

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA.  
FACULTAD DE AGRONOMIA.  
ESCUELA DE PRODUCCION VEGETAL.  
DEPARTAMENTO DE CULTIVOS ANUALES.

TRABAJO DE DIPLOMA

EFFECTO DE DIFERENTES NIVELES DE NITROGENO,  
FRACCIONAMIENTOS Y MOMENTOS DE APLICACION SOBRE EL  
CRECIMIENTO Y RENDIMIENTO DEL MAIZ (*Zea mays* L.) Var.  
NB-6.

AUTORES: SUJAD MARISOL ZAHARAN KIEL  
JUAN RAFAEL GARAY QUINTERO

ASESORES: ING. MSc. MARGARITA CUADRA R.  
ING. MSc. F. TELEMACO TALAYERA S.

Managua, Nicaragua.

1990

## **DEDICATORIA**

Con todo mi amor:

A mi madre: Edisa Kieï de Zanaran

A mi padre: Manuel Zaharan Allan

A mis sobrinos: Gabriela Edisa y José Román

A Teresa Martínez Coronei

De: Sujad

A mi madre: María Elsa Quintero

A mi padre: José Domingo Garey

A todos mis hermanos, especialmente a Heriberto y Francisco

A mis cuñados y cuñadas

De: Rafael

## **AGRADECIMIENTOS**

Queremos agradecer a la Universidad Nacional Agraria y en especial a la Escuela de Producción Vegetal por brindarnos su apoyo tanto material y técnico para la realización de este trabajo. De igual manera agradecemos la colaboración prestada por el Programa Ciencia de las Plantas UNA-SLU.

Expresamos nuestra más sincera gratitud a las siguientes personas:

Nuestra Asesora Ing. Msc. Margarita Cuadra quien siempre nos apoyó en la elaboración del trabajo.

Nuestro Consultor Ing. Msc. Telémaco Talavera por su valiosa cooperación.

Jorge Contreras por su apoyo incondicional.

Ing. Armando Flores por su colaboración brindada.

Katty Sánchez, Mireya Méndez y Maritza Espinales quienes nos brindaron su ayuda en la biblioteca.

A todos los que de una u otra forma contribuyeron a la culminación de nuestro trabajo de diploma.

## INDICE GENERAL

<b>Contenido</b>	<b>Página</b>
Indice de tablas .....	i
Indice de figuras .....	ii
Resúmen .....	iii
I.- INTRODUCCION .....	1
II.- MATERIALES Y METODOS .....	4
2.1.- Descripción del lugar y experimento .....	4
2.2.- Métodos de fitotecnia .....	7
2.3.- Análisis estadístico .....	8
III.- RESULTADOS Y DISCUSION .....	9
3.1.- Efecto de diferentes niveles de nitrógeno, fraccionamientos y momentos de aplicación sobre el crecimiento del maíz .....	9
3.1.1.- Altura de planta.....	9
3.1.2.- Diámetro de tallo .....	12
3.2.- Efecto de diferentes niveles de nitrógeno, fraccionamientos y momentos de aplicación sobre el rendimiento y sus componentes principales .....	14
3.2.1 - Longitud de mazorca .....	14
3.2.2 - Número de hileras por mazorca .....	14
3.2.3 - Número de granos por hilera .....	15
3.2.4 - Número de mazorcas cosechadas .....	15
3.2.5 - Número de mazorcas dañadas .....	16
3.2.6 - Peso de 1000 granos .....	17

3.2.7- Rendimiento .....	17
3.3.- Efecto de las interacciones de los factores en estudio sobre el rendimiento y sus componentes principales .....	21
3.3.1.- Interacción nitrógeno-fraccionamiento (AxB).....	21
3.3.2.- Interacción nitrógeno-momento de aplicación (AxC)	21
3.3.3.- Interacción fraccionamiento-momento de aplicación (BxC) .....	21
3.3.4.- Interacción nitrógeno-fraccionamiento-momento de aplicación (AxBxC) .....	24
IV.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	26
4.1.- Conclusiones .....	26
4.2.- Recomendaciones .....	27
V.- REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS .....	28

## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla</b>	<b>Página</b>
1.- Propiedades químicas del suelo. Hacienda "Las Mercedes" .....	5
2.- Arreglo combinatorio de los diferentes factores en estudio.....	6
3.- Efecto de los diferentes factores en estudio sobre el rendimiento y sus componentes principales .....	20
4.- Efecto de la interacción de diferentes niveles de nitrógeno y fraccionamientos sobre el rendimiento y sus componentes principales .....	22
5.- Efecto de la interacción de diferentes niveles de nitrógeno y momentos de aplicación sobre el rendimiento y sus componentes principales .....	22
6.- Efecto de la interacción de diferentes fraccionamientos y momentos de aplicación sobre el rendimiento y sus componentes principales .....	23
7.- Efecto de la interacción de diferentes niveles de nitrógeno, fraccionamientos y momentos de aplicación sobre el rendimiento y sus componentes principales.....	25

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura</b>	<b>Página</b>
1.- Climograma de la Hacienda "Las Mercedes" .....	4
2.- Efecto de diferentes niveles de nitrógeno, fraccionamientos y momentos de aplicación sobre la altura de planta.....	10
3.- Efecto de la combinación de diferentes niveles de nitrógeno, fraccionamientos y momentos de aplicación sobre la altura final de planta .....	11
4- Efecto de la combinación de diferentes niveles de nitrógeno, fraccionamientos y momentos de aplicación sobre el diámetro del tallo .....	13

## RESUMEN

Con la finalidad de determinar la influencia de dos niveles de nitrógeno (50 y 100 kilogramos por hectárea), dos fraccionamientos (25-75 y 50-50 por ciento del fertilizante aplicado) y dos momentos de aplicación (0-16 y 0-32 días después de la siembra) sobre el crecimiento y rendimiento del maíz (*Zea mays* L.) var NB-6, se realizó de Junio a Octubre de 1989 un experimento utilizando el diseño trifactorial más un testigo absoluto en arreglo de Bloques Completos al Azar con cinco repeticiones en la hacienda "Las Mercedes", Managua, cuyos suelos pertenecen a la serie "La Calera" y poseen un drenaje pobre, son negros y superficiales, además tienen lenta permeabilidad.

Los resultados obtenidos demuestran que la aplicación de los diferentes niveles de nitrógeno y fraccionamientos no produjeron diferencias significativas sobre el rendimiento y sus componentes principales, sin embargo los momentos de aplicación analizados muestran efecto significativos sobre el rendimiento y algunos de sus principales componentes. El efecto de las interacciones fue no significativo sobre el rendimiento, no obstante se determinó que el rendimiento era mayor utilizando un nivel de 50 kilogramos de nitrógeno por hectárea, fraccionado en un 25 por ciento al momento de la siembra, y 75 por ciento 32 días después de la misma.



## I.- INTRODUCCION.

El maíz (*Zea mays* L.) es un producto de gran importancia económica mundial, ocupando el tercer lugar en superficie, con más de 118.5 millones de ha; pero, es el primero en lo que respecta a rendimiento de grano por hectárea (Dominguez, 1981; FAO, 1984 a).

En Nicaragua, según MIDINRA (1985), de todos los granos básicos, el maíz representa el 45 por ciento del área sembrada; sin embargo, la producción aún no ha evolucionado en relación al consumo interno, debido a que se continúa sembrando de forma tradicional, por el mal manejo y la escasez de recursos para lograr una producción paralela a las necesidades actuales (DGTA, 1983). Así mismo, Zaffanella (1975) indica que limitantes de orden meteorológico, culturales y edáficos interaccionan de modo complejo, influyendo sobre los resultados de las experiencias de fertilización.

La fertilización constituye uno de los pilares fundamentales de la producción agrícola (Domínguez, 1984).

De los macronutrientes, el nitrógeno es indudablemente el elemento más importante en la nutrición del maíz, constituyendo a menudo un factor limitativo de la producción de alimentos en muchas partes del mundo (Berger, 1975; FAO, 1976).

Según Neptune *et al* (1978) se pueden citar varios factores que influye en la eficiencia del fertilizante, entre ellos se encuentran localización correcta fraccionamiento en la época conveniente, cantidad y fuente adicionales, entre otras.

