

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

TRABAJO DE DIPLOMA

TITULO:

EFFECTO DE TRES DIFERENTES NIVELES DE NITROGENO, TRES
FRACCIONAMIENTOS Y DOS MOMENTOS DE APLICACION DE
FERTILIZANTE SOBRE EL CRECIMIENTO, DESARROLLO Y RENDIMIENTO
DEL MAIZ. (*Zea mays* L.) Var. NB-12 EN SUELOS DE LAS MERCEDES.
POSTRERA, 1989.

AUTOR:

NOEL VENANCIO MALTA COREA.
PEDRO JOSE MEZA PARAJON.

ASESOR:

ING. MSc. MARGARITA CUADRA ROMANO.

MANAGUA, NICARAGUA, 1990

DEDICATORIA

Dedicamos este trabajo a los HEROES Y MARTIRES de la Revolución y con especial cariño a nuestros padres los cuales han contribuido eficazmente para nuestra formación.

Mi Padre: Venancio Malta Corea.

Mi Madre: Magdalena Corea C.

Mi esposa: Lizette Guerrero.

Mi hijo: Luis Noel.

Mi Padre: Germán Meza Vargas.

Mi Madre: María Parajón Reyes.

Mis Hermanos: Auxiliadora, Antonio, Edgard y Maria Dolores.

Noel Malta Corea.

Pedro José Meza Parajón.

AGRADECIMIENTO

Hemos finalizado este trabajo con la ayuda de todas aquellas personas e instituciones que han contribuido de una u otra forma a concluir con nuestra carrera de Ingeniería Agronómica y de manera particular a la Escuela de Producción Vegetal (Universidad Nacional Agraria), y muy especialmente a nuestra asesora Ing. MSc. Margarita Cuadra Romano.

De manera similar agradecemos los aportes brindados por las siguientes personas:

Ing. Agr. Rodolfo Munguía H.

Ing. Msc. Telémaco Talavera.

Ing. Agr. Francisco Salmerón.

Egresado: Oscar Obando.

INDICE GENERAL

<u>CONTENIDO</u>	<u>PAGINA</u>
INDICE.....	i
INDICE DE TABLAS.....	ii
INDICE DE FIGURAS.....	iii
RESUMEN.....	iv
I.- INTRODUCCION.....	1
II.- MATERIALES Y METODOS.....	4
2.1 Descripción del lugar y diseño.....	4
2.2 Métodos de Fitotecnia.....	6
III.- RESULTADOS Y DISCUSION.....	9
3.1 Efecto de los diferentes factores en estudio sobre el crecimiento y desarrollo del cultivo del maíz.....	9
3.1.1 Altura de planta.....	9
3.1.2 Número de hojas por planta.....	12
3.1.3 Diámetro del tallo.....	15
3.2 Efecto de los diferentes factores en estudio sobre el rendimiento y sus componentes principales.....	18
3.2.1 Longitud de mazorca.....	18
3.2.2 Número de hileras por mazorca.....	18
3.2.3 Número de granos por hilera.....	20
3.2.4 Número de mazorcas totales.....	20
3.2.5 Número de mazorcas dañadas.....	21
3.2.6 Peso de mil granos.....	21

3.2.7 Rendimiento.....	22
3.3 Efecto de las diferentes interacciones sobre el rendimiento y sus componentes principales.....	22
3.3.1 Interacción nitrógeno * fraccionamiento.....	22
3.3.2 Interacción nitrógeno * momento de Aplicación.....	23
3.3.3 Interacción fraccionamiento * momento de Aplicación.....	24
3.3.4 Interacción nitrógeno * fraccionamiento * momento de Aplicación.....	25
IV.- CONCLUSIONES.....	27
V.- RECOMENDACIONES.....	28
VI.- BIBLIOGRAFIA.....	29

INDICE DE TABLAS

<u>TABLA</u>		<u>PAGINA</u>
1.-	Análisis de los suelos de la Hacienda Las Mercedes. Managua. 1989.....	5
2.-	Arreglo combinatorio de los tres factores en estudio mas un testigo absoluto.....	6
3.-	Efecto de diferentes niveles de nitrógeno sobre el rendimiento y sus componentes principales.....	21
4.-	Efecto de diferentes fraccionamientos sobre el rendimiento y sus componentes principales.....	21
5.-	Efecto de diferentes momentos de aplicación del nitrógeno sobre el rendimiento y su componentes principales	22
6.-	Efecto de la interacción de diferentes niveles de nitrógeno y fraccionamiento sobre el rendimiento y sus componentes principales.....	23
7.-	Efecto de la interacción de diferentes niveles de nitrógeno y momentos de aplicación sobre el rendimiento y sus componentes principales.....	24
8.-	Efecto de la interacción de diferentes fraccionamientos y momentos de aplicación sobre el rendimiento y sus componentes principales.....	25
9.-	Efecto de la interacción de diferentes niveles de nitrógeno fraccionamientos y momentos de aplicación sobre el rendimiento y sus componentes principales.....	26

INDICE DE FIGURAS

<u>FIGURA</u>	<u>PAGINA</u>
1.- Datos meteorológicos 1989, Estación Meteorológica Augusto Cesar Sandino.....	4
2.- Efecto de los diferentes factores en estudio sobre la altura de la planta.....	10
3.- Efecto de la combinación de los factores en estudio sobre la altura de la planta.....	11
4.- Efecto de los diferentes factores en estudio sobre el número de hojas por planta.....	13
5.- Efecto de la combinación de los factores en estudio sobre el número de hojas por planta.....	14
6.- Efecto de los diferentes factores en estudio sobre el diámetro del tallo.....	16
7.- Efecto de la combinación de los factores en estudio sobre el diámetro del tallo.....	17

RESUMEN

Con la finalidad de analizar la influencia de tres diferentes niveles de nitrógeno (0, 50 y 100 kg/ha de nitrógeno), tres diferentes fraccionamientos (25 - 25 - 50; 25 - 50 - 25 y 33 - 33 - 33 por ciento del fertilizante aplicado a cada momento) y dos diferentes momentos de aplicación (0 - 16 - 32 y 0 - 32 - 48 días después de la siembra) sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento del maíz (*Zea mays* L.) variedad NB-12, se estableció un experimento trifactorial montado en un diseño de bloques completos al azar, mas un testigo absoluto con cinco repeticiones en la Hacienda Las Mercedes, Managua, cuyos suelos son de topografía plana, textura franco arcillosa a franca y medios en materia orgánica.

Para el crecimiento y desarrollo se encontró el mejor comportamiento con el nivel de 100 kg/ha de nitrógeno fraccionados en un 25-50-25 o en tres aplicaciones iguales y aplicados a la siembra, 32 y 48 y a la siembra, 16 y 32 días después respectivamente.

Por otro lado se observó de manera general que el rendimiento y sus componentes principales tienden a aumentar con el nivel de 100 kg/ha de nitrógeno, divididos en tres aplicaciones iguales y suministrados a la siembra, 16 y 32 días después.

I.- INTRODUCCION.

El maíz (*Zea mays* L.) junto con el arroz (*Oryza sativa* L.) y el trigo (*Triticum sp.*) pertenecen al grupo de cereales que dominan la producción agrícola mundial, constituyendo así una fuente de calorías indispensables para el adecuado funcionamiento del organismo humano (FAO, 1984).

Su importancia y extensión a otros países se debe a su gran habilidad de adaptarse a diversas condiciones ecológicas y a su gran potencial productivo (Parsons *et al.*, 1981; FAO, 1984), es así que el área sembrada viene evolucionando cada día para satisfacer las necesidades de la población que viene aumentando aceleradamente. A la vez se hacen esfuerzos por encontrar los factores que limitan los rendimientos (Berger, 1975; Arzola *et al.*, 1981).

En Nicaragua, la principal dieta alimenticia la constituye el maíz. Sin embargo la productividad y el rendimiento ha disminuido considerablemente aún cuando el área de siembra ha aumentado ya que según la FAO (1985) el área cosechada fue de 161,000 ha con una producción de 234,000 ton y un rendimiento promedio de 1,452 kg/ha, y en el ciclo de 1988-89 el área cosechada fue de 223,637.75 ha con una producción de 296,035.74 ton y un rendimiento promedio de 1,323.729 kg/ha (Palacios, 1990). Siendo estos rendimientos muy bajos si se consideran las condiciones agroecológicas de Nicaragua y el rendimiento promedio mundial que para 1985 fue de 3,686 kg/ha.

Los problemas que limitan obtener altos rendimientos son entre otros; el poco empleo de híbridos, control deficiente de malezas, insectos, densidades de población no apropiadas, siendo uno de las principales limitantes el manejo de la fertilización (Livio, 1976).

La influencia del nitrógeno en la producción del maíz es tan importante que se indica que la falta de cualquier elemento no causa tan drástica disminución en el rendimiento, como sucede con la omisión del nitrógeno (Sprague y Larson, 1972; Berger, 1975).

