

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE AGRONOMIA



LA MICROPARCELA COMO UN METODO RAPIDO
PARA PREDECIR LA RESPUESTA A LA FERTILIZACION
EN EL CULTIVO DE MAIZ (Zea mays L.) EN MARIN, N. L.

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA

P R E S E N T A

MARIO CESAR GARCIA JASSO

MARIN, N. L.,

DICIEMBRE DE 1985.

T

SB131

.M2

6375

c.1



1080062436

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE AGRONOMIA



LA MICROPARCELA COMO UN METODO RAPIDO
PARA PREDECIR LA RESPUESTA A LA FERTILIZACION
EN EL CULTIVO DE MAIZ (Zea mays L.) EN MARIN, N. L.

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA

P R E S E N T A

MARIO CESAR GARCIA JASSO

MARIN, N. L.,

DICIEMBRE DE 1985.

064860

F
SBL9L
-ME
G375



Biblioteca Central
Maana Solidaridad
F. Tesis



BU Rauli Rangel Fina
UANL
FONDO
TESIS LICENCIATURA

040.633

FA18

1985

C.5

LA MICROPARCELA COMO UN METODO RAPIDO PARA
PREDECIR LA RESPUESTA A LA FERTILIZACION EN EL
CULTIVO DE MAIZ (Zea mays L.) EN MARIN, N.L.

ESTA TESIS FUE REALIZADA EN EL PROYECTO DE
FERTILIZACION ESTATAL EN LA LINEA FERTILIZACION
ORGANICA E INORGANICA Y ACEPTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL TITULO DE INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA

COMISION REVISORA

ASESOR PRINCIPAL



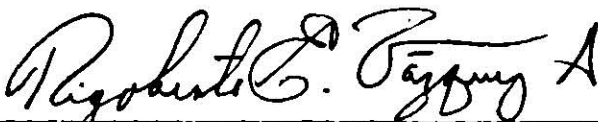
ING. ERNESTO J. SANCHEZ ALEJO

CONSEJERO AUXILIAR



M. Sc. HUMBERTO RODRIGUEZ FUENIES

CONSEJERO AUXILIAR



P. H. D. RIGOBERTO VAZQUEZ ALVARADO

A MIS PADRES:

SR. RUTILO GARCIA DIAZ

SRA. ELISA JASSO LOPEZ

Con todo cariño por el
gran apoyo que me han
brindado para la reali-
zación de mis estudios.

A MIS HERMANOS:

SAUL EDUARDO

MARTHA ELISA

Con todo cariño.

A MIS FAMILIARES

A MI ASESOR:

ING. ERNESTO J. SANCHEZ ALEJO

Por su apoyo y valiosa orientación para la realización -- del presente trabajo.

A LOS MAESTROS:

P h.D. RIGOBERTO VAZQUEZ ALVARADO

ING. M.Sc. HUMBERTO RODRIGUEZ FUENTES

Por su ayuda en la realización de este trabajo.

A LA SRITA. RUTH E. RIOS LLANAS

Por su ayuda en la mecanografía
del presente trabajo.

A MIS COMPAÑEROS Y AMIGOS

A MI ESCUELA

A MIS MAESTROS

A todas las personas que
de alguna forma colabora-
ron en la realización del
presente trabajo.

I N D I C E

	Página
INTRODUCCION	1
REVISION DE LITERATURA	3
1. Nitrógeno: Funciones, formas en el suelo y fertilizantes amoniacaes de uso común	3
2. Fósforo: Funciones, formas en el suelo y fuentes fertilizantes mas usadas	5
3. El pH del suelo y la disponibilidad del nitrógeno y fósforo	9
4. Necesidad de un método que permita evaluar rápidamente la respuesta a la fertilización de los cultivos	12
MATERIALES Y METODOS	20
RESULTADOS Y DISCUSION	27
CONCLUSIONES	34
RECOMENDACIONES	36
RESUMEN	37
BIBLIOGRAFIA	40
APENDICE	45

INDICE DE TABLAS Y FIGURAS

TABLA		PAGINA
1	Metodología de análisis empleada en el experimento.....	21
2	Tratamientos probados en el estudio "La microparcela como un método rápido para predecir la respuesta a la fertilización en el cultivo de maíz en el ciclo tardío de 1984 en Marín, N.L.....	23
3	Propiedades físico-químico del suelo del terreno donde se desarrollo el experimento. Campo Agrícola Experimental - - - F.A.U.A.N.L. Ciclo tardío 1984.....	32
4	Porcentaje de nitrógeno y fósforo en el tejido vegetal de las plantas de las microparcels para cada uno de los tratamientos del experimento.....	33
5	Número total de plantas en la microparcela.....	47
6	Análisis de varianza para el número total de plantas en el experimento de fertilización en Microparcela.....	47
7	Altura promedio en cm. de las plantas de la microparcela.....	48
8	Análisis de varianza para altura promedio en cm. en el experimento de fertilización en Microparcela.....	48
9	Rendimiento en kg. de materia verde para cada microparcela.....	49
10	Análisis de varianza del rendimiento en kg. de materia verde en el experimento de fertilización en microparcela.....	49

TABLA

PAGINA

11	Rendimiento en porcentaje de materia seca para cada microparcela	50
12	Análisis de varianza del rendimiento en porcentaje de materia seca en el experimento de fertilización en Microparcela ..	50
13	Rendimiento en kg. de materia seca para cada microparcela	51
14	Número de plantas por parcela útil (22.08 m ²) en las parcelas convencionales	56
15	Análisis de varianza para número de plantas en el experimento de fertilización en parcelas convencionales	56
16	Altura promedio de plantas en cm. por parcela útil (22.08 m ²) en las parcelas convencionales	57
17	Análisis de varianza para altura promedio de plantas en el experimento de fertilización en parcelas convencionales	57
18	Rendimiento de rastrojo (materia seca) en kg. por parcela útil (22.08 m ²) en las parcelas convencionales	58
19	Análisis de varianza para rendimiento de rastrojo (materia seca) en kg. por parcela útil (22.08 m ²) en las parcelas convencionales	58
20	Análisis de varianza para rendimiento en materia seca incluyendo como covariables altura y número de plantas	59

FIGURA

PAGINA

1	Distribución de tratamientos mediante el arreglo Matricial Plan Puebla I	22
2	Croquis del experimento "La Microparcela como un método rápido para predecir la -- respuesta a la fertilización en el cultivo de maíz en el Municipio de Marín, N.L.	46
3	Respuesta a la aplicación de nitrógeno sobre el rendimiento en kg. de materia verde en el experimento de microparcelas ...	52
4	Respuesta a la aplicación de fósforo sobre el rendimiento en kg. de materia verde en el experimento de microparcelas ...	53
5	Respuesta a la aplicación de nitrógeno sobre el rendimiento en kg. de materia seca en el experimento de las microparcelas.	54
6	Respuesta a la aplicación de fósforo sobre el rendimiento en kg. de materia seca en el experimento de las microparcelas.	55
7	Respuesta a la aplicación de fósforo sobre el rendimiento en kg. de rastrojo -- (materia seca) por parcela útil en las -- parcelas convencionales	60
8	Respuesta a la aplicación de nitrógeno sobre el rendimiento en kg. de rastrojo -- (materia seca) por parcela útil en las -- parcelas convencionales	61
9	Porcentaje de nitrógeno y fósforo en el tejido de las plantas de las microparcelas para cada uno de los tratamientos del experimento	62

INTRODUCCION

La fertilización es una de las prácticas mas importantes-- dentro de la producción de los cultivos, por lo que es importante conocer que tipo y que cantidad de fertilizante se deben aplicar para lograr un máximo rendimiento.

En los suelos de la región se ha encontrado mediante estudios anteriores que no existe respuesta a la fertilización nitrogenada en el cultivo de maíz estableciendo ensayos convencionales que ocupan en promedio 2500 m² y 120 días de duración. La técnica de la microparcela es un método rápido para evaluar la respuesta a la fertilización del cultivo ocupando 70 m² y 60 días de duración.

El presente experimento se estableció con el objetivo de determinar mediante el uso de la microparcela si existe o no -- respuesta a la fertilización en el cultivo de maíz , además de -- conocer la eficiencia de la microparcela para predecir la respuesta a la fertilización.

La técnica de la microparcela tiene algunas ventajas ya -- que se utiliza un cultivo como indicador de la fertilidad del -- suelo, el cual es sometido a condiciones reales de campo, por -- lo que los resultados son mas confiables. Otra de las ventajas -- es que se puede utilizar como planta indicadora cualquier cultivo anual de importancia para determinada región.

La fertilización en la región en el cultivo de maíz, se ha practicado utilizando por costumbre urea y superfosfato triple, la cual ha demostrado que son incompatible y que bajo condiciones de alcalinidad la urea se nitrifica rápidamente, lo cual limita el encontrar respuesta a la fertilización nitrogenada.

Considerando lo anterior surge la necesidad de encontrar un método rápido que permita evaluar la respuesta a la fertilización utilizando mezclas compatibles de fertilizantes.

REVISION DE LITERATURA

Cuando se desea que un suelo produzca buenas cosechas,-- este deberá tener, entre otras cosas, un abastecimiento adecuado de todos los nutrientes esenciales que las plantas toman del suelo. No solamente se requiere que los elementos nutritivos esten presentes en forma tal que las plantas puedan utilizarlos, sino que debe haber un balance adecuado entre ellos, de acuerdo con las cantidades que las plantas necesitan. Si alguno de estos elementos falta o si es deficiente -- puede ocasionar que el crecimiento de las plantas no sea normal.(16)

1.- Nitrógeno: Funciones, formas en el suelo y fertilizantes amoniacales de uso común.

De entre los diferentes elementos nutritivos que requieren los vegetales probablemente es el nitrógeno el que ha sido sometido al mayor y mas intenso estudio y aun en la actualidad recibe mayor atención. Y para ello existen poderosas -- razones. La cantidad de nitrógeno en el suelo es pequeña, --- mientras que la consumida anualmente por los cultivos es comparativamente grande. Su problemática muestra que el nitrógeno del suelo es demasiado soluble y asi desaparece por drenaje; en ocasiones se volatiliza; otras es definitivamente inasimilables por las plantas superiores, pero sus efectos sobre las plantas son muy notables y tiende en principio a favorecer el crecimiento vegetativo superficial del suelo e impar--

tir un favorable color verde a las hojas. En los cereales ---
 aumenta el peso de los granos y de su porcentaje en proteínas
 Las plantas que reciben nitrógeno en cantidad insuficiente --
 - - - - - reducen su crecimiento y poseen un sistema radicu
 lar restringido. Las hojas amarillean y tienden a caer.(6)

El nitrógeno es el único elemento nutritivo que no exis--
 te en la roca madre. Se considera que existe en la naturaleza
 en abundancia en dos estados: En estado libre, en la atmósfera
 constituyendo las cuatro quintas partes de ella. En estado --
 combinado en forma mineral u orgánica. En forma mineral el ni-
 trógeno es el alimento básico de la planta y esta no puede --
 utilizar para su alimentación ni el nitrógeno del aire ni el
 nitrógeno orgánico por lo que la fertilización es importante.
 (11)

Las plantas absorben casi todo el nitrógeno en forma de
 nitratos NO_3^- aunque las jóvenes toman una parte en la forma -
 de iones amonio NH_4^+ . El proceso de nitrificación que transfor
 ma el amonio en nitratos es muy importante ya que la mayor --
 parte del nitrógeno de los fertilizantes y todo el procedente
 de residuos de cultivos en descomposición está en la forma de
 amonio, o se convierte en ella, es por ello que sin este pro--
 ceso prácticamente no podría aprovecharse el nitrógeno.(1)

En las prácticas de fertilización comunmente se han uti-
 lizado productos amoniacales como el sulfato de amonio, clo --

ruro de amonio, amoniaco anhidrido, soluciones amoniacales, -- donde el ion amonio (NH_4^+) es absorbido por el suelo, motivando ello su protecci3n a la acci3n percolante. En los suelos de -- intensa actividad microbiana el amonio sufre una violenta --- transformaci3n a nitratos. (13) .

