

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

**FACULTAD DE AGRONOMIA
ESCUELA DE PRODUCCION VEGETAL
DEPARTAMENTO DE CULTIVOS ANUALES**

TRABAJO DE DIPLOMA

**EFEECTO DE DIFERENTES NIVELES DE NITROGENO, FRACCIONAMIENTO
Y MOMENTOS DE APLICACION SOBRE EL CRECIMIENTO, DESARROLLO Y
RENDIMIENTO DEL MAIZ (*Zea mays* L.) var. NB - 12.**

AUTOR:

MIRNA BUSTAMANTE MONCADA

ASESOR:

ING. MARGARITA CUADRA ROMANO

MANAGUA, NICARAGUA, 1990

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

**FACULTAD DE AGRONOMIA
ESCUELA DE PRODUCCION VEGETAL
DEPARTAMENTO DE CULTIVOS ANUALES**

TRABAJO DE DIPLOMA

**EFFECTO DE DIFERENTES NIVELES DE NITROGENO, FRACCIONAMIENTO
Y MOMENTOS DE APLICACION SOBRE EL CRECIMIENTO, DESARROLLO Y
RENDIMIENTO DEL MAIZ (*Zea mays* L.) var. NB - 12:**

**AUTOR:
MIRNA BUSTAMANTE MONCADA**

**ASESOR
ING. MARGARITA CUADRA ROMANO**

MANAGUA, NICARAGUA, 1990

DEDICATORIA

Dedico el presente trabajo:

A la REVOLUCION POPULAR SANDINISTA, a los HEROES Y MARTIRES DE LA REVOLUCION que hicieron posible la culminación de mi carrera profesional.

Especialmente a mis padres:

JUANA E. MONCADA.

JUAN MARIA BUSTAMANTE.

A mis hermanos:

OSCAR, MARIBELL, NIDIA, JAVIER, MIGUEL, ARACELY y HUMBERTO, todos ellos con su apoyo, esfuerzo y sacrificio hicieron posible llegar hasta la meta de mi carrera.

A G R A D E C I M I E N T O

De manera muy especial quiero agradecer a todas aquellas personas que colaboraron conmigo para que este trabajo se realizara.

A mi asesora Ing. MARGARITA CUADRA R. quien colaboró y condujo este trabajo.

Al Ing. Víctor Rivera, por el apoyo brindado durante la realización de este trabajo.

Al Ing. Rodolfo Munguía H. por su valiosa colaboración en la culminación de este trabajo.

Al Ing. M.S.C. José Angel Vanegas,
Ing. Camilo Somarriba,
Ing. Victor Aguilar.

A todos aquellos que de una ú otra forma colaboraron para que este trabajo llegara a su culminación.

INDICE GENERAL

Sección	Página
INDICE GENERAL.....	i
INDICE DE CUADROS.....	iii
INDICE DE FIGURAS.....	iv
RESUMEN.....	v
I. INTRODUCCION.....	1
II. MATERIALES Y METODOS.....	4
2.1. Descripción del lugar y diseño.....	4
2.2. Métodos de Fitotécnia.....	9
III. RESULTADOS Y DISCUSION.	7
3.1. Efecto de los diferentes factores en estudio sobre el crecimiento y desarrollo del cultivo del maíz.	5
3.1.1. Altura de planta.....	9
3.1.2. Diametro del tallo.....	11
3.2. Efecto de los diferentes factores en estudio sobre el rendimiento y sus componentes principales..	14
3.2.1. Longitud de mazorca.....	14
3.2.2. Número de hileras por mazorca.....	17
3.2.3. Número de granos por hileras.....	17
3.2.4. Número de mazorcas totales.....	18
3.2.5. Número de mazõrcas dañadas.....	18
3.2.6. Peso de 1000 granos.	19
3.2.7. Rendimiento.....	19
3.3. Efecto de las diferentes interacciones sobre el rendimiento y sus componentes principales.....	20

3.3.1.	Interacción nitrógeno- fraccionamiento.....	20
3.3.2.	Interacción nitrógeno- momento de aplicación.	22
3.3.3.	Interacción fraccionamiento- momento de aplicación.....	22
3.3.4.	Interacción nitrógeno- fraccionamiento-momento de aplicación.....	24
IV.	CONCLUSIONES.....	26
V.	RECOMENDACIONES.....	28
VI.	BIBLIOGRAFIA.....	29

INDICE DE CUADROS.

Cuadro.	Página
1 Análisis de suelos de la Compañía, Carazo, 1988.....	4
2 Arreglo de los tratamientos.....	5
3 Efecto de los diferentes niveles de nitrógeno sobre el rendimiento y sus componentes.....	16
4 Efecto de los diferentes fraccionamientos del nitrógeno sobre el rendimiento y sus componentes....	16
5 Efecto de los diferentes momentos de aplicación de nitrógeno sobre el rendimiento y sus componentes....	21
6 Efecto de los diferentes niveles de nitrógeno y fraccionamientos sobre el rendimiento y sus componentes principales.....	21
7 Efecto de los diferentes niveles de nitrógeno y momentos de aplicación sobre el rendimiento y componentes principales.....	23
8 Efecto de diferente fraccionamientos y momentos de aplicación sobre el rendimiento y sus componentes principales.....	23
9 Efecto de diferentes niveles de nitrógeno, fraccionamientos y momentos de aplicación sobre el rendimiento y sus componentes principales.....	25

INDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1.- Datos meteorológicos 1989. Estación Francisco Gutierrez, Campos Azules.....	8
2.- Efecto de 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.....	12
4.- Efecto de los diferentes factores en estudio sobre el diámetro del tallo.....	13
5.- Efecto de la combinación de los factores en estudio sobre el diámetro del tallo.....	15

RESUMEN

El ensayo se llevó a cabo en la Estación Experimental La Compañía, Carazo. Se estudió el efecto de tres niveles de nitrógeno (0, 50 y 100 kg/ha), dos fraccionamientos (25-75 % y 50-50 %) y dos momentos de aplicación del nitrógeno (0-16 y 0-32 días después de la siembra) sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento del maíz (Zea mays L.), variedad NB-12, se estableció el experimento utilizando el diseño trifactorial modificado en bloques completos al azar con cinco repeticiones, realizado en época de postrera del 25 de Agosto al 13 de Diciembre de 1989.

