

UNIVERSIDAD AUTONOMA
DE NUEVO LEON

FACULTAD DE AGRONOMIA



INFLUENCIA DE LA FERTILIZACION SOBRE EL
RENDIMIENTO Y CONTENIDO DE PROTEINA EN MAIZ
(Zea mays L.) BAJO RIEGO EN EL MUNICIPIO
DE APODACA, NUEVO LEON

T E S I S

JORGE LUIS ALMAGUER GARZA

1974

T

SB1

.M2

A45

C.1



1080060758

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE AGRONOMIA



INFLUENCIA DE LA FERTILIZACION SOBRE EL RENDIMIENTO Y
CONTENIDO DE PROTEINA EN MAIZ (Zea mays L.) BAJO
RIEGO EN EL MUNICIPIO DE APODACA, NUEVO LEON

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO
PRESENTA EL PASANTE
JORGE LUIS ALMAGUER GARZA

MONTERREY, N.L.

JULIO DE 1974

T
SBL91
M2
A45

Biblioteca UANL

T
 Num. Clas. 633.15
 Num. Autor A 675310
 Num. Adg. 073800
 Procedencia
 Precio
 Fecha NOV. 1974
 Clasificac. *Amis*
 Catálogo

Biblioteca

Biblioteca UANL


 Biblioteca Central
 Maana Solidaridad
 F. Tesis


 BU Raúl Rangel Frías
 UANL
 FONDO
 TESIS LICENCIATURA

040 633
 FA 1
 1974
 025

DEDICO ESTA TESIS:

A MIS PADRES

SR. FELIX ALMAGUER GARZA

SRA. MARIA L. GARZA DE ALMAGUER

*Que con sacrificios y buenos -
consejos, supieron guiarme y -
alentarme para llegar a la cul-
minación de mi Carrera.*



A MIS HERMANOS

LAURA NELLY, NORA ELVA,

FELIX, MARIA GPE, GERARDO NOE,

IRELIA, MARIVEL.

Biblioteca Agronomía UANL

AL ING. AGR. GILDARDO CARMONA RUIZ, M.C.,
Por su valiosa ayuda y acertadas orienta-
ciones técnicas para la realización de
este estudio.

A MIS MAESTROS, COMPANEROS
Y AMIGOS.

I N D I C E

INDICE DE TABLAS Y FIGURAS.....	V
INTRODUCCION.....	1
REVISION DE LITERATURA.....	3
MATERIALES Y METODOS.....	24
RESULTADOS Y DISCUSION.....	32
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	36
RESUMEN.....	38
BIBLIOGRAFIA.....	41
APENDICE.....	47

INDICE DE TABLAS Y FIGURAS

TABLA No.		PAGINA
1	Precipitación total y temperatura media, registradas durante el período del experimento, Estación Climatológica Apodaca (S.R.H.).....	24
2	Propiedades físicas y químicas del suelo y subsuelo donde se desarrolló el experimento.....	26
3	Lista de tratamientos utilizados a base de nitrógeno y fósforo en el experimento.	27
4	Relación entre el número de riegos, etapa de crecimiento del cultivo y, fecha de aplicación.....	31
5	Rendimiento promedio de maíz en mazorca y, porcentaje de proteína en el grano para cada tratamiento.....	32
6	Rendimiento de maíz en mazorca, en Kgs. por parcela útil obtenidos en el experimento.....	47
7	Análisis de varianza, en la producción de maíz en mazorca.....	47
FIGURA No.		
1	Plano del diseño experimental usado, distribución al azar de los tratamientos y dimensiones de las parcelas.....	29

INTRODUCCION

En muchos países del mundo se ha dejado sentir la escasez de productos agrícolas y una alza de su precio. Este es un fenómeno que durante los últimos años se fue haciendo cada vez más y más evidente, hasta alcanzar su clímax en la época actual.

Si se observan con detalle los censos agrícolas de México por ejemplo, puede verse que el incremento en la producción agrícola no ha sido muy grande, y en cambio el número de nuestra población humana si ha mostrado una alza dramática. En conclusión es que tenemos casi la misma producción, para un mayor número de gentes, lo que establece un desequilibrio, el cual se traduce en hambre y desnutrición.

La agricultura, sigue siendo el principal sector productor de alimentos, aun en nuestro mundo altamente industrializado y de ella depende la vida de la humanidad, de aquí que se le deba poner especial atención para lograr -- los máximos rendimientos posibles, por unidad de superficie a través del mayor uso de insumos agrícolas, en especial fertilizantes químicos.

En cierto modo la ciencia de la fertilización de la -

tierra, persigue los mismos fines que la ciencia de la nutrición, la primera trata de mejorar la nutrición de las plantas y, la segunda la del hombre. De tal manera que la cantidad de fertilizante que se aplique, además de influir en el rendimiento, afecta en un cierto grado la composición química de los vegetales.

El objetivo de este trabajo fue el de evaluar la influencia de la fertilización a base de nitrógeno y fósforo, sobre el rendimiento y contenido de proteína, en maíz (Zea mays L.) bajo riego en el municipio de Apodaca, Nuevo León; ya que este cereal es de suma importancia, por ser básico en la alimentación de nuestro pueblo desde la época prehispánica.

REVISION DE LITERATURA

El cultivo del Maíz en México

La forma como se utiliza la tierra de cultivo en nuestro país, se caracteriza por su fuerte concentración de -- cultivos alimenticios. Casi el 80% de la superficie total cosechada se encuentra sembrada con plantas alimenticias, solo el maíz representa más del 50%. Es el cereal básico de la alimentación del pueblo mexicano desde la época prehispánica, en razón de ello se cultiva en todo el país y, sus áreas de siembra son las más extensas (17).

El maíz agota el suelo en forma considerable, siendo unicamente 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 (14).

El rendimiento medio por hectárea cosechada de maíz - en la república es de 965 Kgs./Ha. Y se aprecia bajo si - se compara con el de otros países, pues en Estados Unidos de América, Italia, y Egipto, es superior a 2500 Kgs./Ha. Las causas de este escaso rendimiento se encuentran en: las condiciones del clima, baja calidad de la tierra gene-

ralmente empobrecida por la erosión y en la deficiente técnica empleada en el cultivo (17).

Requerimientos Alimenticios del Maíz

Una planta deberá contener una concentración suficiente de cada uno de los elementos nutritivos para mantener un nivel óptimo de crecimiento, para poder producir buenas cosechas, esta concentración depende de las funciones que dicho elemento desempeñe en la fisiología del vegetal (21).

La mayoría de las plantas elaboran sus alimentos de la misma manera, sin embargo dependiendo de las especies existentes determinados períodos en que requieren de ellos en mayor cantidad o sean los períodos críticos en las plantas, por lo tanto la absorción de los elementos nutritivos aumentan en esos períodos (1).

