

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE AGRONOMIA



**NUMERO DE RIEGOS Y NIVELES DE FERTILIZACION
NITROGENADA EN EL CULTIVO DE MAIZ
PARA GRANO EN LA REGION DE
MARIN, N. L.**

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

P R E S E N T A
JOSE LUIS BERRONES REYNA

MONTERREY, N. L.

AGOSTO 1982

T

SB191

.M2

B4

c.1



1080060953

A MIS **UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON**

SR. NIGUEL BERRONES

SRA. MACLOVIA FACULTAD DE AGRONOMIA

Con todo cariño como un pequeño
tributo por sus grandes esfuerzos
realizados para
mis estudios, a
debo lo que soy



**NUMERO DE RIEGOS Y NIVELES DE FERTILIZACION
NITROGENADA EN EL CULTIVO DE MAIZ
PARA GRANO EN LA REGION DE
MARIN, N. L.**

TESIS
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA

PRESENTA
JOSE LUIS BERRONES REYNA

MONTERREY, N. L.

AGOSTO 1982

T
SB 191
.M2
B4



040.633
FA3
1982

A MIS PADRES:

SR. MIGUEL BERRONES

SRA. MACLOVIA R. DE BERRONES

Con todo cariño como un pequeño
tributo por sus grandes esfuerzos
realizados para la realización de
mis estudios, siendo ellos a quien
debo lo que soy.

A MIS ABUELITOS:

PATERNOS: SR. J. PRAXEDIS BERRONES Y

SRA. PETRITA L. DE BERRONES

MATERNOS: SR. RODRIGO REYNA (+) Y

SRA. JUANITA R. DE REYNA.

A MIS HERMANOS

IRMA ROSA, JORGE HUMBERTO,
MARTHA ELENA, JOSE PRAXEDIS,
ISABEL CRISTINA, PETRA LUCIA,
MIGUEL Y JUAN ANTONIO.

A todos mis familiares
principalmente a los más
allegados al seno de la familia
y que me apoyaron moralmente --
durante el transcurso de mi carrera .

A mi tía: Profra. Ma. Guadalupe R. de García

A mis padrinos:

Profr. Tito Guadalupe Moreno

Sra. Marina S. de Moreno.

Al Sr. Armando Berrones

Al Sr. Armando Ramírez

A la familia Garza Palafox.

A BLANCA ESTHELA MIRELES CABALLERO
Con admiración.

Deseo expresar mi más
sincero agradecimiento por
sus sabios consejos y
su valiosa colaboración
en la dirección del
presente estudio al

ING. AGR. GILDARDO CARMONA RUIZ

ING. AGR. CECILIO ESCAREÑO R.
Jefe del Laboratorio de Suelos de
la F.A.U.A.N.L., por la facilidad
otorgada para la realización de -
los diferentes análisis de Laboratorio
torio.

A LA Q.F.B. BLANCA HERNANDEZ DE E.
Por su ayuda en la realización de
los diferentes análisis realizados
en dicho Laboratorio.

A todos mis compañeros
y amigos:

A mi escuela:

A mis maestros:

A todas las personas que de
una forma u otra colaboraron
para el desarrollo del pre--
sente trabajo.

I N D I C E

PAGINA

INTRODUCCION.	1
LITERATURA REVISADA	3
Importancia del nitrógeno.	3
Importancia del agua	7
Efecto de la humedad y la fertilidad en el <u>ren</u> dimiento	12
Factores que influyen en la eficiencia de los fertilizantes nitrogenados	16
Importancia del fósforo.	22
Efecto de la humedad y fertilidad en el conte- nido de proteína del grano de maíz	26
El uso del análisis foliar	31
MATERIALES Y METODOS.	37
RESULTADOS Y DISCUSION.	49
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	60
RESUMEN	62
BIBLIOGRAFIA.	64
APENDICE.	67

F E D E E R R A T A S

EN EL INDICE DE TABLAS EN LUGAR DE DECIR 1980 ES 1981

INDICE DE TABLAS Y FIGURAS

Nº	TABLA	PAGINA
1	Tratamientos usados en el experimento - de maíz NL-U-127 primavera 1980 Marín, N.L.	38
2	Probables fechas de aplicación de cada riego en el experimento de maíz NL-U-127 primavera 1980 Marín, N.L.	39
3	Propiedades físicas y químicas del suelo donde se desarrolló el experimento - de maíz NL-U-127 primavera 1980 Marín, N.L.	40
4	Precipitación (mm) registrada en el área del experimento de maíz NL-U-127 primavera 1980 Marín, N.L.	42
5	Donde se muestra la lámina disponible - (cms.) al momento de cada muestreo de humedad en el suelo del experimento maíz - NL-U-127 primavera 1980 Marín, N.L.	43
6	Análisis de varianza para rendimiento en grano en el experimento de maíz NL-U-127 primavera 1980 Marín, N.L.	48
7	Rendimiento en Ton/ha. en grano, para dosis de N y Nº de riegos.	49
8	Análisis de varianza para materia seca - de un surco por parcela útil en el experimento de maíz NL-U-127 primavera 1980, Marín, N.L.	52

Nº	TABLA	PAGINA
9	Rendimiento en Ton/ha. de forraje como materia seca, para d6sis de N y N6 de riegos.	53
10	An6lisis de varianza para el contenido de nitr6geno total en las hojas a los 67 d6as en el experimento de ma6z NL-U-127 primavera 1980 Marfn, N.L.	54
11	Porcentaje de nitr6geno total en las hojas, para d6sis de N y N6 de riegos.	55
12	An6lisis de varianza para el contenido de prote6na (%) en el grano en el experimento de ma6z NL-U-127 primavera --- 1980 Marfn, N.L.	56
13	Porcentaje de prote6na en el grano, -- para d6sis de N y N6 de riegos.	57
14	Rendimiento en grano de ma6z en kilogramos por parcela 6til (14.72m ²) y -- con un 14% de humedad.	59
15	Rendimiento de forraje como materia -- seca en kilogramos por parcela 6til -- (7.36 m ²).	60
16	Porcentaje de nitr6geno total en la -- hoja opuesta y abajo de la mazorca de la planta de ma6z a los 67 d6as de la germinaci6n.	61

Nº TABLA

PAGINA

17 Porcentaje de proteína en el grano de
maíz,

62

FIGURA Nº

1 Dimensiones de las parcelas distribui
ción de los tratamientos en el experimen
to de maíz NL-U-127

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

En México, como caso especial, con el tiempo se deben - de incrementar los rendimientos de maíz con la aplicación de las nuevas técnicas agrícolas, el uso de fertilizantes e incrementando las áreas de riego en donde se tiene asegurada - una buena cosecha, por que no hay que perder de vista que el problema fundamental de nuestra agricultura es el agua.

Respecto a la producción mundial por especies cultiva-- das, el maíz ocupa el tercer lugar. Esto de por sí explica la gran importancia del conocimiento y aplicación de las --- mejores técnicas de cultivo, para la obtención de máximos -- rendimientos y óptima calidad.

El maíz tiene amplio aprovechamiento en el consumo huma no y animal, así como en la industria. Se le puede explotar para uno u otro aspecto, ó en varios, en forma de producto - principal y subproductos. Los principales factores por los que hay baja producción son:

- Que el 90% del área que se siembra con maíz se reali- za de temporal y su éxito depende de las condiciones del --- mismo.

- Por la deficiente tecnificación de las prácticas de - cultivo.

- El poco uso de fertilizantes.

- Falta de híbridos y variedades mejoradas para la gran diversidad de condiciones ecológicas que existen en las diferentes regiones donde se siembra éste cultivo.

Este experimento se planeó pensando en las posibilidades de aumentar los rendimientos de grano, mediante la aplicación de diferente número de riegos y diferentes dosis de fertilización nitrogenada, durante el ciclo primavera-verano en el cultivo de maíz, variedad NL-U-127 en Marín, N.L.

LITERATURA REVISADA

Importancia del Nitrógeno.

Uno de los principales problemas de los suelos de México y especialmente los de la parte norte de la República, es que la mayoría son muy arcillosos, también son bajos en su contenido de materia orgánica y nitrógeno, aunado a esto sus propiedades físicas, que son inadecuadas y ésto por consiguiente reduce la aprovechabilidad del agua; y hay poca respuesta a los fertilizantes químicos aplicados al suelo. (24)

El nitrógeno existe bajo tres estados: Orgánico, Amoniacal y Nítrico.

1º.- El Nitrógeno Orgánico, constituye la mayor parte del nitrógeno del suelo; entra en la composición del humus. Bajo este estado no es asimilable pero forma una reserva alimenticia. Poco a poco se descompone y pasa al estado amoniacal.

2º.- El Nitrógeno Amoniacal, proveniente de la descomposición de los materiales orgánicos, es sobre todo aportado al suelo bajo formas de fertilizante. Bajo este estado es poco asimilable pero es transformado rápidamente, mediante el fenómeno de la nitrificación a nitrógeno nítrico.

3º.- El Nitrógeno Nítrico o nitrógeno de nitratos, representa la forma inmediatamente asimilable de la alimenta-

ción nitrogenada de los vegetales. Se encuentra sobre todo en estado de nitrato de calcio, proviene de nitrógeno amoniacal que puede ser aportado al suelo bajo formas de diferentes sales. La riqueza de los suelos en nitrógeno debe ser al menos de uno por mil. (11)

Thorne y Peterson, mencionan que cuando existen cantidades abundantes de nitrógeno asimilable, la planta principia su desarrollo rápidamente y tiene una tendencia subsecuente a desarrollar el tallo y las hojas. Estas plantas crecerán rápida y vigorosamente, tendrán un color verde oscuro y una apariencia generalmente sana. Además, a las plantas a las cuales se aplica suficiente nitrógeno, pueden utilizar mucho más las demás materias nutritivas, como el fósforo y el potasio.

La superficie restringida de las hojas que resulta de la deficiencia de nitrógeno en el suelo, generalmente se refleja en la disminución del rendimiento, ya que el rendimiento es ordinariamente proporcional al desarrollo de las hojas. Ninguna cantidad de fósforo y potasio compensará una deficiencia de nitrógeno. (27)

En otra obra se menciona que cuando en las plantas existen deficiencias de nitrógeno, la característica que se manifiesta en ellas es que se vuelven raquíticas y amarillentas. Este amarillamiento o clorosis aparece primeramente en las hojas inferiores y las hojas superiores permanecen verdes. Cuando las deficiencias de nitrógeno son muy graves las ho--

jas se vuelven marrones y mueren. (28)

Aldrich y Leng, mencionan que una de las formas en que el maíz absorbe todo el nitrógeno es en forma de nitrato --- (NO_3). Pero el nitrato solo puede almacenarse en el suelo - en pequeñas cantidades, a causa de la lixiviación y la desnitrificación. La mayor parte del nitrógeno utilizado por el maíz debe llevarse a la forma de nitrato, durante la esta--- ción de crecimiento, por diferentes reacciones en la solu--- ción del suelo.

El nitrógeno adicional acelera la descomposición de los residuos. Pero lo que es mas importante, suministra nitróge no asimilable para el maíz durante el período en que los or ganismos están fijando los nitratos. (2)

Los compuestos nitrogenados constituyen una parte impor tante del peso total de las plantas. En una planta que con tiene el 1.6 % de nitrógeno, por ejemplo, aproximadamente el 10% de su peso en verde es aportado por compuestos nitroge \underline{n} dos. El nitrógeno se encuentra en las plantas tanto en for ma inorgánica como orgánica, predominando ésta última.

La mayoría de nitrógeno orgánico de las plantas se dá - en forma de proteínas, que son compuestos de alto peso ---- molecular. El nitrógeno está presente en las proteínas y en las porciones de ácido nucleico de las nucleoproteínas. Ade más de la función que cumple en las proteínas, el nitrógeno también participa en otros procesos. El nitrógeno es un com

ponente de los pigmentos de clorofila, es esencial para que haya fotosíntesis, también hay nitrógeno en las hormonas, -- que son sustancias orgánicas que ejercen importantes funciones reguladoras del metabolismo con su presencia en pequeñas cantidades.