Ignatieff (1967) indica que el maíz necesita una fuerte cantidad de nitrógeno para alcanzar su crecimiento máximo, así mismo, Litzemberger (1976) afirma que el cultivo requiere abundancia de nitrógeno. Un abastecimiento suficiente de nitrógeno fomenta el crecimiento y rendimiento del maíz (Glanze, 1980).

Berger (1975) sostiene que la cantidad de fertilizante nitrogenado distribuido sobre el maíz es gradualmente diferente de una región a otra.

De acuerdo a lo afirmado por Metcalfe y Elkins (1980), en el cinturón maicero de los Estados Unidos, se recomienda de 168 a 224 kilogramos de nitrógeno por hectárea para obtener mayores rendimientos. Por otro lado, bajo condiciones

climáticas ideales se utilizan dosis de 112-168 kilogramos de nitrógeno por hectárea, para obtener rendimientos de más de 12,000 kilogramos de maíz por hectárea (Chapman y Carter, 1976).

Según IICA (1989) la cantidad de nitrógeno puede variar entre 50 y 150 kilogramos por hectárea según la riqueza del terreno y las circunstancias económicas.

Vasconcelos *et al* (1980) recomiendan en Brasil utilizar dosis de 70 kilogramos de nitrógeno por hectárea. En Japón se recomienda el empleo de 65 kilogramos de nitrógeno por hectárea (Ignatieff, 1967).

En Nicaragua, MIDINRA (1985) recomienda dosis de 65 kilogramos de nitrógeno por hectárea.

Ortiz (1961) establece que el objetivo deseado del fraccionamiento del nitrógeno en maíz es lograr una mayor eficiencia en la absorción y utilización de éste nutriente, proporcionándolo a la planta en el período de mayor demanda fisiológica. La aplicación fraccionada del nitrógeno resulta en una utilización más eficiente del fertilizante nitrogenado, especialmente, la urea (Fox *et al*, ).

Berger (1975) indica que el nivel o proporción de las aplicaciones de nitrógeno, dependen de las condiciones del suelo y del cultivo precedente al maíz. Thomas (1980) reporta que las pérdidas por lixiviación ocurren bastante temprano después de la siembra, por lo que sugiere la aplicación fraccionada del nitrógeno, para así mejorar la eficiencia del fertilizante.

El maíz absorbe casi el 50 por ciento de sus necesidades totales de nitrógeno en las 3 semanas inmediatamente anteriores a la formación del estigma, y la escasez durante ese período limitará el rendimiento (FAO, 1984 b).

IICA (1989) sostiene que resulta ventajoso distribuir en dos partes los fertilizantes nitrogenados, la mitad al momento de la siembra, y la otra cuando el maíz tenga 50 cm de altura.

En Nicaragua, DGETA (1983) recomienda que el suministro de nitrógeno puede hacerse en dos aplicaciones, se aplica el 30 por ciento del total antes o después de la siembra y el 70 por ciento antes de la floración. Así mismo MIDINRA (1985) reporta que el nitrógeno adicional requerido se puede aplicar en dos etapas que no

coincidan en ningún caso, después de la floración: la primera etapa de aplicación es el **estado de ocho hojas**, y la segunda deberá ser aplicada al momento de la floración.

**En lo que respecta al momento de aplicación**, Ortiz (1961) indica que conociendo **los niveles óptimos de nitrógeno** que se deben aplicar al maíz, es necesario **conocer** el momento más apropiado de efectuar la fertilización. Cuando el **abonado se hace** a su debido tiempo, y siguiendo un método eficaz, suele ser mayor el **rendimiento del fertilizante** (FAO, 1966). El tiempo de aplicación es un factor muy **importante** por que afecta la eficiencia del fertilizante nitrogenado, y depende del **clima, suelo y nutrientes a aplicar** (Bundy, 1986).

Según Bigerriego *et al* (1979), el mejoramiento en la eficiencia del uso del nitrógeno puede deberse a la disponibilidad del nutriente cercano al tiempo de **máximas necesidades del cultivo**, la mayoría de los estudios de los patrones de **absorción de nitrógeno en el maíz** han mostrado que la máxima tasa de acumulación ocurre cerca de la floración.

De acuerdo con lo expuesto anteriormente, consideramos de gran importancia la realización del presente trabajo, con el cual pretendemos cumplir con los siguientes objetivos

- 1.- Determinar las dosis más apropiadas de fertilizante, que conlleve a la utilización adecuada del mismo y al incremento de la producción de grano.
- 2.- Determinar el período óptimo del ciclo vegetativo del cultivo para efectuar la fertilización nitrogenada complementaria que permita obtener mayores rendimientos en el maíz.
- 3.- Obtener un empleo más eficaz del fertilizante nitrogenado, aplicándolo de acuerdo a las necesidades de la planta en las diferentes etapas de crecimiento del cultivo.

## II. MATERIALES Y METODOS

### 2.1.- Descripción del lugar y experimento:

#### 2.1.1.- Clima:

El ensayo fue realizado en la hacienda "Las Mercedes", departamento de Managua, la cual se encuentra ubicada en el km 11 Carretera Norte, y cuyas coordenadas son: 12° 08' latitud norte y 86° 10' longitud oeste, a una altura de 56 metros sobre el nivel del mar. La zonificación ecológica según Holdridge (1960) es del tipo Bosque Tropical Seco.

El ensayo se realizó en la época de primera, del 23 de Junio al 19 de Octubre de 1989.

Las condiciones climáticas ocurridas durante el año del ensayo se presentan en la Figura

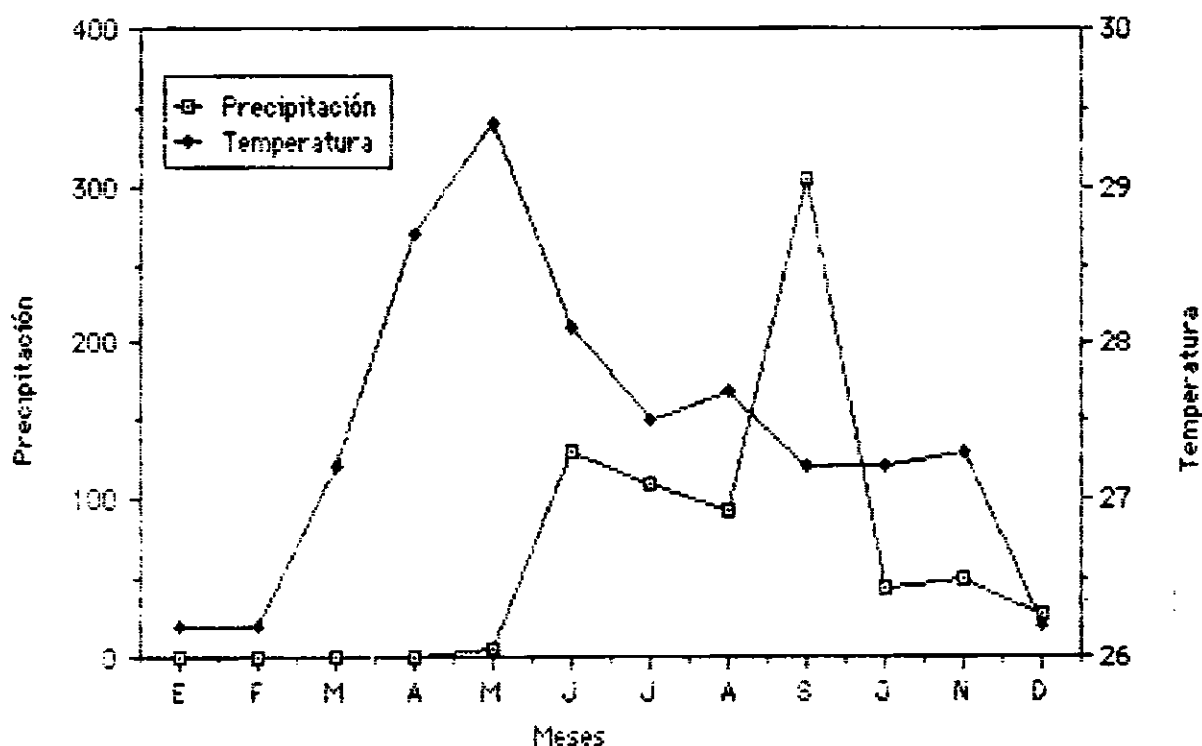


Figura 1: Climograma Hacienda "Las Mercedes" (Estación meteorológica Aeropuerto A. C. Sandino, 1989).

