

UNIVERSIDAD DE NUEVO LEON
FACULTAD DE AGRONOMIA



FERTILIZACION DE MAIZ DE RIEGO PARA
GRANO EN EL MUNICIPIO DE
ESCOBEDO, NUEVO LEON.

TESIS
JUAN CORRAL GARZA
1970

T

SB191

.M2

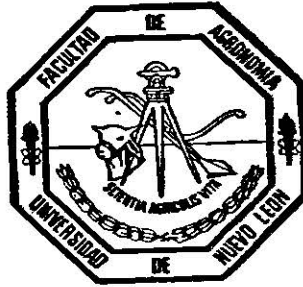
C6

C.1



1080061658

UNIVERSIDAD DE NUEVO LEON
FACULTAD DE AGRONOMIA



FERTILIZACION DE MAIZ DE RIEGO PARA GRANO EN
EL MUNICIPIO DE ESCOBEDO, NUEVO LEON.

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO
PRESENTA EL PASANTE
JUAN CORRAL GARZA

MONTERREY, N. L.

JULIO DE 1970

T
SB191
• H2
26

040.633
PA15
1970



Biblioteca Central
Magna Solidaridad

F. Tesis



A MIS PADRES:

SR. LAURO CORRAL GARCIA
SRA. CRISTINA GARZA DE CORRAL

Con veneración y respeto.

A MIS HERMANOS:

MA. MAGDALENA, LAURA ESTHELA,
ALFREDO, MA. ENRIQUETA, CRISTINA
GUADALUPE, LAURO y REYNALDO.

A MIS ABUELOS Y TIOS.

A MIS MAESTROS

A MIS COMPAÑEROS Y AMIGOS

A MI NOVIA

SRITA. JULIA ESTHELA GARZA DE HOYOS
Con todo cariño.

I N D I C E

	<u>PAGINA</u>
INTRODUCCION	1
LITERATURA REVISADA	2
MATERIALES Y METODOS	12
RESULTADOS Y DISCUSION	17
CONCLUSIONES	22
RESUMEN	23
BIBLIOGRAFIA	25
APENDICE "A"	27
APENDICE "B"	28

INDICE DE TABLAS Y FIGURA

<u>TABLA</u>		<u>PAGINA</u>
I	Propiedades físicas y químicas de los suelos donde se establecieron los experimentos	13
II	Rendimientos de grano de maíz en toneladas por hectáreas.....	18
 <u>FIGURA</u>		
1	Plano del diseño experimental utilizado. Distribución al azar de los tratamientos y dimensiones de las parcelas	15

INTRODUCCION

Siendo el maíz un cereal de consumo básico en nuestro país se está requiriendo la pronta utilización de nuevas técnicas, así como del perfeccionamiento y aplicación de las existentes; ya sean éstas inclinadas hacia el buen manejo del cultivo, un manejo mejor del suelo, creación de nuevas variedades o híbridos y algunas otras más que nos permitan obtener rendimientos mayores.

Siempre que se desee implantar un cultivo, se deberá tener la seguridad de que las plantas van a tener a su disponibilidad todos los nutrientes que ellas requieren para efectuar su perfecto desarrollo. Por lo general las plantas toman todo el carbono, hidrógeno y oxígeno del aire atmosférico y del agua, además de estos elementos, existen otros diez que son de vital importancia para la mayoría de los vegetales. Estos diez elementos son tomados en su totalidad de los sólidos del suelo, pero se tiene la desventaja de que la mayoría de los suelos agrícolas del mundo son deficientes en uno, dos o más de ellos lo cual ocasiona el tener rendimientos bajos en la mayoría de los cultivos.

En general la mayoría de los suelos de nuestra región son bajos en nitrógeno y medios en fósforo, esto aunado a la gran demanda del maíz por estos macroelementos, provoca que en la mayoría de los casos se tengan rendimientos muy bajos, resultando algunas veces incosteable su cultivo. Este experimento se planeó pensando en las posibilidades de aumentar los rendimientos de grano mediante la aplicación de fertilizantes químicos al suelo.

LITERATURA REVISADA

El maíz agota el suelo en forma considerable, siendo únicamente bajo un correcto abastecimiento de nutrientes cuando puede proporcionar rendimientos satisfactorios. Su rápido desarrollo — origina el que la planta presente ya en sus primeras fases de crecimiento una elevada demanda de nutrientes fácilmente aprovechables.

Según Long. citado por Jacob (8), una cosecha de 2,845 Kg. de maíz requiere 180 Kg. de Nitrógeno por hectárea, 62 Kg. de fósforo y 124 de potasio.

Estos resultados concuerdan muy bien con los de Soubies (8) quien reporta las siguientes cantidades extraídas por cada 50 Kg. de grano cosechado: 2.5 Kg. de nitrógeno, 1.0 Kg. de fósforo y 2.0 Kg. de potasio.