Como ejemplo cuantitativo de la relación entre los síntomas de la deficiencia y rendimiento, Viets y otros citados por Black, comprobaron que el rendimiento en granos de maíz disminuía si tiene 940 kg/ha, cada vez que en la época de floración aumentaba en una hoja por planta la prueba visible de una deficiencia de nitrógeno. Aunque ninguna hoja mostró síntomas de deficiencia de nitrógeno con un porcentaje de -- 2.2 ó mas, en determinadas hojas tomadas como índice, el contenido de nitrógeno que correspondía al rendimiento máximo -- alcanzable mediante un aumento en el suministro de nitrógeno se calculó en 2.8%. Entre los límites de 2.2 y 2.8%, las -- plantas podían tener deficiencia de nitrógeno para la producción de grano, sin que por ello las hojas mostraran síntomas de deficiencia. (6)

Collins (8), dice que el nitrógeno entra en la composición de las proteínas y por tanto en lo de las células vi--vas. Cuando el nitrógeno no se haya presente en el suelo en cantidad suficiente para el desarrollo vegetal óptimo, los -- granos de los cereales y las semillas de otras plantas de -- cultivo no alcanzan su tamaño normal, sino que quedan mus--tios y de poco peso.

En las gramíneas las aplicaciones normales de nitrógeno parecen apresurar ligeramente la maduración. En cambio, las aplicaciones excesivas de éste elemento pueden retrasarla y en ocasiones producir un crecimiento vegetativo excesivo. -- Se ha comprobado también que con las aplicaciones excesivas de nitrógeno disminuye la capacidad de resistencia de las -- plantas a las enfermedades.

Según Long, citado por A. Jacob (15), reporta que una cosecha de maíz de 2,845 kg requiere: 180 kg de nitrógeno -- por hectárea, 62 kg de P_2O_5 y 124 kg de K_2O . Así mismo, Sou**u**bies, citado también por Jacob, reporta que cada 50 kg de -- grano cosechado extraen 2.5 kg de N/Ha, 1.0 kg de P_2O_5 , y -- 2.0 de K_2O .

Importancia del Agua

El agua es el principal factor limitante en la agricultura. Además de su papel fundamental de componente de la -- materia vegetal (80 a 90%) el agua es indispensable para el mecanismo de utilización de los abonos. Las plantas, en --- efecto, no absorben los elementos nutritivos mas que en soluución. El agua, vehículo indispensable de los elementos fertilizantes, puede restringir las posibilidades de alimenta-- ción de las plantas si existe en el suelo en cantidad insufiuciente. (13)

Las formas en que el agua se encuentra en el suelo son: como Agua Libre, que en cierto modo es agua útil que puede -

ser eventualmente aprovechada por las plantas y como Agua Retenida por las partículas del suelo y por lo tanto no estaría disponible para su uso por las plantas.

Cuando se agrega agua a un suelo hasta llegar a quedar como Agua Libre, la tensión disminuye aún más proporcionalmente, la película de agua adherida a la partícula de suelo incrementa su tamaño, engrosa, la fuerza de gravedad supera a la de tensión que la retiene en esas circunstancias, produciéndose como resultado un desprendimiento de Este Exceso de agua que drena hacia capas mas profundas por esa acción gravitacional. Como resultado de este proceso disminuye consecuentemente el potencial hídrico. En caso contrario, cuando la acción de la capilaridad empieza a superar a la gravedad se produce un aumento de potencial hídrico.

La tensión a la que el agua se encuentra retenida cuando el suelo está a capacidad de campo puede ser 0.3 atmósferas en suelos francos normales, alrededor de 0.1 atmósferas para suelos arenosos y finalmente hasta 0.5 atmósferas para suelos arcillosos manifiestamente compactos. Estas tensiones son debidas a distintos niveles de humedad.

El esfuerzo de humedad del suelo, es igual a las fuerzas de tensión mas las de ósmosis. El rango para marchitez posee una tensión que varía corrientemente para la mayoría de los cultivos de 13 a 15 atmósferas. (19)

El agua en las plantas, como en toda materia viviente,

contribuye tanto en las propiedades esenciales de la vida -- como en las más complejas proteínas, los compuestos grasosos, los carbohidratos y los minerales.

La transpiración se manifiesta en forma continua solo si la planta tiene un continuo suministro de humedad disponible. Si ese suministro se agota o si la pérdida de agua excede, - de la proporción de consumo de agua, la planta eventualmente se marchita, los estomas se cierran y se impide la transpiración.

El agua es también una de las materias primas en la --- fotosíntesis, ya que es la sustancia en la que actúa la luz para producir hidrógeno, reacción básica en la fotosíntesis.

Aunque la transpiración excesiva puede dañar las plan-- tas y disminuir su rendimiento, puede hacerse muy poco para regularla bajo condiciones de campo, porque los factores, -- tales como temperatura, luz y viento, son muy difíciles de - modificar. (5)

Las necesidades de agua de una planta dependen de la -- energía en la atmósfera o sea de la luminosidad, el viento, humedad relativa y temperatura; de la energía del agua en el suelo (esfuerzo de la humedad del suelo) y del tipo de cultivo.

El uso consuntivo se define como la cantidad de agua -- usada por las plantas en la construcción de sus tejidos, la

transpiración y la evaporación en la superficie del suelo, - sobre la que se desarrolla.

La temperatura y la humedad relativa afectan al uso -- consuntivo, la primera en forma directamente proporcional y la segunda inversamente proporcional; el viento favorece la evaporación y la luminosidad influye en el fotoperíodo de la planta, alterando por lo mismo los valores del uso consuntivo, en función de su intensidad, calidad y duración.

Por lo que respecta al cultivo, su requerimiento de humedad está influenciado por el período vegetativo, la superficie de transpiración que presentan las hojas, el desarrollo radical y en general los diferentes factores fisiológicos y morfológicos que varían con el tipo de planta y de los que dependen la transpiración y absorción del agua. Se ha visto que varios cultivos se desarrollan mejor y dan mejores cosechas cuando en ciertas épocas se permite una disminución considerable en el nivel de humedad aprovechable.

Singleton, citado por Palacios, encontró que regando el maíz durante todo el ciclo, hasta que la humedad alcanzara - un nivel tal, que el esfuerzo de humedad del suelo llegara a 9 atmósferas, obtenía rendimientos de 6.7 Ton./ha; en cambio, obtuvo 8.25 Ton/Ha, cuando en la época del espigamiento y -- jiloteo, mantuvo el esfuerzo de humedad del suelo en valores menores de 0.4 atmósferas.

Fernández y Laird, citados por el mismo autor, encontra

traron que el ciclo del maíz puede dividirse en tres partes que son: el primero, de la siembra al espigamiento; el segundo, del espigamiento a la maduración y tercero, de la maduración a la cosecha, encontrándose que la época más difícil -- desde el punto de vista de requerimiento de humedad del suelo es la segunda. En el mismo trabajo encontraron que durante la primera parte de su desarrollo, puede dejarse subir el esfuerzo de humedad del suelo hasta 10 atmósferas; durante la segunda o sea la más sensible solo hasta 6 atmósferas. A mayores esfuerzos se tienen disminuciones en el rendimiento y por último en la tercera etapa son permisibles, esfuerzos hasta de 8 atmósferas. (20).

El maíz consume agua moderadamente, debido a su enorme producción, los requisitos de una cosecha plena son bastante grandes, no obstante el maíz tiene la cualidad de graduar su desarrollo y, por consiguiente, su producción de acuerdo con el agua que tenga a su disposición. Eso explica la gran diversidad de suelos y de condiciones de humedad en que se puede cultivar éste magnífico grano.

La alfalfa consume mayor cantidad de agua, pero como -- sus raíces penetran profundamente, puede aprovechar agua del subsuelo y desarrollarse muy bien en terrenos comparativamente secos. Para obtener medio kilogramo de heno de alfalfa -- se requieren 371 kg de agua.

Enseguida se da la cantidad de agua que requieren algunas plantas en kilos de agua por kg de materia seca:

CULTIVO	KG DE AGUA	CULTIVO	KG DE AGUA
CEBADA	391	MIJO	281
TRIGO SARRACENO	490	AVENA	630
MAIZ	161	ARROZ	540
ALGODON	590	CENTENO	630
LINO	811	TRIGO	450

Como se ve en los datos anteriores, los requerimientos de agua por los cultivos son bastante elevados para llegar a producir 1 kilogramo de materia seca, en éste caso el cultivo de menor requerimiento es el del maíz, esto no deja de tener importancia para minimizar el uso del agua mediante claudarización de riego o regar a diferentes abatimientos de humedad. (25)

Efecto de la Humedad y la Fertilidad en el Rendimiento.

La abundante fertilización nitrogenada, así como el buen abastecimiento de agua, influyen en primera línea en el crecimiento vegetativo. Además de las aplicaciones nitrogenadas, el suelo experimenta también un enriquecimiento directo mediante pequeñas cantidades de nitrógeno que acarrear consigo las precipitaciones pluviales. (15)

Una elevada fertilidad resulta esencial para aumentar la eficiencia del agua. En 33 experimentos realizados en -- Nebraska, el maíz bien fertilizado y bajo riego, para producir 7,300 kg/Ha utilizó solo 25 milímetros más de agua que el maíz que produjo 5,000 kg/Ha pero con menor dosis de fertilizante.

En condiciones de baja fertilidad, cada 25mm de agua - produjeron 330 kg de maíz por hectárea; con alta fertilidad, la misma cantidad de agua produjo 470 kg, observándose una - ganancia del 43% en la eficiencia de uso.

El maíz bien fertilizado no solo utiliza el agua más - eficientemente, sino que también absorbe mayor cantidad debido a: A) raíces más profundas, si existen reservas de agua en el subsuelo, y B) una capacidad ligeramente mayor de las raíces para extraer agua de los poros pequeños y de las delgadas -- películas de agua que rodean a las partículas del suelo.

Sin embargo, si el subsuelo no ha sido recargado de --- humedad durante el otoño, invierno y primavera, las raíces - especialmente profundas carecen de utilidad. Esto fué demostrado por investigaciones realizadas en Missouri, en las que la alta fertilidad incrementó el rendimiento del maíz en --- 3,800 kg/ha, durante el primero de dos años de sequía. En - el segundo, ya consumida la humedad del subsuelo, la alta -- fertilidad tuvo un efecto mucho menor. (2)

El riego produce un movimiento de los iones tanto en --

profundidad como en sentido horizontal. El primero de ellos depende de la extensión en que se produzca percolación con el consiguiente lavado y pérdida de elementos nutritivos; el segundo depende del sistema de riego que puede colocar a algunos elementos nutritivos fuera del alcance de las raíces. Ambos hechos son sumamente importantes en el uso del nitrógeno existente en el suelo bajo forma nítrica. Drouineau citado por Gamboa, señala que después de una cosecha de maíz cultivado bajo irrigación, los surcos tenían una riqueza de sólo 0.9 mgr. de nitrógeno por 100 mgr. de suelo seco mientras que los caballones de separación tenían 3.13. Soubies y colaboradores citados por el mismo autor por ejemplo, encontraron que, en terrenos limosos, los nitratos podían descender 33cm. por cada 100 mm. de agua aplicada.

Por otra parte la extracción de nitrógeno, fósforo y potasio aumenta con el número de riegos. Este aumento se debe, en el caso del nitrógeno y del fósforo al incremento del rendimiento.