En los resultados obtenidos indican que hubo respuesta positiva del factor nitrógeno sobre el crecimiento vegetativo del cultivo, siendo la mejor con el nivel de 100 kg/ha. Presentando un similar comportamiento los fraccionamientos y los momentos de aplicación.

Los análisis realizados demuestran diferencias significativas para los diferentes niveles de nitrógeno sobre el rendimiento y sus componentes principales, obteniéndose el mayor rendimiento con 100 kg/ha de nitrógeno, no así para el fraccionamiento y momentos de aplicación que no presentaron diferencias significativas.

Entre las diferentes interacciones no hubieron diferencias significativas sobre el rendimiento y sus componentes principales, sin embargo se produjo la mejor respuesta con la combinación de 100 kg/ha de nitrógeno, fraccionándolo en 50-50 % aplicado a la siembra y 16 días después.

I.- INTRODUCCION.

El maíz (Zea mays L.) representa uno de los alimentos de mayor consumo popular, sobre todo en el continente americano donde es originario, así como también es materia prima básica del sector agroindustrial (García, 1983.)

En Nicaragua, el maíz es un cultivo alimenticio muy importante en la dieta nacional y aunque el área cosechada se ha incrementado el rendimiento promedio no ha aumentado. De acuerdo a datos reportados por Palacios (1990) para el ciclo 1986 - 1987 el área cosechada fue de 158,366.14 ha, produciendo 211,873.60 ton con un rendimiento promedio de 1,337.87 kg/ha. y para el ciclo 1988-1989 el área cosechada total fue de 223,637.73 ha produciendo 296,035.74 ton con un rendimiento promedio de 1,323.72 kg/ha, encontrándose estos rendimientos muy por debajo del potencial agroecológico de Nicaragua.

Para obtener una buena cosecha de maíz es indispensable suministrarle al suelo las sustancias nutritivas necesarias para la planta, entre estas figuran especialmente el nitrógeno, fósforo y potasio (Glanze, 1973).

Muchos autores afirman que el Nitrógeno es un elemento muy importante para la planta de Maíz, porque fomenta el crecimiento y rendimiento, ya que constituye del 1 - 4 % de su peso seco y este elemento es asimilado en un 60 - 80 % en las aplicaciones durante la fertilización (Millar, 1962; Ignatieff y Page, 1967; Quintana, 1983; Glanze, 1973).

En general los niveles de Nitrógeno recomendados para obtener altos rendimientos varían en las diferentes partes del mundo y están en un rango de 58 a 254 kg/ha, reportados por Cifuentes y Estrada, (1984); Midinra, (1985); Sanchez, (1973); Vasconcelos et al, (1980); Reddeppa y Patil, (1982); Metcalfe y Elkins, (1980); Chapman y Carter, (1976).

Según investigaciones se ha encontrado en maíz los mejores resultados al aplicar en el momento de la siembra parte del nitrógeno, todo el fósforo y todo el potasio de la dosis fertilizante; posteriormente en la segunda labor del cultivo el resto del nitrógeno por ser este elemento el que menos se fija o conserva en el terreno y para un mejor aprovechamiento por la planta es recomendable fraccionar su aplicación (Robles, 1978; Ortiz, 1961).

El tiempo de aplicación, es un factor muy importante porque afecta la eficiencia del fertilizante nitrógenado, y depende del clima, suelo y nutrientes a aplicar. (Bundy, 1986).

El manejo eficiente del fertilizante nitrogenado en la producción ha sido la meta de investigaciones considerables. La importancia de este esfuerzo se incrementará con los elevados costos del fertilizante nitrogenado y con la creciente preocupación acerca de los efectos adversos al medio ambiente derivados del pobre manejo de nitrógeno (Olson, 1977; Pratt, 1978; Shepers, 1981).

Teniendo en cuenta la importancia del nitrógeno para el cultivo del maíz se realizó el presente trabajo con los objetivos de:

1. Determinar el efecto de tres diferentes niveles de nitrógeno sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento del maíz.
2. Determinar el efecto de dos diferentes fraccionamientos del fertilizante sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento del maíz.
3. Determinar el efecto de dos diferentes momentos de aplicación del fertilizante sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento del maíz.
4. Determinar el efecto de las diferentes combinaciones entre factores sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento del Maíz.

II. MATERIALES Y METODOS.

2.1 .Descripción del lugar y diseño.

El presente experimento fue llevado a cabo en época de postera del 25 de agosto al 13 de diciembre de 1989, en la Estación Experimental La Compañía, ubicada en el Municipio de San Marcos, Carazo, localizado a 11° 54' latitud Norte y 86° 09' longitud Oeste, a una altitud de 480 m.s.n.m., presenta una temperatura promedio anual de 22°C y una precipitación promedio anual de 1200-1500 mm. La topografía es plana con suelo franco moderadamente profundos, drenados, medianamente ácidos a neutros, densidad aparente baja con alto contenido de materia orgánica, pertenece a la serie Masatepe (Talavera e Izquierdo, 1988).

