

0123

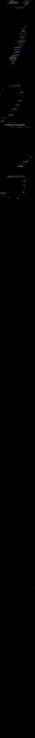
UNIVERSIDAD DE NUEVO LEON
FACULTAD DE AGRONOMIA



ESTUDIO PRELIMINAR PARA EL
USO DEL ANALISIS FOLIAR EN
EL CULTIVO DEL MAIZ

TESIS
MA. ELVIRA ALVAREZ LUNA

1 9 7 0



T
SB191
.M2
A4
c.1



1080060788

T
58191
+M2
A4

040 633
FA 3
1 970

A MIS PADRES

*Sr. Eulogio Alvarez Gaytán
Sra. Evangelina Luna de Alvarez
Con gratitud y Cariño.*

A MIS HERMANOS

A MIS MAESTROS

A MIS COMPANEROS Y AMIGOS

A MI ESCUELA

*Con todo respeto a la memoria
de mi gran amigo y compañero*

MANFREDO MARTINEZ RUIZ

Q. E. P. D.

Al Equipo de Football Americano

" POTROS SALVAJES"

por su actuación en la temporada

1969

INDICE DE TABLAS

<u>TABLA</u>		<u>PAGINA</u>
1	Porcentaje de nitrógeno contenido en las hojas del maíz, durante diferentes períodos de desarrollo.	24
2	Porcentaje de fósforo contenido en las hojas de maíz, durante diferentes períodos de desarrollo.	27
3	Porcentaje de potasio contenido en las hojas del maíz durante diferentes períodos de desarrollo.	30

INDICE

INTRODUCCION.....	I
LITERATURA REVISADA.....	1
<i>Importancia de la fertilización en maíz.</i>	1
<i>El nitrógeno como elemento nutriente....</i>	3
<i>El fósforo como elemento nutriente.....</i>	5
<i>El potasio como elemento nutriente.....</i>	7
<i>Importancia del análisis foliar en maíz</i>	10
<i>Importancia del muestreo en plantas de maíz</i>	12
MATERIALES Y METODOS.....	17
<i>Muestreo y preparación de las muestras..</i>	19
<i>Métodos de análisis.....</i>	20
RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	24
CONCLUSIONES.....	32
RESUMEN.....	34
BIBLIOGRAFIA.....	36
APENDICE.....	40

I N T R O D U C C I O N

Uno de los mayores problemas que se presentan en la agricultura, ha sido la obtención de los bajos rendimientos en las cosechas debido a múltiples causas; como lo son las deficiencias nutricionales existentes en las plantas. Parte de estas deficiencias se han podido controlar técnicamente por medio de la aplicación de fertilizantes.

Uno de los métodos más eficaces para estudiar los problemas de nutrición vegetal es mediante el análisis de los tejidos, por medio del cual se puede determinar la importancia de los elementos nutrientes dentro de la planta, la forma en que intervienen en su desarrollo y los daños que puede ocasionar la deficiencia ó exceso de ellos de acuerdo con el medio en que se desarrollan las diferentes especies vegetales .

Mediante el análisis tisular se pueden estudiar los efectos que producen en las plantas los elementos nutritivos que se aplican en forma de fertilizantes, su concentración dentro de la planta, y su distribución, y mediante una adecuada calibración con los rendimientos se puede utilizar este tipo de análisis para prevenir las deficiencias en los cultivos.

En éste estudio se determinó por medio del análisis foliar, la concentración del Nitrógeno, Fósforo y Potasio contenidos en plantas de maíz que fué fertilizado con diferentes cantidades de estos tres elementos y establecer -

de esta manera la relación entre la cantidad aplicada de los elementos y la absorción de los mismos por la planta en diferentes estados de desarrollo del cultivo.

LITERATURA REVISADA

Importancia de la fertilización en maíz

La fertilidad de un suelo aún cuando sea demasiado bajo ó esté casi agotada, puede restablecerse determinado los elementos nutrientes deficientes y suministrándolos por medio de fertilizantes, seleccionados de acuerdo a las condiciones locales prevalecientes en la zona. De ésta manera se logra mantener un desarrollo vigoroso de la planta desde el inicio de su crecimiento hasta la cosecha desde luego manteniendo todos los demás factores de producción a su óptimo para lograr así un uso más eficaz de los elementos nutritivos aplicados en forma de fertilizantes.

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 ó sean los períodos críticos en las plantas. Por lo tanto la absorción de los elementos nutritivos aumentan en esos períodos.

En un estudio llevado a cabo en un cultivo de maíz al cual se le hizo una aplicación de fertilizantes a base de nitrógeno, fósforo, y potasio. Se encontró que el maíz extrajo 67Kg/Ha de nitrógeno durante los dos primeros meses, lo cual representó un 41% de su consumo total sin embargo la extracción más fuerte la hizo durante el es - --

pigamiento y jiloteo que ocurrió el tercer mes, extrayendo 77 KG/Ha casi la mitad de sus requerimientos. La extracción de fósforo fue más lenta, utilizando de un 20% a un 30% de fósforo durante el primer mes, durante los dos primeros meses el maíz extrajo 22.4 Kg/Ha de fósforo lo que representó un 28% de su consumo total. En el caso del potásio se encontró que la planta lo utilizaba en mayor cantidad que el fósforo y el nitrógeno ya que extrajo 110Kg/Ha durante los primeros dos meses correspondientes a un 69.9% del consumo total y al final del segundo mes utilizaba un promedio de 3 Kg/Ha de potásio diariamente haciendo la extracción más fuerte tres semanas después del jiloteo. (1)

Resultados similares fueron encontrados por Tynex (19) en un experimento de fertilización de maíz el cual respondió marcadamente a las aplicaciones de nitrógeno y potasio, en cambio el fósforo mostró menos efectos significativos. Sin embargo se obtuvieron altos rendimientos de grano, pero al máximo ocurrió al aplicar 180 Kg de potasio notándose un pequeño descenso en los rendimientos de grano al hacer aplicaciones sucesivas de potasio.

El nitrógeno como elemento nutriente

En la composición de la materia seca de las plantas intervienen múltiples elementos, que varían en proporción e importancia durante su ciclo de vida.

Aún cuando el nitrógeno representa 1.8% de la materia seca vegetal reviste gran importancia en la fisiología de la planta ya que interviene en la formación de los tejidos y órganos vegetales y en la mayoría de las funciones vegetativas representando un factor limitante en muchos suelos debido a su bajo contenido, el cual depende directamente de la materia orgánica presente y de la acción de los microorganismos sobre ella para transformar los compuestos orgánicos del nitrógeno a formas minerales aprovechables por las plantas, generalmente formas amónicas y nítricas, las cuales son consumidas por las plantas en grandes cantidades produciendo una baja de este elemento en el suelo (15).

El crecimiento de las plantas y la producción de rendimientos adecuados dependen de la cantidad de carbohidratos producidos por la planta mediante la reducción de los nitratos presentes en el suelo (12) Bennett (4) condujo una serie de 8 experimentos con fertilizante nitrogenado para determinar la respuesta del maíz mediante la evaluación de los rendimientos y el contenido de nitrógeno en las hojas y grano. Las aplicaciones de nitrógeno aumentaron el contenido de este elemento en las hojas en todos los experimentos, sin embargo el contenido de nitrógeno en el grano aumentó en solo 5 de los 8 experimentos. Aún cuando el nitrógeno alcanzó un nivel de 2.8%, dicho aumento no parecía afectar los rendimientos del maíz, sin embargo el análisis de los resultados demostró una estrecha relación entre el aumento del contenido de nitrógeno en las hojas resultante de la fertilización y el aumento de los rendimientos.

En un estudio llevado a cabo por Pelletier (14) sobre el cultivo de maíz, se establecieron las concentraciones críticas de nitrógeno dentro de la planta durante las primeras etapas de crecimiento siendo estas:

Para maíz de 30 cm de altura	4.10 %
Para maíz de 100 cms de altura	3.00 %
En el Espigamiento.....	2.70 %
En el jilote.....	2.20 %

De esta manera conociendo las concentraciones críticas

por medio de análisis de los tejidos, el cual nos revela el estado nutricional de la planta y así estar en condiciones de proporcionarles cantidades adicionales del elemento en cuestión en caso de que el análisis nos reporte concentraciones por abajo del nivel crítico.