Sprague (26) en 1955 muestra estudios hechos por Sayre y otros, referentes a la absorción y acumulación de nutrientes por la planta de maíz, aseguran que durante el gran período de desarrollo que comprende cuatro semanas comenzando cuando la planta, tiene de 50 a 60 cms. de altura y terminando al espigrar ésta, la planta alcanza una acumulación diaria de nitrógeno mayor de 4.5 Kgs./Ha. Indicando esto la importancia que tiene un aporte suficiente de

nutrientes durante este período. Después de dicho período, la absorción de nitrógeno fue decreciendo paulatinamente, mientras que el fósforo presentó una absorción durante todo el ciclo de desarrollo. Respecto a las zonas de acumulación de los nutrientes, concluyen que la mayor parte del nitrógeno y fósforo se encuentran en el grano. Por otra parte según este autor las cantidades extraídas por las mazorca, rastrojo y raíces en una hectárea de maíz, que tenga rendimientos de 6,250 Kgs./Ha. de grano son de: 160 a 215 Kgs. de nitrógeno por Ha. 45 a 80 Kgs. de fósforo por Ha. y 90 a 175 Kgs. de potasio por Ha.

Scorbies y Gardet (25) en sus trabajos realizados en 1953 determinaron que las necesidades de nitrógeno para -- una cosecha de maíz y la cantidad extraída por esta, no -- tienen significación precisa si no se refieren a un contenido dado en proteínas. Agregan que para maíz conteniendo 11% de proteínas, se admiten valores medios de necesidades totales en la planta de: 55 Kgs. de nitrógeno, 22 Kgs. de fósforo y, de 33 a 44 Kgs. de potasio, por tonelada de grano.

Según Long citado por Jacob (14) una cosecha de 2,845 Kgs. de maíz requiere: 180 Kgs. de nitrógeno, 62 Kgs. de fósforo y, 124 Kgs. de potasio, por hectárea.

Necesidad de Fertilizar Maíz en México

Esta necesidad estriba principalmente en que la mayoría de nuestros suelos, en cuanto a contenido de los elementos primarios como son: Nitrógeno y Fósforo, que son necesarios para el desarrollo de las plantas se concideran como deficientes. Las prácticas de explotación de nuestros suelos, desde épocas muy remotas, han acelerado su agotamiento y nada se había hecho, hasta hace unos cuantos años, por restituir los elementos perdidos, ya que las prácticas de fertilización, son relativamente nuevas en nuestro país (17).

La aplicación de fertilizantes químicos al suelo permite poner al alcance de las plantas muchos de los nutrientes, que estas requieren para su desarrollo. Aunque todos los elementos requeridos para el desarrollo, menos uno, esten presentes en las cantidades suficientes para dar un rendimiento máximo, el faltante de ese uno mantendrá el rendimiento abajo del máximo, y el sobrante de los demás elementos se desperdiciará o, cuando menos no será usado eficazmente. Una vez que sabemos que elemento falta, y proporcionamos la cantidad necesaria del mismo, podemos lograr un considerable aumento en el rendimiento. De esta manera, una pequeñísima inversión en el elemento que falta

puede provocar un aumento de las utilidades sobre la mucho mayor inversión ya hecha en todos los demás elementos (28).

Diversas investigaciones han demostrado que una ferti-lización adecuada, produce un aumento en los rendimientos y en muchos casos mejora la calidad de los productos (4).

Factores que Afectan las Aplicaciones de Fertilizantes

La aplicación de fertilizantes químicos al suelo permite poner al alcance de las plantas muchos de los nutrien-tes, que éstas requieren para su desarrollo, éstas aplicaciones de fertilizantes se ven afectados en su aprovecha--bilidad por un gran número de factores, tales como: pH, --textura, contenido de materia orgánica, contenido de humedad del suelo, Etc. (18).

Las propiedades del suelo guardan estrechas relacio--nes 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 ferti-lidad del mismo. Esta fertilidad se ve afectada grandemen--te 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 (14).

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).

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 sin número 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 satisfechas 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 de potasio de los coloides 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 aluminio. En tales casos puede hablarse de suelos carentes de respuesta fertilizantes (14).

Laird (15) en un estudio efectuado en la parte central de México en 1954, concluye que cuando las condiciones de humedad son más bien deficientes, hay una declinación en el aprovechamiento de nitrógeno por la planta, trayendo por consecuencia una disminución en el rendimiento.

Muchas de las veces las aplicaciones de compuestos nitrógenados 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 en el agua de avenamiento. La pérdida de sales amoniacaes es escasa porque el ión amonio es fácilmente adsorbido 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 lixiviación (18).

Los fertilizantes nitrogenados también sufren pérdidas por volatilización, en suelos cuya areación es deficiente, como en el caso en que el volumen 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 (29).

El aprovechamiento y el efecto de muchos nutrientes - vegetales, particularmente del fósforo 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 al carbonato de calcio. Por encima de 8.5 el exceso de sales sódicas contribuye a causar la insolubilidad de este (29).

El proceso mediante el cual el fósforo pasa a formas no aprovechables por las plantas es conocido con el nombre de fijación de fósforo, los principales factores que afectan este proceso en los suelos son: tipo de arcilla, pH, contenido de calcio, materia orgánica, y presencia de óxidos libres de hierro y aluminio (30). Entre las más importantes reacciones causantes de este fenómeno se anotan las siguientes: precipitación del ión fosfato por combinación con otros iones presentes en la solución de suelo; reacciones del ión fosfato con las partículas de suelo tales como

arcillas y óxidos hidratados de fierro y aluminio.

Russell (24) hablando en 1954 sobre el fósforo dice - que las plantas lo absorben del suelo posiblemente, solo - como iones $H_2PO_4^-$ y que en suelos alcalinos la proporción - de estos iones solubles es muy pequeña sobre todo si el - pH es más alto de 8. Agrega que en experimentos efectua-- dos en Inglaterra se mostró que un exceso de fosfato sobre la cantidad requerida por la cosecha, esta disminuye en -- rendimientos, y ha sido atribuido a la aceleración del pro-- ceso de maduración, lo cual trae por consecuencia una redu-- cción del desarrollo vegetativo.

Collings (9) en 1955 recopilando estudios de varios - autores dice que el fósforo presenta problemas de absor-- ción debidos a efectos residuales y que mientras más alto es el pH, la cantidad relativa de fósforo absorbida por -- las plantas es menor. Estos efectos se deben al fenómeno reversión a compuestos insolubles. El superfosfato en sue-- los que contienen altas cantidades de calcio presenta una reversión rápida del fosfato dicálcico y, más lenta del mo-- nocálcico al tricálcico insoluble. Se cree también que de-- bido a un poder de movilidad más grande, al estar en con-- tacto con el agua, su reversión se acentua cuando los sue-- los son alcalinos. Dicha reversión puede depender también

del tiempo de contacto con el suelo, su contenido de arcillas y la composición mineralógica de éste.

Funciones del Nitrógeno en las Plantas

El nitrógeno forma parte de las proteínas, muchas de las cuales están formando a las enzimas, otras a las nucleoproteínas, algunas de estas están presentes en cromosomas. Por lo tanto las proteínas sirven como catalisis y directoras del metabolismo. Además de la función del nitrógeno en las proteínas, también es componente de los pigmentos de clorofila que dan a la planta su color verde, la clorofila es necesaria para el proceso de la fotosíntesis, por lo que el nitrógeno es esencial para que este fenómeno se lleve a cabo. El nitrógeno también se encuentra en hormonas, las cuales son sustancias orgánicas que ejercen importantes efectos que regulan el metabolismo cuando están presentes en cantidades minúsculas (7).