De acuerdo a la clasificación Holdridge (1963) sobre zonas de vida, esta localidad se encuentra comprendida en la zona de Bosque Húmedo Premontano Tropical. El clima presenta condiciones aceptables para los cultivos de maíz y frijol.

Cuadro 1. Algunas propiedades químicas de los suelos de la Compañía, Carazo (Talavera e Izquierdo, 1988).

Propiedad	Medida
pH	6.5 H ₂ O
pH	5.6 (KCl)
Materia Orgánica (%)	17.24
Nitrógeno total (%)	0.57
C/N	17.53
Ca (meq/100 gdm)	30.30
P en solución (ppm)	0.12
K (meq/100 mg d m)	6.15
CIC	27.00
Saturación de bases (%)	99.00

Los datos meteorológicos del año 1989 se presentan en la Figura 1.

El diseño experimental utilizado fue un Trifactorial Modificado, con cinco repeticiones.

Los factores estudiados son:

Factor A: Nitrógeno.

$a_0 = 0$ kg/ha.

$a_1 = 50$ kg/ha.

$a_2 = 100$ kg/ha.

Factor B: Fraccionamiento.

$b_1 = 25 - 75$ %.

$b_2 = 50 - 50$ %.

Factor C: Momentos de aplicación.

$c_1 = 0 - 16$ Días después de la Siembra.

$c_2 = 0 - 32$ Días después de la Siembra.

Cuadro 2. Arreglo trifactorial de los 9 tratamientos.

Trat.	Nitrógeno (kg/ha)	Fraccionamiento	tiempo de aplicación. (dds)
1	0	0	0
2	50	25-75	0-16
3	50	25-75	0-32
4	50	50-50	0-16
5	50	50-50	0-32
6	100	25-75	0-16
7	100	25-75	0-32
8	100	50-50	0-16
9	100	50-50	0-32

La parcela experimental consistió de seis surcos con espaciamiento de 0.75 m y seis metros de largo con un área de 27

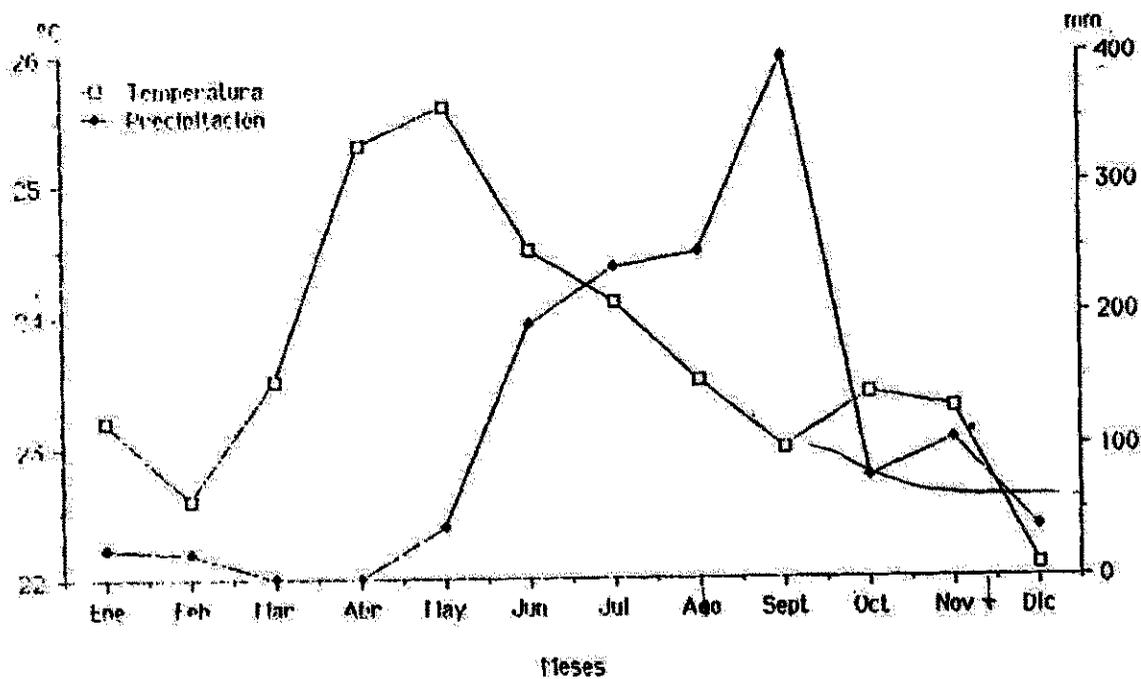


Figura 1. Datos meteorológicos 1989. Estación Francisco Gutiérrez. Campos Azules.

m². La parcela útil de 4 surcos centrales, dejando 0.5 m de borde con un área de 15 m² lo cual nos da 8 tratamientos más un testigo absoluto, igual a 9 tratamientos. El ensayo con 45 unidades experimentales presentó un área total de 1377 m².

Lo cual nos da 8 tratamientos más un testigo absoluto, igual a 9 tratamientos.

Las variables medidas fueron:

a) Durante el crecimiento y desarrollo del cultivo.

1.- Altura de planta (cm): Se tomó una muestra de 10 plantas establecidas dentro de la parcela útil, se midió desde la superficie del suelo hasta la base de la lígula superior, haciéndose cada semana hasta la floración.

2.- Diámetro del tallo (cm): Se tomó en las 10 plantas establecidas en la parcela útil, midiéndose el entrenudo debajo de la mazorca.

b) A la cosecha.