La dosis de nitrógeno aplicada en las diferentes regiones maiceras varía dependiendo de las condiciones específicas de cada lugar (Berger, 1975). Es así que diversos autores han obtenido los mejores rendimientos entre un rango de aplicación de 60 a 200 kg/ha de nitrógeno (Parsons *et al*, 1981; Stevanovic y Savic, 1982; Reddeppa y Patil, 1982; Yagodin *et al*, 1982; Randall y Kelly, 1985; Lang y Mallett, 1987). En Nicaragua, MIDINRA (1985) indica que lo conveniente es aplicar 65 kg/ha de nitrógeno, distribuidos en dos fraccionamientos iguales.

Con respecto al fraccionamiento, éste es de vital importancia en los sistemas de producción ya que el nitrógeno no se acumula fácilmente en el suelo y con su división en varias partes las plantas tendrán nitrógeno en todo momento (Henkes, 1968). Así mismo se ha reportado que las aplicaciones fraccionadas del nitrógeno fueron mas beneficiosas en el cultivo del maíz ya que con su distribución se reducen las pérdidas a través del lavado y desnitrificación, incrementándose de esta forma su eficiencia (Godyani y Chokey, 1968; Rhoads y Manning, 1986; Bundy, 1986).

Domínguez, (1983) indica que el nitrógeno debe repartirse en dos fraccionamientos, uno de fondo y otro de cobertura, dicha proporción en entre ambas aplicaciones va a depender del ciclo vegetativo.

Referente a la incidencia del factor momento de aplicación del nitrógeno sobre el rendimiento del maíz, Bundy (1986) señala que el tiempo de aplicación del fertilizante Nitrogenado en el maíz puede de manera marcada afectar la eficiencia del fertilizante y el rendimiento del maíz. Según Arzola *et al* (1981) estos señalan que es necesario que la fertilización nitrogenada se realice de forma tal que coincida con el período de aprovechamiento intensivo de las plantas. Worthen y Aldrich (1980) indican que las necesidades del nitrógeno aumentan rápidamente desde que las plantas llegan a la altura de la rodilla hasta que se forman las espigas. En tanto Gros (1981) establece que el maíz tiene sus mayores necesidades desde una semana antes de la aparición de las panojas, hasta 4 semanas después, teniendo esto una estrecha relación con lo expuesto por Russelle *et al* (1983) los cuales encontraron que el tiempo de máxima necesidad

ocurre cerca de la floración. Suwanarit *et al* (1986) encontraron que los mejores momentos de aplicación del nitrógeno son al momento de la siembra y cuatro semanas después de la misma.

Vasconcelos *et al* (1980), recomiendan aplicar el nitrógeno al momento de la siembra y a los 40-45 días después de la germinación. En Nicaragua, MIDINRA (1985), recomienda tres momentos: a la siembra, en el estado de 8 hojas y a la floración.

Tomando en cuenta que es necesario incrementar la eficiencia del fertilizante nitrogenado para incrementar los rendimientos y reducir los costos de producción en el cultivo del maíz, estableciendo las dosis óptimas de fertilización nitrogenada, el mejor fraccionamiento y momento de aplicación del mismo, realizamos el presente trabajo con el fin de cumplir con los siguientes objetivos:

- Determinar el efecto de tres diferentes niveles de nitrógeno sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento del maíz.
- Determinar el efecto de tres fraccionamientos del fertilizante sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento del maíz.
- Determinar el efecto de dos diferentes momentos de aplicación del fertilizante sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento del maíz.

II - MATERIALES Y METODOS.

2.1.- Descripción del lugar y diseño.

El presente experimento se realizó en la hacienda Las Mercedes ubicada en el kilómetro 11 carretera norte en el municipio de Managua.

Geográficamente esta zona se ubica entre los 86° 10' longitud oeste y 12° 08' latitud norte con una altura sobre el nivel del mar de 56 m, de topografía plana. La zonificación ecológica según Holdridge (1963) es del tipo Bosque Tropical Seco.

Dicha zona presentó para el año 1989 una temperatura promedio de 27.4 °C y una precipitación anual total de 761.9 mm (Figura 1).

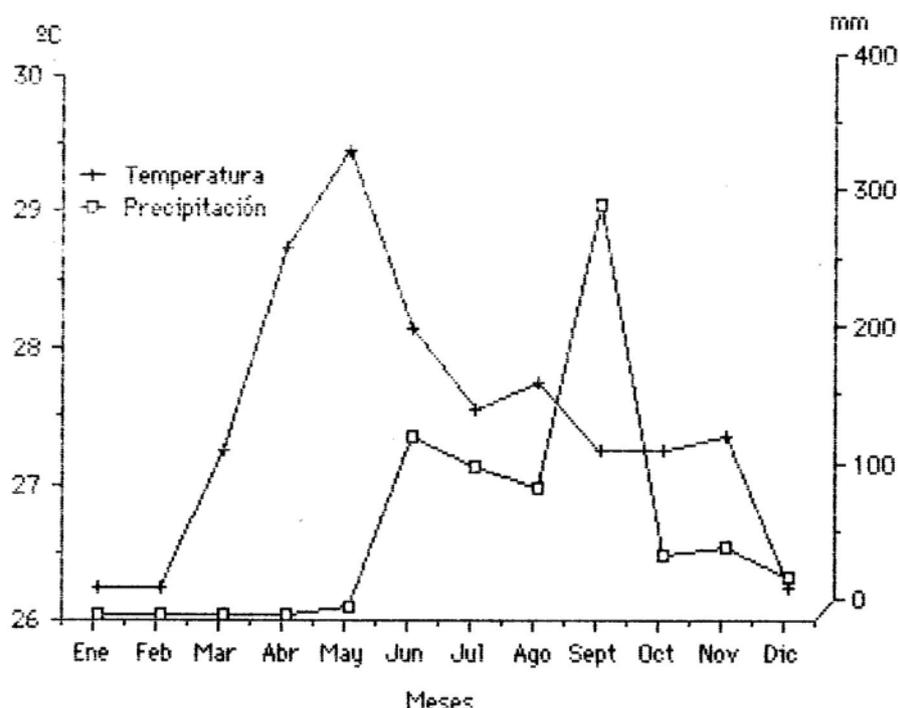


Figura 1. Datos meteorológicos 1989. Estación Meteorológica Augusto César Sandino, Managua.

Los suelos del lote experimental son medianamente profundos (40-60 cm) poseen un estrato endurecido de caliza, textura de moderadamente fina a media (franco arcilloso a franco), perteneciente a la serie "La Calera" (MAG, 1971). Poseen un contenido de materia orgánica medio y un pH ligeramente ácido. El contenido de fósforo es medio y de potasio es muy alto (Villanueva, 1990).

El análisis del suelo se presenta en la Tabla 1.

Tabla 1. Algunas propiedades químicas del lote experimental.

Propiedades	Valor
pH (H ₂ O)	6.4 ligeramente ácido.*
pH (KCl)	5.2 ácido.**
H.O. (%)	2.6 medio*
nitrógeno total	0.13 medio*
P ₂ O ₅ (ppm)	5.99 medio*
K ₂ O meq/100g suelo	1.9-4.6 muy alto*

Fuente : * Villanueva, 1990.

** Arzola *et al*, 1981

El experimento empleado fue un trifactorial montado en un diseño de Bloques Completos al Azar mas un testigo absoluto.

Factor A: niveles de nitrógeno.

a₁: 50 kg/ha

a₂: 100 kg/ha

Factor B: fraccionamiento del nitrógeno (en porcentaje de la cantidad total aplicado en cada momento)

b₁: 25-25-50 %

b₂: 25-50-25 %

b₃: 33-33-33 %

Factor C: momentos de aplicación.

c₁:0-16-32 días después de la siembra.

c₂:0-32-48 días después de la siembra.

De la combinación de los factores mas un testigo absoluto resultaron 13 tratamientos, con cinco repeticiones para un total de 65 parcelas, siendo el tamaño de las parcelas de 27 m² formados por seis surcos de 6 m de largo con una distancia entre surcos de 0.75 m. La parcela útil estuvo formada por los cuatro surcos centrales dejando 0.5 m de borde para darnos un total de 15 m², el área total de ensayo fue de 1989 m². El arreglo de los tratamientos se muestra en la Tabla 2.

Tabla 2. Arreglo combinatorio de los tres factores en estudio mas un testigo absoluto.

Tratamientos	Nitrógeno (kg/ha)	Fraccionamiento (%)	Momento de aplicación (dds)
1	0	0	0
2	50	25-25-50	0-16-32
3	50	25-25-50	0-32-48
4	50	25-50-25	0-16-32
5	50	25-50-25	0-32-48
6	50	33-33-33	0-16-32
7	50	33-33-33	0-32-48
8	100	25-25-50	0-16-32
9	100	25-25-50	0-32-48
10	100	25-50-25	0-16-32
11	100	25-50-25	0-32-48
12	100	33-33-33	0-16-32
13	100	33-33-33	0-32-48

Las variables medidas fueron:

a) Durante el desarrollo del cultivo.

