

INSTITUTO SUPERIOR DE CIENCIAS AGROPECUARIAS  
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, DESARROLLO Y RENDIMIENTO DEL MAIZ  
( *Zea mays* L. ) Var. NB-6.**

POR

Diana del Socorro Benavides Castillo

Romeo Siles González

Presentado a la consideración del honorable tribunal examinador como  
requisito parcial para obtener el grado profesional de INGENIERO AGRONOMO.

Dirección de Investigación y Postgrado.

Managua, Nicaragua. 1990.

## DEDICATORIA

*A mis padres : Luis y María de los Angeles.*

*En especial, con mucho amor y ternura.*

*A mis hermanos: Luis Ramón, Angel Carolina y Cesia Elena.*

*Diana del Socorro*

*Al glorioso pueblo nicaragüense que a lo largo de estos diez años ha luchado tenazmente para lograr la paz verdadera y forjar nuestra propia historia.*

*A los Cachorros del SMP, que con su fiereza en la defensa de nuestra Soberanía hacen posible nuestros estudios.*

*Con especial dedicación*

*A mi madre: Carmen González Z.*

*A mi padre: Francisco B. Siles R.*

*Romeo*

## AGRADECIMIENTO

Este trabajo de diploma ha llegado a su conclusión, esto fue posible gracias al esfuerzo de un grupo de personas.

Expresamos nuestro sincero agradecimiento a la Escuela de Producción Vegetal, a nuestro Asesor Ing. Margarita Cuadra Romano, al Ing. Camilo Somarriba, al Ing. M. Sc. Telémaco Francisco Talavera Siles quien contribuyó a la revisión de este trabajo, al Ing. Denis Salazar ex-Subdirector de Investigación de la EPV y al Ing. Moisés Blanco Navarro por habernos brindado la orientación necesaria que permitió que este trabajo llegara a su finalización.

Al Programa Ciencia de las Plantas ISCA-SLU por el apoyo material brindado en la realización de este trabajo.

También agradecemos la ayuda brindada del Ing. Alcides Benavides y del personal de campo de la Estación Experimental Las Mercedes por su apoyo para la realización de este experimento.

Al Cro. Santiago Obando egresado de esta institución quien colaboró con nosotros en las labores de campo y tomas de datos.

Al Ing. Pablo A. Flores por su valiosa y desinteresada colaboración.

## INDICE

| <u>SECCION</u>   | <u>PAGINA</u> |
|--|---------------|
| INDICE.....  | i             |
| INDICE DE TABLAS.....  | ii            |
| INDICE DE FIGURAS.....   | iii           |
| RESUMEN.....   | vi            |
| I. INTRODUCCION.....   | 1             |
| II. MATERIALES Y METODOS.....  | 4             |
| 2.1 Descripción del lugar y diseño.....  | 4             |
| 2.2 Métodos de fitotecnia.....   | 7             |
| III. RESULTADOS Y DISCUSION  |               |
| 3.1. Influencia de diferentes niveles de nitrógeno, fraccionamientos y momentos de aplicación sobre el crecimiento y desarrollo del maíz         | 8             |
| 3.1.1 Elongación de plantas.....   | 8             |
| 3.1.2 Número de hojas.....   | 10            |
| 3.1.3 Porcentaje de floración.....   | 12            |
| 3.1.4 Diámetro del tallo.....  | 14            |
| 3.2. Influencia de diferentes niveles de nitrógeno, fraccionamientos y momentos de aplicación sobre el rendimiento y sus componentes principales | 16            |
| 3.2.1 Longitud de brácteas.....  | 16            |
| 3.2.2 Longitud de mazorca.....   | 17            |
| 3.2.3 Número de mazorcas cosechadas.....   | 18            |
| 3.2.4 Número de mazorcas dañadas.....  | 19            |
| 3.2.5 Porcentaje de humedad del grano.....   | 20            |
| 3.2.6 Peso de 1000 semillas.....   | 22            |
| 3.2.7 Rendimiento.....   | 23            |
| IV. CONCLUSIONES.....  | 26            |
| V. RECOMENDACIONES.....  | 27            |
| VI. BIBLIOGRAFIA.....  | 28            |

## INDICE DE TABLAS

| <u>TABLA</u>   | <u>PAGINA</u> |
|--|---------------|
| 1 Análisis de los suelos de Las Mercedes, Managua, 1988.....                               | 5             |
| 2 Efecto de los diferentes factores en estudio sobre la longitud de brácteas.....          | 16            |
| 3 Efecto de los diferentes factores en estudio sobre la longitud de mazorcas....           | 17            |
| 4 Efecto de los diferentes factores en estudio sobre el número de mazorcas cosechadas..... | 18            |
| 5 Efecto de los diferentes factores en estudio sobre el número de mazorcas dañadas.....    | 19            |
| 6 Efecto de los diferentes factores en estudio sobre el peso de 1000 semillas.....         | 22            |
| 7 Efecto de los diferentes factores en estudio sobre el rendimiento del grano.....         | 25            |

## INDICE DE FIGURAS

| <u>FIGURA</u>   | <u>PAGINA</u> |
|---|---------------|
| 1 Datos meteorológicos 1988. Estación Aeropuerto Augusto César Sandino.....                                       | 4             |
| 2 Efecto de los diferentes factores en estudio sobre la elongación de planta...                                   | 8             |
| 3 Efecto de diferentes niveles de nitrógeno y fraccionamientos sobre la elongación de planta.....                 | 9             |
| 4 Efecto de los diferentes factores en estudio sobre el número de hojas por planta.....                           | 10            |
| 5 Efecto de los diferentes niveles de nitrógeno y fraccionamientos sobre el número de hojas por planta.....       | 11            |
| 6 Efecto de los diferentes factores en estudio sobre el porcentaje de floración.....                              | 12            |
| 7 Efecto de los diferentes niveles de nitrógeno y fraccionamientos sobre el porcentaje de floración.....          | 13            |
| 8 Efecto de los diferentes factores en estudio sobre el diámetro de tallo.....                                    | 14            |
| 9 Efecto de los diferentes niveles de nitrógeno y fraccionamientos sobre el diámetro del tallo.....               | 15            |
| 10 Efecto de los diferentes factores en estudio sobre el porcentaje de humedad del grano.....                     | 20            |
| 11 Efecto de los diferentes niveles de nitrógeno y fraccionamientos sobre el porcentaje de humedad del grano..... | 21            |

**RESUMEN**

En la Estación Experimental Las Mercedes se realizó un estudio sobre el efecto de diferentes niveles de nitrógeno (45, 90 y 135 kilogramos por hectárea) más un testigo absoluto, combinados con diferentes fraccionamientos (100, 25-75, 50-50 y 75-25 por ciento del fertilizante) y momentos de aplicación (siembra, 16, 32 y 0-16 y 0-32 días después de la siembra) sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento del maíz (*Zea mays* L.) Var. NB-6 sobre un suelo de textura franco-arcillosa. El ensayo se realizó del 9 de Julio al 27 de Octubre de 1988. La precipitación registrada durante el ciclo del cultivo fue de 1197 mm y una temperatura media de 26.05 °C.

El diseño usado fue un Bifactorial modificado en BCA con cuatro repeticiones. Este ensayo se hizo con los objetivos de determinar el efecto de diferentes niveles de nitrógeno, fraccionamientos y momentos de aplicación del fertilizante sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento del maíz.

Los resultados obtenidos mostraron que la aplicación de nitrógeno produjo efectos significativos sobre el rendimiento pero no así sobre sus componentes principales.

La aplicación fraccionada del nitrógeno produjo efecto no significativo sobre el rendimiento y sus componentes principales a excepción del peso de 1000 granos que presentó efecto significativo.

La interacción del factor nitrógeno y fraccionamiento produjo efecto no significativo sobre el rendimiento y sus componentes principales. Sin embargo, el mayor rendimiento se presentó a un nivel de 90 kilogramos de nitrógeno por hectárea fraccionado 25-75 por ciento a la siembra y 16 días después.

## I. INTRODUCCION

El maíz se cultiva en una superficie total de 106 millones de hectáreas, a nivel mundial su rendimiento es de 215 millones de toneladas, lo que representa un promedio de 2 toneladas por hectárea (Parsons *et al.*, 1981). Ocupa la tercera posición entre los cereales más cultivados, su gran capacidad de adaptación hace que se cultive en las condiciones más variadas desde los 60º de latitud norte en Noruega hasta los 42º de latitud sur en Nueva Zelanda (Gamboa, 1980). Es decir el maíz se cultiva en todas las latitudes, excepto donde el clima es demasiado frío o la temporada del desarrollo vegetativo es demasiado corta (Berger, 1975).

En Nicaragua el maíz representa uno de los alimentos de mayor consumo popular, también es materia prima del sector agroindustrial (MIDINRA, 1983). Este ocupa el 45 por ciento del área sembrada, sin embargo la producción aún no evoluciona paralela en relación al consumo aparente interno que está en orden de los 4,500,000 quintales por año. Esta situación motiva importaciones que en 1983 fueron de 40 mil toneladas métricas, situación debida a que la siembra continúa en forma tradicional en alto porcentaje, o sometida a manejo inadecuado por parte de los productores (MIDINRA, 1985).

Limitantes de orden meteorológico, cultural y edáfico interaccionan de modo complejo influyendo sobre los resultados de las experiencias de fertilización (Zaffanella, 1975).

El mejoramiento en la eficiencia de uso del nitrógeno, puede deberse a la disponibilidad del nutriente cercano al tiempo de máxima necesidad del cultivo. La mayoría de los estudios de los patrones de absorción del nitrógeno en el maíz ha mostrado que las máximas tasas de acumulación ocurren cerca de la floración. (Bigeriego *et al.*, 1979).

+Dominguez (1984) afirma que cuando la planta sólo ha alcanzado un 30 por ciento de desarrollo, ya ha absorbido el 55 por ciento de nitrógeno, el 45 por ciento de fósforo y casi un 70 por ciento de potasio .

El uso creciente de fertilizantes es uno de los medios más importantes para aumentar los rendimientos de los cultivos alimenticios y en relación con ellos los fertilizantes nitrogenados desempeñan un papel muy especial (Berger, 1975).

Salazar (1957) presentó un cuadro con 1,783 análisis de suelos hechos en Nicaragua a muestras de terrenos cultivables de todo el país, donde se determina que el 72 por ciento de los casos indican deficiencia de nitrógeno.

En la región central de Nicaragua se establecieron cuatro ensayos de fertilización en maíz durante 1977. En tres de los cuatro ensayos el efecto del nitrógeno sobre el rendimiento de maíz fue significativo, hasta la dosis de 35, 54 y 114 kg de nitrógeno por hectárea. En los diferentes sitios, no se detectó respuesta a las aplicaciones de fósforo y potasio y los suelos mostraban contenidos altos de estos nutrientes. (PIAPA, 1977).