- Longitud de mazorca (cm).
- Número de hileras por mazorca.
- Número de granos por hilera.
- Número de mazorcas cosechadas.
- Número de mazorcas dañadas.
- Peso de 1000 granos al 15 % de humedad.
- Rendimiento en kg/ha.

Los análisis realizados para las variables altura de planta diámetro de tallo a través de tablas de medias e interacciones con lo que se elaboraron curvas e histogramas. Los análisis

estadísticos realizados para el resto de las variables fue ANDEVA y SEPARACION DE MEDIAS según TUKEY al 0.05.

2.2.- Métodos de fitotécnia.

La preparación del suelo fue mecanizada con el arado, gratero y surcado del terreno. La siembra se realizó manual de manera densa y con un posterior raleo a los 15 días quedando una densidad de 50.000 plantas por hectárea.

La variedad sembrada fue NB-12 con un ciclo de 110 días. La fertilización fosfórica y potásica fue aplicada toda al momento de la siembra en forma de Superfosfato triple con un 46 % de $F_{2}P_{5}$ en dosis de 40 kg/ha y muriato de potasio con un 50 % de $K_{2}O$ en dosis de 12 kg/ha, el fertilizante fue aplicado en forma de Urea al 46 % de Nitrógeno fraccionado en dos momentos según los tratamientos estudiados.

Para el control de plagas en el suelo se aplicó Furadan (Carbofuran) a razón de 15 kg/ha al momento de la siembra y durante el ciclo se aplicó Filitox (Metamidofos) y Lorsban (Clorpirifos) para plagas del follaje a razón de 1.42 l/ha.

El control de maleza se realizó de forma manual.

La cosecha se realizó de forma manual a la madurez del cultivo (110 días después de la siembra) cosechándose todas las plantas de la parcela útil.

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 en cm.

La altura de planta puede verse influenciada por los siguientes factores: luz, calor, humedad y nutrientes (Yagodin et al, 1982). En el ensayo pudo observarse que la mayor altura de planta se encontró con el nivel de Nitrógeno de 100 kg/ha (figura 2). Esto concuerda con lo reportado por Betango, (1988) de que al aumentar la dosis de Nitrógeno aumenta la altura de la planta.

El fraccionamiento 50-50 por ciento superó ligeramente en altura de planta con respecto al fraccionamiento 25-75 por ciento a partir de los 35 días después de la siembra (figura 2). Esto concuerda con lo reportado por la FAO/IAEA, (1970) en que la combinación más favorable es la de aplicar la mitad de Nitrógeno al momento de la siembra y la otra mitad cuando la planta tiene la altura de 50 cm.

Por otro lado, para el factor momento de aplicación se observó la mayor altura de planta con las aplicaciones a la siembra y 32 días después sobrepasando la altura a partir de los 35 días después de la siembra (figura 2). Esto puede deberse que al momento de aplicación fue el más adecuado de mayor demanda para el cultivo en su crecimiento. Esto está de acuerdo por lo reportado por Suwanarit et al, (1985) y que las aplicaciones a la

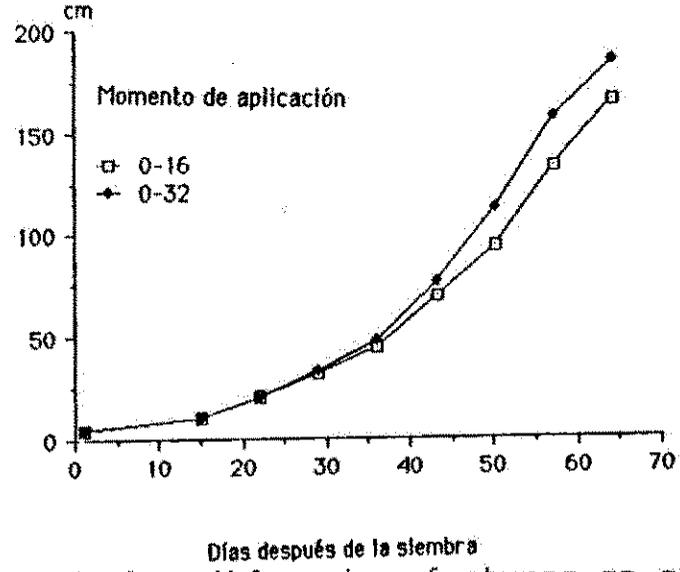
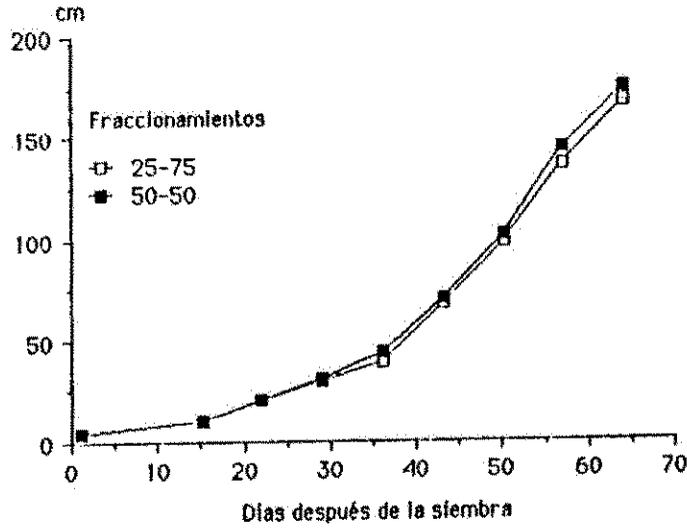
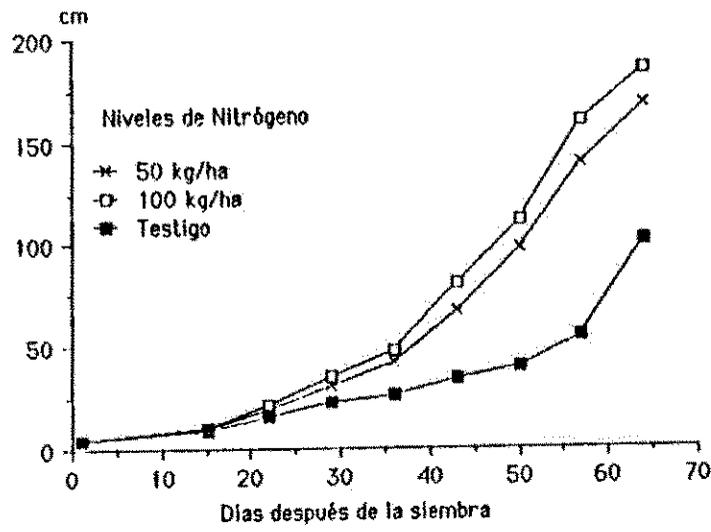