- 1.- Altura de planta: Se midió en cm desde la superficie del suelo hasta la base de la lígula superior. Se tomó semanalmente hasta la floración.
- 2.- Número de hojas por planta: Los datos se tomaron de las hojas que tenían la lígula formada y se realizó junto con la medida de altura de planta.
Estas dos variables se midieron en 10 plantas ya establecidas dentro de la parcela útil.
- 3.- Diámetro del tallo: Se midió en cm en las 10 plantas ya establecidas, tomando en cuenta el diámetro del tallo inferior a la formación de la mazorca.

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 totales en la parcela útil.
- 5.- Número de mazorcas dañadas en la parcela útil.
- 6.- Peso de 1000 granos (g).
- 7.- Rendimiento (kg/ha).

Para las variables del crecimiento y desarrollo se elaboraron tablas de medias e interacciones con las cuales se elaboraron curvas e histogramas.

Para el resto de las variables se realizó ANDEVA y separación de medias según Tukey con un alfa del 5 %. Para las tablas y figuras, los niveles de nitrógeno están dados en kilogramos por hectárea; el fraccionamiento en porcentaje de la cantidad total en cada momento y el momento de aplicación en días después de la siembra.

2.2.- Métodos de Fitotecnia.

La preparación del suelo fue de forma mecanizada realizándose un pase de arado, tres pases de grada y el surcado del terreno.

El método de siembra fue manual en la época de postrera de 1989, con una siembra densa y realizándose un posterior raleo a los 15 días después de la siembra a una densidad de 52,000 plantas por hectárea aproximadamente.

La variedad sembrada fue MB-12 con un ciclo de 110 días y un rendimiento promedio de 4,250 kg/ha. Esta variedad es de polinización abierta desarrollada por el programa de investigación del maíz, del centro de investigación de granos básicos, MIDINRA, como una respuesta al problema de la enfermedad conocida como achaparramiento del maíz (PNIM - CIMMYT, 1986).

Al momento de la siembra se realizó la fertilización fosfórica y potásica cuyas fuentes fueron el superfosfato triple con un 46 % de P_2O_5 en dosis de 40 kg/ha y muriato de potasio con un 60 % de K_2O en dosis de 12 kg/ha.

Para el control de plagas del suelo se aplicó Curater a razón de 15 kg/ha al momento de la siembra y para el control de malezas se aplicó Primextra (Atrazina + Metalochlor) en dosis de 1.5 l/ha el cual es un herbicida pre-emergente.

Posteriormente se realizó el control de malezas manualmente cada 15 días para mantener limpio el cultivo durante todo el ciclo. Para el control de plagas durante el ciclo del cultivo se utilizó Decis (decametrina), Lorsban (clorpirifos) y Filitox (metamidofos) en dosis de 1 l/ha usándose en el momento en que el cultivo lo necesitaba de acuerdo al grado de infestación.

La cosecha se realizó de forma manual a la madurez del cultivo.

III.- RESULTADOS Y DISCUSION.

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

3.1.1.- Altura de planta.

El crecimiento de las plantas está determinado por la acción conjunta de los cuatro factores fundamentales del crecimiento: luz, calor, humedad y nutrientes (Yagodin *et al*, 1982).

La altura de planta en las diferentes épocas de muestreo se vió afectada por el factor nitrógeno, obteniéndose la mayor altura con el nivel de 100 kg/ha de nitrógeno (Figura 2). Esto concuerda con lo reportado por varios autores (Ignatieff y Page, 1967; Glanze, 1973 y Worthen y Aldrich, 1980) quienes indican que el abastecimiento de nitrógeno en maíz fomenta el crecimiento. En relación a esto Arzola *et al* (1981) señalan que el nitrógeno aumenta la altura de planta y Cuadra (1988) en ensayo realizado en maíz, encontró que la altura de planta aumentaba a medida que se incrementaba la dosis de nitrógeno.

Con respecto a la influencia del factor fraccionamiento sobre la altura de planta, se observó una mayor altura al dividir el nitrógeno en una proporción de un 33-33-33 % de la dosis total de nitrógeno (Figura 2). Esto se relaciona con lo mencionado por varios autores (Godyani y Chokey, 1968; Sharma y Singh, 1982 y Fox *et al*, 1986) quienes señalan que las aplicaciones fraccionadas de nitrógeno son mas beneficiosas y resulta en una utilización mas eficiente del fertilizante nitrogenado para el cultivo del maíz.

Referente a la influencia del momento de aplicación sobre este carácter se observó la mayor altura de planta al aplicar el nitrógeno a la siembra, 16 y 32 días después (Figura 2). Estos resultados coinciden con lo expresado por Arzola *et al* (1981) quienes afirman que el suministro del nitrógeno en épocas tempranas da un mayor desarrollo de las plantas.

Para la combinación de los factores en estudio se observó la mayor altura de planta en los tratamientos con 100 kg/ha de nitrógeno, fraccionado en un 25-50-25 % de la dosis total y aplicado al momento de la siembra, a los 32 y 48 días después de la siembra (Figura 3).

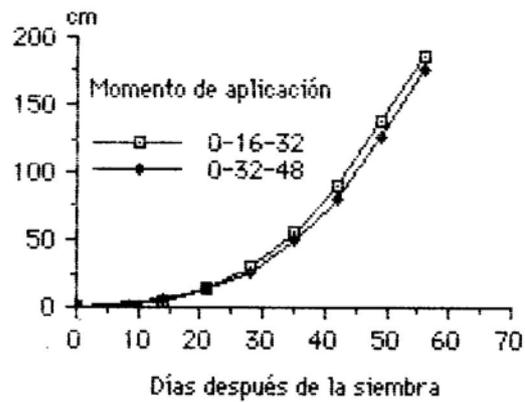
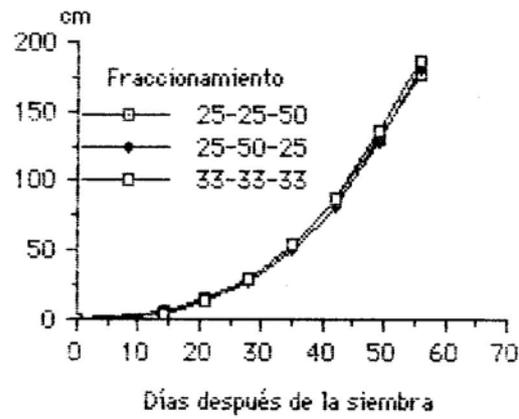
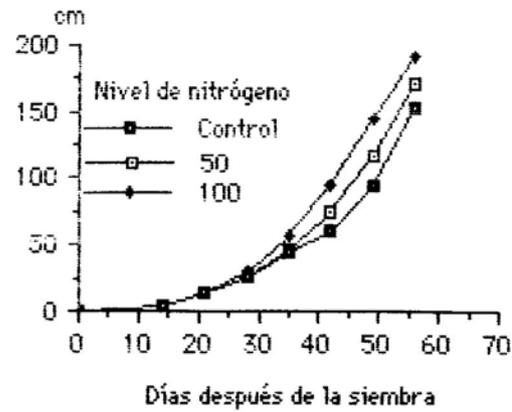


Figura 2. Efecto de los diferentes factores en estudio sobre la altura de planta.

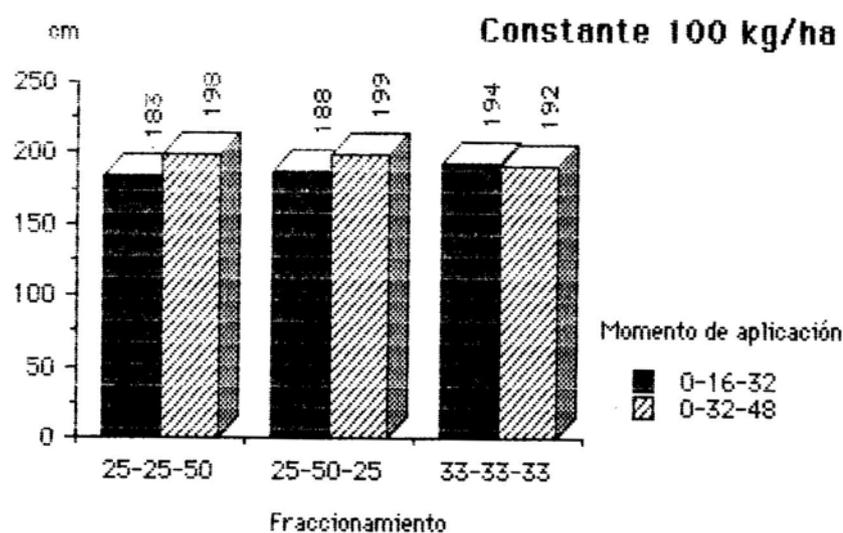
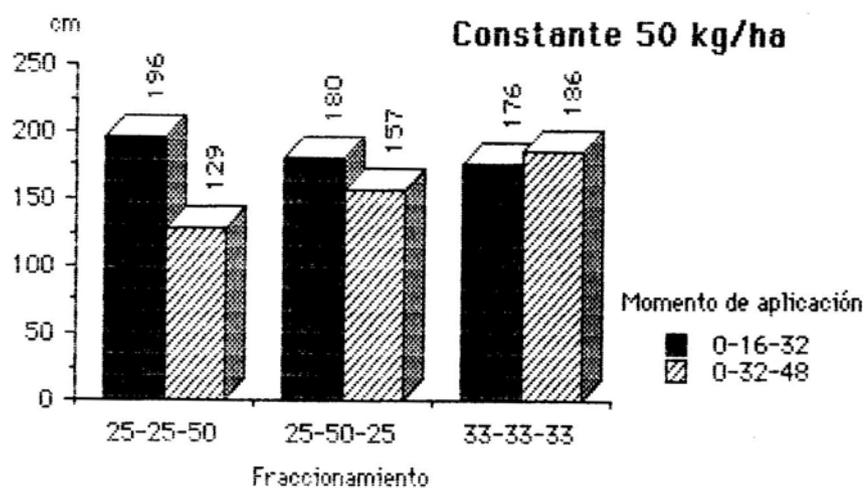


Figura 3. Efecto de la combinación de los factores en estudio sobre la altura de planta.

3.1.2.- Número de hojas por planta.

Las hojas de las plantas son afectadas altamente por los contenidos de nutrientes y por las condiciones ambientales. (MIDINRA, 1983).

Con el nivel de 100 kg/ha de nitrógeno en las diferentes épocas de muestreo se observó la tendencia a incrementar ligeramente el número de hojas, sin embargo, al final del período vegetativo todos los niveles alcanzaron una cantidad similar (Figura 4). Estos resultados coinciden con lo reportado por Garman (1974) y Devlin (1977) quienes señalan que el nitrógeno estimula el ritmo de producción de las hojas.

Con respecto a la influencia de los factores fraccionamiento y momento de aplicación del nitrógeno se observa que tanto durante, como al final del ciclo vegetativo el número de hojas fue similar (Figura 4). Sin embargo, hay que anotar que el número de hojas aumenta débilmente cuando se realizaron tres fraccionamientos iguales de la dosis total y cuando se aplicó a la siembra, 16 y 32 días después (Figura 4). Esto puede deberse a que la presencia de fertilizante nitrogenado en estados tempranos promovió un mayor crecimiento vegetativo. Esto concuerda con lo expuesto por Sprague y Larson (1972); Chapman y Carter (1976), quienes afirman que debido a que las hojas del cultivo de maíz se producen lentamente, es fundamental la presencia de nitrógeno durante la época de crecimiento vegetativo de la planta.

Para la combinación de los factores en estudio se observa que tanto con el nivel de 50 como el de 100 kg/ha de nitrógeno, el número de hojas no varía considerablemente. Sin embargo, se observó la tendencia a un leve aumento con el nivel de 100 kg/ha de nitrógeno, fraccionado en un 25-25-50 % del total o en tres proporciones iguales, aplicados a los 0-32-48 y 0-16-32 días después de la siembra respectivamente (Figura 5), los cuales presentaron igual comportamiento.

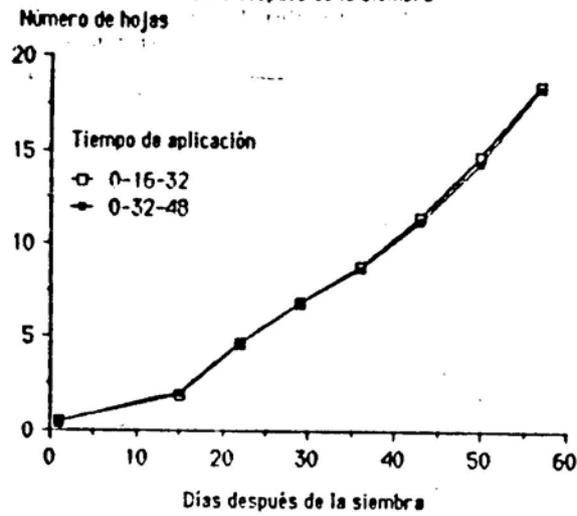
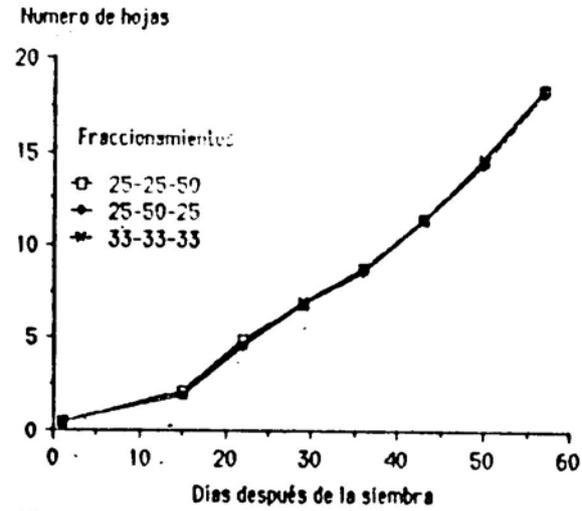
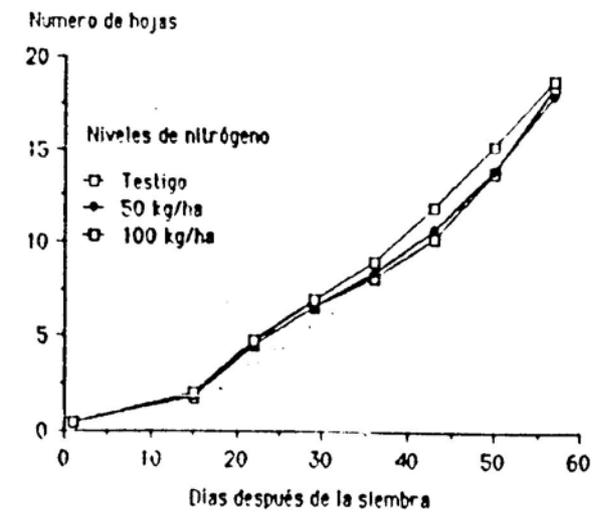


Figura 4. Efecto de los diferentes factores en estudio sobre el número de hojas por planta.

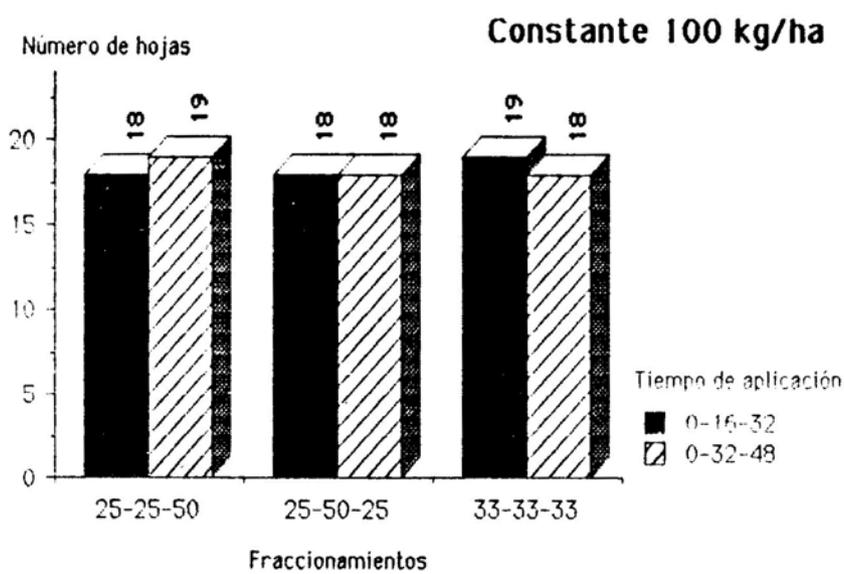
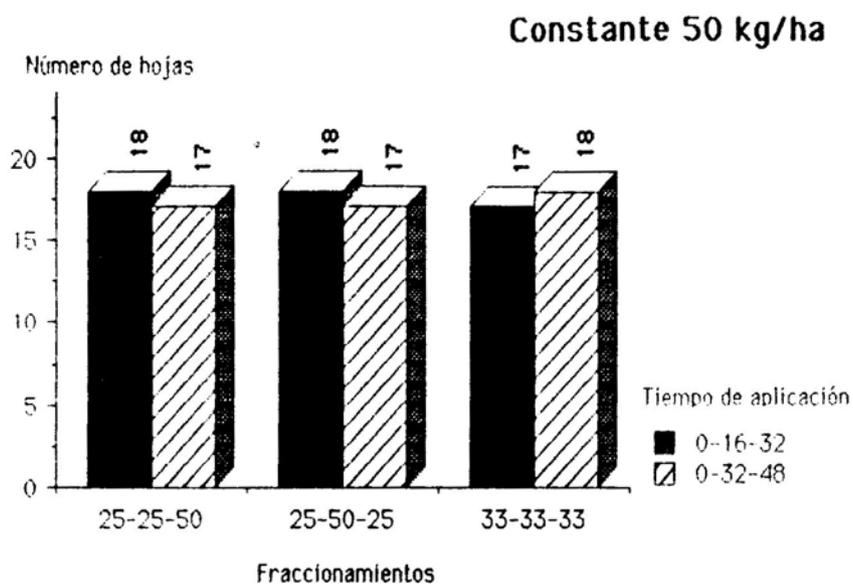


Figura 5. Efecto de la combinación de los factores en estudio sobre el número de hojas por planta.

3.1.3.- Diámetro del tallo.

El diámetro del tallo se ve influenciado por los contenidos de nutrientes y por la densidad usada (Arzola *et al* , 1981; Cuadra, 1988).

Se observó un aumento en el diámetro del tallo con la aplicación de nitrógeno al cultivo (Figura 6). El mayor diámetro del tallo se obtuvo con la aplicación de 100 kg/ha de nitrógeno. Esto se relaciona con lo expresado por Demolon (1975) y Yagodin *et al* (1982), quienes establecen que el nitrógeno representa un elemento necesario para la multiplicación celular y para el desarrollo vegetativo de la planta.

La aplicación fraccionada de nitrógeno en un 25-50-25 % de la dosis total resultó en un aumento en el diámetro del tallo (Figura 6).

Con respecto a la influencia del factor momento de aplicación sobre este carácter se observó un aumento en el diámetro del tallo cuando el nitrógeno fue aplicado a la siembra, 16 y 32 días después de la misma. (Figura 6). Este aumento en el diámetro del tallo puede explicarse por el hecho que las plantas requieren dosis pequeñas de fertilizantes nitrogenados en sus épocas tempranas de crecimiento y mayores cantidades en estados posteriores para alcanzar su máximo desarrollo. Esto se relaciona con lo expuesto por Yagodin *et al* (1982) quienes indican que la entrada de elementos nutritivos a las plantas varía con el crecimiento.

Para la combinación de los factores en estudio se observó que el diámetro del tallo se incrementó con la aplicación de 100 kg/ha de nitrógeno fraccionado en un 25-50-25 % y aplicado a la siembra, 32 y 48 días después. (Figura 7).

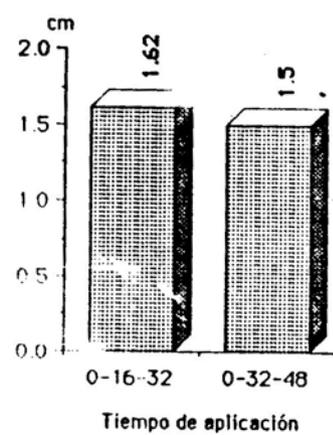
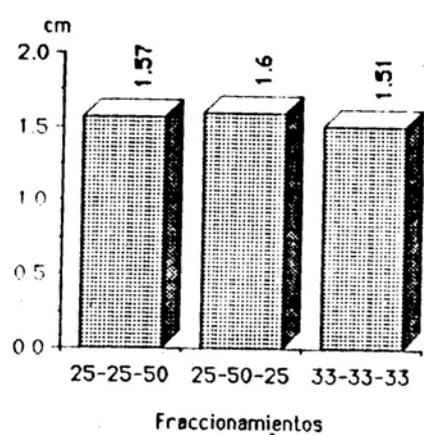
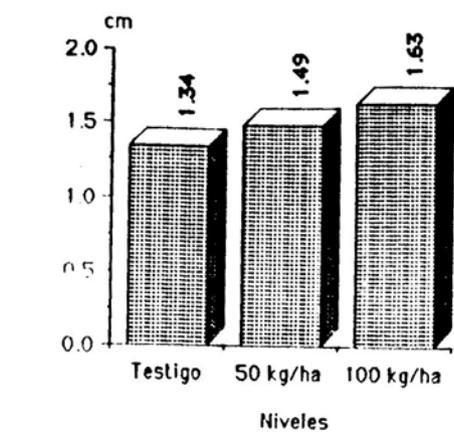


Figura 6. Efecto de los diferentes factores en estudio sobre el diámetro del tallo.

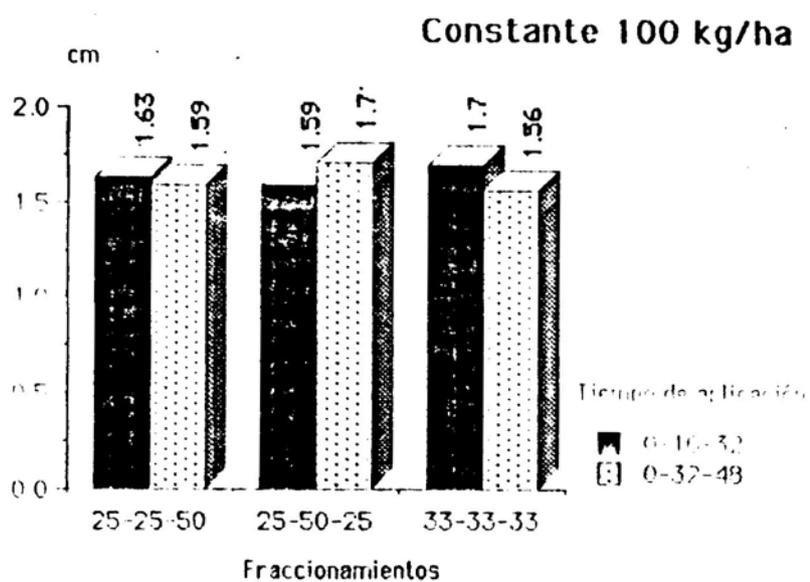
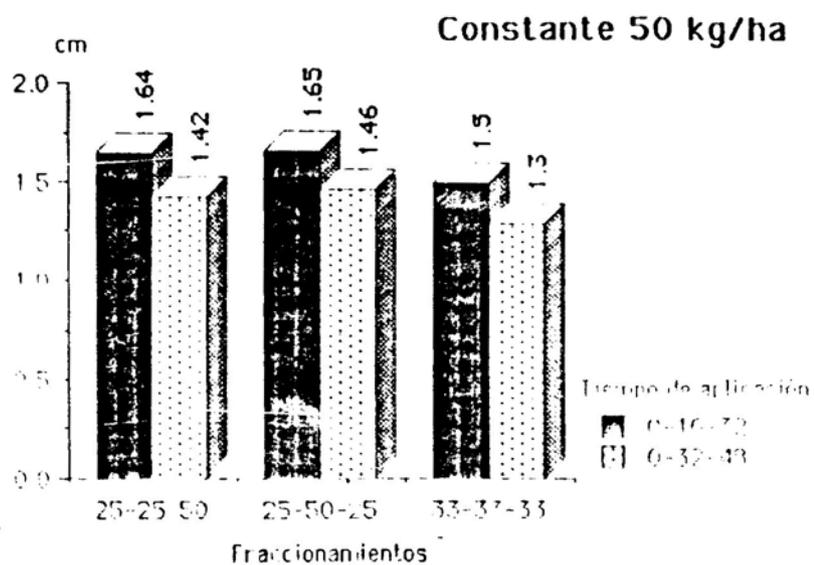


Figura 7. Efecto de la combinación de los factores en estudio sobre el diámetro del tallo.

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 mazorca.

La longitud de mazorca puede ser influenciada por la humedad del suelo, radiación solar y nitrógeno principalmente (Adetiloye *et al* , 1984).

En base al análisis estadístico realizado se encontró que los diversos factores en estudio no influyeron significativamente sobre esta variable, no obstante la longitud fue superior con la aplicación de nitrógeno (Tablas 3, 4 y 5) presentándose una tendencia a obtener una mayor longitud con el nivel de 100 kg/ha de nitrógeno, éste fraccionado en cualquiera de las proporciones y de los momentos de aplicación estudiados. Esto concuerda con lo encontrado por varios autores (Berger, 1975; Velásquez y Rodríguez, 1982), quienes reportan que al aumentar la dosis de nitrógeno aumenta la longitud de mazorca, y con Karim *et al* (1983) quienes no encontraron un efecto significativo con la aplicación de tres diferentes niveles de nitrógeno.

3.2.2.- Número de hileras por mazorca.

Teniendo una nutrición normal de nitrógeno, el número de hileras por mazorca aumenta la masa relativa de ésta (Ustimenko, 1980).

El análisis estadístico efectuado para los factores nivel de nitrógeno, fraccionamiento y momento de aplicación se presenta en las Tablas 3, 4 y 5.

La aplicación de nitrógeno al cultivo resultó en un incremento en el número de hileras por mazorca. El mayor número de hileras por mazorca se obtuvo con el nivel de 100 kg/ha de nitrógeno pudiéndose fraccionar y aplicar en cualquiera de los niveles estudiados.

3.2.3 - Número de granos por hilera.

El número de granos por hilera depende en gran medida de las condiciones ambientales tales como: temperatura, humedad del suelo y nutrientes principalmente nitrógeno (Paratori *et al*, 1978).

Según el análisis estadístico realizado para los tres factores en estudio se encontró que ninguno de ellos tuvo una influencia significativa pero se observó que con el nivel de 100 kg/ha de nitrógeno hay una influencia positiva sobre el número de granos por hileras (Tablas 3, 4 y 5). Estos resultados coinciden con lo señalado por Lemcoff y Loomis (1986) quienes indican que el número de granos por hilera se incrementa con el suministro de nitrógeno.

3.2.4.- Número de mazorcas totales.

El número de mazorcas totales depende en gran medida de la humedad del suelo, radiación solar y por el nitrógeno (Adetiloye *et al*, 1984).

El análisis estadístico efectuado para los factores nivel de nitrógeno, fraccionamiento y momentos de aplicación nos muestra que ninguno de ellos tuvo una influencia significativa sobre esta variable (Tablas 3, 4 y 5). Sin embargo, se presentó un mayor número de mazorcas cosechadas con las aplicaciones de nitrógeno. Estos resultados coinciden con lo referido por Kariin *et al* (1983) y por El-Hattab y Gheith (1984) quienes aseguran que el número de mazorcas se incrementa con las aplicaciones de nitrógeno.

3.2.5.- Número de mazorcas dañadas.

Esta variable es afectada negativamente por altos niveles de nitrógeno y por altas densidades (Cuadra, 1988).

El análisis estadístico realizado para los tres factores en estudio, presentó un mayor número de mazorcas dañadas cuando no se suministro nitrógeno. Hay que resaltar que el menor número de mazorcas dañadas se

obtuvo con el nivel de 100 kg/ha de nitrógeno, no teniendo efecto el fraccionamiento ni los momentos de aplicación (Tablas 3, 4 y 5). Estos resultados coinciden con lo encontrado por Cuadra (1988) quién obtuvo un mayor número de mazorcas dañadas en las parcelas que no suministró nitrógeno y con investigaciones realizadas con la misma variedad de maíz durante 1989, las cuales reportan los mismos resultados (Salgado, 1990; Bustamante, 1990).

3.2.6.- Peso de mil granos.

En maíz, el peso del grano esta fuertemente influenciado por el suministro del nitrógeno (Lemcoff y Loomis, 1986).

El análisis estadístico para cada uno de los factores en estudio mostró una influencia no significativa sobre el peso de mil granos. Sin embargo éste fue superior cuando se utilizó fertilizante nitrogenado. El nivel de 50 kg/ha de nitrógeno, presentó un mayor peso con relación al de 100 kg/ha de nitrógeno (Tablas 3, 4 y 5). Estos resultados están de acuerdo por todos aquellos autores que señalan que el peso del grano es mayor con fertilizante nitrogenado que sin fertilizante (Barbieri y Tesdeschi, 1971; Matkevich, 1964; Hug, 1987).

3.2.7.- Rendimiento.

La producción de grano por unidad de área puede verse afectado por varios factores como: Temperatura, luz, humedad y por la cantidad de nitrógeno suministrado.

Según el análisis estadístico realizado para los factores nivel de nitrógeno, fraccionamientos y momentos de aplicación, su efecto fue no significativo. Sin embargo, los tratamientos que recibieron fertilizante nitrogenado fueron superiores significativamente en relación al testigo. La aplicación de 100 kg/ha de nitrógeno resultó en el mayor rendimiento obteniéndose 1,630 kg/ha de grano, (Tablas 3, 4 y 5). Estos resultados coinciden con todos aquellos autores que señalan una respuesta positiva del maíz a las aplicaciones del nitrógeno. (Richardson, 1968; Ballesteros, 1972; Fox, 1974; Metcalfe y Elkins, 1980; MIDINRA, 1985; citados por Cuadra, 1988).

Tabla 3. Efecto de diferentes niveles de nitrógeno sobre el rendimiento y sus componentes principales.

NIVELES (kg/ha)	LONGITUD MAZORCA (cm)	Nº HILERAS POR MAZORCA	Nº GRANOS POR HILERA	MAZORCAS TOTALES *	MAZORCAS DAÑADAS **	PESO DE 1000 GRANOS	RENDIMIENTO (kg/ha)
TESTIGO	11.47 b	13.24 b	26.24 b	46.8 a	17.8 a	222.86 b	957.369 b
50	12.3 a	13.65 a	27.53 ab	50.3 a	15.2 ab	247.14 a	1318.63 a
100	12.93 a	13.78 a	29.15 a	50.7 a	12.96 b	244.83 a	1630.37 a
ANDEVA	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
CV (%)	11.29	3.77	11.70	13.93	20.24	12.56	6.77

* Datos con la transformación $\sqrt{x+0.5}$

** Datos con la transformación $\ln(x+1)$

Tabla 4. Efecto de diferentes fraccionamientos sobre el rendimiento y sus componentes principales.

FRAC- CIONA- MIENTO	LONGITUD MAZORCA (cm)	Nº HILERAS POR MAZORCA	Nº GRANOS POR HILERA	MAZORCAS TOTALES *	MAZORCAS DAÑADAS **	PESO DE 1000 GRANOS	RENDIMIENTO (kg/ha)
25-25-50	12.64 a	13.74 a	28.78 a	48.75 a	13.7 a	246.46 a	1499.37 a
25-50-25	12.57 a	13.69 a	27.54 a	49.25 a	13.25 a	247.37 a	1407.09 a
33-33-33	12.71 a	13.73 a	28.71 a	53.5 a	15.3 a	244.12 a	1517.05 a
ANDEVA	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
CV (%)	11.29	3.77	11.70	13.93	20.24	12.56	6.77

* Datos con la transformación $\sqrt{x+0.5}$

** Datos con la transformación $\ln(x+1)$

Tabla 5. Efecto de diferentes momentos de aplicación del nitrógeno sobre el rendimiento y sus componentes principales.

MOMENTO DE APLICACION	LONGITUD MAZORCA (cm)	Nº HILERAS POR MAZORCA	Nº GRANOS POR HILERAS	MAZORCAS TOTALES *	MAZORCAS DAÑADAS **	PESO DE 1000 GRANOS	RENDIMIENTO (kg/ha)
0-16-32	12.66 a	13.84 a	28.60 a	50.06 a	13.80 a	248.19 a	1508.36 a
0-32-48	12.62 a	13.59 a	28.08 a	50.93 a	14.36 a	243.78 a	1440.65 a
ANDEVA	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
CV (%)	11.29	3.77	11.70	13.93	20.24	12.56	6.77

* Datos con la transformación $\sqrt{x+0.5}$

** Datos con la transformación $\text{LN}(x+1)$

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

3.3.1.- Interacción nitrógeno*fraccionamiento.

Se encontró una tendencia a aumentar los rendimientos con la combinación a_2b_2 , que consiste en la aplicación de 100 kg/ha de nitrógeno, fraccionados en un 25-50-25 % de la dosis total, el cual produjo un rendimiento de 1,664 kg/ha de grano. (Tabla 6). Similar comportamiento presentó la combinación a_2b_3 , a la cual le corresponde una dosis de 100 kg/ha de nitrógeno, dividido en tres aplicaciones iguales. A la vez estas combinaciones presentaron el mayor número de mazorcas totales.

Tabla 6. Efecto de la interacción de diferentes niveles de nitrógeno y fraccionamientos sobre el rendimiento y sus componentes principales.

INTERAC- CION	LONGITUD MAZORCA (cm)	Nº HILERAS POR MAZORCA	Nº GRANOS POR HILERAS	MAZORCAS TOTALES *	MAZORCAS DAÑADAS **	PESO DE 1000 GRANOS	RENDIMIENTO (kg/ha)
a_1b_1	12.36 a	13.42 a	28.14 a	50.60 a	15.70 a	251.48 a	1408.22 a
a_1b_2	12.15 a	16.78 a	26.09 a	46.40 a	13.60 a	246.08 a	1150.60 a
a_1b_3	12.41 a	13.76 a	28.37 a	53.90 a	16.30 a	243.85 a	1397.08 a
a_2b_1	12.93 a	14.06 a	29.42 a	46.90 a	11.70 a	241.44 a	1590.52 a
a_2b_2	12.99 a	13.60 a	28.99 a	52.10 a	12.90 a	248.66 a	1663.59 a
a_2b_3	13.01 a	13.70 a	29.05 a	53.10 a	14.30 a	244.39 a	1637.02 a
ANDEVA	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
CV (%)	11.29	3.77	11.70	13.93	20.24	12.56	6.77

* Datos con la transformación $\sqrt{x+0.5}$

** Datos con la transformación $\text{LN}(x+1)$

3.3.2.- Interacción nitrógeno*momento de aplicación.

Se encontró que no hubo efecto significativo de esta interacción sobre las variables, a excepción del número de hileras por mazorca. Sin embargo, se mostró una inclinación a aumentar los rendimientos con la combinación a_2c_1 que corresponde a la aplicación de 100 kg/ha de nitrógeno, suministrados a la siembra, 16 y 32 días después, obteniéndose un rendimiento de 1,641 kg/ha de grano. A la vez ésta interacción presentó el menor número de mazorcas dañadas y el mayor peso de 1000 granos (Tabla 7).

Tabla 7. Efecto de la interacción de diferentes niveles de nitrógeno y momentos de aplicación sobre el rendimiento y sus componentes principales.

INTERAC- CIÓN	LONGITUD MAZORCA (cm)	Nº HILERAS POR MAZORCA	Nº GRANOS POR HILERAS	MAZORCAS TOTALES *	MAZORCAS DAÑADAS **	PESO DE 1000 GRANOS	RENDIMIENTO (kg/ha)
a ₁ c ₁	12.39 a	13.93 a	27.97 a	51.06 a	15.46 a	245.82 a	1375.95 a
a ₁ c ₂	12.22 a	13.37 b	27.09 a	49.53 a	14.93 a	248.46 a	1261.32 a
a ₂ c ₁	12.93 a	13.76 ab	29.22 a	49.06 a	12.13 a	250.56 a	1640.77 a
a ₂ c ₂	13.02 a	13.81 ab	29.68 a	52.33 a	13.80 a	239.10 a	1619.98 a
ANDEVA	NS	*	NS	NS	NS	NS	NS
CV (%)	11.29	3.77	11.70	13.93	20.24	12.56	6.77

* Datos con la transformación $\sqrt{x+0.5}$

** Datos con la transformación $\text{LN}(x+1)$

3.3.3.- Interacción fraccionamiento*momento de aplicación.

Los datos obtenidos de ésta interacción nos muestra que no se encontraron diferencias significativas sobre los parámetros estudiados. Sin embargo, hay un aumento en los rendimientos con la combinación b_3c_1 que consiste en dividir el total del nitrógeno en tres proporciones iguales y aplicados a la siembra, 16 y 32 días después produciendo un rendimiento de 1,596 kg/ha de grano. A la vez se presentó un leve aumento en el número de mazorcas totales y peso de 1000 granos en comparación con las demás combinaciones (Tabla 8).

Tabla 8. Efecto de la interacción de diferentes fraccionamientos y momentos de aplicación sobre el rendimiento y sus componentes principales.

INTERAC- CION	LONGITUD MAZORCA (cm)	Nº HILERAS POR MAZORCA	Nº GRANOS POR HILERAS	MAZORCAS TOTALES *	MAZORCAS DAÑADAS **	PESO DE 1000 GRANOS	RENDIMIENTO (kg/ha)
b1c1	12.70 a	13.84 a	29.83 a	46.60 a	11.20 a	247.66 a	1556.89 a
b1c2	12.58 a	13.62 a	28.33 a	50.90 a	16.20 a	245.25 a	1441.85 a
b2c1	14.40 a	13.80 a	27.60 a	47.80 a	13.90 a	241.32 a	1372.65 a
b2c2	12.74 a	13.58 a	27.48 a	50.70 a	12.60 a	253.40 a	1441.53 a
b3c1	12.89 a	13.88 a	28.97 a	55.80 a	16.30 a	255.60 a	1595.54 a
b3c2	12.54 a	13.58 a	28.45 a	51.20 a	14.30 a	232.65 a	1438.57 a
ANDEVA	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
CV (%)	11.29	3.77	11.70	13.93	20.24	12.56	6.77

* Datos con la transformación $\sqrt{x+0.5}$

** Datos con la transformación $\text{LN}(x+1)$

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

En cuanto a la interacción de los tres factores en estudio, en el análisis no se encontraron diferencias significativas sobre ninguna de las variables. No obstante se encontró que la combinación $a_2b_3c_1$ a la cual le corresponde un nivel de 100 kg/ha de nitrógeno, dividido en tres aplicaciones iguales y suministrados a la siembra, 16 y 32 días después, manifestó un aumento de los rendimientos obteniéndose 1,940 kg/ha de grano. A la vez el número de granos por hileras, mazorcas totales y peso de 1000 granos aumentaron con esta combinación. (Tabla 9).

Tabla 9. Efecto de la interacción de diferentes niveles de nitrógeno, fraccionamientos y momentos de aplicación sobre el rendimiento y sus componentes principales.

INTERAC- CION	LONGITUD MAZORCA (cm)	Nº HILERAS POR MAZORCA	Nº GRANOS POR HILERAS	MAZORCAS TOTALES *	MAZORCAS DAÑADAS **	PESO DE 1000 GRANOS	RENDIMIENTO (kg/ha)
$a_1b_1c_1$	12.47 a	13.88 ab	29.08 a	51.60 a	13.20 a	248.74 a	1611.79 a
$a_1b_1c_2$	12.25 a	12.96 b	27.20 a	49.60 a	18.20 a	254.22 a	1204.65 a
$a_1b_2c_1$	12.28 a	13.88 ab	26.84 a	49.20 a	14.60 a	240.15 a	1264.65 a
$a_1b_2c_2$	12.02 a	13.68 ab	25.34 a	43.60 a	12.60 a	252.04 a	1036.55 a
$a_1b_3c_1$	12.44 a	14.04 ab	28.00 a	52.40 a	18.60 a	248.58 a	1251.42 a
$a_1b_3c_2$	12.39 a	13.48 ab	28.74 a	55.40 a	14.00 a	239.12 a	1542.76 a
$a_2b_1c_1$	12.94 a	13.84 ab	29.38 a	41.60 a	9.20 a	246.59 a	1502.00 a
$a_2b_1c_2$	12.92 a	14.28 a	29.46 a	52.20 a	14.20 a	236.29 a	1679.05 a
$a_2b_2c_1$	12.52 a	13.72 ab	28.36 a	46.40 a	13.20 a	242.49 a	1480.66 a
$a_2b_2c_2$	13.46 a	13.48 ab	29.62 a	57.80 a	12.60 a	254.84 a	1846.52 a
$a_2b_3c_1$	13.34 a	13.72 ab	29.94 a	59.20 a	14.00 a	262.62 a	1939.66 a
$a_2b_3c_2$	12.69 a	13.68 ab	28.16 a	47.00 a	14.60 a	226.17 a	1334.38 a
ANDEVA	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
CV (%)	11.29	3.77	11.70	13.93	20.24	12.56	6.77

* Datos con la transformación $\sqrt{x+0.5}$

** Datos con la transformación $\text{LN}(x+1)$

IV.- CONCLUSIONES.

Durante el crecimiento y desarrollo se observó que la altura de planta y el diámetro del tallo aumentan con la aplicación de 100 kg/ha de nitrógeno, fraccionado en un 25-50-25 % y aplicados a la siembra, 32 y 48 días después. En tanto el número de hojas aumentó con la aplicación de 100 kg/ha de nitrógeno tanto cuando éste se fraccionó en un 25-25-50 % como en tres aplicaciones iguales suministrados a los 0-32-48 y a los 0-16-32 días después de la siembra respectivamente.

El rendimiento y sus componentes principales presentaron una respuesta positiva a la aplicación de nitrógeno. La mejor respuesta en la mayoría de los casos se obtuvo con el nivel de 100 kg/ha de nitrógeno fraccionado en tres proporciones iguales y aplicados a la siembra, 16 y 32 días después.

Para la interacción nitrógeno*fraccionamiento los mejores resultados se obtuvieron con la utilización de 100 kg/ha de nitrógeno y fraccionados en un 25-50-25 %.

El mejor comportamiento para la interacción nitrógeno*momento de aplicación lo mostró el nivel de 100 kg/ha de nitrógeno y aplicados a la siembra, 16 y 32 días después.

En la interacción fraccionamiento*momento de aplicación se observó que los mejores resultados se presentaron al fraccionar el nitrógeno en tres proporciones iguales del total y aplicados a la siembra, 16 y 32 días después.

La utilización combinada de 100 kg/ha de nitrógeno divididos en tres aplicaciones iguales y suministrados a la siembra 16 y 32 días después fue la que presentó el mejor comportamiento.

V.- RECOMENDACIONES.

- Repetir este experimento, en las mismas condiciones y en diferentes épocas para incrementar el rango de validez de nuestras conclusiones.
- Continuar realizando este tipo de experimento con diferentes variedades y en las distintas zonas del país para disponer de una abundante base experimental, así nos permita mejorar la eficiencia en el uso del nitrógeno, la mejor variedad para cada zona y aprovechar al máximo el gran potencial productivo del cultivo del maíz.
- Incrementar el rango de fertilizantes para futuras investigaciones de manera que se busque como reflejar una diferencia marcada de la dosis, fraccionamiento y momento de aplicación.

VI.- BIBLIOGRAFIA.