En ensayos realizados en seis localidades de la Cuarta Región, Nicaragua (Betanco, 1988) indican una respuesta al nitrógeno obteniéndose un incremento promedio de 1.2 toneladas por hectárea al pasar de 0 a 60 kilogramos por hectárea, más allá de la cual no se tradujo en un aumento significativo.

MIDINRA (1985) recomienda en Nicaragua como dosis más adecuada 65 kilogramos de nitrógeno por hectárea.

En Brasil recomiendan una dosis de 70 kilogramos por hectárea (Vasconcelos *et al.*, 1980).

Metcalf & Elkins (1980) en el cinturón maicero de los E.U. recomiendan de 168 a 224 kilogramos de nitrógeno por hectárea para obtener los mayores rendimientos.

Henkes (1968) concluye que conociendo los niveles óptimos de nitrógeno que se deben suministrar al maíz, es necesario conocer el momento más apropiado de efectuar esta fertilización basándose en el hecho de que el nitrógeno es muy móvil y se encuentra generalmente en forma rápidamente aprovechable por lo que está expuesto a sufrir pérdidas por volatilización y lavado.

Baber & Olson (1968) en base a experimentos llevados a cabo concluyeron que los fertilizantes nitrogenados se pueden aplicar antes de la siembra, al momento de la siembra, después de la siembra, o en combinación de estas prácticas. El método más efectivo depende de factores de crecimiento tales como temperatura del suelo y condiciones de humedad.

Thomas *et al.* (1980) reportaron que las pérdidas por lixiviación ocurrían bastante pronto después de la siembra por lo que ellos sugerían la aplicación fraccionada del nitrógeno para así mejorar la eficacia de la fertilización.

Fox *et al* (1986) concluye que la aplicación fraccionada de nitrógeno resulta en una utilización más eficiente del fertilizante nitrogenado especialmente la urea.

Díaz *et al* (1986) en once localidades de los departamentos de La Paz e Intibuca recomienda que la mejor época de aplicar el fertilizante nitrogenado es a los diez días después de la germinación.

Parsons (1981) recomienda en México para los híbridos una dosis de 80 a 140 kilogramos de nitrógeno por hectárea y para las variedades locales una dosis de 40 a 70 kilogramos de nitrógeno por hectárea. El nitrógeno puede aplicarse 30 por ciento del total antes o durante la siembra y el 70 por ciento restante antes de la floración.

Suwanarit *et al* (1985) determinó en Tailandia que la aplicación fraccionada del nitrógeno 50 por ciento a la siembra y 50 por ciento cuatro semanas después fueron los mejores tiempos de aplicación.

Green (1974) en ensayo realizado en Nicaragua recomienda que la mejor época de aplicar el nitrógeno es el 50 por ciento al momento de la siembra y el 50 por ciento restante a los 70 días después de la siembra.

Considerando la importancia que tiene el fertilizante nitrogenado en el incremento de la producción del grano del maíz y sobre la fisiología de la producción de materia verde y el uso generalizado del nitrógeno entre los pequeños y medianos productores haciendo estas aplicaciones en un solo momento, se realizó este experimento con los objetivos de:

-Determinar el efecto de tres diferentes niveles del nitrógeno sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento del maíz.

Determinar el efecto de tres diferentes fraccionamientos del nitrógeno y tres épocas de aplicación del nitrógeno sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento del maíz.

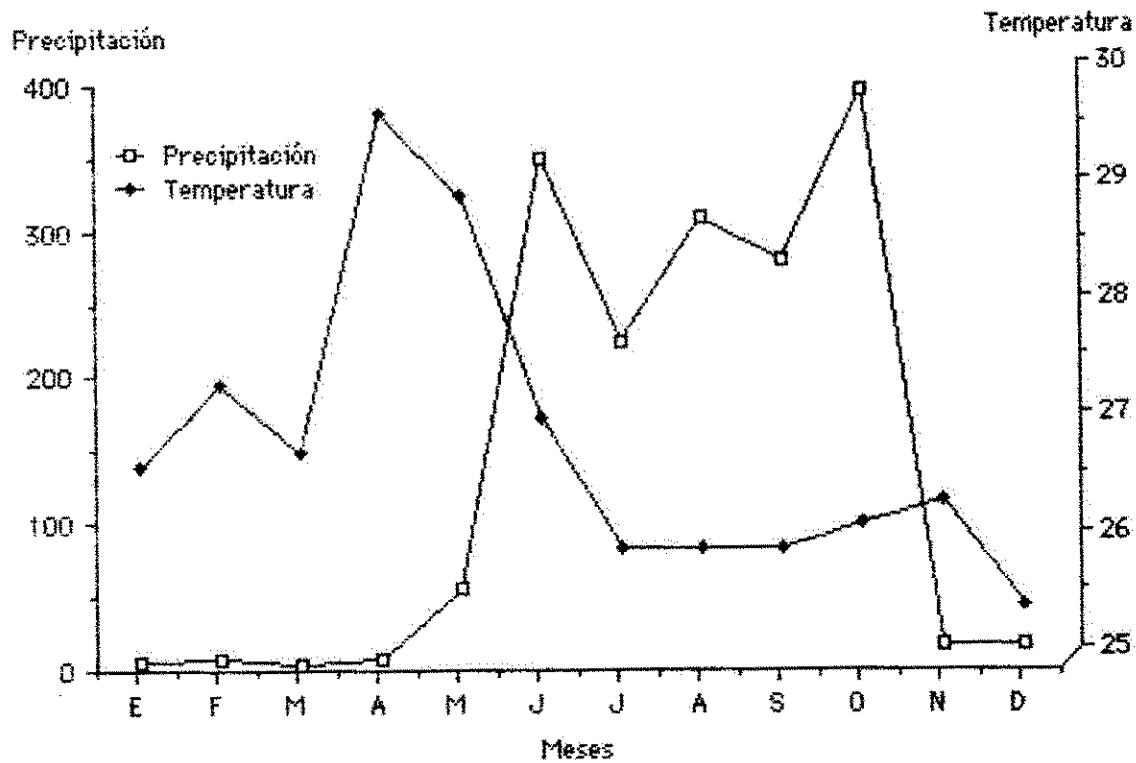
## II. MATERIALES Y METODOS

### 2.1 Descripción del lugar y diseño.

El experimento fue realizado en la Estación Experimental Las Mercedes, Managua, la cual está situada a una altitud de 56 metros sobre el nivel del mar con  $86^{\circ} 10'$  de latitud norte y a  $12^{\circ} 08'$  longitud oeste.

Esta localidad se encuentra comprendida en la zona de Bosque Tropical Húmedo transición a Sub-Tropical, de acuerdo a la clasificación Holdridge (1960).

La precipitación total caída fue de 1197 mm y la temperatura media fue de  $26.05^{\circ}\text{C}$  durante el ciclo del cultivo (Figura 1).



**Figura 1.** Datos climatológicos del año 1988. Estación Aeropuerto A.C. Sandino.

El suelo pertenece a la Serie La Calera que consiste en suelos pobremente drenados, negros, superficiales, calcáreos que contienen sales y son altos en sodio intercambiable, la textura del suelo superficial es principalmente franco-arcilloso, tienen permeabilidad lenta, capacidad de humedad disponible moderada y una zona radicular de superficial a

profunda. Los suelos son moderadamente altos en calcio y magnesio intercambiables. El potasio asimilable es alto pero el fósforo es muy bajo. Estos suelos presentan pendiente menor del 2 por ciento (CATASTRO, 1971).

El análisis químico de la muestra de suelo donde se estableció el experimento se presenta en la Tabla 1.

Tabla 1. Algunas propiedades químicas de los suelos del lote experimental (Laboratorio de suelos ISCA, 1988).

|                      |      |                                   |
|----------------------|------|-----------------------------------|
| pH                   | 6,10 | Medianamente ácido (Moreno, 1978) |
| Materia orgánica (%) | 4,10 | Rico (Moreno, 1978)               |
| Nitrógeno total (%)  | 0,20 | Rico (Minotti, 1970)              |
| K (meq/100 g)        | 3,80 | Alto (Chirinos, 1977)             |
| P (ppm)              | 2,33 | Pobre (Moreno, 1978)              |

La variedad en estudio fue NB-6 con un ciclo vegetativo de 110 días y un rendimiento promedio de 4520 kilogramos por hectárea. Esta variedad es de polinización libre, procedente de introducciones del CIMMYT presentando tolerancia que reduce los efectos del achaparramiento en Nicaragua ( Urbina, 1989).

El diseño usado fue Bifactorial modificado establecido en Bloques Completos al azar con 4 repeticiones, los factores en estudio fueron:

Factor A: tres niveles de nitrógeno (kilogramos por hectárea).

a<sub>1</sub>: 45

a<sub>2</sub>: 90

a<sub>3</sub>: 135

Factor B: Resultado de la combinación del fraccionamiento por tiempo de aplicación del fertilizante:

b<sub>1</sub>: 100 por ciento a la siembra.

b<sub>2</sub>: 100 por ciento a los 16 días.

b<sub>3</sub>: 100 por ciento a los 32 días.

b<sub>4</sub>: 25-75 por ciento a los 0-16 días.

b<sub>5</sub>: 25-75 por ciento a los 0-32 días.

b<sub>6</sub>: 50-50 por ciento a los 0-16 días.

b<sub>7</sub>: 50-50 por ciento a los 0-32 días.

b<sub>8</sub>: 75-25 por ciento a los 0-16 días.

b<sub>9</sub>: 75-25 por ciento a los 0-32 días.

Lo cual nos dio 27 tratamientos factoriales más un testigo absoluto, dando un total de 112 parcelas.

Cada parcela estuvo formada de seis surcos espaciados a 0.75 metros, el ancho de parcela fue de 4.5 metros y 5 metros de largo lo cual dio un área de 22.5 metros cuadrados.

Se tomó como parcela útil los cuatro surcos centrales dejando 0.5 metros de borde en cada surco, esto dio un área de 12 metros cuadrados.

El tamaño del bloque fue de 630 metros cuadrados.

El área total sembrada fue de 2520 metros cuadrados.

El área total del ensayo fue de 3024 metros cuadrados.

Las variables medidas durante el experimento fueron:

#### A. Durante el desarrollo del cultivo:

-Elongación de planta: se midió en centímetros, desde la superficie del suelo hasta la base de la ligula superior.

-Número de hojas por planta: como hojas verdaderas se tomaron aquellas que tuvieran la ligula formada.

-Porcentaje de floración: se tomaron como florecidas las plantas que presentaran tanto la panoja como los estigmas emergidos.

-Diámetro del tallo: se midió el diámetro del tallo inferior a la formación de la mazorca.