Figura 2: Efecto de los diferentes factores en estudio sobre la altura de planta.

siembra y 30 días después de la siembra fueron los mejores tiempo de aplicación.

En cuanto a la combinación de los diferentes factores, según se observa en la figura 3 la mayor altura de planta se obtuvo con la combinación de 100 kg/ha de Nitrógeno, fraccionado en 25-75 por ciento, aplicados a la siembra y 32 días después, estos resultados están de acuerdo con los mencionados por Arzola et al, (1981) de que altos niveles de Nitrógeno provocan un aumento de crecimiento de la planta y que la efectividad de la fertilización Nitrogenada depende en alto grado de la época de aplicación actuando sobre el crecimiento vegetativo.

3.1.2. Diámetro del tallo.

El diámetro o grosor del tallo depende de la variedad y de las condiciones del cultivo, este puede verse influenciado por varios factores entre ellos destaca el Nitrógeno disponible del suelo (Robles, 1978), respecto al efecto del Nitrógeno sobre el diámetro del tallo se encontró valores mayores con el nivel de 100 Kg/ha (figura 4), esto esta de acuerdo con Paterson et al (1967) quien reporta que el Nitrógeno cuando se encuentra en cantidades adecuadas es responsable de un marcado incremento en el diámetro del tallo. En la figura 4 se puede observar, que el fraccionamiento 25 - 75 % presenta un mayor diámetro del tallo en comparación con la aplicación de 50 - 50 %, esto puede deberse a que la planta requiere una cantidad mínima de nutrientes durante la fase inicial de crecimiento y a medida

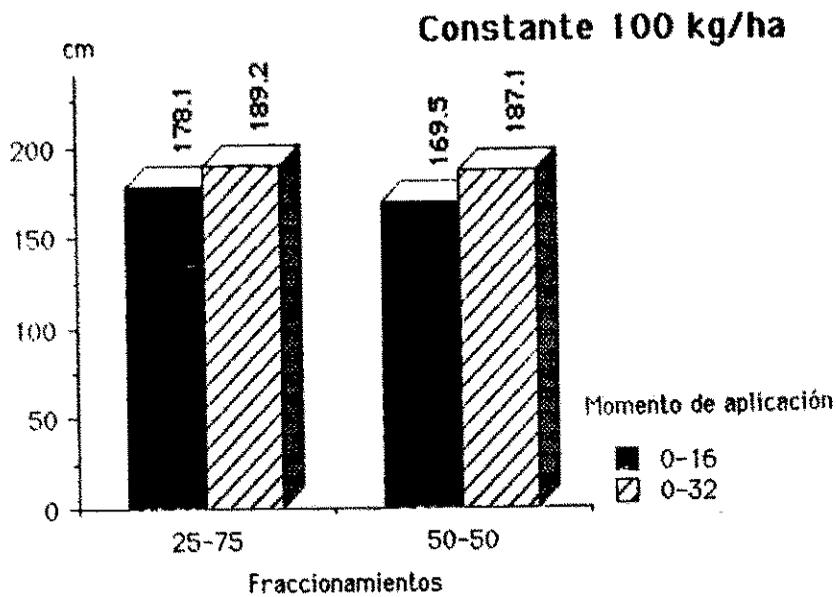
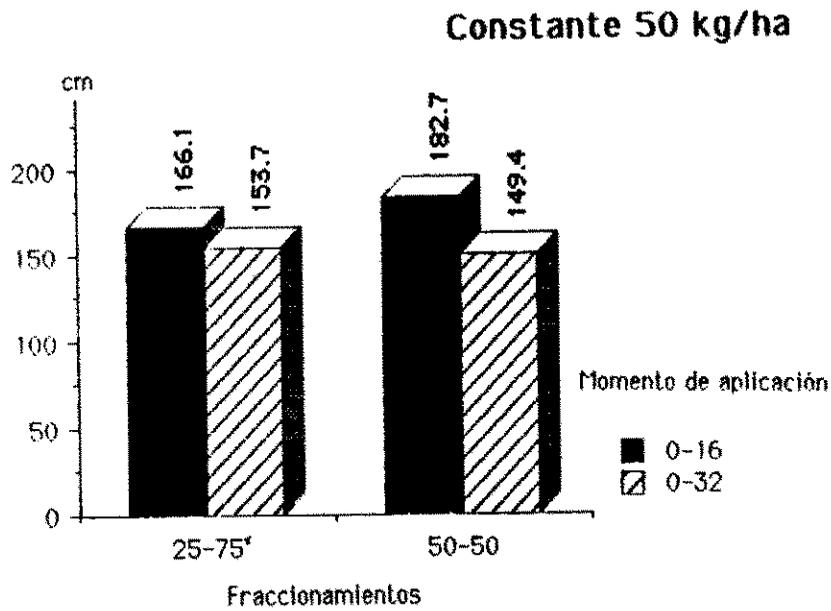


Figura 3. Efecto de la combinación de los factores en estudio sobre la altura de planta.