El sulfato am3nico es una sal blanca que contiene 20 a- 21% de nitr3geno amoniacal, en tierra calc3rea el sulfato am3n- ico es transformado r3pidamente en carbonato de amonio, compues- to que nitrifica progresivamente bajo la influencia de las- bacterias, cuya actividad es particularmente intensa en medio alcalino para proporcionar los nitratos: estos constituyen la forma de nitr3geno mas f3cilmente absorbible. (26)

El sulfato am3nico es de reacci3n 3cida, cuando se apli- ca al suelo produce un aumento en la concentraci3n de hidroge- niones de la soluci3n del suelo. El sulfato am3nico puede -- aplicarse al fondo del surco antes de sembrar, o bien mas ade- lante en cobertera o lateralmente a las plantas ya nacidas, la cantidad com3nmente aplicada al suelo es de 100 a 500 kilogra- mos por hect3rea. El nitr3geno de sulfato am3nico es resis- tente a la lixiviaci3n y por esto, puede ser mas conveniente-- que los nitratos en el momento de la siembra. (7)

2.- El f3sforo: funciones, formas en el suelo, y fuentes fer- tilizant3s mas usados.

Con la posible excepción de nitrógeno ningún otro elemento es tan decisivo para el crecimiento de las plantas en el campo como el fósforo. Una carencia de este elemento es doblemente seria puesto que evita que las plantas aprovechen otros nutrientes. Existen por lo menos cuatro fuentes de fósforo en el suelo, que son las siguientes: (1) fertilizantes comerciales: (2) estiércol de granjas: (3) residuos vegetales -- incluyendo las plantas enterradas en verdes, y (4) compuestos naturales de este elemento tanto orgánico como inorgánicos ya presentes en el suelo. (6)

Las plantas absorben fósforo ampliamente como iones -- ortofosfato, $H_2PO_4^-$, y HPO_4^{2-} . La concentración de estos iones en la solución del suelo, es pequeña, generalmente nunca -- mayor que unas partes por millón. La concentración de los iones fosfato en las soluciones está íntimamente relacionado -- con el pH del medio. El ion $H_2PO_4^-$ se absorbe en un medio más ácido en tanto que el ion HPO_4^{2-} se absorbe en un medio por encima del pH 7. (25)

El fósforo es un componente esencial de los vegetales cuya riqueza media en P_2O_5 es del orden de 0.5 al 1 % -- de la materia seca. Se encuentra en gran parte en estado mineral, pero principalmente formando complejos orgánicos fosforados con lípidos, proteínas y glúcidos, como la lecitina -- las nucleoproteínas (componentes del núcleo celular) y la fitina (''órganos de reproducción). El fósforo interviene acti

vamente la mayor parte de las reacciones bioquímicas complejas de la planta que son la base de la vida; respiración, síntesis y descomposición de glúcidos, síntesis de proteínas, actividad de las diastasas, etc..... (11)

La riqueza del suelo en P_2O_5 (Pentóxido de fósforo) total varía con la naturaleza de la roca madre, desde el P_2O_5 que -- existe en la roca madre y que es prácticamente inaccesible para la planta a corto plazo, hasta el P_2O_5 disuelto en la solu-- cione del suelo, del que las plantas toman los iones fosfatos disponibles. El conocimiento de la riqueza en P_2O_5 total de -- un suelo no tiene interés, ya que la mayor parte no es utili-- zable por las plantas a corto plazo. Por el contrario convie-- ne conocer la cantidad de pentóxido de fósforo asimilable que es el que participa en la alimentación de la planta y conser-- va en parte la concentración de la solución del suelo en iones fosfato. El P_2O_5 asimilable es aquel que se extrae con la ayu-- da de determinados reactivos de concentración bién definidas y cuya naturaleza cambia en función del tipo de suelo. (11)

Por otra parte un factor importante en la reserva de -- nutrientes en el suelo es la materia orgánica, donde su can-- tidad y velocidad de descomposición determinan la disponibili-- dad de los elementos; en cuanto al fósforo se refiere, bajos -- contenidos de materia orgánica muestran que esta deficiencia debe

ser solventada con adiciones de fosfatos en formas --
fácilmente aprovechable (4).

Entre los fertilizantes fosfatados mas usados se encuenen
tran los fertilizantes fácilmente solubles en agua: como el --
superfosfato simple (16-20% de P_2O_5), superfosfato triple --
(43-49% de P_2O_5), fosfato monoamónico (11% de N, 48% de P_2O_5)
fosfato biamónico (21% de N, 53% de P_2O_5). Son de rápida absorci
ción y un efecto favorable del superfosfato en las regiones --
áridas es la rápida absorción de su P_2O_5 . (13)

El superfosfato triple es uno de los mas importantes, su
concentración de azufre es del 1 al 5%. Puede aplicarse a to--
dos los cultivos, no solamente en los abonados de fondo, sino --
también en cobertura y localizados, con el fin de asegurar la
alimentación fosfatada de las plantas. A los superfosfatos se
les ha considerado equivocadamente de ser responsables de la acidi
ficación de los suelos cultivables; sin embargo experiencias
de larga duración han demostrado que incluso con dosis --
fuertes el superfosfato no tiene influencias sobre el pH del
suelo.

Cuando se habla de superfosfato, suele mencionarse la --
retrogradación, fenómeno que tiende a disminuir la actividad
de los iones PO_4^- , y que es debido al enriquecimiento en cal--
cio del fosfato monocálcico, que pasa al estado bicálcico y --
después al tricálcico. Este hecho es indiscutible en los sue-

los calizos, pero también es cierto que los iones PO_4 que han sufrido esta retrogradación, no se pierden para la planta encontrándose en una situación que les permite volver, en su mayor parte a la solución del suelo. (11)

3.- El pH del suelo y la disponibilidad del nitrógeno y fósforo.

Uno de los factores que afectan la absorción de los nutrientes del suelo por parte de las plantas es el pH o reacción del suelo. La mayor dificultad que experimentan las plantas que se desarrollan sobre suelos alcalinos es la de absorber cantidades suficientes de hierro, manganeso, boro y quizá otros oligoelementos por una parte, y fosfatos por otra, no por que sus raíces sean incapaces de absorber estos elementos de soluciones con tal pH, sino por que los elementos están en forma tan insoluble que las raíces no pueden disolverlos para satisfacer sus exigencias (22).

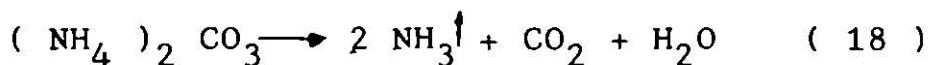
Uno de los factores que determinan el pH es la cantidad de carbonatos libres presente, la presión parcial del CO_2 del aire del suelo cambia el pH de todo el conjunto. En suelos con reacción alcalina el pH está determinado por la presión parcial del CO_2 en la atmósfera del suelo, estando este a su vez controlado por la aereación del suelo. El medio ambiente cercano al sistema radicular de una planta contiene elevada proporción de CO_2 a causa de la actividad metabólica y a causa de esta disminuye el pH del suelo en esta región. Este fenómeno es una parte importante del control de las ---

plantas sobre su medio ambiente ya que permite que la planta compense en parte los efectos indeseables de un pH alto sobre su abastecimiento de nutrientes (8)

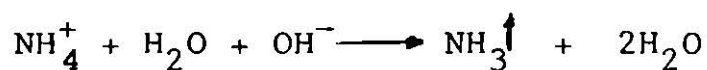
La alcalinidad de los suelos obedece a la presencia de diversas bases que incorporan OH^- a la solución. Ciertas sales básicas como los carbonatos de sodio, calcio, y magnesio intervienen de manera prominente, las sales básicas se forman por acción de la hidrólisis e incorporan iones oxhidrilo a la solución volviéndola mas alcalina. El calcio desempeña un papel importante en la alcalinidad de suelo, el efecto del calcio consiste en sustituir a los hidrogeniones durante el intercambio catiónico. (24)

Los aniones de carbonato y bicarbonato se producen continuamente en el suelo por el anhídrido carbónico desprendido por las raíces de las plantas y los organismos edáficos y estos aniones tienen que ser neutralizados por cationes o por iones hidrógeno (22)

En suelos secos de clima caliente, pH alcalino y baja capacidad de intercambio catiónico, donde la presencia de carbonato y bicarbonato de sodio, calcio y magnesio se considera que la volatilización del nitrógeno se debe principalmente a la formación de NH_3 , como se observa en la siguiente reacción;



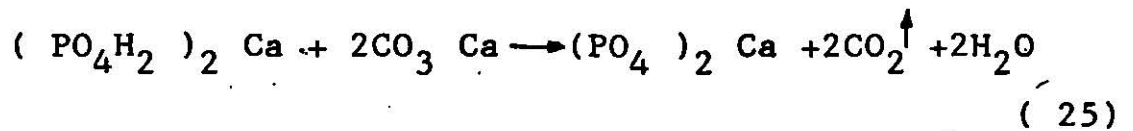
Tisdale (1982). Afirma que las sales de amonio en un medio alcalino reaccionan como sigue:



Si las sales fertilizantes conteniendo nitrógeno en forma de amonio se colocan en la superficie de suelos alcalinos puede perderse amoníaco libre a causa de la reacción anterior, -- Normalmente las pérdidas de amoníaco resultantes de la volatilización superficial pueden prevenirse mediante la colocación de materiales nitrogenados varias pulgadas bajo la superficie del terreno. Estas pérdidas se agravan por temperaturas altas del suelo y rápida evaporación del agua.

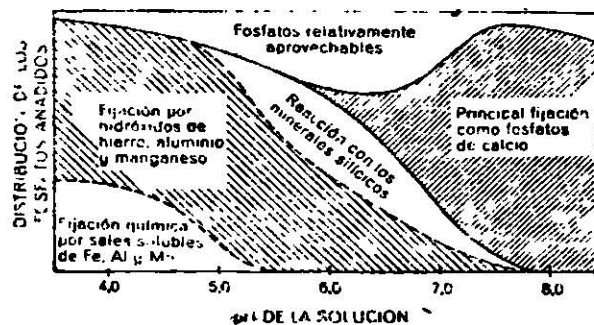
El aprovechamiento del fósforo inorgánico esta determinado por los siguientes factores: (1) por el pH del suelo; (2) por el Fe, Al y Mn; (3) por calcio asimilable; (4) por la cantidad de materia orgánica descompuesta, y (5) por las actividades de los microorganismos. Los cuatro primeros de estos factores estan relacionados intimamente entre si, ya que sus efectos dependen primordialmente de la acidez del suelo. En los suelos alcalinos que contienen carbonato cálcico libre los iones fosfato que entran en contacto con su fase sólida son precipitados en la superficie de estas partículas. La cantidad de precipitación que tiene lugar es influenciada por la cantidad de superficie expuesta por el carbonato cálcico y por la concentración del fósforo en la solución circundante. El producto final parece ser una sal de calcio-fósforo relativamente insoluble como se observa en la --

la siguiente reacción:



El calcio y magnesio son más asimilables a valores de pH más elevados exceptuando cuando el suelo es fuertemente alcalino; se considera que es esta disponibilidad la que marca la insolubilización del fósforo a pH superiores a 7 formando compuestos fosfatados magnésicos de reducida solubilidad.

A continuación se muestra la fijación inorgánica de los fosfatos añadidos para varios valores de pH.



4.- Necesidad de un método que permita evaluar rápidamente la respuesta a la fertilización de los cultivos.