Estas variables fueron evaluadas a 10 plantas dentro de la parcela útil.

#### B. A la cosecha:

-Longitud de brácteas: en centímetros.

-Longitud de mazorca: en centímetros.

-Número de mazorcas cosechadas

-Número de mazorcas dañadas.

-Porcentaje de humedad del grano.

-Peso de 1000 semillas.

-Rendimiento: medido en kilogramos de grano por hectárea.

Para procesar los datos obtenidos durante el desarrollo del cultivo se elaboró una tabla de medias e interacciones con la cual se hicieron gráficos.

Los análisis estadísticos utilizados en el procesamiento de los datos a la cosecha fueron Análisis de Varianza y Separación de medias según Tukey al 0.05.

## 2.2 Métodos de fitotecnia

El suelo se preparó dos semanas antes de la siembra, con arado de discos a una profundidad de 20 centímetros, el surcado se realizó el mismo día de la siembra.

La siembra se realizó el día 9 de Julio de 1988 en época de postrerón.

La siembra fue manual dejando dos semillas por golpe y raleando dos semanas después para obtener una densidad de 66,500 plantas por hectárea. Los surcos tenían una separación de 0,75 y una distancia de 0,2 m entre plantas. La semilla utilizada tenía un porcentaje de germinación del 95 por ciento.

La fertilización fosfórica y potásica fue aplicada toda al momento de la siembra en forma de superfostato triple con un 46 por ciento de  $P_2O_5$  en una dosis de 40 kilogramos por hectárea y muriato de potasio con un 50 por ciento de  $K_2O$  en dosis de 12 kilogramos por hectárea.

Para el control de plagas del suelo, se aplicó Furadán (carbofurán) 10 G a razón de 15 kilogramos por hectárea al momento de la siembra.

El cultivo fue atacado por la enfermedad del achaparramiento, el organismo causal es el espiroplasma (Maidis), transmitido por el cicadélido *Dalbulus maidis*, presentando los síntomas aproximadamente a los 50 días después de la siembra.

Se presentaron problemas de exceso de humedad durante todo el ciclo del cultivo, recibiendo una precipitación total de 1197 mm sobrepasando los 1000 mm que es la cantidad máxima que necesita el cultivo para la temporada de crecimiento.

Para el control de malezas se aplicó atrazina más metalochlor de preemergencia, manteniéndose el cultivo libre de malezas durante todo el ciclo.

La cosecha fue manual a los 110 días, presentando un alto porcentaje de mazorcas dañadas por la alta humedad del medio y el acame en un 100 por ciento de las plantas, debido al paso del huracán Joan.

### III. RESULTADOS Y DISCUSION

#### 3.1 Influencia de diferentes niveles de nitrógeno, fraccionamientos y momentos de aplicación sobre el crecimiento y desarrollo del maíz.

##### 3.1.1 Elongación de planta.

Aproximadamente 2 a 3 días antes de la emergencia de los estigmas, es el tiempo durante el cual la planta alcanza su máxima altura, al tiempo que comienza la producción del polen (Ritchie & Hanway, 1984).

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

La variable altura de planta se vio influenciada por el factor nitrógeno, encontrándose la mayor altura de planta con el nivel de 135 kg /ha de nitrógeno (Figura 2). Esto concuerda con Meza (1966) quien señala que la altura de planta aumenta a medida que aumenta la cantidad de nitrógeno aplicado.

La influencia del factor fraccionamiento se observó al darse la mayor altura de planta en la aplicación fraccionada 25 y 75 por ciento del fertilizante al momento de la siembra y 16 días después de la siembra respectivamente (Figura 2).

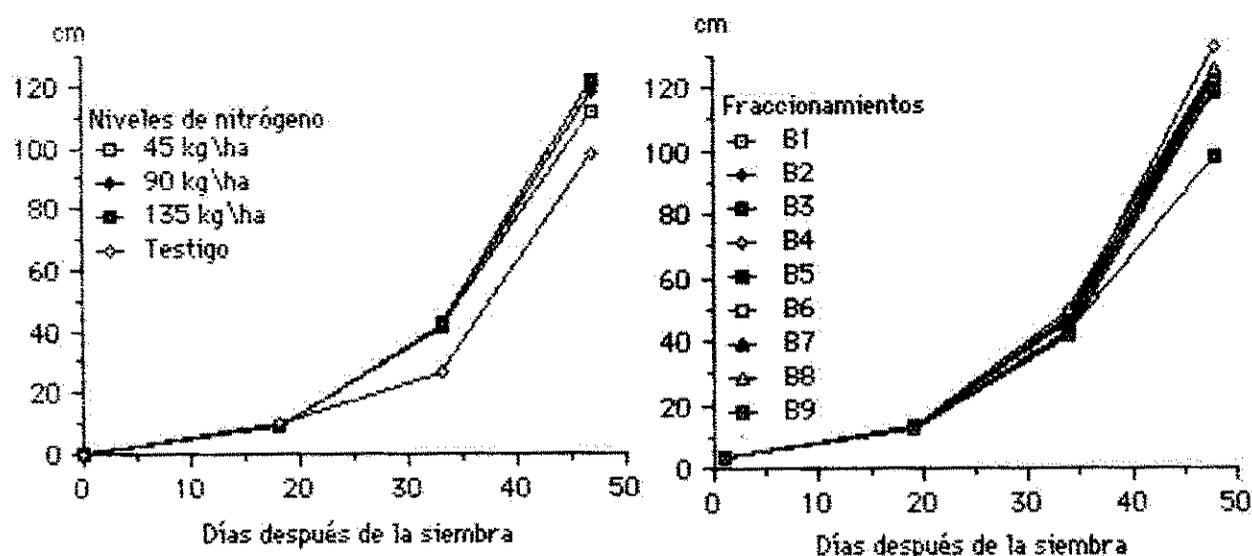


Figura 2. Efecto de los diferentes factores en estudio sobre la altura de planta en el cultivo del maíz.

Esto puede deberse a que la planta requiere cantidades pequeñas de nutrientes durante las primeras etapas de desarrollo, y a medida que se desarrolla aumenta la necesidad de nutrientes

La altura de planta se vio influenciada por los factores nitrógeno y fraccionamiento, obteniéndose la mayor altura de planta con un nivel de 90 kg/ha de nitrógeno y la aplicación fraccionada 25 y 75 por ciento al momento de la siembra y 16 días después de la siembra (Figura 3).

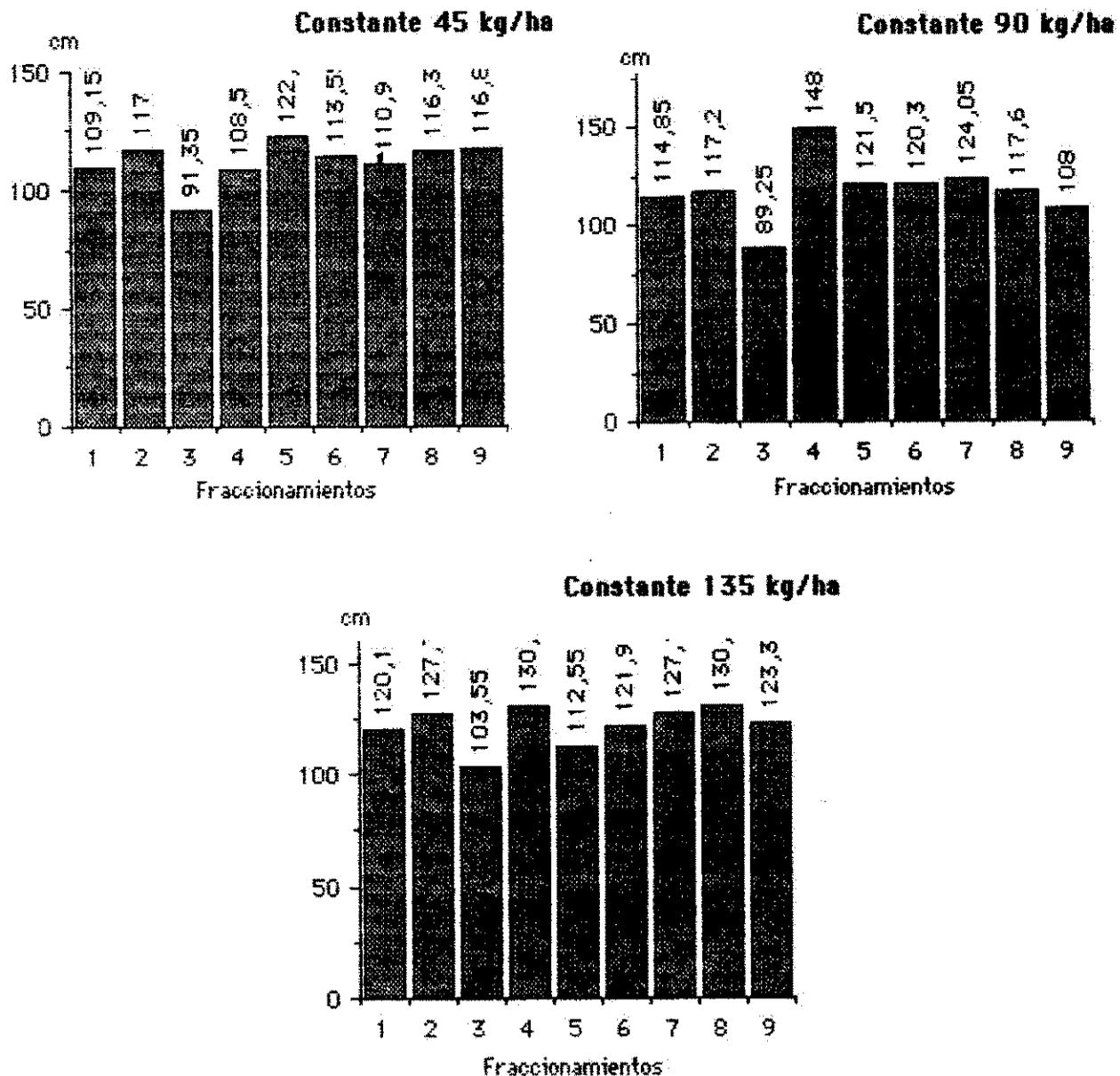


Figura 3. Efecto de diferentes niveles de nitrógeno y fraccionamientos sobre la altura final de la planta.

### 3.1.2 Número de hojas por planta.

Problemas ambientales tales como deficiencias de nutrientes o de humedad, pueden alargar el tiempo entre las etapas vegetativas pero acortar las etapas reproductoras (Ritchie & Hanway, 1984).

Diferencias al parecer insignificantes en el crecimiento durante la etapa vegetativa se manifiestan en un cambio significativo del rendimiento final debido a sus efectos en la formación del follaje (Lafitte, 1988).