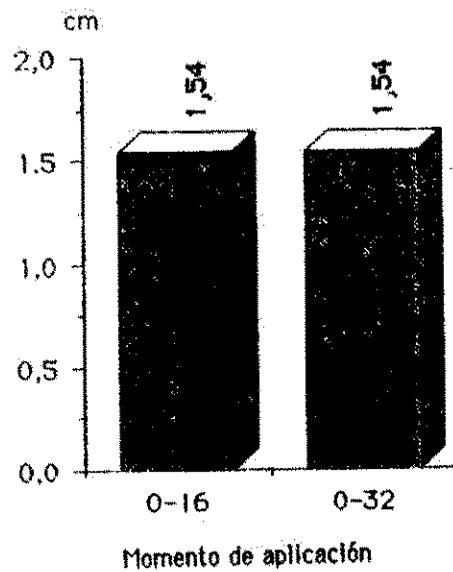
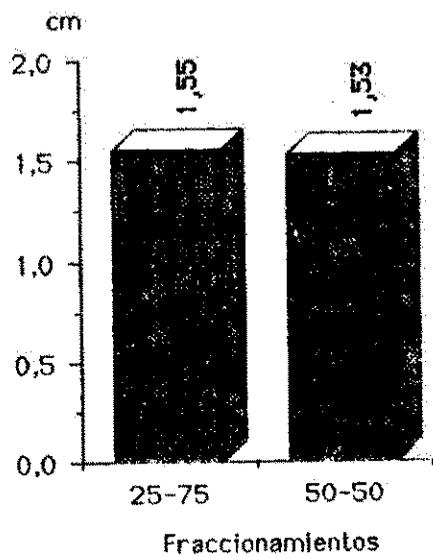
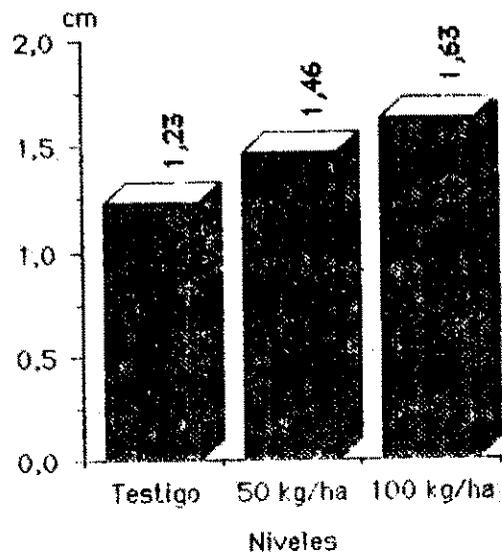


Figura 4. Efecto de los diferentes factores en estudio sobre el diámetro del tallo

se dá el desarrollo aumenta la necesidad de nutrientes.

Respecto al momento de aplicación se observó que las aplicaciones a la siembra y 16 días después, como las aplicaciones a la siembra y 32 días después no influyeron en el diámetro del tallo (figura 4). Esto puede deberse a que las aplicaciones fueron aprovechadas similarmente, ya que son realizadas en épocas tempranas.

La combinación de los tres factores en estudio (figura 5) demostró que con el nivel de 100 kg/ha de nitrógeno, fraccionado en 25-75 % con aplicaciones a la siembra y 32 días después se obtuvo el mayor diámetro del tallo. Sauchelli (1970) reporta que en las fases primarias de crecimiento de la planta, el nitrógeno es particularmente activo y la planta debe disponer de un suministro estable de nitrógeno.

3.2.- Efecto de los diferentes factores en estudio sobre el rendimiento y sus componentes principales.

3.2.1.- Longitud de mazorca (cm).

La máxima longitud de mazorca depende de la humedad del suelo, Nitrógeno y radiación solar. (Adetiloye et al, 1984).

En relación al nivel de Nitrógeno, fraccionamiento y el momento de aplicación, para esta variable se demuestra (Cuadros 3, 4 y 5) que con 100 kg/ha de Nitrógeno, con cualquiera de los fraccionamientos utilizados y de los momentos de aplicación del Nitrógeno se reporta la mayor longitud de mazorca. Esto está de