### 2.1.2.- Suelo:

Estos suelos pertenecen a la serie "La Calera", presentan textura franca a franco-arcillosa, y derivan de sedimentos lacustres y aluviales; siendo clasificados como Typic Durustoll, según el Sistema USDA (MAG, 1971). Poseen un drenaje pobre, son negros y superficiales, tienen lenta permeabilidad. Son calcáreos, contienen sales y presentan altos contenidos de sodio intercambiable, también son moderadamente altos en calcio y magnesio (MAG, 1971). Las propiedades químicas del suelo donde se estableció el ensayo, se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1. Propiedades químicas del suelo utilizado. Hacienda "Las Mercedes" (\*)

Propiedad	Valor	Clasificación
pH (H <sub>2</sub> O)	6.10	medianamente ácido (Moreno, 1978)
M.D.(%)	4.10	rico (Moreno, 1978)
N Total (%)	0.23	rico (Minotti, 1970)
P(ppm)	2.33	pobre (Moreno, 1978)
K(meq/100 gr)	3.80	alto (Chirinos, 1977)
Ca (meq/100 gr)	28.9	medianamente alto (Villanueva, 1990)

\* Fuente: [(Laboratorio de Suelos-ISCA, 1988)].

### 2.1.3.-Diseño experimental:

Se desarrolló un experimento trifactorial más un testigo absoluto en arreglo de Bloques Completos al Azar, siendo los tratamientos evaluados:

- Factor A: Nitrógeno.

$$a_1 = 50 \text{ kg/ha}$$

$$a_2 = 100 \text{ kg/ha.}$$

- Factor B : Fraccionamiento del Nitrógeno.

$b_1$  = 25-75 por ciento.

$b_2$  = 50-50 por ciento.

- Factor C. Momentos de aplicación del Nitrógeno.

$c_1$  = 0-16 días después de la siembra.

$c_2$  = 0-32 días después de la siembra.

Resultando 8 tratamientos más un testigo absoluto, sin aplicación de nitrógeno dando 9 tratamientos con 5 repeticiones, y teniendo un total de 45 parcelas.

El tamaño de la parcela experimental fue de 27 m<sup>2</sup> cada una. La parcela útil tuvo una dimensión de 15 m<sup>2</sup>. El área total del ensayo fue de 1539 m<sup>2</sup>.

Cada parcela consistió en 6 surcos, con una longitud de 6 m. La distancia entre surcos fue 0.75 m y la distancia entre plantas de 0.3 m, para una densidad poblacional de 45,000 plantas por hectárea. Se dejó un surco de borde a cada lado y 0.5 m en las cabeceras de la parcela experimental.

El arreglo de los tratamientos usados se muestran en la Tabla 2.

Tabla 2: Arreglo combinatorio de los diferentes factores en estudio.

Tratamiento	Dosis de N (kg/ha)	Fraccionamiento (%)	Momento de aplicación (dds)
1	0	0	0
2	50	25-75	0-16
3	50	25-75	0-32
4	50	50-50	0-16
5	50	50-50	0-32
6	100	25-75	0-16
7	100	25-75	0-32
8	100	50-50	0-16
9	100	50-50	0-32

Las variables medidas fueron :

a) Durante el desarrollo del cultivo:

1- Altura de planta. se tomaron 10 plantas en cada parcela y se midió en cm desde la superficie del suelo hasta la base de la lígula superior.

2- Diámetro del tallo: se midieron en las 10 plantas establecidas en cada parcela.

b) A la cosecha:

1- Longitud de mazorca (cm)

2- Número de hileras por mazorca

3- Número de granos por hilera.

4- Número de mazorcas cosechadas en la parcela útil.

5- Número de mazorcas dañadas en la parcela útil

6- Peso de mil granos (g).

7- Rendimiento (kg/ha).

## 2.2.- Métodos de fitotecnia.

La preparación del suelo fue mecanizada, con arado y gradeo del terreno.

La siembra fue manual dejando 2-3 semillas por golpe. La variedad usado fue NB-6 con un ciclo vegetativo de 110 días y rendimiento promedio de 4528 kg/ha.

La fertilización nitrogenada fue a base de urea (46% N), la fosfórica y potasica fue aplicada a la siembra, en forma de superfosfato triple (46%  $P_2O_5$ ) en dosis de 40 kg/ha y muriato de potasio (60%  $K_2O$ ) en dosis de 12 kg/ha, respectivamente

Para el control de plagas del suelo se aplicó Carbofuran (Furadán) en dosis de 15 kg/ha a la siembra. Durante el cultivo, se presentó *Delbulus maidis*, que se controló con Decametrin (Decis) y Metamidiphos (Filitox), a razón de 1 l/ha. El control de malezas fue realizado manualmente cada 2 semanas.

La cosecha se realizó de manera manual habiéndose doblado la planta previamente.

### **2.3.- Análisis estadístico:**

Para las variables del crecimiento se elaboraron tablas de medias de interacciones, las que se utilizaron posteriormente para la realización de gráficos. Para el resto de las variables estudiadas, se realizó el ANDEVA y la separación de medias según Tukey al 0.05%.



### III.- RESULTADOS Y DISCUSION

#### 3.1.- Efecto de los diferentes factores en estudio sobre el crecimiento del cultivo del maíz

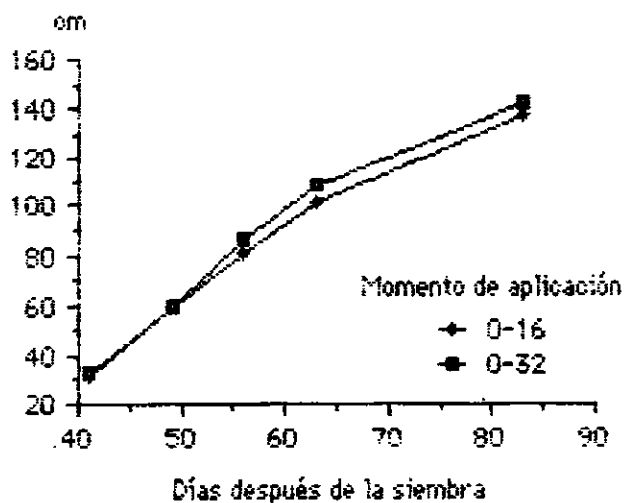
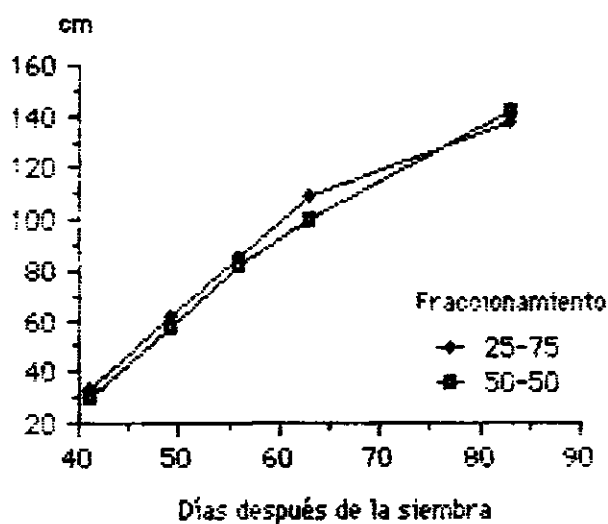
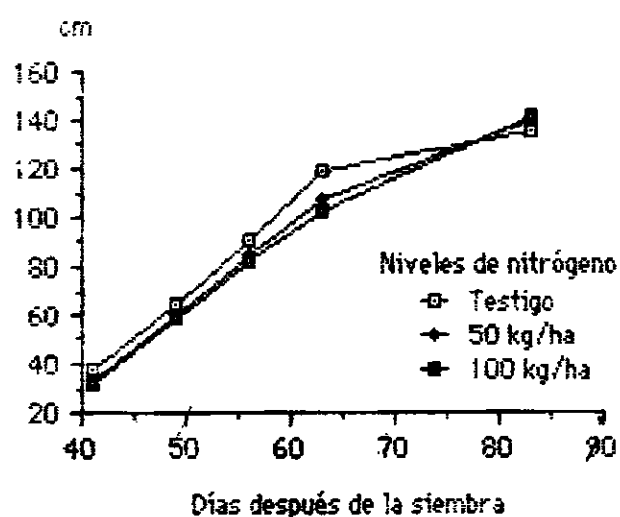
##### 3.1.1. Altura de planta

Las altas fertilizaciones tienden a aumentar el crecimiento normal de las plantas, siendo una fuerte limitación para lograr mayores rendimientos (Poey, 1973).