La variable número de hojas por planta se vio afectada por el factor nitrógeno, ya que presentó mayor número de hojas a un nivel de 135 kg/ha y el menor número de hojas se presentó con el testigo (Figura 4).

Esto concuerda con lo afirmado por Arzola *et al* (1981), de que un incremento de nitrógeno, produce una mayor área foliar. Jones (1985) indica que la escasez de nitrógeno da como resultado un índice de área foliar menor.

En el factor fraccionamiento tenemos que el mayor número de hojas por planta las presentó la aplicación fraccionada 75 y 25 por ciento del fertilizante al momento de la siembra y 16 días después (Figura 4).

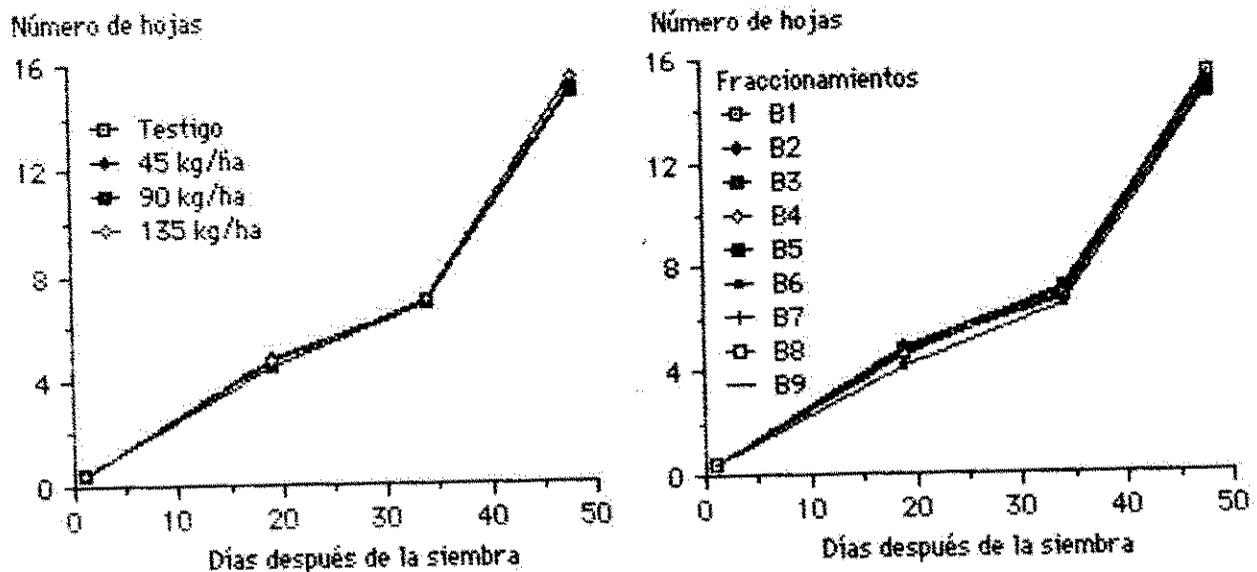
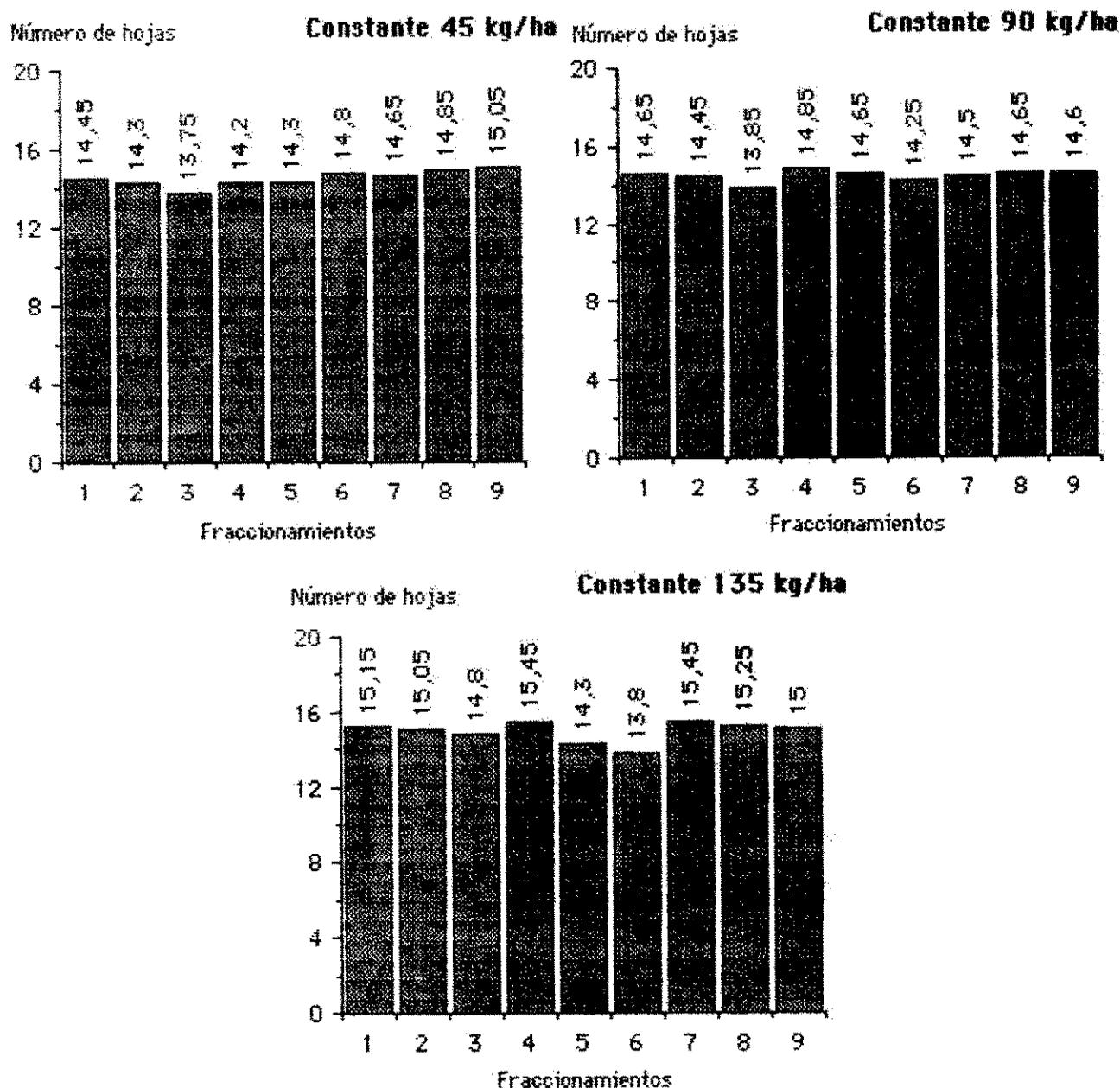


Figura 4. Efecto de los diferentes factores en estudio sobre el número de hojas por planta.

Los factores en estudio mostraron su influencia sobre esta variable al presentarse el mayor número de hojas con un nivel de 135 kg/ha de nitrógeno y la aplicación fraccionada 25-75 por ciento al momento de la siembra y 16 días después y 50-50 por ciento a la siembra y 32 días después (Figura 5).



**Figura 5.** Efecto de los diferentes niveles de nitrógeno y fraccionamientos sobre el número de hojas por planta.

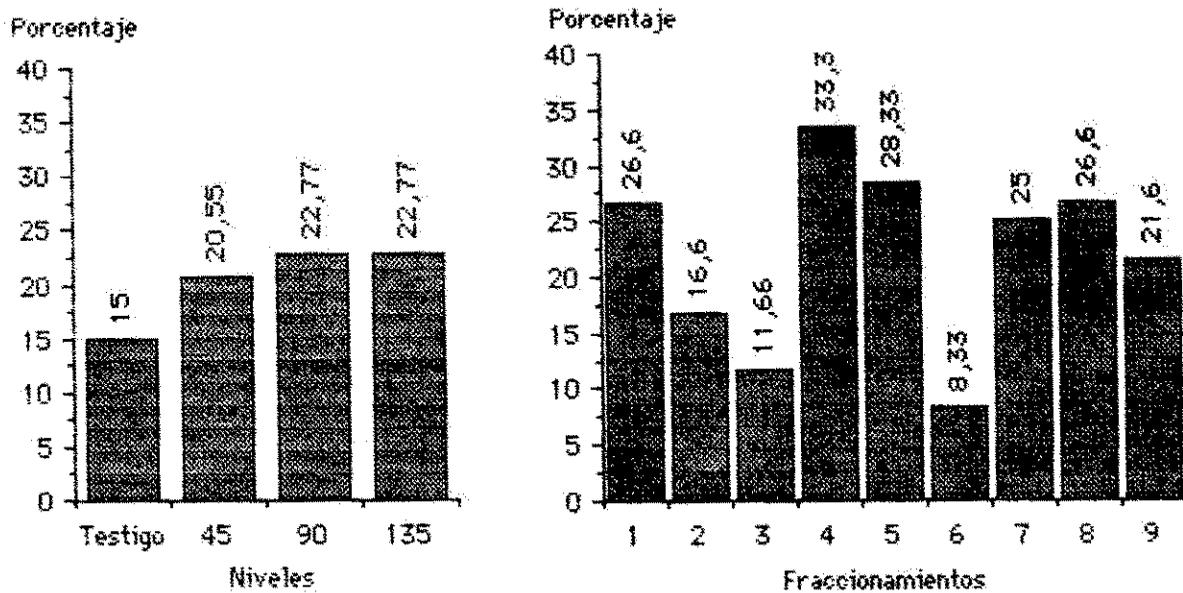
Los resultados obtenidos concuerdan con los datos reportados por Arzola *et al* (1981) arriba citado, indicando que un incremento en el nivel de nitrógeno produce una mayor área foliar.

### 3.1.3 Porcentaje de floración.

En la etapa de floración la planta tiene la gran necesidad de agua y nutrimentos, especialmente de nitrógeno, originada por esta enorme actividad fisiológica (Aldrich & Leng, 1975). La siembra densa especialmente a bajos niveles de nitrógeno retrasa la floración femenina (Tanaka & Yamaguchi, 1984).

En el ensayo realizado, el testigo obtuvo el menor porcentaje de floración y el mayor porcentaje fue obtenido por los niveles 90 y 135 kg/ha de nitrógeno (Figura 6). Estos resultados concuerdan con lo afirmado por Aldrich & Leng (1975) arriba citado.

Al analizar los datos obtenidos por el factor fraccionamiento, tenemos que al fraccionar el nitrógeno 50 y 50, por ciento al momento de la siembra y 16 días después de la siembra se obtuvo el menor porcentaje de floración (Figura 6) y al fraccionar el nitrógeno 25 y 75 por ciento a la siembra y 16 días después obtuvo el mayor porcentaje de floración.



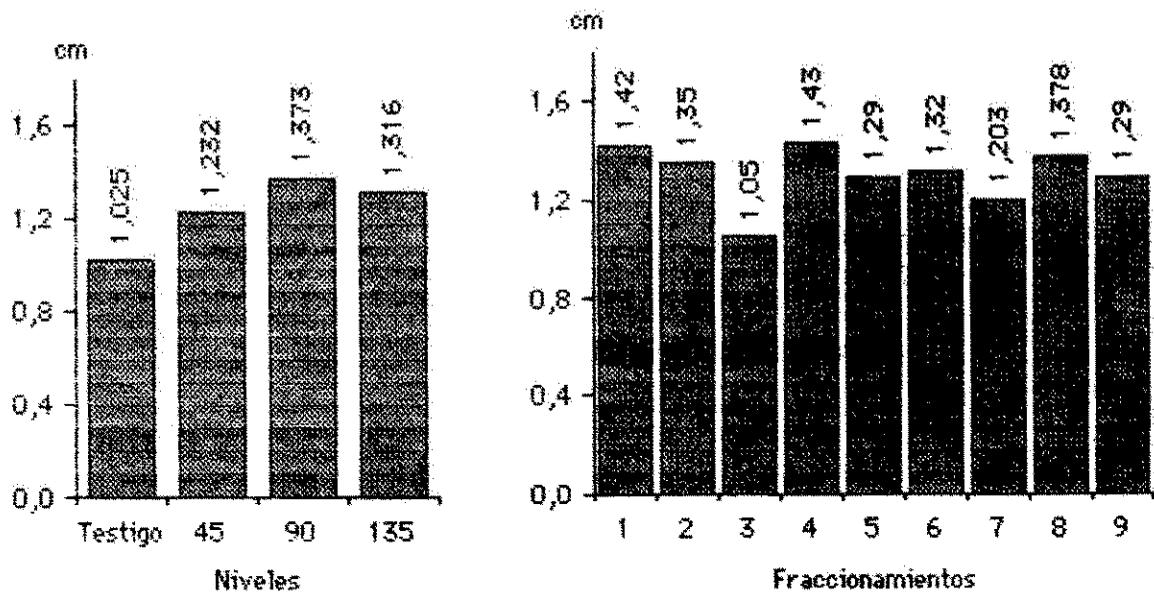
**Figura 6.** Efecto de los diferentes factores en estudio sobre el porcentaje de floración en el cultivo del maíz.

### 3.1.4 Diámetro del tallo.

Las altas fertilizaciones tienden a debilitar el tallo al aumentar el crecimiento de la planta de maíz, influyendo negativamente en el rendimiento (Poey, 1973).

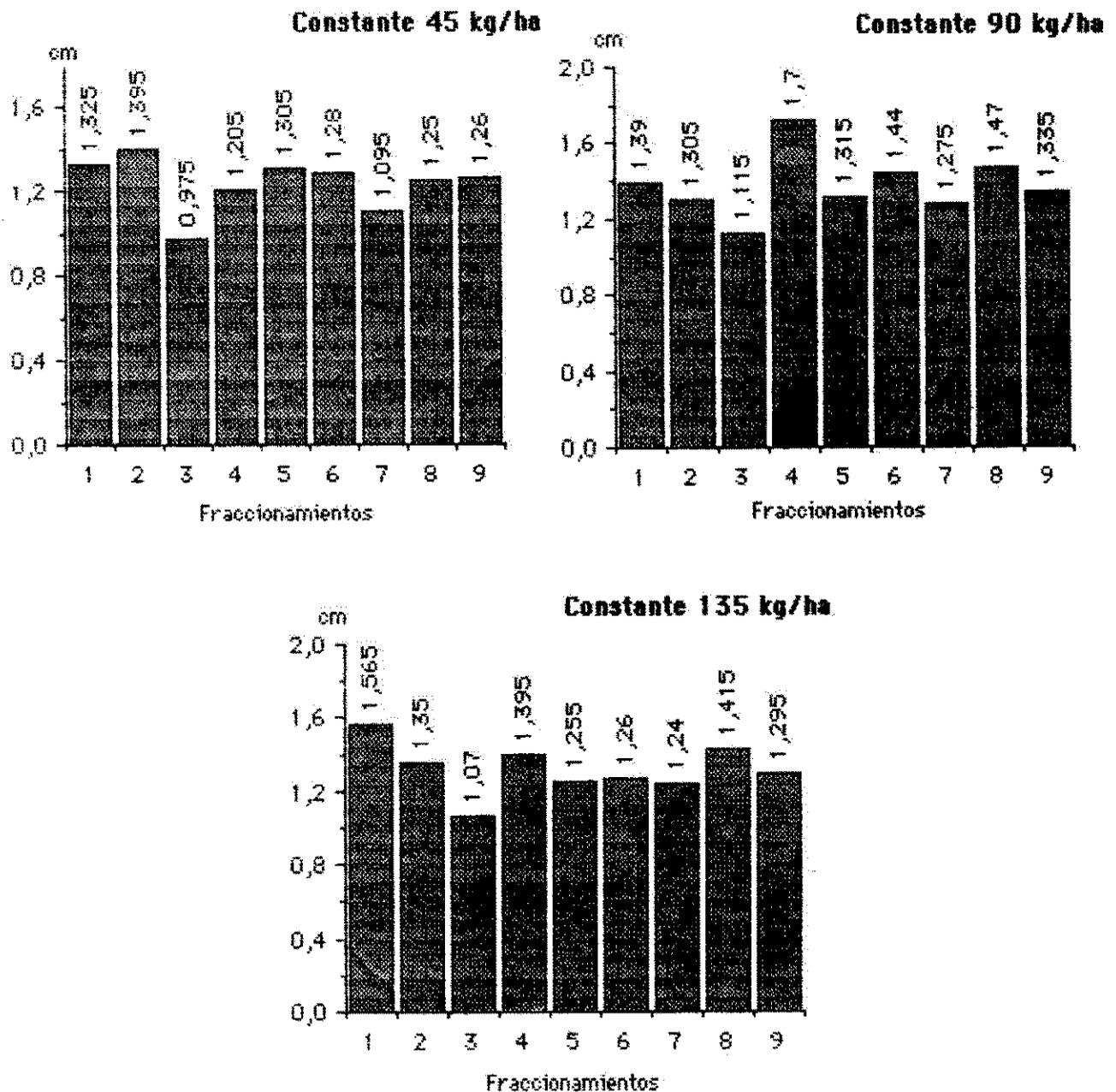
En este ensayo, se obtuvo el menor diámetro en el testigo y el mayor diámetro en el nivel de 90 kg/ha de nitrógeno (Figura 8). Estos resultados están en desacuerdo con lo obtenido por Cuadra (1988) quien indica que con un nivel de 140 kg/ha de nitrógeno se obtuvo el mayor diámetro de tallo.

Para el factor fraccionamiento se presentó el menor diámetro al aplicar el nitrógeno 100 por ciento a los 32 días después de la siembra, y el mayor diámetro se obtuvo al fraccionar el nitrógeno 25 y 75 por ciento a la siembra y 16 días después (Figura 8).



**Figura 8.** Efecto de los diferentes factores en estudio sobre el diámetro del tallo en el cultivo del maíz.

La combinación de los dos factores en estudio nos indica que el mayor diámetro del tallo se presentó con un nivel de 90 kg/ha de nitrógeno y la aplicación fraccionada 25 y 75 por ciento del nitrógeno al momento de la siembra y 16 días después de la siembra (Figura 9).



**Figura 9.** Efecto de diferentes niveles de nitrógeno y fraccionamientos sobre el diámetro del tallo.

## 3.2 Efecto de diferentes niveles de nitrógeno, fraccionamientos y momentos de aplicación sobre el rendimiento y sus componentes principales.

### 3.2.1 Longitud de brácteas

Los altos niveles de nitrógeno pueden incrementar la cobertura de mazorca y por ende la longitud de brácteas.

El ANDEVA para esta variable (Tabla 2) muestra efecto no significativo del factor nitrógeno, pero se encontró la mayor longitud de brácteas con el nivel de 90 kg/ha de nitrógeno. Estos resultados concuerdan con lo encontrado por Cuadra (1988) quien indica que el factor nitrógeno no presentó efecto significativo para la variable longitud de brácteas.

El ANDEVA para el factor fraccionamiento muestra efecto no significativo sobre la variable (Tabla 2), sin embargo se obtuvo la mayor longitud de brácteas al fraccionar el nitrógeno 50 y 50 por ciento al momento de la siembra y 16 días después de la siembra.

La interacción de los dos factores fue no significativa, no obstante la combinación de estos dos factores que indicó la mayor longitud de brácteas fue el tratamiento con un nivel de 90 kg/ha de nitrógeno aplicados 50 y 50 por ciento al momento de la siembra y 16 días después de la siembra.

**Tabla 2.** Efecto de los diferentes factores en estudio sobre la longitud de brácteas.

| Tratamientos |                | Longitud de brácteas (cm) |
|--------------|----------------|---------------------------|
| A)           | 0 kg/ha de N   | 18,35 a                   |
|              | 45 kg/ha de N  | 18,51 a                   |
|              | 90 kg/ha de N  | 19,14 a                   |
|              | 135 kg/ha de N | 18,97 a                   |
| ANDEVA       |                | N. S.                     |
| B)           | B1             | 18,44 a                   |
|              | B2             | 18,83 a                   |
|              | B3             | 18,53 a                   |
|              | B4             | 19,01 a                   |
|              | B5             | 19,09 a                   |
|              | B6             | 19,23 a                   |
|              | B7             | 18,99 a                   |
|              | B8             | 19 a                      |
|              | B9             | 18,72 a                   |
| ANDEVA       |                | N. S.                     |
| C. V. (%)    |                | 6,06                      |

### 3.2.2 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).

El ANDEVA para esta variable presentó una diferencia no significativa del factor nitrógeno y del fraccionamiento sobre la variable longitud de mazorca (Tabla 3), sin embargo, la mayor longitud de mazorca se presentó con un nivel de 90 kg/ha de nitrógeno. En cuanto al factor fraccionamiento tenemos que la mayor longitud de mazorca se presentó al fraccionar el nitrógeno 25 y 75 por ciento al momento de la siembra y 16 días después de la siembra.

Estos resultados concuerdan con lo encontrado por Cuadra (1988) quien concluye que existe diferencia no significativa del nitrógeno sobre la variable longitud de mazorca.

La interacción de estos dos factores no fue significativa, sin embargo la combinación que presentó la mayor longitud de mazorca fue con un nivel de 90 kg/ha de nitrógeno y fraccionando el nitrógeno 25 y 75 por ciento al momento de la siembra y 16 días después de la siembra.