Shimshi citado por el mismo autor, comprobó que el rendimiento aumentaba con el número de riegos y con el abono nitrogenado, existiendo interacción entre ambos. La mayor eficiencia del abono nitrogenado, conseguida al incrementarse la cantidad de agua suministrada, se mostraba en la mejora de la relación entre el nitrógeno aplicado y el extraído por la cosecha. (12)

La planta absorbe cantidades de agua considerables para elaborar sus tejidos, del orden de 250 a 800 litros por kg. de materia seca, éste enorme consumo está justificado no sólo por las especies consideradas (remolacha 380, trigo --- 560, maíz 350, alfalfa 850), sino también por las condiciones climatológicas del año, más o menos favorables para el crecimiento y por la riqueza del suelo.

La fertilización no disminuye el consumo de agua, sino que aumenta su eficacia, incrementando la cantidad de materia seca elaborada por la planta para una evapotranspiración potencial dada.

La eficacia del abono aumenta con el riego, puesto que el abono actuará plenamente sin que la falta de agua sea un factor limitante, y, recíprocamente, la eficacia del riego aumenta con el abono, ya que el volumen de agua necesario -- por unidad de materia seca se reducirá gracias a una buena alimentación de N,P,K. Este hecho se define diciendo que -- hay interacción positiva entre el abono y el riego.

Este mismo autor, menciona que en un ensayo realizado -- por el INRA en el cultivo de maíz de riego y de secano, con 4 dosis de nitrógeno, se calculó la interacción considerando solamente el nivel de 150 unidades de nitrógeno.

Sin nitrógeno en secano.....	3840 Kgr.
150 unidades de N en secano.....	5160 Kgr.
Sin nitrógeno en regadío.....	5670 Kgr.
150 unidades de N en regadío.....	7590 Kgr.

En éste ensayo, el nitrógeno ha tenido una eficacia de 1,320 kg, en seco y de 1,920 en regadío. El riego, pues, ha mejorado la acción del nitrógeno en 600 Kg/Ha.

Un cálculo idéntico muestra que el riego ha tenido una eficacia de 1,830 Kg. sin nitrógeno y de 2,430 Kg con nitrógeno. El abono nitrogenado, pues, ha mejorado la acción del agua en 600 Kg/ha.

Este suplemento de 600 Kg, resulta gratuito y se debe a la interacción positiva entre el agua y el nitrógeno sobre el maíz.

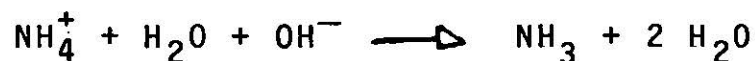
El nitrógeno sólo ha dado 1,320 Kgr de incremento y el riego 1,830. La suma de éstos dos suplementos es de 3,150 Kgr, mientras que utilizados conjuntamente han producido un incremento total de 3,750 Kgr. La diferencia de 600 Kgr -- corresponde a la interacción positiva de los dos factores -- estudiados y puede distribuirse arbitrariamente a partes --- iguales entre el agua y el nitrógeno. (13)

Factores que influyen en la eficiencia de los Fertilizantes Nitrogenados.

Durante muchos años numerosos estudios han demostrado - que hay pérdidas de nitrógeno del suelo por otras vías, además de la filtración y la eliminación por las cosechas. Estas pérdidas ocurren cuando el gas nitrógeno, óxido nitroso, óxido nítrico y amoníaco son liberadas a causa de ciertas reaccio-

nes químicas y biológicas que se verifican en el terreno. -- Han sido sugeridos tres mecanismos como causa de éstas pérdidas:

- 1.- Desnitrificación.- Que es la reducción bioquímica - de los nitratos bajo condiciones anaeróbicas. Cuando los suelos se encharcan, el oxígeno es excluido y entonces se implanta la descomposición anaeróbica.
- 2.- Reacciones químicas, que implican a los nitratos -- bajo condiciones aeróbicas. La pérdida de nitrógeno gaseoso de suelos ácidos bien drenados, ha sido sugerida periódicamente.
- 3.- Pérdidas volátiles de amoníaco gas (NH_3) de la superficie de los suelos alcalinos. Las sales de amonio en un medio acuoso alcalino reaccionan de la -- siguiente manera:



El gas amoníaco libre escapa. Si las sales fertilizantes conteniendo nitrógeno en forma de amonio se colocan en la superficie de suelos alcalinos, puede perderse amoníaco libre a causa de ésta reacción.

Normalmente, las pérdidas de amoníaco resultantes de la volatización superficial, pueden prevenirse mediante la colocación de material nitrogenado varias pulgadas bajo la super

ficie del terreno. Estas pérdidas se agravan por temperaturas altas del suelo y rápida evaporación del agua. (28)

Debido a que el nitrógeno gaseoso no es aprovechable -- para plantas superiores, cualquier pérdida extensa, de cualquier clase que sea, representa un daño serio en el ciclo -- del nitrógeno. Los estudios con el lisímetro han demostrado que un 20% del nitrógeno añadido a los suelos en forma de fertilizantes, no es perdido ni por la remoción de los cultivos, ni por el drenaje, ésta pérdida debe ser debido, quizás, a la volatilización. (7)

Resultados no publicados procedentes de los lisímetros de Cornell, durante un período de 15 años, demuestran una -- pérdida de nitrógeno de 45 a 55 Kg/Ha. anuales. El suelo -- estudiado fué una tierra arenosa bien drenada, cultivada de hortalizas y fertilizada con nitrato sódico o sulfato amónico. (13)

En otra obra (16), se menciona que el nitrógeno puede -- escapar de la superficie del suelo en forma gaseosa como amoníaco, nitrógeno elemental y óxidos de nitrógeno. Tales pérdidas ocurren bajo una variedad de condiciones; pérdidas --- como NH_3 son más severas cuando fertilizantes de nitrógeno -- son aplicadas a la superficie.

Las pérdidas gaseosas de nitrógeno, son generalmente -- bajas cuando los fertilizantes de nitrógeno son mezclados -- con suelo bien desecado. El total de las pérdidas gaseosas

bajo éstas condiciones parece ser cerca del 10% o menos, con diferencias no notables entre fuentes. Los factores principales del suelo gobernando la volatilización de nitrógeno -- como amoniaco son: pH, temperatura, humedad y capacidad de intercambio catiónico. En estudios de laboratorio, Steenberg citado por el mismo autor, reportó pérdidas de 5% o menos de nitrógeno amoniaco aplicando superficialmente $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ en suelos con pH 6.0 ó inferior y pérdidas tan altas -- como 60% a pH 8.0

A continuación se presentan datos obtenidos por Kilmer y Webb (16), donde se pone de manifiesto el efecto que tiene el pH en la recuperación de nitrógeno aplicado, se reporta el % de nitrógeno recuperado por un cultivo de maíz forraje ro, del nitrógeno aplicado superficialmente en suelos con pH diferentes.

FUENTE DE N	% N RECUPERADO		
	MIGAJON ARENOSO pH 6.2	MIGAJON ARENOSO pH 7.5	MIGAJON ARCILLOSO pH 8.3
NITRATO DE AMONIO	82	76	77
SULFATO DE AMONIO	76	68	53
UREA	33	32	54

Corral (9), en un trabajo realizado en 1969, en maíz en los ciclos temprano y tardío, en General Escobedo, N.L. probó cuatro niveles de nitrógeno (0, 50, 100 y 150 Kg/Ha.), 3 de fósforo (0, 40, 80 Kg/Ha.) y 2 de potasio (0, 40 Kg/Ha.).

En ninguno de los tratamientos de los dos ciclos obtuvo respuesta significativa, aunque alguno de los tratamientos -

aumentó levemente el rendimiento con la dosis de 40 Kg/Ha, - de fósforo en el ciclo de temprano. Atribuyendo la no res-- puesta a la fertilización a que la variedad utilizada, no se adapta bien a uno de los ciclos principalmente al tardío, -- otra de las razones en que el aprovechamiento del nitrógeno se pudo ver afectado por la pérdida de este elemento; las -- cuales son causadas principalmente por lixiviación y volatili-- zación del mismo.

Nelson, citado por Corral, dice que para reducir las -- pérdidas por volatilización se puede recurrir a emplear ---- otros compuestos fertilizantes, cuando los suelos se encuen-- tren bajo ciertas condiciones de alcalinidad.

Un anónimo citado por el mismo autor, dice que otra for-- ma de evitar pérdidas de nitrógeno, sería el dividir las --- aplicaciones de éste en un mayor número. Tomando en cuenta que el maíz toma un 40% del nitrógeno total requerido duran-- te su ciclo antes de floración, y un 50% durante el espiga-- miento y jiloteo, se puede hacer estas divisiones en las --- aplicaciones.

Thompson, dice que los fertilizantes nitrogenados tam-- bién sufren pérdidas por volatilización, en suelos en cuya - aereación es deficiente, como en el caso en que el volúmen - de poros está lleno de agua, las bacterias anaerobias llegan a reducir los nitratos formando óxido nitroso, incluso nitró-- geno que pasa a la atmósfera (26).

Gros, menciona que se han estudiado separadamente las pérdidas por lixiviación de materias minerales en cajas con y sin cultivos. Las materias minerales perdidas fueron principalmente nitratos, sulfatos, carbonatos y compuestos orgánicos de cal y de magnesio. En la realidad las pérdidas por lavado son prácticamente inexistentes para el ácido fosfórico y relativamente pequeñas para la potasa y el magnesio --- (20-30 Kg/Ha).

En la estación agronómica de Quimper se han determinado, mediante cajas lismétricas, durante doce años de ensayos, -- unas pérdidas medias anuales de 140 Kg de N y 56 Kg de K_2O , en cajas sin cultivos, de 60 Kg de nitrógeno y 30 Kg de K_2O , en las cajas con cultivos. (13)

Las condiciones mediante las cuáles se produce la volatilización del nitrógeno del suelo no son bien conocidas, -- pero se está de acuerdo en que ésta pérdida viene grandemente aumentada por un drenaje pobre y escasa aereación. El -- mantenimiento de un suelo en condición desnudo y la presencia de cantidades excesivas de compuestos nitrogenados móviles pueden ser también factores importantes. Los escasos datos que se tienen respecto a ésta volatilización indican que ésta forma de pérdida es de considerable magnitud aún en los suelos bien cultivados. (7)

Mediante la formación de amoníaco (NH_3). La volatilización de nitrógeno en forma de amoníaco ocurre en suelos se--

secos y calientes, de pH alcalino y baja capacidad de intercambio catiónico. Bajo éstas condiciones el amoníaco pasa a carbonato de amonio que luego se descompone liberando amoníaco anhidro, la reacción es:



A pH de 6 a 7 la volatilización de nitrógeno en esta forma es insignificante; por otra parte la humedad y los coloides del suelo retienen el amoníaco liberado. Las bajas temperaturas inhiben la reacción. (17)

Las únicas medidas que se pueden tomar en la actualidad para el control de la volatilización son: mantener un cultivo en el suelo constantemente, darle un buen drenaje y laboreo, evitar un exceso, en cualquier época de compuestos activos nitrogenados en el suelo. (7)

Importancia del Fósforo

Los suelos de México, con respecto a su contenido de fósforo se clasifican en pobres y con cierta frecuencia en medianamente abastecidos. Los del primer grupo pueden deber su pobreza a falta o deficiencia real de ácido fosfórico o a que la presencia de éste nutriente se encuentre afectada por una indebida reacción del suelo (generalmente alcalino) que lo hace inaccesible a la planta. En este caso sin excepción el empleo de los fertilizantes fosfóricos producen resultados dudosos. Así ocurre en la mayor parte de las zonas agrí

colas del norte del país. (21)

Aunque la cantidad de fósforo en el suelo y en la planta del maíz es baja en comparación con el nitrógeno y el potasio, aquel es un elemento importante para la nutrición del maíz. No está sometido a pérdidas por lixiviación en el suelo. Durante el primer año, el cultivo no suele obtener más de un 15 a 20% del fósforo aplicado con el fertilizante. En cualquier día determinado se encuentra menos de 1 Kg/Ha en solución en la forma de compuesto químico que el maíz puede absorber. El fósforo se encuentra en el suelo en ambas formas: Orgánica, como el nitrógeno; e Inorgánico como el potasio. (2)

Buckman y Brady (7), dicen que con la posible excepción del nitrógeno, ningún otro elemento es tan decisivo para el crecimiento de las plantas en el campo como el fósforo. Una carencia de éste elemento es doblemente serio, puesto que -- evita que la planta aproveche otros nutrientes.