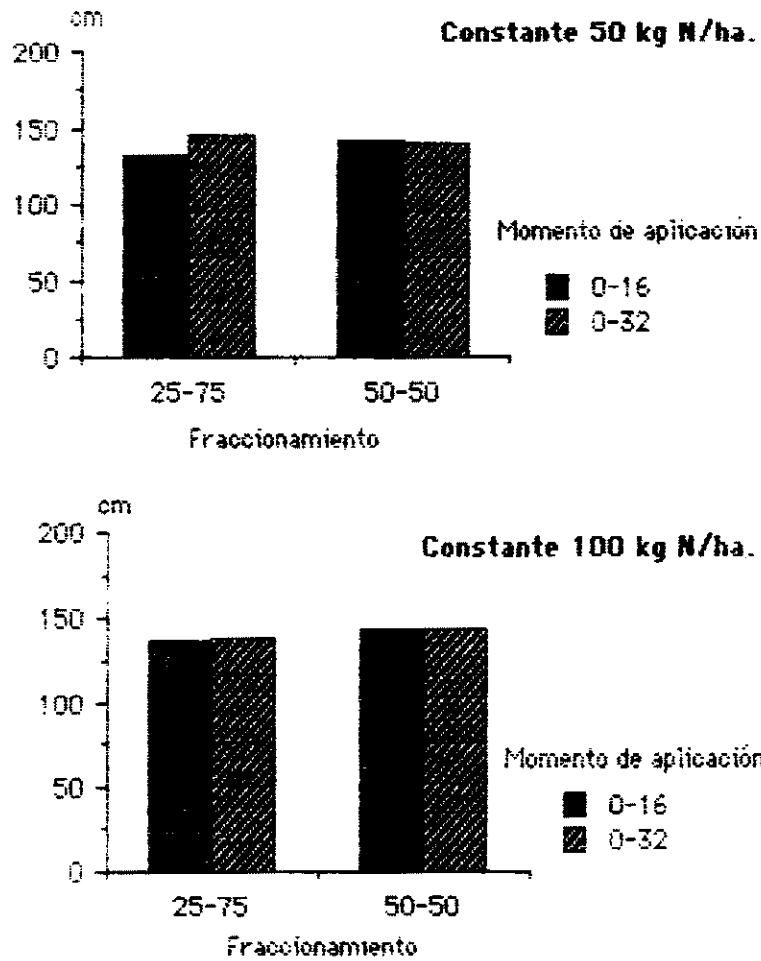
En los diferentes muestreos que se realizaron para determinar la mejor respuesta con respecto a la altura de planta, se determinó que el testigo es el que presenta en las fases iniciales un mayor crecimiento de la planta, manteniéndose hasta los 75 días después de la siembra, siendo superado éste y el nivel de 50 kilogramos de nitrógeno por hectárea por el nivel de 100 kilogramos de nitrógeno por hectárea, con el cual se obtuvo la mayor altura hasta la etapa final (Figura 2). Esto puede deberse a que al inicio del crecimiento del cultivo, éste se abasteció de las reservas nutricionales existentes en el suelo y una vez agotadas el cultivo hizo uso del fertilizante aplicado. Por lo tanto estos resultados están de acuerdo con lo reportado por Aldrich *et al* (1960), Arzoia *et al* (1981) y Betanco (1988) que al aumentar las dosis de nitrógeno aumenta la altura de la planta.

El suministro de nitrógeno en pequeñas cantidades al inicio del crecimiento del cultivo fue importante para obtener un mayor crecimiento de la planta tal afirmación concuerda con los resultados obtenidos en nuestro trabajo, en donde se encontró que la aplicación de un 25 por ciento del fertilizante al momento de la siembra obtuvo la mayor altura de planta durante la mayor parte del ciclo de crecimiento, siendo hasta el final del ciclo superado por un mayor suministro de nitrógeno en iguales proporciones (50-50 por ciento). Esto concuerda con FAO AEA (1970) que indican que las combinaciones más favorables es la de aplicar la mitad del fertilizante al momento de la siembra y la otra mitad cuando la planta tiene una altura de 50 centímetros. En cuanto al factor momento de aplicación se obtuvo la mayor altura de planta al aplicar el fertilizante al momento de la siembra y 32 días después de éste (Figura 2) lo que coincide con Suwanarit *et al* (1985) quienes afirman que la aplicación a la siembra y 30 días después de la siembra fueron los mejores tiempos de aplicación.

Para la combinación de los tres factores en estudio, se observó un incremento en la altura de la planta cuando se aplicaron 50 kilogramos de nitrógeno por hectárea, fraccionado en un 25-75 por ciento al momento de la siembra y 32 días después de la misma (Figura 3).



**Figura 2.** Efecto de diferentes niveles de nitrógeno, fraccionamientos y momentos de aplicación sobre la altura de planta.

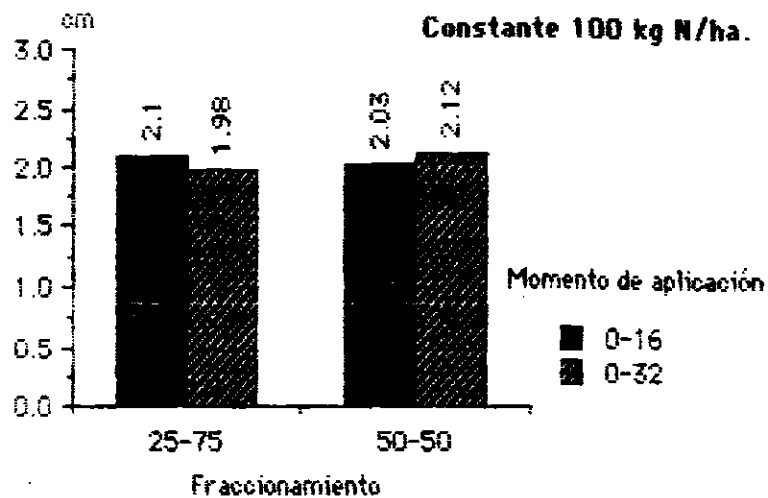
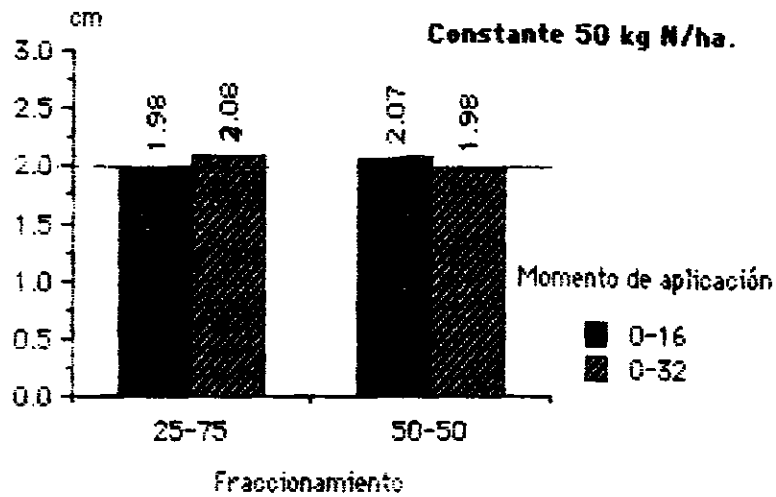


**Figura 3.** Efecto de la combinación de diferentes niveles de nitrógeno, fraccionamientos y momentos de aplicación sobre la altura final de planta.