**Tabla 3.** Efecto de los diferentes factores en estudio sobre la longitud de mazorca.

| Tratamientos |                | Longitud de mazorca (cm) |   |
|--------------|----------------|--------------------------|---|
| A)           | 0 kg/ha de N   | 11,7                     | a |
|              | 45 kg/ha de N  | 12,23                    | a |
|              | 90 kg/ha de N  | 12,56                    | a |
|              | 135 kg/ha de N | 12,23                    | e |
| ANDEVA       |                | N. S.                    |   |
| B)           | B1             | 12,3                     | a |
|              | B2             | 11,94                    | a |
|              | B3             | 11,69                    | a |
|              | B4             | 12,77                    | a |
|              | B5             | 12,58                    | a |
|              | B6             | 12,72                    | a |
|              | B7             | 12,51                    | a |
|              | B8             | 12,31                    | a |
|              | B9             | 12,26                    | a |
| ANDEVA       |                | N. S.                    |   |
| C. V. (%)    |                | 8,59                     |   |

### 3.2.3 Número de mazorcas cosechadas

Si hay provisión adecuada de nitrógeno, el número de mazorcas por unidad de área sembrada aumenta (Tanaka & Yamaguchi, 1984).

El ANDEVA para esta variable nos muestra una diferencia no significativa entre los distintos niveles de nitrógeno y los distintos fraccionamientos; sin embargo el mayor número de mazorcas cosechadas cuando se aplicó el nivel de 90 kg/ha de nitrógeno, y cuando se aplicó el nitrógeno fraccionado 75 y 25 por ciento al momento de la siembra y 32 días después así como la aplicación 100 por ciento a la siembra (Tabla 4)

La interacción nitrógeno por fraccionamiento fue no significativa, pero la combinación de los dos factores nos muestra que con el nivel de 90 kg/ha de nitrógeno fraccionado 25 y 75 por ciento al momento de la siembra y 16 días después de la siembra se obtuvo el mayor número de mazorcas cosechadas.

Tabla 4. Efecto de los diferentes factores en estudio sobre el número de mazorcas cosechadas.

| Tratamientos |                | Número de mazorcas/PU |
|--------------|----------------|-----------------------|
| A)           | 0 kg/ha de N   | 47,75 a               |
|              | 45 kg/ha de N  | 44 a                  |
|              | 90 kg/ha de N  | 49,36 a               |
|              | 135 kg/ha de N | 43,47 a               |
| ANDEVA       |                | N. S.                 |
| B)           | B1             | 49,25 a               |
|              | B2             | 39,33 a               |
|              | B3             | 45,83 a               |
|              | B4             | 47,5 a                |
|              | B5             | 47,5 a                |
|              | B6             | 39,83 a               |
|              | B7             | 44,08 a               |
|              | B8             | 47,91 a               |
|              | B9             | 49,25 a               |
| ANDEVA       |                | N. S.                 |
| C. V. (%)    |                | 12,27                 |

### 3.2.4 Número de mazorcas dañadas

Altas fertilizaciones tienden a aumentar el crecimiento de las plantas ocasionando un debilitamiento del tallo que contribuye a un mayor volcamiento con el subsiguiente daño de las mazorcas (Poey, 1973).

El ANDEVA para esta variable (Tabla 5) mostró una diferencia no significativa del factor nitrógeno y del factor fraccionamiento. Esto concuerda con Cuadra (1988) quien concluye que no hubo efecto del factor nitrógeno sobre esta variable. Sin embargo, en el ensayo tenemos que el mayor número de mazorcas dañadas se presentó con el testigo. Para el factor fraccionamiento tenemos que al aplicar el nitrógeno 100 por ciento a la siembra presentó un mayor número de mazorcas dañadas.

La interacción de los dos factores en estudio fue no significativa, pero la combinación que produjo el mayor número de mazorcas dañadas fue con nivel de 45 kg/ha de nitrógeno fraccionado 75 y 25 por ciento al momento de la siembra y 32 días después respectivamente.

Tabla 5. Efecto de los diferentes factores en estudio sobre número de mazorcas dañadas.

| Tratamientos |                | Mazorcas dañadas |
|--------------|----------------|------------------|
| A)           | 0 kg/ha de N   | 28,75 a          |
|              | 45 kg/ha de N  | 26,38 a          |
|              | 90 kg/ha de N  | 27,16 a          |
|              | 135 kg/ha de N | 27,44 a          |
| ANDEVA       |                | N. S.            |
| B)           | B1             | 30,83 a          |
|              | B2             | 23,08 a          |
|              | B3             | 27,83 a          |
|              | B4             | 27 a             |
|              | B5             | 27,75 a          |
|              | B6             | 23,83 a          |
|              | B7             | 25,66 a          |
|              | B8             | 28,5 a           |
|              | B9             | 28,5 a           |
| ANDEVA       |                | N. S.            |
| C. V. (%)    |                | 17,49            |

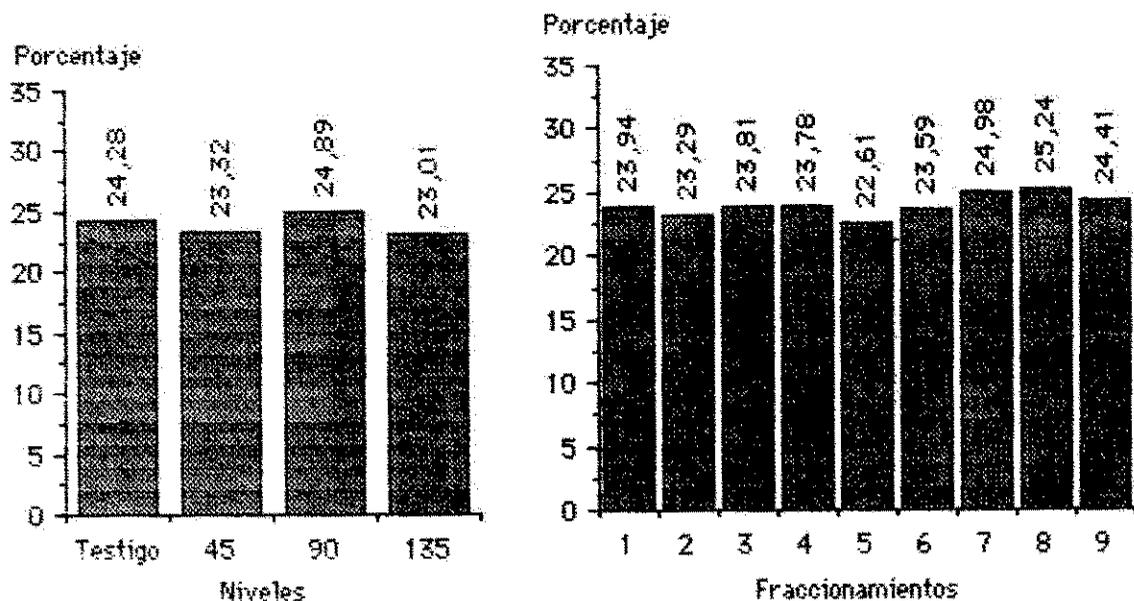
### 3.2.5 Porcentaje de humedad del grano

El maíz fertilizado en forma adecuada con nitrógeno tendrá un porcentaje de agua en el grano menor que el maíz con insuficiencia de nitrógeno (CIMMYT, 1983).

Aldrich & Leng (1975) afirman que los altos contenidos de nitrógeno no atrasan la maduración del maíz.

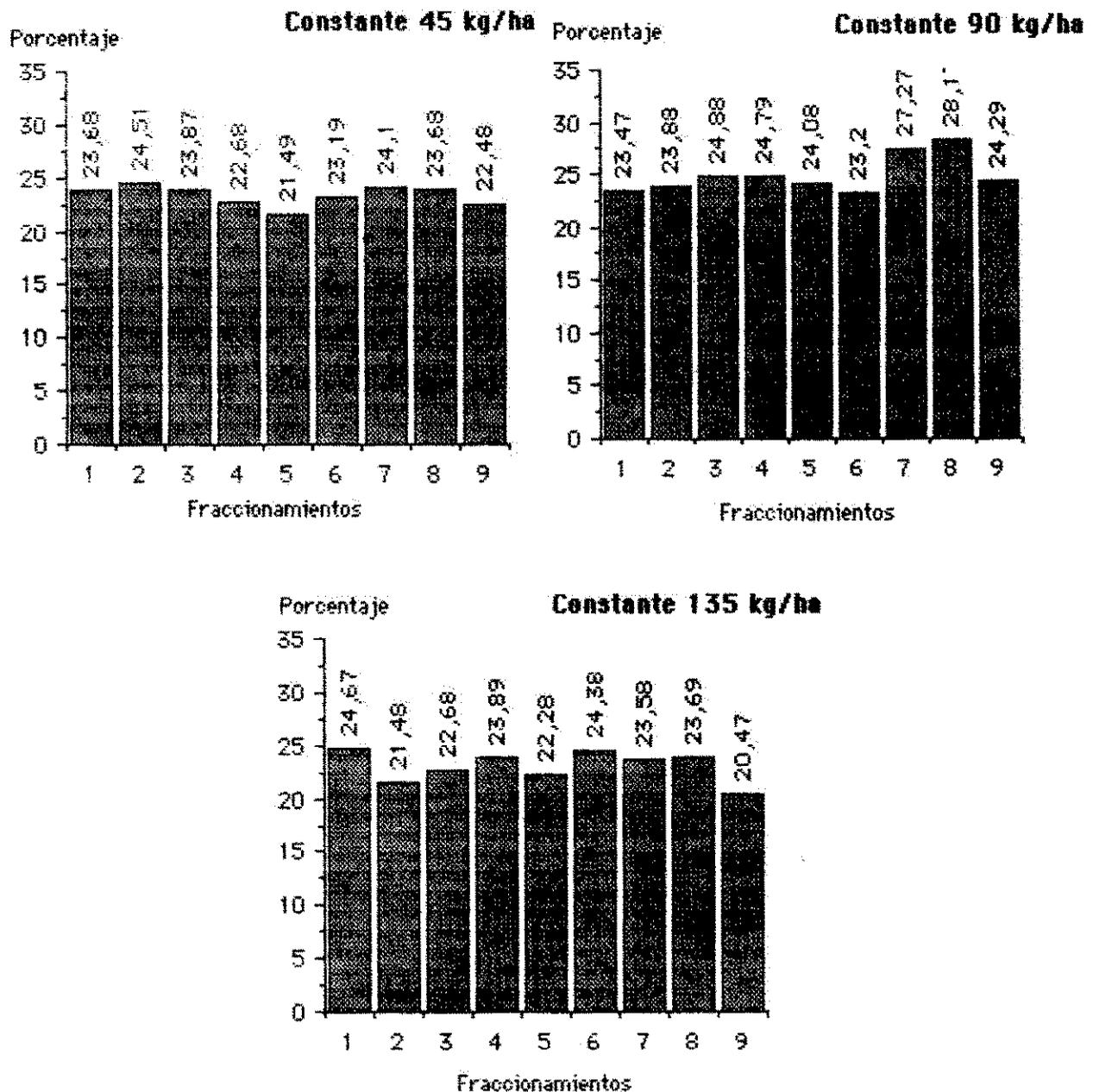
En el ensayo se presentó el mayor porcentaje de humedad del grano con 90 kilogramos de nitrógeno por hectárea y el menor con 135 kg/ha (Figura 10). Esta diferencia de humedad fue mínima presentándose una humedad similar en todos los niveles. Esto concuerda con Aldrich & Leng (1975) arriba citado y con los obtenidos por Meza (1966) quien concluye que la humedad del grano al momento de cosechar fue similar en todos los niveles de nitrógeno.

