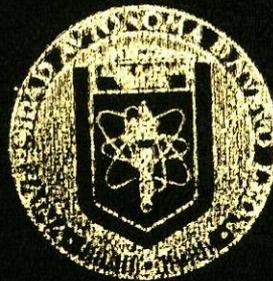


UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE AGRONOMIA



DETERMINACION EN DOSIS OPTIMA ECONOMICA
CON FERTILIZACION NITROGENADA Y
FOSFORADA EN EL CULTIVO DE MAIZ
(Zea mays L.) PARA LA REGION DE MARIN, N. L.

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA

PRESENTA

EMILIO MORALES MORALES

MARIN, N. L.

NOVIEMBRE DE 1985

T

SB191

.M2

M674

c.1



1080062813

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE AGRONOMIA



DETERMINACION EN DOSIS OPTIMA ECONOMICA CON FERTILIZACION
NITROGENADA Y FOSFORADA EN EL CULTIVO DE MAIZ
(Zea mays L.) PARA LA REGION DE MARIN, N.L.

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA
PRESENTA

EMILIO MORALES MORALES

MARIN, N. L.

NOVIEMBRE DE 1985

06317 *[Handwritten signature]*

T
SB 191
.M2
M 874

040.633

FA21

19 5

C.5



Biblioteca Central
Magna Solidaridad

Fredis



BU Raul Rangel Fries
UANL
FONDO
TESIS LICENCIATURA

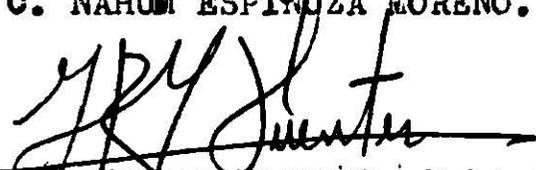
DETERMINACION EN DOSIS OPTIMA ECONOMICA
CON FERTILIZACION NITROGENADA Y FOSFO-
RADA EN EL CULTIVO DE MAIZ (Zea mays L.)
PARA LA REGION DE MARIN, N. L.

ESTA TESIS FUE REALIZADA EN EL PROYECTO DE FERTILIZACION
ESTATAL EN LA LINEA FERTILIZACION ORGANICA E INORGANICA.
COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TITULO DE INGENIE
RO AGRONOMO FITOTECNISTA.

COMISION REVISORA

ASESOR PRINCIPAL : 
ING. ERNESTO J. SANCHEZ/ALEJO.

CONSEJERO AUXILIAR: 
M. C. NAHUM ESPIÑOZA MORENO.

CONSEJERO AUXILIAR: 
M. S. HUMBERTO RODRIGUEZ FUENTES.

Bendice alma mía, al Señor
y bendiga todo mi ser
su santo nombre.

Bendice alma mía, al Señor
y no olvides ninguno de
sus beneficios.

Salmo 103: 1 y 2

Respondió Juan y dijo:
No puede el hombre
recibir nada, si no le
fuere dado del cielo.

3. Juan 3: 27

Padre nuestro que estás en los
cielos, bendito seas por siem-
pre. Gracias te doy Señor mío
por haberme dado la gracia de
terminar lo que un día permi-
tistes que comenzara.

AGRADECIMIENTO:

A MIS PADRES:

SR. ZENON MORALES BARRERA

SRA. AURORA MORALES DE MORALES

Como un humilde tributo al inmenso apoyo, sacrificio y paciencia que en todo momento me han brindado, - por su enorme amor y bondad otorgados para lograr una de las metas - más preciadas en mi vida.

A MI ESPOSA:

SRA. Ma. DEL ROSARIO

Por su incansable amor y apoyo, alimento en mi alma que me dió mucha energía para terminar mis estudios profesionales.

A MI HIJO:

JESUS EMILIO MORALES V.

Pequeño ser que me dió mi Dios, el cual ha llenado de alegría y amor todos - los momentos de mi vida.

A MIS HERMANOS:

Juanita
Pedro
Ma. Magdalena
Aurora
Francisco Zenón
Jesús de la Cruz
Ma. Dolores

CON AMOR Y CARINO

A MIS CUÑADOS:

Sr. Alvaro Castillo E.
Sr. Guillermo Contreras A.
Sra. María de J. Mendoza de M.

CON CARINO Y RESPETO.

A MIS ASESORES:

Ing. Ernesto J. Sánchez Alejo

Por su valiosa orientación, planeación y desarrollo del presente trabajo de investigación. Por su desinteresada - ayuda y consejos que hicieron posible la culminación de éste experimento.

Ing. M.C. Nahum Espinoza M. y al
Ing. M.S. Humberto Rodríguez Fuentes

Por su valiosa orientación y facilidades prestadas para la elaboración del presente trabajo.

A MIS MAESTROS

A MI ESCUELA

A MIS COMPANEROS Y AMIGOS

A todas las personas que de una forma u otra colaboraron para la realización del presente trabajo.

INDICE

	PAGINA
1. INTRODUCCION	1
2. LITERATURA REVISADA	2
2.1 El Nitrógeno: Fisiología y sus formas en el suelo	3
2.1.1 Disponibilidad y dinámica de las formas - nitrogenadas	4
2.2 El Fósforo: Fisiología y formas en el suelo.	9
2.2.1 Disponibilidad y dinámica de las formas - fosfatadas	11
2.3 Problemática del N y P en suelos de la región y algunas investigaciones realizadas - con pruebas de fertilización en maíz en la misma	15
3. MATERIALES Y METODOS	19
3.1 Descripción y clima del sitio experimental	19
3.2 Toma de muestras de suelo	20
3.3 Clasificación agronómica del suelo muestreado	21
3.4 Diseño Experimental.	21
3.5 Diseño de Tratamientos.	23
3.6 Delimitación del Experimento.	25
3.7 Fuentes fertilizantes empleadas en el experimento	25
3.8 Preparación del Terreno	26
3.9 Siembra del experimento	26
3.10 Aplicaciones del fertilizante	26
3.11 Riegos	29
3.12 Control de malezas.	29
3.13 Control de plagas	29
3.14 Cosecha del experimento	30

	PAGINA
4. RESULTADOS Y DISCUSION	31
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	40
6. RESUMEN	42
7. BIBLIOGRAFIA	44
8. APENDICE	47

INDICE DE TABLAS Y FIGURAS

TABLA		PAGINA
1	Pérdida promedio anual de nitrógeno por percolación, a través de suelos desnudos y cultivados. Promedio de 10 a 15 años, respectivamente, en lisímetros de CORNELL. (Sin drenaje superficial)	6
2	Precipitación y temperaturas medias mensuales, para los meses que duró el experimento, en el ciclo agrícola verano-invierno de 1984	20
3	Metodologías empleadas para la determinación de las propiedades físico-químicas del suelo muestreado y considerado en el experimento	22
4	Resultados del análisis físico-químico de la muestra general del suelo (0-30), del experimento Dosis Optima Económica en Maíz, para la región de Marín, N. L.	22
5	Tratamientos considerados en el experimento D.O.E. en el cultivo de maíz, con sus respectivas dosis de nutrientes	24
6	Formas en que se fraccionaron los tratamientos considerados en el experimento D.O.E. en maíz	28
7	Láminas y fechas de riego aplicados al experimento de D.O.E. en el cultivo de maíz . .	28
8	Rendimiento en grano de maíz expresado en -- Kg/Ha para cada uno de los tratamientos probados en el experimento.	32
9	Rendimiento en grano de maíz de las plantas muestreadas como parcela útil y su análisis de varianza.	49

TABLA

PAGINA

10	Altura promedio en cms. de 10 plantas -- muestreadas por parcela útil y su análisis de varianza.	50
11	Rendimiento en mazorca en Kg. de las plantas muestreadas como parcela útil, y su análisis de varianza.	51
12	Rendimiento en materia verde en Kg de -- las plantas muestreadas como parcela útil, y su análisis de varianza	52
13	Comparación de los rendimientos promedio -- por parcela útil en materia verde, Tuckey 0.01 y 0.05	53
14	Rendimiento en materia seca en Kg de las plantas muestreadas como parcela útil, y -- su análisis de varianza	54
15	Número total de plantas cosechadas de los surcos que se consideraron como parcela -- útil y su análisis de varianza	55
16	Número total de plantas de los 3 surcos -- centrales de cada parcela experimental y -- su análisis de varianza	56
17	Contenido de humedad (%) en el forraje co- sechado, y su análisis de varianza.	57
18	Número de mazorcas cosechadas de las plan- tas muestreadas como parcela útil y su aná- lisis de varianza.	58

FIGURA

PAGINA

1	Efecto de la temperatura sobre la volatilización de urea.	8
2	Efecto de la dosis aplicada sobre la volatilización de urea en suelos de Ghana	8
3	Arreglo matricial empleado en el diseño de tratamientos	24
4	Comportamiento gráfico del rendimiento en grano con respecto a los niveles de P, manteniendo fijos los niveles de N.	35
5	Comportamiento gráfico del rendimiento en grano. Con respecto a los niveles de N, manteniendo fijos los niveles de P.	35
6	Comportamiento gráfico del rendimiento en materia verde. Con respecto a los niveles de P, manteniendo fijo los niveles de N.	36
7	Comportamiento gráfico del rendimiento en materia verde. Con respecto a los niveles de N, manteniendo fijos los niveles de P.	36
8	Croquis del experimento y distribución de los tratamientos en cada parcela experimental.	48

INTRODUCCION

El maíz es un cultivo que tiene gran importancia en la alimentación humana, en especial la del pueblo mexicano y del latinoamericano en general. Este cultivo tiene además gran relación económica y social en nuestro país. Se calcula que esta especie cubre alrededor del 51% del área total cultivada en México, es decir, aproximadamente 8 millones de hectáreas.

No obstante la importancia que tiene este cultivo en nuestro país así como la gran superficie explotada con este cultivo, en México se ha encontrado que los rendimientos promedio de este cereal son bajos. Esto puede deberse principalmente a dos factores que afectan la producción del maíz, el primer factor es que el 90% del área que se siembra con maíz se realiza bajo condiciones de temporal y su éxito depende de estas condiciones, el otro factor es la poca utilización de fertilizantes y la falta de híbridos y/o variedades mejoradas para la gran diversidad de condiciones ecológicas que existen en las diferentes regiones donde se establece este cultivo.

En general, la mayoría de los suelos de la región son bajos en nitrógeno y medios en fósforo, aunando a esto la gran demanda del maíz por los macronutrientes como N y P, provoca que en la mayoría de los casos se tengan rendimientos bajos. Sin embargo, el maíz es un cultivo que tiene un alto potencial respecto a la posibilidad de aumentar su rendimiento por lo tanto la práctica de la fertilización química es uno de los medios más importantes para incrementar la producción del cultivo.

Este experimento se planteó con el objeto de encontrar respuesta significativa del cultivo a la aplicación de fertilizantes químicos nitrogenados y fosfatados; y determinar una dosis óptima económica mediante la aplicación de tales productos que se traduzca en máximos rendimientos de maíz en grano, - bajo las condiciones ecológicas de la región de Marín, N. L.

REVISION DE LITERATURA

La planta extrae del suelo y de la atmósfera los elementos necesarios para su crecimiento, pero si se considera el problema de la nutrición vegetal desde el punto de vista agronómico, no habría necesidad de preocuparse de los elementos que proporciona la atmósfera, puesto que la planta encuentra siempre en cantidad superabundante el oxígeno, el gas carbónico y, a veces, el nitrógeno (8).

Por el contrario, el estudio de las relaciones de la planta con el suelo debe ocupar especialmente nuestra atención. En efecto, el vegetal no encuentra siempre en la tierra las cantidades necesarias de nitrógeno, fósforo, potasio, calcio entre otros; no solo para permitir un normal desarrollo, sino para asegurar al agricultor un rendimiento satisfactorio (8).

El nitrógeno, fósforo y el potasio son elementos que son utilizados en grandes cantidades por las plantas, por lo cual se les denomina elementos mayores o macronutrientes, la ausencia de estos elementos en el suelo provoca que el desarrollo de las plantas se retarde y el rendimiento disminuya (4).

De los tres elementos comúnmente aplicados en fertilizantes comerciales como lo son N, P y K; es el nitrógeno el de mayores y más rápidos efectos, y tiende en un principio a favorecer el crecimiento vegetativo e impartir un favorable color verde a las hojas; con los cereales aumenta su corpulencia de los granos y de su porcentaje en proteínas. En todas las plantas, el nitrógeno es un regulador que gobierna en considerable grado el uso del potasio, fósforo y otros constituyentes (4).

2.1.- El Nitrógeno: Fisiología y sus formas en el suelo.

Fisiológicamente hablando, el nitrógeno en forma de proteínas se halla presente en el protoplasma de todas las células vegetales. También se encuentra en muchos otros compuestos que son de gran importancia fisiológica en el metabolismo, como en muchas enzimas, hormonas y vitaminas. Por lo tanto la deficiencia de nitrógeno ejerce el efecto notorio sobre el rendimiento del cultivo (18).

De todos los elementos nutritivos, el nitrógeno es el único que no existe en la roca madre. Aquél que se encuentra en el suelo procede de la atmósfera, tras haber seguido algún proceso microbiano o industrial (12).