El nitrógeno además estimula el crecimiento, imparte el color verde al follaje, controla la asimilación de otros elementos como: fósforo, potasio, calcio, etc. Retarda el proceso de maduración, incrementa grasas y proteínas, produce succulencia en los tejidos vegetales (12).

Funciones del Fósforo en las Plantas

El fósforo es esencial para la fotosíntesis y la respiración, para la división celular y para las transformaciones azúcar-almidón en las plantas. En la fotosíntesis y en la respiración, los compuestos que contienen enlaces de fosfatos ricos en energía son necesarios para la transformación de la energía en estas reacciones, en la división celular los compuestos contienen fósforo; las nucleoproteínas, son necesarias para la formación del núcleo y, en las transformaciones azúcar-almidón, la enzima llamada invertasa contiene fósforo [12].

El fósforo es necesario para un buen contenido de almidón en las semillas, granos, tubérculos y, otras partes de las plantas. También forma parte de ciertos aminoácidos, esta forma fosfato porta proteínas, los nuevos crecimientos dependen de estas proteínas, así como la formación de semillas, además es esencial para la germinación y desarrollo de plantas jóvenes [27].

El fósforo forma en la planta compuestos orgánicos como la lectina, fitina, y ácidos nucleicos. De igual manera influye grandemente en la producción de proteínas [30].

Los requerimientos de fósforo en las plantas representen

tan a veces un factor limitante en determinados períodos - como: floración y fructificación, además es un medio de equilibrio de la acción del nitrógeno que tiende a acelerar el crecimiento y, a retardar la maduración de la planta, - influye de igual forma en el desarrollo radicular por lo - cual se recomienda en el caso del malz, hacer las aplica- ciones al momento de la siembra para obtener una buena germinación, y un buen sistema radicular fuerte para el soste- nimiento de la planta (20).

Síntomas de Deficiencia de Nitrógeno

Wallace (31) menciona que una deficiencia de nitróge- no puede ser reconocida por un parcial o completo secamien- to de las hojas de abajo en la planta de malz, y un color verde amarillento. Cuando hay deficiencia lo primero que viene es un color verde claro, el cual va cambiando a ama- rillento y las hojas inferiores comienzan a quemarse, co- menzando por las puntas, siguiendo el centro y bordes; Es- te tipo de daño está comunmente asociado con tiempo seco, pero actualmente este es un signo peligroso que indica que la aplicación de nitrógeno es inadecuada para las necesida- des de la planta. Esta asociación con tiempo seco es debi- do a que los nitratos son enteramente solubles y durante - la seca, la evaporación excede a la lluvia, y el movimien-

to del agua en el suelo es hacia arriba, lo cual resulta - en una concentración de nitratos en la superficie del suelo, fuera del alcance de las raíces. Las plantas pueden - ser deficientes en nitrógeno, sin que haya evidencia vi- - sual de síntomas de deficiencia en las hojas, a esto se le conoce con el nombre de hambre oculta.

Síntomas de Deficiencia de Fósforo

El fósforo es tan indispensable para las plantas como el nitrógeno, si el fósforo no se encuentra en cantidad su ficiente, las plantas quedan enanas y, tienden a adquirir una coloración rojiza sus: tallos, peciolo y, hojas. Esta pérdida de coloración nos indica una acumulación de azú cares no asimilables que son constituyentes esenciales de pigmentos vegetales (5).

Los síntomas de deficiencia de fósforo no son tan fre cu entes como los de nitrógeno, una deficiencia de fósforo se caracteriza por un retardo en el crecimiento y madurez tardía, las hojas de plantas en estado vegetativo muestran áreas rojizas o púrpureas en vez del deseable verde obscuro (12).

Respuesta del Maíz a la Fertilización
con Nitrógeno y Fósforo

La cantidad de nitrógeno que produce los mejores rendimientos depende de: los antecedentes del terreno, el manejo a que se sometió y la oportunidad en la aplicación de los riegos. No se ha observado respuesta a fertilización nitrogenada en terrenos en que años anteriores se han sobre fertilizado (8).

En México en experimentos realizados en diferentes localidades, se han encontrado buenas respuestas en rendimiento, en pruebas hechas con fertilizantes nitrogenados en maíz. Laird y otros determinaron la respuesta del maíz, al nitrógeno, al fósforo y al potasio. Y reportaron que de 177 ensayos, el 73.4% de los ensayos respondieron al nitrógeno, y el 35.6% al fósforo (15).

Alvarez (1) en 1969 realizó un trabajo cuyo objeto era determinación de los porcentajes de: nitrógeno, fósforo y potasio; contenidos en las hojas de maíz, muestreadas a diferentes etapas de su ciclo vegetativo y establecer la relación existente con las aplicaciones al suelo de diferentes cantidades de estos elementos, obtuvo que en ninguna de las fechas de muestreo se lograron aumentos significativos en el contenido de nitrógeno en las hojas, en rela

ción con los niveles de nitrógeno aplicados al suelo; el fósforo y el potasio aplicados al suelo presentaron un ligero aumento en el primero y segundo muestreo sin ser significativo. En conclusión las aplicaciones de: nitrógeno, fósforo y potasio al suelo no tuvieron efecto significativo en los rendimientos del maíz.

Ochoa (19) reporta que en un trabajo de fertilización en maíz en el estado de Hidalgo, en donde se probaron niveles de nitrógeno, fósforo y potasio; se tuvieron incrementos hasta de 5,586 Kgs./Ha. en comparación con el testigo. Aquí se utilizó semilla de maíz híbrido y el suelo era sumamente deficiente en nutrientes, ya que estaba sujeto al monocultivo del maíz.

En el valle del Yaqui, el Centro de Investigaciones Agrícolas del Noroeste (23) realizó varios trabajos sobre fertilización en maíz, entre agricultores. Se probaron 10 tratamientos, con 6 niveles de nitrógeno (0, 40, 80, 120, 160, 200 Kgs./Ha.) y 3 niveles de fósforo (0, 40, 80 Kgs./Ha.). Los rendimientos que se obtuvieron fueron muy irregulares, pero en todos quedó demostrado que el uso de fertilizantes químicos aumentaba el rendimiento; de dicho trabajo se estableció que para esta zona la fertilización de maíz debería de hacerse en la dosis de 160 Kgs. de nitrógeno por hectárea y en lo referente a fósforo no se encontró res-

puesta.