### 3.1.2.- Diámetro del tallo

El diámetro o grosor del tallo depende de la variedad y de las condiciones del cultivo, éste puede verse influenciado por varios factores entre ellos se destaca el nitrógeno disponible del suelo (Robles, 1978).

En el estudio realizado en este ensayo se encontró que la combinación de los tres factores que presentó la mejor respuesta fue la aplicación de 100 kilogramos de nitrógeno por hectárea fraccionado en un 50-50 por ciento, y aplicado a los 0-32 días después de la siembra (Figura 4); estos resultados obtenidos reafirman lo expuesto por Arzola *et al* (1981), quienes indican que un buen suministro de nitrógeno influye positivamente en el diámetro del tallo. Así mismo Cuadra (1988) reporta que el diámetro del tallo es otra variable que está influenciada por las condiciones ambientales y los nutrientes siendo el nitrógeno uno de los elementos más importantes.



4. Efecto de la combinación de diferentes niveles de nitrógeno, fraccionamientos y momentos de aplicación sobre el diámetro del tallo.

## **3.2.- Efecto de los diferentes niveles de nitrógeno, fraccionamiento y momentos de aplicación sobre el rendimiento y sus componentes principales.**

### **3.2.1- Longitud de mazorca**

En numerosos ensayos de fertilización se ha observado que el tamaño promedio de la mazorca aumenta cuando se aplica nitrógeno (Berger, 1975).

Se determinó que con el nivel de 50 kilogramos de nitrógeno por hectárea se obtuvo la mayor longitud de mazorca (Tabla 3). Estos resultados son semejantes a los encontrados por Cuadra (1988), quien afirma haber obtenido una mayor longitud de mazorca al utilizar 70 kilogramos de nitrógeno por hectárea.

En cuanto al factor fraccionamiento, no se observaron diferencias significativas, resultando lo mismo fraccionar el fertilizante en un 25-75 por ciento o en un 50-50 por ciento (Tabla 3).

La influencia ejercida por el momento de aplicación resultó significativa, encontrándose que el momento más conveniente para realizar la aplicación fue a la siembra y 32 días después de la misma, con el cual se obtuvo la mayor longitud de mazorca (Tabla 3).

### **3.2.2 Número de hileras por mazorca**

El número de hileras por mazorca es una variable la cual, teniendo una nutrición normal de nitrógeno, aumenta la masa relativa de la mazorca (Ustimenko *et al*, 1980).

El ANDEVA para éste parámetro nos muestra una diferencia no significativa entre los distintos niveles de nitrógeno, fraccionamiento y momentos de aplicación del fertilizante (Tabla 3); sin embargo, se presentó un mayor número de hileras por mazorca cuando el nivel utilizado fue de 100 kilogramos de nitrógeno

por hectárea. A su vez, el fraccionamiento que obtuvo la mejor tendencia fue de 50-50 por ciento, y el mejor momento de aplicación fue a la siembra y 16 días después de ésta.

### 3.2.3- Número de granos por hilera

El suministro de nitrógeno es un factor que influye en gran medida al número de granos por cada hilera de la mazorca de maíz (Lemcoff y Loomis, 1986).

Luego de realizado el análisis estadístico correspondiente, para determinar la influencia ejercida por los niveles de nitrógeno estudiados sobre el número de granos por hilera, se encontraron diferencias no significativas entre ellos; sin embargo, se pudo observar que el tratamiento de 100 kilogramos de nitrógeno por hectárea incrementó el número de granos por hilera (Tabla 3).

El ANDEVA para los diferentes fraccionamientos analizados, muestra diferencias estadísticas no significativas (Tabla 3); sin embargo, el fraccionar el fertilizante en un 50-50 por ciento, aumentó el número de granos por hilera. Por otro lado, el ANDEVA efectuado para analizar la influencia de los diferentes momentos de aplicación del fertilizante estudiado, presentó diferencias significativas (Tabla 3), encontrándose que el aplicar el nitrógeno al momento de la siembra y 32 días después de ella, presentaba un incremento en el número de granos por hilera.

### 3.2.4. Número de mazorcas cosechadas

Es frecuente observar, que al aumentar las aplicaciones de nitrógeno se incrementa el número de mazorcas por planta (Anderson *et al*., 1984; Tanaka y Yamaguchi, 1984).

El efecto de los diferentes niveles de nitrógeno en estudio fue no significativo, sin embargo, el mayor número de mazorcas cosechadas se logró cuando se aplicó el

nivel de 100 kilogramos de nitrógeno por hectárea (Tabla 3). Esto concuerda con Tanaka y Yamaguchi (1984) que exponen que si hay provisión adecuada del nitrógeno, el número de mazorcas por unidad de área sembrada aumenta.

Así mismo, con el fraccionamiento y el momento de aplicación, se obtuvieron respuestas no significativas, no obstante, se encontró que los tratamientos que produjeron el mayor número de mazorcas cosechadas fueron los de 50-50 por ciento y a los 0-32 días después de la siembra, respectivamente (Tabla 3).

### 3.2.5.- Número de mazorcas dañadas

El número de mazorcas dañadas se disminuye con los altos niveles de nitrógeno (Cuadra, 1988).

Después de realizados los análisis para determinar el efecto ejercido por los diferentes niveles de nitrógeno estudiados sobre el número de mazorcas dañadas, se muestran diferencias no significativas entre ellos (Tabla 3); sin embargo se determinó que el testigo absoluto (0 kilogramos de nitrógeno por hectárea) presentó el mayor número de mazorcas dañadas, a la vez se determinó que el nivel que obtuvo una ligera tendencia a reducir el número de mazorcas dañadas fue el de 50 kilogramos de nitrógeno por hectárea. Esto coincide con lo afirmado por Cuadra (1988), Benavides y Siles (1990) quienes concluyen que el no aplicar nitrógeno aumenta el número de mazorcas dañadas.

En lo referente al fraccionamiento, no se obtuvieron diferencias significativas entre los tratamientos, aunque se puede señalar que hubo una ligera tendencia de aumentar el número de mazorcas dañadas al fraccionar el fertilizante en cantidades iguales (Tabla 3).

Para el factor momento de aplicación no se observaron diferencias estadísticas significativas, sin embargo, se incrementó el número de mazorcas dañadas al aplicar el fertilizante a los 0-32 días después de la siembra (Tabla 3).



### 3.2.6.- Peso de 1000 granos

Se ha demostrado que el peso de los granos disminuye cuando las deficiencias de nitrógeno llegan a ser serias (Tanaka *et al*, 1971).

En el análisis de los datos obtenidos en el experimento, se puede observar un efecto no significativo de los diferentes niveles de nitrógeno de los fraccionamientos utilizados (Tabla 3). A pesar de esto, se aprecia una tendencia a favor de los tratamientos de 100 kilogramos de nitrógeno por hectárea fraccionados en un 25-75 por ciento. Esto está de acuerdo con Lemcoff y Loomis (1986) quienes indican que el peso de 1000 granos está fuertemente influenciado por el suministro de nitrógeno.

Por otro lado, para el factor momento de aplicación, si se encontraron diferencias significativas, determinándose que al aplicar el nitrógeno a los 0-32 días después de la siembra se obtuvo el mayor peso de 1000 granos (Tabla 3).

### 3.2.7.- Rendimiento

Los altos rendimientos por unidad de área son frecuentemente, reflejo directo de las aportaciones de fertilizantes nitrogenados en el cultivo del maíz (Jacob y Uexküll, 1968).

El ANDEVA realizado a los efectos que sobre el rendimiento ejerció los diferentes niveles de nitrógeno en estudio, muestra diferencias no significativas entre ellos; sin embargo, se determinó que el rendimiento aumentó al aplicar 100 kilogramos de nitrógeno por hectárea. Esto concuerda con lo expuesto por Coutinho *et al* (1988) quienes concluyen que las aplicaciones de nitrógeno hasta de 100 kilogramos por hectárea, incrementaban el rendimiento (Tabla 3).

Por su parte, el fraccionamiento no muestra efectos significativos sobre el rendimiento, pero se encontró que éste tendía a aumentar al fraccionar el fertilizante en un 25-75 por ciento esto está de acuerdo con lo reportado por

Esechie (1987) quien encontró que las aplicaciones fraccionadas de nitrógeno no tuvieron ventaja sobre las aplicaciones simples (Tabla 3).