En la mayoría de los suelos cultivados la capa arable contiene entre 0.02 y 0.04% de su peso en nitrógeno. La cantidad presente en cada caso particular está sobre todo determinada por la influencia general del clima y por el tipo de vegetación que ésta condiciona (3).

El nitrógeno se encuentra en el suelo en tres formas principales que son: orgánica, amoniacal y nítrica, que no tiene el mismo valor inmediato para las plantas. Normalmente, la planta no utiliza para su alimentación el nitrógeno orgánico; absorbe el nitrógeno por medio de sus raíces en estado mineral, nítrico (NO_3^-) o amoniacal (NH_4^+). Sin embargo, generalmente se conoce que la planta absorbe el nitrógeno en estado nítrico: en realidad, no es absolutamente exacto, ya que la planta puede también absorber directamente el nitrógeno amoniacal del suelo sin previa nitrificación. En la primera fase de su vida, las plantas muestran preferencia por el nitrógeno amoniacal, que utilizan más rápidamente que el nítrico en los procesos de síntesis de proteínas (12).

Con la posible excepción del 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 seia puesto que evita que las plantas aprovechen otros nutrientes (4).

2.1.1 Disponibilidad y dinámica de las formas nitrogenadas.

Generalmente en las zonas semiáridas, la carencia de elementos asimilables para el buen desarrollo de los cultivos, se debe principalmente a diversos factores que se tratán en este punto. La escasez de nitrógeno asimilable es característico no solo de las regiones húmedas sino también de las zonas semiáridas. A. E. Richarson (1959), citado por Russell, considera que aún en regiones semiáridas la escasez de nitrógeno es un factor tan importante como la de agua en cuanto a la causa de bajos rendimientos obtenidos. Experimentos de campo recientes en todo el mundo han demostrado de modo concluyente que una vez que el agua no sea limitante, los rendimientos pueden aumentarse añadiendo compuestos de nitrógeno asimilable al suelo (17).

Los nitratos del suelo si son agregados en forma de fertilizantes o formados por la nitrificación, pueden seguir cuatro direcciones: a) Pueden ser utilizados por los microorganismos; b) Por las plantas superiores; c) Pueden ser perdidos por el drenaje y; d) Escapar del ciclo del nitrógeno en condición volátil (4).

Sobre el uso de los nitratos por los organismos del suelo y por las plantas se puede decir que es tan voraz en ocasiones la flora microbiana que compite seriamente con las plantas superiores. Es posible que una gran proporción del nitrato formado durante el año es apropiada por los organismos del suelo. Las plantas superiores no solo se alimentan de los subproductos nitrogenados, sino que también necesitan proveerse de -

los restos abonados por la flora y fauna. Por esto los cultivos remueven de 150 a más de 250 toneladas de nitrógeno por hectárea anualmente (4).

Las pérdidas del nitrógeno del suelo sin contar el que toman las plantas en desarrollo, se deben hasta cierto grado al lavado. Siendo los nitratos muy solubles en agua, lo cual los hace más susceptibles de perderse por el drenaje. La cantidad de nitratos hallada en el agua de drenaje, que es la tercera dirección de pérdidas de nitrógeno, no es muy grande, por lo general, sobre todo si el suelo está cultivado. Según se desprende de los datos de la Tabla 1, el promedio anual de remoción de nitrógeno de un suelo mineral de una región húmeda por lixiviación es del orden de 6 a 7 Kg/ha. Comparada esta pérdida con la remoción por los cultivos, la pérdida es moderada. En los suelos desnudos, sin embargo, la pérdida es mayor (4, 20).

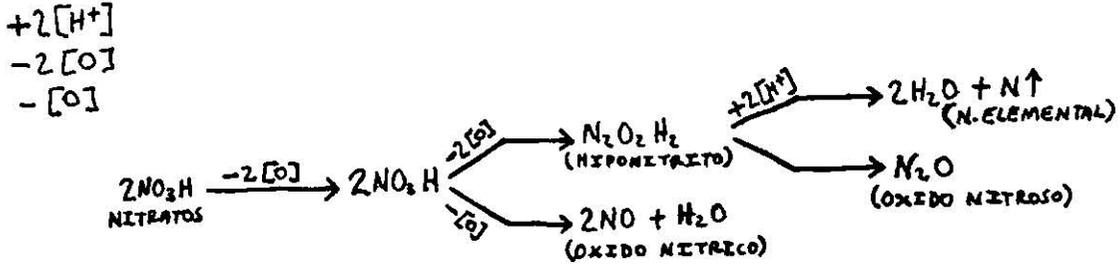
Bajo ciertas condiciones, sobre todo las de drenaje pobre y escasa aireación, parece probable que los compuestos nítricos en el suelo puedan ser reducidos, escapando por lo menos en parte en forma gaseosa. Las condiciones bajo las cuales se produce la volatilización de nitrógeno son principalmente el drenaje pobre, la escasa aireación y la compactación del suelo (4).

La volatilización puede ser llevada a cabo en dos formas: 1) Reducción por microorganismos (bacterias) y, 2) Por reducción química. La reducción por microorganismos o reducción bioquímica de los nitratos a compuestos gaseosos se conoce que es el principal tipo de volatilización. Los microorganismos afectados parecen ser formas heterótrofas que bajo ciertas condiciones favorables provocan la aminización y la amonificación. Sin embargo, bajo inadecuada aeración, los microorganismos, para utilizar los compuestos del carbono como fuente de energía, to-

TABLA 1. PROMEDIO ANUAL DE PERDIDA DEL NITROGENO POR PERCOLACION, A TRAVES DE SUELOS DESNUDOS Y CULTIVADOS. PROMEDIO DE 10 A 15 A OS, RESPECTIVAMENTE, EN LISIMETROS DE CORNELL (SIN DRENAJE SUPERFICIAL).

CONDICIONES DEL SUELO	NITROGENO (Kg/ha. POR AÑO)
Suelo Dunkiek	
Desnudo	77.3
Rotación	8.7
Hierba	2.8
Suelo Volusia	
Desnudo	48.2
Rotación	7.4

man de los nitratos el oxígeno que necesitan, con lo cual estos se reducen y el nitrógeno elemental se pierde en el aire. El esquema de la reacción puede ser representado como sigue:



Seguramente que, bajo estas condiciones en el suelo, el óxido nitroso (N_2O) es el gas que más se pierde en grandes cantidades (4, 20).

Cabe mencionar que el pH en el suelo influye sobre la naturaleza de los compuestos perdidos, siendo el valor superior a 7 el que más favorece la pérdida del nitrógeno elemental, - mientras que los valores por debajo de 6 aumentan la pérdida de bido al óxido nítrico (NO) (4).

Acquaye y Cunningham (1975) citados por Fasbender, indican que la volatilización del nitrógeno se eleva con el pH - del suelo; también la volatilización aumenta relativamente al - subir la dosis de nitrógeno; además depende de la temperatura y es mayor cuando la misma asciende. También afirman los mismos autores es máxima a una humedad equivalente al 25% de capacidad de retención de agua y es mayor cuando la capacidad de intercambio catiónico es baja. Lo anterior se ilustra con la Fig. 1 y 2.

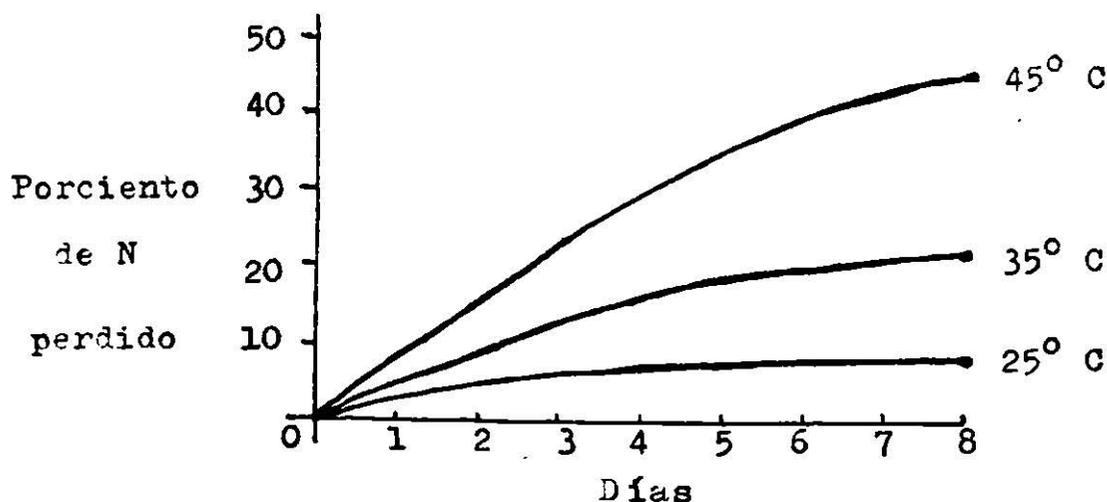


Figura 1. Efecto de la temperatura sobre la volatilización de urea (Según Acquaye y Cunningham).

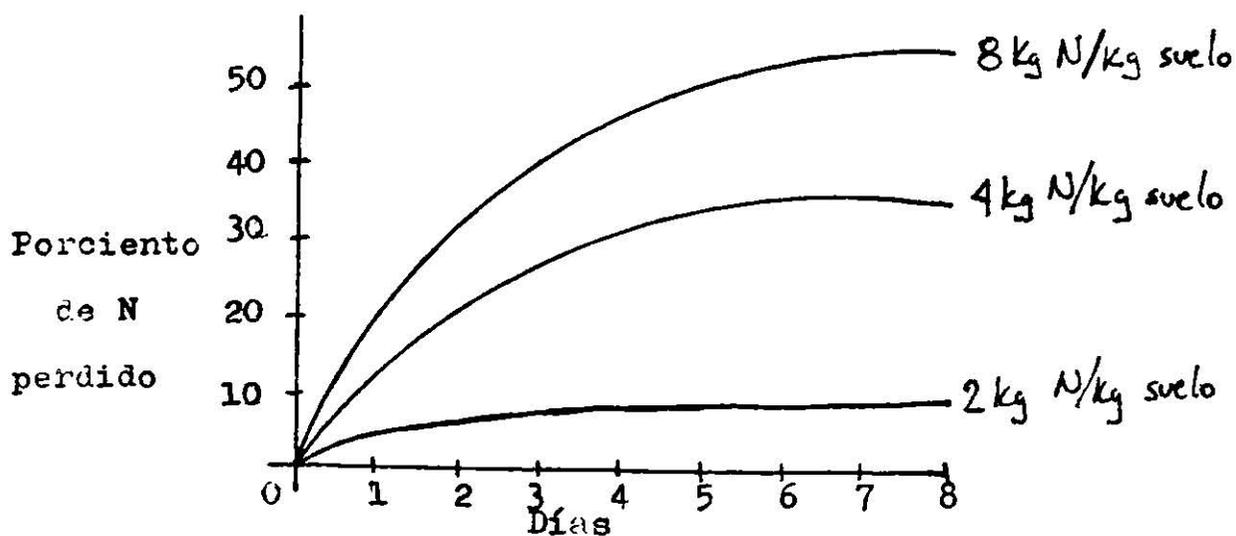


Figura 2. Efecto de la dosis aplicada sobre la volatilización de urea en suelos de Ghana (según Acquaye y Cunningham).

Existe otro camino por el cual el nitrógeno puede perderse en forma gaseosa y este camino es conocido como la reacción química. Por ejemplo, los nitratos en solución débilmente ácida se desprenden en forma de nitrógeno gaseoso cuando están

en contacto con ciertas sales amoniacas, con aminas sencillas, como la urea, y aún con azufre no nitrogenado combinado y carbonatos. La reacción siguiente es sugestiva de lo que ocurre a la urea:



Conviene observar que el tipo de volatilización representado antes es solo químico y no requiere condiciones adversas. Su importancia práctica desde luego, dependerá de la cantidad de nitrógeno que se desprende del suelo. Muchos investigadores no aceptan este mecanismo para explicar las grandes pérdidas de nitrógeno. Debido a que el nitrógeno gaseoso no es aprovechable para las plantas superiores, cualquier pérdida extensa, de cualquier clase que sea, representa un daño serio en el ciclo del nitrógeno. Diversos estudios que se han realizado con lisímetro han demostrado que acaso un 20% del nitrógeno añadido a los suelos en forma de fertilizantes, abono, etc., no es perdido por la remoción de los cultivos ni por el drenaje. Esta pérdida puede ser debida quizá por la volatilización (4).

2.2 El Fósforo: Fisiología y formas en el suelo.

El fósforo se encuentra en toda célula viva y es esencial en la nutrición tanto vegetal como animal. Ocupa una posición clave en el metabolismo de las plantas, el cual sólo tiene lugar en forma normal cuando los compuestos orgánicos se esterifican con ácido fosfórico. El fósforo desempeña un papel importante en las transformaciones de energía y participa en el metabolismo de la grasa y la proteína. Es un constitutivo esencial de muchos compuestos útiles como los nucleótidos, las lecitinas y la mayor parte de enzimas (18).

El fósforo ejerce diversas funciones en el desarrollo de las plantas, este elemento estimula la temprana formación de raíces y su crecimiento, además estimula la floración y contribuye a la resistencia de las plantas al frío invernal y a enfermedades de las plantas, puesto que la planta, al tener en forma adecuada este elemento, tendrá un vigoroso desarrollo resultante (5).