La aplicación de fertilizantes químicos a el suelo permite poner al alcance de las plantas muchos de los nutrientes que éstas requieren para su perfecto desarrollo. Estas aplicaciones de fertilizantes se ven afectadas en su aprovechabilidad por un gran número de factores, algunos de los cuales se describen a continuación.

Por ejemplo tras su aplicación, el amoníaco del sulfato de amonio es fácilmente fijado por el complejo coloidal de los sug los ácidos. Como todos los compuestos amoniacales, el nitrógeno —

del sulfato de amonio es resistente a la lixiviación y por esto, a igualdad de las demás condiciones, puede ser más conveniente que los nitratos en el momento de la siembra. Sin embargo, sucede que los suelos alcalinos de poca capacidad de intercambio de iones no pueden absorber y conservar el amoníaco, pues Jamett comprobó que el agua de avenamiento arrastra gran cantidad de amoníaco tras la aplicación del sulfato de amonio en los suelos alcalinos del Sudán (7).

Muchas de las veces las aplicaciones de compuestos nitrogenados y potásicos se ven afectados por el agua de percolación — originándose la lixiviación de los mismos. Algunos estudios realizados en estaciones experimentales han demostrado la pérdida considerable de nitratos que se producen con el agua de avenamiento. — La pérdida de sales amoniacales es escasa porque el ión amonio es fácilmente absorbido por los coloides del suelo y porque se oxida rápidamente a nitrato, la presencia de un cultivo en desarrollo es uno de los mejores métodos para reducir las pérdidas por lixivia—ción (9). Por lo que respecta al potasio se ha encontrado que una gran cantidad de este elemento se pierde con el agua de avenamiento, especialmente cuando se practican adiciones de estiércol o fertilizantes que contengan porcentajes relativamente altos de dicho elemento.

Los fertilizantes nitrogenados también sufren pérdidas — por volatilización en suelos cuya aereación es deficiente, como — ocurren el caso en que el volúmen de poros está lleno de agua. —

las bacterias anaerobias llegan a reducir los nitratos formando óxido nitroso e incluso nitrógeno que pasa a la atmósfera (11).

Las propiedades del suelo guardan estrechas relaciones mutuas, así se tiene que el efecto de la fertilización depende por un lado de el estado de fertilidad del suelo, en tanto que, por otra parte la fertilización correctamente dosificada contribuye esencialmente al aumento de la fertilidad del mismo. Esta fertilidad se ve afectada grandemente por el contenido de materia orgánica existente en el suelo, la cual además de ser una excelente mejoradora de las condiciones físicas del mismo, desempeña el papel de portadora y abastecedora de nutrientes (8).

El aprovechamiento y el efecto de muchos nutrientes vegetales, particularmente del fósforo, potasio y elementos menores, dependen ampliamente del pH prevaleciente en el suelo. La solubilidad del fósforo disminuye a un pH inferior a 6.5 o superior a 7.5, entre estos dos valores de solubilidad de este elemento es máxima. El problema planteado es que el hierro y el aluminio solo se encuentran en solución cuando el pH es muy bajo, y a este valor, la solubilidad del fósforo se ha reducido tanto que puede ser insolubilizado al combinarse con cualquiera de estos dos elementos. Por encima de 7.6 el calcio puede provocar su precipitación, si se tiene en cuenta que esta alcalinidad es debida la carbonato de calcio. Por encima de 8.5 el exceso de sales sódicas contribuye a causar la insolubilidad de estos elementos (11).

La rapidez de reversión del ácido fosfórico hidrosoluble del superfosfato depende de las características del suelo. Gahni e Islam (7) comprobaron que la fijación del superfosfato se producía de inmediato tras la mezcla de suelo y una solución de superfosfato.

El exceso de carbonato cálcico suprime la actividad del potasio y produce una relación en la disolución del suelo entre ambos cationes, solución alta en calcio es desfavorable. Por lo tanto, el intervalo de pH de 7.5 a 8.5 es inadecuado para el potasio. En un suelo con un pH superior a 8.5 la cantidad de potasio asimilable, es elevada (11).

El abastecimiento de agua y nutrientes son dos factores de crecimiento con vínculos muy estrechos. Desde el punto de vista de la planta, una fertilización en forma sólida puede ser efectiva únicamente cuando los nutrientes son disueltos por el agua, puesto que los vegetales los asimilan solamente de la fase líquida (3).

Además de ello, existe una relación cuantitativa entre el agua y la fertilización. Cada suelo, así como cada planta que dispone de una precipitación pluvial natural limitada, puede aprovechar solamente una cantidad de fertilizante equivalente a la cuantía de lluvia recibida. Toda cantidad de fertilizantes que exceda los límites correspondientes deja de tener valor, ya que la insuficiencia de agua impide la correcta absorción y translocación

de nutrientes por los vegetales, así como su utilización en el metabolismo de los mismos. Si la planta cuenta con posibilidades de ser irrigada será mayor la cantidad de nutrientes que puede utilizar, pero deberá tomarse en cuenta que excesos en el agua de riego pueden causar la pérdida de nutrientes por percolación. El relativo exceso de sodio en las aguas de riego dificulta con frecuencia la correcta utilización de los restantes nutrientes por la planta, especialmente de potasio.