En cambio, para el factor momento de aplicación se muestran diferencias significativas en el ANDEVA, concluyendo que resulta ventajoso el aplicar el nitrógeno al momento de la siembra y a los 32 días posteriores a la misma. Esto se encuentra en desacuerdo con Green (1984) quien encontró diferencias no significativas entre las épocas de aplicación del nitrógeno complementario (Tabla 3).

El análisis de varianza nos demuestra que no se presentaron efectos significativos de los factores niveles de nitrógeno y fraccionamiento sobre el rendimiento. No obstante se observó una influencia significativa de la aplicación del fertilizante a la siembra y 32 días después sobre el rendimiento.

El hecho de no encontrarse respuesta de las diferentes dosis de nitrógeno sobre el rendimiento del cultivo del maíz puede deberse al alto contenido de este elemento y de la materia orgánica existente en el lote donde se estableció el ensayo, teniendo un valor de 0.20 por ciento y 4.10 por ciento respectivamente. Por otra parte la deficiencia existente del fósforo pudo haber limitado la capacidad de respuesta que el cultivo hubiera podido presentar con respecto al nitrógeno. Además puede ser que el balance entre los cationes K/Na no sea el adecuado y a pesar que el suelo es rico en potasio se requiere una dosis mayor de éste elemento para lograr obtener respuesta a la aplicación del nitrógeno.

De igual manera el fraccionamiento no presentó efecto significativo sobre el rendimiento, esto puede explicarse en el hecho de que las pérdidas de nitrógeno durante el ciclo del cultivo pudieron no ser notables, lo cual puede ser debido a la baja permeabilidad del suelo y por consiguiente, las pérdidas por lixiviación pudieron no ser importantes. Además, el pH del suelo es medianamente ácido, por lo que la volatilización del nitrógeno pudo ser no significativa.

Por otra parte el haber encontrado significancia en los diferentes momentos de aplicación, pudo deberse a que en los primeros 16 días , el nitrógeno existente en el suelo y utilizable por la planta fue suficiente para abastecer la demanda del cultivo en sus primeros estadíos; de tal manera, que la aplicación del fertilizante no presentó ningún efecto sobre el rendimiento. Sin embargo alrededor de los 32 días después de la siembra, el nitrógeno del suelo pudo haberse agotado parcialmente, habiendo la necesidad de efectuar la aplicación complementaria del fertilizante nitrogenado en ese momento

Tabla 3. Efecto de los diferentes factores en estudio sobre el rendimiento y sus componentes principales.

Tratamiento	Longitud mazorca (cm)	Hileras/ mazorca	Granos/ hilera	Mazorcas cosechadas (P. U)	Mazorcas dañadas (P. U)*	Peso 1000 granos (g)	Rendimiento (kg/ha)
<b>Nivel de N</b>							
Testigo	14.32 a	14.12 a	33.86 a	36.85 a	3.20 a	292.41 a	1824 a
50	14.4 a	13.89 a	34.28 a	39.00 a	2.35 b	296.12 a	2006 a
100	14.18 a	14.18 a	34.36 a	39.25 a	2.50 b	296.18 a	2013 a
ANDEYA	N. S.	N. S.	N. S.	N. S.	N. S.	N. S.	N. S.
<b>Fraccionamiento</b>							
25-75	14.29 a	13.97 a	34.07 a	36.20 a	2.17 a	294.94 a	1918 a
50-50	14.29 a	14.10 a	34.57 a	39.90 a	2.70 a	293.59 a	1912 a
ANDEYA	N. S.	N. S.	N. S.	N. S.	N. S.	N. S.	N. S.
<b>Tiempo de aplicación</b>							
0-15	13.59 b	14.12 a	33.33 b	37.30 a	2.40 a	286.14 b	1735 b
0-32	14.58 a	13.95 a	35.31 a	38.80 a	2.45 a	302.40 a	2095 a
ANDEYA	*	N. S.	*	N. S.	N. S.	*	*
C. V. (%)	5.39	3.72	6.28	21.10	28.95	6.74	26.72

\* Datos transformados a raíz cuadrada de  $(x + 0.5)$ .

### **3.3- Efecto de las interacciones de los factores en estudio sobre el rendimiento y sus componentes principales.**

#### **3.3.1. Interacción nitrógeno- fraccionamiento**

En la interacción nitrógeno-fraccionamiento se encontró que la combinación  $a_1b_1$ , consistente en aplicar un nivel de 50 kilogramos de nitrógeno por hectárea fraccionado en un 25-75 por ciento, muestra una tendencia a incrementar la productividad, habiéndose obtenido un rendimiento de 2064 kilogramos de grano por hectárea (Tabla 4).

No se presentó efecto significativo de ésta interacción sobre la mayoría de variables en estudio; a excepción de las mazorcas dañadas, presentándose el menor número en la combinación antes referida (ver Tabla 4).

#### **3.3.2.- Interacción nitrógeno-momento de aplicación**

El efecto ejercido por la combinación de dosis de nitrógeno con el momento de aplicación, sobre el rendimiento, muestra una diferencia estadística no significativa; aunque se puede señalar una ligera tendencia a favor de los tratamientos  $a_1c_2$ , al cual le corresponde una dosis de 50 kilogramos de nitrógeno por hectárea y en aplicaciones al momento de la siembra y 32 días después de ésta, obteniéndose 2288 kilogramos de granos por hectárea (Tabla 5).

#### **3.3.3. - Interacción fraccionamiento-momento de aplicación**

En cuanto a la interacción de estos dos factores, se encontró que al fraccionar el nitrógeno en un 25-75 por ciento y aplicándolo al momento de la siembra y 32 días después de ella, se obtuvo una tendencia a aumentar los rendimientos hasta 2096 kilogramos de grano por hectárea.

No se encontraron diferencias significativas de las interacciones analizadas sobre los componentes principales del rendimiento (exceptuando la longitud de mazorca) por lo que las diferentes combinaciones presentaron similar comportamiento (Tabla 6).

Tabla 4. Efecto de la interacción de los diferentes niveles de nitrógeno (a) y fracción volúmenes (b) sobre el rendimiento y sus componentes principales.

Interacción	Longitud mazorca (cm)	Hileras/mazorca	Granos/hilera	Mazorcas cosechadas (P. U)	Mazorcas dañadas (P. U)*	Peso 1000 granos (g)	Rendimiento (kg/ha)
a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>	14.36 a	13.82 a	33.62 a	37.19 a	1.4 b	302.13 a	2064 a
a <sub>1</sub> b <sub>2</sub>	14.43 a	13.94 a	34.74 a	41.40 a	3.30 a	290.11 a	1948 a
a <sub>2</sub> b <sub>1</sub>	14.21 a	14.10 a	34.32 a	35.30 a	2.90 ab	287.75 a	1772 a
a <sub>2</sub> b <sub>2</sub>	14.14 a	14.26 a	34.40 a	38.40 a	2.10 b	297.07 a	1875 a
ANDEVA	N. S.	N. S.	N. S.	N. S.	*	N. S.	N. S.

\* Datos transformados a raíz cuadrada de (x + 0.5)

Tabla 5. Efecto de la interacción de los diferentes niveles de nitrógeno (a) y momentos de aplicación (c) sobre el rendimiento y sus componentes principales.

Interacción	Longitud mazorca (cm)	Hileras/mazorca	Granos/hilera	Mazorcas cosechadas (P. U)	Mazorcas dañadas (P. U)*	Peso 1000 granos (g)	Rendimiento (kg/ha)
a <sub>1</sub> c <sub>1</sub>	14.05 ab	13.92 a	33.13 a	38.20 a	2.70 a	288.78 a	1724 a
a <sub>1</sub> c <sub>2</sub>	14.75 a	13.94 a	35.18 a	40.30 a	2.00 b	303.45 a	2288 a
a <sub>2</sub> c <sub>1</sub>	13.74 b	14.30 a	33.28 a	36.40 a	2.10 b	283.52 a	1745 a
a <sub>2</sub> c <sub>2</sub>	14.61 a	14.06 a	35.44 a	37.30 a	2.90 a	301.22 a	1902 a
ANDEVA	N. S.	N. S.	N. S.	N. S.	N. S.	N. S.	N. S.