Originalmente todo el fósforo proviene de los compuestos que lo contienen y que forman parte de la corteza terrestre. Como fuentes inmediatas para la alimentación de las plantas pueden citarse: los minerales de fósforo del suelo, grandes depósitos de compuestos llamados fosfatos y los huesos de animales. No se le encuentra libre en la naturaleza. En la materia orgánica tanto vegetal como animal, generalmente se le encuentra en forma de fosfatos. Las plantas pueden tomarlo bajo la forma de un compuesto denominado fosfato monobásico, que en el mercado de los fertilizantes representa el fosfato monocálcico estando expresado su unidad nutriente en Kg. de P_2O_5 (7).

El contenido total de fósforo varía de suelo a suelo, pero es en general más alto en suelos jóvenes vigorosos, en áreas donde la precipitación no es excesiva. El promedio de fósforo varía de suelo a suelo, pero es en general más alto en suelos jóvenes vírgenes, en áreas donde la precipitación no es excesiva. El promedio de fósforo contenido en los suelos vírgenes a una profundidad de 30 cms. varía desde 0.04 hasta 0.03%. La mayoría de los suelos cultivados contiene entre 0.022 y 0.083% de fósforo (19).

Así pues, tanto el nitrógeno como el fósforo son elementos de mucha importancia en el desarrollo y producción de los cultivos, y en forma especial el nitrógeno el cual se necesita en cantidades superiores a los del fósforo. Estos nu -

trientes junto con el potasio forman el grupo denominado "los tres grandes", pues son utilizados por las plantas relativamente en grandes cantidades y frecuentemente son llamados nutrientes principales, primarios o macronutrientes (1, 15).

2.2.1 Disponibilidad y dinámica de las formas fosfatadas.

Kardos (1964) citado por Arroyave indica que la fijación de cualquier elemento o nutrimento puede ser definida como un proceso mediante el cual los nutrimentos en solución son transformados a formas menos solubles como consecuencia de sus reacciones con compuestos orgánicos y/o minerales del suelo; lo cual trae como consecuencia que dichos nutrimentos se vean restringidos en su movilidad, disminuyendo su disponibilidad para las plantas. Este fenómeno aplicado al fósforo constituye un factor limitante de la producción agrícola en suelos derivados de cenizas volcánicas, ricos en alófanos y sequeóxicos de hierro o aluminio, así como también en los suelos arcillosos y calcáreos (2).

El proceso de fijación del fósforo puede efectuarse por precipitaciones o adsorción, dependiendo de diversos factores como son: el pH del medio, presencia de materiales amorfos, contenidos de óxidos de hierro y aluminio, contenido de materia orgánica, tipo de barro, naturaleza de las arcillas, capacidad de intercambio iónico, actividad del ion calcio, tamaño de las partículas de calcio, tiempo de reacción, etc. (2).

De los factores que influyen la retención de fósforo en los suelos parece ser que el tipo de arcilla, el tiempo de reacción, el pH medio y el contenido de materia orgánica son factores que merecen nuestra atención, así pues, en cuanto al tipo de arcilla se ha señalado que el fósforo es retenido en una mayor extensión para las arcillas 1-1 que para las arcillas 2-1.

Los suelos ricos en arcillas caoliníticas, tales como aquéllos que se hallan en áreas de fuerte lluvia y temperaturas elevadas, pueden fijar o retener cantidades mayores de fósforo añadido que aquéllos suelos que contienen el tipo 2-1. La presencia de hidróxido de hierro y aluminio contribuyen también grandemente a la retención de fósforo añadido. Estos compuestos se hallan en los suelos que contienen grandes cantidades de arcilla 1-1. Los suelos que contienen grandes cantidades de arcilla pueden fijar más fósforo que aquéllos que contienen poca cantidad. En otras palabras: a mayor área de superficie expuesta, con un tipo de arcilla dada, tiene lugar mayor cantidad de fijación (19).

El tiempo de reacción se dice que cuanto mayor sea el tiempo en que el suelo y el fósforo añadido estén en contacto, mayor será la cantidad de fijación. Esto resulta probablemente de la alteración subsiguiente de los productos en fijación tales como la deshidratación y la reorientación de los cristales. Una importante consecuencia práctica es el tiempo tras la aplicación durante el que la planta es capaz de utilizar el fertilizante fosforado añadido. En algunos suelos con una elevada capacidad de fijación este período puede ser corto, mientras que en otros suelos el período de utilización puede durar meses o incluso años. Este período de tiempo, determinará si el fertilizante fosforado es aplicado una sola vez en la roturación o bien en aplicaciones pequeñas y más frecuentes (19).

La reacción del suelo o pH es uno de los factores que afectan la utilización del fósforo. En la mayoría de los suelos la disponibilidad de este elemento es máxima en un orden de pH que oscila de 5.5 a 7, disminuyendo cuando el pH cae por debajo de 5.5. y cuando este valor sube por encima de 7. A valores bajos de pH la retención resulta sobre todo por la reacción con el hierro, el aluminio y sus hidróxidos. Cuando aumenta el pH, la actividad de estos reaccionantes va disminuyendo hasta que, en -

los niveles de pH citados anteriormente, la actividad del fósforo alcanza su máximo valor. Por encima de pH 7, los iones de calcio y magnesio, así como la presencia de los carbonatos de estos metales en el suelo, causan la precipitación del fósforo añadido, y su disponibilidad disminuye otra vez (19).

Si el pH de un suelo mineral sobrepasa el valor de 7, la nutrición de fosfatos en las plantas superiores queda perturbada. En primer lugar a estos valores altos de pH se forman fosfatos cálcicos complejos insolubles. De éste modo, la solubilidad tanto de un fósforo natural como de un fósforo aplicado, puede quedar seriamente afectada. Además a valores del pH superiores al 7, el exceso de calcio puede entorpecer la absorción de fósforo o su utilización (4).

En los suelos ácidos, los fosfatos naturales y los aplicados pueden reaccionar con la superficie de minerales que contienen hierro o aluminio, o con aluminio intercambiables para formar un complejo amorfo de Al-P o Fe-P. En los suelos alcalinos dichos fosfatos pueden reaccionar con la superficie de CaCO_3 para formar una superficie de precipitados cálcicos o pueden reaccionar con calcio soluble o intercambiable formando hidroxapatitas $\text{Ca}(\text{PO}_4)_6 (\text{OH})_2$ materiales prácticamente insolubles (2).

Aunque la fijación del fósforo en los suelos ácidos y neutros va ampliamente asociado con el tipo y la cantidad de arcilla y con la presencia de hierros y aluminios adsorbidos, la retención del fósforo en los suelos alcalinos es el resultado, por lo menos en parte de un tipo enteramente distinto de reacciones. Debe recordarse de la presente discusión que un aumento en el pH del medio favorece la formación de iones difosfato. Además la solubilidad de los ortofosfatos de calcio disminuye en el siguiente orden: fosfato mono-, di-, y tricálcico. La actividad del calcio es mayor en la mayor parte de los suelos alcalinos.

Esto, unido a un pH alto, favorece la precipitación del fosfato dicálcico relativamente insoluble, y de otros fosfatos cálcicos básicos tales como la hidroxapatita y el carbonatoapatita (19).

En los suelos alcalinos que contienen carbonatos de calcio libre, un segundo mecanismo es responsable de la disminución de la actividad del fósforo. Los iones fosfato que entran en contacto con la fase sólida del carbonato de calcio 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 calcio y por la concentración del fosfato en la solución circundante. Por lo menos la etapa inicial de éste proceso de fijación se considera que es un fenómeno de superficie. El depósito subsiguiente puede ser del tipo de acción de masas, siendo la proporción de precipitación gobernada por la concentración de las sustancias reaccionantes en la solución del suelo. Desde el punto de vista de la naturaleza de la reacción del producto final parece ser una sal de calcio relativamente insoluble (19).

Un tercer mecanismo se considera generalmente responsable de la fijación del fósforo en los suelos alcalinos, y en la retención del fosfato por las arcillas saturadas con calcio. Se ha demostrado experimentalmente que las arcillas saturadas con este ion son capaces de retener mayores cantidades de fósforo que aquéllos saturados con sodio u otros iones monovalentes. Ha sido sugerida una unión tal como arcilla-Ca- H_2PO_4 . Tales reaccionantes pueden tener lugar a valores de pH ligeramente menores a 6.5, pero en suelos más básicos que éstos el fosfato dicálcico probablemente sería precipitado directamente desde la solución (19).

Se sigue de esta discusión que la concentración (o más exacto, la actividad) del fósforo en la solución del suelo,

en suelos alcalinos o calcáreos sería ampliamente gobernada por 3 factores: a) Actividad Ca^{2+} ; b) La cantidad y tamaño de las partículas del carbonato cálcico libre en el suelo, y c) La cantidad de barro presente. La actividad del fósforo será menor en aquellos suelos que tienen una alta actividad de Ca^{2+} , una gran cantidad de carbonato cálcico finamente dividido, y una cantidad de barro saturado de calcio (19).

En lo que incluye a la materia orgánica se considera en forma general que el abonar periódicamente con abonos orgánicos daría como resultado una mejor utilización del fósforo por los cultivos subsiguientes. El efecto sobre la disponibilidad del fósforo de compuestos provenientes de la descomposición de los residuos ha recibido una considerable atención. Numerosos trabajos han manifestado que los extractos de humus de los suelos han aumentado la solubilidad de fósforo. Esto ha sido descrito de varias formas, como resultado de: 1) La formación de complejos fosfohúmicos que son más fácilmente asimilables por las plantas; 2) Reemplazamiento del anión del fosfato por el ion humato, y 3) El envolvimiento de las partículas de sesquióxido por el humus para formar una cubierta protectora y reducir así la capacidad del suelo de fijar fósforo (19).

2.3 Problemática del N y P en suelos de la región; y algunas investigaciones realizadas con pruebas de fertilización en maíz en la misma.

Las investigaciones de campo llevadas a cabo en México, muestran que el maíz es un cultivo que tiene un alto potencial respecto a la posibilidad de aumentar su rendimiento, de tal manera que la práctica de la fertilización química podría ser una solución al problema de los bajos rendimientos en grano de maíz. Como se sabe la mayoría de los suelos del país presentan deficiencias de los elementos mayores como lo son el nitró-

geno y el fósforo, así pues la integración de fertilizantes químicos nitrogenados y fosforados provocaría hasta cierto grado, un aumento en los rendimientos del maíz (16).

Sin embargo, si se desea que un suelo produzca buenos cultivos, éste deberá tener, entre otras cosas, un abastecimiento adecuado de todos los elementos esenciales que las plantas toman del suelo. No solamente se requiere que los elementos nutritivos estén presentes en forma tal que las plantas puedan utilizarlos, sino que también debe existir balance aproximado entre ellos, de acuerdo con las cantidades que las plantas necesitan. Si alguno de estos elementos falta o si es diferente puede ocasionar que el crecimiento de las plantas no sea normal (10).

Dentro de los problemas que presentan muchas regiones agrícolas del mundo, con respecto a la presencia de elementos asimilables para las plantas cultivadas, la carencia de elementos mayores como lo son el N y P se deben principalmente a diversos factores ambientales; entre estos factores se encuentran el clima, este factor interviene directamente sobre el crecimiento y desarrollo de las plantas, pero su acción indirecta, por intermedio del suelo, no es despreciable; la movilización de las reservas, el lavado de los nitratos, la modificaciones de la estructura, etc. quedan bajo la influencia meteorológica (lluvia, temperatura, entre otros) (8).

De todo el conjunto de los factores ambientales naturales los de carácter climático son aquéllos sobre los que el hombre ejerce una menor influencia. Esta es la causa por la que éste tenga que adaptar a éstos factores. El tipo e intensidad de las operaciones agrícolas que realizarán a lo largo de todo el ciclo agrícola (13).

Generalmente los suelos de la zona norte del estado - de Nuevo León son de color castaño, predominantemente de color claro. Esta zona ocupa aproximadamente el 50% de la superficie estatal. El clima de esta zona es caliente árido. El pH en los suelos que comprende esta región es alcalino y con un contenido de carbonatos de calcio que va de regular a alto. Por lo tanto se estima que en esta región existe una deficiencia de - elementos mayores, como el nitrógeno y fósforo, en forma asimilable (6).

Para corregir estas deficiencias la práctica de la - fertilización química tiene como finalidad incrementar los rendimientos y mejorar las condiciones nutritivas de la planta al aumentar las reservas de nutrientes ya que existen en el suelo.

En Marín, N. L. se han efectuado varios trabajos con pruebas de fertilización, los cuales reportan que no existe una respuesta satisfactoria del cultivo a la aplicación de los productos fertilizantes. La mayoría de estos trabajos reportan - que los elementos aplicados (N y P) sufren pérdidas debido a las características propias del suelo así como las condiciones climáticas extremas (14).