El hecho de que un suelo no responda a una aplicación de fertilizantes no significa necesariamente que el mismo posea un elevado contenido de nutrientes. En un sinúmero de suelos altamente desprovistos de nutrientes es posible llegar a obtener una satisfactoria respuesta a la fertilización solo cuando las reservas nutritivas de los mismos han sido rellenadas una vez más mediante un abundante suministro de fertilizantes. Así se tiene por ejemplo, que en suelos con fuerte empobrecimiento de potasio es necesario realizar primeramente, y hasta cierto punto, una saturación con potasio de las micelas coloidales minerales, antes de que este elemento pueda ser puesto a disposición de las plantas en cantidades adecuadas. Esto mismo puede aplicarse al ácido fosfórico con respecto a su fijación como fosfato de hierro y de aluminio. En tales casos puede hablarse de suelos carentes de respuesta fertilizante (8).

En diferentes partes de la República Mexicana se ha experimentado con fertilizantes químicos aplicados al suelo, a continuación se mencionan algunos de ellos.

El Centro de Investigaciones Agrícola del Noroeste (4), realizó un trabajo en el que se emplearon tratamientos idénticos a los de este estudio, obteniéndose los siguientes resultados: Se encontró que la aplicación de 50 kilogramos de nitrógeno por hectárea produjo un incremento de maíz en mazorca de 648 Kilogramos por hectárea, al aplicar 100 kilogramos el incremento fue de 1,268 kilogramos y con 150 kilogramos los rendimientos se elevaron en 1,658 kilogramos. Estos resultados se obtuvieron al comparar el rendimiento de cada uno de los tratamientos con el del testigo. De la aplicación de 50 y 100 kilogramos se obtuvo respuesta significativa, no siendo así de la aplicación de 150 Kilogramos.

Las aplicaciones de 40 y 80 Kilogramos de fósforo por hectárea no elevaron el rendimiento, inclusive el tratamiento 100-80-0 mostró un descenso en el rendimiento de 243 kilogramos de maíz en mazorcas con respecto al tratamiento 100-0-0.

La aplicación de diferentes dosis de nitrógeno no variaron la altura de las plantas, aún cuando el vigor y color fue más notorio en las plantas de los tratamientos 100-40-0 y 150-40-0.

Laird citado por Cantú (6) reporta que en la región central de México se observó que en 177 ensayos en los cuales se determinó la respuesta del maíz al nitrógeno, al fósforo y al potasio, el 73.4% de los experimentos respondieron al nitrógeno, el 35.6% al fósforo y el 2.3% al potasio. El incremento promedio del rendimiento de maíz para 40 kilogramos de nitrógeno por hectárea

rea fue de 0.520 toneladas. Este mismo incremento para 40 kilogramos de fósforo por hectárea fue de 0.240 toneladas.

Las respuestas del maíz al nitrógeno se estudiaron en relación con 5 niveles de fertilización nitrogenada; 0, 20, 40, 60 y 80 kilogramos de nitrógeno por hectárea. Los incrementos promedios para las aplicaciones de dichos niveles de nitrógeno fueron: 0.710, 1.040, 1.390 y 1.410 toneladas por hectárea respectivamente.

En otros experimentos efectuados en México se demostró que el nitrógeno y el fósforo son elementos de los que generalmente carecen los suelos mexicanos para el máximo rendimiento del maíz. De 23 experimentos realizados en los Estados de Puebla, Tlaxcala, México, Morelos, Querétaro, Guanajuato y Jalisco, se encontró que en un 70% había necesidad de agregar nitrógeno para obtener rendimiento máximo. Se produjeron incrementos de 912 kilogramos de maíz por hectárea con 40 kilogramos de nitrógeno.

En el 22% de los experimentos, se encontró deficiencia de fósforo. En estos experimentos el incremento medio en rendimientos que se obtuvo de 40 kilogramos de fósforo por hectárea, fue de 1.026 kilogramos de maíz por hectárea.

En el año de 1958 se aumentó grandemente la superficie destinada al cultivo del maíz en la zona agrícola de Matamoros-Reynosa, Tamaulipas, intentándose elevar los bajos rendimientos obte-

nidos en este cultivo mediante la aplicación de fertilizantes químicos, pero sin lograr incrementos que fueron económicos.

En el año de 1960 el Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (1) inició un programa de investigaciones para determinar la causa o causas por las cuales los fertilizantes químicos no respondían favorablemente en los suelos de la Región Agrícola - de Matamoros-Reynosa, Tamaulipas.