\* Datos transformados a raíz cuadrada de (x + 0.5).

Tabla 6 Efecto de la interacción de diferentes fraccionamientos (b) y momentos de aplicación (c) sobre el rendimiento y sus componentes principales.

Interacción	Longitud mazorca (cm)	Hileras/mazorca	Granos/hilera	Mazorcas cosechadas* (P. U)	Mazorcas dañadas (P. U)*	Peso 1000 granos (g)	Rendimiento (kg/ha)
b <sub>1</sub> c <sub>1</sub>	14.21 ab	14.20 a	33.55 b	35.30 a	2.40 bc	289.10 a	1740 a
b <sub>1</sub> c <sub>2</sub>	14.36 ab	13.72 a	34.59 ab	37.10 a	1.90 c	300.76 a	2096 a
b <sub>2</sub> c <sub>1</sub>	13.58 b	14.02 a	33.11 b	39.30 a	2.30 ab	283.18 a	1729 a
b <sub>2</sub> c <sub>2</sub>	14.99 a	14.18 a	36.03 a	40.50 a	3.00 a	304.00 a	2094 a
ANDEVA	*	N. S.	N. S.	N. S.	*	N. S.	N. S.

\* Datos transformados a raíz cuadrada de (x + 0.5).

### 3.3.4. Interacción nitrógeno-fraccionamiento-momento de aplicación

En los análisis realizados para determinar el efecto de los tres factores combinados, los datos nos muestran una tendencia a aumentar los rendimientos al aplicar un nivel de 50 kilogramos de nitrógeno por hectárea, fraccionado en un 25-75 por ciento, y a su vez, aplicado al momento de la siembra y 32 días después de ésta; produciendo rendimientos de hasta 2375 kilogramos de grano por hectárea, así mismo, ésta combinación fue la que presentó el menor número de mazorcas dañadas (Tabla 7)



Tabla 7 Efecto de la interacción de los diferentes niveles de nitrógeno (a), fraccionamiento (b), y momentos de aplicación sobre el rendimiento y sus componentes principales

Interacción	Longitud mazorca (cm)	Hileras/mazorca	Granos/hilera	Mazorcas cosechadas (P.U)	Mazorcas dañadas (P.U)*	Granos 1000 (g)	Rendimiento (tq/ha)
a <sub>1</sub> b <sub>1</sub> c <sub>1</sub>	14.10 ab	13.92 a	22.88 a	36.00 a	2.00 bc	397.48 a	1753 a
a <sub>1</sub> b <sub>1</sub> c <sub>2</sub>	14.62 ab	13.72 a	34.76 a	38.20 a	0.80 d	306.78 a	2375 a
a <sub>1</sub> b <sub>2</sub> c <sub>1</sub>	14.00 ab	13.92 a	33.88 a	40.40 a	3.40 a	280.02 a	1695 a
a <sub>1</sub> b <sub>2</sub> c <sub>2</sub>	14.86 a	13.96 a	35.60 a	42.20 a	3.20 a	300.13 a	2201 a
a <sub>2</sub> b <sub>1</sub> c <sub>1</sub>	14.32 ab	14.40 a	34.22 a	34.60 a	2.80 ab	280.72 a	1728 a
a <sub>2</sub> b <sub>1</sub> c <sub>2</sub>	14.10 ab	13.72 a	34.42 a	36.00 a	3.00 a	294.78 a	1817 a
a <sub>2</sub> b <sub>2</sub> c <sub>1</sub>	13.16 ab	14.12 a	32.34 a	38.60 a	1.40 cd	286.27 a	1763 a
a <sub>2</sub> b <sub>2</sub> c <sub>2</sub>	15.12 a	14.40 a	36.46 a	38.20 a	2.80 ab	307.87 a	1987 a
ANDEVA	N.S	N.S.	N.S.	N.S.		N.S	N.S.

Datos transformados a raíz cuadrada

## IV.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

### 4.1.- Conclusiones:

De los resultados obtenidos podemos concluir lo siguiente:

1.- Durante el crecimiento del cultivo se observó que la altura de planta tiende a aumentar con un nivel de 50 kilogramos de nitrógeno por hectárea, aplicado en un 25 por ciento al momento de la siembra y un 75 por ciento 32 días después de la misma.

2.- Con respecto al diámetro del tallo, la mejor respuesta se obtuvo con la aplicación de 100 kilogramos de nitrógeno por hectárea, fraccionados en un 50 por ciento al momento de la siembra y el resto a los 32 días después.

3.- La aplicación de nitrógeno y los diferentes fraccionamientos, no produjeron efectos significativos sobre el rendimiento y sus componentes. Sin embargo, se obtuvieron las más altas producciones cuando el nivel de nitrógeno utilizado fue de 100 kilogramos por hectárea y un fraccionamiento del 25-75 por ciento del fertilizante. Un efecto significativo sobre el rendimiento y algunos de sus componentes (longitud de mazorca, número de granos por hilera, peso de 1000 granos), se obtuvo cuando el fertilizante nitrogenado fue aplicado a los 0-3 días después de la siembra.

4.- Para la interacción correspondiente a los niveles de nitrógeno y su fraccionamiento, no se determinaron diferencias significativas pero el rendimiento aumentó cuando se aplicaron 50 kilogramos de nitrógeno por hectárea fraccionados en un 25-75 por ciento.

5. En cuanto a la interacción de los diferentes niveles de nitrógeno y los momentos de aplicación, esta no mostró diferencias significativas. No obstante, la aplicación de 50 kilogramos de nitrógeno por hectárea al momento de la siembra y 32 días después de ésta, produjeron los mejores rendimientos.

6.- No se determinó efecto significativo de la interacción entre el fraccionamiento y el momento de aplicación, pero se obtuvo una tendencia a incrementar los rendimientos cuando el fertilizante era fraccionado en un 25-75 por ciento y aplicado a los 0-32 días después de la siembra.

7.- Así mismo, no se obtuvieron diferencias significativas de la interacción de los tres factores en estudio; sin embargo, los tratamientos que mayor rendimiento produjeron, fueron aquellos con 50 kilogramos de nitrógeno por hectárea, fraccionado en un 25-75 por ciento y aplicado al momento de la siembra y a los 32 días después de la misma.

#### **4.2.- Recomendaciones:**

Basados en los resultados obtenidos podemos recomendar lo siguiente:

1. Se deben realizar estudios en las diferentes zonas agroecológicas del país para lograr determinar con mayor precisión el efecto de las diferentes dosis, fraccionamientos y momentos de aplicación del nitrógeno sobre el cultivo del maíz.

2. Reorientar los estudios para combinar el análisis de las dosis de nitrógeno interrelacionadas con las dosis de fósforo y potasio.

## V.- REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.

- ALDRICH, S. R. & E. L. WORTHEN. 1980. Suelos agrícolas, su conservación y fertilización. México.
- ANDERSON, E. L., J. E. KAMPRATH. & R. H. MOLL. 1984. Nitrogen fertility effects on accumulation, remobilization and partitioning of nitrogen and dry matter in corn genotypes differing in prolificacy. *Agronomy Journal* (1984) 76(3) 397-404. North Carolina agric. Serv., Raleigh NC. U.S.A.
- ARZOLA, N., O. FUNDORA. & J. MACHADO. 1981. Suelo, planta y abonado. Editorial Pueblo y Educación. La Habana, Cuba. 461 p.
- BENAVIDES, D., & R. SILES. 1990. Efecto de diferentes niveles de nitrógeno, fraccionamientos y momentos de aplicación sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento del maíz (*Zea mays* L.) var. NB-6. Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias. Managua, Nicaragua. Tesis de Ing. Agrónomo. 30
- BERGER, J., 1985. Maíz, su producción y abonamiento. Editorial Científico Técnica. Instituto Cubano del Libro. La Habana, Cuba. 204 p.
- BETANCO, J. A. 1988. Informe final de las áreas de S.G. D. T. 1978-1988. Region IV.
- BIGERIEGO, M., R. D. HAUCK & R. A. OLSON. 1979. Uptake, translocation and utilization of  $^{15}\text{N}$  depleted fertilizer in irrigated corn. *Soil Sci. Soc. J.* 43:528-533.
- BUNDY, L. G. 1986. Timing nitrogen applications to maximize fertilizer efficiency and crop response in conventional corn production. *Journal of fertilizer issues.* 3(3) 99-106. Dep. of Soil Sci. Univ. of Wisconsin, Madison, Madison, W. U.S.A.
- COUTINHO, E. L. M., A. J. FORMIGONI., DE E. C. A. SOUZA & P. E. CARNIER. 1988. Effect of rate, application methods and splitting of uree on maize. *Aplicação de uréia na cultura do milho: efeitos do doses, modos de aplicação e parcelamento.* *Revista de Agricultura* (1987) 62(3) 239-246. Fac. Ciências Agrárias e Vet., Univ. Estadual, São Paulo. Jaboticabal. SP, Brazil. *In: Maize Abstracts* 4 (6) 1988 p. 357.