Así pues la aplicación de un fertilizante químico que posea un efecto acidificante para suelos alcalinos sería muy - provechosa, ya que la acidez que provoque dicho fertilizante serviría como amortiguador contra la alcalinidad y los elementos afectados por ésta tendrán menor posibilidad de fijarse o - perderse en el suelo y su solubilidad aumentará para guardar en formas disponibles para las plantas, lo cual traerá como consecuencia un aumento en el rendimiento de los cultivos que será de mayor utilidad para los agricultores de la región, siempre y cuando los cultivos no se encuentren bajo influencia de los factores restrictivos, los cuales conducirían a no obtener una -

respuesta económicamente ventajosa de la aplicación de tales productos.

MATERIALES Y METODOS

3.1 Descripción y clima del sitio experimental.

En terrenos que comprende el Campo Agrícola Experimental de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León se efectuó éste experimento, dicho campo se localiza a la altura del kilómetro 17 de la carrera Zuazua-Marín, N. L. 100° de longitud oeste, además está situado a una altura de 375 metros sobre el nivel del mar.

El clima imperante en la región es seco y muy extremo. En épocas de verano la temperatura alcanza valores arriba de los 40° C y en épocas de invierno desciende hasta varios grados centígrados bajo cero. La temperatura media anual fluctúa entre los 20° C a 25° C, con una precipitación aproximadamente de 250 a 500 milímetros. El clima, según el sistema de clasificación de KOPPEN modificado por García (II) es el siguiente:

$$BS_1(h^*)hx^*(E)$$

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.

La precipitación y temperaturas medias mensuales del período en que se desarrolló el experimento se muestran en la tabla 2.

Tabla 2 . Precipitación y Temperaturas medias mensuales, para los meses que duró el experimento, en el ciclo agrícola la verano-invierno de 1984.

	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
Precipitación (mm)	2.0	70.1	21.5	0.0	38.2
Temperatura \bar{X} (°C)	29.3	24.9	24.1	20.8	18.5

3.2 Forma de muestras del suelo.

El ciclo agrícola en el que implantó el experimento - fué el tardío para la region de Marín, N. L. Antes de establecer el experimento se procedió a delimitar las parcelas consideradas dentro del estudio, a cada una de estas parcelas se le extrajo una muestra de suelo a una profundidad de cero a treinta centímetros de profundidad y posteriormente se hizo una mezcla de todas las muestras tomadas para determinar en forma general - las propiedades físico-químicas del suelo, los análisis de la muestra general (como se denominó a la mezcla de todas las muestras) fueron realizados por el laboratorio de suelos de la - - FAUANL.

En la tabla 3 se muestran las metodologías que se emplearon para la determinación de las propiedades físico-químicas del suelo muestreado. Así mismo, en la tabla 4 se muestran los resultados del análisis físico-químico de la muestra general.

3.3 Clasificación agronómica del suelo muestreado.

La clasificación agronómica de las muestras del suelo (0-30) fué la siguiente:

El suelo del lote experimental presentaba una textura migajón limoso; el color del suelo fué pálido en seco y en húmedo fué café oscuro, lo que hace suponer una baja fertilidad en el suelo; el pH fué ligeramente alcalino, el cual afecta la disponibilidad de nutrientes asimilables para las plantas; el contenido de materia orgánica fué medianamente pobre, ésto es debido a la escasa incorporación de residuos orgánicos al suelo, el contenido de nitrógeno total fué medianamente pobre, ésto es resultante del bajo contenido de materia orgánica presente en el terreno así como condiciones adversas (altas temperaturas) las cuales favorecen la pérdida del nitrógeno del suelo en forma volátil o por lixiviación; el fósforo aprovechable es bajo y esto es causado por la presencia de carbonatos de calcio y la alcalinidad del terreno lo cual provoca la fijación de este elemento; el contenido de potasio aprovechable fué medianamente pobre, ésto es debido a la alcalinidad presente en el terreno; en cuanto al contenido de sales solubles se considera como no salino.

3.4 Diseño experimental.

El diseño experimental utilizado en este estudio fué el de bloques al azar con cuatro repeticiones, el modelo estadístico empleado es el siguiente:

$$Y_{ij} = M + T_i + B_j + E_{ij}$$

$$i = 1, 2, \dots, t$$

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

Donde: Y_{ij} .- Es la observación del tratamiento "i" en la repetición "j"

Tabla 3. Metodologías empleadas para la determinación de las propiedades físico-químicas del suelo muestreado y considerado en el experimento.

DETERMINACION	METODOLOGIA
Textura	Hidrómetro de Boyoucus
Color del suelo	Escala de colores Munsell
Reacción del suelo (pH)	Potenciómetro Photovolt, con una relación suelo: agua de 1:10
Materia orgánica	Walkley y Black
Nitrógeno total	Kjendahl
Fósforo aprovechable	Olsen modificado 1
Potasio aprovechable	Peech y English
Sales solubles	Puente de Wheatstone
Conductividad elect. a 25° C	

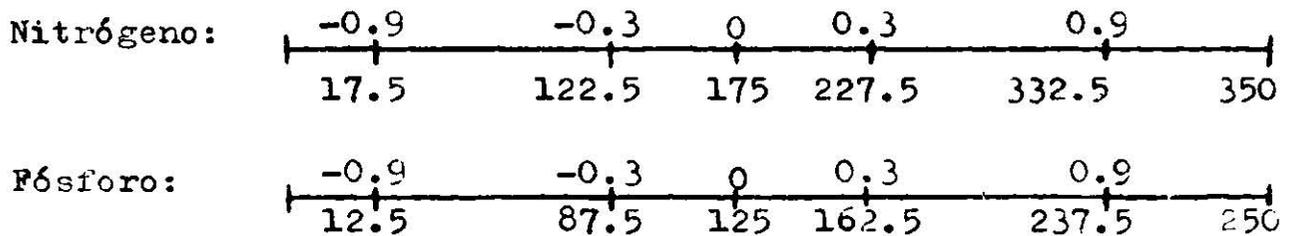
Tabla 4. Resultados del análisis físico-químico de la muestra general del suelo (0-30), del experimento Dosis Óptima Económica en Maíz, para la región de Marín, N. L.

		RESULTADO
	Arena	23.32
Textura (%)	Liro	73.92
	Arcilla	2.76
Color	Seco	10 Y/R 6/3
	Húmedo	10 Y/R 5/3
Reacción del suelo (pH)		7.6
Materia orgánica (%)		1.73
Nitrógeno total (%)		0.126
Fósforo aprovechable		41.25
Potasio aprovechable (Kg/ha)		140.06538
Sales solubles (mmhos/cm)		1.7
Conductividad elect. a 25° C		

- M.- Es la media general.
 Ti.- Es el efecto del i-ésimo tratamiento.
 Bj.- Es el efecto del j-ésimo bloque.
 Eij.- Es el error experimental de la ij-ésima observación.
 t.- Es el número de tratamientos.
 r.- Es el número de repeticiones.

3.5 Diseño de Tratamientos.

Para obtener el número de tratamientos a probar así como la cantidades de nutrientes por aplicar se utilizó como diseño de tratamientos el sistema matricial "Plan Puebla II"; a continuación se muestra su codificación para un espacio de exploración de 0 a 350 kilogramos por hectárea de nitrógeno y de 0-250 kilogramos por hectárea de fósforo.



Con la gráfica correspondiente a la matriz "Plan Puebla II" se obtuvieron el número de tratamientos así como las cantidades de nutrientes por aplicar, ésto se puede observar en la Figura 3.

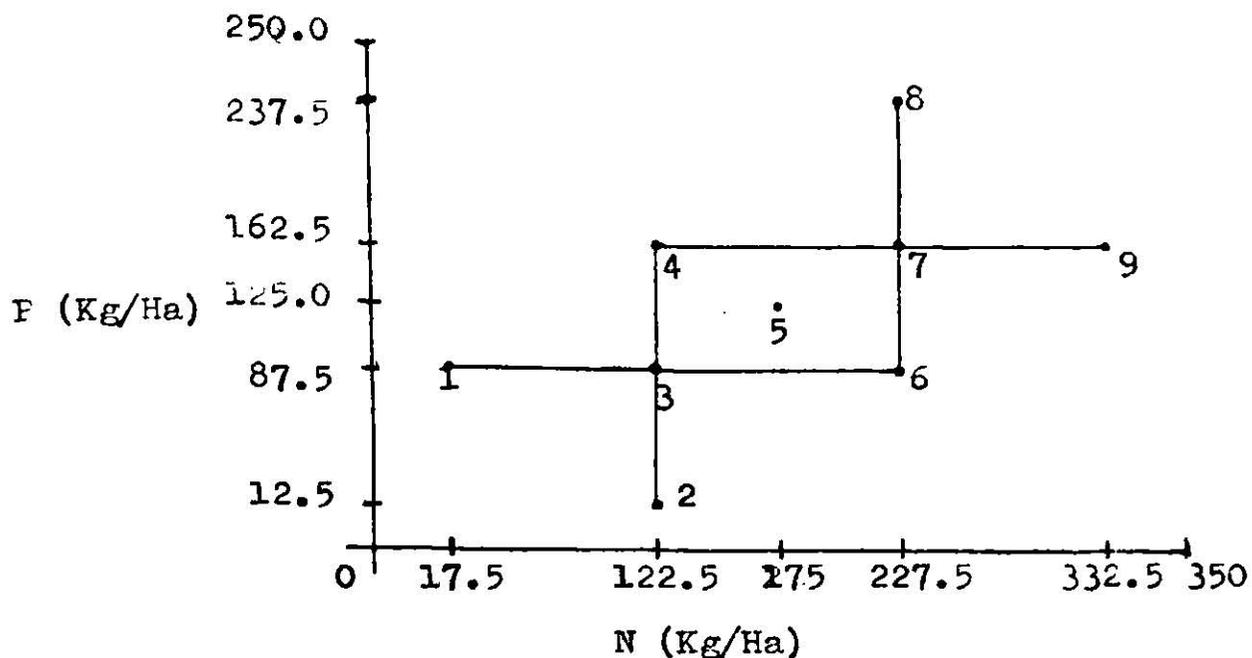


Figura 3. Arreglo matricial empleado en el diseño de tratamientos.

En la Tabla 5 se muestran los tratamientos obtenidos mediante el arreglo matricial "Plan Puebla II" así como las dosis de nutrientes que se aplicarán en cada tratamiento.

Tabla 5. Tratamientos considerados en el experimento D.O.E. en el cultivo de maíz, con sus respectivas dosis de nutrientes.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
N(Kg/ha)	17.5	122.5	122.5	122.5	175	227.5	227.5	227.5	332.5
P(Kg/ha)	87.5	12.5	87.5	162.5	125	87.5	162.5	237.5	162.5

3.6 Delimitación del Experimento.

Las dimensiones de cada bloque fueron de 40.5 metros de longitud por 10.0 metros de ancho. Cada bloque estaba formado por un total de nueve parcelas y a su vez cada parcela estaba formada por 5 surcos de 10 metros de largo y separados a 90 cm. De estos 5 surcos se consideró como parcela útil a dos de los surcos centrales que presentarán una mayor aproximación a la densidad de plantas requerida, debido a la irregularidad en la germinación y emergencia de las plántulas. Los bloques estuvieron separados entre sí 4.0 metros y en cada separación se llevó a cabo el trazo de un canal para regar en forma independiente cada bloque.

Una vez obtenidos los tratamientos, se procedió a sortearlos, en forma independiente en cada uno de los bloques, para asignar un tratamiento a cada parcela. En la Figura 8 (Apendice) se muestra el croquis del experimento y además se muestra la ubicación de los tratamientos asignados a cada una de las parcelas experimentales.

3.7 Fuentes fertilizantes empleadas en el experimento.

Las fuentes fertilizantes utilizadas para aportar nutrientes a las plantas fueron el fosfato diamónico o mejor conocido como la fórmula compleja 18-46-00 la cual contiene un 46% de P_2O_5 y un 18% de N, la otra fuente fertilizadora fué el Sulfato de Amonio el cual contiene un 20.5% de N, la semilla de maíz empleada en este experimento fué de la variedad "Ranchero" y la proporcionó el Programa de "Producción de Semillas" de la FAUANL.

3.8 Preparación del terreno.

Antes de establecer el experimento se habían realizado las prácticas culturales necesarias para la preparación del terreno (aradura, rastreo y la cruza). En forma posterior se procedió a la formación de surcos mediante maquinaria agrícola la cual fué ajustada para elaborar los surcos con una separación de 9 centímetros, seguido a ésto se delimitaron los bloques, las parcelas y se trazaron los canales de riego.

3.9 Siembra del experimento.

Se dió un riego de presiembra el día 10 de agosto, con el fin de sembrar a tierra venida, cuatro días después se realizó un rastreo en el terreno ya regado con el fin de arrobar la humedad del terreno y eliminar pe. ueñas pobl. ciones de malezas presentes en el terreno. Posteriormente se procedió a la siembra, la que se realizó mecánicamente, las máquinas sembradoras se ajustaron para que tiraran el grano a una separación de 90 centímetros, después se calibró cada máquina sembradora para que cada una tirara 7 semillas por metro lineal, ésto con el objeto de lograr una bueno población de plantas.