El centro de Investigaciones Agrícolas del Noroeste, citado por Corral (10), reporta que se probaron 8 tratamientos para fertilizar maíz, con 4 niveles de nitrógeno (0, 50, 100, 150 Kgs./Ha.) y 3 niveles de fósforo (0, 40, 80 Kgs./Ha.), así como también se incluyeron 2 niveles de potasio (0, 40 Kgs./Ha.). Dando los siguientes resultados: - la aplicación de 50 Kgs. de nitrógeno por Ha. produjo un rendimiento en maíz en mazorca de 648 Kgs./Ha. Con 100 Kgs. de nitrógeno por Ha. se incrementó el rendimiento de 1268 Kgs./Ha. Y con 150 Kgs. de nitrógeno por Ha. se elevó el rendimiento en 1658 Kgs./Ha. Todos estos resultados se obtuvieron al comparar el rendimiento de cada uno de los tratamientos con el testigo. Las aplicaciones de 40 y 80 Kgs. de fósforo por Ha. no elevaron el rendimiento, inclusive el tratamiento 100 - 80 - 0 mostró un descenso en el rendimiento, con respecto al 100 - 0 - 0.

En varios trabajos sobre fertilización, realizados en varios estados se demostró que el nitrógeno y el fósforo son elementos de los que generalmente carecen los suelos mexicanos. De 23 trabajos realizados en fertilización en maíz en los siguientes estados: Puebla, Tlaxcala, México, Morelos, Queretaro, Guadalajara y Jalisco. Se encontró --

que un 70% de los trabajos había necesidad de agregar nitrógeno para obtener el rendimiento máximo; se produjeron incrementos de 912 Kgs. de maíz por Ha. con la aplicación de 40 Kgs. de nitrógeno por Ha. Y el 22% de los trabajos se encontró deficiencia de fósforo, se produjeron incrementos de 1,026 Kgs. de maíz por Ha. con la aplicación de 40 Kgs. de fósforo por Ha. (15).

Influencia de la fertilización sobre el contenido de proteína

Como el maíz es un alimento de alto contenido de energía, pero pobre en proteínas, se ha prestado atención a la posibilidad de aumentar su contenido de proteínas y aceite como medio de mejorar su valor nutritivo (22).

El maíz, es inestable en el contenido de proteínas ya que está relacionado con: la variedad y una adecuada fertilización al suelo, pero guiándose por la tabla de valores alimenticios siempre varía de 7 a 11% de proteína, tanto para maíz con endospermo blanco o amarillo (22).

Krants citado por Millar (18) hizo un estudio para encontrar la respuesta del maíz a la aplicación de nitrógeno en suelos deficientes de nitrógeno. Encontró un incremento en el contenido de más de un 3% en gran número de casos.

Sin embargo el contenido de proteína del grano no fué aumentado cuando un incremento grande de producción ocurría.

Genter [13] en sus experimentos publicados en 1956, sobre la influencia de varios factores en el contenido de proteínas, en maíces híbridos, demostró que las condiciones locales tienen una influencia más marcada, que la densidad de siembra y la fertilización nitrogenada, las cuales afectaron significativamente el contenido de proteínas en 7 híbridos cultivados en 8 localidades diferentes.

Zuber [32] estudiando la influencia de la fertilización nitrogenada, sobre el contenido de proteína del maíz. Encontró que con una fertilización de 120 Kgs. de nitrógeno por Ha. El aumento de proteína en el grano fué de 7.12 a 10.2% para un ensayo de 2 años y que en el rastrojo también aumento. El autor opina que la disminución del contenido de proteínas en maíz posiblemente se deba al cultivo intenso que se ha hecho a esta planta.

Krants y Chandler citados por Berger [6] en 1954, en Carolina del Norte lograron aumentos hasta de 5.5% para una aplicación de 202 Kgs./Ha. de nitrógeno en suelos arenosos, el contenido de proteínas fué de 6.6% en las parcelas que no se aplicó nitrógeno u, de 12.1% en las que recibieron 202 Kgs./Ha. de nitrógeno. Los mismos investigadores en 9 años de ensayos lograron aumentar la proteína de 5.4 a 18.8% al igual que el rendimiento en grano.

Anderson y Peterson (2) en un trabajo que desarrollaron durante 17 años (1953-1970) en maíz, encontraron que al fertilizar con nitrato de amonio en dosis de: 0 a 180 Kgs./Ha. Se restaura la capacidad productiva del suelo elevando los rendimientos de 2,200 Kgs./Ha. a 6,200 Kgs./Ha. Además incrementa o se mantiene el contenido de nitrógeno disponible en el suelo; también reportan que el contenido de proteína en el grano de maíz se ve influenciado por la fertilización ya que aumento de 7.3 a 9.5%.

Deckard y colaboradores (11) hicieron un trabajo en 1969 con 6 híbridos de maíz bajo riego, aplicando: nitrógeno, fósforo, y potasio, encontraron que el contenido de proteína aumento en 5 híbridos en forma significativa, mientras que en uno no aumentó.

Un aumento en el contenido total de proteína en el maíz no siempre mejora su valor nutritivo, debido a que las proteínas del maíz se componen de dos fracciones:

- a).- Proteínas localizadas en el germen, que están bien equilibradas desde el punto de vista de la nutrición, pero que solo representan el 20% del contenido total de proteínas del maíz.
- b).- Proteínas que se encuentran en el endosperma, llamadas

Zeína. Estas proteínas contienen cantidades inadecuadas de dos aminoácidos esenciales: la lisina y el triptófano y que por lo tanto, son deficientes desde el punto de vista de la nutrición, y cuando el contenido de proteínas aumenta debido a la aplicación de fertilizante nitrogenado, la fracción zeína aumenta más rápidamente que las proteínas del germen (22).

Estudios realizados por el CIMMYT en 1968, para observar la interacción genotipo-fertilización con 24 variedades de maíz, grupos de los cuales se sembraron de acuerdo con su adaptación en 4 localidades; con 3 niveles de nitrógeno. Encontraron que la producción de proteína por Ha. y el porcentaje de proteína en la semilla, sigue el aumento de rendimiento en el grano, al hacerse altas aplicaciones de nitrógeno, sin embargo estas aplicaciones no aumentan la calidad de la proteína, pues aun que se incrementa su porcentaje en el grano, disminuyen en el porcentaje de triptófano en la proteína (4).

Miller citado por Mac Gregor (16) ha reportado que -- los niveles de: lisina, metionina y triptófano en la proteína del grano de maíz, se mantuvieron esencialmente proporcional al contenido total de proteína, cuando variedades de maíz de concentraciones diferentes crecieron en el

mismo campo con los mismos niveles de fertilizante.

Una de las desventajas de la aplicación de nitrógeno para aumentar la proteína en el maíz, es que aumenta la -- cantidad pero no la calidad de la proteína, ya que el porcentaje de triptófano disminuye a medida que el nitrógeno aumenta, en cambio aumenta la fracción zeína más rápidamente, que las proteínas del germen (4).

MATERIALES Y METODOS

El presente trabajo se desarrolló en la hacienda Santa Rosa, perteneciente al Municipio de Apodaca, Nuevo León. Este lugar cuenta con agua de riego y, está ubicado en tierras representativas de la región semiárida del noreste de México, a 25° 45' de longitud norte y, 100° 06' de longitud oeste; a una altitud de 420 metros sobre el nivel del mar; el clima es caliente árido con heladas invernales; el promedio de precipitación pluvial es de unos 500 mm. anuales, observándose las lluvias más abundantes en los meses de: Julio, Agosto y Septiembre.