- CUADRA, M. 1988. Efecto de diferentes niveles de nitrógeno, espaciamientos y poblaciones sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento del maíz (*Zea mays* L.) var. NB-6. Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias. Managua, Nicaragua. Tesis de Ingeniero Agrónomo. 25 p.
- CHAPMAN, S. R. & L. P. CARTER. 1976. Producción agrícola. Principios y prácticas. Editorial Acribia. Zaragoza, España. 572 p.
- CHIRINDS, A. 1977. Aspectos básicos de un programa de análisis de suelos con fines de fertilidad. Centro Nacional de Investigación Agropecuaria (CENIAP). Maracay, Venezuela.
- DIRECCIÓN GENERAL DE TÉCNICAS AGROPECUARIAS (DGTA). 1985. Técnicas para la producción de maíz. Managua, Nicaragua. 214 p.
- DOMINGUEZ, V. 1984. Tratado de fertilización. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. 296 p.
- ESECHIE, H. A. 1987. Response to rate and timing of nitrogen application by Maize in the rain forest zone. *Journal of plant nutrition*. 10(9-16) 1987.
- FAO. 1966. Estadística de la respuesta de los cultivos al abonado. Roma, Italia. 110 p.
- FAO. 1976. Materias Orgánicas Fertilizantes. Roma, Italia. 183 p.
- FAO. 1984a. Los niveles de producción agrícola y el empleo de fertilizantes. Roma, Italia. 66 p.
- FAO. 1984b. Uso óptimo de los fertilizantes para los cereales. Roma, Italia. 3 p.
- FAO/IAEA. 1970. Division of atomic energy in food and agriculture. Fertilizer management practices for maize. International Atomic Energy Agency.
- FOX, R. H., J. M. KERN & W. P. PIEKIELEK. 1986. Nitrogen fertilizer source and method and time application effects on no till corn yields and nitrogen uptakes. *Agronomy Journal*. 78:741-746.
- GLANZE, P. 198. El maíz de grano. Ediciones Euroamericanas. México, D. F., México. 198 p.
- GREEN, C. L. 1974. Determinación de la época de aplicación del nitrógeno complementario en el maíz. Escuela Nacional de Agricultura y Ganadería. Managua, Nicaragua. Tesis de Ingeniero Agrónomo. 32 p.

- HOLDRIDGE, R. L. 1960. Ecología basada en zonas de vida. Editorial IICA. San José, Costa Rica. 216 p.
- GNATIEFF, V. & H. J. PAGE. 1967. El uso eficaz de los fertilizantes. Editorial Ciencia y Técnica. Instituto del Libro. La Habana, Cuba. 221-222 p.
- IICA. 1989. Compendio de Agronomía Tropical. Tomo II. San José, Costa Rica. 93 p.
- JACOB, A. & H. V. UEXKÜLL. 1968. Nutrición y abonado de los cultivos tropicales y sub-tropicales. Edición Revolucionaria. La Habana, Cuba. 626 p.
- LEMCOFF, J. H. & R. S. LOOMIS. 1986. Nitrogen influences on yield determination in maize. Crop Science Vol. 26 Sept.-Oct. 1986. p: 1017-1022.
- LITZEMBERGER, S. 1976. Guía para cultivos en los trópicos y sub-trópicos. Oficina de Agricultura. Oficina de asistencia técnica. AID. México/Buenos Aires. 214 p.
- METCALFE, D. S. & D. M. ELKINS. 1980. Crop production. Principles and practices. 4<sup>th</sup> Edition. Mc. Millan Publishing Inc. p: 333-365.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA (MAG) 1971. Catastro e Inventario de Recursos Naturales de Nicaragua. Vol. II Levantamiento de Suelos de la Región Pacífica de Nicaragua. Parte 2: Descripción de Suelos. Departamento de Suelos y Dasonomía, Ministerio de Agricultura y Ganadería. Managua.
- MINISTERIO DE DESARROLLO AGROPECUARIO Y REFORMA AGRARIA (MIDINRA). 1985. Guía tecnológica para la producción de maíz en seco. Managua, Nicaragua. 35 p.
- MINDOTTI, B. R. 1970. Análise suas terras. MDA. Escritorio de pesquisas e experimentação. EPEDS. Rio Janeiro, Brazil.
- MORENO, R. 1978. Cuadro de clasificación de nutrimentos asimilables, materia orgánica, nitrógeno total, relación carbono/nitrógeno, clasificación del pH del suelo y de aguas agrícolas según el contenido de sales de los suelos. Instituto Nacional de Investigación Agrícola. Coordinador Nacional del Laboratorio de Servicios e Investigaciones. México.

- NEPTUNE, A. M., T. MURAOKA & S. LOURENÇO. 1978. Efeito de diferentes dosis de nitrogenio e modos de aplicação do fertilizantes fosfatados e nitrogenados na eficiencia da utilização do fosforo pelo feijoeiro. Revista Turrialba. Vol. 28 Nº 3.
- ORTIZ, D. 1961. Algunos resultados sobre fertilizantes de maíz en Guat mala. PCCMCA. 7<sup>ma</sup> Reunión. Honduras. p: 20-23.
- PATTERSON, J. B. 1966. Fertilizantes agrícolas. Editorial Acribia. Zaragoza, E paña. p. 6-7.
- POEY, F. R. 1973. Maices enanos en México. Agricultura de las Américas. Kansas City, USA. Nº 3. p: 20-21, 28.
- ROBLES, S. R. 1978. Producción de granos y forrajes. Editorial Limusa. México. 64.
- SUWANARIT, A., C. SUWANNARAT & S. CHOTCHUNGMANEERAT 1985. Effects of land preparation and mayze cultivar on efficiency of N fertilizer applied at different times and by different methods in maize-mungbean association using <sup>15</sup>N. Plant and Soil. p: 94,190, 197.
- TANAKA, A., J. YAMAGUCHI & T. HARA. 1971. Studies on the nutritio-physiology of the corn plant (Part II). Grain yield as affected by fertilizer, level, planting density and climatic condition. J. Sci. Soil and Manure, Japan. 42: 465 .
- TANAKA, A. & J. YAMAGUCHI. 1984. Producción de materia seca, componentes del rendimiento del grano en maíz. Colegio de Post-graduados. Chapingo, México.
- THOMAS, G. W., K. L. WELLS & L. MUNDOCK. 1980. Fertilization and limin Phillips, R. E., G. W. Thomas, R. E. Blevins (eds.). No tiliage research: Research reports and reviews. Univ. of Kentucky. College of Agriculture and Agricultural Experiment Station. Lexington, Kentucky. p. 43-54.
- USTIMENKO, G. V. 1980. El cultivo de plantas tropicales y sub-tropicales. Editorial Mir. Moscú. 429 p.
- VASCONCELOS, C. A., H. LOPEZ DOS SANTOS & A. M. COELHO. 1980. Nutricao e adubação do milho. Inf. Agrop. Belo Horizonte. 6(72): 21-25
- VILLANUEVA, Z. E. 1990. Los suelos de la finca Las Mercedes y las propiedades relevantes para planear su uso y manejo. Trabajo de diploma. Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias. Managua, Nicaragua.

ZAFFANELLA, M. J. R. 1975. Posibilidades actuales de los fertilizantes para lograr mayores rendimientos maiceros en la pampa húmeda. Tira interna Nº 60. Instituto de Suelos y Agrotecnia. INTA. Buenos Aires.