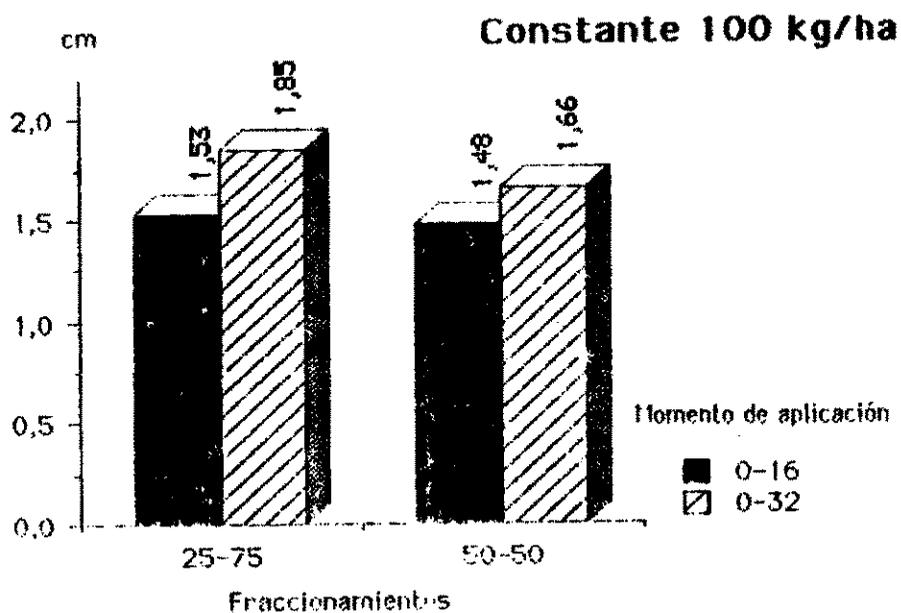
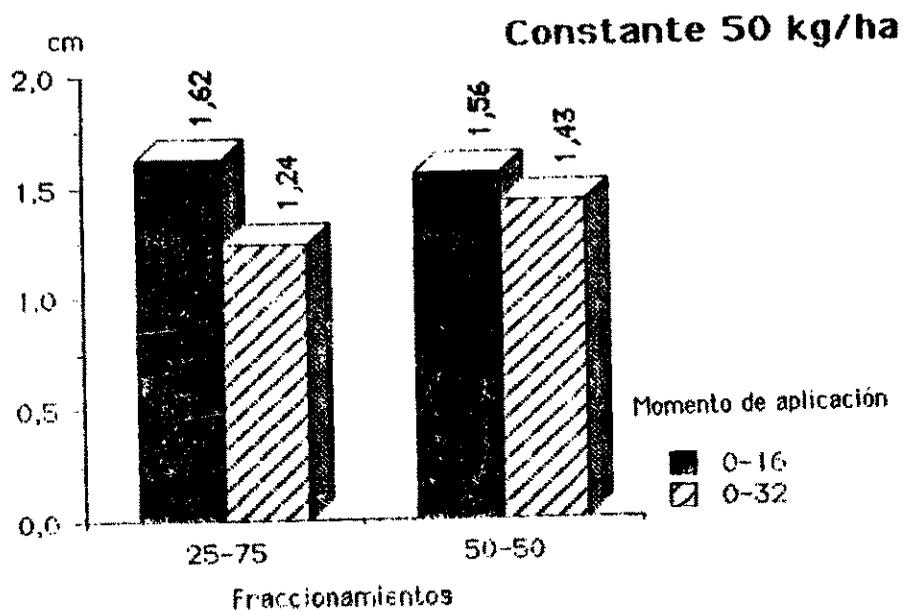


Figura 5. Efecto de la combinación de los factores en estudio sobre el diámetro del tallo.

Cuadro 3. Efecto de diferentes niveles de Nitrógeno sobre el rendimiento y sus componentes.

Niveles Kg/ha	Longitud Mazorca	Número hileras	Número granos/h	Mazorcas totales	Mazorcas dañadas	Peso de 1000 granos	Rendto Kg/ha
0	10.35 c	12.04 c	17.04 c	58.2 c	25.6 b	215.42 c	1055.33 c
50	13.44 b	13.66 a	25.43 b	66.0 b	15.15 a	232.66 b	1989.00 b
100	15.05 a	13.25 b	29.33 a	69.5 a	14.4 a	260.29 a	3207.36 a
ANDEVA	*	*	*	*	NS	*	*
CV (%)	8.57	4.08	11.45	8.44	19.61	10.26	19.76

Cuadro 4. Efecto de diferentes fraccionamiento sobre el rendimiento y sus componentes.

Fraccio- namiento	Longitud Mazorca	Número hileras	Número granos/h	Mazorcas totales	Mazorcas dañadas	Peso de 1000 granos	Rendto Kg/ha
25-75	14.25 a	13.44 a	27.51 a	64.95 a	15.35 a	240.98 a	2667.45 a
50-50	14.23 a	13.47 a	27.25 a	62.75 a	14.2 a	251.97 a	2528.92 a
ANDEVA	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
CV (%)	8.57	4.08	11.45	8.44	19.61	10.26	19.76

acuerdo con Berger, (1974) quien reporta que a medida que aumenta las dosis de Nitrógeno aumenta el tamaño de la mazorca y en desacuerdo con Karin et al, (1983) quien reporta que las dosis de Nitrógeno (40, 80 y 120 libras por acre) no tuvieron efecto en la longitud de la mazorca.

3.2.2.- Número de hileras por mazorca.

Con una nutrición normal de Nitrógeno aumenta la masa general de la planta y la masa relativa de las mazorcas. (Ustimenko, 1980).

El análisis estadístico para esta variable demuestra que con el nivel de 50 kg/ha de Nitrógeno usando cualquiera de los fraccionamientos establecidos aplicados a la siembra y 16 días después producen el mayor número de hileras por mazorca. (Cuadros 3, 4 y 5).

3.2.3.- Número de granos por hileras.

Se sabe que altos niveles de Nitrógeno tienen influencia positiva sobre los componentes del rendimiento entre ellos el número de granos por hilera.

En el análisis realizado para esta variable se demuestra que el mayor número de granos por hileras se obtuvo con el nivel de 100 kg/ha de Nitrógeno, con cualquier fraccionamiento utilizado y aplicándole en cualquiera de los momentos establecidos (Cuadros 3, 4 y 5). Esto concuerda con lo afirmado por Lencoff and Loomis, (1986) de que en maíz el número de granos esta fuertemente

influenciado por el suministro del Nitrógeno.