3.10 Aplicaciones del fertilizante

Un día después de la siembra se procedió a efectuar la aplicación de fertilizantes según el tratamiento asignado para cada parcela, cabe mencionar que hubo la necesidad de fraccionar las cantidades de fertilizante considerado en el experimento, pues resultaron dosis de fertilización muy elevadas y por lo tanto se podrían provocar quemaduras y quizás la muerte de la semilla, por exceso de sales. El criterio que se siguió para tal fraccionamiento de fertilizante fué el de el índice de

salinidad máximo permisible para el suelo en el que se implantó el experimento; teóricamente el valor máximo permisible, en cuanto a índice de salinidad, para un suelo de textura arcillosa es de 276, así pues se calcularon los valores de índice salino que proporcionaba cada tratamiento de tal manera de que estos valores no fueran superiores al 276, el índice de salinidad que proporcionaba cada tratamiento fué calculado mediante la fórmula:

$$I.S. = F \times Q \times R$$

Donde: I.S. = Índice de salinidad del fertilizante por aplicar.

F = Kilogramos del fertilizante por aplicar.

Q = Concentración del nutriente expresado en unidades.

R = Relación de índice salino por unidad de nutriente.

Los valores de R, tanto para el fosfato diamónico como para el sulfato de amonio fueron 0.637 y 3.253 respectivamente, por lo tanto las cantidades de fertilizantes se fraccionaron en diversas formas las cuales tuvieron dos épocas de aplicación, en la Tabla 6, se muestra la forma en que se fraccionaron los tratamientos.

La primera aplicación del fertilizante se realizó el día 17 de agosto y la segunda aplicación se realizó el día 25 de septiembre de 1984. Ambas aplicaciones se realizaron en forma manual y depositando el fertilizante en banda a unos 5 centímetros de distancia de la semilla para la primera aplicación y para la segunda aplicación también se hizo en banda junto con la labor de la escarda, de tiro animal.

Tabla 6. Forma en que se fraccionaron los tratamientos considerados en el experimento D.O.E. en Maíz.

Tratamiento	Primera Aplicación		Segunda Aplicación	
	18-46-00	Sulf. Amonio	18-46-00	Sulf. Amonio
1	-	-	Todo	Todo
2	Todo	3/4	-	1/4
3	Todo	3/4	-	1/4
4	Todo	3/4	-	1/4
5	3/4	1/2	1/4	1/2
6	Todo	2/3	-	1/3
7	Todo	2/5	-	3/5
8	1/3	1/2	2/3	1/2
9	1/2	1/4	1/2	3/4

Tabla 7. Láminas y fechas de riego aplicados al experimento de D.O.E. en el cultivo de Maíz.

No. de Riego	Fecha del Riego	Lámina de Riego aproximada
1	10 de Agosto	12 cms.
2	28 de Agosto	12 cms.
3	23 de Octubre	12 cms.

La germinación y emergencia de la semilla fué regular por lo que nó se procedió a aclarar, por lo tanto se decidió proteger las plantas que habían emergido y a nó resembrar pues las fechas de madurez del cultivo iban a ser muy heterogéneas.

3.11 Riegos.

En la Tabla 7, se muestran el número total de riegos que se dieron en el experimento así como las fechas en que se dieron los mismos.

3.12 Control de malezas.

En lo que se refiere a problemas causados por malas hierbas, casi no se presentaron, pues las pocas malezas que habían aparecido junto con el desarrollo del cultivo fueron controladas al efectuarse la única escarda realizada.

3.13 Control de plagas.

Cuando las plantas tenían una altura de 30 centímetros aproximadamente se observó el daño causado por gusano cogollero (Spodoptera frugiperda), dicho daño consistió en que un bajo porcentaje de la población de plantas presentaba perforaciones en sus hojas más tiernas, para evitar que el daño fuera mayor se procedió a aplicar Sevin 80 polvo humectable a razón de 1 Kg/ha, posteriormente se presentó la necesidad de realizar una nueva aplicación de insecticida para controlar el gusano cogollero pues el porcentaje de ataque sobre las plantas aumentaba considerablemente, para controlar esta plaga se decidió aplicar Sevin 5% granulado a razón de 10 Kg/ha, esta aplicación fué efectiva pues el ataque se redujo en forma notoria.

Cuando las plantas tenían una altura aproximada a los 50 centímetros se detectó daño causado por trips (Frankliniella occidentalis) y de pulga saltona (Chaetocnema ectypa); estos insectos provocaban colores blanquesinos y pequeñas perforaciones en las hojas del cultivo, para el control de dichos insectos se procedió a aplicar Lucatión 1000 (Malathión) en una cantidad de 25 centímetros cúbicos por cada mochila aspersora de 15 litros de capacidad, posteriormente se observó que el control químico fué efectivo por lo que no hubo la necesidad de realizar nuevas aplicaciones.

A lo largo del período en que se realizó el experimento se presentaron ataques de otros insectos tales como la diabrótica, mayates, gusano elotero y pulgón del maíz, los cuales no llegaron a establecerse como plagas de consideración al cultivo, por lo que no se aplicó ningún producto químico para su control.

3.14 Cosecha del experimento.

La cosecha del cultivo se realizó el 7 de diciembre, tomando las mazorcas de los dos surcos centrales que presentaron una mayor aproximación a la densidad requerida de plantas, debido a que se presentaron problemas en la germinación y emergencia de las plántulas. Los dos surcos elegidos fué lo que se consideró como parcela útil.

Una vez realizada la cosecha se procedió a la toma de datos para las siguientes variables: altura de planta, rendimiento en materia verde y seca, número total de plantas de los tres surcos centrales, número de plantas por surcos cosechados, contenido de humedad en el forraje cosechado, rendimiento en mazorca y en grano.

RESULTADOS Y DISCUSION

Debido a los ataques de aves (cuervos) en el bloque 1 se obtuvieron tamanos de muestras pequeños por lo que se decidió eliminar éste bloque, así pues el experimento se analizó con tres repeticiones.

Se efectuó el análisis estadístico para cada una de las variables siguientes: altura de planta, rendimiento en materia verde y seca, porcentaje de humedad de las plantas cosechadas, número total de plantas de los tres surcos centrales, número total de plantas cosechadas, rendimiento en mazorca y número de mazorcas cosechadas, los datos obtenidos y el análisis de varianza correspondiente a cada una de las variables se muestra en el apéndice.

Así mismo, los rendimientos de maíz en grano, obtenidos por unidad experimental se muestran en el apéndice (Tabla 1). Estos datos fueron analizados estadísticamente y el análisis de varianza respectivo se incluye en el apéndice. No se encontró respuesta significativa a la aplicación de fertilizantes químicos para ésta variable. Los rendimientos obtenidos en kilogramos por hectárea se presentan en la tabla 8.

Aunque no se presentaron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos, en cuanto a rendimiento en grano, se muestra que los mejores rendimientos se obtuvieron en dos tratamientos que incluían dosis de nitrógeno y fósforo diferentes. El primero de éstos tratamientos fué el que incluyó la dosis 122.5-12.5-0, el rendimiento obtenido en éste tratamiento fué 2243 Kg/ha; el otro tratamiento incluyó la dosis 227.5-162.5-0, el rendimiento que se obtuvo en éste tratamiento fue 2241 Kg/ha, cada uno de éstos tratamientos comparados con los rendimientos más bajos obtenidos representa una diferencia

superior a 750 Kg.

Tabla 8 Rendimiento en grano de maíz expresado en Kg/ha para cada uno de los tratamientos en el experimento.

Tratamiento	Rendimiento Kg/ha *
(1) 17.5- 87.5-0	1991
(2) 122.5- 12.5-0	2243
(3) 122.5- 87.5-0	1657
(4) 122.5-162.5-0	2139
(5) 175.0-125.0-0	1722
(6) 227,5- 87.5-0	1463
(7) 227.5-162.5-0	2241
(8) 227.5-237.5-0	1626
(9) 332.5-162.5-0	1821

* El rendimiento por hectárea se calculó multiplicando el promedio obtenido de cada tratamiento por el área que ocupa - una hectárea (10,000 m²) y dividido entre el área ocupaba - la parcela útil (18 m²).

Como se puede observar, no existe relación alguna entre los dos mejores tratamientos ya que ambos incluyen dosis - tanto de N como de P diferentes; posiblemente otra combinación de N y P hubiere proporcionado mejores resultados.

Se realizaron análisis de regresión y correlación para determinar la relación existente entre los elementos aplicados con diversas combinaciones y las variables rendimiento -

en grano, en mazorca, en materia verde y seca. No se encontró relación significativa entre ellos. A continuación se muestran los modelos estadísticos de predicción seleccionados en base a su correlación (r^2), utilizando el procedimiento Stepwise, para cada una de las variables mencionadas.

1.- Rendimiento en materia verde:

$$Y_1 = 22.06094 + 0.00004706293 X_3. \quad r^2 = 12.03\%$$

2.- Rendimiento en materia seca:

$$Y_2 = 8.983628 - 0.004397354 X_1 + 0.06469778 X_2 + \\ 0.0001517455 X_3 - 0.0003496804 X_5. \quad r^2 = 19.47\%$$

3.- Rendimiento en mazorca:

$$Y_3 = 7.110176 - 0.008464275 X_1 + 0.03252338 X_2 + \\ 0.00007439728 X_4 + 0.00005981295 X_5 \quad r^2 = 20.89\%$$

4.- Rendimiento en grano:

$$Y_4 = 3.663056 - 0.001568783 X_1. \quad r^2 = 2.24\%$$

Donde:

Y_1 = Rendimiento en materia verde.

Y_2 = Rendimiento en materia seca.

Y_3 = Rendimiento en mazorca.

Y_4 = Rendimiento en grano.

X_1 = Nitrógeno aplicado

X_2 = Fósforo aplicado

X_3 = Efecto cuadrático de la cantidad de N aplicada.

X_4 = Efecto cuadrático de la cantidad de P aplicado.

X_5 = Interacción de N y P aplicados.

Así pues, la no significancia de los resultados obtenidos probablemente se debió a la falta de aprovechamiento por la planta de los nutrientes aplicados, lo cual pudo haber sido favorecido por diferentes motivos tales como insolubilización de los elementos aplicados, fijación de los elementos, pérdidas por lixiviación, volatilización, etc.

Sin embargo en las figuras 4 y 5 se observa que el rendimiento en grano promedio obtenido de los tratamientos en los que se probó el tercer nivel de fósforo (162.5 Kg/ha de P) es mayor que el rendimiento promedio de todos los tratamientos y además en éste nivel se observan los mayores rendimientos en grano, con respecto a otros niveles. Lo mismo se puede observar en los tratamientos en los que se probó el segundo nivel de nitrógeno (122.5 Kg/ha de N).

En forma similar, en las figuras 6 y 7 se observa que el rendimiento promedio en materia verde obtenida de los tratamientos en los que se probó el tercer nivel de P (162.5 Kg/ha de P) es mayor que el rendimiento promedio de todos los tratamientos probados; además los tratamientos en los que se probó el nivel dos de nitrógeno (122.5 Kg/ha de N) reportan que su rendimiento promedio es mayor que el rendimiento promedio de todos los tratamientos, con respecto a los niveles de N probados.

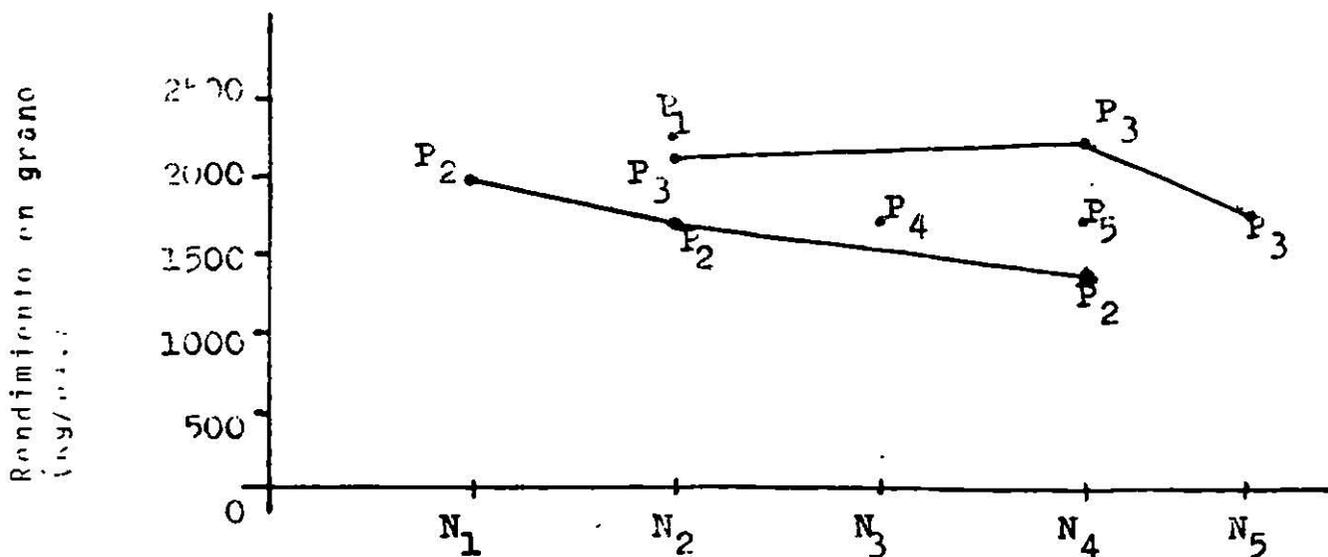


Figura 4 Comportamiento gráfico del rendimiento en grano con respecto a los niveles de N , manteniendo fijos los niveles de P .