Es difícil establecer en detalle las funciones del fósforo en la economía de las plantas más sencillas. El fósforo contribuye favorablemente sobre:

- 1.- División celular, así como formación de albúminas.
- 2.- Floración y fructificación, así como la formación de semillas.
- 3.- Maduración de las cosechas, contrarrestando así los efectos de aplicaciones excesivas de nitrógeno

- 4.- Desarrollo de las raíces, particularmente de las -- raicillas laterales y fibrosas.
- 5.- Robustecimiento de la paja en los cultivos de cereales, ayudando así a prevenir el acame.
- 6.- Sobre la calidad de la cosecha, sobre todo de forrajes y hortalizas.
- 7.- Resistencia a ciertas enfermedades.

Gros (13) menciona que el fósforo es un componente es - encial de los vegetales cuya riqueza media en P_2O_5 es del -- orden de 0.5 al 1% de la materia seca.

El fósforo interviene activamente en la mayor parte de las reacciones bioquímicas complejas de la planta que son la base de la vida: respiración, síntesis y descomposición de - glúcidos, síntesis de proteínas, actividad de las diastasas, etc.

El ácido fosfórico es un factor de precocidad, ya que - activa el desarrollo inicial y tiende a acortar el ciclo ve- getativo, favoreciendo la maduración. Resulta pues, impor-- tante para los cultivos. Aumenta la resistencia de la plan- ta al frío y a las enfermedades, al igual que la potasa, ade- más es un factor de calidad.

Favorece precisamente los períodos de vegetación, que - son críticos para el rendimiento del cultivo: fecundación, - maduración y movimiento de las reservas.

La carencia de P_2O_5 se pone de manifiesto por un folla-

je color verde oscuro casi azulado, y por el amarillamiento y secado de la punta de las hojas. Estas presentan una ondulación característica mostrando a veces manchas púrpuras.

Un gran número de las plantas afectadas por deficiencias fosfóricas presentan un sistema radicular raquídicamente desarrollado, acompañado de síntomas generales de perturbación en su crecimiento. Las hojas de las plantas deficientes son frecuentemente pequeñas y muestran una coloración --verde-rojiza, café-rojiza, púrpura ó bronceada. La floración y la madurez son retardados, permaneciendo pequeñas las semillas y los frutos. Las mermas de los rendimientos, a --causa de la deficiencia fosfórica, van generalmente acompañados de un descenso de la calidad del producto.

Un exceso de fósforo puede acelerar unilateralmente la madurez a costa del crecimiento vegetativo. Además de ello, las deficiencias de elementos menores (particularmente zinc y hierro) han sido atribuidas, en ciertos casos, a un exceso de fosfatos que origina depresiones en el rendimiento.

El maíz absorbe del suelo una cantidad mucho mayor de -fósforo que cualquier otra variedad de cereales, aún cuando la extracción de éste elemento sea menor que la de nitrógeno y la de potasa.

Las fases de mayor necesidad de fósforo son los que siguen a la floración y de la madurez del fruto.

Tisdale (28), dice que el contenido de humedad del suelo, tiene un efecto decisivo sobre la eficacia y grado de disponibilidad del fósforo aplicado en varias formas. Trabajo experimental ha demostrado que cuando el contenido de agua del suelo está al límite de la capacidad de campo, del 50 al 80% del fósforo hidrosoluble puede esperarse que se mueva hacia afuera del gránulo fertilizante en un período de 24 horas. Igualmente en suelos con tan sólo del 2 al 4% de humedad, del 20 al 50% del fósforo hidrosoluble puede moverse fuera del gránulo en un tiempo parecido.

Bajo condiciones de alto contenido de humedad, la respuesta de los fosfatos granulares de alta hidrosolubilidad es superior a la de los materiales pulverulentos.

Bajo condiciones secas, sin embargo, los materiales pulverulentos son probablemente los que dan mejores resultados.

Efecto de la humedad y fertilidad en el contenido de proteína del grano de maíz.

Para la alimentación humana, es muy importante la cantidad y calidad de la proteína del grano de maíz, ya que éste grano es un constituyente esencial de la dieta de algunos países. La calidad de la proteína, se mide por el porcentaje que poseen los aminoácidos, que no pueden ser elaborados por los animales monogástricos. (12)

Como el maíz es un alimento de alto contenido de ener--

gía pero pobre en proteínas, se ha prestado especial atención a la posibilidad de aumentar su contenido de proteínas como medio de mejorar su valor nutritivo.

Para lograr un alto contenido de proteínas en los híbridos es necesario cultivarlos en suelos con abastecimiento abundante de nitrógeno.

Las proteínas del maíz se componen de dos fracciones: a).- Proteínas localizadas en el gérmen, que están bien equilibradas desde el punto de vista de la nutrición, pero que solo representan aproximadamente el 20% del contenido de proteínas del maíz y b).- Proteínas que se encuentran en el endosperma, llamada zeína, que 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. Cuando el contenido de proteínas de maíz aumenta a causa de la aplicación de métodos genéticos, o por la aplicación de fertilizantes nitrogenados, la fracción de zeína aumenta más rápidamente que las proteínas del gérmen. (22)

La producción no es la única propiedad de la planta afectada por la humedad del suelo. El contenido de proteínas del grano está a menudo influenciado por el grado de agua aprovechable. Los más altos porcentajes de proteína están generalmente asociados a los niveles más bajos de humedad del terreno. (28)

Gruneberg, dice que numerosos estudios se ocupan de la influencia que ejerce la fertilización nitrogenada sobre el contenido protéico de las plantas de maíz, y muy en especial sobre el de los granos. Zuber, Smith y Gehrke citados por Gruneberg (14) encontraron en los ensayos ejecutados en 1951 y 1952 que una fertilización de 135 Kg/Ha. de nitrógeno en el primer año, elevó el contenido de proteína en bruto del grano, de 7.25% a 8.83% entanto en el año siguiente el aumento fué de 7.12% a 10.27%. Según Sauberlich, Chang y Salmon, citados también por Gruneberg, existe una cierta relación -- entre los aminoácidos del grano de maíz y su contenido de -- proteína en bruto. El contenido de ésta última depende de -- la fertilización, pudiendo oscilar entre 6.8 y 12%.

Almaguer (3), menciona un trabajo realizado por Anderson y Peterson, durante 17 años en maíz, encontrando que --- cuando se fertiliza con nitrato de amonio con dosis de 0 a -- 180 Kg/Ha. se restaura la capacidad productiva del suelo, -- elevando los rendimientos de 2.2 a 6.2 Tons/Ha. Además in-- crementa 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 aumentó de 7.3 a 9.5%.

Zuber, citado también por Almaguer, estudió la influencia de la fertilización nitrogenada, sobre el contenido de -- proteína del maíz, y encontró que al fertilizar con 120 Kg -- de N/Ha, el aumento de la proteína en el grano fué de un ---

7.12 a 10.2% para un ensayo de 2 años y que en el rastrojo - también aumentó. Así mismo Almaguer menciona también que -- Genter en sus experimentos publicados en 1956 sobre la influencia de varios factores en el contenido de las proteínas, - en maíces híbridos, demostró que las condiciones locales --- tienen una influencia más marcada, que la densidad de siem-- bra y la fertilización nitrogenada, las cuáles afectaron significativamente el contenido de proteína en 7 híbridos cultivados en 8 localidades diferentes.

El mismo autor cita un anónimo en el cual menciona, que 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 - triptofano disminuye a medida que el nitrógeno aumenta, en - cambio aumenta la fracción zeína más rápidamente que las proteínas del gérmen.

Según Aldrich y Leng, el contenido protéico del grano - de maíz puede elevarse mediante la aplicación de fertilizan- tes nitrogenados.

Cuanto más bajo sea el punto de partida mayores serán - las posibilidades de cambio. Ensayos realizados en varios - estados indican que si el rendimiento inicial es de 4.6 a -- 6.3 tons., los primeros 112 Kg de nitrógeno probablemente aumen tarán la proteína un 1%. Los 112 Kg siguientes la incremen tarán otro 0.5%. En los experimentos se llegó, sin nitró

geno, a un promedio de 8.5% de proteína, pero aumentó hasta 10% con la aplicación de 168 a 224 Kg de nitrógeno. Cuando se emplea mucho nitrógeno, el maíz tiene suficientes proteínas como para compensar ampliamente su calidad ligeramente inferior. En efecto, en estas condiciones un kilogramo de maíz tiene más valor para cualquier ganado que un kilogramo producido con un bajo nivel de nitrógeno.

Se han hecho estudios para ver cuanto aumenta el contenido de proteína en el grano mediante aplicaciones de nitrógeno y los resultados son variables: Indican que se recupera entre 15 y 30% de los primeros 56 kilogramos de nitrógeno, y entre 15 y 25% de los 56 kilogramos siguientes y entre 5 y 15% de los 56 kilogramos posteriores. Por lo tanto, éstos datos señalan que la aplicación de nitrógeno en el suelo, no es tan eficaz como la provisión directa a los alimentos en forma de urea. Sin embargo, se debe prestar atención al nitrógeno que, si bien no se recupera en la primera cosecha, permanece en el suelo y contribuye a aumentar el nivel general de nitrógeno y materia orgánica.

El contenido de nitratos en el grano no alcanza niveles peligrosos a causa de que haya exceso de nitrógeno, porque el nitrógeno en forma de nitrato (NO_3) se acumula en el tallo y en las hojas inferiores, pero nunca en el grano. (2)

En cuanto a la cantidad, el maíz corriente, tiene entre 8-10% de proteínas. Estas proteínas están contenidas -

en un 75-85% en el endospermo y el resto en el gérmen. Las proteínas que normalmente encontramos en el maíz son: albúminas, globulinas, zeinas y glutelinas, mientras que las albúminas y las globulinas contienen una buena proporción de --- aminoácidos esenciales, las glutelinas y las zeinas tienen una proporción muy baja de dichos aminoácidos.

Las proteínas de buena calidad, constituyen del 4 al 6% del total de proteínas del endospermo y del 30 al 40% de las proteínas del gérmen.

Cabe aclarar que es diferente la calidad del grano de--- dependiendo del uso que a éste se le dé, ya que puede ser para consumo humano, para almidonerías, para la industria alimenticia o bien para la alimentación animal. (12)

El uso del Análisis Foliar

Un análisis tanto total como parcial de la planta, representa otra de las posibilidades para la determinación de las necesidades del fertilizante del suelo, muchos trabajos han comprobado la existencia de una correlación, entre el -- contenido de elementos nutritivos que presenta la planta de maíz y el rendimiento que se obtiene. Sin embargo se requiere la existencia de valores límites para cada uno de los elementos nutritivos.

Como el contenido de nutrientes se modifica con el desarrollo de la planta, es necesario escoger un determinado es-

tado de crecimiento de la planta, fácilmente reconocible, -- con el fin de tomar las muestras que han de servir como material de análisis. (14)

Melested, citado por Alvarez, dice que con relación a la época del muestreo observó que los contenidos de nitrógeno y fósforo disminuyen a medida que avanza el crecimiento de la planta. (4)

Bennett y colaboradores citados por Gruneberg, quienes trabajaron en Iowa, establecieron valores límites para el nitrógeno aproximadamente iguales a los citados por Tyner, quien ejecutó sus ensayos en West Virginia, habiendo encontrado, sin embargo, solamente un ascenso de rendimiento de 200 Kg/Ha al ser ascendido el contenido foliar de nitrógeno en un 0.1%, (14)

En el maíz, para el análisis foliar, es muestreada la hoja opuesta y situada debajo de la mazorca más alta. Incluso, aunque no se puede dar ninguna regla, las pruebas indicarán cualquier deficiencia de nutrientes en la planta, y entonces se pueden hacer las correcciones necesarias para las cosechas futuras.