En el factor fraccionamiento tenemos que al fraccionar el nitrógeno 75 y 25 por ciento a la siembra y 16 días después de la siembra presentó el mayor porcentaje de humedad del grano y el menor porcentaje de humedad se presentó al aplicar el nitrógeno 25 y 75 por ciento a la siembra y 32 días después (Figura 10).



**Figura 10.** Efecto de los diferentes factores en estudio sobre el porcentaje de humedad del grano en el cultivo del maíz.

La combinación del factor nitrógeno y fraccionamiento produjo un mayor porcentaje de humedad del grano a un nivel de 90 kg/ha de nitrógeno y fraccionando 75 y 25 por ciento el nitrógeno a la siembra y 16 días después y el menor porcentaje se obtuvo con un nivel de 135 kg/ha aplicando 75 y 25 por ciento a la siembra y 32 días después (Figura 11).



**Figura 11.** Efecto de diferentes niveles de nitrógeno y fraccionamientos sobre el porcentaje de humedad del grano en el cultivo del maíz.

## 3.2.6 Peso de 1000 semillas.

Tanaka *et al* (1971) encontraron una disminución del peso de 1000 semillas cuando la deficiencia de nitrógeno llegó a ser seria.

El ANDEVA presentó una diferencia no significativa del factor nitrógeno sobre el peso de 1000 semillas (Tabla 6); sin embargo, se presentó el mayor peso de 1000 semillas con un nivel de 45 kg/ha de nitrógeno y el menor peso con el testigo. Estos datos concuerdan con los encontrados por Tanaka *et al* (1971) arriba citado.

Por otro lado, se presentó una diferencia significativa del factor fraccionamiento sobre el peso de 1000 semillas, encontrándose que al aplicar el nitrógeno 75 y 25 por ciento a la siembra y 32 días después presentó el mayor incremento en peso (Tabla 6).

La interacción nitrógeno-fraccionamiento resultó ser no significativa, pero la combinación de los dos factores en estudio nos presentó un mayor peso de 1000 granos con un nivel de 135 kg/ha de nitrógeno fraccionado 25 y 75 por ciento al momento de la siembra y 16 días después.

Tabla 6. Efecto de los diferentes factores en estudio sobre el peso de 1000 semillas.

| Tratamientos |                | Peso de 1000 semillas (g/P.U) |    |
|--------------|----------------|-------------------------------|----|
| A)           | 0 kg/ha de N   | 222,06                        | a  |
|              | 45 kg/ha de N  | 225,92                        | a  |
|              | 90 kg/ha de N  | 223,66                        | a  |
|              | 135 kg/ha de N | 225,8                         | a  |
| ANDEVA       |                | N. S.                         |    |
| B)           | B1             | 193,1                         | a  |
|              | B2             | 213,74                        | ab |
|              | B3             | 235,14                        | ab |
|              | B4             | 244,55                        | b  |
|              | B5             | 219,11                        | ab |
|              | B6             | 223,92                        | ab |
|              | B7             | 229,52                        | ab |
|              | B8             | 220,54                        | ab |
|              | B9             | 246,56                        | b  |
| ANDEVA       |                | *                             |    |
| C. V. (%)    |                | 16,81                         |    |

### 3.2.7 Rendimiento

Los altos rendimientos por unidad de área son reflejo directo de altas aportaciones de fertilizantes nitrogenados y fosforados en particular (Jacob & Uexküll, 1968).

El análisis de los datos nos demuestra que hubo efecto significativo del nitrógeno sobre el rendimiento encontrándose diferencias entre la aplicación de 90 kg/ha de nitrógeno y los demás niveles (Tabla 7). Estos resultados concuerdan con los encontrados por Sarmiento *et al* (1986) quien determinó un rendimiento mayor con un nivel de 90 kg/ha de nitrógeno. Blandón (1984) en ensayos de fertilización NPK en todo Nicaragua determinó que el maíz respondió a las aplicaciones de nitrógeno en el 96 por ciento de los casos a las dosis entre 77 y 98 kilogramos por hectárea y en desacuerdo con lo encontrado por Cuadra (1988) quien no encontró efecto del factor nitrógeno sobre el rendimiento.

El ANDEVA presentó una diferencia no significativa del fraccionamiento sobre el rendimiento del grano (Tabla 7), no obstante tenemos que fraccionando el nitrógeno 75 y 25 por ciento a la siembra y 32 días después presentó el mayor rendimiento de grano. Estos resultados concuerdan con lo obtenido en investigaciones realizadas por Esehie (1987) quien encontró que las aplicaciones fraccionadas de nitrógeno no tuvieron ventaja sobre las aplicaciones simples. Green (1974) encontró diferencias no significativas entre las épocas de aplicación del nitrógeno complementario.

El rendimiento del grano en forma general se vió afectado por el ataque del achaparramiento transmitido por *Dalbulus maidis* o chicharrita presentando los síntomas aproximadamente a los 50 días después de la siembra.

También tenemos el daño que provocó el exceso de humedad sobrepasando los requisitos máximos que es de 1000 mm durante la temporada de crecimiento (Parsons, 1981). Este exceso de humedad, combinado con el acarne total de las plantas producido por el huracán Joanne bajaron sensiblemente la producción total del grano obtenida ya que del total de mazorcas cosechadas un 59.23 por ciento fue de mazorcas dañadas.

También tenemos que pudo influir negativamente sobre el rendimiento el pobre drenaje que presenta el suelo en donde se estableció el ensayo. Thomas & Frye (1984) afirman que la desnitrificación tiene la posibilidad de ser importante en suelos mal drenados donde la acumulación de agua unida a un alto contenido

de materia orgánica facilitan la desnitrificación.

Sin embargo, el rendimiento del grano se vio influenciado de manera significativa por el factor nitrógeno encontrándose un incremento del rendimiento de grano hasta el nivel de 90 kilogramos de nitrógeno por hectárea. El rendimiento más bajo fue presentado por el nivel de 135 kilogramos de nitrógeno por hectárea (Tabla 7) existiendo diferencias significativas del rendimiento entre el nivel de 90 kilogramos y el de 135 kilogramos de nitrógeno por hectárea.

Esta diferencia de rendimiento puede deberse a que según los datos que presentó el análisis de suelo realizado a la parcela donde se montó el experimento mostraron que el mismo es rico en materia orgánica y rico en nitrógeno total por lo que no presentó respuesta a la aplicación del nivel de 135 kilogramos de nitrógeno por hectárea resultando ser una alta cantidad de nitrógeno para los suelos de Nicaragua de acuerdo con lo encontrado por Blandón (1984) arriba citado. Esta misma dosis obtuvo la mayor altura de planta, estando de acuerdo a lo afirmado por Arzola *et al* (1981) de que altos niveles de nitrógeno provocan un aumento en la altura de la planta. De igual manera Parsons (1981) menciona que la abundante fertilización nitrogenada y un buen abastecimiento de agua influyen sobre el crecimiento vegetativo.

Esta dosis también nos mostró el menor rendimiento de grano; esto sugiere que su dosificación no fue la más adecuada para satisfacer la demanda de la planta y armonizara simultáneamente con las exigencias del fósforo (Parsons, 1981). Ozanne *et al* (1968) afirman que los fertilizantes nitrogenados inducen más el desarrollo del follaje que el de las raíces, resultando en un incremento de la demanda del fósforo para las plantas. De igual manera Marschner (1986) menciona que cuando el suministro de fósforo disponible es inadecuado con relación al suministro de nitrógeno se afecta el rendimiento de la planta.

La interacción de los dos factores en estudio fue no significativa, sin embargo la combinación de los tratamientos que presentó un mayor rendimiento del grano fue con 90 kg/ha de nitrógeno fraccionado 25 y 75 por ciento a la siembra y 16 días después.

Esto está en desacuerdo con lo encontrado por Reddeppa & Patil (1982) quienes obtuvieron los más altos rendimientos con una dosis de 120 kg/ha de nitrógeno en tres fracciones iguales (40-40-40) a la siembra, 25 y 40 días después respectivamente.

Tabla 7. Efecto de los diferentes factores en estudio sobre el rendimiento de grano (kg/ha).

| Tratamientos |                | Rendimiento(kg/ha) |   |
|--------------|----------------|--------------------|---|
| A)           | 0 kg/ha de N   | 862,31             | a |
|              | 45 kg/ha de N  | 898,98             | a |
|              | 90 kg/ha de N  | 1114,1             | b |
|              | 135 kg/ha de N | 764,23             | a |
| ANDEVA       |                | *                  |   |
| B)           | B1             | 819,77             | a |
|              | B2             | 788,7              | a |
|              | B3             | 889,71             | a |
|              | B4             | 991,24             | a |
|              | B5             | 1074,55            | a |
|              | B6             | 856,7              | a |
|              | B7             | 976,55             | a |
|              | B8             | 829,62             | a |
|              | B9             | 1105,14            | a |
| ANDEVA       |                | N. S.              |   |
| C. V. (%)    |                | 35,08              |   |