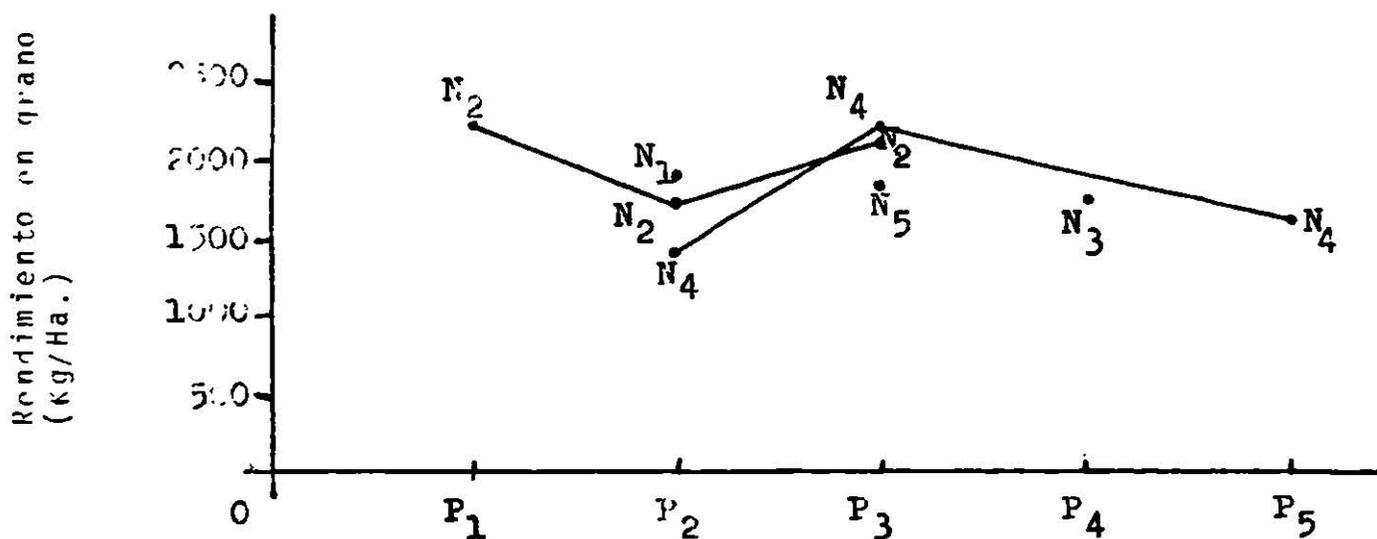


Figura 5 Comportamiento gráfico del rendimiento en grano con respecto a los niveles de P , manteniendo fijos los niveles de N .

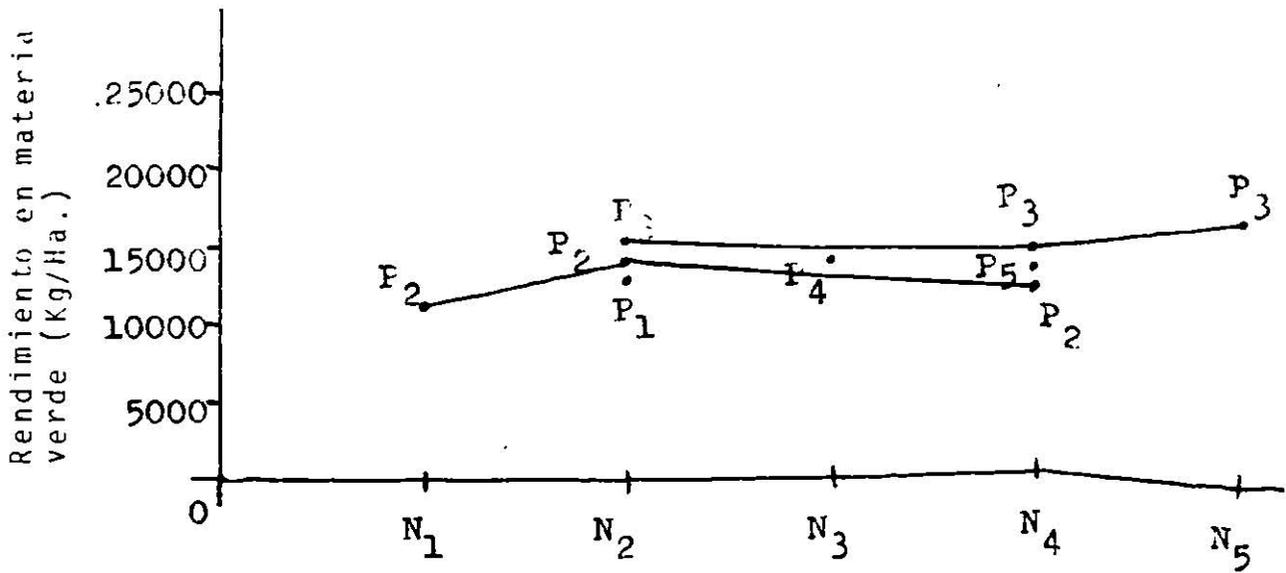


Figura 6 Comportamiento gráfico del rendimiento en materia verde con respecto a los niveles de N , manteniendo fijos los niveles de P .

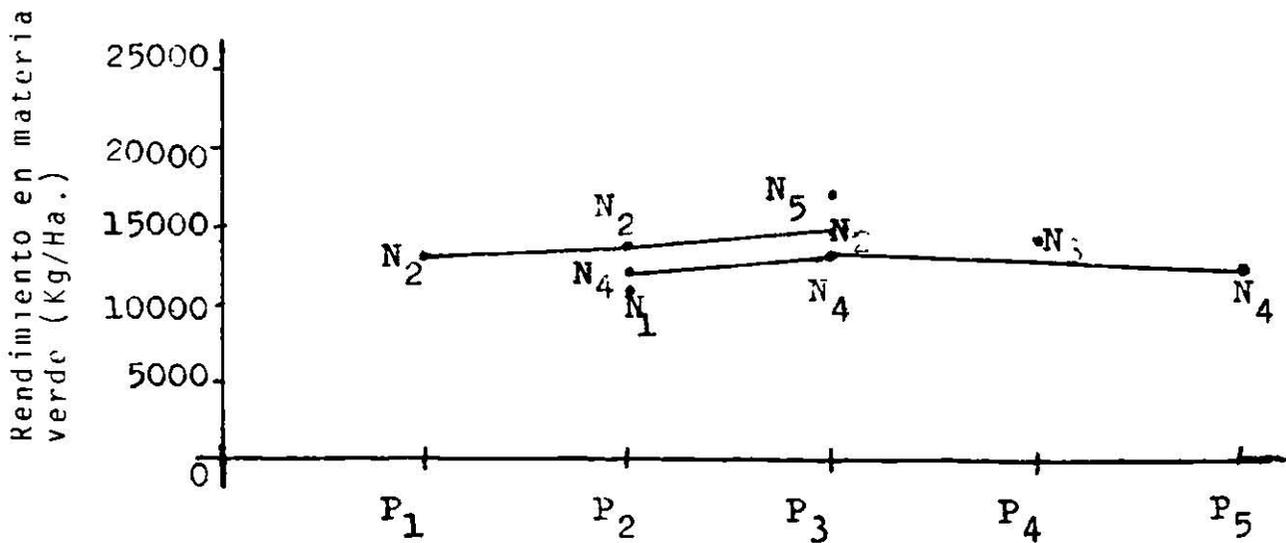


Figura 7 Comportamiento gráfico del rendimiento en materia verde con respecto a los niveles de P , manteniendo fijos los niveles de N .

Lo anterior hace suponer que el segundo nivel de nitrógeno y el tercer nivel de fósforo son los mejores niveles de fertilización los cuales se tradujeron en un incremento en el rendimiento de maíz en grano y materia verde; pues el rendimiento promedio de maíz en grano a nivel nacional fluctúa entre los 900 y 1000 Kg/Ha, comparando éstos rendimientos con el rendimiento promedio obtenido en el presente trabajo que fué de 1887 Kg/Ha se puede decir que hubo un incremento en tal rendimiento; sin embargo en este estudio no se encontró una respuesta significativa en el rendimiento en grano.

En cambio para la variable rendimiento en materia verde sí se encontró respuesta estadísticamente significativa, el rendimiento más alto para ésta variable se obtuvo en el tratamiento el cual incluía la dosis (332.5-162.5-0), así mismo, el rendimiento más pequeño para ésta variable se obtuvo en el tratamiento 1 el cual incluía la dosis (17.5-87.5-0).

Existe una lógica suposición de que entre mayor fué la cantidad de N y P aplicados, el rendimiento en materia verde aumentó; pero como se puede observar en la tabla 8 (apéndice), la suposición anterior no es del todo cierta, pues en el nivel dos de N (122.5 Kg/Ha de N) se obtuvieron mejores rendimientos en materia verde que en el nivel tres de N (227.5 Kg/Ha de N); en forma similar en el nivel tres de fósforo (162.5 Kg/Ha de P) se puede observar que aumenta el rendimiento en materia verde no siendo así para el nivel cinco de fósforo (237.5 Kg/Ha de P) El análisis de varianza correspondiente a ésta variable así como las comparaciones de medias se muestran en el apéndice.

Como puede apreciarse, los resultados no muestran una respuesta lógica a la aplicación de fertilizantes y esto pudo deberse a la poca efectividad de los nutrientes aplicados con los fertilizantes. Se puede mencionar que la mayoría de los suelos

de la region presentan características propias para que dicha efectividad o aprovechamiento por las plantas de los nutrientes aplicados se vea disminuido. Es decir, en este tipo de suelos la compactación, la escasa aereación y el drenaje pobre del mismo, son condiciones predominantes bajo las cuales el nitrógeno si es incorporado al suelo en forma de fertilizante sufre pérdidas por volatilización, debido a la reducción por microorganismos, los cuales bajo inadecuada aereación, para utilizar los compuestos del carbono como fuente de energía, toman de los nitratos el oxígeno que necesitan, con lo cual el nitrógeno elemental se pierde en el aire.

Por otra parte, los suelos de ésta región son alcalinos, así pues se ha encontrado que la volatilización del nitrógeno se eleva con el pH del suelo. También la volatilización aumenta en forma relativa al subir la dosis del elemento, fenómeno que depende de la temperatura y es mayor cuando la misma asciende, esto se presenta en forma general en épocas de verano.

Para el caso del P, éste elemento no sufre pérdidas por volatilización y las pérdidas por lixiviación son mínimas ya que éste elemento es el que menor movilidad tiene de todos los nutrientes principales. Sin embargo, es un elemento que se vé afectado grandemente por la insolubilización o retención del mismo. Existen factores edáficos, como la química del suelo que impera en la región que es la causa principal de la insolubilización del P, los factores principales son: pH alcalino, cantidad y actividad del Ca^{++} , así como la presencia de carbonatos y bicarbonatos.

El pH de los suelos de la región sobrepasa el valor de 7 por lo cual la nutrición de fosfatos en las plantas superiores queda perturbada por dos razones: en primer término a -

éstos valores de pH altos se forman fosfatos cálcicos complejos insolubles de tal forma que la solubilidad de un fósforo natural y un fósforo aplicado queda seriamente afectada. Además a valores de pH superior al 7, el exceso de calcio entorpece la absorción del fósforo o su utilización.

Por otra parte, la concentración o bien la actividad del fósforo en la solución del suelo en ésta región, queda ampliamente gobernada por el pH del suelo, por la actividad del Ca^{++} , por la cantidad y tamaño de las partículas del carbonato de calcio libre en el suelo.

El efecto de los factores antes mencionados probablemente afectó la efectividad de los nutrientes aplicados en los fertilizantes. La volatilización del nitrógeno es la forma más aceptable por la cual éste elemento no pudo ser aprovechado totalmente por la planta, ya que las condiciones climáticas y ambientales que se presentaron durante el desarrollo del experimento favorecieron a éste proceso. En cuanto al fósforo, la fijación de éste elemento, es el factor principal que evitó que éste elemento pudiera ser tomado o aprovechado totalmente por la planta.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conforme a los resultados obtenidos en el presente - trabajo se puede concluir lo siguiente:

- 1.- Los rendimientos de maíz en grano obtenidos para cada uno - de los diferentes tratamientos de fertilización química, no mostraron diferencias estadísticamente significativas.
- 2.- Los rendimientos en materia verde de maíz sí mostraron dife - rencia estadísticamente significativa entre los diferentes tratamientos de fertilización química probados. El trata - miento 9 332.5 Kg/ha de N y 162.5 Kg/ha de P, fué el que presentó el rendimiento más alto para esta variable. Simi - larmente, el tratamiento 1 17.5 Kg/ha de N y 87.5 Kg/ha de P , fué el que reportó el rendimiento más bajo de esta - variable.
- 3.- No obstante lo expuesto en el punto anterior, en el análi - sis gráfico de las variables rendimiento en grano y en mate - ria verde se encontró que los mejores niveles de producción para las variables mencionadas fueron el nivel dos de ni - trógeno 122.5 Kg/ha de N y el nivel tres de fósforo - - - 162.5 Kg/ha de P , con lo que se puede concluir que se pre - sentó mayor respuesta a la fertilización química fosforada que a la nitrogenada.
- 4.- El efecto de los diferentes tratamientos de fertilizantes - químicos sobre las variables rendimiento en mazorca, altura de planta, rendimiento en materia seca, número total de - - plantas de los tres surcos centrales, número total de plan - tas cosechadas, porcentaje de humedad de las plantas cose - chadas y número de mazorcas cosechadas fué nulo, ya que no

presentaron diferencias estadísticamente significativas.