El momento, del día del muestreo, tiene influencia sobre el nivel del nitrato en las plantas; para los nitratos en general es más alto por la mañana que por la tarde si el suministro es bajo.

Se acumulan durante la noche y son utilizados durante el día cuando se sintetizan los hidratos de carbono. Por consiguiente las pruebas no deben ser realizadas ni temprano por la mañana ni tarde por la noche.

Se da una lista de algunos puntos fundamentales para la utilización del análisis foliar:

- 1.- Es ideal comprobar el contenido de nutrientes durante la estación, analizando el cultivo 5 ó 6 veces. Los niveles de nutrientes serán más altos durante las primeras fases de desarrollo, cuando la planta no realiza un esfuerzo excesivo.
- 2.- La mayor necesidad de las plantas en nutrientes, aparece generalmente en el momento en que se preparan para dar lugar a la semilla (Es decir, etapa de floración). Si el campo se ha de examinar una sola vez durante la temporada para determinar la adecuación del programa de fertilización, éste es el mejor momento.
- 3.- La comparación entre las plantas de un campo ayuda mucho. Se analizan las plantas de las áreas deficientes y se comparan con las plantas de las áreas normales.
- 4.- Si la composición de las plantas varía, se analizan de 10-15 plantas y se seca el promedio de los resultados. (28)

En un experimento realizado por Alvarez (4). En donde se determinó el % de nitrógeno, fósforo y potasio, en las -- hojas provenientes de lotes donde se hicieron aplicaciones -- al suelo de 0, 50, 100 y 150 Kg de N/Ha. Haciendo varios -- muestreos, se encontró que 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, siendo el contenido de nitrógeno -- mayor en todos los niveles durante las primeras fases del -- crecimiento de las plantas, se consideró además que los contenidos de nitrógeno obtenidos para el estado de espigamiento son óptimos de acuerdo con los reportados por algunos autores, pero además el nitrógeno aplicado al suelo no tuvo -- ninguna influencia sobre el rendimiento, atribuyendo ésto a una posible pérdida por volatilización o a otras causas.

En un trabajo de Thomas y colaboradores citados por --- Gruneberg (14) dejan ver las modificaciones que sufre el contenido óptimo de N,P, y K en las distintas épocas en que se toman las muestras, al realizarse un experimento con dos variedades de maíz y muestreándose diferente hoja en cada variedad. Interesando solamente el contenido de nitrógeno, el contenido de éste elemento fué disminuyendo en las dos variedades conforme se hacían los muestreos, y avanzaba la edad de la planta, siendo estos 4 en las dos variedades.

Según Tyner, citado por el mismo autor la época más propicia para la toma de muestras que han de ser empleadas en -

el análisis foliar, es aquel momento en el que brotan los -- estambres de la planta de maíz. Se escoge dicha fase de crecimiento, puesto que fácilmente se puede apreciar, que para éste momento la asimilación de nutrientes alcanza su máximo grado, habiendo llegado el período de crecimiento vegetativo prácticamente a su fin. Determinó valores límites, basándose en los resultados de sus investigaciones, en las cuáles - escogió para el análisis foliar la sexta hoja de la planta. Los valores límites dados por este autor son: 2.9% nitrógeno, 0.29% de fósforo, 1.3% de potasio. Un ascenso indepen--diente de 0.1% de los contenidos foliares de nitrógeno, ácido fosfórico y potasa traen como consecuencia según Tyner, - elevaciones en el rendimiento, de 280 Kg/Ha, 158 Kg/Ha y -- 128 Kg/Ha. respectivamente.

En un estudio llevado a cabo por Pelletier, citado por Alvarez (4), sobre el cultivo de maíz, se establecieron las concentraciones críticas de nitrógeno dentro de la planta - durante las primeras etapas de crecimiento, siendo éstas:

Para maíz de 30 cm de altura.....	4.10%
Para maíz de 100 cm de altura.....	3.00%
En el espigamiento.....	2.70%
En el jiloteo.....	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 concentra--
ciones por abajo del nivel crítico.

Benton, citado por Alvarez, interpreta las concentraciones
de los elementos bajo 5 categorías: deficiente, bajo, su
ficiente, alto y exceso. Considerando un contenido como su-
ficiente en las plantas de maíz 2.73% de nitrógeno, 0.29% de
fósforo y 1.95% de potasio. Y que para nitrógeno la mejor --
parte muestreada fué la hoja de la mazorca.

MATERIALES Y METODOS

El presente experimento se estableció en terrenos del - Campo Agrícola Experimental de la F.A.U.A.N.L., localizado - en el Municipio de Marín, N.L., cuyas coordenadas geográfi-- cas con 25° 23' de latitud norte y 100° 03' de longitud oes-- te del meridiano de Greenwich, la altura sobre el nivel del mar es de 367.3 metros.

Se utilizó la variedad de maíz para grano NL-U-127, de-- bido a que es una variedad de formación nueva, la cuál se -- trata de recomendar a los agricultores de la región. El orí-- gen de ésta es una colecta que se hizo por la F.A.U.A.N.L., en los Ramones, N.L.

Con ésta variedad, es importante conocer el rendimiento que puede alcanzar la misma mediante diferente número de rie-- gos y niveles de fertilización nitrogenada.

El diseño experimental fué en bloques al azar con arre-- glo en parcelas divididas y cuatro repeticiones, a la parce-- la grande se le asignó el número de riegos (2, 3, 4, 5.) y a la parcela chica las dosis de nitrógeno (0, 50, 100, 150 --- Kg/Ha). El croquis del experimento, así como la distribu--- ción de los tratamientos y dimensiones de las parcelas, apa-- recen en la figura 1. La distancia entre plantas fué de 15 cm., entre surcos de 92 cm., dando una población de 72,445 - plantas/Ha., la longitud de los surcos fué de 10 mts., cons--

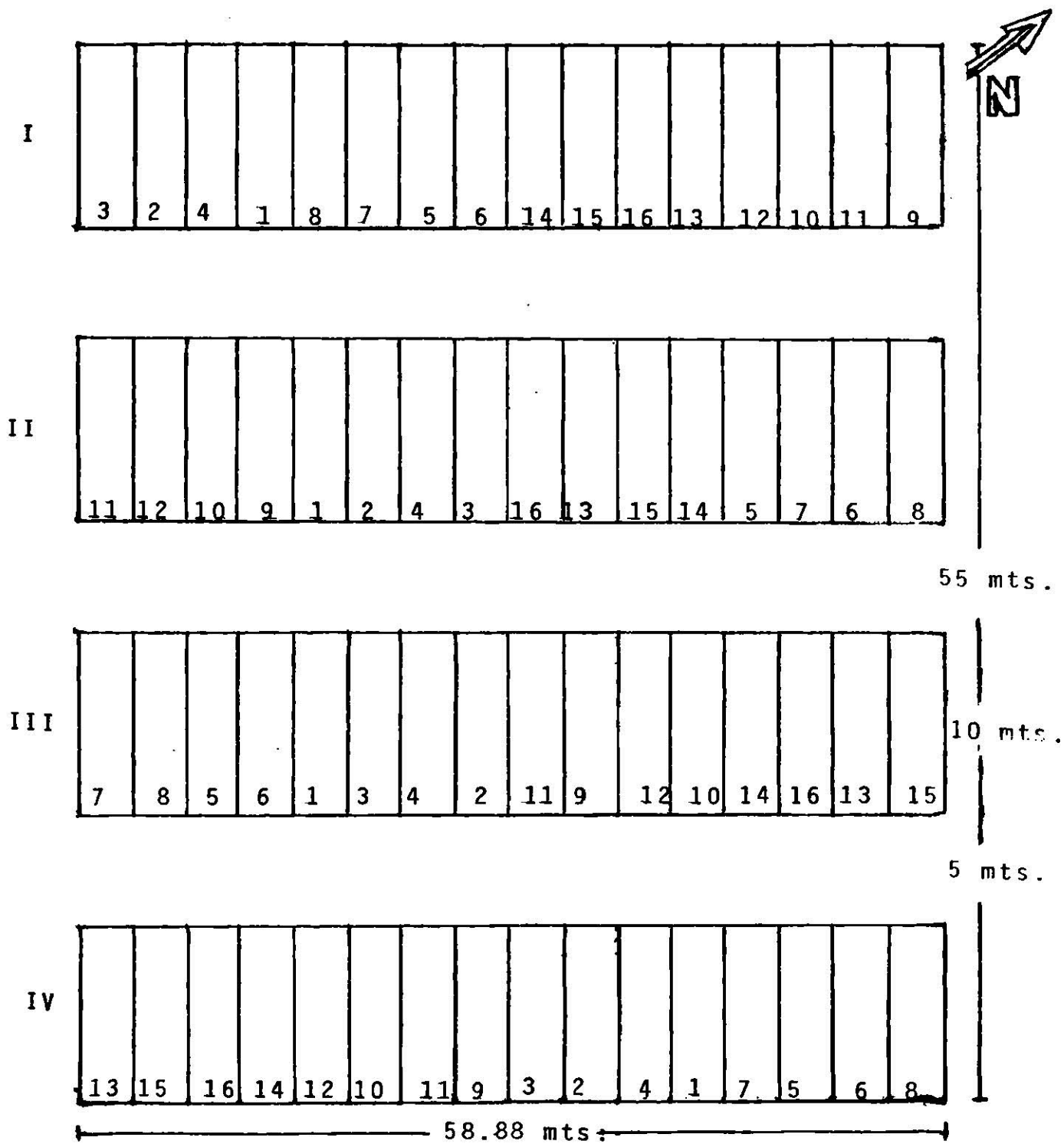


FIGURA 1.- Dimensiones de las parcelas, distribución de los tratamientos en el experimento de maíz - NL-U-127 primavera 1980 Marfn, N.L.

tando la parcela chica de cuatro surcos, siendo la parcela -
 útil los dos surcos centrales y eliminando un metro de cada
 cabecera, entre cada repetición se dejó una distancia de cin-
 co metros, para evitar efectos por humedad al regar diferen-
 tes tratamientos, siendo el área total del experimento de --
 2355 mts.².

Los tratamientos que se probaron se dan en la tabla 1.

Tabla N° 1.- Tratamientos usados en el experimento de maíz -
 NL-U-127 primavera 1980 Marín, N.L.

TRATAMIENTO	N° de Riegos	Dosis en Kg/Ha.		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1	2	0	40	0
2	2	50	40	0
3	2	100	40	0
4	2	150	40	0
5	3	0	40	0
6	3	50	40	0
7	3	100	40	0
8	3	150	40	0
9	4	0	40	0
10	4	50	40	0
11	4	100	40	0
12	4	150	40	0
13	5	0	40	0
14	5	50	40	0
15	5	100	40	0
16	5	150	40	0

Para la fertilización se usó nitrato de amonio al 33,5% de N como fuente de nitrógeno y superfosfato de calcio simple al 20% de P_2O_5 como fuente de fósforo. El calendario -- tentativo de riegos planeado se dá en la tabla 2.

Tabla N° 2.- Probables fechas de aplicación de cada riego en el experimento de maíz NL-U-127 primavera 1980 Marín, N.L.

Tratamiento	Días	Observación	Lámina
2 Riegos	0	Riego de presiembra	15 cm
	60	Primer riego de auxilio	
3 Riegos	0	Riego de presiembra	15 cm
	30	Primer riego de auxilio	
	60	Segundo riego de auxilio	
4 Riegos	0	Riego de presiembra	15 cm
	30	Primer riego de auxilio	
	60	Segundo riego de auxilio	
	75	Tercer riego de auxilio	
5 Riegos	0	Riego de presiembra	15 cm
	20	Primer riego de auxilio	10 cm
	40	Segundo riego de auxilio	
	60	Tercer riego de auxilio	
	75	Cuarto riego de auxilio	

Se hizo un muestro de suelo a las profundidades de 0-30 cm. y 30-60 cm., para conocer las propiedades físicas y químicas del lugar donde se llevó a cabo el experimento, las muestras fueron analizadas en el laboratorio de suelos de la F.A.U.A.N.L., los resultados se muestran en la tabla 3.