Por lo que respecta a la cantidad de nutrientes que necesitan las plantas de maíz, estas requieren más conforme se aproximan a su edad adulta. De acuerdo con investigaciones hechas en Estados Unidos se ha encontrado que: desde la fecha en que el maíz se siembra hasta los 20 días después, el consumo de nutrientes, por lo que se refiere al nitrógeno, fósforo y potasio es pequeño, sin embargo, deben estar al al-

cance de las raíces con objetivo de asegurar un vigoroso desarrollo inicial. Durante los 33 días siguientes, la planta -- inicia una absorción de elementos en forma intensa, y una -- hectárea de maíz sembrada absorbe alrededor de 29 kgs. de nitrógeno, 5 kg. de fósforo y 40 kgs. de potasio. En el tercer -- período, de los 53 a los 88 días el consumo de nitrógeno casi se duplica (56 kgs. de nitrógeno), el consumo de fósforo aumenta casi cuatro veces (20kgs), el de potasio se incrementa alrededor de 13% (48.5 kgs.). Durante el cuarto período, de -- los 88 a los 122 días, el consumo de nitrógeno es menor, el -- fósforo permanece mas o menos el mismo y el de potasio disminuye casi a la mitad. Durante el quinto y último período de los 122 a los 129 días el nitrógeno y fósforo se absorben en grandes cantidades en proporción al período relativamente -- corto de días. La absorción de potasio se suspende totalmente (10).

Díaz del Pino (1964). Menciona que para una producción de 5 toneladas de maíz por hectárea debe existir en el suelo y en forma aprovechable 120 kgs de nitrógeno; 50 kgs de fósforo y 100 kgs de potasio.

La fertilización puede realizarse antes de la siembra, -- en el momento de la siembra, o después de la misma. En el cultivo de maíz se ha encontrado que los mejores resultados se obtienen al aplicar en el momento de la siembra parte del nitrógeno, todo el fósforo y todo el potasio de la dosis ferti-

lizante: posteriormente en la segunda labor de cultivo se aplica el resto del nitrógeno consiguiendo con esto un mejor aprovechamiento de este elemento por parte de las plantas ya que menos se fija o conserva en el terreno.(20)

Almaguer G.(1974). En su trabajo "Influencias de la fertilización sobre el rendimiento y contenido de proteínas en maíz" en el Municipio de Apodaca, N.L. reporta que al variar los niveles de fósforo de 0-150 kg/Ha adicionadas de 100 kg/Ha de nitrógeno se presentó poco incremento en el rendimiento, sólo al tratamiento 100 - 100 - 0 reportó un incremento de maíz en mazorca de 621 kg/Ha siendo el máximo incremento en el experimento cuya área total fue 1324.8 m². El desarrollo de este trabajo requirió de 123 días contando desde la fecha de siembra hasta la fecha de cosecha.

Mora C. (1982). Observó en su trabajo "Niveles de fertilización nitrogenada y tiempos de aplicación en el cultivo de maíz de riego para grano en el Municipio de Marín, N.L.", que la nula respuesta del cultivo a la dosis de nitrógeno es el resultado de la no asimilación por la planta del nitrógeno aplicado, debido probablemente a la pérdida de este, principalmente por volatilización. El área total del experimento fue de 2163.8 m² y requirió para su realización de 120 días contando desde la fecha de siembra hasta la cosecha.

Berrones R. (1982). En su trabajo que realizó sobre el efecto del número de riegos y niveles de fertilización nitro-

genada en el cultivo de maíz para grano en la región de Marrin, N.L. reporta nula respuesta a niveles de nitrógeno debido a que este se perdió principalmente por volatilización, la cual es característica de suelos alcalinos y viéndose favorecidas por las altas temperaturas que se presentaron durante el ciclo. El desarrollo del trabajo requirió de 121 días, contando desde la fecha en que se efectuó la fertilización de pre-siembra hasta el día que se cosecharon las mazorcas y el forraje. En un área experimental de 3238.4 m².

En base a la anterior podemos afirmar que el mejor procedimiento para desarrollar un programa de fertilización es quizá la determinación del valor del pH del suelo y su contenido de elementos nutritivos, escogiendo luego un fertilizante que parezca atender a las necesidades generales de las cosechas que se desarrollan o bien utilizar algún método que permita integrar y estudiar estas variables en corto tiempo.

(3)

Se han ideado multitud de pruebas para determinar el estado nutritivo del suelo. Algunos de ellos comprenden el crecimiento de plantas en el suelo en cuestión y análisis de las mismas. Otras se basan en un crecimiento a largo plazo y en condiciones tales que se pueden realizar aplicaciones suplementarias del material fertilizante y medir el aumento en el rendimiento. (Experimentos convencionales). Otros consisten tan solo en el análisis del suelo y de las plantas ~~pa~~ 486

la determinación de los elementos nutritivos necesarios.(3)---

Una de estas pruebas es la técnica de la microparcela, la cual consiste en establecer pequeñas parcelas de campo, en lugar de la parcela convencional, para evaluar el estado nutricional del suelo mediante el crecimiento vegetativo parcial de un cultivo anual en un período relativamente corto. Se supone aquí que la planta misma es la forma más realista de extraer y medir la cantidad del nutriente que se encuentra en el suelo en estado disponible.(15)

Los resultados pueden ser utilizados para comprobar aquellos obtenidos por análisis químicos del suelo, y por ensayos en macetas de invernadero. La prueba de las microparcels proporciona información con la cual pueden establecerse experimentos de campo en forma apropiada en determinada clase de suelo o bajo condiciones de campo especiales.(12)

Martini, J.A. (1969) en su estudio "La microparcela de campo como un método biológico rápido para evaluar la fertilidad del suelo" utilizó un diseño factorial 2^3 de N, P, K con tres repeticiones que da un total de 24 parcelas de 1 x 1m. ($1m^2$) distribuidas por repetición al azar. La superficie total necesaria es de $135 m^2$ ($45m^2$ por repetición). La duración del experimento es de 30 días contando desde la fecha en que germinan las plantas hasta el día de la cosecha de las mismas. Reconoce el autor con este método no se logra mucha información sobre niveles --

como es posible con el factorial 3^3 . Sin embargo si el propósito de la microparcela es el de hacer una evaluación preliminar de la fertilidad del suelo, el diseño 2^3 es más suficiente. El análisis de correlación de los resultados de las microparcelas con las de ensayos convencionales reportó un porcentaje de predicción ($r^2 = 0.59$) y un coeficiente de correlación ($r = 0.77$), este fue significativo al 5%. En otras palabras, la técnica de la microparcela debido a su buena correlación es útil como método biológico para evaluar el estado nutricional del suelo.

Rodríguez, F.H. y Díaz Romeu proponen en su estudio "El uso de la microparcela como método de apoyo para evaluar la fertilidad del suelo" realizado en Turrialba, Costa Rica, el uso de parcelas de 1×1 mts (1m^2) y parcelas de 0.6×0.6 mts (0.36m^2) en el cultivo de maíz, probando en ellas diferentes dosificaciones de N y P en un arreglo factorial 3^2 .

Marengo M. Ricardo (1984). En su trabajo con microparcelas en un campo experimental del C.A.T.I.E. llamado la "la montaña" utilizó como planta extractora el maíz, y se evaluó el efecto de las aplicaciones de nitrógeno, fósforo y potasio en los rendimientos de materia fresca y altura de plantas; y encontró respuesta altamente significativa a la aplicación de fósforo, incrementándose los rendimientos de materia fresca en un 35% con respecto al testigo (0-0-0) cuando se aplicaron 300kg de P_2O_5 . Encontró también que las aplicaciones de nitrógeno no afectan significativamente la producción de materia fresca y

tendió a decrecer cuando se aplicó este nutrimento. La altura de plantas disminuyó significativamente cuando se aplicó nitrógeno. Utilizó en este experimento un arreglo factorial 3^3 incluyendo un testigo adicional (0-0-0) para dar un total de 28 tratamientos por repetición. Se analizó bajo un diseño de bloques al azar con dos repeticiones. Las parcelas fueron de 0.60 x 0.60 mts. La duración del trabajo fué de 41 días desde la siembra hasta la cosecha.

Martini (1969). Expresa que la microparcela no debe utilizarse en estudios muy detallados sino mas bien para evaluaciones preliminares de la fertilidad del suelo, este método al igual que los métodos químicos analíticos tienen gran utilidad si se reconoce sus limitaciones y si se usa información complementaria para evaluar el estado nutricional del suelo.

Otro método usado para evaluar la fertilidad del suelo es el de vástagos de Neubauer. Esta técnica se basa en la absorción de nutrimentos por un gran número de plantas cultivadas en una cantidad pequeña del suelo, de suerte que se supone que los nutrientes disponibles se agotan por completo en el suelo. Los nutrientes así eliminados se determinan mediante el análisis químicos de toda la planta. (23)

Cuando se utilizan los resultados del análisis de plantas como guía para las recomendaciones de fertilización para extraer los nutrientes del suelo se emplean las plantas mis-

mas de la siembra, midiendose en partes de ellas las concentraciones de nutrientes, por lo general en hojas o tallos en crecimiento. La ventaja del análisis, si se utiliza correctamente es que puede ser un índice para estimar la cantidad de nutrientes que estaba obteniendo del suelo el cultivo al momento de tomar la muestra. (9)

La microparcela es para la parcela convencional de campo lo que la técnica de Neubauer es para los ensayos de macetas en el invernadero. Tanto la microparcela de campo como la técnica de Neubauer, representan métodos de menores dimensiones en espacio, tiempo y esfuerzo, mucho mas económico que los usados comúnmente (15).

MATERIALES Y METODOS

El presente trabajo fue realizado en el Campo Experimental de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma - de Nuevo León, ubicado en el kilómetro 17 de la carretera Zua zua Marín.

La región esta localizada a los 25°23' latitud norte y 100° 03' longitud oeste encontrándose a una altura de 367.3- metros sobre el nivel del mar. La precipitación pluvial promedio es de 400 a 500 milímetros anuales, con una temperatura- media anual de 17.93° C.

El clima según el sistema de clasificación de Köppen modificado por García (1973) es el siguiente :

$BS_1 (h') h x h' (E')$

donde;

BS = Seco árido

$BS_1 = P/T = 22.9$ El menos seco de los BS

$(h')h =$ Cálido sobre 22°C

$X' =$ Lluvia todos los meses poco frecuente pero intensa

$(E') =$ Muy extremo

El experimento se desarrolló en el ciclo de tardío de -- 1984 bajo condiciones de riego. Antes de establecer el expe--- rimento se hizo un muestreo de suelo, tomando una muestra por- cada parcela a una profundidad de 0-30 cm para las parcelas--

convencionales y de 0-15 cm para las microparcelas, estas---muestras fueron posteriormente analizadas en el laboratorio de suelos de la F.A.U.A.N.L. utilizando los siguientes métodos.

Tabla Num.1 Metodología de análisis empleada en el experimento.

Determinación	Metodología
Color	Escala Munsell
ph	Relación Suelo-Agua 1:2
Textura	Método del hidrómetro
Materia orgánica	Método Walkley y Black
Nitrógeno total	Método Kjeldahl
Fósforo Aprovechable	Método Olsen Modificado con EDTA 0.1 M
Potasio aprovechable	Método Peech y English
Sales solubles totales	Puente Wheatstone

El diseño experimental utilizado fué un bloques al azar con ocho tratamientos y cuatro repeticiones con dos tratamientos adicionales por repetición teniendo un total de cuarenta microparcelas. El modelo estadístico utilizado fue:

$$Y_{ij} = M + T_i + B_j + E_{ij}, \quad i = 1, 2, \dots, t$$

$$j = 1, 2, \dots, r$$

donde:

- Y_{ij} es la variable bajo estudio,
 M es la media verdadera general,
 T_i es el efecto del i - ésimo tratamiento,
 B_j es el efecto del j -ésimo bloque, y
 E_{ij} es el error aleatorio asociado a la ij -ésima unidad experimental.