- 5.- No se encontró relación significativa entre las variables - rendimiento en grano, en mazorca, en materia verde y seca; con los elementos aplicados con diversas combinaciones.
- 6.- Los factores edáficos y climatológicos presentes en la región hacen suponer que la no significancia de los resultados obtenidos para la mayoría de las variables fueron la razón principal del poco aprovechamiento por las plantas de los elementos aplicados. El aprovechamiento pudo ser disminuido por la volatilización para el caso del nitrógeno y para el caso del fósforo la fijación e insolubilización de éste en el suelo.
- 7.- De acuerdo a lo anterior se recomienda que en el futuro se realicen nuevos trabajos de fertilización en los cuales se analicen los medios más apropiados para incrementar la eficiencia de los fertilizantes en este tipo de suelo.
- 8.- Las variables más adecuadas sobre las que se recomienda realizar experimentos son aquellas en las que se prueben diferentes fuentes, formas y épocas de aplicación de los fertilizantes, ya que en este trabajo las dosis de fertilización no mostraron diferencias significativas, aún y cuando fueron altas.
- 9.- Se recomienda además que los experimentos futuros con pruebas de fertilizantes tengan el manejo adecuado, es decir, - el de evitar plagas, enfermedades u otros factores (aves, remanencias de agua de otros cultivos) que intervenga directamente en el rendimiento y por lo tanto afecte o modifique los resultados obtenidos.

RESUMEN

Considerando que la mayor parte de los suelos de la Zona Norte del Estado de Nuevo León son deficientes en su contenido de nitrógeno y fósforo, lo cual provoca que los rendimientos de maíz de grano por hectárea sean bajos, durante el ciclo de tardío del año 1984 en el Campo Agrícola Experimental de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León localizada en Marín, N. L. se dió origen a un experimento de aplicación de fertilizantes químicos al suelo con la finalidad de incrementar los rendimientos de este cereal.

El diseño experimental utilizado fué el de bloques al azar con cuatro repeticiones, el diseño de tratamientos empleado fué el sistema matricial "Plan Puebla II" el cual incluye 5 niveles de nitrógeno que son: 17.5, 122.5, 175, 227.5 y 332.5 Kg/ha de N y 5 niveles de P que son: 12.5, 87.5, 125, 162.5 y 237.5 Kg/ha de P. La variedad de maíz utilizada fué "Ranchero" con una densidad aproximada a 40,000 plantas/ha.

La siembra se realizó mecánicamente, la aplicación del fertilizante se hizo en forma manual. El fertilizante tuvo dos épocas de aplicación, la primera de éstas fué el 17 de agosto al momento de la siembra y la segunda el 25 de septiembre con la labor de escarda. Se presentó la necesidad de fraccionar el fertilizante por las dosis elevadas del mismo, el fraccionamiento del fertilizante se hizo en base al índice de salinidad producido por cada tratamiento.

A causa de los ataques de aves (cuervos) en el bloque No. 1 no se obtuvieron tamaños de muestra adecuados, decidiéndose a eliminar este bloque, por lo que el experimento se analizó con tres repeticiones.

Los rendimientos de maíz en grano para los tratamientos probados no mostraron diferencia estadísticamente significativa. Sin embargo para la variable rendimiento en materia verde sí se encontró diferencia estadísticamente significativa para los tratamientos probados, el tratamiento 9 el cual incluyó la dosis 332.5-162.5-0 fué el que presentó el rendimiento más alto para esta variable. Así mismo el tratamiento # 1 el cual incluyó la dosis 17.5-87.5-0 fué el que reportó el rendimiento más bajo. No obstante lo anterior, los mejores niveles de producción tanto para rendimiento en grano como para rendimiento en materia verde fueron el nivel dos de nitrógeno (122.5 Kg/ha de N) y el nivel tres de fósforo (162.5 Kg/ha de P).

Para las variables altura de planta, rendimiento en materia seca, rendimiento en mazorca, número total de plantas de los tres surcos centrales, número total de plantas de los surcos cosechados, porcentaje de humedad de las plantas cosechadas y número de mazorcas cosechadas no se encontró diferencia estadísticamente significativa.

La no significancia de los resultados obtenidos en la mayoría de las variables se debió en parte al poco aprovechamiento por la planta de los nutrientes aplicados con el fertilizante y por otro lado a la heterogeneidad de humedad del suelo que se presentó a lo largo del período del experimento a causa de la cercanía de este experimento con otros trabajos de investigación (remanencias de agua), y además al ataque de aves (cuervos).

El poco aprovechamiento de los elementos aplicados se considera que se debió posiblemente a pérdidas de los elementos, las cuales pudieron ser causadas principalmente por volatilización para el nitrógeno y por fijación para el fósforo, siendo favorecidas éstas por las características propias del suelo de la región así como la climatología presentada en el período que duró el experimento.

BIBLIOGRAFIA

- 1.- ALDRICH, SAMUEL R. y LENG, EARL R. 1974. Producción Moderna del Maíz. 1ra. Edición. Editorial Hemisferio Sur, Argentina. p. 95.
- 2.- ARROYAVE ALVARADO, JOSE J. 1977. Eficiencia de distintas técnicas de roca fosfórica cruda y con diferentes grados de acidulación en maíz de temporal en la altiplanicie mexicana. Escuela Nacional de Agricultura, Chapingo México. pp. 9-11.
- 3.- BLACK, S. A. 1975. Relación Suelo-Planta. 1ra. Edición. Tomo II. Editorial Hemisferio Sur, Argentina pp 445-456.
- 4.- BUCKMAN, H. O. y BRADY, NYLEC. 1970. Naturaleza y propiedades de los suelos. 1ra. Edición. Editorial Montaner y Simon, Barcelona. pp. 21, 388, 434-450.
- 5.- C. O. D. A. G. E. M. - S. A. R. H. - S. A. I. MEX. 1981. Funciones de los elementos fertilizantes en las plantas de cultivo. Conjunto CODAGEM, Metepec, México. Boletín 249. p. 3.
- 6.- D. G. D. E. A. - S. A. R. H. 1980. Agenda técnica agrícola del estado de Nuevo León. Cultivos de invierno primavera, Chapingo, México. pp. 9-14, 110.
- 7.- DIAZ DEL PINO, ALFONSO. 1964. El maíz: cultivo-fertilización- cosecha. 2da. Edición. Editorial Aldina, México. pp. 237-240.

- 8.- DIEL, R. 1978. Fitotecnia General. Editorial Mundiprensa, Madrid. p. 349.
- 9.- PASSBENDER, HANS W. 1975. Química de suelos: con énfasis en suelos de América Latina. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA. Turrialba, Costa Rica. pp. 249-251.
- 10.- POTH, H. D. y TURK, L. M. 1975. Fundamentos de la ciencia del suelo Ira. Edición. Editorial. C.E.C.S.A., México. p. 323.
- 11.- GARCIA, E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). U. N. A. M. México. - p. 47-51.
- 12.- GROS, A. 1981. Abonos: guía práctica de la fertilización. 7ma. Edición. Editorial Mundiprensa, Madrid. pp. 173-175.
- 13.- JACOB, A y UEXKULL, H. V. 1973. Fertilización: nutrición y abonado de los cultivos tropicales y subtropicales. 4ta. Edición. Editorial Euroamericana, México. p. 83.
- 14.- NOLAZCO MEZA, D. 1982. Efecto de la fertilización nitrogenada y fosforada en el cultivo del maíz en la zona de Marín, N. L. Facultad de Agronomía. U. A. N. L. Marín N. L. pp. 17-21. Tesis Profesional..
- 15.- PAPADAKIS, J. 1977. Fertilizantes; cómo usarlos para aumentar la producción agropecuaria de América Latina. En base a los conceptos nuevos de fertilidad desarrollados en forma accesible al productor. Editorial Albatros, Buenos Aires. p. 9.

- 16.- ROBLES SANCHEZ, R. 1975. Producción de granos y forrajes. 1ra. Edición. Editorial L.I.M.U.S.A., México. pp. 9-10
- 17.- RUSELL, E. J. y RUSELL, E. W. 1959. Las condiciones de suelo y el desarrollo de las plantas. 1ra. Edición. Editorial. Aguilar, Madrid. pp. 710-714.
- 18.- TAMAHANE, R. V. et al. 1978. Suelos: su química y fertilidad en zonas tropicales. 1ra. Edición. Editorial Diana, México. pp. 297-303.
- 19.- TISDALE, S. L. y NELSON, W. L. 1982. Fertilidad de los suelos y fertilizantes. 1ra. Edición. Editorial Unión - Tipográfica Hispanoamericana, México. pp. 68, 212-230.
- 20.- TEUSCHER, H. y ADLER, R. 1965. El suelo y su fertilidad. - 1ra. Edición. Editorial C.E.C.S.A., México. p. 244.

A P E N D I C E

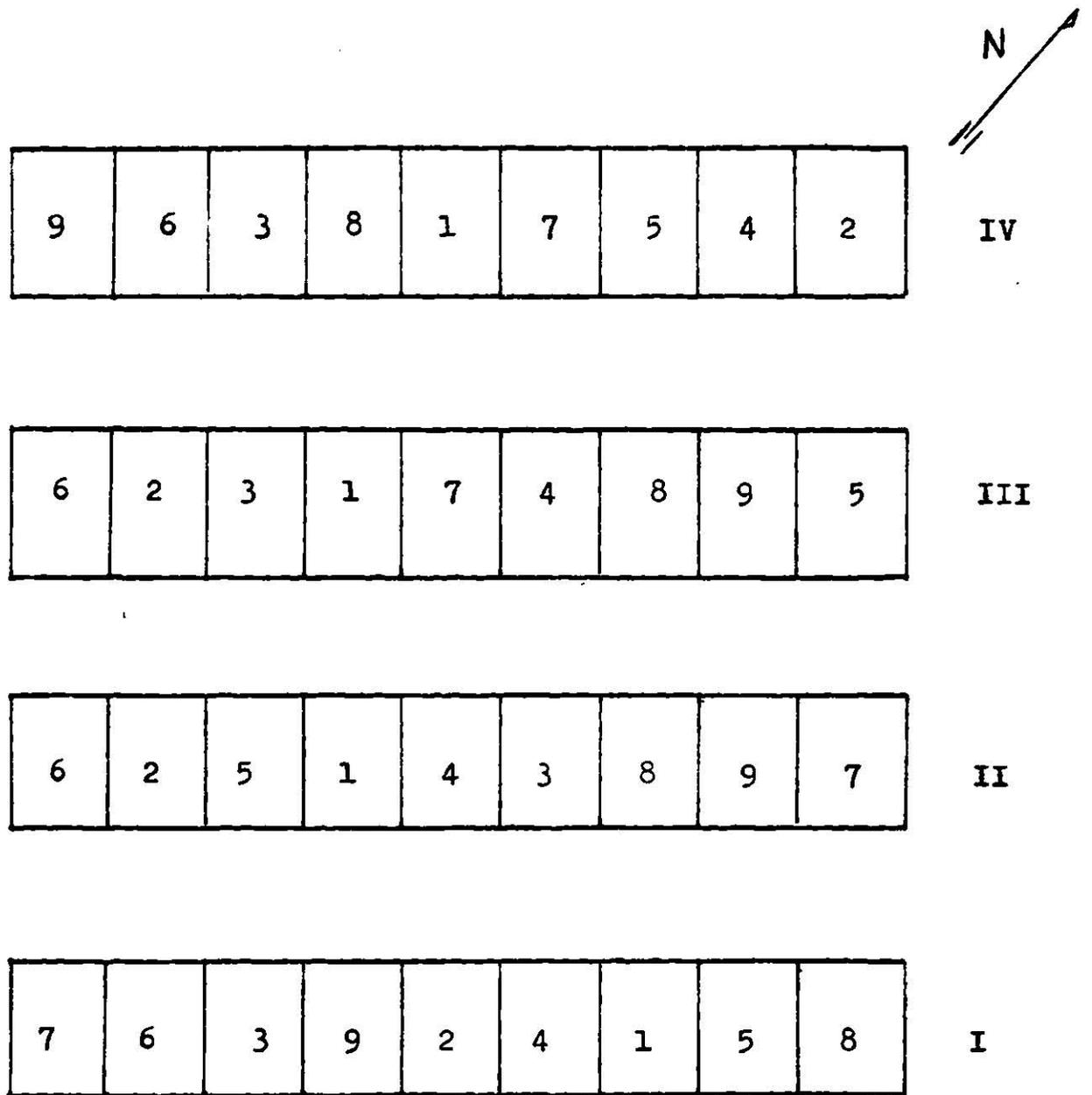


FIGURA 8 Croquis del experimento y distribución de los tratamientos en cada parcela - experimental.