- ADETILOYE, P; OKIGHO, B; EZEDINMA, F. O. C. 1984. Response by maize plant and ear shoot characters to growth factors in southern Nigeria. Field crops research (1984) 9 (3/4) 265-277 pag. (En, 27 ref.) Dep. of crop Sci. Nigeria Univ. Hsukka, Nigéria.
- ARZOLA, N; FUNDORA, O; MACHADO, J. 1981. Suelo, planta y abonado. Editorial Pueblo y Educación. La Habana, Cuba.
- BALLESTEROS, P. 1972. Efecto de la densidad de la población y de la fertilización edáfica N-P-K sobre el rendimiento del maíz "Braquitico S" Escuela Nacional de Agricultura y Ganadería. Managua, Nicaragua. Tesis de Ingeniero Agrónomo.
- BARBIERI, R; Y TEDESCHI, P. 1971. Comparison of liquid and traditional fertilizers for grain maize. Annali della faculta di suenze agrarie della universito degli studi di Napoli. (1971). 5, 161 - 171 pag. (It, Fr, en, 15 ref.) Instituto de Agronomía genevale coltivazioni Erbacea, Partici, Italy.
- BERGER, J. 1975. Maíz, su producción y abonamiento. Editorial Científico Técnica. Instituto Cubano del Libro, La Habana. 1971. 128 p.
- BUNDY, L. G. 1986. Review. Timing nitrogen applications to maximize fertilizer efficiency and crop response in conventional corn production. Journal of Fertilizer Issues. Volume 3, Number 3, July-September. 1986. 99-106 pag.
- BUSTAMANTE, M. 1990. Efecto de diferentes niveles de nitrógeno, fraccionamiento y momentos de aplicación sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento del maíz. Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias. Tesis de Ingeniero Agronomo.
- CHAPMAN, S; Y CARTER, L. P. 1976. Producción Agrícola. Principios y Prácticas. Ed. Acribia, Zaragoza, España. 572 p.
- CUADRA, M. 1988. Efecto de diferentes niveles de nitrógeno, espaciamiento y poblaciones sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento del maíz. Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias. Tesis de Ingeniero Agronomo.
- DEMOLON, A. 1975. Crecimiento de los vegetales cultivados. Tomo II. Edición Revolucionaria. Instituto Cubano del Libro. Editorial Pueblo y Educación.
- DEYUIN, R. 1977. Fisiología Vegetal. Editorial Pueblo y Educación. Plaza de la Revolución, La Habana, Cuba.
- DOMINGUEZ, A. 1983. Tratado de Fertilización. Ediciones Mundi Prensa, Madrid, España. 279-298 p.
- EL-HATTAB, A. H; GHEITH, E.M.S. 1984. Response of corn (*Zea mays* L.) to nitrogen and zinc fertilization as soil application. Beitrage zur Tropischen Landwirt Schattand veterinar medizin (1984) 9 (2/3) 255-261 p. (En, de, es, fr, rv, 28 ref).
- FAO 1984. Guía técnica sobre la tecnología de la semilla del maíz. 172 p.

- FAO. 1985. Anuario de Producción.
- FOX, R. H. 1974. Fertilización con nitrógeno en los Trópicos Húmedos. Departamento de Agronomía, Cornell University, Ithaca, New York. 16 p.
- FOX, R.; KERN, J.; PIEKIELEK, W. 1986. Response of corn to nitrogen fertilizer and the prediction of soil nitrogen availability with chemical tests in Pennsylvania. Pennsylvania Agric. Exp. Stn. Bull 843 p.
- GARMAN, W. 1974. Manual de fertilizantes. Editorial Limusa México. 71-75 p.
- GLANZE, P. 1973. El maíz de grano. 126-135 p.
- GODYANI, W.; Y CHOKEY, S. 1968. Performance of hybrid maize under varying plant population with three levels of nitrogen and their time of nitrogen application. Indian J. Agron. 13: 83-87 p.
- GROS, A. 1981. Abonos: Guía práctica de la fertilización. 371375 p.
- HENKES, R. 1968. Naturaleza del nitrógeno. Agricultura de las Américas. Kansas City, USA. 19: 16-22 p.
- HOLDRIDGE, L. R. 1963. General Ecology of the Republic of Nicaragua. Managua, Nicaragua. United States Operations Missions to Nicaragua. 31 p.
- HUQ, S. M. I. 1987. Yield and protein quality of maize grain as affected by fertilizer application. Bangladesh Journal of Agriculture. (1987) 12/38 169-179 p (En, 19 ref.). Dep. Soil Sci. Univ. Bhka, Dhaka Bangladesh.
- IGNATIEFF, Y.; Y PAGE, H. J. 1967. El uso eficaz de los fertilizantes. Ciencia y Técnica. Instituto del Libro. La Habana. 379 p.
- KARIM, M.; BAKSH, A.; SHAH, P. 1983. Effects of plant population, nitrogen application and irrigation on yield components of Synthetic maize. Journal of Agric. Research, Pakistan. 21 (2) 57-69 p.
- LANG, P. Y MALLETT, J. 1987. The effect of tillage system and rate and time of nitrogen application on maize performance on a sandy Avalon soil. S. Afr. J. Plant Soil. 1987. 4 (3) 127-130 p.
- LEMCOFF, J. H.; Y LOOMIS, R.S. 1986. Nitrogen influences on yield determination in maize. Crop Science. Vol. 26. September-October 1986. 1017-1022 p.
- LIVIO, E. 1976. Seminario sobre técnicas de producción, Secciones de Cultivos Varios. División Agrícola.
- MAG. 1971. Manual práctico para la interpretación de los mapas de suelo. Catastro e inventario de recursos naturales. Nicaragua, 39 p.
- MATKEVICH, V.T. 1984. Effects of increased rates and forms of nitrogen on nitrate concentration in maize, sorghum and barley forage. Sel hoz yaistrennaya biologiya, (1984) No. 7, 55 - 58 pag.

- METCALFE, D.S. Y ELKINS, D. M. 1980. Crop Production. Principles and Practices. 4th. edition. Mc.Millan Publishing Company Inc. 233-365 p.
- MIDINRA. 1983. Técnicas para la producción de maíz. DGTÁ-PAN-FAO. (1983). Managua, Nicaragua. Sept. 5, 1983. 15 p. T.P. 293.
- MIDINRA. 1985. Guía tecnológica para la producción de maíz de secano. Managua, Nicaragua. 35 p.
- PALACIOS, S. 1990. MIDINRA. Departamento de Estadística. Nicaragua. Comunicación personal.
- PARATORI, O; SALLIA, C; ARAUS, F.; RAMIREZ, A. 1978. Cultivo de maíz. Boletín informativo No. 1. Estación Experimental La Platina. Santiago de Chile, 1978. Editorial Universitaria. 26-36 p.
- PARSONS, M. MONDONERO, J. R. DE LA ROZA, I; KIRCHNER, F; USAMI, C; ATILANO, M.T. 1981. Maíz. Manuales para la Educación Agropecuaria. Editorial Trillas, Mexico, 1981. 54 p.
- PNIM-CIMMYT. 1986. Características agronómicas de la NB-12.
- RANDALL, G.W. Y KELLY, P.L. 1985. Split application of N. for corn on a Webster Soil.
- REDDEPPA, R. M. Y PATIL, S. J. 1982. Response of hybrid maize to different sources, levels and split doses of nitrogen applications. Mysore J. Agric. Sci, 16: 404-407 p.
- RHOADS, F. M. Y MANNING, A. 1986. Response of irrigated maize to nitrogen management. Soil and Crop Science Society of Florida Proceedings 45: 50-52 p.
- RICHARDSON, H. L. 1968. The use of fertilizers. In Symposium on soil resources of tropical Africa. The African Studies Assoc. R. Moss (ed).
- RUSSELLE, M. P; HAUCK, R. D; OLSON, R.A. 1983. Nitrogen Accumulation rates of irrigated maize. Agronomy Journal. Vol 25 July-August 1983.
- SALGADO, A. 1990. Efecto de diferentes niveles de nitrógeno, fraccionamientos y momentos de aplicación sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento del maíz. Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias. Tesis de Ingeniero Agronomo.
- SHARMA, B. D. Y SINGH, R. 1982. Distribution of nitrate N and nitrogen uptake by rainfed maize as affected by methods of applications of Urea. Journal of the Indian Society of Soil Science. Vol. 30 (1): 44-47 p.
- SPRAGUE, G. F. Y LARSON, W. E. 1972. Producción de maíz. Manual de agricultura No. 322. Agencia para el Desarrollo Internacional. (AID) México/Buenos Aires 40 p.
- STEVANOVIC, M. SAYIC, R. 1982. Effect of nitrogen level and plant number on the yield of maize hybrids grown under irrigation, Archiv za poljoprivredve nauke (1982) 43 (152) 455-463 p.
- SUWANARIT, A. SUWANARAT, C; CHOTOCHUNGMANEERAT, S. 1986. Effects of land preparation and maize cultivar on efficiency of N fertilizer applied at different times and by different methods in maize-mung bean association using N. Plant and Soil. 14:179-190 p.

- USTIMENKO, G.Y. 1980. El cultivo de plantas tropicales y subtropicales. Editorial MIR. Moscú. 429 p.
- VASCONCELOS, C.A.; LOPES DOS SANTOS, S. H. COELHO, A.M. 1980. Nutrição e adubação do milho. Inf. Agropec. Belo Horizonte, 6. (72) Dezn, 1980. 21-25 p.
- VELASQUEZ, J. Y. RODRIGUEZ, F. 1982. Evaluación de las respuesta del maíz a la aplicación de niveles de fertilizantes NPK. CENIDA. Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias.
- VILLANUEVA, Z. E. 1990. Los suelos de la finca Las Mercedes y las propiedades mas relevantes para planear su uso y manejo. Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias. Trabajo de Diploma. Managua, Nicaragua. 1990.
- WORTHEN, E. Y ALDRICH, S. 1980. Suelos agrícolas, su conservación y fertilización. 88-108 p.
- YAGODIN, B; SMIRNOV, A; PETERBURGSKI, J. 1982. Agroquímica. Tomo I y II, Editorial MIR. Moscú. 325-380 p.