El experimento se desarrolló durante el ciclo de primavera del año 1973, con maíz criollo bajo riego, con el objeto de ver la influencia de la fertilización, sobre el rendimiento y contenido de proteína en maíz para grano. En la Tabla 1 aparecen los valores de precipitación y temperatura, registradas durante el desarrollo del experimento.

Tabla 1.- Precipitación Total y Temperatura Media, registradas durante el período del experimento. Estación climatológica Apodaca (S.R.H.)

MES	PRECIPITACION TOTAL (mm)	TEMPERATURA MEDIA (°C)
MARZO	0.0	21.2
ABRIL	22.5	22.2
MAYO	10.5	25.1
JUNIO	273.0	26.1
JULIO	45.0	26.9

Para la instalación del presente trabajo primeramente, se seleccionó un terreno representativo de la zona, el - - cual se preparó para la siembra, antes de sembrar se proce dió a muestrear el suelo a una profundidad de 0 - 30 cms. y 30 - 60 cms. Con el fin de analizar dichas muestras y - determinar sus propiedades físicas y químicas; dichas mues tras de suelo fueron secadas al aire libre, tamizadas y - analizadas en el laboratorio de suelos de la Facultad de - Agronomía de la U.A.N.L. Los resultados de este análisis aparecen en la Tabla 2.

El pH se determinó con un potenciómetro PHOTOVOLT -- con electrodos de vidrio, usando una relación suelo agua - de 1:2. La Textura se determinó por el método del HIDRO-- METRO DE BAUYOUCOS. La materia orgánica se determinó por - el método de WALKLEY Y BLACK. El nitrógeno total se determinó por el método de KJELDHAL. El fósforo y potasio apro vechables se determinaron por el método de PEECH Y ENGLISH. Las sales solubles se determinaron usando el PUENTE DE - WHEATSTONE, en el extracto de saturación del suelo.

El análisis en cuanto al contenido de proteína, de ca da una de las muestras de las semillas cosechadas en los - distintos tratamientos, se hizo en el laboratorio de Bromatología de la Facultad de Agronomía de la U.A.N.L. y el -- método utilizado fue el de KJELDHAL ($\%$ de nitrógeno $\times 6.25 = \%$

Tabla 2.- Propiedades Físicas y Químicas del Suelo y Subsuelo, donde se desarrolló el experimento.

DETERMINACIONES	SUELO (0 - 30)		SUBSUELO (30 - 60)	
	VALORES	CLAS. AGRON.	VALORES	CLAS. AGRON.
pH	7.5	Ligeram. Alcalino	7.6	Ligeram. Alcalino
Arena%	22		22	
Limo%	32	Arcilloso	28	Arcilloso
Arcilla%	46		50	
Materia Orgánica %	1.8630	Mediano	.8280	Medianamente Pobre
Nitrógeno Total %	.1722	Mediano	.1372	Medianamente Pobre
Fósforo Apr. (Kgs./Ha)	40.625	Mediano	59.375	Medianamente Rico
Potasio Apr. (Kgs./Ha)	487.4	Extremadamente Rico	316.81	Medianamente Rico
Salas Solubles Tot. (mmhos/cm a 25°C)	5.2	Moderadamente Salino	4.8	Moderadamente Salino

de proteína).

El diseño experimental utilizado fue el de bloques al azar, con ocho tratamientos y cuatro repeticiones, se probaron 4 niveles de nitrógeno (0, 50, 100, 150) y, 4 niveles de fósforo (0, 50, 100, 150). En la Tabla 3, aparecen los tratamientos usados.

Tabla 3.- Lista de los tratamientos utilizados a base de nitrógeno y fósforo en el experimento.

TRATAMIENTOS	Kgs/Ha de N	Kgs/Ha de P_2O_5	Kgs/Ha de K_2O
(1)	0	0	0
(2)	0	50	0
(3)	50	50	0
(4)	100	50	0
(5)	150	50	0
(6)	100	100	0
(7)	100	150	0
(8)	100	0	0

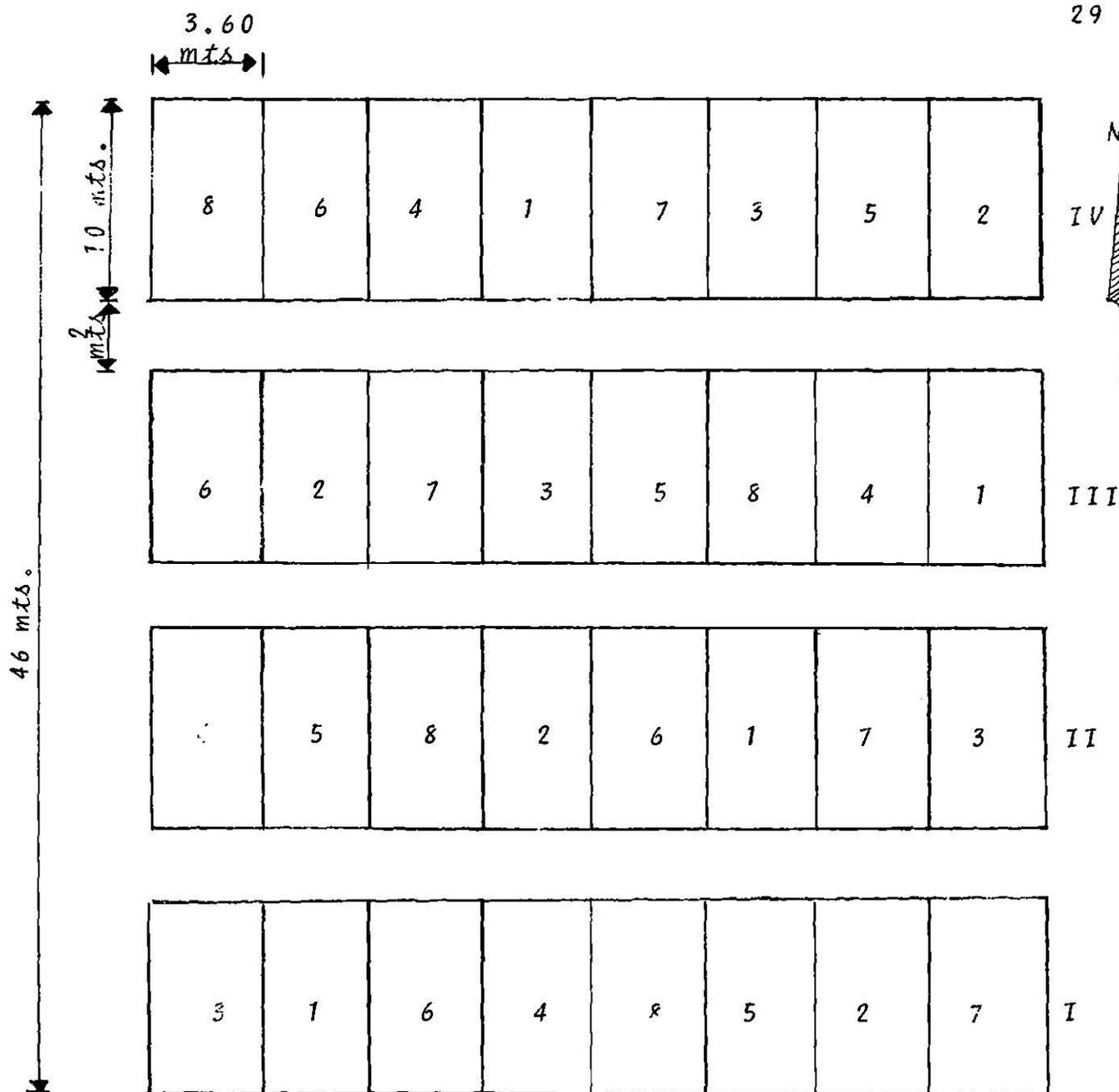
Cada parcela estuvo formada por 10 metros de largo y 3.60 metros de ancho, contando cada una con cuatro surcos a 90 cms. de espaciamiento; como parcela útil se tomaron 8 metros de cada uno de los dos surcos centrales, ya que se

eliminó un metro de cada extremo, así como los dos surcos laterales. En la Figura 1, se muestra la distribución de las parcelas, con los diferentes tratamientos y sus dimensiones.

La siembra fue manual y, se efectuó el día 21 de Marzo, usándose semilla de maíz criolla (color blanco) utilizada por los agricultores de la zona, dejando 2-3 semillas por golpe, para luego desahijar y, dejar una planta cada 33 cms.

En la fertilización se usaron los siguientes materiales, ambos granulados: nitrato de Amonio (33.5%) como fuente de nitrógeno y, Superfosfato Triple de Calcio (46%) como fuente de fósforo.

El fertilizante se dividió en dos aplicaciones: la primera se efectuó al momento de la siembra y después de un riego de asiento, aplicando un tercio del nitrógeno total y, todo el fósforo, colocando el fertilizante abajo y a un lado de la semilla. La segunda aplicación se efectuó al momento de la primera escarda, aplicando las dos terceras partes del nitrógeno restante, se colocó sobre el bordo y a un lado de las plantas, para luego taparlo con un paso de escarda.



1).- 0 - 0 - 0

2).- 0 - 50 - 0

3).- 50 - 50 - 0

4).- 100 - 50 - 0

5).- 150 - 50 - 0

6).- 100 - 100 - 0

7).- 100 - 150 - 0

8).- 100 - 0 - 0

Fig. 1.- Plano del Diseño Experimental Usado, Distribución al Azar de los Tratamientos y Dimensiones de las Parcelas.

La floración ocurrió el día 29 de Mayo y, la cosecha se efectuó en toda el área de trabajo el día 21 de Julio, habiendo transcurrido 123 días desde la siembra hasta la cosecha. La cual fué manual, para esto se cosecharon los dos surcos centrales de cada tratamiento, eliminando un metro de cada extremo de la parcela. Las mazorcas de cada parcela se colocaron en bolsas individuales y, después se pesaron; tan pronto como se pesaron las bolsas, se tomaron muestras de maíz, para llevarlas al laboratorio y; analizarlas para determinar como se había comportado el porcentaje de proteína en el grano, con respecto a la fertilización; así mismo como para ver el contenido de humedad en el grano.

Antes y después de la segunda aplicación de fertilizante se tomaron datos de altura de las plantas, en todos los tratamientos, para ver si existía diferencia entre los tratamientos fertilizados y el testigo.

Los riegos se dieron de acuerdo con las necesidades del cultivo, el número de riegos fué de seis incluyendo el de presiembra o asiento. La lámina de riego se dió de acuerdo con las condiciones climáticas y etapa de desarrollo de las plantas. En la Tabla 4 aparece un resumen de lo dicho anteriormente.

Tabla 4.- Relación entre el número de riegos, etapa de crecimiento del cultivo y, fecha de aplicación.

No. DE RIEGOS	ETAPA DE CRECIMIENTO	FECHA DE APLICACION
1	PRE - SIEMBRA	10 DE MARZO
2	CRECIMIENTO	12 DE ABRIL
3	CRECIMIENTO	25 DE ABRIL
4	CRECIMIENTO	7 DE MAYO
5	FLORACION	27 DE MAYO
6	FRUCTIFICACION	20 DE JUNIO

Durante el desarrollo del cultivo se presentaron varias plagas, a continuación se mencionan en el orden en que se presentaron: trips, pulgón, gusano cogollero. Las cuales se controlaron mediante la aplicación de insecticidas adecuados.

Desde el inicio del trabajo se tuvo un control efectivo de malas hierbas, con el fin de que no compitieran con el maíz, esto se logró mediante varios pasos de escarda.

RESULTADOS Y DISCUSION

Los rendimientos de maíz en mazorca en Kgs. por parcela útil se presentan en la Tabla 6 del apéndice. Estos datos se analizaron estadísticamente, encontrándose que no hay diferencia significativa entre tratamientos. En la Tabla 7 del apéndice aparece el análisis de varianza respectivo.

A pesar de que los resultados obtenidos no fueron estadísticamente significativos, se tuvieron incrementos en rendimiento de maíz en mazorca. En la Tabla 5 aparecen los promedios de rendimiento de maíz en mazorca en Kgs./Ha. para cada uno de los tratamientos usados.

Tabla 5.- Rendimiento promedio de maíz en mazorca y, porcentaje de proteína en el grano para cada tratamiento.

TRATAMIENTO	RENDIMIENTO KGS/HA	% DE PROTEINA
(1) 0 - 0 - 0	5,534	10.58
(2) 0 - 50 - 0	5,664	10.32
(3) 50 - 50 - 0	5,723	10.51
(4) 100 - 50 - 0	5,683	11.83
(5) 150 - 50 - 0	5,844	11.40
(6) 100 - 100 - 0	6,155	11.14
(7) 100 - 150 - 0	5,717	11.53
(8) 100 - 0 - 0	6,029	11.49
D.M.S. al 5%	N.S.	

Los rendimientos de maíz en mazorca obtenidos al variar los niveles de nitrógeno de 0 hasta 150 Kgs./Ha. acompañados de 50 Kgs./Ha. de P_2O_5 no mostraron incrementos significativos con respecto al testigo.

Con la aplicación de solo 100 Kgs./Ha. de nitrógeno (tratamiento 8), se reporta un incremento en el rendimiento de 495 Kgs./Ha. de maíz en mazorca, con respecto al testigo.

Al variar los niveles de fósforo de 0 a 150 Kgs./Ha. adicionados de 100 Kgs./Ha. de nitrógeno, se tuvo poco incremento en el rendimiento, solo el tratamiento 100-100-0 reportó un incremento de maíz en mazorca de 621 Kgs./Ha. - siendo este el máximo incremento obtenido en el experimento.

La aplicación única de 50 Kgs./Ha. de P_2O_5 (tratamiento 2) reporta un incremento en el rendimiento de solamente 130 Kgs./Ha. de maíz en mazorca, con respecto al testigo.

En la Tabla 5 aparecen los porcentajes de proteína en el grano, para cada tratamiento. Dicho porcentaje de proteína en el grano varió de 10.32%, reportado en el tratamiento 0-50-0, hasta 11.83%, contenido en el tratamiento 100-50-0; siendo este el tratamiento que más porcentaje de proteína reportó.

La aplicación de solamente 100 Kgs./Ha. de nitrógeno, produjo un incremento de proteína en el grano de casi 1% - con respecto al testigo.

Al variar los niveles de fósforo de 0 a 150 Kgs./Ha. manteniendo constante el nivel de nitrógeno a 100 Kgs./Ha. se observó que prácticamente no hubo incremento en el porcentaje de proteína en el grano.

En base al rendimiento de maíz en mazorca obtenido en el tratamiento testigo, el cual se considera bueno para la zona, se puede asumir que la poca respuesta a la aplicación de fertilizantes químicos en este suelo, fué debida a que el mismo posee una buena fertilidad. El efecto de los fertilizantes químicos se ve influenciado por el estado de fertilidad del suelo, de tal manera que en un suelo de baja fertilidad, la posibilidad de respuesta a la aplicación de fertilizantes químicos es mayor, que en un suelo de alta fertilidad.

Además de lo indicado anteriormente y dadas las características del suelo donde se estableció el experimento, - no se descarta la posibilidad de que los nutrientes aplicados en forma de fertilizantes químicos al suelo, no hayan sido utilizados por las plantas al haberse perdido del suelo o al haberse insolubilizado.

Es sabido que el aprovechamiento del nitrógeno se pudo ver afectado por pérdidas de este elemento, tales como: lixiviación y volatilización. Algunos estudios experimentales han demostrado las pérdidas considerables que se producen en el agua de drenaje, de nitrógeno en forma de nitratos. En suelos cuya areación es deficiente, como ocurre en el caso de que el volumen 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. En el caso del experimento se considera que las pérdidas de nitrógeno por lixiviación, fueron mínimas debido a la textura arcillosa del terreno, la cual da un mal drenaje al suelo; pero las pérdidas por volatilización sí pudieron ser grandes debido al pH y textura del suelo.

Por lo que respecta al fósforo su máxima aprovechabilidad está a un pH entre 6.5 y 7.5, fuera de estos valores su solubilidad disminuye, por encima de 7.6 el calcio puede provocar su precipitación, o insolubilización, lo mismo sucede al reaccionar con el carbonato de calcio. Lo anterior puede ser una de las explicaciones al porqué las plantas no tuvieron respuesta a la aplicación de fósforo, ya que los suelos de la región donde se estableció el experimento, poseen un regular contenido de carbonato de calcio.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- 1).- Los rendimientos de maíz en mazorca obtenidos se analizaron estadísticamente, encontrándose que no hay diferencia significativa entre tratamientos.
- 2).- A pesar de que los resultados obtenidos no fueron estadísticamente significativos, se tuvieron incrementos, en el rendimiento de maíz en mazorca y en el porcentaje de proteína en el grano.
- 3).- Con la aplicación de solo 100 Kgs./Ha. de nitrógeno - (tratamiento 8), se reporta un incremento en el rendimiento de 495 Kgs./Ha. de maíz en mazorca, con respecto al testigo.
- 4).- Al variar los niveles de fósforo de 0 a 150 Kgs./Ha. adicionados de 100 Kgs./Ha. de nitrógeno, se tuvo poco incremento en el rendimiento, solo el tratamiento 100-100-0 reportó un incremento de maíz en mazorca de 621 Kgs./Ha. siendo éste el máximo incremento obtenido en el experimento.
- 5).- El porcentaje de proteína en el grano varió de 10.32%, reportado en el tratamiento 0-50-0, hasta 11.83%, contenido en el tratamiento 100-50-0; siendo éste el tratamiento que más porcentaje de proteína reportó.

- 6).- La poca respuesta a las aplicaciones de fertilizantes químicos al suelo pudo ser debida, a la buena fertilidad del suelo, como lo indica el alto rendimiento obtenido donde no se fertilizó; o bien a pérdidas e insolubilizaciones, causadas por las características -- propias del suelo.
- 7).- Se recomienda continuar con trabajos experimentales - sobre fertilización, incluyendo otros aspectos como - diferentes fuentes de nutrientes, formas y épocas de aplicación etc.

RESUMEN

Con el propósito de ver la influencia de la fertilización sobre, el rendimiento y contenido de proteína en maíz, bajo riego, se llevó a cabo un estudio en la hacienda Santa Rosa, Apodaca, Nuevo León.

El diseño empleado fué el de bloques al azar, con ocho tratamientos y, cuatro repeticiones; se probaron 4 niveles de nitrógeno (0, 50, 100, 150 Kgs./Ha.) y 4 niveles de fósforo (0, 50, 100, 150 Kgs./Ha.).

En la siembra se usó semilla de maíz criollo, utilizada por los agricultores de la zona.

Como fuente de nitrógeno se utilizó nitrato de amonio y, para fósforo se utilizó superfosfato triple de calcio. El fertilizante, se dividió en dos aplicaciones: una al momento de la siembra, aplicando todo el fósforo y un tercio del nitrógeno total y, la otra parte del nitrógeno se aplicó en la primera escarda.

El número de riegos fué de seis, incluyendo el de pre siembra o asiento.

Los rendimientos de maíz en mazorca obtenidos se analizaron estadísticamente, encontrándose que no hay diferen

cia significativa entre tratamientos.

A pesar de que los resultados obtenidos no fueron estadísticamente significativos, se tuvieron incrementos, en el rendimiento de maíz en mazorca y en el porcentaje de proteína en el grano.

Con la aplicación de solo 100 Kgs./Ha. de nitrógeno (tratamiento 8), se reporta un incremento en el rendimiento de 495 Kgs./Ha. de maíz en mazorca, con respecto al testigo.

Al variar los niveles de fósforo de 0 a 150 Kgs./Ha. adicionados de 100 Kgs./Ha. de nitrógeno, se tuvo poco incremento en el rendimiento, solo el tratamiento 100-100-0 reportó un incremento en el rendimiento de 621 Kgs./Ha. - siendo éste el máximo incremento obtenido en el experimento.

El porcentaje de proteína en el grano varió de 10.32%, reportado en el tratamiento 0-50-0, hasta 11.83%, contenido en el tratamiento 100-50-0; siendo éste el tratamiento que más porcentaje de proteína reportó.

La poca respuesta a las aplicaciones de fertilizantes químicos al suelo pudo ser debida, a la buena fertilidad del suelo, como lo indica el alto rendimiento obtenido don

de no se fertilizó; o bien a pérdidas e insolubilizaciones, causadas por las características propias del suelo.

073800

BIBLIOGRAFIA

- 1).- Alvarez, L.M., 1970. Estudio preliminar para el uso del análisis foliar en el cultivo del maíz. Facultad de Agronomía, U.A.N.L. Tesis no publicada.
- 2).- Anderson F. and Peterson G., 1973. Effects of continuous corn (Zea mays) manuring, and nitrogen fertilization on yield and protein content. *Agronomy Journal* 65: 697-700.
- 3).- Anónimo., 1968. Manual de fertilizantes. Centro regional de ayuda técnica, Agencia para el Desarrollo Internacional (AID). México 1a. Edición pp. 187-188.
- 4).- Anónimo., 1969. Noticiero del CIMMYT. Avances en la formación de maíces ricos en proteína. México. Vol. 4 Nos. 5-6.
- 5).- Bear, F.E., 1969. Los suelos en relación con el crecimiento de los cultivos. Traducción al español de la 1a. Edición en inglés por J. - - Abeijon. Editorial Omega, S.A. pp. 221-222.
- 6).- Berger, J., 1967. El maíz, su producción y abonamieno

073800

to. *Agricultura de las Americas*. Kansas ci
ty, E.U.A. pp. 36-38, 177-118.

- 7).- Black, C.A., 1968. *Soil plant relationships*, 2a. Edición, editorial Wiley, N.Y. pp. 512-543.
- 8).- Cantú A.D., 1955. *Densidad de siembra y aplicación de fertilizantes en maíz*. Escuela de Agricultura y Ganadería, I.T.E.S.M. Tesis no publicada.
- 9).- Collings, G.H., 1955. *Comercial fertilizers*. Mc Graw Hill Book, Co. New York. pp. 213, 468-469.
- 10).- Corral, G.J., 1970. *Fertilización de maíz de riego, para grano en el municipio de Escobedo, N.L.* Facultad de Agronomía, U.A.N.L. Tesis no publicada.
- 11).- Deckard, E.L., R.J. Lambert., y R.H. Hageman., 1973. *Nitrate reductase activity in corn leaves as related to yields of grain protein*. *Crop Science* 13:343-350.
- 12).- Edmon, J.B., T.L. Senn y F.S. Andrews., 1967. *Principios de horticultura*. 3a. Edición, editorial Makay, N.Y. pp. 138-146.

- 13).- Genter, C.F., et al. 1956. Effects of location, hybrid fertilizer and rate of planting on the oil protein contents of corn grain. *Agronomy Journal* 48:63-67.
- 14).- Jacob, A., y H. Von., 1966. Fertilización, 3a. Edición. Traducción al español por L. López Martínez de Alva, editorial Verlagsgesellschaft Für Ackerbau Mbh, Hannover, Alemania. pp. 80, 81, 125-134.
- 15).- Laird, R.J., et al. 1954. Fertilizantes y prácticas para la producción de maíz en la parte central de México. Oficina de Estudios Especiales, S.A.G. Folleto técnico No. 13.
- 16).- Mag Gregor, J.M., L.T. Taskovitch., y W.P. Martín. 1961. Effect of nitrogen fertilizer and soil type on the amino acid content of corn grain. *Agronomy Journal* 53:211-214.
- 17).- Martínez, W.R., 1968. La oferta y la demanda de los fertilizantes en México. Instituto Tecnológico de México. Tesis no publicada.
- 18).- Millar, E.C., 1964. Fertilidad del suelo. 1a. Edición, Salvat editores, S.A. pp. 168-169 y 201.

Biblioteca Agronomía UANL

Biblioteca Agronomía UANL

- 19).- Ochoa, C.M., 1959. Ensayo con ocho niveles de fertilizantes en el cultivo del maíz híbrido 24, de la serie A. En la región de Hichapan, - Hgo. Universidad de Coahuila, Escuela Superior de Agricultura Antonio Narro. Tesis no publicada.
- 20).- Pelletier, C.P., 1961. El fósforo nutriente vegetal. Guanos y Fertilizantes de México. Boletín - No. 29.
- 21).- Pelletier, C.P., 1966. El análisis de las plantas - como base para la fertilización de las cosechas. Guanos y Fertilizantes de México. Boletín No. 49.
- 22).- Poehlman, L.M., 1965. Mejoramiento genético de las cosechas. Traducción al castellano de la 1a. Edición en inglés por N. Sánchez. Editorial Limusa-Wiley, S.A. México. pp. 269-270, 296-298.
- 23).- Reyes, M.D., M.F. González y A.A. García., 1969-1970. Centro de Investigaciones Agrícolas del Noroeste. pp. 548-551.
- 24).- Russell, E.J. y E.W. Russell., 1954. Las condiciones del suelo y el desarrollo de las plantas.

*Editorial Aguilar, S.A. Madrid. pp. 44-48, -
79, 356.*

- 25).- Scorbies, L. y R. Gardet., 1953. La explotación por el maíz de los elementos fertilizantes. *Revista la Potasa, sección 9, 3a. Cont. pp. 2-3.*
- 26).- Sprague, G.F., 1955. *Corn and corn improvement. Academic Press Inc. Publ. New York. pp. 294-312, 324, 344, 642.*
- 27).- Sprague, H.B. 1964. *Hunger sings in crops. 3a. Edición, Editorial Makay, N.Y. pp. 5-6, 27-31.*
- 28).- Stakman., Brafield., Mangelsdorf., 1969. *Campañas -- contra el hambre. Traducción al español de la 1a. Edición en inglés por R. Castillo, editorial UTEHA, S.A. México. pp. 146-150.*
- 29).- Thompson, L.M., 1962. *El suelo y su fertilidad, 3a. Edición, editorial Reverte, S.A. Barcelona. pp. 203-204.*
- 30).- Tisdale, S.L., y W.L. Nelson. 1970. *Fertilidad de los suelos y fertilizantes, 2a. Edición. -- Traducción al español por J. Balasch y C. Piña. Editorial Montaner y Simon, S.A. Barcelona. pp. 83-88, 229-233.*

- 31).- Wallace, H A., 1949. *Corn and corn growing*, 5a. Edición, revised by Newlin, Anderson, Bressman. Editorial Wiley. pp. 92-94.
- 32).- Zuber, M.S., et al. 1954. Crude protein of corn grain and stover α influenced by different hybrids, plant populations, and nitrogen levels. - - *Agronomy Journal* 46:257.

APENDICE

Tabla 6.- Rendimiento de maíz en mazorca, en Kgs. por parcela útil obtenidos en el experimento.

TRATAMIENTOS				REPETICIONES			
				I	II	III	IV
(1)	0	- 0	- 0	8.436	7.400	8.470	7.571
(2)	0	-50	- 0	7.745	8.594	8.503	7.786
(3)	50	-50	- 0	8.708	8.219	8.094	7.947
(4)	100	-50	- 0	7.951	8.254	8.471	8.059
(5)	150	-50	- 0	7.768	8.857	8.972	8.068
(6)	100	-100	- 0	9.173	8.420	8.332	9.531
(7)	100	-150	- 0	7.997	8.873	7.958	8.104
(8)	100	- 0	- 0	8.084	9.059	8.643	8.946

Tabla 7.- Análisis de varianza, en la producción de maíz - en mazorca.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F Calculada	F Teorica	
					5%	1%
MEDIA	1	2,227.6644	2,227.6644			
BLOQUES	3	.3338	.1113	.4758	3.0725	4.8740
TRATAMIEN.	7	2.4573	.3510	1.5006	2.4876	3.6396
ERROB EXP.	21	4.9129	.2339			
TOTAL	32					

Biblioteca Ing. Mariana UANI