En la primera fase de la investigación se establecieron dos experimentos en un suelo que se caracteriza por tener un espesor delgado, aproximadamente de 15 a 20 centímetros, ser compacto y de bajo contenido de materia orgánica, en los cuales se estudiaron cinco niveles de nitrógeno, cinco niveles de fósforo y cinco niveles de potasio en cantidades de 0 a 160 kilogramos por hectárea, con intervalos de 40 kilogramos por hectárea de cada nutriente. Los dos lotes experimentales eran iguales en cuanto a tratamientos fertilizantes, pero en uno de ellos se incorporó sorgo forrajero como abono verde en cantidades de 39 toneladas por hectárea.

Durante el año de 1960, en el lote experimental en donde no se incorporó abono verde al terreno, y el cual había descansado 18 meses no se presentaron repuestas a ninguno de los nutrientes ensayados, siendo el rendimiento promedio de este lote de 6.5 toneladas por hectárea de grano de maíz. En cuanto al fósforo se observó una tendencia de respuesta con una aplicación de 60 kilo-

gramos por hectárea. En el lote en que se incorporó el sorgo, las parcelas que no recibieron nitrógeno produjeron 5.6 toneladas por hectárea de grano, mientras que se obtuvieron 6.5 toneladas por hectárea mediante la aplicación de 60 kilogramos de nitrógeno por hectárea, siendo este incremento estadísticamente significativo.

Al año siguiente se repitió el mismo experimento, en el mismo sitio obteniéndose nuevamente el mismo tipo de respuesta antes mencionado.

En ninguno de los dos años de estudio se obtuvo respuesta alguna a la aplicación de potasio de 0 al 160 kilogramos por hectárea, y en cambio, se observó una tendencia aparente de los rendimientos a disminuir, conforme se aumentó la dosis aplicada de este elemento.

En un suelo con textura migajón-arenoso, de muy baja productividad localizada en la región de Valdeces, Tamaulipas, en el cual se sembró algodón y posteriormente maíz de tardío, y en donde el maíz temprano sembrado el siguiente año no recibió nitrógeno, se obtuvo solamente un rendimiento de 1.37 toneladas de grano por hectárea. En este sitio la aplicación de 120 kilogramos de nitrógeno por hectárea logró elevar el rendimiento hasta 4.5 toneladas por hectárea, y esta cantidad de nitrógeno resultó ser aún insuficiente para la obtención del máximo rendimiento unitario que fuere económicamente ventajoso.

En la región de la Luz, Tamaulipas, se efectuó otro expe

rimento en un suelo con textura arcillosa, en el que se sembró - - maíz temprano para luego sembrar sorgo forrajero e incorporarlo al terreno, siendo un total de 16.4 toneladas de abono verde por hectárea las utilidades para este fin; el maíz sin fertilización nitrogenada produjo 3.8 toneladas de grano por hectárea, y la aplicación de 40 kilogramos de nitrógeno por hectárea elevó los rendimientos hasta 4.5 toneladas por hectárea. En este suelo a partir del nivel de 40 kilogramos de nitrógeno por hectárea, ya no se observó ningún incremento adicional en el rendimiento unitario por hectárea.. En estos dos experimentos no se obtuvo respuesta a la aplicación de los fertilizantes fosfatados y potásicos.

De todos los experimentos realizados en la zona agrícola Matamoros-Reynosa, Tamaulipas, se puede deducir que la secuencia de cultivos sembrados y de manera especial la duración de los periodos de descanso entre cultivos, influye de una manera decisiva en el tipo de respuesta que se tenga a la aplicación de fertilizantes nitrogenados a los cultivos subsecuentes. A menos que existan condiciones de baja o muy baja productividad en un terreno dado, será poco probable que se obtengan respuestas económicamente ventajosas mediante la aplicación de fertilizantes nitrogenados. - cuando los terrenos agrícolas hayan estado en descanso seis o más meses consecutivos.

MATERIALES Y METODOS

El experimento fue realizado en terrenos del campo agrícola experimental de la Facultad de Agronomía de la Universidad de Nuevo León, encontrándose este localizado sobre la carretera Monterrey-General Escobedo, Nuevo León, siendo sus coordenadas geográficas $23^{\circ} 40'$ Latitud Norte y $99^{\circ} 10'$ Longitud Oeste y encontrándose a una altura de 427 metros sobre el nivel del mar.

El clima de la región es semi-árido con un ciclo de lluvias muy irregular, teniendo una precipitación pluvial que varía de 360 a 720 milímetros anuales y con una temperatura media anual de 21 a 24°C.

Mediante el presente estudio, se pretendió determinar la respuesta a la aplicación de fertilizantes en maíz de riego por lo que respecta a sus rendimientos de grano.

El experimento se efectuó durante los ciclos de temprano y tardío del año de 1969 en diferentes lotes. Antes de iniciar el experimento se procedió a muestrear el suelo a una profundidad de cero a treinta centímetros y el subsuelo de treinta a sesenta centímetros, analizando estas muestras por separado. Los resultados de este análisis se dan en la Tabla 1.

La textura se determinó por el método del Hidrómetro de Bayoucus; el pH mediante un potenciómetro, la materia orgánica por el método de Walkley y Black, el fósforo y el potasio por el método

Tabla 1.- Propiedades físicas y químicas de los suelos donde se establecieron los experimentos.