3.2.4.- Mazorcas totales.

El número de mazorcas totales está determinado por el número de plantas por área, así como también del nivel nutricional del suelo.

En el análisis realizado para esta variable se demuestra (Cuadros 3, 4 y 5) que el mayor número de mazorcas totales se encontró con 100 kg/ha de Nitrógeno, con cualquier fraccionamiento utilizados y cualquiera de los momentos de aplicación establecidos. Tanaka & Yamaguchi, (1984) indica que si hay una provisión adecuada de Nitrógeno el número de mazorcas por unidad de área sembrada aumenta.

3.2.5.- Mazorcas dañadas.

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

En el análisis realizado se demuestra diferencias no significativas para los diferentes factores. Esto concuerda con Benavides y Siles, (1990) que no hubo efecto del factor Nitrógeno y fraccionamiento sobre esta variable, sin embargo en este estudio se obtuvo el menor número de mazorcas dañadas con el nivel de 100 kg/ha de Nitrógeno fraccionado en 50 - 50 % aplicados a la siembra y 32 días después y el mayor número de mazorcas dañadas con el nivel de 0 kg/ha de Nitrógeno. (Cuadros 3, 4 y 5).

3.2.7.- Peso de 1000 granos.

La producción en peso de grano de una planta está definitivamente afectada por muchos de los factores ecológicos, tales como fertilidad del suelo y la disponibilidad de agua. (Dchse, 1965). El análisis estadístico para esta variable (Cuadros 3, 4 y 5) demuestra que con el nivel de 100 kg/ha de Nitrógeno, con cualquier fraccionamiento y empleando cualquiera de los momentos de aplicación se reporta el mayor peso de 1000 granos. Lencoff and Loomis (1986) indica que el peso de 1000 granos está fuertemente influenciado por el suministro de nitrógeno. Tanaka et al (1971) encontraron una disminución del peso de 1000 semillas cuando la deficiencia de nitrógeno llegó a ser seria.

3.2.8.- Rendimiento en kg/ha.

El rendimiento de un cultivo es la resultante de una serie de factores que en su mayoría pueden modificarse en forma artificial, dos de éstos son: el nivel nutricional del suelo y la competencia que se genera entre las plantas individuales una vez emergidas. (Tapia, 1980). En relación al nivel de nitrógeno, fraccionamiento y momento de aplicación (Cuadros 3, 4 y 5) se demuestra que con 100 kg/ha de Nitrógeno, cualquier fraccionamiento utilizado, usando cualquiera de los momentos de aplicación establecido arrojan la mayor productividad. Esto concuerda con lo reportado por Coutinho et al, (1987) en que las aplicaciones de Nitrógeno aumentaron los rendimientos y no se

encontraron diferencias en rendimiento o contenido de Nitrógeno entre los diferentes fraccionamientos y fechas de aplicación. Clavijo, (1984) demostró que la fertilización con Nitrógeno afectó positivamente los rendimientos del maíz.

García y Turrent (1980) reportan que el rendimiento de grano respondió similarmente a las aplicaciones de todo a la siembra, como 50 % a la siembra y 50 % a los 30 días. Esehie (1987) encontró que las aplicaciones fraccionadas de Nitrógeno no tuvieron ventaja sobre las aplicaciones simples. Green (1984) encontró diferencias no significativas entre las épocas de aplicación del Nitrógeno complementario.

3.3.- Efecto de las interacciones sobre el rendimiento y sus componentes principales.

La interacción entre factores, implica que si son dos los factores limitantes del crecimiento, la adición de uno solo de ellos tendrá poco efecto sobre el desarrollo, mientras que la adición conjunta de ambos tendrá un efecto muy considerable. Tales dos factores se dice que tienen una interacción positiva grande en tales circunstancias, pues la respuesta de la cosecha a los dos juntos es mayor que la suma de las respuestas para cada uno de ellos solos y separadamente.

3.3.1.- Interacción Nitrogeno-fraccionamiento.

En relación al efecto de la interacción Nitrogeno por fraccionamiento (Cuadro 6) se demuestra que la combinación a_2b_2

Cuadro 5. Efecto de diferentes momentos de aplicación sobre el rendimiento y sus componentes.

Momento	Longitud Mazorca	Número hileras	Número granos/h	Mazorcas totales	Mazorcas dañadas	Peso de 1000 granos	Rendto Kg/ha
0-16	14.11 a	13.81 a	27.13 a	61.75 a	15.3 a	248.43 a	2572.88 a
0-32	14.37 a	13.04 b	27.63 a	65.95 a	14.25 a	244.52 a	2623.49 a
ANDEVA	NS	*	NS	NS	NS	NS	NS
CV (%)	8.57	4.08	11.45	8.44	19.61	10.26	19.76

Cuadro 6. Efecto de diferentes niveles de Nitrógeno y fraccionamiento sobre el rendimiento y sus componentes.

Combinaciones	Longitud Mazorca	Número hileras	Número granos/h	Mazorcas totales	Mazorcas dañadas	Peso de 1000 granos	Rendto Kg/ha
a ₁ b ₁	13.33 c	13.12 a	25.8 ab	7.857 ab	4.003 a	231.05 b	2149.18 b
a ₁ b ₂	13.55 bc	13.64 a	25.06 b	7.406 b	3.782 a	234.27 b	1828.83 b
a ₂ b ₁	14.96 ab	13.21 a	29.23 a	8.243 ab	3.783 a	250.90 ab	3185.72 a
a ