adaptar los resultados obtenidos con las microparcelas, a la fertilización comercial, es necesario planear en el propio campo experimentos de fertilización con base a los resultados previos obtenidos con el uso de las microparcelas.

9) En nuestro suelo estudiado, se recomienda trabajar en los experimentos de fertilizantes para varios cultivos con N y P principalmente, estudiar más claramente el posible nivel óptimo de potasio con niveles entre 0 y 50 Kg. de K₂O/Ha.

R E S U M E N

Se estudió en condiciones de campo, la fertilidad de un suelo de la Estación Experimental "Enrique Jiménez N.", con base al método de las microparcelas de maíz. Se emplearon para este caso dos tipos de diseño experimentales: un factorial 3x3x3 (N P y K) y un bloque al azar (Testigo, N, P, K, NP, NK, PK y NPK), respectivamente; se usaron los tamaños de microparcelas 60 x 60 cm. con 30 plantas y 90 x 90 cm. con 40 plantas.

Se encontró que los elementos N y P eran limitantes en ese suelo, principalmente con el caso del primer elemento. El potasio es un elemento que con niveles altos en fertilización causa efectos desfavorables.

Los dos tipos de diseños con sus pro y contra son indistintamente beneficiosos para esta clase de estudios. Los dos tamaños de parcelas pequeñas se pueden emplear con suficiente confianza para trabajos posteriores.

R E F E R E N C I A S

1. COSTA RICA. MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA. Informe Anual de Labores 1965. San José, 1966. 136 p
2. COSTA RICA. MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA. Informe Anual de Labores 1966. San José, 1967. 184 p
3. HARDY, F., MULLER, LE AND BAZAN, R. Assesment, of soil fertility by de maize microplot test (sith statistical analysis by A.L. -- Jolly) Inter-American Institut of Agricultural Sciense 1963. 24 p. (Mimeo).
4. HAYDY, F. AND BAZAN, R. Determinación del estado nutritivo del suelo por medio de la prueba de microparcelas de maíz. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, 1963 7 p (Mimeo)

5. HAYDY, F. AND BAZAN, R. The maiza microplot method of soil testing. Turrialba 16 (4): 267-270 1966.
6. HOLME, R. V. The importance of soil test as Shown by the use of corn microplot experiment. In Procedings of the 1944 meeting of --- Butish west Indies Sugar Technologisht, Barbados. B W I. Sugar Association (in) 1944 pp 46-58.
7. ORGANIZATION FOR Tropical Studies. A Study on the Techniques used - en simple soil fertility studies, and chemical analysis of sugar cane and soil at four locations. In Agriculture course. -- Crop plants in a tropical enviranment. February- March 1968.
8. THE UTILITY and technique of maize microplot test; informal discuss- ssion. In Proceedings of the 1945 meeting of British Wed Indian Sugar Technologisht, Trinidad. B W I Sugar Association. 1945 pp 30-32.
9. VARGAS, V, O, Mapa de suelos que abarca la zona de Taboga. Ministe- rio de Agricultura y Ganadería. 1963

-o-o-o-o-o-o-o-o-

/tdg/lf.

A P E N D I C E

CUADRO #7

Análisis de la variación factorial 3x3x3
con microparcelas de 60x60 cm

VARIACION	G. L.	Suma de CUADRADOS	CUADRADOS MEDIO	F CALCULADA
REPETICIONES	1	3.60	3.60	0.29
TRATAMIENTOS	26	2211.28	85.05	6.77**
<u>Nitrógeno</u>	2	1705.91	852.96	67.91**
Lineal	1	1705.69	1705.69	135.80**
Cuadrático	1	0.22	0.22	0.02 NS
<u>Fósforo</u>	2	161.35	80.68	6.42**
Lineal	1	159.18	159.18	12.67**
Cuadrático	1	2.17	2.17	0.17 NS
<u>Potasio</u>	2	54.86	27.43	2.18 NS
Lineal	1	0.67	0.67	0.05 NS
Cuadrático	1	54.19	54.19	4.31**
NP	4	75.51	18.88	1.50 NS
NK	4	93.32	23.33	1.86 NS
PK	4	38.46	9.62	0.77 NS
ERROR	26	326.58	12.56	
TOTAL	53	2541.46		

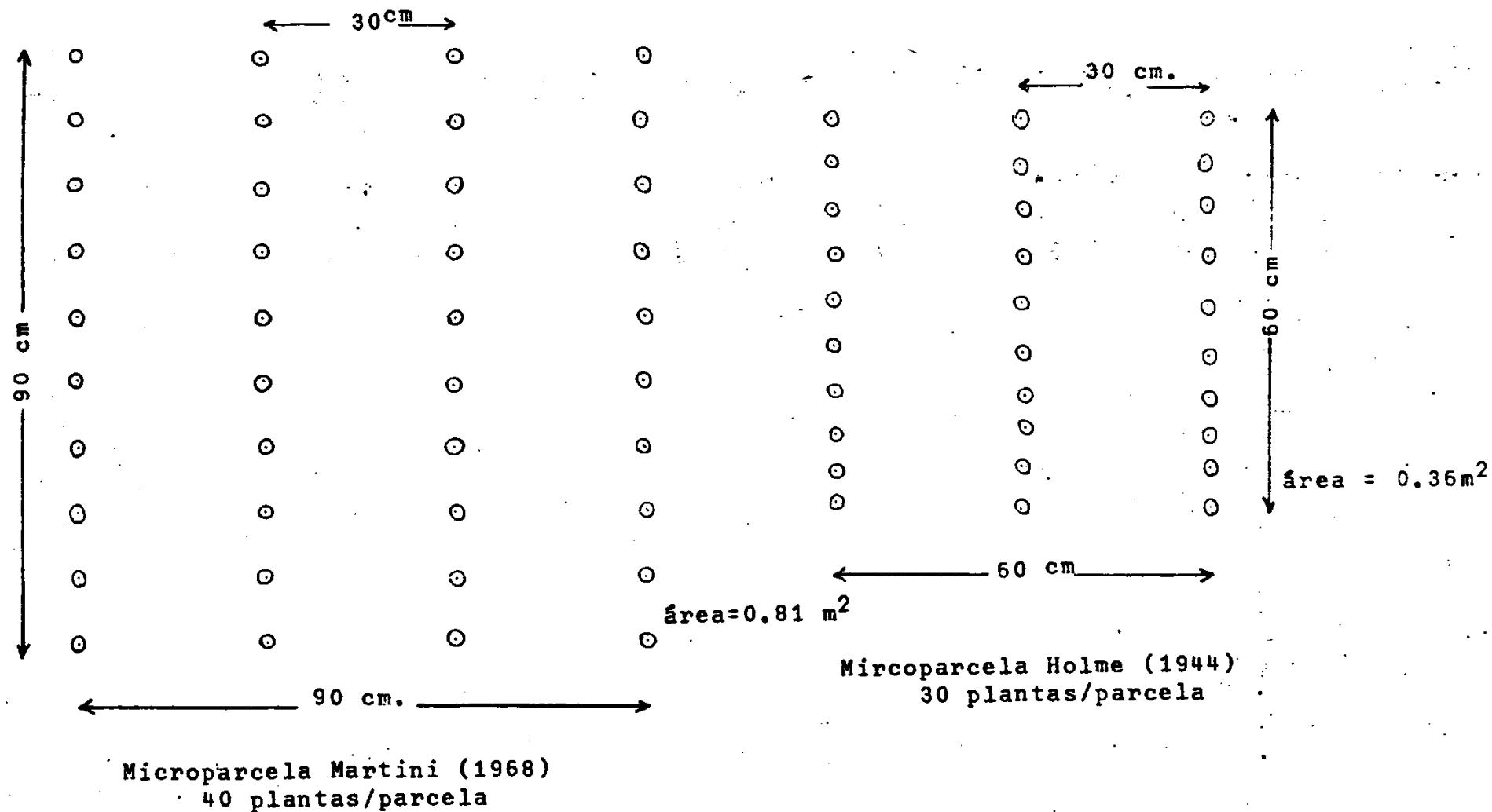
CUADRO # 8

Análisis de la variación bloques al azar
con microparcela 90 x 90 cm.

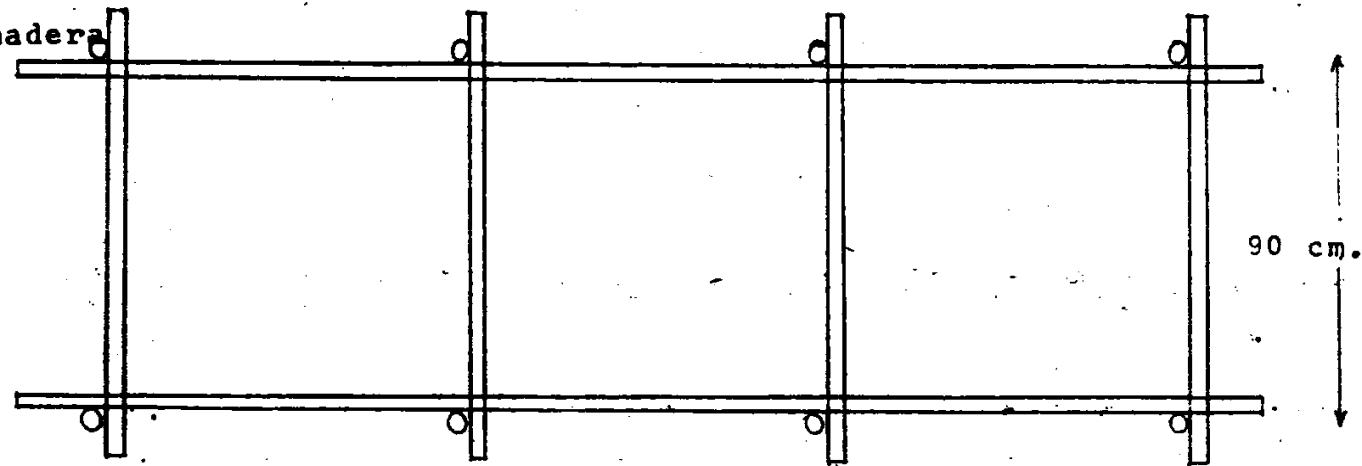
VARIACION	G.L.	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIO	F CALCULADA
REPETICIONES	2	1.69	0.845	2.34
TRATAMIENTOS	7	125.79	17.97	49.92 **
N	1	119.75	=	333.00 **
P	1	3.06	=	8.50 **
K	1	0.54	=	NS
NP	1	0.94	=	NS
NK	1	0.00	=	NS
PK	1	0.12	=	NS
NPK	1	1.38	=	NS
ERROR	14	7.08	0.36	NS
TOTAL	23			

GRAFICO N° 1

DIAGRAMA DE LAS MICROPARCELAS DE MAIZ
EMPLEADAS EN EL ESTUDIO .-



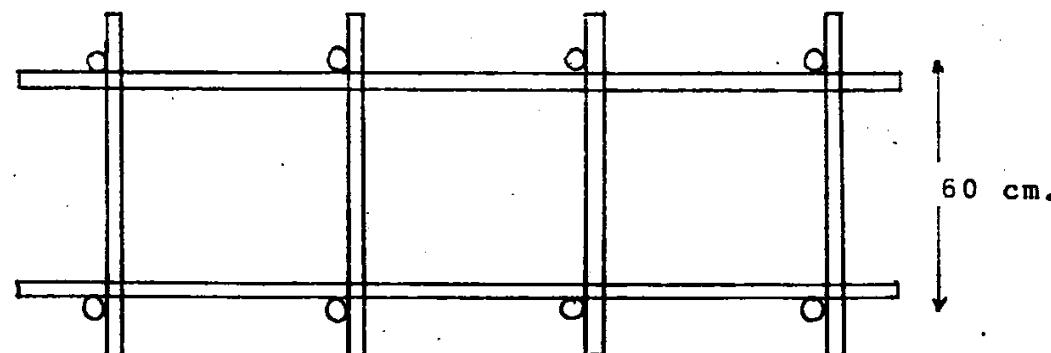
Estacas de madera



Reglas de
2 X 1 pulg.
(5 X 2.5 cm)

marco

← 9.0 cm. →



← 60 cm. →

GRAFICO N° 2

MARCOS DE MADERA PARA MARCAR LAS PARCELAS

GRAFICO N° 3

PRODUCCION DE MATERIA VERDE EN PORCENTAJE
DE LA MAYOR PRODUCCION ($N_2 P_2 K_1 = 100\%$)

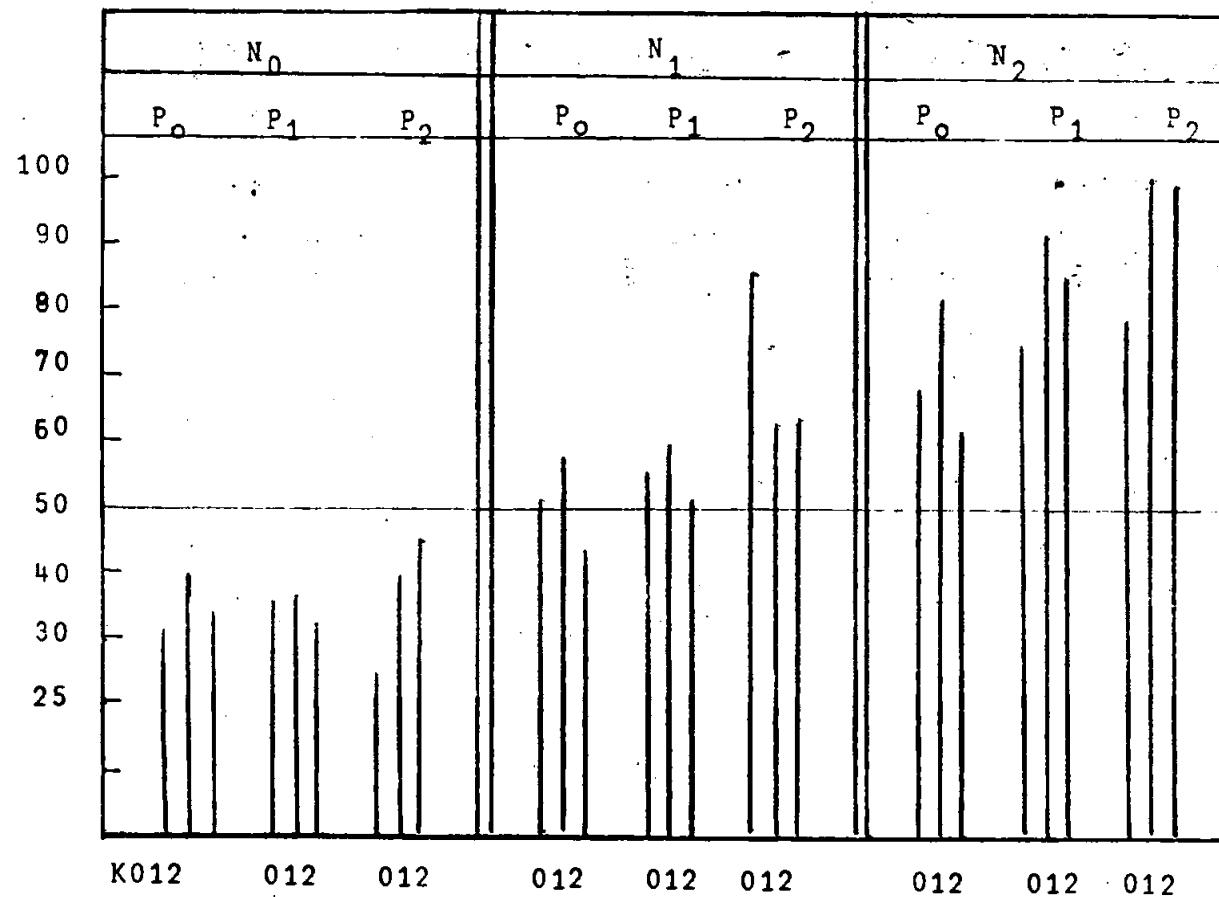
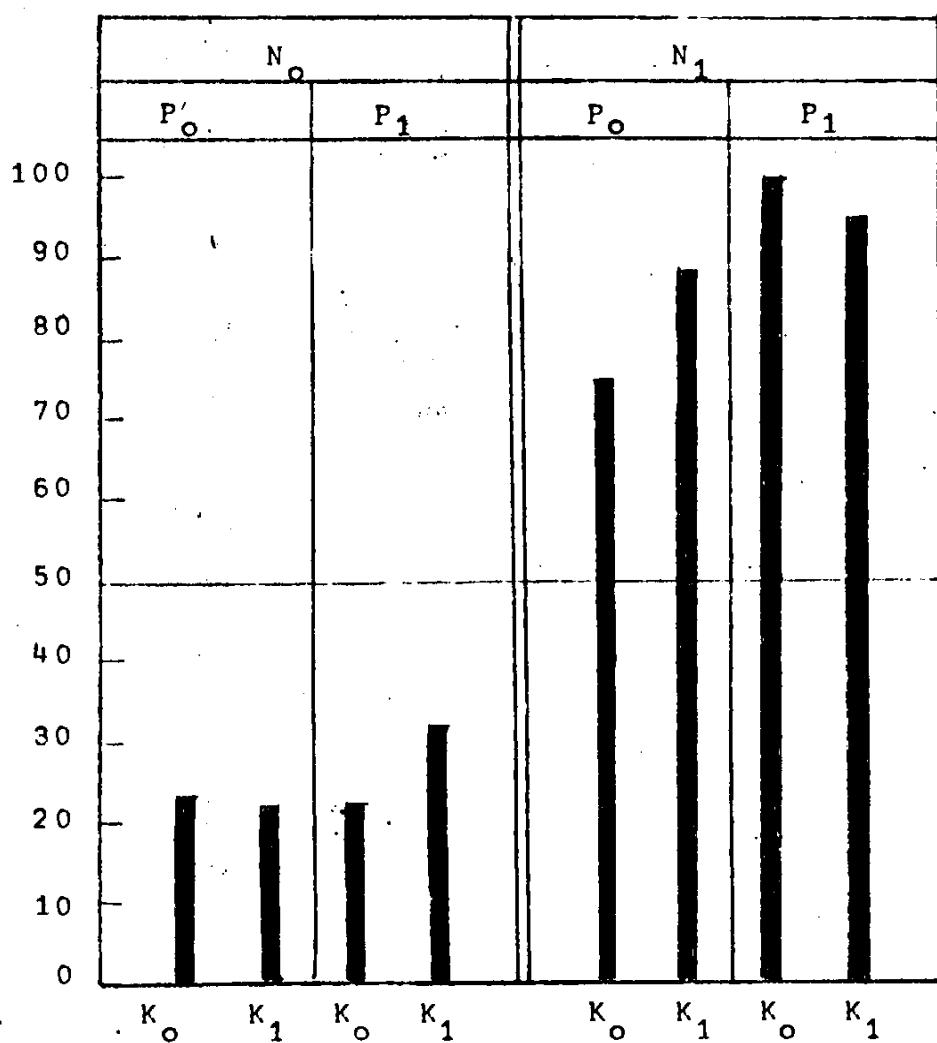


GRAFICO N° 4

PRODUCCION DE MATERIA VERDE EN PORCENTAJE
DE LA MAYOR PRODUCCION ($N_1 P_1 K_0 = 100\% = NP$)



TRATAMIENTO: T, K, P, PK. N, NK, NP, NPK

GRAFICO N° 5

EFFECTO DE LOS NIVELES DE FERTILIZACION
(N, P y K)

GRAMOS

2600

2400

2200

2000

1800

1600

1400

1200

1000

0

Kg/Ha
ELEMENTO

NIVELES N P_2O_5 K_2O

0	0	0	0
1	71	56	56
2	142	112	112

NIVEL DEL ELEMENTO