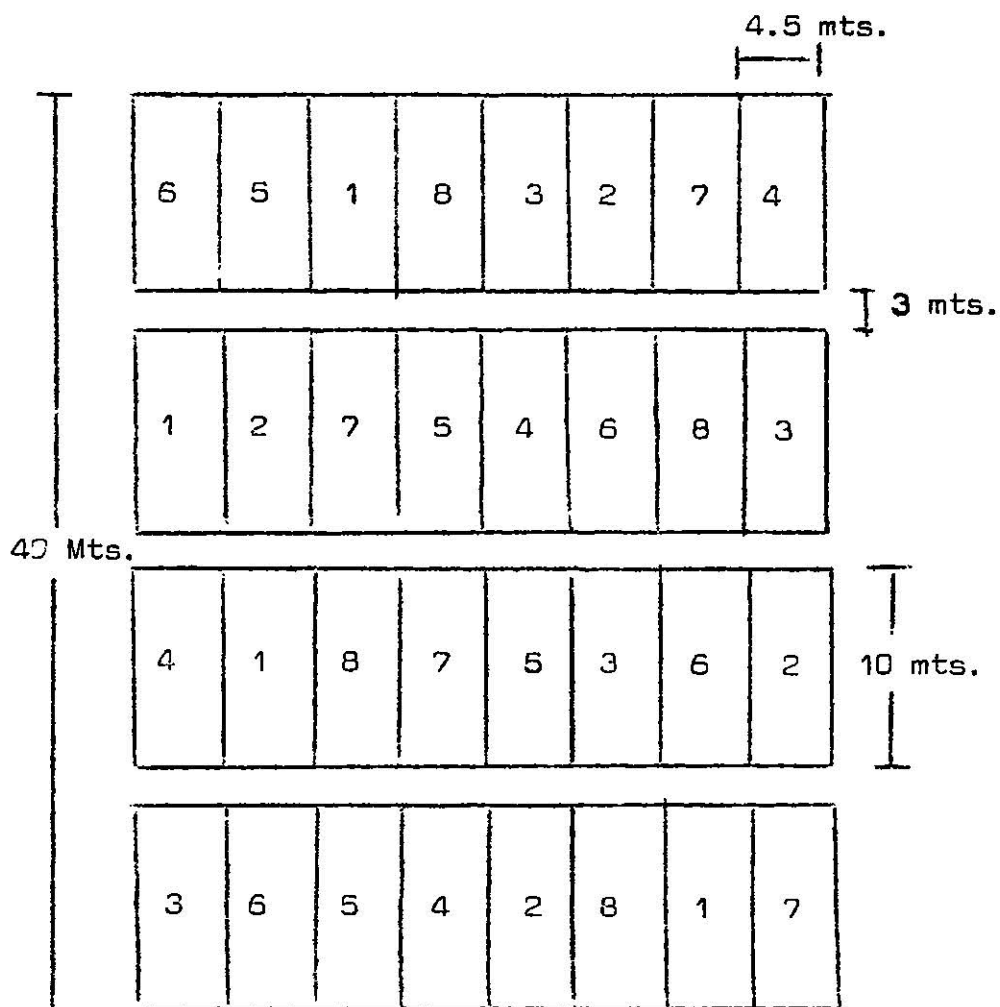
Textura %		pH	Materia Orgánica %	Nitrógeno total %	Fósforo Aprov Kg/Ha	Potasio Aprov Kg/Ha	Salas Solubles mmhos/cm
<u>CICLO TEMPRANO</u>							
0-30	Arena . 8.44 Limo 47.44 Arcilla 44.12	7.9	1.035	0.154	443	314	2.25
30-60	Arena 16.16 Limo 46.72 Arcilla 38.12	7.9	0.065	0.084	135	172	1.25
<u>CICLO TARDIO</u>							
0-30	Arena 21.04 Limo 33.00 Arcilla 45.56	8.00	2.070	0.140	242	415	3.3
30-60	Arena 18.04 Limo 33.00 Arcilla 48.96	8.10	0.690	0.101	132	106	3.0

de Walkey y Black, el fósforo y el potasio por el método de Pech y English, y las sales solubles por medio del Puente de Wheaststone.

El suelo del terreno donde se efectuó el experimento de el ciclo tempr no tenía una textura migajón ar illo limosa y el subsuelo el de una arcilla limosa; en el segundo ciclo tanto el suelo como el subsuelo eran arcillosos. El suelo y el subsuelo de los dos lotes tenían un pH mediante alcalino y un contenido medio de materia orgánica y nitrógeno. En ambos lotes el contenido de fósforo y potasio fue alto y sin problema de sales.

El diseño experimental empleado fue el de Bloques al azar con cuatro repeticiones. Se probaron cuatro niveles de nitrógeno, tres de fósforo y dos de potasio. Cada parcela estuvo formada por cinco surcos de diez metros de largo separados a noventa centímetros, tomándose como parcela útil ocho metros de cada uno de los tres surcos centrales, pues se eliminó un metro de cada extremo, dando un total de 21.6 metros cuadrados de parcela útil. En la figura No. 1 se incluye la distribución de las parcelas con los diferentes tratamientos y sus dimensiones.