TABLA 9. Rendimiento en grano de maíz (Kg) de las plantas muestreadas como parcela útil, y su análisis de varianza. Determinación de dosis óptima económica con fertilización nitrogenada y fosforada en el cultivo de maíz para la región de Marín, N. L. Ciclo tardío 1984.

No.	Tratamientos	Repeticiones			\bar{x}
		I	II	III	
1	17.5 - 87.5 - 0	2.55	4.65	3.55	3.58
2	122.5 - 12.5 - 0	4.55	4.10	3.46	4.04
3	122.5 - 87.5 - 0	2.50	3.80	2.65	2.98
4	122.5 -162.5 - 0	3.50	5.05	3.00	3.85
5	175.0 -125.0 - 0	3.00	3.65	2.65	3.10
6	227.5 - 87.5 - 0	2.70	3.20	2.00	2.63
7	227.5 -162.5 - 0	5.35	3.50	3.25	4.03
8	227.5 -237.5 - 0	2.40	3.65	2.73	2.93
9	332.5 -162.5 - 0	5.00	3.05	2.00	3.35

Análisis de Varianza

F. V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F. Teórica		
					0.05	0.01	
Tratamiento	8	6.358	0.795	1.223	N.S	2.59	3.89
Bloque	2	5.052	2.526	3.887	*	3.63	6.23
Error	16	10.399	0.650				
Total	26	21.809					

N.S. No significativo

C.V. = 23.78%

* Significativo

TABLA 10 Altura promedio en cm. de 10 plantas muestreadas por parcela útil, y su análisis de varianza. Determinación de dosis óptima económica con fertilización nitrogenada y fosforada en el cultivo de maíz para la región de Marín, N. L. Ciclo tardío 1984.

No.	Tratamientos	Repeticiones			\bar{x}
		I	II	III	
1	17.5 - 87.5 - 0	174	180	173	175.67
2	122.5 - 12.5 - 0	177	189	165	177.00
3	122.5 - 87.5 - 0	190	171	170	177.00
4	122.5 -162.5 - 0	174	174	167	171.67
5	175.0 -125.0 - 0	169	163	156	162.67
6	227.5 - 87.5 - 0	165	184	168	172.33
7	227.5 -162.5 - 0	172	174	162	169.33
8	227.5 -237.5 - 0	185	175	168	176.00
9	332.5 -162.5 - 0	199	183	168	183.33

Análisis de Varianza

F. V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F. Teórica	
					0.05	0.01
Tratamiento	8	810.667	101.333	1.96 N.S	2.59	3.89
Bloque	2	778.667	389.333	7.53 **	3.63	6.23
Error	16	827.333	51.708			
Total	26					

N.S. No Significativo

C.V. = 5.54%

** Altamente Significativo

TABLA 11 Rendimiento en mazorca en Kg de las plantas muestreadas como parcela útil, y su análisis varianza. Determinación de dosis óptima económica con fertilización nitrogenada y fosforada en el cultivo de maíz para la región de Marín, N. L. Ciclo tardío 1984.

No.	Tratamientos	Repeticiones			\bar{X}
		I	II	III	
1	17.5 - 87.5 - 0	3.60	5.80	4.25	4.55
2	122.5 - 12.5 - 0	6.00	4.80	8.20	3.93
3	122.5 - 87.5 - 0	3.45	4.75	3.25	3.82
4	122.5 -162.5 - 0	4.40	6.20	3.80	4.80
5	175.0 -125.0 - 0	3.65	4.55	3.30	3.83
6	227.5 - 87.5 - 0	3.40	4.00	2.60	3.33
7	227.5 -162.5 - 0	6.35	4.15	3.95	3.83
8	227.5 -237.5 - 0	3.40	4.65	4.85	4.30
9	332.5 -162.5 - 0	5.85	3.80	3.70	4.45

Análisis de Varianza

F. V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F. Teórica	
					0.05	0.01
Tratamiento	8	17.583	2.198	1.658 N.S	2.59	3.89
Bloque	2	1.283	0.641	0.484 N.S	3.63	6.23
Error	16	21.210	1.326			
Total	26	40.076				

N.S. No significativo

C.V. = 25.76%

TABLE 12 Rendimiento en materia verde en Kg de las plantas - -
muestreadas como parcela útil, y su análisis de varian-
za. Determinación de dosis óptima económica con ferti-
lización nitrogenada y fosforada en el cultivo de maíz
para la región de Marín, N. L. Ciclo tardío 1984

No.	Tratamientos	Repeticiones			\bar{X}
		I	II	III	
1	17.5 - 87.5 - 0	17.90	24.80	18.30	20.33
2	122.5 - 12.5 - 0	29.50	22.45	19.05	23.66
3	122.5 - 87.5 - 0	26.00	25.95	19.70	23.88
4	122.5 -162.5 - 0	26.30	29.20	23.90	26.47
5	175.0 -125.0 - 0	25.30	24.20	22.30	23.93
6	227.5 - 87.5 - 0	19.95	25.30	16.80	20.68
7	227.5 -162.5 - 0	28.00	22.95	18.70	23.22
8	227.5 -237.5 - 0	21.75	27.75	19.45	22.98
9	332.5 -162.5 - 0	33.35	31.65	23.40	29.47

Análisis de Varianza

F. V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F. Teórica	
					0.05	0.01
Tratamiento	8	185.948	23.243	3.063 *	2.59	3.89
Bloque	2	184.002	92.001	12.122 **	3.63	6.23
Error	16	121.432	7.59			
Total	26	491.382				

* Significativo

C.V. = 11.5%

** Altamente Significativo

TABLA 13 Comparación de los rendimientos promedio por parcela útil en materia verde, Tukey 0.01 y 0.05. Determinación de dosis óptima económica con fertilización nitrogenada y fosforada en el cultivo de maíz para la región de Marín, N. L. Ciclo tardío 1984.

No.	Tratamientos	Rto. promedio de materia verde	= .05	= .01
9	332.5 -162.5 - 0	29.47	a	a
4	122.5 -162.5 - 0	26.47	ab	a
5	175.0 -125.0 - 0	23.93	ab	a
3	122.5 - 87.5 - 0	23.88	ab	a
2	122.5 - 12.5 - 0	23.67	ab	a
7	227.5 -162.5 - 0	23.22	ab	a
8	227.5 -237.5 - 0	22.98	ab	a
6	227.5 - 87.5 - 0	20.68	b	a
1	17.5 - 87.5 - 0	20.33	b	a

$$\text{Tukey} = (g/\text{Error}; \quad ; \# \text{ Medias}) S \quad ; S = \frac{\text{CME}}{r} = 1.59$$

$$\text{RME} = .05 = 5.03 \times 1.59 = 7.997$$

$$\text{RME} = .01 = 6.22 \times 1.59 = 9.889$$

TABLA 14 Rendimiento en materia seca en Kg de las plantas muestreadas como parcela útil, y su análisis de varianza. Determinación de dosis óptima económica con fertilización nitrogenada y fosforada en el cultivo de maíz - para la región de Marín, N. L. Ciclo tardío 1984.

No.	Tratamientos	Repeticiones			\bar{X}
		I	II	III	
1	17.5 - 87.5 - 0	10.22	14.85	12.81	12.63
2	122.5 - 12.5 - 0	13.20	12.48	11.89	12.52
3	122.5 - 87.5 - 0	18.33	10.38	9.19	12.63
4	122.5 - 162.5 - 0	17.01	18.25	16.73	17.33
5	175.0 - 125.0 - 0	10.85	14.50	12.74	12.69
6	227.5 - 87.5 - 0	12.08	12.65	10.45	11.72
7	227.5 - 162.5 - 0	16.69	11.47	13.35	13.83
8	227.5 - 237.5 - 0	10.88	10.41	11.11	10.80
9	332.5 - 162.5 - 0	22.23	14.05	15.60	17.29

Análisis de Varianza

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F. Teórica	
					0.05	0.01
Tratamiento	8	128.58	16.020	2.433 N.S.	2.59	3.89
Bloque	2	18.229	9.115	1.384 N.S.	3.63	6.23
Error	16	105.358	6.585			
Total	26	251.745				

N. S. No significativo

C.V. = 19.001%

TABLA 15 Número total de plantas cosechadas de los surcos que se consideraron como parcela útil, y su análisis de varianza. Determinación de dosis óptima económica con fertilización nitrogenada y fosforada en el cultivo de maíz para la región de Marín, N. L. Ciclo tardío 1984

No.	Tratamientos	Repeticiones			\bar{X}
		I	II	III	
1	17.5 - 87.5 - 0	53	75	67	65.33
2	122.5 - 12.5 - 0	81	81	78	80.00
3	122.5 - 87.5 - 0	66	92	73	77.00
4	122.5 - 162.5 - 0	78	82	78	79.33
5	175.0 - 125.0 - 0	96	63	67	75.33
6	227.5 - 87.5 - 0	73	88	84	81.67
7	227.5 - 162.5 - 0	67	77	69	71.00
8	227.5 - 237.5 - 0	63	71	74	69.33
9	332.5 - 162.5 - 0	83	87	84	84.67

Análisis de Varianza

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F. Teórica	
					0.05	0.01
Tratamiento	8	956.963	119.620	1.418 N.S.	2.55	3.89
Bloque	2	196.074	98.037	1.162 N.S.	3.63	6.23
Error	16	1349.927	84.370			
Total	26	2502.964				

N.S. No Significativo

C.V. = 12.09%

TABLA 16 Número total de plantas de los tres surcos centrales de cada parcela experimental, y su análisis de varianza. Determinación de dosis óptima económica con fertilización nitrogenada y fosforada en el cultivo de maíz para la región de Marín, N. L. Ciclo tardío 1984.

No.	Tratamientos	Repeticiones			\bar{K}
		I	II	III	
1	17.5 - 87.5 - 0	73	92	87	84
2	122.5 - 12.5 - 0	118	129	102	116
3	122.5 - 87.5 - 0	118	125	98	114
4	122.5 - 162.5 - 0	103	116	97	105
5	175.0 - 125.0 - 0	126	87	96	103
6	227.5 - 87.5 - 0	105	118	116	113
7	227.5 - 162.5 - 0	89	102	101	93
8	227.5 - 237.5 - 0	88	101	99	96
9	332.5 - 162.5 - 0	108	112	107	109

Análisis de Varianza

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F. Teórica	
					0.05	0.01
Tratamiento	8	2587.407	323.426	2.681 *	2.59	3.89
Bloque	2	362.296	181.148	1.501 N.S	3.53	6.23
Error	16	1930.370	120.648			
Total	26					

N. S. No Significativo

* Significativo

C.V. = 10.54%

TABLA 17 Contenido de humedad (%) en el forraje cosechado, y su análisis de varianza. Determinación de dosis óptima - económica con fertilización nitrogenada y fosforada en el cultivo de maíz para la región de Marín, N. L. Ciclo tardío 1984.

No.	Tratamientos	Repeticiones			\bar{x}
		I	II	III	
1	17.5 - 87.5 - 0	42.90	41.66	30.00	38.19
2	122.5 - 12.5 - 0	55.60	44.40	42.85	47.62
3	122.5 - 87.5 - 0	33.33	60.00	53.30	48.88
4	122.5 -162.5 - 0	23.08	37.50	30.00	30.19
5	175.0 -125.0 - 0	57.10	37.50	42.85	45.82
6	227.5 - 87.5 - 0	44.40	50.00	44.44	46.28
7	227.5 -162.5 - 0	37.50	50.00	28.60	38.70
8	227.5 -237.5 - 0	50.00	62.50	42.90	51.80
9	332.5 -162.5 - 0	33.33	55.60	33.33	40.75

Análisis de Varianza

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F. Teórica	
					0.05	0.01
Tratamiento	8	1085.657	135.707	1.819 N.S	2.59	3.89
Bloque	2	481.112	240.556	3.230 N.S.	3.63	6.23
Error	16	1193.508	74.594			
Total	26					

N. S. No significativo

C.V. = 20.03%

TABLA 18 Número de mazorcas cosechadas de las plantas muestreadas como parcela útil, y su análisis de varianza. Determinación de dosis óptima económica con fertilización nitrogenada y fosforada en el cultivo de maíz para la región de Marín, N. L. Ciclo tardío 1984.

No.	Tratamientos	Repeticiones			\bar{X}
		I	II	III	
1	17.5 - 87.5 - 0	44	55	43	47.33
2	122.5 - 12.5 - 0	57	46	51	51.33
3	122.5 - 87.5 - 0	40	47	35	40.67
4	122.5 - 162.5 - 0	46	56	38	46.67
5	175.0 - 125.0 - 0	34	40	35	36.33
6	227.5 - 87.5 - 0	46	46	36	42.67
7	227.5 - 162.5 - 0	51	40	45	45.33
8	227.5 - 237.5 - 0	44	47	34	41.67
9	332.5 - 162.5 - 0	55	42	49	47.00

Análisis de Varianza

F.V.	G.L.	S.C.	C.M	F.C.	F. Teórica	
					0.05	0.01
Tratamiento	8	510.741	63.843	2.005 N.S.	2.59	3.89
Bloque	2	200.518	100.259	3.149 N.S.	3.63	6.23
Error	16	509.482	31.843			
Total	26	1220.741				

N.S. No significativo

C.V. = 12.67%