Se obtuvieron los siguientes tratamientos mediante el diseño de tratamientos Plan Puebla I;

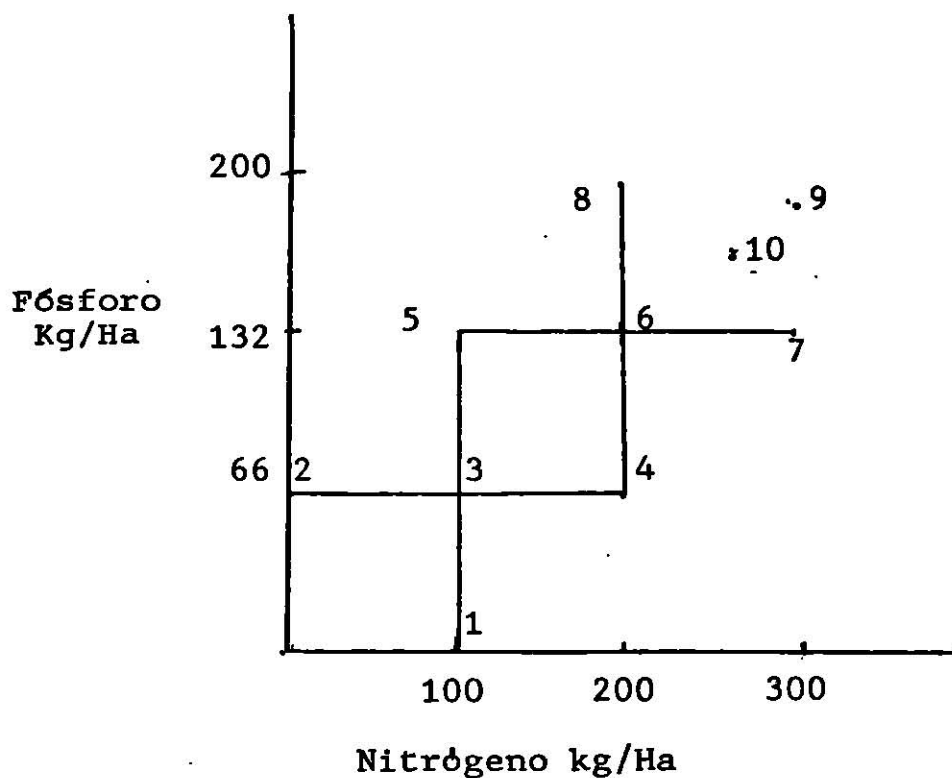


FIGURA 1. Distribución de tratamiento mediante el arreglo Matricial plan Puebla I

TABLA 2. Tratamientos probados en el estudio "La microparcela como un método rápido para predecir la respuesta a la fertilización en el cultivo de maíz en ciclo de tardío de 1984 en Marín, N.L."

Tratamiento	Nitrógeno kg/Ha	Fósforo kg/Ha
1	100	0
2	0	66
3	100	66
4	200	66
5	100	132
6	200	132
7	300	132
8	200	200
9	300	200 (tmtto. adicional)
10	250	170 (tmtto. adicional)

Las dimensiones de cada microparcela fueron de un metro de largo por un metro de ancho teniendo un área de un metro cuadrado por unidad experimental, la cual consta de cinco surcos y en cada uno de estos se sembraron 15 semillas para tener una buena población, aclareando después buscando tener diez plantas por surco o cincuenta por parcela. Las parcelas con--

vencionales constan de cinco surcos de diez metros de largo con una separación entre estos de 0.92 metros teniendo por parcela una área de 46 metros cuadrados. Como parcela útil se tomarón los tres surcos centrales, dejando por cada cabecera de la parcela un metro de protección. El croquis se presenta en la Fig. 1 del apéndice.

La preparación del terreno consistió en roturar el suelo con un arado de discos, dar un paso de rastra para tener bien mullido el suelo, posteriormente se hicieron los surcos y se levantaron los canales de riego, teniendo uno por cada bloque, esto se realizó el 3 de Agosto de 1984..

La siembra y fertilización de las microparcels se realizó el día 14 de Agosto, se sembró mateado a mano a una profundidad de 5 cm. y al fondo del surco, la fertilización se hizo en banda aplicando el fertilizante a un lado de la semilla, se incorporó todo al momento de la siembra.

El riego se realizó definiendo cada microparcels con un bordo a su alrededor, efectuándose este por cajetes aplicando una lámina aproximada de 12 cm. El segundo y último riego de las microparcels fué el día 31 de Agosto, aplicando una lámina aproximada de 12 cm.

La cosecha se realizó el día 11 de Octubre, esta se hizo en forma manual cortando con una hoz las plantas al ras del suelo y se midieron las variables número de plantas por par-

cela, altura promedio de plantas y rendimiento en materia -- verde.

De las plantas cosechadas se tomó una muestra al azar - de 5 plantas por parcela a las cuales se les determinó el -- rendimiento en materia seca, posteriormente las hojas de estas plantas se molieron y fueron pasadas por un tamiz de 20-mesh. Una vez que se obtuvo una muestra molida para cada microparcela se mezclaron las cuatro correspondientes a cada -- tratamiento y así se obtuvo una muestra para cada tratamiento, a estas muestras se les determinó en el laboratorio de -- Suelos de la Facultad el contenido del nitrógeno por el método kjeldahl y el contenido de fósforo por el Método del Amarillo de Vanadato-Molibdato.

Con respecto a las parcelas convencionales el día 6 de Agosto se aplicó un riego de presiembra, aplicando una lámina de 15 cm. aproximadamente.

La siembra se llevó a cabo el día 9 de Agosto, utilizando el método mateado a mano, se sembró en el fondo del surco a una profundidad aproximada de 5 cm depositando de dos a -- tres semillas por punto para asegurar la germinación, la separación entre puntos fue de 25 cm teniendo 40 plantas por surco aproximadamente.

Un día después de la siembra se fertilizó aplicando una tercera parte del nitrógeno y todo el fósforo, la fertiliza--

ción se hizo en un costado del surco en forma manual. Como fuente de nitrógeno se utilizó sulfato de amonio con 20.5% de N y como fuente de fósforo se utilizó superfosfato triple con un 46% de P_2O_5 .

El primer riego de auxilio se llevó a cabo el día 25 de Agosto aplicándose una lámina aproximada de 15 cm.

Se hizo una aplicación preventiva contra el gusano cogollero y trips el 29 de Agosto, aplicando Diterex 80% bajo la dosis de 1 kg/Ha.

La segunda fertilización que consiste en aplicar las dos terceras partes del nitrógeno de la dosis se realizó el día 17 de Septiembre. El fertilizante se tiró en el fondo del surco incorporándose con el paso de una cultivadora de rejas de tracción animal.

El segundo riego de auxilio se realizó el día 9 de Octubre, aplicando una lámina de 15 cm aproximadamente.

El día 10 de Diciembre se midieron los variables altura promedio de plantas y número de plantas por parcela útil --

El corte y peso del rastrojo se realizó el 21 de Diciembre.

RESULTADOS Y DISCUSION

A continuación se presentan los resultados obtenidos en el experimento.

Por lo que respecta a las microparcels al realizar el análisis de varianza no se obtuvo respuesta significativa a la aplicación de fertilizantes en ninguno de los tratamientos para las variables número de plantas, altura promedio de plantas, rendimiento en kilogramos de materia verde y rendimiento de materia seca.

Los resultados obtenidos y el análisis de varianza para cada una de las variables antes mencionadas se encuentran en el apéndice.

Se realizó un análisis gráfico de respuesta a la aplicación de nitrógeno y fósforo. En la gráfica de respuesta a la aplicación de nitrógeno sobre el rendimiento en kg. de materia verde (Fig 3) se observa que la dosis con el mayor rendimiento fue de 9.42 kg. Al aumentar la cantidad de nitrógeno aplicado y manteniendo el mismo nivel de fósforo (300-132) el rendimiento disminuye a 8.67 kg., en cambio cuando se mantiene el mismo nivel de nitrógeno y un nivel mas bajo de fósforo (200 - 66) el rendimiento disminuye a 9.30 kg., lo cual es bajo, ya que la diferencia es de 0.12 kg. Estos rendimientos son mayores que el del testigo parcial (0-66) el cual fue de 7.85 kg. Todos estos tratamientos son estadísticamente iguales.

En la gráfica de respuesta a la aplicación de fósforo sobre el rendimiento de materia verde (Fig 4) también el tratamiento 6(200-132) fué el que tuvo mayor rendimiento el cual fué de 9.42 kg. .Al aumentar la cantidad de -- fósforo aplicado y manteniendo al mismo nivel de nitrógeno (200-200) el rendimiento disminuyó a 7.97 kg.

La variable rendimiento en kg. de materia seca se -- obtuvo a partir de las variables rendimiento en kg. de -- materia verde y porcentaje de materia seca.

El análisis gráfico de respuesta a la aplicación de nitrógeno sobre el rendimiento de materia seca (Fig 5)- muestra que el tratamiento 6(200-132) fué de mayor rendimiento el cual fué de 1.28 kg. Al aumentar la cantidad -- de nitrógeno aplicado y mateniendo el mismo nivel de fósforo (300-132) el rendimiento disminuye a 1.17 kg! . En-- cambio cuando se mantiene la misma dosis de nitrógeno y -- disminuye la de fósforo (200-66) el rendimiento disminuye a 1.27 kg. lo cual es muy poco.El rendimiento del testigo parcial (0-66) fué de 1.05 kg., superando ligeramente-- a los rendimientos de los tratamientos 8(200-200) y 9(300-200) los cuales fueron de 1.0 y 0.97 kg. respectivamente.

Con respecto a la respuesta a la aplicación de fósfo-

ro sobre el rendimiento de materia seca Fig N^o 6 - - - - - se observa que el rendimiento mas alto es también el del -- tratamiento 6(200-132)siendo este 1.28 kg. .Al aumentar la cantidad de fósforo aplicado y manteniendo el mismo nivel-- de nitrógeno (200-200) el rendimiento disminuye 1.0 kg. ,el cual es inferior al rendimiento del testigo parcial (100-0) que es de 1.13 kg. . Todos estos tratamientos son estadís-- ticamente iguales.

En las parcelas convencionales se midieron las varia-- bles número de plantas . por parcela útil,rendimiento en kg. de materia seca y altura . promedio de plantas,no encontrán-- dose diferencias significativas al realizar el análisis de-- varianza.

Se consideró un posible efecto del número de plantas - y de la altura de la planta sobre el efecto de tratamientos (Rendimiento en materia seca) por lo que se realizó un aná-- lisis de varianza incluyendo como covariable altura y núme-- ro de plantas, el cual muestra que no existe un efecto signi-- ficativo de estas dos covariables sobre sobre el rendimien-- to en materia seca.Los resultados de este análisis se mues-- tran en la Tabla N^o 20 del apendice.

El análisis gráfico de respuesta a la aplicación de -- fósforo sobre el rendimiento de materia seca (Fig 7)--- muestra que el tratamiento 3(100-66) fué el de mayor ren--

dimiento,) el cual fué de 21.87 kg., superando ligeramente al rendimiento del tratamiento 5(100-132) con 21.23 kg. - Nótese que estos dos tratamientos llevan 100 kg/Ha de nitrógeno variando unicamente la dósis de fósforo.

A medida que se aumenta la dosis de nitrógeno y fósforo el rendimiento de rastrojo disminuye. Con el testigo-parcial 1(100-0) se obtuvo el menor rendimiento de todo--experimento, siendo este de 16.5 kg.

Martini (1969) Menciona que el crecimiento vegetativo al mes de desarrollo de un cultivo (medido como peso - seco) es proporcional al rendimiento en grano del cultivo al complementar su ciclo, en el presente trabajo no se realizó este análisis debido a que la variable rendimiento--en grano fué eliminada debido al daño que sufrieron las--parcelas por el ataque de cuervos.

En la tabla 3 se presentan los resultados del análisis físico-químico del suelo donde se desarrolló el experimento. En lo que se refiere al contenido de nitrógeno y fósforo, estos fueron altos, influyendo posiblemente en la pobre respuesta del cultivo a la fertilización con nitrógeno y fósforo.

Con la finalidad de explicar la respuesta a la ferti

lización de nitrógeno y fósforo sobre el cultivo de maíz en las microparcels se realizó el análisis foliar tomando cinco plantas al azar al momento de la cosecha (58 días después de la siembra).

El análisis para nitrógeno se realizó a través del método kjeldahl y para fósforo el método del amarillo de vanadato, realizando este análisis sobre una muestra compuesta para cada tratamiento. Los resultados se encuentran en la tabla N° 4.

Estos resultados fueron graficados los cuales se encuentran en la fig. 9. en el apéndice.

La gráfica muestra que los mejores tratamientos en cuanto al contenido de nitrógeno en las plantas son el 6 y 7. -- Para fósforo se encuentran niveles estables de absorción -- para todos tratamientos , donde se distinguen los tratamientos, 5, 6 y 7.

Tabla 3. Propiedades físico-químico del suelo de terreno --
donde se desarrolló el experimento.

Campo Agrícola Experimental F.A.U.A.N.L.

Ciclo tardío 1984.

Determinación	Análisis	Clasificación Agronomica
Color	Seco 10 y R 6/3	Café pálido
	Húmedo 10 y R 4/4	Café amarillento, obscuro
pH	7.35	Ligeramente alcalino
Textura	Arena . 16.44%	Migajón Limoso
	Limo . 56.72%	
	Arcilla . 26.84%	
Materia orgánica	2.07%	Medio
Nitrógeno total	0.518%	Rico
Fósforo extraíble	106 ppm	Rico
Potasio extraíble	11 ppm	Medianamente pobre
Sales solubles totales	2.1 mmhos/cm.	Ligeramente salina.

Tabla 4. Porcentaje promedio de nitrógeno y fósforo en el tejido vegetal de las plantas de las microparcels para cada uno de los tratamientos del experimento.

Tratamientos	%Nitrógeno	%Fósforo
1	3.81	0.54
2	5.42	0.42
3	5.46	0.72
4	4.66	0.48
5	5.28	0.58
6	6.13	0.62
7	6.42	0.60
8	6.40	0.53
9 Adicional	6.33	0.69
10 Adicional	6.10	0.49

CONCLUSIONES

- 1.- No se encontró diferencia significativa en las siguientes variables para microparcels: número de plantas, altura promedio de las plantas, rendimiento en kilogramos de materia verde, y rendimiento de materia seca.
- 2.- El análisis gráfico muestra que los tratamientos 6 (200-132) 4 (200-66) son relevantes en rendimiento en materia verde y materia seca en las microparcels.
- 3.- No se encontró diferencia significativa en las siguientes variables para el experimento con parcelas convencionales: número de plantas por parcela útil, rendimiento en kg. de materia seca y altura promedio de plantas.
- 4.- El análisis gráfico muestra que los mejores tratamientos son el 3 (100-66) y 5 (100-132) en cuanto al rendimiento en materia seca.
- 5.- El análisis foliar realizado sobre muestras compuestas para cada tratamiento en las microparcels muestra que los mejores tratamientos son el 6 y 7 para el contenido de nitrógeno y para fósforo se encuentran niveles estables de absorción para todos los tratamientos 5,6, y 7.

6.- Se encontraron coeficientes de correlación bajos (.09) entre el rendimiento en materia seca de las microparcelas y el rendimiento en materia seca de las parcelas -- convencionales, lo que muestra que el método de las microparcelas en esta ocasión no explica la respuesta a -- la fertilización de N-P sobre el cultivo de maíz en -- experimentos convencionales.

RECOMENDACIONES

- 1.- Repetir el experimento bajo un arreglo factorial que permita evaluar la interacción entre los elementos.
- 2.- De acuerdo al comportamiento de los tratamientos 5(100-132), 6(200-132) y 7(300-132) se sugiere incluirlos en experimento futuro.
- 3.- Con la finalidad de observar correlaciones directas entre los rendimientos de los experimentos se sugiere evaluar rendimiento en grano en las parcelas convencionales.
- 4.- Se sugiere manejar el experimento adecuadamente (evitar el ataque de cuervos), ya que esto impidió la evaluación de rendimiento en grano en las parcelas convencionales.
- 5.- De acuerdo a los resultados obtenidos en el análisis foliar se observó que el nitrógeno fue absorbido conforme fue incrementándose la dosis, desechándose la posibilidad de pérdidas por volatilización, por lo que se sugiere utilizar nuevamente la combinación sulfato de amonio-superfosfato triple.
- 6.- Para facilitar la distribución de la humedad y de acuerdo al tamaño de las microparcels ($1m^2$) se sugiere el riego por cajetes.

RESUMEN

El presente trabajo se desarrolló en el Campo Agrícola-Experiemntal de la Facultad de Agronomía de la U.A.N.L., ubicado en el municipio de Marín, N.L.

El principal objetivo del trabajo es el de comprobar la eficiencia de la microparcela como método rápido para predecir la respuesta a la fertilización en el cultivo de maíz.

Para lo cual se establecieron dos experimentos idénticos, uno con las microparcels y otro con parcelas convencionales donde se probaron 10 tratamientos que incluyen los 8 - tratamientos del Plan Puebla I y 2 tratamientos adicionales - en cuatro repeticiones. El espacio de exploración fué de 0 - 300 para nitrógeno y de 0-200 para fósforo, arrojando un total de 40 unidades experimentales por experimento.

La siembra y fertilización se realizaron a mano . Como fuente nitrogenada se utilizó el sulfato de amonio (20.5% N) y, como fuente fosfatada el superfosfato triple (46% P_2O_5). - En las microparcels se aplicó toda la dosis fertilizante, al momento de siembra . En parcelas convencionales se aplicó una tercera parte del nitrógeno y todo el fósforo al momento de la siembra, aplicando el resto del nitrógeno durante la primera labor de cultivo.

En las microparcels se midieron las variables número--

de plantas, altura promedio de plantas, rendimiento en kgs. de materia verde y rendimiento en materia seca. Se realizó un análisis de varianza para cada una de las variables, no encontrándose diferencia significativa en ninguna de ellas.

Se realizó un análisis gráfico de respuesta a la aplicación de nitrógeno y fósforo, el cual muestra que los mejores tratamientos son el 6(200-132) y 4(200-66) en lo que se refiere al rendimiento en materia verde y materia seca.

Al momento de la cosecha de las microparcels se tomaron cinco plantas al azar de cada microparcels formando con estas una mezcla compuesta para cada tratamiento. El análisis foliar muestra que los tratamientos 6(200-132) y 7(300-132) presentaron el mayor contenido de nitrógeno y para fósforo se encontraron niveles estables de absorción en todos los tratamientos.

En las parcelas convencionales se midieron las variables número de plantas por parcela útil, rendimiento en kgs. de materia seca y altura promedio de plantas, no encontrándose diferencias significativas al realizar el análisis de varianza.

El análisis gráfico de respuesta a la aplicación de nitrógeno fósforo muestra que los mejores tratamientos son el 3(100-66) y 5(100-132) en cuanto al rendimiento en materia--

seca.

Se encontraron coeficientes de correlación bajos (.09)- entre el rendimiento en materia seca de las microparcels y rendimiento en materia seca de las parcelas convencionales.

BIBLIOGRAFIA

- 1.- Aldrich, R.S. y E. Leng. 1974. Producción moderna del ma-
1^a Edición. Editorial Hemisferio Sur. Buenos Air
es. p. 108
- 2.- Almaguer G., J.L. 1974. Influencias de la Fertilización--
sobre el rendimiento y contenido de proteína--
en maíz (Zea mayz L.) en el municipio de Apoda
ca, N.L. Tesis Ing. Agr. Facultad de Agronomía --
U.A.N.L.
- 3.- Bear, E.F. 1958. Suelos y Fertilizantes. 1^a Edición. Edi-
ciones Omega S.A. Barcelona, España. p. 391
- 4.- Bear, E.F. 1969. Los suelos en relación con el crecimie
nto de los cultivos. 1^a Edición. Ediciones Omega
S.A. Barcelona, España. p. 160
- 5.- Berrones R., J.L. 1982. Número de riegos y niveles de---
fertilización nitrogenada en el cultivo de ma-
iz para grano en la región de Marín, N.L. Tesis
Ing. Agr. Facultad de Agronomía U.A.N.L.
- 6.- Buckman O., H y N. Brady. 1970. Naturaleza y Propiedades
de los suelos. 1^a Edición. Montaner y Simón, S.A.
Barcelona España. p.p. 426, 427, 450.

- 7.- Collings, G.H. 1958. Fertilizantes comerciales. 1^a Edición. Salvat Editores S.A. España. p. 67-69
- 8.- Collis N., G., B.G. Darvey y D.E. Smiles. 1971. Suelos, Atmósfera y Fertilizantes. 1^a Edición. Editorial Aedos-Barcelona, España. p. 265-269.
- 9.- Cooke, G.W. 1983. Fertilización para rendimientos máximos - 1^a Edición Compañía Editorial Continental S.A.-- de C.V. México D.F. p. 221
- 10.- Díaz del Pino, A. 1964. El maíz. Cultivo, Fertilización y cosecha. 2^a Edición, Bartolomé Trucco Editor. México, D.F. P. 240-241.
- 11.- Gros, A. 1981. Abonos, Guía práctica de la fertilización. 7^a Edición. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. p. p. 173, 182, 183, 208, 211, 219, 225, 226.
- 12.- Hardy, F. y R. Bazan. 1963. Determinación del estado nutritivo del suelo por medio de la prueba de la microparcela de maíz. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. Costa Rica.
- 13.- Jacob, A. y H.V. Uexküll. 1966. Fertilización. Nutrición y Abonado de los cultivos tropicales y subtropicales y subtropicales. Editorial Verlagsgesell

chaft für Ackerbau mbH.Hannover,Alemania.p.68-71.

- 14.- Marenco M.,R. 1984.Evaluación de la fertilidad de un suelo a través del método de las microparcels de maíz. C.A.T.I.E. Departamento Producción -- Vegetal.Turrialba,Costa Rica.
- 15.- Martini,J.A. 1969.La microparcels como un método biológico rápido para evaluar la fertilidad del suelo.9(2) 261:266.1969 IICA,Turrialba.
- 16.- Millar,C.E.,L.M. Turkey H.D. Foth.1975. Fundamentos de la Ciencia del Suelo.1^a Edición.Compañía Editorial Continental.S.A. México D.F.p.322-325.
- 17.- Mora C.,M.A.1982.Niveles de fertilización nitrogenada y tiempos de aplicación en el cultivo de maíz de riego para grano en el Municipio de Marín,- N.L. Tesis Ing.Agr.Fitotecnista Facultad de Agronomía U.A.N.L.
- 18.- Ortiz Villanueva,B.1977.Fertilidad de Suelos.Universidad Autónoma de Chapingo.Chapingo,México.p.54.
- 19.- Papadakis,A.I.Gx.d.1977.Fertilizantes.1^a Edición.Editorial Albatros.Buenos Aires,Argentina.p.9

- 20.- Robles Sánchez, R. 1982. Producción de granos y forrajes 3^a Edición. Editorial Limusa S.A. México, D.F. p. 64-
- 21.- Rodríguez F., H. y R. Díaz. 1984. El uso de la microparcela como método de apoyo para evaluar la fertilidad del suelo. Notas del curso sobre Investigación y Desarrollo de Tecnología para Sistemas de Producción de Cultivos. C.A.T.I.E. Turrialba, Costa Rica.
- 22.- Russell Sir E., J y W. Russell. 1968. Las condiciones del Suelo y el crecimiento de las plantas. 4^a Edición. Aguilar S.A. de Ediciones. Madrid, España. p. 615, -- 696.
- 23.- Tamhane, R.V., D.P. Matrimoni y Y.P. Bali. 1978. Suelos. Su química y fertilidad en zonas tropicales. 1^a Edición. Editorial Diana. México, D.F. p. 282
- 24.- Teuscher, A. y R. Adler. 1979. El suelo y su fertilidad. 4^a Edición. Compañía Editorial Continental. México, -- D.F. p. 135.
- 25.- Tisdale L., S. y W. Nelson. 1982. Fertilidad de los suelos y Fertilizantes. 1^a Edición. Editorial Hispano Americana S.A. de C.V. México, D.F. p. 170, 220, 222.

26.- Través Soler,G.1962.·Abonos.Editorial Sintes.Enciclopedia Práctica del Agricultor.Vol II.

A P E N D I C E

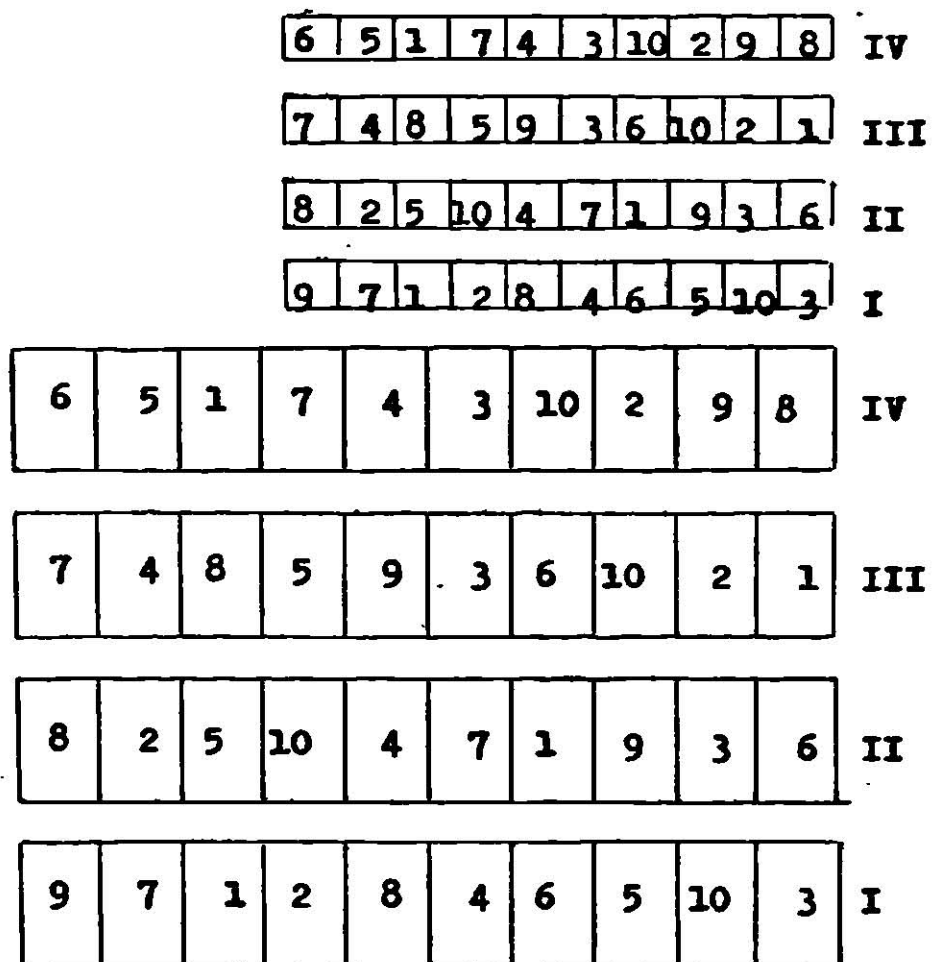


Figura: 2 Crequis del experimento "La microparcela como un método rápido para predecir la respuesta a la fertilización en el cultivo de maíz en el municipio de María, N.L.

TABLA 5. : N^o de plantas total. en la microparcela.

A

Rep. Tmts.	I	II	III	IV	\bar{X}
1	50	50	50	45	49
2	51	48	50	55	51
3	40	50	50	50	47
4	54	50	52	50	51
5	50	44	40	55	47
6	50	49	50	52	50
7	48	50	50	50	49
8	52	50	50	40	48
9	50	34	48	50	45
10	46	44	50	50	47

TABLA 6 : Análisis de varianza para el número de plantas total en el experimento de fertilización en Micro--parcela.

F.V.	G.L	S.C.	C.M	F.Calc.	F _{tab}		
					.05	.01	
Tratamientos	9	127.525	14.169	0.738	2.25	3.14	N.S
Bloques	3	44.875	14.958	0.779	2.96	4.60	N.S
Error	27	518.375	19.199				
Total	39	690.775	17.712				

% C.V. = 9.05

N.S. = No significativo.

TABLA 7 : Altura promedio en cm. de las plantas de la -- microparcela.

Tmts. \ Rep.	I	II	III	IV	\bar{X} --
1	100.0	96.1	113.9	81.4	97.85
2	76.8	104.7	94.0	98.8	93.57
3	118.5	103.9	72.5	82.1	94.25
4	96.9	89.9	124.1	113.2	106.02
5	72.5	72.5	77.6	95.9	92.25
6	127.2	118.0	81.2	109.6	109
7	95.0	106.8	102.9	115.2	105
8	113.6	137.7	83.6	88.2	105.77
9	131.8	101.1	81.9	90.1	101.22
10	99.6	75.0	86.4	75.8	84.2

TABLA 8 : Análisis de varianza para la altura promedio--- en cm. en el experimento de fertilización en -- Micróparcela.

F.V	G.L.	S.C.	C.M.	F Calc.	F.tab		
					.05	.01	
Tratamientos	9	2214.976	246.108	0.819	2.25	3.14	N.S
Bloques	3	1552.686	517.562	1.723	2.96	4.6	N.S
Error	27	8110.202	300.378				
total	39	11877.864	304.561				

% C.V. = 17.52

N.S - No significativo.

TABLA 9 : Rendimiento en kg. de materia verde para cada --
microparcela.

Rep. Tmts.	I	II	III	IV	X
1	7.1	8.1	9.1	6.8	7.79
2	6.2	7.4	8.4	9.4	7.85
3	10.0	10.1	6.3	6.7	8.27
4	10.9	9.1	7.9	9.3	9.30
5	10.2	4.6	4.1	11.8	7.67
6	10.4	11.1	5.7	10.5	9.42
7	7.3	10.9	7.1	9.4	8.67
8	9.2	11.7	4.4	6.6	7.97
9	7.7	6.5	6.4	7.5	7.02
10	8.8	5.5	5.6	4.7	6.15

TABLA 10 : Análisis de varianza del rendimiento en kg. de--
materia verde en el experimento de fertilización
en microparcela

F.V.	G.L	S.C.	C.M.	F.Calc.	F.tab.	
					.05	.01
Tratamientos	9	35.211	3.912	0.962	2.25	3.14 N.S
Bloques	3	31.807	10.602	2.606	2.96	4.60 N.S
Error	27	109.846	4.068			
Total	39	176.864	4.535			

% C.V. = 25

N.S. = No significativo.

TABLA 11: Rendimiento en porcentaje de materia seca para--
cada microparcela.

Rep. Tmts.	Rep.				\bar{X}
	I	II	III	IV	
1	15.5	19.00	12	11.75	14.56
2	14.75	14.25	15	10.5	13.62
3	13.5	14.25	14.5	14.25	14.12
4	14.5	12.50	13.75	13.75	13.62
5	15.5	11.75	15	16.75	14.75
6	16.75	12.25	14	11.75	13.69
7	16	12.50	14.75	11.75	13.75
8	12.75	13.00	12.5	11.5	12.44
9	15.25	11.75	13.5	14.75	13.81
10	11.0	14.25	12.5	15.25	13.25

TABLA 12: Análisis de varianza del rendimiento en porcentaje
de materia seca en el experimento de fertilización
en microparcela.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F. Calc.	F.tab.		
					.05	.01	
Tratamientos	9	15.244	1.694	0.453	2.25	3.14	N.S
Bloques	3	9.819	3.273	0.876	2.96	4.60	N.S
Error	27	100.931	3.738				
Total	39	125.994	3.231				

% C.V. = 14

N.S = No significativo

Tabla 13. Rendimiento en kg. de materia seca para cada microparcela.

Rep. Tmts.	I	II	II	IV	\bar{x}
1	1.10	1.54	1.09	0.80	1.13
2	0.91	1.05	1.26	0.99	1.05
3	1.35	1.44	0.91	0.95	1.16
4	1.58	1.14	1.09	1.28	1.27
5	1.58	0.54	0.61	1.98	1.18
6	1.74	1.36	0.80	1.23	1.28
7	1.17	1.36	1.05	1.10	1.17
8	1.17	1.52	0.55	0.76	1.00
9	1.17	0.76	0.86	1.11	0.97
10	0.97	0.78	0.70	0.72	0.79

— Niveles	N2P2	N3P2	
Tratamientos	3	4	
--- Niveles	N2P3	N3P3	N4P3
Tratamientos	5	6	7
..... Niveles	N3P4	N4P4	
Tratamientos	8	9	

Tmto	Kg/Ha		
	N	P	
2	0	66	Testigo
3	100	66	
4	200	66	
5	100	132	
6	200	132	
7	300	132	
8	200	200	
9	300	200	

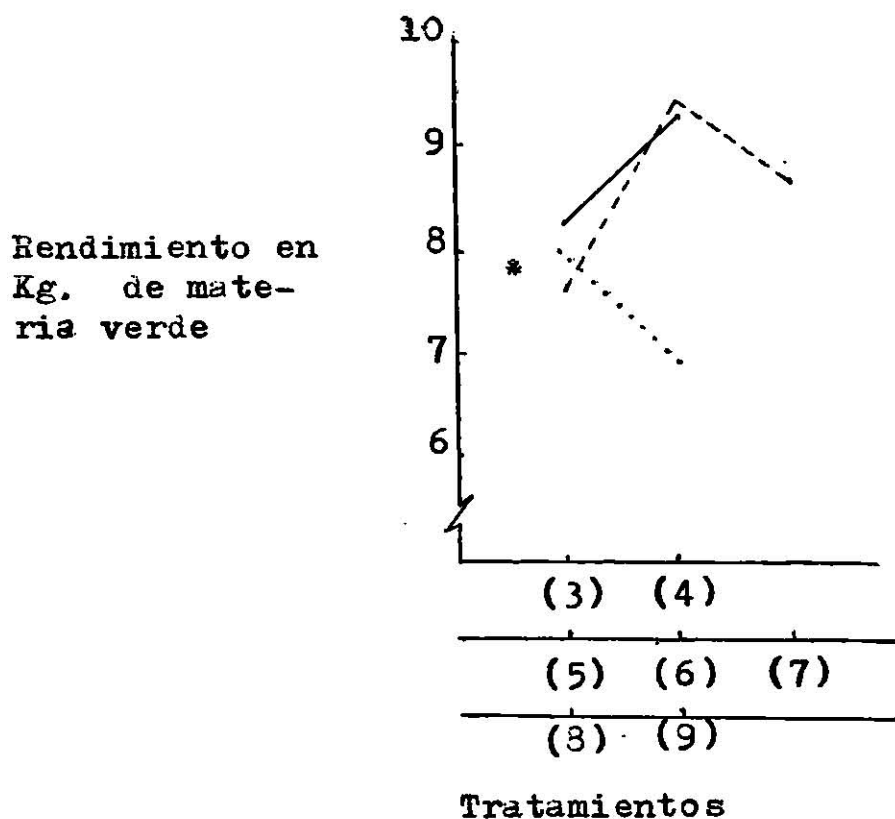


Fig.3 Respuesta a la aplicación de nitrógeno sobre el rendimiento en kg. de materia verde en experimento de microparcels.

— Niveles	N2P2	N2P3	
Tratamientos	3	5	
---- Niveles	N3P2	N3P3	N3P4
Tratamientos	4	6	8
..... Niveles	N4P3	N4P4	
Tratamientos	7	9 Adic.	

Tmto	(kg/Ha)	
	N	P
1	100	0 Testigo
3	100	66
4	200	66
5	100	132
6	200	132
7	300	132
8	200	200
9	300	300

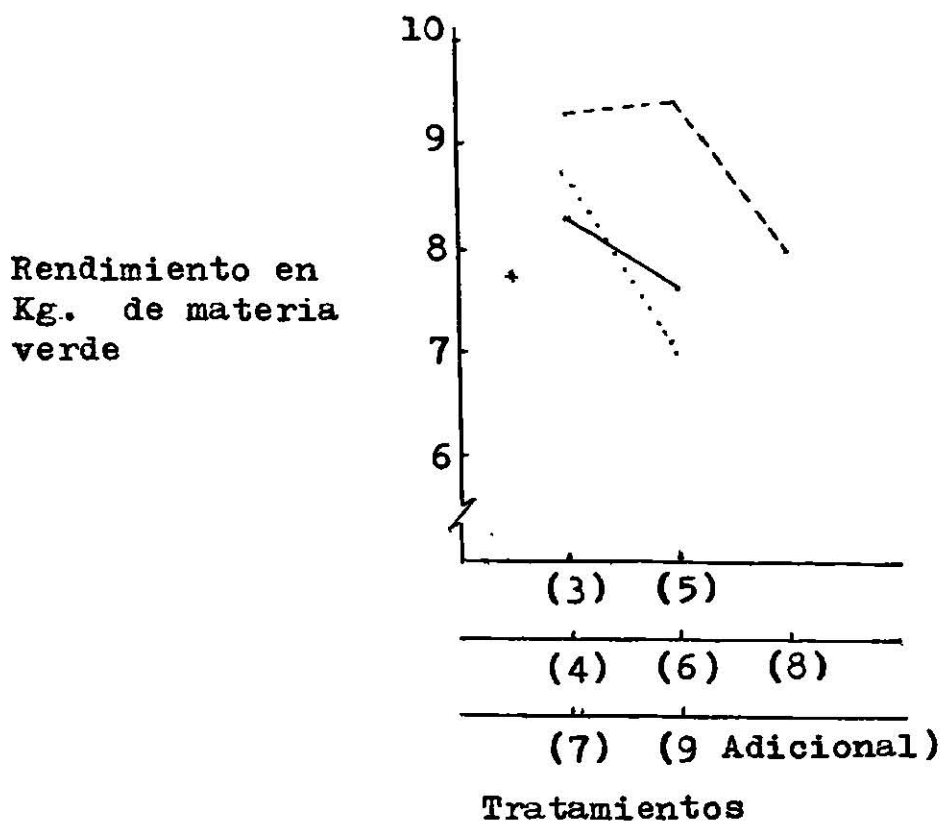


Fig. 4 Respuesta a la aplicación de fósforo sobre el rendimiento en Kg. de materia verde en el experimento de microparcels.

— Niveles	N2P2	N3P2	
Tratamientos	(3)	(4)	
- - - Niveles	N2P3	N3P3	N4P3
Tratamientos	(5)	(6)	(7)
..... Niveles	N3P4	N4P4	
Tratamientos	(8)	(9)	

Tmto.	Kg/Ha		Testigo
	N	P	
2	0	66	
3	100	66	
4	200	66	
5	100	132	
6	200	132	
7	300	132	
8	200	200	
9	300	200	

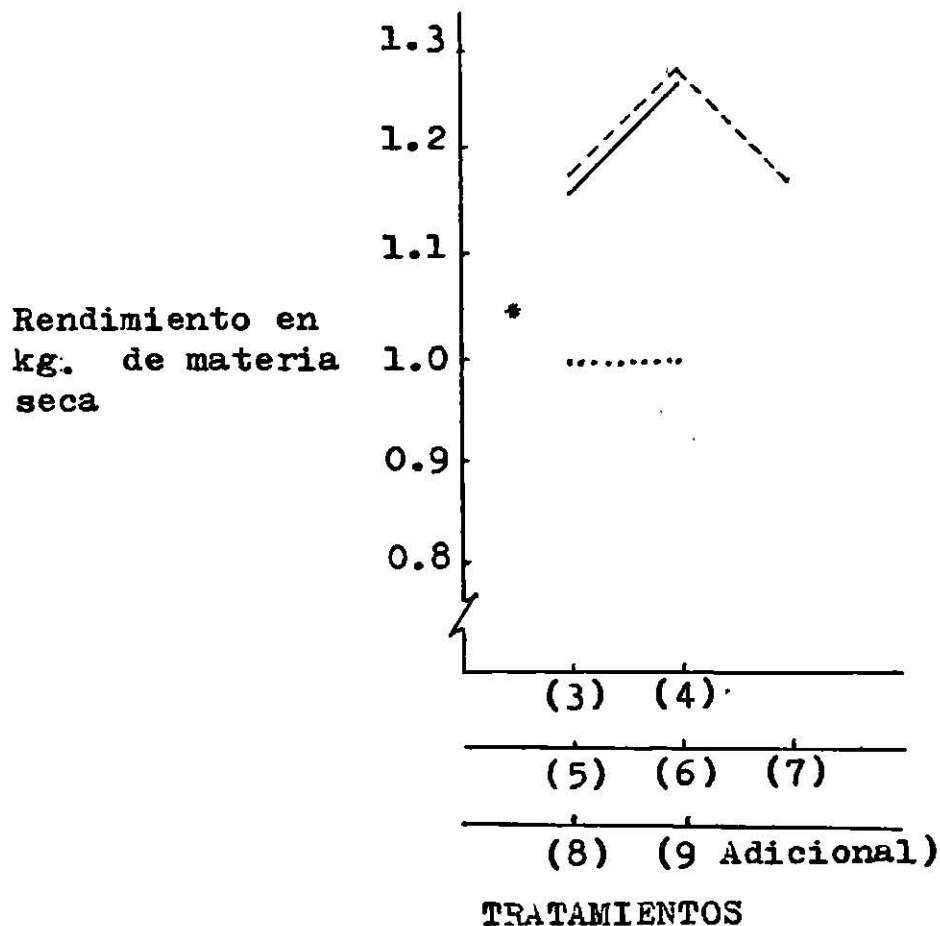


Fig. 5 Respuesta a la aplicación de nitrógeno sobre el rendimiento en kg. de materia seca en el experimento de las microparcels.

— Niveles	N2P2	N2P3	
Tratamientos	3	5	
---- Niveles	N3P2	N3P3	N3P4
Tratamientos	4	6	8
..... Niveles	N4P3	N4P4	-
Tratamientos	7	9	

Tmto.	Kg/Ha		
	N	P	
1	100	0	Testigo
3	100	66	
4	200	66	
5	100	132	
6	200	132	
7	300	132	
8	200	200	
9	300	200	

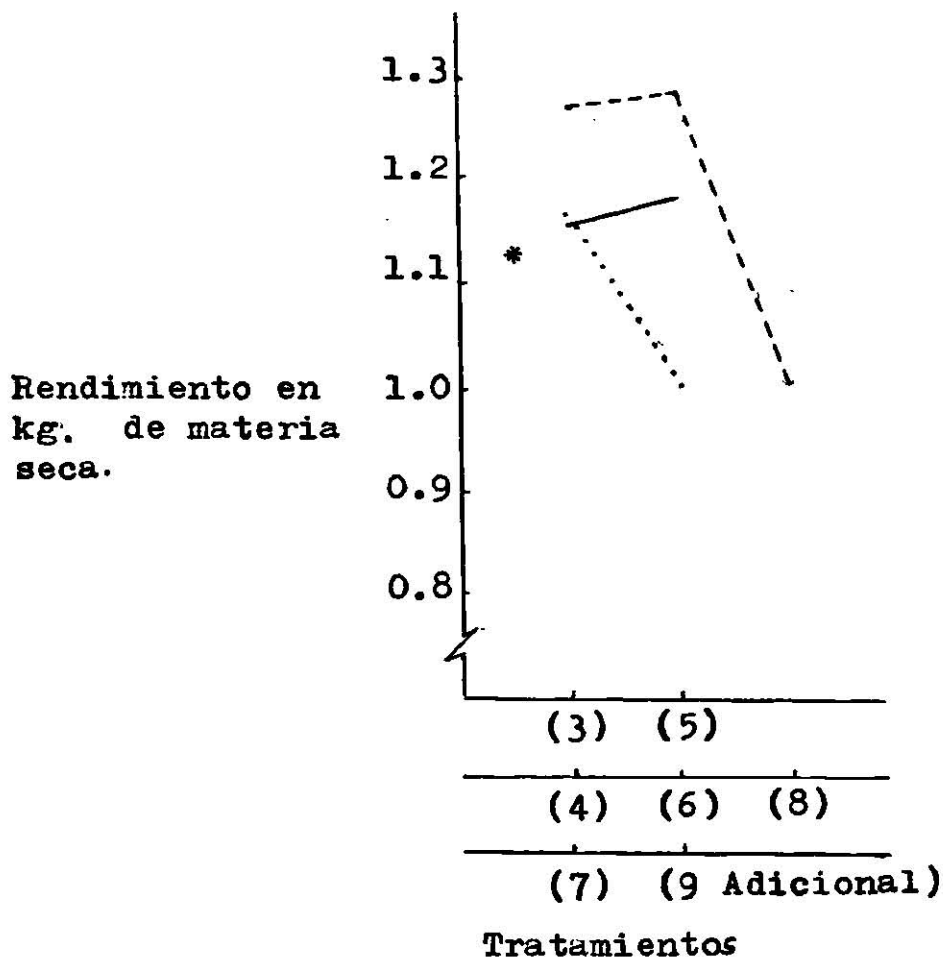


Fig. 6 Respuesta a la aplicación de fósforo sobre el rendimiento en kg. de materia seca en el experimento de las microparcels.

TABLA 14 : N^o de plantas por parcela útil (22.08 m²) en --
las parcelas convencionales.

Rep. Tmts.	I	II	III	\bar{X}
1	86	81	63	77
2	84	58	76	73
3	90	69	90	83
4	92	58	72	74
5	99	78	74	84
6	92	79	94	88
7	85	62	72	73
8	84	59	83	75
9	82	82	83	82
10	88	66	68	74

TABLA 15 : Análisis de varianza para N^o de plantas en el
experimento de fertilización en parcelas conven-
cionales.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.Calc.	F.Tab .05	F.Tab .01
Tratamientos	9	828.300	92.033	1.419	2.46	3.6 N.S
Bloques	2	1814.599	907.300	13.990	3.55	6.01* *
Error	18	1167.401	64.856			
Total	29	3810.300	131.390			

% C.V. = 10

N.S = No significativo

* * = Altamente significativo

TABLA:16: Altura promedio de plantas en cm. por parcela útil
(22.08 m²) en las parcelas convencionales.

Rep Tmts	I	II	III	\bar{X}
1	171.4	184.0	170.5	175.3
2	173.3	175.0	182	176.77
3	187.9	168.4	169.3	175.2
4	164.7	176.1	172.7	171.16
5	186.3	187.8	157.4	177.16
6	180.6	162.9	190	177.83
7	159.4	176.6	154.3	163.43
8	158.8	174.6	180.6	171.33
9	167.2	179.2	167.4	171.26
10	175.5	177.9	184.1	179.16

TABLA 17: Análisis de varianza para altura promedio de plantas en el experimento de fertilización en parcelas convencionales.

F.V	G.L.	S.C.	C.M.	F.Cal	F.tab.	
					.05	.01
Tratamientos	9	588.836	65.426	0.587	2.46	3.6 N.S
Bloques	2	85.954	42.977	6.385	3.55	6.01 N.S
Error	18	2007.739	111.541			
Total	29	2682.529	92.501			

% C.V = 6

N.S = No, significativo

TABLA 18: Rendimiento de rastrojo (materia seca) en kg. por parcela útil (22.08 m^2) en las parcelas convencionales.

Rep. Tmts.	I	II	III	\bar{X}
1	20.2	17.6	11.7	16.50
2	21.7	9.8	26.1	19.20
3	26.0	19.0	20.6	21.87
4	17.6	14.5	18.3	16.80
5	26.4	19.6	17.7	21.23
6	18.6	16.3	20.2	18.37
7	13.8	21.0	15.8	16.87
8	15.0	15.5	24.3	18.27
9	19.0	19.6	19.3	19.30
10	18.2	14.1	17.2	16.50

TABLA 19: Análisis de varianza para rendimiento de rastrojo (materia seca) en kg. por parcela útil (22.08 m^2) en las parcelas convencionales.

F.V	G.L	S.C.	C.M	F.Calc.	F.tab .05	F.tab .01	
Tratamientos	9	100.694	11.188	0.656	2.46	3.6	N.S
Bloques	2	49.466	24.733	1.450	3.55	6.01	N.S
Error	18	306.987	17.055				
Total	29	457.147	15.764				

% C.V. = 22.0

N.S. = No significativo

Tabla 20. Análisis de varianza para rendimiento en materia seca incluyendo como covariables altura y número de plantas.

F.V	G.L.	S.C.	C.M.	F. Calc.	F. tab.	
					.05	.01
Tratamientos	9	80.210	8.912	0.979	2.54	3.78 N.S.
Bloques	2	15.177	7.589	0.834	3.63	6.23 N.S.
Covariables						
Altura de plantas	1	82.366	82.366	9.051	4.49	8.53 **
Número de plantas	1	29.748	29.748	3.269	4.49	8.53 N.S.
Error	16	145.608	9.101			
Total	29	457.147	15.764			

N.S.. No significativo

** Altamente significativo

— Niveles	N2P2	N2P3	
Tratamientos	3	5	
---- Niveles	N3P2	N3P3	N3P4
Tratamientos	4	6	8
..... Niveles	N4P3	N4P4	
Tratamientos	7	9	

Tmto	(Kg/Ha)		Testigo
	N	P	
1	100	0	
3	100	66	
4	200	66	
5	100	132	
6	200	132	
7	300	132	
8	200	200	
9	300	200	

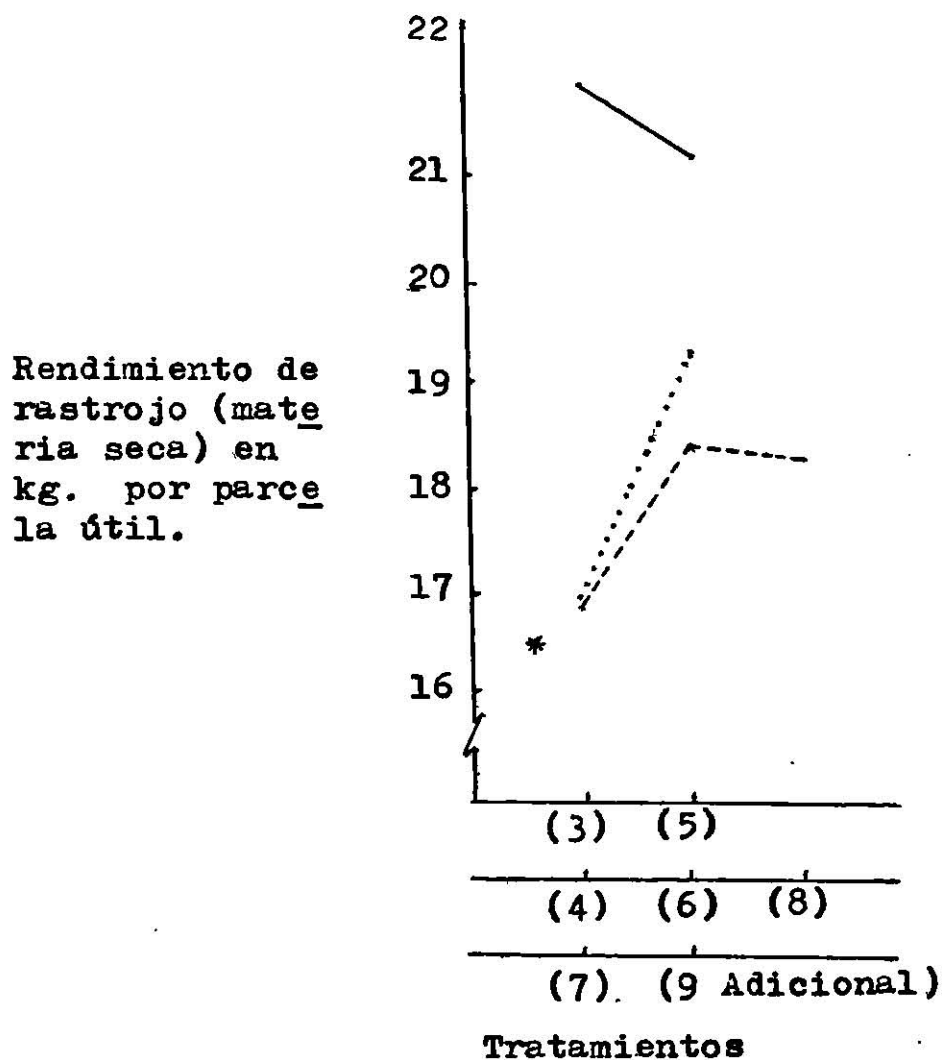


Fig. 7 Respuesta a la aplicación de fósforo sobre el rendimiento en kg. de rastrojo (materia seca) por parcela útil en las parcelas convencionales.

— Niveles	N2P2	N3P2	
Tratamientos	3	4	
--- Niveles	N2P3	N3P3	N4P3
Tratamientos	5	6	7
..... Niveles	N3P4	N4P4	
Tratamientos	8	9	

Tmto.	(Kg/Ha)		
	N	P	
2	0	66	Testigo
3	100	66	
4	200	66	
5	100	132	
6	200	132	
7	300	132	
8	200	200	
9	300	200	

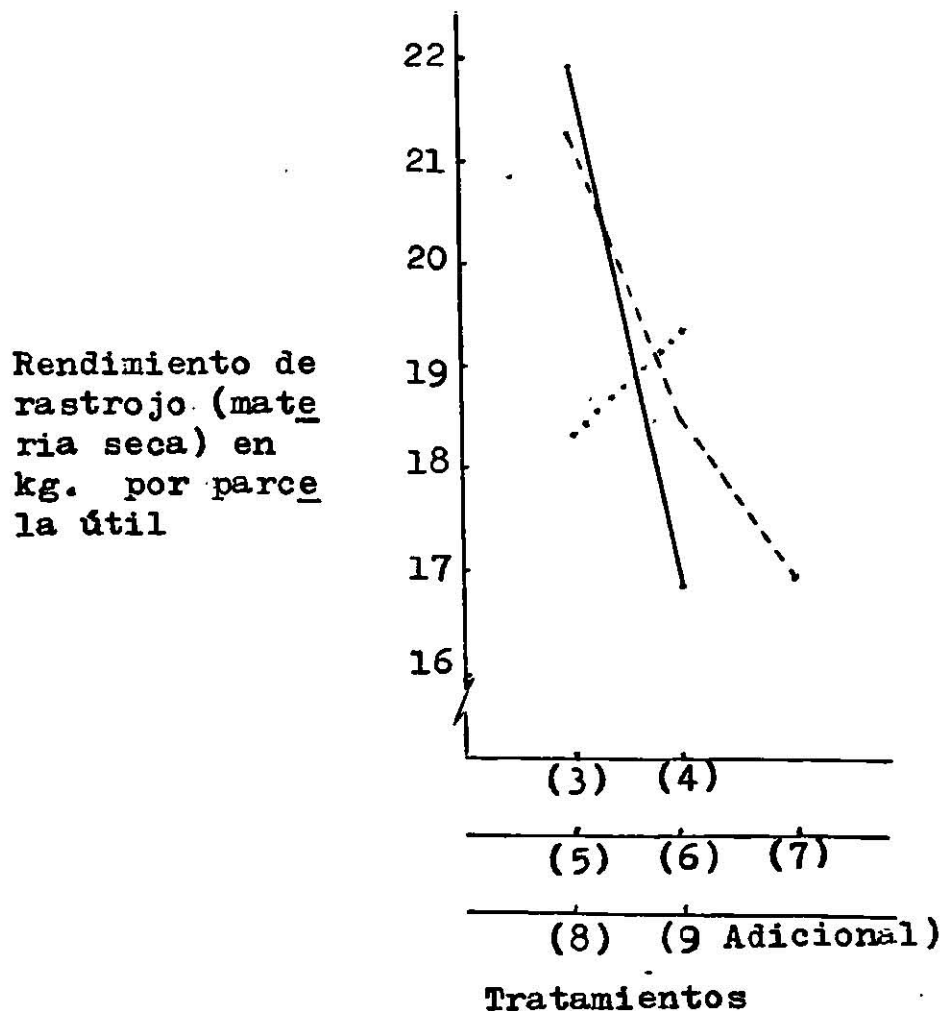


Fig. 8 Respuesta a la aplicación de nitrógeno sobre el rendimiento en kg. de rastrojo (materia seca) por parcela útil en las parcelas convencionales.

Tmto.	N	P
1	100	0 Testigo
2	0	66 Testigo
3	100	66
4	200	66
5	100	132
6	200	132
7	300	132
8	200	200
9	300	200
10	250	170

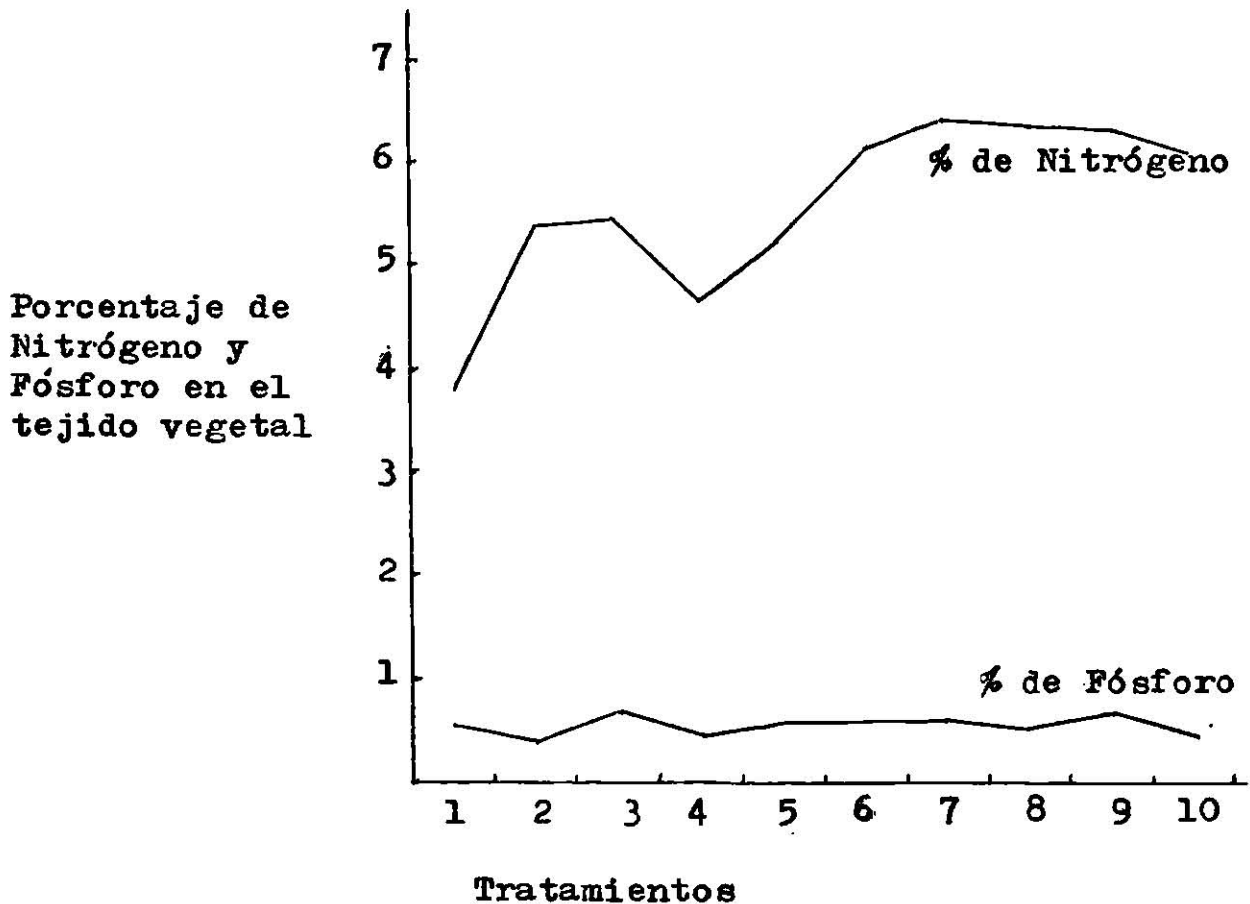


Fig. 9 Porcentaje de nitrógeno y fósforo en el tejido de las plantas de las microparcels para cada uno de los tratamientos del experimento.