Tabla N° 3.- Propiedades físicas y químicas del suelo donde se desarrolló el experimento de maíz NL-U-127 - primavera 1980 Marín, N.L.

Determinaciones	Suelo (0-30)		Subsuelo (30-60)	
	Valores	Clasif. Agr.	Valores	Clas. Agr.
Color	Seco	Café pálido	Seco	Café amarillento claro
	Húmedo	Café	Húmedo	Café amarillento obscuro
pH.	8.2	Moderadamen te alcalino	8.2	Moderadamente - alcalino
Textura				
Arena %	16		16	
Limo %	30	Arcilloso	28	Arcilloso
Arcilla %	54		56	
Materia orgánica %	1.5	Medianamente pobre	0.5	Extremadamente pobre
Nitrógeno total %	0.16	Mediano	0.15	Mediano
Fósforo aprovecha- ble (ppm)	3.3	Bajo	2.3	Bajo
Potasio aprovechable (Kg/Ha.)	250	Mediano	228	Mediano
Sales solubles mmhos/cm a 25°C	2.1	Ligeramente salino	2.6	Ligeramente - salino
CC (% humedad)	25		26.2	
PMP (% humedad)	15.5		14.4	
Densidad aparente (gr/cm ³)	1.36			

El color del suelo se determinó mediante la escala de -
Munsell. El pH con un potenciómetro usando una relación ---
suelo-agua de 1:2. La textura se determinó por el método --
del hidrómetro de Bouyoucos. La materia orgánica se determi
nó por el método de Walkley y Black. El nitrógeno total se
determinó por el método Kjeldahl. El fósforo aprovechable -
se determinó por el método Olsen. El potasio aprovechable -
se determinó por el método de Peech y English. Las sales so
lubles se determinaron usando el puente de Wheatstone. La -
capacidad de campo (CC) se determinó por el método de la ---
olla de presión. El punto de marchitez permanente (PMP) se
determinó por el método de la membrana de presión y la densi
dad aparente por el método de la parafina.

Las precipitaciones se midieron mediante un pluviómetro
que fué instalado en el área donde se llevó a cabo el experi
mento. Las precipitaciones registradas y los días en que se
aplicaron los riegos se dan en la tabla 4.

Tabla N° 4.- Precipitación (mm) registrada en el área del ex
perimento de maíz NL-U-127 primavera 1980 Marín,
N.L.

MESES					
DIA	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	
1			11.10	1.50	
2		0.50			
3			50.00		
5				23.00	
9		1er. riego aux. trata 5 riegos (100 mm)			
11			24.50		
14				12.00	
15		40.00		10.00	
16		50.00			
17		10.00		30.00	
20	Riego pre- siembra.(150) mm				
21	Riego presiem bra. (150 mm)	0.10			
22		9.60			
23		1.00			
24		4.10			
25		1.30	25.00		
29		2.00			
Total	150	218.60	110.60	76.50	555.7 (mm)

Durante el curso del experimento se hicieron muestreos de suelo para determinar el contenido de humedad en el mismo a diferentes profundidades, los resultados aparecen en la -- tabla 5.

Tabla N° 5.- Donde se muestra la lámina disponible (cms.) al momento de cada muestreo de humedad en el sue-- lo, del experimento maíz NL-U-127 primavera --- 1980, Marín, N.L.

Fecha	Prof.(cm)	% de Humedad	Lámina Disponible (cm)
(26 y 27 de marzo)	0-30	24.34	3.60
(Siembra)	30-60	24.78	4.23
(9 de Abril)	0-15	21.39	2.40
Solamente al tratamiento de 5 riegos	15-30	22.62	2.91
	30-45	22.67	3.37
28 de Abril	0-30	26.41	4.45
	30-60	25.13	4.37
18 de Mayo	0-30	21.27	2.35
	30-60	21.26	2.79
2 de Junio	0-30	16.92	0.58
	30-60	17.65	1.32

El trabajo de campo se inició con la preparación del -- suelo dando el rastreo, barbecho, cruza, surcado, trazo de bloques y regaderas. Se dió un riego de asiento los días - 20 y 21 de marzo de 1981, para dar el riego se emplearon --

sifones de una y media pulgada y aplicando una lámina de 15 cm.

Para calcular la lámina aplicada antes mencionada y las posteriores se procedió de la siguiente forma:

Conociendo el diámetro de los sifones, posteriormente su área así como la altura del espejo del agua del centro del orificio de descarga del sifón, se conoce el gasto del mismo, pero para mayor facilidad se tomó como base una tabla en la cual se obtenía directamente el gasto del sifón, dependiendo de la altura que éste tuviera.

Para calcular el gasto del sifón se usó la fórmula siguiente:

$$Q = C A \sqrt{2gh}$$

DONDE:

A- área del sifón

C- constante

G- gravedad

H- La altura del espejo del agua al centro del orificio de descarga del sifón.

Para el tiempo que se iba a dejar el sifón trabajando en cada surco, se tenía que conocer el largo y ancho del mismo y la lámina a aplicar así como el gasto del sifón. La fórmula para calcular el tiempo es:

$$Q = \frac{\text{Volúmen}}{\text{tiempo}}$$

donde tenemos que:

$$T = \frac{\text{Volúmen (del surco)}}{\text{gasto (Q)}}$$

La fertilización se llevó a cabo el día 26 de marzo, -- aplicando el fertilizante en banda sin taparlo debido a la buena humedad que había en la superficie del suelo, facilitando ésto su rápida solubilización, se aplicó un tercio --- del nitrógeno y todo el fósforo al momento de la siembra. -- La siembra se llevó a cabo los días 26 y 27 de Marzo, en forma manual y depositando tres semillas por punto para después aclarear y dejar sola una planta.

La germinación se dió en forma uniforme el 2 y 3 de abril. En los primeros días de desarrollo del cultivo se hizo una aplicación de insecticida para el control de trips (Frankinela sp.) usándose parathión metílico, siendo el resultado efectivo.

El 9 de abril se dió el primer riego de auxilio al tratamiento de 5 riegos, dando una lámina de 10 cms. y el 25 de este mismo mes se efectuó un deshierbe manual, el 29 de abril se hizo el aclareo de plantas para dejar la población -- deseada.

El 8 de mayo se hizo la segunda aplicación de fertilizante nitrogenado aplicando los dos tercios restantes, se -- aplicó en banda en el lomo del surco y sin taparlo debido a la buena humedad superficial.

El 11 de mayo se hizo una aplicación de dipterex al --- 2.5% para el control de gusano cogollero, por estas mismas fechas se manifestó una deficiencia leve de fierro por lo -- cual no se hizo ninguna fertilización foliar para corregir - la.

La única escarda se dió el 17 de mayo usando arado de - tiro animal, únicamente se dió esta escarda debido a que el suelo estaba muy húmedo por las constantes precipitaciones.

La floración se inició el día 17 de mayo, el 9 de junio se tomaron muestras foliares de 4 plantas por parcela útil, esto con la finalidad de determinar el contenido de nitróge no total en las muestras, en éste muestreo se tomó la hoja que ésta inmediatamente abajo del jilote. Las determinacio nes para nitrógeno foliar y contenido de proteínas del grano se hicieron en el laboratorio de suelos de la F.A.U.A.N.L.

La cosecha se llevó a cabo el día 25 de Julio, con una humedad de grano de 18%. También se cosechó el forraje de uno de los dos surcos útiles para determinar el contenido de materia seca por parcela útil en cada uno de los tratamien-- tos.

Los datos que se tomaron son:

Días a espigamento

Porcentaje de espigamento por parcela grande a los 2 - meses.

Muestreos para análisis foliar a los 67 días de desarrollo del cultivo.

Altura de plantas a los 67 días de desarrollo del cultivo.

Altura de plantas a los 113 días.

Peso de mazorca.

Peso de grano.

Peso de olote.

Humedad de grano.

Porcentaje de proteína en el grano.

Rendimiento de rastrojo como materia seca.

Los datos que se analizaron estadísticamente fueron:

% de N total en las hojas, rendimiento de rastrojo.

% de proteína en el grano, rendimiento de grano.

RESULTADOS Y DISCUSION

En seguida se presentan los resultados obtenidos en el presente experimento. En la tabla 14 del apéndice aparecen los rendimientos en grano obtenidos en Kgs. por parcela útil, éstos rendimientos se analizaron estadísticamente, y los resultados se presentan en la tabla 6.

Tabla N° 6.- Análisis de varianza para rendimiento en grano en el experimento de maíz NL-U-127 primavera 1980,- Marín, N.L.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	F. Teórica	
					.05	.01
Bloques	3	13.151	4.384			
Riego(R)	3	0.425	0.142	0.26742	NS	3.86 6.99
Error(a)	9	4.779	0.531			
Nitrógeno(N)	3	0.405	0.135	0.8896	NS	2.86 4.38
Int.(RXN)	9	1.451	0.161	1.0609	NS	2.15 2.94
Error(b)	36	5.463	0.15175			
Total	63	25.674				

C.V.E (a) = 14.69%

C.V.E (b) = 7.85%

N.S = No hubo significancia

El análisis muestra que no hubo diferencia estadística a ninguno de los dos factores en estudio.

En la tabla 7 aparecen las medias de rendimiento en grano para cada tratamiento.

Tabla N° 7.- Rendimiento en Ton/ha. en grano, para dosis de N y N° de riegos.

Dosis de N en Kgs/ha.	N° de Riegos				\bar{X}
	2	3	4	5	
0	3.335	3.362	3.546	3.383	3.406
50	3.641	3.233	3.227	3.634	3.434
100	3.403	3.240	3.315	3.308	3.316
150	3.267	3.274	3.390	3.328	3.315
\bar{X}	3.411	3.277	3.369	3.413	

Por los resultados anteriores se puede ver que no hubo respuesta a los niveles de fertilización, así como tampoco al número de riegos, atribuyendo la no respuesta a que la planta no aprovechó el nitrógeno aplicado al suelo, ya que éste elemento, lo más probable, es que en su mayor parte se haya perdido, principalmente por volatilización, dadas las condiciones en las cuáles se llevó a cabo el experimento, como son las siguientes:

pH alcalino, y temperaturas altas. Cuando se tiene un pH alcalino el ión amonio al reaccionar con los carbonatos o bicarbonatos forma carbonato de amonio y el amoníaco es liberado rápidamente por el carbonato de amonio volatilizándose. Además tomando en cuenta que el fertilizante se aplicó en forma superficial, la probabilidad de que se produzca alguna pérdida por volatilización es mayor, cuando el fertilizante lleva el nitrógeno en forma de amonio, como en este caso y cuando el pH es superior a 7.0. Las temperaturas elevadas aceleran las reacciones.

Otra posible causa por la cuál no se aprovechó el nitrógeno es debido a su pérdida por lixiviación, aunque esto puede ser menos probable, ya que el ión nitrato es fácilmente lixiviable, viéndose favorecidas éstas condiciones por las constantes precipitaciones durante el ciclo del cultivo. Aunque por otro lado, el suelo por ser de textura arcillosa, el ión amonio queda adherido por carga negativa a la superficie o borde de los coloides. Otras veces, queda entre las laminillas de arcilla, evitando así la lixiviación, cuando sucede esto último no se puede aprovechar fácilmente.

La no respuesta a la cantidad de agua aplicada en los riegos es porque dicho calendario se vió afectado por las intensas precipitaciones registradas durante el ciclo, cabe aclarar que únicamente se le dió a todo el experimento el riego de presiembra y un sólo riego de auxilio al tratamiento de cinco riegos, por lo tanto las condiciones de humedad

del experimento fueron casi las mismas para los diferentes tratamientos durante el ciclo del cultivo.

Como en otros trabajos ya desarrollados con anterioridad en esta región y se ha tenido poca ó nula respuesta a la fertilización nitrogenada, se planeó el presente experimento para ver si el contenido de humedad en el suelo influía en el aprovechamiento del nitrógeno por la planta.

Los rendimientos en grano obtenidos en éste trabajo se consideran buenos para la región pero bajos para ésta variedad, ya que un trabajo realizado por López (18) reporta un rendimiento de 8.4 Ton/Ha. sin fertilización con una población de aproximadamente 95,000 plantas /Ha. Estos bajos rendimientos pudieron ser debido, también, a que únicamente se le dió una escarda al cultivo y la cuál fué ya cuando se estaba iniciando el espigamiento, no se pudieron dar a tiempo las dos escardas debido a que el suelo estaba muy húmedo, lo cuál dificulta las labores de cultivo.

Para ver si había efecto de humedad y fertilización sobre la producción de forraje como materia seca, se calculó el rendimiento de la misma. Los rendimientos en Kg. de un surco por parcela útil aparecen en la tabla 15 del apéndice, éstos datos se analizaron estadísticamente y los resultados se presentan en la tabla 8.

Tabla N° 8.- Análisis de varianza para materia seca de un --
surco por parcela útil en el experimento de ---
maíz NL-U-127 primavera 1980, Marín, N.L.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.c	F. Teórica	
					.05	.01
Bloques	3	8.326	2.775			
Riego(R)	3	5.355	1.785	0.8686	NS	3.86 6.99
Error(a)	9	18.501	2.055			
Nitrógeno(N)	3	0.589	0.196	1.4848	NS	2.86 4.38
Int.(RXN)	9	0.747	0.083	0.6287	NS	2.15 2.94
Error(b)	36	4.775	0.132			
Total	63	38.293				

C.V.E (a) = 63.71 %

C.V.E (b) = 16.14 %

NS = No hubo significancia

El análisis muestra que no hubo diferencia estadística en los factores de estudio. En la tabla 9 aparecen las medias de rendimiento de materia seca para cada tratamiento.

Tabla N° 9.- Rendimiento en Ton/ha. de forraje como materia seca, para d6sis de N y N° de riegos.

D6sis de N en Kgs/ha.	N° de Riegos				\bar{X}
	2	3	4	5	
0	2.207	2.927	2.941	3.417	2.873
50	2.493	3.447	3.308	3.705	3.238
100	2.489	3.654	2.900	3.243	3.071
150	2.404	3.226	2.233	3.233	3.024
\bar{X}	2.398	3.313	3.095	3.399	

Los rendimientos de forraje como materia seca obtenidos en el presente trabajo se pueden considerar bajos debido a - que la variedad utilizada es de porte bajo y de ciclo corto. Adem6s, la no respuesta a fertilizaci6n y humedad se debe a que la planta no aprovech6 el nitr6geno debido, principalmen - te, a las mismas causas por las cu6les no hubo respuesta a - rendimiento en grano.

Previendo la no respuesta de rendimiento en grano y de materia seca a los niveles de fertilizaci6n y humedad, se -- planearon an6lisis de contenido de nitr6geno en el follaje y en el grano para verificar si el nitr6geno fue absorbido y - utilizado por la planta. La toma de muestras para an6lisis foliar se realiz6 a los 67 d6as de desarrollo del cultivo, -

la hoja analizada es la que se encuentra al lado opuesto e inmediatamente abajo de la mazorca, apareciendo los porcentajes por tratamiento en la tabla 16 del apéndice, éstos datos se analizaron estadísticamente y los resultados se presentan en la tabla 10.

Tabla N° 10.- Análisis de varianza para el contenido de nitrógeno total en las hojas a los 67 días en el experimento de maíz NL-U-127 primavera 1980 Maín, N.L.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	F.Teórica	
					.05	.01
Bloque	3	0.258	0.086			
Riego(R)	3	0.020	0.00666	0.1707	NS	3.86 6.99
Error(a)	9	0.351	0.039			
Nitrógeno(N)	3	0.726	0.242	2.9265	*	2.86 4.38
Int.(RXN)	9	0.711	0.079	0.9553	NS	2.15 2.94
Error (b)	36	2.977	0.08269			
Total	63	5.043				

C.V.E (a) = 8.89 %

C.V.E (b) = 12.95 %

NS = No hubo significancia

* = Diferencia significativa

El análisis muestra que las aplicaciones de nitrógeno si aumentaron estadísticamente el % de N en el follaje, no siendo así en el caso del número de riegos. En la tabla 11 apare

cen las medias en porcentaje por tratamiento para el contenido de nitrógeno total en las hojas.

Tabla N° 11.- Porcentaje de nitrógeno total en las hojas, -- para dosis de N y N° de riegos.

Dosis de N en Kgs/ha.	N° de Riegos				\bar{X}
	2	3	4	5	
0	2.17	2.02	1.95	2.02	2.04b
50	2.27	2.13	2.42	2.31	2.28a
100	2.19	2.54	2.32	2.20	2.31a
150	2.24	2.08	2.28	2.32	2.23ab
\bar{X}	2.22	2.19	2.24	2.21	

Duncan.05

Al comparar las medias, para los niveles de nitrógeno, -- se puede observar que solamente hubo aumento de N en las --- hojas, con la aplicación al suelo de 50 Kg de N/Ha.

Los niveles de humedad no tuvieron efecto en el contenido de nitrógeno foliar, por la misma razón explicada en el -- caso del rendimiento de grano y forraje.

Estos porcentajes de nitrógeno encontrados en las hojas se consideran medios ya que algunos autores citados por Alva

rez (4) reportan los siguientes resultados para la etapa de espigamiento, Benton considera un contenido suficiente de 2.73%, en tanto que Melested reporta 2.66%, Pelletier un 2.7% y Tyner considera que la concentración óptima para este estado de crecimiento deberá ser de 2.9%.

Como ya se mencionó anteriormente, se determinó el contenido de proteína en el grano para conocer el efecto de las dosis de nitrógeno y los niveles de humedad aplicados al suelo. Los porcentajes de proteína en el grano por Tratamiento se muestran en la tabla 17 del apéndice, el análisis de varianza se presenta en la tabla 12.

Tabla N^o 12.- Análisis de varianza para el contenido de proteína(%) en el grano en el experimento de maíz NL-U-127 primavera 1980 Marín, N.L.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc.	F. Teórica	
					.05	.01
Bloque	3	4.248	1.416			
Riego(R)	3	3.937	1.312	1.304 NS	3.86	6.99
Error(a)	9	9.06	1.006			
Nitrógeno(N)	3	10.566	3.522	14.16 **	2.86	4.38
Int.(RXN)	9	6.06	0.673	2.706 *	2.15	2.94
Error(b)	36	8.956	0.2487			
Total	63	42.827				

C.V.E (a) = 8.93%

C.V.E (b) = 4.44%

NS = No hubo significancia

* Diferencia significativa

** Diferencia altamente significativa

El análisis muestra que hay diferencia estadística alta-

mente significativa a nitrógeno, significativa en la interacción y no significativa a humedad. En la tabla 13 aparecen las medias del contenido de proteína en el grano para cada tratamiento.

Tabla N° 13.- Porcentaje de proteína en el grano, para dosis de N y N° de riegos.

Dosis de N en (Kg/Ha)	N° de Riegos				\bar{X}
	2	3	4	5	
0	10.94(b)	10.04(b)	10.97(b)	10.59(bc)	10.63(b)
50	11.77(a)	11.29(a)	10.96(b)	10.23(c)	11.06(ab)
100	11.59(ab)	11.70(a)	11.32(ab)	11.69(ab)	11.57(a)
150	12.06(a)	11.25(a)	11.97(a)	11.25(a)	11.63(a)
\bar{X}	11.59	11.07	11.30	10.94	

Duncan .05

Como en este caso hubo interacción de los factores y comparando los niveles de N en el número de riegos, el aumento de proteína, en los tratamientos de dos y tres riegos se manifestó hasta el nivel de 50 Kg de N/ha. y en los de cuatro y cinco riegos hasta el nivel de 100 Kg de N/ha.

Comparando las medias para los niveles de nitrógeno se observa un claro incremento en el contenido de proteína al variar los niveles de N de 0 a 150 Kgs./ha., pero la aplicación de N produjo diferencia estadística significativa hasta la aplica-

ción de 50 Kgs. El contenido de protefna en el grano se considera bueno de acuerdo al reportado por algunos autores ---- (12, 14, 22)

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

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

- 1.- Los rendimientos de grano, así como los de forraje como materia seca, se analizaron estadísticamente encontrándose se que no hay diferencia significativa entre los diferentes tratamientos, como respuesta a los dos factores bajo estudio.
- 2.- La nula respuesta a niveles de nitrógeno y número de riegos, es debido probablemente a que en el primer caso, el nitrógeno se haya perdido principalmente por volatilización, la cuál es característica de suelos alcalinos y --
viéndose favorecido por las altas temperaturas que se --
presentaron durante el ciclo. La no respuesta al número de riegos es porque el experimento se mantuvo bajo las -
mismas condiciones de humedad, debido a las constantes -
precipitaciones, dándose solamente un riego de auxilio -
al tratamiento de cinco riegos.
- 3.- Los porcentajes de nitrógeno total en las hojas, a los -
67 días de desarrollo del cultivo, se analizaron estadís-
ticamente, encontrándose diferencia significativa a los
niveles de nitrógeno, no siendo así para el número de --
riegos por la razón antes mencionada.
- 4.- El contenido de N total en las hojas tuvo aumento hasta

la aplicación al suelo de 50 Kg de N/ha.

- 5.- Los porcentajes de proteína en el grano de maíz se analizaron estadísticamente, encontrando que hay diferencia - altamente significativa en la interacción.
- 6.- En los tratamientos de 2 y 3 riegos, el contenido de proteína, tuvo aumento hasta 50 Kg de N/ha y en los tratamientos de 4 y 5 riegos hasta 100 Kg de N/ha.
- 7.- Para poder dar una recomendación sobre las dosis de N a aplicar y el número de riegos, es necesario repetir éste tipo de experimentos, además otros en los cuáles se incluyan más variables tales como densidad, forma de aplicación del fertilizante, hacer más muestreos foliares y sobre todo en ésta variedad por ser de formación nueva.

R E S U M E N

El presente experimento se realizó con la finalidad de conocer el mejor nivel de nitrógeno con el mejor número de riegos en el cultivo de maíz, el desarrollo de éste trabajo se llevó a cabo en el Campo Agrícola Experimental de la --- F.A.U.A.N.L. localizado en el municipio de Marín, N.L.

La variedad utilizada fué la NL-U-127 por ser de reciente formación y por no haber trabajos de investigación sobre -- la misma. El diseño experimental utilizado fué un bloques al azar con arreglo en parcelas divididas y cuatro repeti-- ciones, a la parcela grande se le asignó el número de rie-- gos (2, 3, 4, 5) y a la parcela chica las dosis de nitróge-- no (0, 50, 100 y 150 Kg/ha).

Para la fertilización se usó nitrato de amonio al ---- 33.5% de N como fuente de nitrógeno y superfosfato de cal-- cio simple al 20.0% de P_2O_5 como fuente de fósforo. Se --- aplicó un tercio del nitrógeno y todo el fósforo en el fon-- do del surco al momento de la siembra, el fósforo se mantu-- vo constante, los dos tercios restantes de nitrógeno se --- aplicaron el 8 de mayo en banda y en el lomo del surco. La cosecha se realizó el 25 de julio con una humedad del grano de 18%.

Las variables que se analizaron estadísticamente fue-- ron: Rendimiento en grano, rendimiento de forraje como mate

ria seca, porcentaje de N total en las hojas a los 67 días - de desarrollo del cultivo y porcentaje de proteína en el --- grano.

En los rendimientos de grano y de forraje como materia seca, no hubo respuesta a niveles de nitrógeno y al número - de riegos, ya que el N pudo haberse volatilizado debido al - pH alcalino del suelo viéndose favorecido éste fenómeno por las altas temperaturas que se presentaron, del número de riegos programados, solamente se dió un riego de auxilio al tra- tamiento de cinco riegos por las constantes precipitaciones.

El contenido de nitrógeno total en las hojas manifestó respuesta positiva solamente a niveles de nitrógeno, no sien- do así para el número de riegos por las razones antes mencio- nadas, la respuesta al nitrógeno fué solamente hasta el ni- vel de 50 Kg de N/ha.

El contenido de proteína aumentó debido a la interac--- ción de los dos factores bajo estudio, encontrando que en -- los tratamientos de 2 y 3 riegos el nitrógeno aplicado tuvo efecto positivo hasta el nivel de 50 Kg/ha., en los 4 y 5 -- riegos hasta el nivel de 100 Kg de N/ha.

Para el contenido de proteína, comparando las medias -- generales de los niveles de N, se observa que el nitrógeno - aplicado tiene un efecto positivo hasta el nivel de 50 Kg/ha.

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

- 1.- Alcorta Sandoval, D. 1981. Respuesta del trigo o diferentes programas de riego en el área de influencia de Marín, N.L. Tesis Ing. Agr. Facultad de Agronomía, U.A.N.L.
- 2.- Aldrich, S.R. y E.R. Leng. 1974. Producción moderna -- del maíz. Hemisferio Sur. Buenos Aires. p. 97, 106, 112, 173, 261, 262.
- 3.- Almaguer Garza, J.L. 1974. Influencia de la fertilización sobre el rendimiento y contenido de proteína en maíz bajo riego en el municipio de Apodaca, N.L. Tesis Ing. Agr. Facultad de Agronomía, U.A.N.L.
- 4.- Alvarez L., M. E. 1970. Estudio preliminar para el uso del análisis foliar en el cultivo del maíz. Tesis Ing. Agr. Facultad de Agronomía, U.A.N.L.
- 5.- Anónimo 1965. Agua; su aprovechamiento en la agricultura. Herrero México, D.F. p. 20, 25, 26.
- 6.- Black, C.A. 1975. Relaciones suelo-planta. Hemisferio Sur Buenos Aires Tomo II p. 562, 563, - 565.
- 7.- Buckman, H.O. y N.C. Brady 1966. Naturaleza y propiedades de los suelos MONTANER y SIMON Barcelona. p. 435, 437, 450, 451.
- 8.- Collings, G.H. 1958. Fertilizantes comerciales 5a. Ed. SALVAT, Barcelona p. 494.
- 9.- Corral Garza, J. 1970. Fertilización de maíz de riego en el municipio de Escobedo, N.L. Tesis Ing. Agr.

Facultad de Agronomía, U.A.N.L.

- 10.- Díaz del Pino, A. 1964. El maíz; cultivo, fertilización, cosecha. B. Trucco. México. p. 7, 8.
- 11.- Farrás, Javier. 1966. Manual práctico de agricultura; lo que todo agricultor debe saber. SINTES Barcelona p. 51, 52.
- 12.- Gamboa, A.C. 1980. Fertilización del maíz. Instituto Internacional de la potasa, Madrid, Boletín II p. N° 5.
- 13.- Gros, André. 1981. Abonos; guía práctica de la fertilización, 7a. Ed. MUNDI-PRENSA, Madrid. p. 75, 80, 81, 86, 208, 209.
- 14.- Gruneberg, F.H. Informes sobre fertilización verlags gesellschaft. fur ackerabu MBH Alemania. Boletín verde N° 9.
- 15.- Jacob, A. y H.V. Uexkull 1973. Nutrición y abonado de los cultivos tropicales 4a. Ed. EURAM, México, D.F. p. 47, 48, 125.
- 16.- Kilmer, V.J. y J. Webb 1968. Agronomic effectiveness of different fertilizers. Changing patterns in fertilizer USE Soil Science Society of América. p. 36-39.
- 17.- Larid, R.J. y R. Núñez E. 1963. Notas del curso de fertilidad de suelos, Chapingo México..p. 37, 38.
- 18.- López Arizpe, G.A. 1981. Determinación de la densidad óptima de población en el cultivo de maíz con la variedad N.L.-U-127 en el municipio de Marín, N.L.

Tesis Ing. Agr. Facultad de Agronomía, U.A.N.L.

- 19.- Luque, J.A. y J.D. Paoloni 1974. Manual de operación de riego; programación, operación a nivel de distrito, de parcela y manejo de área bajo riego ---- RAIGRO Argentina. p. 78-81.
- 20.- Palacios Velez, E. 1963. Cuanto, cuando y como regar, memorándum técnico N° 195. S.R.H.
- 21.- Pelletier, C. Pablo 1961. Granos y fertilizantes de -- México, boletín N° 29.
- 22.- Poehlman, J.M. 1965. Mejoramiento genético de las cosechas LIMUSA México, D.F. p. 296, 297.
- 23.- Robles Sánchez, R. 1978. Producción de granos y forrajes LIMUSA México, D.F. p. 9, 10.
- 24.- Sánchez Alejo, E.J. 1980. Prueba de tres fechas de -- siembra en el cultivo de veza belluda como abono - verde en la región de Marín, N.L. Tesis Ing. Agr. Facultad de Agronomía, U.A.N.L.
- 25.- Sauchelli, Vincent 1973. Guanos y fertilizantes de -- México boletín N° 8.
- 26.- Thompson, L.M. 1965. El suelo y su fertilidad REVERTE Barcelona p. 203.
- 27.- Thorne, D.W. y H.B. Peterson. 1963. Técnica del riego - fertilidad y explotación de los suelos. C.E.C.S. A. México p. 344.
- 28.- Tisdale, S.C. y W.L. Nelson 1970. Fertilidad de los suelos y fertilizantes MONTANER y SIMON Barcelona- p. 44, 83, 165-170, 257, 495-498.

A P E N D I C E

Tabla N° 14.- Rendimiento en grano de maíz en kilogramos por parcela útil (14.72m²) y con un 14% de humedad.

Dosis de N en Kg/ha.	N° de Riegos	R E P E T I C I O N E S					\bar{X}
		I	II	III	IV		
0	2	5.10	4.66	4.42	5.47	4.91	
	3	5.85	4.74	4.67	4.55	4.95	
	4	5.88	5.54	5.10	4.36	5.22	
	5	4.98	5.83	4.82	4.30	4.98	
	\bar{X}	5.45	5.19	4.75	4.67	5.01	
50	2	6.10	5.33	5.41	4.61	5.36	
	3	5.27	5.36	4.10	4.31	4.76	
	4	5.65	4.80	5.18	3.36	4.75	
	5	5.93	6.11	5.25	4.10	5.35	
	\bar{X}	5.74	5.4	4.98	4.09	5.05	
100	2	5.76	5.34	4.51	4.42	5.05	
	3	5.52	5.10	3.98	4.46	4.77	
	4	5.61	4.70	5.06	4.14	4.88	
	5	5.37	5.18	4.78	4.14	4.87	
	\bar{X}	5.56	5.08	4.58	4.29	4.88	
150	2	5.37	5.07	4.10	4.71	4.81	
	3	5.34	4.64	3.82	5.47	4.82	
	4	6.39	4.59	4.58	4.39	4.99	
	5	5.48	5.33	4.80	3.97	4.90	
	\bar{X}	5.64	4.91	4.32	4.63	4.88	

Tabla N° 15.- Rendimiento de forraje como materia seca en --
kilogramos por parcela útil (7.36 m²)

Dosis de N en Kg/Ha.	N° de Riegos	R E P E T I C I O N E S					\bar{X}
		I	II	III	IV		
0	2	1.83	1.68	0.71	2.28	1.62	
	3	2.20	1.87	1.61	2.94	2.15	
	4	2.78	2.30	1.70	1.88	2.16	
	5	3.32	3.12	2.59	1.03	2.51	
	\bar{X}	2.53	2.24	1.65	2.03	2.11	
50	2	2.14	1.80	1.82	1.58	1.83	
	3	2.63	2.95	1.71	2.86	2.54	
	4	2.96	2.15	2.53	2.10	2.43	
	5	4.02	3.76	2.31	0.82	2.73	
	\bar{X}	2.94	2.66	2.09	1.84	2.38	
100	2	2.21	1.80	1.36	1.96	1.83	
	3	2.56	2.65	1.69	3.86	2.69	
	4	2.96	2.01	2.31	1.26	2.13	
	5	3.06	3.24	2.31	0.94	2.38	
	\bar{X}	2.70	2.42	1.92	2.00	2.26	
150	2	2.21	1.59	1.50	1.78	1.77	
	3	1.93	3.50	1.36	2.71	2.37	
	4	3.62	1.91	2.54	1.44	2.38	
	5	3.28	2.94	2.62	0.67	2.38	
	\bar{X}	2.76	2.48	2.00	1.65	2.22	

Tabla N° 16.- Porcentaje de nitrógeno total en la hoja opues
ta y abajo de la mazorca de la planta de maíz
a los 67 días de la germinación.

Dosis de N en Kg/Ha.	N° de Riegos	R E P E T I C I O N E S					\bar{X}
		I	II	III	IV		
0	2	1.96	1.82	2.59	2.31	2.17	
	3	2.24	2.03	1.97	1.86	2.02	
	4	2.12	1.82	1.83	2.03	1.95	
	5	1.91	1.76	2.59	1.82	2.02	
	\bar{X}	2.06	1.86	2.24	2.00		
50	2	1.98	2.82	2.22	2.05	2.27	
	3	2.05	1.96	1.93	2.59	2.13	
	4	2.18	2.57	2.38	2.57	2.42	
	5	1.93	2.39	2.32	2.59	2.31	
	\bar{X}	2.03	2.43	2.21	2.45		
100	2	2.26	2.38	2.11	2.03	2.19	
	3	2.45	2.28	2.82	2.63	2.54	
	4	2.43	2.54	2.08	2.24	2.32	
	5	2.10	2.53	1.86	2.32	2.20	
	\bar{X}	2.31	2.43	2.22	2.30		
150	2	1.96	2.17	2.60	2.25	2.24	
	3	2.19	1.89	2.24	2.01	2.08	
	4	2.26	1.91	2.81	2.15	2.28	
	5	2.31	2.12	2.73	2.13	2.32	
	\bar{X}	2.18	2.02	2.59	2.13		

Tabla N° 17.- Porcentaje de proteína en el grano de maíz.

Dosis de N en Kg/ha.	N° de Riegos	R E P E T I C I O N E S				\bar{X}
		I	II	III	IV	
0	2	11.62	10.94	10.25	10.94	10.94
	3	10.31	10.00	10.00	9.87	10.04
	4	10.50	10.50	11.56	11.31	10.97
	5	10.50	10.25	11.31	10.31	10.59
	\bar{X}	10.73	10.42	10.87	10.87	
50	2	11.94	12.43	10.88	10.61	11.77
	3	12.25	9.87	11.87	11.19	11.29
	4	10.68	10.00	11.37	11.81	10.96
	5	10.25	9.18	10.31	11.19	10.23
	\bar{X}	11.28	10.37	11.10	11.51	
100	2	12.25	11.81	10.94	11.37	11.59
	3	11.87	11.12	11.37	12.44	11.70
	4	10.75	11.18	11.81	11.56	11.32
	5	12.44	10.25	11.81	12.25	11.69
	\bar{X}	11.83	11.09	11.48	11.90	
150	2	12.25	11.81	12.43	11.75	12.06
	3	11.31	10.94	11.87	10.87	11.25
	4	10.75	12.25	12.69	12.19	11.97
	5	11.31	10.06	12.25	11.37	11.25
	\bar{X}	11.40	11.26	12.31	11.54	