En otro experimento llevado a cabo en el estado de New York y citado por TYNER (19) se encontró una marca interacción entre el Nitrógeno y el potasio o contenidos en las hojas de maíz ya que la aplicación de nitrógeno en forma de Sulfato de Amonio disminuyó el porcentaje de potasio, sin embargo se pudo determinar su acción complementaria ya - - que ninguno de los dos producen sus efectos completos si no hay un adecuado suplemento del otro.

La aplicación de nitrógeno en forma de Nitrato de Amonio aumenta el contenido de potasio en hojas y nudos, encontrándose que las hojas contenían hasta 1.25% más de potasio que los nudos (6)

El Fósforo como elemento nutriente

El fósforo ocupa el segundo lugar en importancia después del nitrógeno en el crecimiento de la planta, su concentración dentro de la misma es más baja que la del nitrógeno, debido en parte a la difícil absorción ya que éste es frecuentemente fijado en el suelo. Los requerimientos de fósforo en las plantas representan a veces un factor

limitante en determinados períodos como floración y fructificación y es un medio de equilibrio de la acción del nitrógeno que tiende a acelerar el crecimiento y ha retardar la maduración de la planta. El fósforo influye además en la división celular, formación de granos y en el desarrollo radicular por lo cual se recomienda: en el caso del maíz - hacer las aplicaciones al momento de la siembra para obtener una buena germinación y un sistema radicular fuerte para el sostenimiento de la planta (16)

La asimilación del fósforo dentro de la planta está estrechamente relacionada con el contenido de nitrógeno, ya que al efectuar aplicaciones de éste elemento al suelo - aumenta el contenido de fósforo en la planta de acuerdo al nivel de nitrógeno aplicado, lo cual se demostró en 8 experimentos de fertilización de nitrógeno, en 4 de los cuales el fósforo actuó como factor limitante en base al contenido existente en las hojas, ya que el análisis de suelos no reveló los lotes de los experimentos que estaban deficientes de fósforo. (14)

Viets (21) en un estudio sobre maíz de grano encontró - que en suelos pobres en nitrógeno las dosis ascendentes del mismo conducen a un aumento del contenido foliar de fósforo. Encontrando los siguientes porcentajes de fósforo en la hoja de la mazorca durante el espigamiento con diferentes aplicaciones de nitrógeno:

Nitrógeno Kg/HA	% de Fósforo
0.....	0.124
40.....	0.145
90.....	0.163
180.....	0.242

El Potásio como elemento nutriente

El potásio se encuentra en las plantas representando un 3.3% de su materia seca, las plantas lo toman en mayor cantidad de las formas solubles del suelo que son las que existen en menor cantidad, pero aún así son suficientes para satisfacer las necesidades dentro de la planta como son la formación de azúcares y almidones, traslado de carbohidratos a los órganos de reserva, tamaño y peso de los granos y desempeña una función muy importante en la regulación del contenido de agua dentro de la planta evitando el daño de las heladas. Es un elemento que actúa en forma distinta a los demás ya que no se encuentra formando parte de compuestos estructurales, sino en forma de sales en funcionamiento vegetativo. (17)

La función exacta del potásio no se ha establecido ya que se encuentra en las plantas principalmente como sales inorgánicas solubles y en forma iónica, se ha encontrado los efectos que tiene en algunos procesos y se ha determinado en este caso que el contenido máximo fue a los 28 días después de la plantación y disminuyó durante el último-

estado de crecimiento. (5)

En un estudio llevado a cabo por BARTHOLOMEW y JANSEN (2) demostraron que las plantas absorben más potásio al principio del período de crecimiento y que dentro de la planta puede ser reutilizado para suplir sus necesidades cuando el potásio se encuentra en forma insuficiente. En este caso, se hicieron aplicaciones complementarias de potásio, las cuales fueron consumidas por las plantas en cantidades excesivas aún cuando no las necesitaban, encontrando los siguientes contenidos de potásio en las hojas de plantas de maíz de 66 días de edad:

K adicionado Kg/Ha	% de K en las hojas
0-----	1.78
150-----	2.51
300-----	2.84
450-----	2.36

NEIGHTINGALE (12) estudió algunas de las funciones del potásio en el crecimiento de las plantas, encontrando que desempeña un papel muy importante en la regulación de las reservas de los nitratos y en la absorción de ellos por las plantas, así como en la asimilación del bióxido de carbono sin embargo encontró una relación antagónica entre el potásio y el fósforo y además que un grado muy bajo de potásio dentro de la planta produce un desequilibrio de los cationes

En suelos con poco potásio aprovechable el maíz responde adecuadamente a la aplicación de bajos niveles de potásio ya que aumenta su contenido en toda la planta, esto se debe a una buena translación de este elemento de las hojas más antiguas a las regiones meristemáticas juvenes, así -- como una uniforme distribución se obtuvo con un consumo adecuado de potásio. Por el contrario las plantas de maíz -- que crecieron en niveles demasiado altos de potásio mostraron una disminución del contenido de este elemento en sus hojas, debido a que el consumo en exceso impidió la translocación a través de los tejidos. (6)

KRAUTZ Y CHANDLER citados por VIETS (21) analizando hojas de maíz encontraron que al hacer aplicaciones de potásio en un suelo bajo en nitrógeno, los síntomas de deficiencia de este elemento en las plantas eran intensificados por estas aplicaciones. En cambio una fertilización con nitrógeno aumentaba el contenido de fósforo y potásio de la planta.

Resultados similares fueron reportados por WIMER citado por TYNER (19) al comprobar que los tratamientos de potásio reducen el contenido de nitrógeno y fósforo en la hojas del maíz.

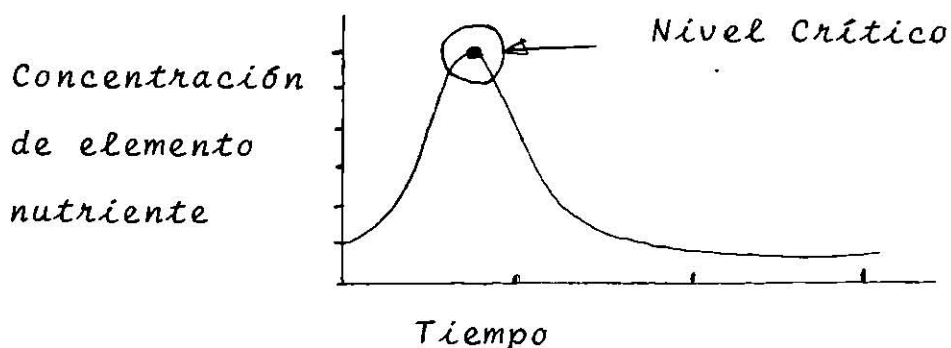
Importancia del análisis foliar en maíz

La planta es el medio natural de indicación de la -- fertilidad de los suelos ya que su funcionamiento depende de una serie de factores de los cuales uno de los más importantes son los elementos nutrientes los cuales la planta -- puede obtener del suelo, encontrándose estos en forma na-- tiva o pudiendo haber sido suministrados por medio de fer-- tilizantes y en cantidades determinadas por las necesida -- des de la planta, las cuales solo pueden ser determinadas concociendo el contenido o concentración de los elementos nutritivos dentro de la planta mediante el análisis de sus tejidos (20)

BENTON (3) interpreta las concentraciones de los ele-- mentos bajo 5 categorías; Deficiente , Bajo, Suficiente, -- Alto, y Exceso. Se considera un contenido como suficiente en las plantas de maíz de 2.73% de nitrógeno, 0.29% de fósforo y 1.95% de potásio.

PELLETIER Y GRUNEBERG (7) consideran el análisis tisular como uno de los métodos de campo más importantes para-- determinar la capacidad de producción de los suelos, así -- mismo es un medio muy eficaz para estudiar la utilización -- por las plantas de los nutrientes aplicados en forma de -- fertilizantes.