La siembra de maíz se efectuó el día 25 de marzo para el ciclo de temprano, habiéndose resembrado el día 3 de abril; para tardío se sembró el día 18 de julio, en ambos casos se usó la variedad "NUEVO LEON SINTETICO PRECOZ", habiéndose dejado una planta a cada treinta y tres centímetros, dando una densidad de población de 32,400 plantas por hectárea.



Tratamientos

- | | |
|--------------|---------------|
| 1.- 0-0-0 | 5.- 150-40-0 |
| 2.- 0-40-0 | 6.- 100-0-0 |
| 3.- 50-40-0 | 7.- 100-80-0 |
| 4.- 100-40-0 | 8.- 100-40-40 |

Figura 1.- Plano del diseño experimental utilizado.
Distribución al azar de los tratamientos y dimensiones de las parcelas.

Como fuente de nitrógeno, fósforo y potasio, se utilizó sulfato de amonio, superfosfato simple y cloruro de potasio respectivamente; depositándose una tercera parte del nitrógeno, todo el fósforo y todo el potasio en el fondo del surco al momento de la siembra, y el nitrógeno restante sobre el bordo a un lado de las plantas cuando éstas tenían cinco hojas.

La primera aplicación de fertilizante en el ciclo de temprano se hizo el 25 de marzo y la segunda el 17 de mayo; en el ciclo de tardío la primera aplicación se hizo el 18 de julio y la segunda el 4 de septiembre.

La floración en el ciclo de temprano ocurrió el día 26 de mayo y se cosechó la mazorca el día 29 de julio; en el ciclo de tardío la fecha de floración fue el 10 de septiembre y se cosechó el día 4 de octubre, siendo de 105 días el ciclo total del cultivo en ambos casos.

RESULTADOS Y DISCUSION

Los rendimientos de maíz en grano obtenidos por parcela útil se dan a conocer en las tablas III y IV del apéndice. Estos datos fueron analizados estadísticamente y los análisis de varianza respectivos se incluyen en el apéndice. No se obtuvo respuesta significativa a las aplicaciones de fertilizantes en ninguno de los dos ciclos. También se hizo el análisis estadístico de las alturas finales pero se presentó el mismo resultado. Los rendimientos obtenidos en toneladas de grano por hectáreas son mostradas en la tabla II.

En el ciclo de temprano la aplicación de nitrógeno no benefició en nada los rendimientos. En cuanto a la aplicación de fósforo, la adición de 40 kilogramos de P_2O_5 aumentó el rendimiento en 482 kilogramos de grano no siendo esta diferencia significativa. La aplicación de potasio tampoco aumentó el rendimiento.

Durante este primer ciclo se efectuaron análisis foliares (2) de todos los tratamientos para determinar el contenido de nitrógeno, fósforo y potasio en las hojas durante varias etapas de desarrollo de las plantas. Mediante estos análisis se determinó que los diferentes elementos aplicados no fueron absorbidos por las plantas ya que no se encontraron diferencias significativas en el contenido en las hojas de los tres elementos mencionados de acuerdo con las aplicaciones hechas.

En el ciclo de tardío tampoco hubo respuesta significativa a la aplicación del fertilizante.

Tabla II.- Rendimiento de grano de maíz en toneladas por hectárea.

Tratamientos	Rend. en ton/ha.	
	Temprano	Tardío
(1) 0-0-0	2.282	1.472
(2) 0-40-0	2.812	1.649
(3) 50-40-0	2.577	1.605
(4) 100-40-0	2.866	1.379
(5) 150-40-0	2.545	1.752
(6) 100-0-0	2.384	1.525
(7) 100-80-0	2.075	1.680
(8) 100-40-40	2.612	1.501

La falta de aprovechamiento por la planta de los nutrientes aplicados, pudo deberse a diferentes motivos como insolubilización; pérdidas por evaporación, por lixiviación, etc.

El aprovechamiento del nitrógeno se pudo ver afectado por pérdidas de este elemento; las cuales son causados principalmente por lixiviación y volatilización del mismo. Las pérdidas por lixiviación en los suelos de poca capacidad de intercambio de iones, suelen ser muy graves, ya que estos suelos no pueden absor-

ber y conservar el amoníaco, pues Jamett comprobó que el agua de avenamiento arrastra gran cantidad de amoníaco en los suelos agrícolas del Sudán (7). Los fertilizantes nitrogenados también sufren pérdidas por volatilización en suelos cuya aereación es deficiente, como ocurre en el caso en que el volumen de poros está lleno de agua, en este caso las bacterias anaerobias llegan a reducir los nitratos formando óxido nitroso e incluso nitrógeno que pasa a la atmósfera. Steenbjerg citado por Nelson (10) reportó pérdidas de nitrógeno en forma de amoníaco cuando se hicieron aplicaciones superficiales de sulfato de amonio, llegando a ser éstas del 5% o menos a pH de 6 o más bajo, estas pérdidas aumentaron hasta el 60% a un pH de 8. De estos datos se puede deducir, que éste pudo haber sido uno de los motivos principales por los cuales el fertilizante no fue aprovechado por las plantas, ya que los suelos en los cuales se efectuaron los experimentos tenían un pH muy cercano al 8.

Para reducir las pérdidas de nitrógeno por volatilización, se puede recurrir a emplear otros compuestos fertilizantes cuando los suelos se encuentran bajo estas condiciones de alcalinidad. Martin y Champan aplicaron superficialmente hidróxido de amonio, sulfato de amonio y nitrato de amonio en un suelo arcilloso con pH de 8. En un periodo de 8. En un periodo de 70 días las pérdidas habían sido de 23 a 28% para los 2 primeros compuestos y del 11% para el nitrato de amonio (10).

Otra forma de evitar pérdidas de nitrógeno serían el dividir las aplicaciones de éste en un mayor número. Tomando en cuenta que el maíz toma un 40% del nitrógeno total requerido durante su ciclo antes de la floración (5), y un 50% durante el espigamiento y jilateo, se puede hacer esta división de las aplicaciones.

En el caso del fósforo no existen pérdidas por volatilización y las pérdidas por lixiviación son mínimas a no ser que se hagan aplicaciones excesivas de estiércol o fertilizantes que contengan porcentajes relativamente altos de dichos elementos, siendo solamente en este caso cuando se ve afectado por el agua de avenamiento, originándose su lixiviación. Pero en cambio en suelos que tienen un pH aproximado de 8 se produce la insolubilización de este elemento formándose compuestos que no pueden ser tomados por las plantas (11), pudiendo ser éste el motivo por el cual las plantas no respondieron a la aplicación de el fertilizante fosfatado, pues como ya se dijo antes los suelos en los cuales se efectuaron los experimentos tenían aproximadamente este pH.

La rapidez de reversión del ácido fosfórico hidrosoluble del superfosfato depende de las características del suelo. Gahni e Islam (7) comprobaron que la fijación del superfosfato se producía inmediatamente tras la mezcla del suelo y una solución de superfosfato.

La falta de respuesta de las plantas a la aplicación del

fertilizante potásico, es muy normal, puesto que la mayoría de los suelos de México son altos en este elemento encontrándose suficiente cantidad de él en la mayoría de los suelos para abastecer los requerimientos de la planta.

En el ciclo de temprano se presentó un ataque severo de gusano cortador, debido a ello se efectuó una resiembra y se dió un riego de auxilio. El tiempo transcurrido desde la siembra hasta la germinación de la resiembra fue de dos semanas, pudiendo haber influenciado esto la correcta utilización del fertilizante aplicado.

Durante los primeros 40 días del ciclo se presentaron continuos ataques de trips, causando debilitamiento de las plantas y un crecimiento retardado de las mismas, considerándose que el ataque del insecto tuvo cierto efecto en la absorción del fertilizante.

Los bajos rendimientos que se obtuvieron en el ciclo de tardío, al parecer estuvieron influenciados por una mala preparación del suelo, así como por las continuas lluvias que se acontecieron desde un poco antes de la segunda aplicación del fertilizante, hasta la maduración de la cosecha. Además parece ser que esta variedad no se adapta bien al ciclo de tardío.

CONCLUSIONES

De los resultados de este estudio se puede concluir lo siguiente:

- 1.- Tanto para el ciclo de temprano como para el ciclo de tardío, los rendimientos de maíz en grano de los diferentes tratamientos de fertilización no mostraron diferencias estadísticamente significativas.
- 2.- La no respuesta a las aplicaciones de nitrógeno, fósforo y potasio, se considera que fue debida a la reducida absorción -- por las plantas de los elementos mencionados, habiendo sido es to revelado por los análisis foliares efectuados en un estudio complementario.
- 3.- La poca aprovechabilidad de los nutrientes aplicados al suelo se considera que fue debida a pérdidas de diferentes tipos o a insolubilizaciones causadas por las propias características de los suelos.
- 4.- Se sugiere que se haga estudios para encontrar medios para lograr una mayor eficiencia de los fertilizantes en este tipo de suelos, tales como probar diferentes materiales, formas y épocas de aplicación.

RESUMEN

Tomando en cuenta que la mayoría de los suelos de la región son bajos en nitrógeno y medios en fósforo, lo que origina -- bajos rendimientos de maíz por hectárea, durante los ciclos de temperamento y tardío del año 1969 en el campo agrícola experimental de la Facultad de Agronomía de la Universidad de Nuevo León, se -- llevó a cabo una prueba con fertilizantes químicos al suelo pensando en aumentar los rendimientos de este cultivo.

El diseño experimental empleado fue el de Bloques al -- azar con cuatro repeticiones. Se probaron cuatro niveles de nitrógeno 0, 50, 100 y 150 kilogramos por hectárea, tres niveles de fósforo 0, 40 y 80 kilogramos por hectárea y dos de potasio 0 y 40 kilogramos por hectárea. La semilla empleada fue la variedad "NUEVO LEON SINTETICO PRECOZ".

Tanto para el ciclo de temprano como para el tardío, los rendimientos de maíz en grano de los diferentes tratamientos no -- mostraron diferencias estadísticamente significativas.

La no respuesta a las aplicaciones de nitrógeno, fósforo y potasio, se considera que fue deida a la reducida absorción por las plantas de los elementos mencionados habiendo sido esto revelado por los análisis foliares efectuados en un estudio completa--rio.

La poca aprovechabilidad de los materiales, aplicados --

al suelo se consideran que fueron debidas a pérdidas de diferentes tipos, o a insolubilizaciones causadas por las propias características de los suelos.

BIBLIOGRAFIA

- 1.- Alarcón C., J.E., R. Maciel R., Moreno D. 1965. Estudios efectuados para determinar las mejores prácticas de fertilización de maíz temprano de riego en la región de Matamoros-Reynosa, Tamaulipas. Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo. Boletín técnico No. 2, Vol. II.
- 2.- Alvarez Luna, M. Elvira. 1970. Estudio preliminar para el uso del análisis foliar en el cultivo del maíz. Facultad de Agronomía, Universidad de Nuevo León. Tesis no publicada.
- 3.- Anónimo. 1968. Manual de fertilizantes. Centro Regional de ayuda Técnica, Agencia para el Desarrollo Internacional. (AID), México. 1a. Edición. pp. 187 y 188.
- 4.- _____ . Informe 1967-1968. Centro de Investigaciones Agrícolas del Noroeste. p. 174.
- 5.- _____ . Períodos críticos en la nutrición del maíz. - Servicio Técnico Agronómico de Fertilizantes del Istmo, S.A., Boletín de Información General No. 5.
- 6.- Cantú A., D. C. 1955. Densidad de siembra y aplicación de fertilizantes en maíz. Escuela de Agricultura y Ganadería, I.T.E.S.M., Tesis no publicada.

- 7.- Collings H., G. 1958. Fertilizantes comerciales. 1a. Edición. Salvat Editores, S. A., pp. 69 y 241.
- 8.- Jacob, A. y H. Von U. 1964. Fertilización. 2a. Edición en español. H. Veerman & Zonen. Holanda, pp. 80, 81 y 125.
- 9.- Millar E., C. 1964. Fertilidad del suelo. 1a. Edición. Salvat Editores, S.A. pp. 168, 169 y 201.
- 10.- Nelson B., L. 1968. Changing patterns in fertilizer use. Soil Science Society of América. Inc. p. 36.
- 11.- Thompson N., L. 1962. El suelo y su fertilidad. 1a. Edición. Editorial Reverte, S. A. pp. 166 y 167.

APENDICE "A"

Tabla III.- Rendimientos de Maíz en Grano del ciclo de temperatura No. en Kilogramos por parcela útil y su análisis de — varianza.

Tratamientos	I	II	III	IV
(1) 0-0-0	4.380	3.980	5.030	6.330
(2) 0-40-0	5.510	4.430	7.430	6.530
(3) 50-40-0	5.330	5.980	5.230	5.730
(4) 100-40-0	5.230	6.830	5.530	7.180
(5) 150-40-0	4.255	5.730	5.476*	6.530
(6) 100-0-0	5.230	3.005	5.730	6.630
(7) 100-80-0	4.430	3.930	4.451*	5.080
(8) 100-40-40	5.780	5.780	4.030	6.580

*Parcela pérdida calculada

ANALISIS DE VARIANZA

Causas	GL	SC	CM	F
Tratamiento	7	9.2423	1.3203	1.7078 NS.
Rep.	3	12,0830	4.0277	5.2096
Error	19	14.6801	0.7731	
Total	29	36.0144		

APENDICE "B"

Tabla IV.- Rendimientos de Maíz en Grano tardío en Kilogramos por parcela útil y su análisis de varianza.

Tratamientos	I	II	III	IV
(1) 0-0-0	4.330	1.530	3.330	3.130
(2) 0-40-0	4.130	3.730	3.630	2.560
(3) 50-40-0	3.830	3.030	3.280	3.730
(4) 100-40-0	3.530	2.930	3.030	2.430
(5) 150-40-0	6.130	3.330	2.650	3.030
(6) 100-0-0	3.830	3.080	3.730	2.530
(7) 100-80-0	4.730	2.730	3.330	3.730
(8) 100-40-40	2.730	3.180	2.530	4.130

ANALISIS DE VARIANZA

Causas	GL	SC	CM	F
Trat.	7	1.9120	0.2731	0.5368 NS
Rep.	3	6.5562	2.1854	4.2960
Error	21	10.6834	0.5087	
Total	31	19.1516		