#### IV. CONCLUSIONES

- Los diferentes niveles de nitrógeno tuvieron efecto en el crecimiento y desarrollo del maíz, a medida que se incrementó el nitrógeno se vio reflejado en un incremento de altura de planta y número de hojas por planta.
- El mayor porcentaje de floración se obtuvo con 90 y 135 kg/ha de nitrógeno y el mayor diámetro se obtuvo con 90 kg/ha de nitrógeno.
- No se encontró diferencias significativas en el factor nitrógeno sobre los componentes principales del rendimiento, sin embargo se presentó la mayor respuesta en todas las variables con el nivel de 90 kg/ha de nitrógeno a excepción del número de mazorcas dañadas obtenidas por el testigo y el mayor peso de 1000 semillas obtenidas con 45 kg/ha de nitrógeno.
- En cuanto al rendimiento de grano se encontraron diferencias significativas entre los diferentes niveles, obteniéndose el mayor rendimiento a un nivel de 90 kg/ha y el menor rendimiento con 135 kg/ha de nitrógeno.
- El nitrógeno fraccionado mostró efecto sobre el crecimiento y desarrollo del maíz, obteniéndose la mayor respuesta con 25-75 por ciento a la siembra y 16 días después, a excepción del mayor valor de la variable número de hojas por planta que se obtuvo al fraccionar el nitrógeno 75-25 por ciento a la siembra y 16 días después.
- Según el ANDEVA para los componentes del rendimiento la influencia del fraccionamiento fue no significativa, a excepción del peso de 1000 semillas que mostró diferencias significativas entre aplicar el nitrógeno 100 por ciento a la siembra y fraccionarlo 25-75 por ciento a la siembra y 16 días después, así como fraccionarlo 75-25 por ciento a la siembra y 32 días después.
- El fraccionar el nitrógeno 75-25 por ciento a la siembra y 32 días después presentó los mayores valores de mazorcas cosechadas, peso de 1000 semillas y rendimiento del grano. Al aplicar el nitrógeno 100 por ciento a la siembra se obtuvieron los mayores valores de mazorcas cosechadas y mazorcas dañadas.
- La interacción del factor nitrógeno y el factor fraccionamiento sobre el crecimiento, desarrollo, rendimiento y sus componentes fue no significativa. Sin embargo se obtuvo los mayores valores de las variables de elongación de planta, diámetro del tallo, longitud de mazorca, mazorcas cosechadas y rendimiento del grano con un nivel de 90 kg/ha de nitrógeno fraccionado 25-75 por ciento a la siembra y 16 días después respectivamente.

## V. RECOMENDACIONES

-Se recomienda continuar con los estudios sobre el efecto de estos dos factores, ya que los problemas de orden externo influyeron negativamente para concluir con seguridad sobre los resultados.

-Se recomienda que al realizar este estudio se haga énfasis sobre el efecto que produce el nivel de 90 kg/ha de nitrógeno fraccionado 25-75 por ciento a la siembra y 16 días después para determinar con seguridad si este tratamiento es con el cual podemos obtener los mayores rendimientos.

## VI. BIBLIOGRAFIA

- ALDRICH, S. R. & E. R. LENG. 1974. Producción moderna del maíz. Editorial Hemisferio Sur. Buenos Aires, Argentina. 307 p.
- ARZOLA, N., O. FUNDORA., J. MACHADO. 1981. Suelo, planta y abonado. Editorial Pueblo y Educación. La Habana, Cuba. 461 p.
- BABER, S. A. & R. A. OLSON. 1966. Changing patterns in fertilizer use. Soil Society of America. Madison, Wisconsin. U. S. A. 163 p.
- BERGER, J. 1975. Maíz su producción y abonamiento. Editorial Científico-Técnico. Instituto Cubano del Libro, La Habana. 204 p.
- BETANCO, J. A., G. CASTILLO., R. DE LA ROCHA., M. DULCIRE., E. GUTIERREZ. 1988. Informe final de las áreas del SGGT. Presentación de los resultados, discusión y propuesta. 96 p.
- 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. Am. J. 43: 528-533.
- BLANDON, J. 1984. Evaluación de la respuesta del maíz a niveles de NPK en Nicaragua. XXX Reunión Anual del PCCMCA, Nicaragua, C. A. Abril 30-Mayo 5.
- CATASTRO E INVENTARIO DE RECURSOS NATURALES DE NICARAGUA. 1971. Levantamiento de suelos de la Región Pacífico de Nicaragua; Descripción de suelos. Nicaragua. Vol. I, Parte 2.
- CIMMYT. 1983. Manual de fertilidad de suelos. Publicado por el Instituto de la Potasa y el Fósforo. 110 p.
- 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.
- CHIRINOS, A. 1977. Aspectos básicos de un programa de análisis de suelos con fines de fertilidad. Centro Nacional de Investigación Agropecuaria (CENIAP). Maracay, Venezuela.
- DIAZ, J., F. P. EYONAMA., R. VINDEL., A. CRUZ., N. MONROY., P. RAMIREZ. 1987. Verificación de cuatro épocas de fertilización en maíz en once localidades de la Región Sur Occidental. XXXIII Reunión Anual. PCCMCA, Guatemala, C. A. Marzo, 30-Abril 4. p. 52.
- DOMINGUEZ, A. 1984. Tratado de fertilización. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. 585 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), 1883.
- FOX, R. H., J. M. KERN., & W. P. PIEKIELEK. 1986. Nitrogen fertilizer source, and method and time of application effects on no-till corn yields and nitrogen uptakes. Agronomy Journal. 78:741-746.
- GAMBOA, A. 1980. La fertilización del maíz. Publicado por el Instituto Internacional de la Potasa. 72 p.

- GREEN, L. 1974. Determinación de la época de aplicación de nitrógeno complementario en el maíz (*Zea mays* L.) Escuela Nacional de Agricultura y Ganadería. Managua, Nicaragua. Tesis de Ingeniero Agrónomo. 32 p.
- HENKES, R. 1968. Naturaleza del nitrógeno. Agricultura de Las Américas. Kansas City, USA. Nº 19: 16-22.
- JACOB, A. & H. Y. UEXKÜLL. 1968. Nutrición y abonado de los suelos tropicales y subtropicales. Edición Revolucionaria, La Habana. Instituto del Libro. 626 p.
- JONES, C. A. 1985. C<sub>4</sub> Grasses and cereals. J. Wiley and Sons. N. Y. 419 p.
- LAFITTE, H. R. 1988. CIMMYT. Efecto de la labranza mínima en el crecimiento y rendimiento del maíz. p. 70-71. 163 p.
- MARSCHNER, H. 1986. Diagnosis of the deficiency and toxicity of mineral nutrients. 391-407. In H. Marschner (ed). Mineral Nutrition of higher plants. Academic Press.
- METCALFE, D. S. & D. M. ELKINS. 1980. Crop Production Principles and Practices. 4th edition. McMillan Publishing Company, Inc. p. 233-365.
- MEZA, L. R. 1966. Efecto de la variación de 7 niveles de nitrógeno en la producción del grano de maíz. Escuela Nacional de Agricultura y Ganadería. Managua, Nicaragua. Tesis de Ingeniero Agrónomo. 29 p.
- MIDINRA. 1983. Técnicas para la producción de maíz. Nicaragua. Dirección General de Agricultura. 214 p.
- MIDINRA. 1985. Guía tecnológica para la producción de maíz en seco. Nicaragua. Dirección General de Agricultura. 35 p.
- MINOTTI, B. R. 1970. Análise suas terras. MDA. Escritorio de Pesquisas e experimentação. EPEDS. Rio Janeiro.
- MORENO, R. 1978. Cuadro de clasificación de nutrimentos asimilables, materia orgánica, nitrógeno total, relación C-N, clasificación del pH del suelo y de aguas agrícolas según el contenido de sales de los suelos. Instituto Nacional de Investigación Agrícola. Coordinador Nacional de laboratorios de servicios e investigaciones. México.
- OZANNE, P. G., J. KEAY, & E. F. BIDDIS. 1968. The comparative applied phosphate requirements of eight annual pasture species. Aust. J. Agric. Res. 20: 809-818.
- PARSONS, D. B. 1981. Manuales para la educación agropecuaria. Maíz. Área de Producción Vegetal. Editorial Trillas. México. 1a. edición. 56 p.
- POEY, F. R. 1973. Maíces enanos en México. Agricultura de las Américas. Kansas City, USA. Nº 3 p. 20-21, 38.
- PIAPA. 1977. Evaluación de la respuesta de granos básicos (maíz-frijol y sorgo) a diferentes niveles de fertilización NPK en la región interior central. Informe anual. Matagalpa, Nicaragua.
- REDDEPPA, M. & S. J. PATIL. 1982. Response of hybrid maize to different sources, levels and split doses of nitrogen application under irrigated conditions. Mysore J. Agric. Sci., 16: 404-407.
- RITCHIE, S. W. & J. HANWAY. 1984. How a corn plant develops. Iowa State University of Science and Technology. Special Report. Nº 48.
- SALAZAR, A. B. 1957. El cultivo del maíz en Nicaragua. Departamento de Agronomía. MAG. Tesis profesional. No publicada. 13 p.

- SARMIENTO, O. , H PORTILLO. , R LOPEZ. , E. DURON. 1987. Evaluación de niveles de nitrógeno por distancias entre surcos y número de semillas por metro lineal. XXXIII Reunión Anual. PCCMCA. Guatemala, C. A. Marzo 30- Abril 4. p. 42.
- SUWANARIT, A. , C SUWANNARAT. , & S CHOTCHUNGMANEERAT. 1985. Effects of land preparation and maize cultivar on efficiency of N fertilizer applied at different times and by different methods in maize -mungbean association using  $^{15}\text{N}$ . *Plant and Soil*. 94, 179-190 (1986).
- TANAKA, A. , J. YAMAGUCHI. & T. HARA. 1971. Studies on the nutritio-physiology of the corn plant. (part 11) Grain yield as affected by fertilizer, level, planting density, and climatic condition. *J. Sci. Soil and Manure, Japan*. 42, 465-470 (in Japanese).
- TANAKA, A. , & J. YAMAGUCHI. 1984. Producción de materia seca, componentes del rendimiento del grano en maíz. Colegio de Postgraduados Chapingo, México.
- THOMAS, G. W. , K. L. WELLS & L. MURDOCK. 1980. Fertilization and liming. p. 43-54. In R. E. Phillips, G. W. Thomas, R. E. Blevins (eds). *No tillage research: Research Reports and Reviews*. University of Kentucky , College of Agriculture and Agricultural Experiment Station. Lexington, Kentucky.
- THOMAS, G. W. , & W. W. FRYE. 1984. Fertilization and liming. p. 87-126. In R. E. Phillips and S. H. Phillips (eds). *No tillage agriculture. Principles and practices*. Van Nostrand Reinhold Co. New York.
- URBINA, R. 1989. Comunicación personal. Dirección de Granos Básicos. DGA. Managua, Nicaragua.
- YASCONCELOS, C. A. , H. LOPES DOS SANTOS. , A. M. COELHO. 1980. Nutrição e adubação do milho. *Inf. Agrop. Belo Horizonte*, 6 (72) dez. 1980. p. 21-25. .
- ZAFFANELA, M. J. R. 1975. Posibilidades actuales de los fertilizantes para lograr mayores rendimientos maiceros en la pampa húmeda. Tirada interna. N° 60. Instituto de Suelos y Agrotecnia. INTA (Buenos Aires).