Una planta deberá contener una concentración suficiente de cada uno de los elementos nutritivos para mantener un nivel óptimo de crecimiento para poder producir buenos rendimientos. Esta concentración depende de las funciones que dicho elemento desempeñe en la fisiología del vegetal. El análisis de los tejidos revela la concentración de los nutrientes en los tejidos y de esa manera se pueden determinar los niveles críticos que es cuando un nutriente puede estar actuando como un factor limitante del crecimiento; como se explica en la siguiente gráfica: (14)



El análisis de las plantas puede ser un instrumento en el diagnóstico de bajos rendimientos e indicar además algunas variaciones que pueden esperarse que ocurran en la composición de las plantas como resultado de las condiciones de suelo, clima y tipo de cultivo, (10)

En un estudio de maíz creciendo bajo diferentes niveles de fertilidad se encontraron altas correlaciones entre los porcentajes de N, P, y K en las hojas del maíz y las concentraciones de estos elementos en forma aprovechable--

sin embargo se obtuvieron bajos rendimientos. Un análisis de las plantas al tiempo de jilotear permitió saber que elementos son deficientes y que deficiencias pudieron reducir el área foliar lo cual causó reducción en los rendimientos, ya que otros mostraban una relación más directa con la cantidad de materia seca y el peso de las hojas, que con la composición química de las hojas (8).

Importancia del muestreo en plantas de maíz

El muestreo de una planta para análisis debe hacerse de una manera representativa, ya que puede depender del tipo de cultivo, como de la forma en que pueden estar distribuidos los nutrientes dentro de la planta. Para determinar el contenido de nitrógeno se puede analizar el tallo ya que hay mayor cantidad de nitratos cerca de las raíces. El fósforo interviene en la formación de nuevas células en los tejidos blandos en desarrollo como son las nervaduras y peciolos de las hojas chicas de la planta. El potasio está relacionado con la elaboración de hidratos de carbono y almidones, al disminuir el contenido de ellos la planta los transporta de las hojas inferiores a las superiores, por lo que deben utilizarse los peciolos de las hojas anchas y el tejido de las hojas angostas colocadas en la parte media de la planta. (20)

BENTON (3) establece que el análisis de plantas está-

basado en el concepto que la concentración de un nutriente dentro de la planta en cualquier tiempo en particular, es un valor integrado de todos los factores que influyen la concentración de un nutriente al tiempo en que la planta es muestreada. Sugiriendo dos tipos de muestreo:

- 1.- Escoger el mejor tiempo para muestrear en caso de tratarse de un solo muestro. ó
- 2.- Una serie de muestreos periódicos centrados a las épocas más propicias de crecimiento de la planta.

Este autor recomienda hacer la limpieza de las muestras antes de analizarlas y preservar las plantas de acuerdo con el tipo de análisis que se lleve a cabo, ya que pueden efectuarse en material fresco ó seco.

Sin embargo las técnicas de interpretación de análisis no pueden seguirse en forma constante, puesto que las plantas no son homogéneas y están constantemente variando en sus elementos nutritivos, por lo que al muestrear debe tomarse en cuenta que frecuentemente no hay un tiempo específico para ello ya que todos los elementos no se encuentran en una parte de la planta, por lo cual es necesario tomar varias partes de la misma en diferentes estados de crecimiento.

Esto fué demostrando en un experimento de maíz en el-

cual se analizaron todas las hojas, utilizando el siguiente tipo de muestreo:

Estado de crecimiento	Parte de la Planta	Número de plantas muestreadas.
a) Antes del jiloteo	a) La hoja completamente desarrollada abajo del verticilio.	- de 15 a 20
b) Al inicio del jiloteo.	b) Hojas enteras de la mazorca.	- de 15 a 20

Se encontró además que ciertas hojas fueron mayores indicadores del contenido de ciertos elementos, para el nitrógeno la mejor parte muestreada fue la hoja de la mazorca - para el fósforo el contenido fue mayor para las hojas superiores y menor para las inferiores, en una forma inversa - al contenido de potasio.

MELSTED (10) estableció por medio de un análisis foliar en plantas de maíz la composición mineral en base a tres elementos con relación a la hoja muestreada y el estado de desarrollo de la planta:

1.- HOJA MUESTREADA

%	N	P	K
2.66	0.23	1.34	

a) hoja opuesta y abajo de la mazorca al estado de espigamiento.

2.- EPOCAS DE MUESTREO

a) dos semanas antes de espigar	3.22	0.27	1.17
b) estado de espigamiento	2.66	0.23	1.34

c) 3 semanas despues de espigar 2.08 0.21 1.24

encontró que la hoja tomada daba un resultado satisfactorio ya que los contenidos se encuentran dentro del % óptimo normal para la planta, con relación a las épocas de muestreo- observó que los contenidos de nitrógeno y fósforo disminuyen a medida que avanzaba el crecimiento de la planta, sólo el contenido de potasio presentó un ligero aumento pero -- volvió a disminuir.

TYNER (19) Para llevar a cabo un análisis de tejidos- en plantas de maíz fertilizado, seleccionó varias épocas de muestreo :

- 1) Cuando las plantas más avanzadas mostraban espigamientos
- 2) Cuando las plantas estaban espigando, jiloteando y poli-
nizando.
- 3) En estado cristalino del grano
- 4) Cuando los granos estaban endurecidos.

Así mismo también seleccionó la parte de la planta -- que iba a muestrear, prefiriendo la hoja, debido a que es un punto de síntesis muy activa, además al tomar una hoja- de la planta no afectaba los rendimientos. Y tomando en cuenta que el estudio correspondía al cultivo del maíz; se leccionó la sexta hoja contando de abajo hacia arriba, ya- que se encuentra en una posición fácilmente reconocible si las demás hojas se caen ya que es la hoja que se encuentra

inmediatamente abajo de la hoja que sostiene la mazorca - más alta y la que se encuentra en el segundo nudo abajo de esa mazorca. Encontró que la época más propicia para mues trear era; El momento en que brotan los estambres ó sea el jiloteo, ésto se debe a que es el momento en que sucede el máximo grado de asimilación de los nutrientes, habiendo lle gado a su fin el período de crecimiento vegetativo. Repor tando por medio del análisis la concentración crítica de los siguientes tres elementos: Nitrógeno 2.90% - Fósforo - 0.295% - Potásio 1.30% .

En otro estudio se recomienda la sexta hoja, contando de la base de la planta como la más representativa para de terminar el % de potásio, ya que la concentración de potásio en los nudos sigue el mismo patrón de concentración de las hojas y para utilizar esta parte es necesario el empleo de una planta entera. (6)

MATERIALES Y METODOS

En el Campo Agrícola Experimental de la Facultad de - Agronomía de la Universidad de Nuevo León se llevó a cabo durante el ciclo de primavera de 1969 un experimento con maíz (Zea mays) de riego para probar la respuesta de este cultivo a la fertilización a base de 4 niveles de nitrógeno 3 niveles de fósforo, y 2 niveles de potasio. Este trabajo fué aprovechado para estudiar la concentración de estos tres elementos dentro de la planta durante varios estados de desarrollo de este cultivo.

El diseño experimental utilizado fué de bloques al azar con 4 repeticiones utilizando parcelas de 5 surcos de 10 metros de largo y 0.90 mts. entre surcos, se probaron los siguientes tratamientos fertilizantes:

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

En la fertilización se utilizaron los siguientes materiales:

Sulfato de Amonio	(20.5%)	como fuente de nitrógeno
Superfosfato Simple	(20.0%)	como fuente de fósforo
Cloruro de Potasio	(60.0%)	como fuente de potasio

El fertilizante fué dividido en dos aplicaciones :

La primera se efectuó al momento de la siembra y después de un riego de asiento, aplicando un tercio del nitrógeno y la cantidad total de fósforo y potásio, colocando el fertilizante abajo y a un lado de la semilla. La segunda aplicación se efectuó al momento de la segunda escarada y al inicio de la floración, aplicando las dos terceras partes del nitrógeno restante en forma de sulfato de amonio - sobre el surco, a un lado de las plantas y a chorrillo,

La variedad utilizada fué la NUEVO LEON SINTETICO PRECOZ sembrada el día 3 de Abril.

Las características Fisico-químicas del terreno utilizado se dan en el siguiente cuadro:

CARACTERISTICAS FISICO-QUIMICAS DEL TERRENO

	SUELO	SUBSUELO
TEXTURA	Arcillosa	Arcillosa
pH.	Medianamente Alcalino	Medianamente Alcalino
MATERIA ORGANICA	Mediano	Mediano
NITROGENO	Mediano	Pobre
FOSFORO	Medianamente Rico	Rico
POTASIO	Rico	Rico
SALES	Ligeramente Alcalino	Ligeramente Alcalino

Muestreo y preparación de las muestras

Para determinar las concentraciones de nitrógeno, fósforo y potasio, se llevaron a cabo muestreo cada 15 días-- a partir del primero que se efectuó a un mes después de la siembra. La parte de la planta utilizada para análisis fueron las hojas, tomándose muestras de tres plantas de cada parcela y cortándose sólo una hoja de cada planta. Las hojas se colocaban en bolsas de papel etiquetado para ser llevadas al Laboratorio donde después de ser lavadas con agua común y enjuagadas con agua destilada para despojarlas del polvo o materiales adheridos, fueron puestas a secar al sol y finalmente se colocaban en una estufa donde permanecian a una temperatura de 70° C durante 24 horas. Una vez bien secas las hojas, fueron molidas en una licuadora y colocadas en frascos etiquetados para ser analizadas.

Primer muestreo: se llevó a cabo el día 10 de mayo, la altura de las plantas era muy variable, encontrándose las plantas de mayor altura en la primera repetición, en éste caso se seleccionó la hoja de la parte media de la planta, algunas de las cuales mostraban ligeros daños debido a la presencia de algunas plagas que se prosedió a controlar, - las plantas tenían de 6 a 8 hojas.

Segundo muestreo: se efectuó el 25 de mayo coincidiendo con el inicio del espigamiento del maíz y la segunda aplicación de Nitrógeno, para éste muestreo se tomó la sexta hoja de la planta contando de abajo hacia arriba

Tercer muestreo: correspondió al 12 de Junio, éste -

coincidió en la época de jiloteo de la planta por lo cual se tomó como muestra la hoja que se encontraba inmediatamente abajo de la mazorca la altura de las plantas lo cual era muy variable entre algunos tratamientos, además algunas plantas mostraban la presencia de 2 ó 3 jilotes.

Cuarto muestreo: se efectuó el 25 de Junio, la mayoría de las plantas mostraban un alto índice de hojas secas sin embargo la hoja de la mazorca que fué tomada como muestra se conservaba aún verde ó ligeramente marchita. no siendo ésto un inconveniente para este muestreo el cual fué tomado como final.

Métodos de análisis

La determinación de Nitrógeno se hizo por el método Kjeldhal: Técnico, Se pesó un gramo de muestra, se colocó en un papel filtro # 30 y se introdujo en un matraz Kjeldhal además de 10 perlas de vidrio, 10grs. de Sulfato de sodio-Selenio como catalizador y 35 ml de Acido Sulfúrico concentrado; se colocó el matraz en el tren de digestión por aproximadamente una hora 30 minutos, cuando el contenido había adquirido un color verde pálido y no había presencia de gases se dió por terminada la digestión, se dejó enfriar el matraz.

Se añadieron despues 200ml de agua destilada, granella de zinc y 200 ml de Hidróxido de sodio al 50%. Se colocó-

el matraz en el tren de destilación colocándose además los matraces Erlenmeyer para recibir el destilado, los cuales contenían 100ml de ácido Bórico y 5 gotas de indicador rojo de metilo, la destilación finalizó al obtener 200ml de destilación color verde el cual se llevó a titular con Ácido Clorhídrico al 0.1 Normal. Con la cantidad de ácido utilizado se calculó la cantidad de nitrógeno presente.

La Determinación de Fósforo se hizo por el Método de Incineración Seca de Fiske y Subbarow utilizando el Fotocolorímetro Leitz para efectuar las lecturas.

Técnica.- Obtención del extracto; se pesó un gramo de muestra, se colocó en un crisol de porcelana de 50ml, se quemó en un mechero hasta el punto de despegarse la muestra del crisol, ésta se transfirió a la muflla manteniendolo a una temperatura de 500°C durante 3 horas se sacó el crisol y se dejó enfriar, luego se humedeció con gotas de agua destilada y 5 ml de ácido Clorhídrico, se colocó en una plancha caliente hasta sequedad, se sacó y se añadieron 4 gotas de ácido Nítrico concentrado repitiendo la deshidratación, se añadieron 5 ml de agua destilada y se calentó de nuevo por algunos minutos. Se procedió a filtrar con un papel Whatman 40 recogiendo el extracto en un matraz volumétricos de 100 ml hasta cuyo volumen se aforó con agua destilada.

Se preparó una solución Stock de trabajo pesando 0.439 grs. de Fosfato Monopotásico seco y se diluyeron en 100ml de agua destilada, y 5ml de Cloroformo conservador. A partir de esta solución se preparó un Standard de 60 ppm de Fósforo.

En seguida se hizo la preparación de los extractos para efectuar las lecturas: se efectuó una dilución de 1:10 de extracto obtenido utilizando 1 ml de extracto y 9 ml de agua destilada, luego en un tubo de ensaye previamente -- marcado se colocaron 5 ml de esa dilución, 1 ml de reactivo de molibdato de Amónio, agitados, se agregó .0.4 ml de ácido Amino-napthol-sulfínico y se agitó, dejándolo reposar por 15 mín. después de los cuales se efectuaron las lecturas.

Se preparó además un blanco con 5 ml de agua destilada en vez del extracto y agregando los restantes reactivos.

La calibración del aparato se hizo utilizando el Blanco para llevar a Cero de transmitancia usando una longitud de onda de 660 milimicras, las lecturas de los extractos se hicieron en base a la lectura dada por el Standard. Dichas lecturas obtenidas en % de Transmitancia se utilizaron para efectuar los cálculos correspondientes y obtener el % de Fósforo presente en las muestras.

La determinación de potásio se efectuó por el Método de Flama utilizando el Espectrofotómetro de Flama Coleman.

Técnica.- Para la determinación de potásio se utilizaron los mismos extractos obtenidos para la determinación de fósforo, haciendo una dilución de 1:10 tomando 1 ml de extracto por 10 ml de agua destilada.

Se preparó una solución Stock pesando 1.9069grs. de -- Cloruro de Potásio seco, los cuales se disolvieron en 1000 ml de agua destilada (9). A partir de esta solución se prepararon 6 Standard (5,10,20,30,40,y 50 ppm de K).

En seguida se procedió a calibrar el aparato, utilizando agua destilada se llevó a cero de transmitancia, y utilizando el Standard mayor (50 ppm) se llevó a 100% de transmitancia, fijos estos puntos se efectuaron las lecturas de los demás Standard que se utilizaron para la elaboración de la Curva de potásio. Estas lecturas deberán ser constantes en todo momento lo cual nos indicará que el aparato está calibrado, de otra manera debe procurarse calibrar de nuevo.

Las lecturas de los extractos obtenidas en porcentaje de transmitancia se utilizaron para efectuar los cálculos correspondientes y obtener el porcentaje de potásio presente en -- las muestras.

RESULTADOS Y DISCUSIONES

El objetivo primordial de este experimento fue la de terminación de los porcentajes de nitrógeno, fósforo y po tásio contenidos en las hojas del maíz muestreadas a dife rentes etapas de su ciclo vegetativo y establecer la rela ción existente con las aplicaciones al suelo de diferen tes cantidades de estos elementos. A continuación se pre sentan los resultados obtenidos en el análisis.

En la Tabla No. 1 se expresa el porcentaje de nitróge no contenido en las hojas del maíz, en cuatro fechas dife rentes de muestreo:

tabla No. 1.- Porcentaje de nitrógeno contenido en las ho jas del maíz, durante diferentes períodos de desarrollo.

DIAS TRANSCURRIDOS DE LA SIEMBRA A LOS MUESTREOS

	TRAT	38 días	53 días	68 días	84 días	PROM
1	0- 0- 0	3.22	2.88	2.61	1.90	2.66
2	0-40- 0	3.30	2.80	2.54	1.88	2.63
3	50-40- 0	3.24	2.96	2.49	1.88	2.65
4	100-40- 0	3.40	2.92	2.75	1.85	2.73
5	150-40- 0	2.95	2.84	2.52	2.01	2.59
6	100- 0- 0	3.08	2.88	2.53	1.98	2.62
7	100-80- 0	3.67	2.96	2.64	1.85	2.79
8	100-40-40	3.08	2.96	2.68	1.95	2.67
	PROMEDIO	3.24	2.90	2.60	1.91	
	D M S la 5%	0.43	NS	0.13	NS	

Los contenidos de nitrógeno en todos los tratamien -
tos fueron mayores en las primeras fases de crecimiento, -
el promedio para el primer muestreo, 38 días después de -
la siembra fué de 3.24% de nitrógeno, encontrando que fué
disminuyendo hasta 1.91% contenido durante la última fecha
de muestreo cuando el maíz se encontraba al final de su -
desarrollo. Esto se debe a que las plantas utilizan poco
nitrógeno para su desarrollo vegetativo durante las primera
s fases de crecimiento por lo que se le encuentra en mayo
res cantidades en las hojas, ya que durante la madura -
ción lo utilizan para la formación de flores y frutos dismi
nuyendo su contenido dentro de las hojas.

En ninguna de las fechas de muestreo se lograron aume
ntos significativos en el contenido de nitrógeno en las
hojas en relación con los incrementos de nitrógeno aplicado
al suelo, ya que no se presentó diferencia significativa
entre los tratamientos 2, 3, 4, y 5 donde fueron aplicados
0, 50, 100 y 150 Kg/Ha de nitrógeno respectivamente.

Esto pudo deberse a la influencia de algunos factores
que originaran pérdidas de nitrógeno ó impedirían suabs
orción por las plantas las pérdidas pueden consistir en
volatización, que es mayor en suelos alcalinos y en lavado
ó lixiviación de los nutrientes. Entre las causas que pueden
reducir la absorción se puede citar el hecho de que -
en estos suelos en particular su textura arcillosa reduce
la absorción de los fertilizantes, por lo que no se puede

obtener una respuesta satisfactoria del cultivo. O el otro caso que algunos microorganismos transformen el nitrógeno a formas no asimilables por la planta.

Los contenidos de nitrógeno presentes durante el tercer muestreo en el estado de espigamiento de la planta, se pueden considerar como un contenido adecuado si se toma como base los porcentajes reportados por Benton (3) que considera un contenido suficiente de 2.73% en tanto que Melsted (10) nos reporta 2.66%, Pelletier (14) un 2.70% y Tyner (19) considera que la concentración óptima para este estado de crecimiento deberá ser de 2.90% . No descartando la posibilidad de que la concentración óptima de las plantas pueda ser mayor para este estudio en particular.

En el contenido promedio de nitrógeno para cada uno de los tratamientos durante el ciclo completo del maíz, muestra el grado de absorción encontrado en las hojas para cada uno de los niveles de nitrógeno aplicados, siendo la mayor concentración de nitrógeno de 2.73% observandose un ligero aumento de los contenidos en relación al aumento de nitrógeno aplicado en los niveles 2, 3, y 4 sin embargo no fueron significativos así como tampoco dichas aplicaciones contribuyeron a lograr un aumento significativo en la producción de grano de maíz.

Por otra parte el nitrógeno aplicado al suelo tampo-

co presentó una influencia significativa sobre los contenidos de fósforo y potasio en las hojas ya que no hubo un aumento o disminución apreciable.

En la Tabla No. 2 se expresa el porcentaje de fósforo contenido en las hojas del maíz, en cuatro fechas diferentes de muestreo.

TABLA No. 2.- Porcentaje de fósforo contenido en las hojas del maíz durante diferentes períodos de desarrollo.

DIAS TRANSCURRIDOS DE LA SIEMBRA A LOS MUESTREOS						
	TRAT	38 días	53 días	68 días	84 días	PROM
1	0- 0- 0	0.085	0.158	0.175	0.050	0.117
2	0-40- 0	0.060	0.147	0.152	0.091	0.112
3	50-40- 0	0.048	0.132	0.187	0.090	0.114
4	100-40- 0	0.064	0.148	0.192	0.060	0.116
5	150-40- 0	0.077	0.146	0.155	0.058	0.109
6	100- 0- 0	0.045	0.152	0.159	0.087	0.111
7	100-80- 0	0.094	0.158	0.132	0.096	0.120
8	100-40-40	0.147	0.130	0.125	0.093	0.124
	PROMEDIO	0.077	0.146	0.160	0.078	
	D. S al 5%	NS	NS	NS	NS	

En el caso del fósforo se obtuvo una respuesta completa distinta a la obtenida con el nitrógeno, ya que durante el inicio de crecimiento de la planta el contenido de fós-

foro fué de 0.077% el cual fué aumentado considerablemente hasta alcanzar un promedio de 0.160% de fósforo durante el tercer muestreo cuando la planta se encontraba en estado de espigamiento y el inicio de jiloteo. Observandose después un fuerte descenso hasta 0.078% de fósforo durante el último muestreo. Esto indica que el fósforo es requerido en mayor proporción que el nitrógeno y el potasio durante el crecimiento vegetativo de la planta, por lo que se encuentran pocas cantidades en las hojas. En cambio al inicio de la maduración de la planta, el fósforo desempeña un papel muy importante en algunos procesos como la transformación de energía, entrando además como constituyente de múltiples compuestos vitales formados a partir de las reservas de la planta que son empleados posteriormente en la formación de grano y fruto ocasionando un descenso de los nutrientes presentes en las hojas.

De acuerdo a los niveles de fósforo aplicado sólo se lograron ligeros aumentos en la absorción de fósforo durante el primer muestreo que no fueron significativos al igual que los contenidos presentes en los restantes muestreos. El fósforo es un elemento cuya pérdida por percolación suele ser mínima, sin embargo es más patente la forma en que los fosfatos solubles en agua pueden ser transformados a un estado inactivo en que no pueden ser aprovechados por la planta y son fijados en el suelo.

En relación a otros trabajos llevados a cabo sobre maíz los contenidos de fósforo obtenidos durante el estado de espigamiento que correspondió al tercer muestreo, sólo pueden considerarse dentro de lo óptimo de acuerdo a los resultados obtenidos por Viets (21) quien establece un 0.145% de fósforo donde se aplicó un nivel de 45 Kg de P/Ha y 0.163% donde aplicó 90 Kg. de P/Ha. El contenido reportado por Bentón(3) como suficiente fue de 0.29% al espigamiento. Melsted (10) reporta un óptimo de 0.23% y Tyner (19) que establece un nivel crítico de 0.295% para ese mismo estado de desarrollo. De acuerdo con lo encontrado en este estudio el fósforo no fue suficiente para la planta.

En el contenido promedio de fósforo para cada uno de los niveles durante el ciclo completo del maíz, mostraban un ligero aumento conforme aumentaba el nivel aplicado pero no fue significativo. La influencia del fósforo aplicado en los rendimientos sólo nos reportó un ligero aumento para el nivel donde se aplicaron 40 Kg. de P/Ha, pero sin llegar a ser significativo.

Las aplicaciones de fósforo se reflejaron en un ligero aumento en los contenidos de nitrógeno correspondientes al primero y segundo muestreo tampoco en este caso fue significativo. En lo que respecta al contenido de potasio no hubo influencia apreciable.

En la Tabla No. 3 se expresa el porcentaje de potasio

obtenido de las hojas del maíz en cuatro fechas diferentes de muestreo.

TABLA No. 3.- Porcentaje de potásio contenido en las hojas del maíz durante diferentes períodos de desarrollo.

DIAS TRANSCURRIDOS DE LA SIEMBRA A LOS MUESTREOS						
TRAT	38 días	53 días	68 días	84 días	PROM	
1 0- 0- 0	3.037	1.619	0.469	0.331	1.364	
2 0-40- 0	3.037	1.469	0.706	0.381	1.398	
3 50-40- 0	3.400	1.712	0.565	0.375	1.513	
4 100-40- 0 +	3.050	1.400	0.606	0.387	1.361	
5 150-40- 0	3.250	1.531	0.606	0.419	1.451	
6 100- 0- 0	2.981	1.762	0.632	0.425	1.450	
7 100-80- 0	2.919	1.825	0.544	0.381	1.417	
8 100-40-40 +	3.125	1.850	0.575	0.331	1.470	
PROMEDIO	3.100	1.646	0.588	0.379		
D M S. al 5%	0.41	NS	0.28	0.13		

Los resultados promedio de potásio para cada muestreo indican que el porcentaje de éste, fué disminuyendo a medida que avanzaba el crecimiento de la planta en la misma forma que los contenidos de nitrógeno. A los 38 días después de la siembra se presentó un contenido de 3.10% llegando a disminuir hasta 0.588% al llegar al espigamiento. Esto puede explicarse por el hecho de que el potásio es un elemento que la planta utiliza en menor cantidad al inicio de su crecimiento ya que se le puede encontrar en estado soluble en el jugo celular de los tejidos jóvenes de donde

se le puede extraer en forma casi total. Sin embargo su disminución a lo largo del ciclo se debe a su uso por la planta en diversas actividades.

Los niveles de potásio (4 y 8), aplicados al suelo sólo dieron una respuesta afirmativa durante el primero y segundo muestreo, presentándose un leve aumento que no fué significativo.

El contenido de potásio durante el espigamiento fué de 0.588% muy por abajo de los porcentajes reportados como óptimos por algunos autores como; Benton, Melsted y Tyner (3,10,19) que indican como concentraciones óptimas para el maíz de 1.95%, 1.34% respectivamente. Solamente para el caso del promedio de los tratamientos 4 y 8, que fueron de 1.36% y 1.47% se obtuvo cierta concoordancia con los resultados obtenidos por Carmona (6) el cual reportó 0.58% para el nivel donde no se aplicó potásio y 1.05% para la aplicación de 40 Kg. de K/Ha.

El contenido promedio de potásio para cada uno de los tratamientos durante el ciclo del maíz nos indica que la aplicación de potásio aumentó su contenido dentro de la planta, pero no tuvo efecto sobre los rendimientos.

Tampoco tuvo efectos apreciables en el contenido de nitrógeno y en el caso del fósforo solamente fué visible en el primer muestreo y en el promedio pero no de una manera significativa.

CONCLUSIONES

Del análisis foliar llevado a cabo sobre plantas de maíz se puede concluir lo siguiente:

- 1.- En ninguna de las fechas de muestreo se lograron aumentos significativos en el contenido de nitrógeno en las hojas en relación con los niveles de nitrógeno aplicados al suelo.
- 2.- El contenido de nitrógeno en todos los niveles fué mayor durante las primeras fases de crecimiento de las plantas.
- 3.- Los contenidos de nitrógeno obtenidos para el estado de espigamiento se consideran como óptimos de acuerdo con los reportados por algunos autores.
- 4.- El nitrógeno aplicado al suelo no tuvo una influencia significativa sobre los contenidos de fósforo y potasio en las hojas.
- 5.- Los niveles de fósforo aplicados al suelo solo presentaron un ligero aumento en el primero y segundo muestreo pero sin ser significativo.
- 6.- Las plantas presentaron menor contenido de fósforo durante su inicio de crecimiento el cual fué aumentado posteriormente para después disminuir.

- 7.- Los contenidos de fósforo obtenidos durante el estado de espigamiento se consideran insuficientes de acuerdo con los resultados reportados por algunos autores.
- 8.- Las aplicaciones de fósforo sólo reflejaron ligeros pero no significativos, aumentos en los contenidos de nitrógeno en el primero y segundo muestreos, en el contenido de potásio no tuvo influencia apreciable.
- 9.- Los niveles de potásio aplicados al suelo sólo presentaron un leve aumento durante el primero y segundo muestreo pero sin que fuera significativo.
- 10.- El porcentaje de potásio en la planta fué mayor al principio del ciclo disminuyendo a medida que avanzaba su crecimiento.
- 11.- Los contenidos de potásio durante el estado de espigamiento fueron muy bajos en relación a los considerados como óptimos por otros autores.
- 12.- Las aplicaciones de potásio tampoco produjeron cambios significativos en los contenidos de nitrógeno y fósforo.
- 13.- Las aplicaciones de nitrógeno, fósforo y potásio al suelo, no tuvieron un efecto significativo en los rendimientos del maíz.

RESUMEN

En el Campo Agrícola Experimental de la Facultad de Agronomía de la Universidad de Nuevo León. Se llevó a cabo durante el ciclo de primavera de 1969 un experimento de maíz de riego, en el cual se estudió la respuesta de este cultivo a la aplicación de fertilizantes a base de nitrógeno, fósforo y potasio.

Este cultivo fue utilizado para determinar por medio del análisis foliar las concentraciones de estos tres elementos dentro de la planta.

La variedad utilizada fue la Nuevo León Sintético precoz, sembrada el día 3 de Abril.

El diseño experimental utilizado fue de bloques al azar con cuatro repeticiones en el cual fueron aplicados; cuatro niveles de nitrógeno 0, 50, 100 y 150 Kg/Ha. Tres niveles de fósforo, 0, 40 y 80 Kg/Ha. Y dos niveles de potasio 0 y 40 Kg/Ha.

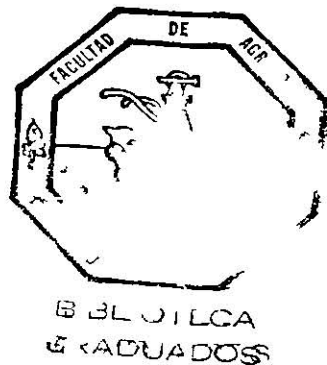
Se llevaron a cabo solamente cuatro muestreos durante el ciclo de desarrollo de la planta; el primero se efectuó un mes después de la siembra y los tres siguientes a intervalos de 15 días. La parte de la planta muestreada para análisis fue la hoja de la mazorca.

El Análisis consistió en determinaciones de Nitrógeno Fósforo y potásio.

Las aplicaciones de estos elementos al suelo no correspondieron en forma adecuada a los contenidos mostrados por las plantas, tampoco aumentaron significativamente los rendimientos.

Durante el desarrollo del cultivo la distribución del Nitrógeno y el Potásio se presentó en una forma muy similar, encontrando mayor concentración durante sus primeras fases para luego ir disminuyendo conforme avanzaba.

La distribución de fósforo en cambio fué distinta, - siendo menor durante el estado inicial para luego aumentar en el espigamiento y volver a disminuir.



B I B L I O G R A F I A

- 1.- ANONIMO. 1963. *Períodos críticos en la nutrición del maíz. Servicio técnico Agromómico de Fertilizantes el Istmo S. A. Boletín # 5.*
- 2.- BARTHOLOMEW, R. P. y JANSSEN, G. 1929. *Luxury consumption of K by plants and its significance. Journal Amer. Soc. of Agronomy. 21: 751 - 765.*
- 3.- BENTON, J. J. 1967. *Plant analysis soil testing and plant analysis. Soil Science Society of America. II:*
- 4.- BENNETT, W. F. et al. 1953. *Nitrogen Phosphorus and Potassium content of the corn leaf and grain as related to nitrogen fertilization and yields. Soil Science Society of America -- Proc. 17: 252 - 258.*
- 5.- BASWELL, F. C. 1956. *The effect of soil K levels on yields lodging and mineral composition of corn. Soil Science Society America Proc. 21: 301 - 305.*
- 6.- CARMONA, R. G. 1963. *Potassium uptake and distribution in a corn plant as influenced by rates of potassium and nitrogen fertilization Univer-*

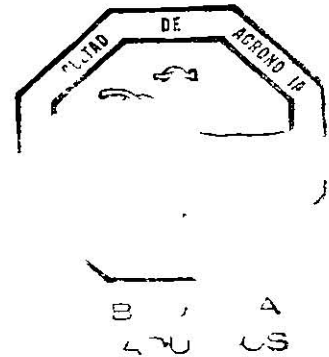
sity of Tennessee Knoxville Tenn. Tesis no --
publicada.

- 7.- GRUNEBERG, F. H. 1959. *Nutrición y fertilización del maíz*. Verlagsgesellschaft. *Va für Ackerbau MBH. Boletín verde* 9.
- 8.- HANWAY, J. J. 1962. *Corn growth and composition in relation on soil fertility 10. Growth of different plant parts and relation between leaf weight and grain yields*. *Agronomy Journal* 54: - 145 - 148.
- 9.- JOHONSON, C. M. y A. ULRICH. . 1959. *ANALYTICAL Methods for use inplant analysis*. *University of California*.
- 10.- MELSTED, S. W., H. L. MOTTO y T. R. PECK. 1969 *Critical plant nutrient composition values useful in interpreting plant analysis data*. *Agronomy Journal*. 61: 17,- 20
- 11.- NAVARRO, S. J. 1968. *Cultivo y fertilización del maíz*. *Guanos y Fertilizantes de México*. *Boletín No.* 55.
- 12.- NEIGHTINGALE, G. T. 1943. *Physiological chemical - funtiones of Potassium in crop growth*. *Soil --*

Science Society of Amer. 55: 73 - 78

- 13.- NIELSON, K. F. et al. 1963. A study of ion interaction in the uptake of nitrogen, phosphorus, potassium, calcium, chlorine and sulphur by corn
Soil Science Society of America. 95: 315 - 321
- 14.- 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.
- 15.- PELLETIER, C. P. 1966. El nitrógeno nutriente vegetal. Guanos y fertilizantes de México. Boletín No. 48.
- 16.- PELLETIER, C. P. 1961. El Fósforo nutriente vegetal Guanos y fertilizantes de México. Boletín No. 29.
- 17.- PELLETIER, C. P. 1965. El Potasio nutriente vegetal Guanos y Fertilizantes de México. Boletín No. 43.
- 18.- TYNER, E. H. 1946. The relation of corn yields to leaf Nitrogen, Phosphorus and Potassium content. Soil Science of America Proc. 11: 317 - 323
- 19.- TYNER, E. H. y J. R. WEBB. 1946. The relation of corn yield to nutrient balance as revealed by leaf analysis. Journal America Soc Agron. 38: 173 - 185.

- 20.- VIDAL, F., C. 1965. Método 'PURDE' de análisis de -
suelos y tejidos vegetales. Guanos y Ferti-
lizantes de México. Boletín No. 44
- 21.- VIETS, F. G. et al. 1954. The relation ship among
corn yields leaf composition and fertilizer -
applied. Soil Science Soc. Amer. Proc. 18.--
297 - 301.



APENDICE A

TABLA No. 5.- Análisis de varianza y porcentaje de nitrógeno presente en las hojas de maíz muestreadas el día 10 de mayo.

TRAT		R E P E T I C I O N E S				Σ trat
		I	II	III	IV	
1	0- 0- 0	3.122	3.330	3.080	3.374	12.906
2	0-40- 0	3.122	3.822	3.080	3.178	13.202
3	50-40- 0	3.065	3.330	3.500	3.080	12.976
4	100-40- 0	3.500	3.500	3.038	3.570	13.608
5	150-40- 0	3.330	3.330	2.282	2.884	11.826
6	100- 0- 0	3.150	2.380	3.570	3.234	12.334
7	100-80- 0	3.990	3.472	3.528	3.710	14.700
8	100-40-40	2.770	3.080	3.556	2.912	12.320
Σ rep		26.052	26.244	25.634	25.942	

A N A L I S I S D E V A R I A N Z A

CAUSAS	G.L.	S.C.	C.M.	F
TRAT	7	1.398	1.997	15.36
REP.	3	0.024	2.730	0.006 NS
ERROR	21	2.730	0.130	
TOTAL	31	4.152		

APENDICE B

TABLA No. 6.- Análisis de varianza y porcentaje de nitrógeno presente en las hojas del maíz muestreadas el día 25 de mayo.

TRAT	REPETICIONES				Σ trat	
	I	II	III	IV		
1	0-0-0	3.108	2.730	2.800	2.898	11.536
2	0-40-0	2.912	2.604	2.674	3.010	11.200
3	50-40-0	3.024	3.080	2.870	2.870	11.844
4	100-40-0	3.010	2.786	2.968	2.926	11.690
5	150-40-0	2.730	3.038	2.856	2.758	11.382
6	100-0-0	2.828	2.800	3.136	2.758	11.522
7	100-80-0	3.262	2.744	3.038	2.828	11.872
8	100-40-40	2.842	2.954	2.968	3.094	11.858
Σ rep		23.716	22.736	23.310	23.142	

A N A L I S I S D E V A R I A N Z A

CAUSAS	G.L.	S.C.	C.M.	F
TRAT	7	0.106	0.015	0.59 NS
REP	3	0.061	0.020	0.80 NS
ERROR	21	0.534	0.025	
TOTAL	31	0.702		

APENDICE C

TABLA No. 7.- Análisis de varianza y porcentaje de nitrógeno presente en las hojas de maíz muestreadas el día 12 de Junio.

TRAT	REPETICIONES				Σ trat
	I	II	III	IV	
1 0-0-0	2.576	2.478	2.702	2.688	10.444
2 0-40-0	2.548	2.450	2.548	2.618	10.164
3 50-40-0	2.352	2.646	2.506	2.492	9.996
4 100-40-0	2.548	2.674	2.982	2.814	11.018
5 150-40-0	2.394	2.590	2.590	2.534	10.108
6 100-0-0	2.324	2.590	2.660	2.562	10.136
7 100-80-0	2.660	2.492	2.926	2.520	10.598
8 100-40-40	2.660	2.520	2.730	2.842	10.752
Σ rep	20.062	20.440	21.644	21.070	

A N A L I S I S D E V A R I A N Z A

CAUSAS	G.L.	S.C.	C.M.	F
TRAT	7	0.230	0.032	2.51
REP	3	0.182	0.060	4.64
ERROR	21	0.274	0.013	
TOTAL	31	0.687		

APENDICE D

TABLA No. 8.- Análisis de varianza y porcentaje de nitrógeno presente en las hojas de maíz muestreadas el día 25 de junio.

TRAT	REPETICIONES				Σ trat
	I	II	III	IV	
1 0- 0- 0	1.890	2.002	1.960	1.778	7.630
2 0-40- 0	1.778	1.918	1.890	1.946	7.532
3 50-40- 0	1.778	1.932	1.932	1.890	7.532
4 100-40- 0	1.694	1.820	1.932	1.988	7.434
5 150-40- 0	2.002	2.016	1.890	2.170	8.078
6 100- 0- 0	2.156	1.932	1.834	2.016	7.938
7 100-80- 0	1.946	1.848	1.638	1.974	7.406
8 100-40-40	1.960	1.862	1.960	2.030	7.812
Σ rep	15.204	15.330	15.036	15.792	

ANÁLISIS DE VARIANZA

CAUSAS	G.L.	S.C.	C.M.	F
TRAT	7	0.105	0.015	1.26 NS
REP	3	0.039	0.013	1.09 NS
ERROR	21	0.251	0.012	
TOTAL	31	0.396		

APENDICE E

TABLA No. 9.- Análisis de varianza y porcentaje de fósforo presente en las hojas del maíz muestreadas el día 10 de mayo.

TRAT	R E P E T I C I O N E S				Σ trat
	I	II	III	IV	
1 0- 0- 0	0.037	0.075	0.138	0.091	0.341
2 0-40- 0	0.030	0.091	0.075	0.045	0.241
3 50-40- 0	0.030	0.060	0.060	0.045	0.195
4 100-40- 0	0.030	0.138	0.052	0.037	0.257
5 150-40- 0	0.052	0.060	0.075	0.122	0.309
6 100- 0- 0	0.030	0.037	0.091	0.022	0.180
7 100-80- 0	0.022	0.099	0.144	0.114	0.379
8 100-40-40	0.204	0.155	0.075	0.154	0.588
Σ rep	0.435	0.715	0.710	0.630	

A N A L I S I S D E V A R I A N Z A

CAUSAS	G.L!.	S.C.	C.M.	F
TRAT	7	0.030	0.004	0.028 NS
REP	3	0.006	0.002	0.014 NS
ERROR	21	0.037	0.015	
TOTAL	31	0.068		

APENDICE F

TABLA No. 10.- Análisis de varianza y porcentaje de fósforo presente en las hojas de malz muestreado el día 25 de Mayo.

TRAT	REPETICIONES				Σ trat
	I	II	III	IV	
1 0-0-0	0.155	0.187	0.138	0.155	0.635
2 0-40-0	0.163	0.187	0.083	0.155	0.588
3 50-40-0	0.106	0.106	0.138	0.179	0.529
4 100-40-0	0.138	0.196	0.106	0.155	0.595
5 150-40-0	0.163	0.163	0.122	0.138	0.586
6 100-0-0	0.204	0.106	0.163	0.138	0.611
7 100-80-0	0.154	0.187	0.122	0.171	0.634
8 100-40-40	0.106	0.122	0.138	0.155	0.521
Σ rep	1.189	1.254	1.010	1.246	

ANÁLISIS DE VARIANZA

CAUSAS	G.L.	S.C.	C.M.	F	
TRAT	7	0.003	0.0004	0.004	NS
REP	3	0.005	0.0016	0.016	NS
ERROR	21	0.020	0.0096		
TOTAL	31	0.028			

APENDICE G

TABLA No. 11.- Análisis de varianza y porciento de fósforo presente en las hojas de maíz muestreadas - el día 12 de junio.

TRAT	REPETICIONES				Σ trat
	I	II	III	IV	
1 0- 0- 0	0.154	0.171	0.171	0.204	0.700
2 0.40- 0	0.154	0.187	0.099	0.171	0.611
3 50-40- 0	0.221	0.213	0.130	0.187	0.751
4 100-40- 0	0.265	0.204	0.138	0.163	0.770
5 150-40- 0	0.221	0.141	0.106	0.155	0.623
6 100- 0- 0	0.196	0.147	0.138	0.155	0.636
7 100-80- 0	0.187	0.130	0.090	0.122	0.529
8 100-40-40	0.171	0.139	0.068	0.122	0.500
Σ rep	1.569	1.332	0.940	1.279	

A N A L I S I S D E V A R I A N Z A

CAUSAS	G.L.	S.C.	C.M.	F
TRAT	7	0.016	0.0023	0.035 NS
REP	3	0.025	0.0036	0.053 NS
ERROR	21	0.014	0.0067	
TOTAL	31	0.056		

APENDICE H

TABLA No. 12.- Análisis de varianza y porciento de fósforo presente en las hojas del maíz muestreadas el día 25 de junio.

TRAT	R E P E T I C I O N E S				Σ trat
	I	II	III	IV	
1 0- 0- 0	0.060	0.045	0.045	0.052	0.202
2 0-40- 0	0.138	0.045	0.138	0.045	0.366
3 50-40- 0	0.079	0.068	0.091	0.122	0.360
4 100-40- 0	0.075	0.045	0.060	0.060	0.240
5 150-40- 0	0.075	0.052	0.091	0.014	0.232
6 100-80- 0	0.091	0.068	0.091	0.099	0.349
7 100-80- 0	0.083	0.138	0.091	0.075	0.387
8 100-40-40	0.037	0.083	0.171	0.083	0.374
Σ rep	0.638	0.544	0.778	0.550	

A N A L I S I S D E V A R I A N Z A

CAUSAS	G.L.	S.C.	C.M.	F
TRAT	7	0.0090	0.0013	1.17 NS
REP	3	0.0035	0.0012	1.07 NS
ERROR	21	0.0230	0.0011	
TOTAL	31	0.0356		

APENDICE I

TABLA No. 13.- Análisis de varianza y porcentaje de potásio presente en las hojas del maíz muestreadas el día 10 de mayo.

TRAT	R E P E T I C I O N E S				Σ trat
	I	II	III	IV	
1 0- 0- 0	2.400	3.400	3.500	2.850	12.150
2 0- 0- 0	2.850	3.350	2.900	3.050	12.150
3 50-40- 0	2.900	3.450	3.750	3.500	13.600
4 100-40- 0	2.500	3.200	3.300	3.200	12.200
5 150-40- 0	1.850	3.250	4.150	2.750	13.000
6 100- 0- 0	2.425	3.700	3.350	2.450	11.925
7 100-80- 0	1.850	3.500	3.750	2.575	11.675
8 100-40-40	2.100	3.850	3.650	2.900	12.500
Σ rep	19.875	27.700	28.350	23.275	

A N A L I S I S D E V A R I A N Z A

CAUSAS	G.L.	S.C.	C.M.	F
TRAT	7	0.681	0.097	0.046 NS
REP	3	5.949	1.983	17.060
ERROR	21	4.440	0.116	
TOTAL	31	9.071		

APENDICE J

TABLA No. 14.- Análisis de varianza y porcentaje de potasio presente en las hojas del maíz muestreado - el día 25 de mayo.

TRAT	REPETICIONES				Σ trat
	I	II	III	IV	
1 0-0-0	1.650	1.875	1.550	1.400	6.475
2 0-40-0	1.800	1.250	1.250	1.575	5.875
3 50-40-0	1.950	1.950	1.875	1.075	6.850
4 100-40-0	1.350	1.200	1.500	1.550	5.600
5 150-40-0	1.500	1.100	2.450	1.075	6.125
6 100-0-0	1.750	2.525	1.200	1.575	7.050
7 100-80-0	2.250	1.650	2.450	0.950	7.300
8 100-40-40	2.250	2.150	1.600	1.400	7.400
Σ rep	14.500	13.700	13.875	10.600	

A N A L I S I S D E V A R I A N Z A

CAUSAS	G.L.	S.C.	C.M.	F
TRAT	7	0.790	0.113	0.061 NS
REP	3	1.144	0.381	0.207 NS
ERROR	21	3.868	0.184	
TOTAL	31	5.801		

APENDICE K

TABLA No. 15.- Análisis de varianza y porcentaje de potasio presente en las hojas del maíz muestreadas el día 12 de junio.

TRAT	R E P E T I C I O N E S				Σ trat
	I	II	III	IV	
1 0- 0- 0	0.300	0.475	0.650	0.450	1.875
2 0-40- 0	0.575	1.350	0.475	0.425	2.825
3 50-40- 0	0.310	0.425	1.125	0.400	2.260
4 100-40- 0	0.450	0.650	0.900	0.425	2.425
5 150-40- 0	0.425	0.550	1.000	0.450	2.425
6 100- 0- 0	0.355	1.050	0.725	0.400	2.530
7 100-80- 0	0.550	0.325	1.050	0.250	2.175
8 100-40-40	0.350	0.675	0.925	0.350	2.300
Σ rep	3.315	5.500	6.850	3.150	

A N A L I S I S D E V A R I A N Z A

CAUSAS	G.L.	S.C.	C.M.	F
TRAT	7	0.134	0.019	0.348 NS
REP	3	1.198	0.399	7.273
ERROR	21	1.152	0.055	
TOTAL	31	2.484		

APENDICE L

TABLA No. 16.- Análisis de varianza y porcentaje de potasio presente en las hojas del maíz muestreadas el día 25 de junio.

TRAT	R E P E T I C I O N E S				Σ trat
	I	II	III	IV	
1 0- 0- 0	0.250	0.375	0.300	0.400	1.325
2 0-40- 0	0.575	0.300	0.325	0.325	1.525
3 50-40- 0	0.450	0.350	0.450	0.250	1.500
4 100-40- 0	0.625	0.425	0.325	0.175	1.550
5 150-40- 0	0.325	0.475	0.575	0.300	1.675
6 100- 0- 0	0.550	0.625	0.300	0.225	1.700
7 100-80- 0	0.450	0.425	0.350	0.300	1.525
8 100-40-40	0.425	0.350	0.300	0.250	1.325
Σ rep	3.650	3.325	2.925	2.225	

A N A L I S I S D E V A R I A N Z A

CAUSAS	G. L.	S. C.	C. M.	F
TRAT	7	0.033	0.0048	0.40 NS
REP	3	0.141	0.0471	3.96
ERROR	21	0.250	0.0119	
TOTAL	31	0.425		

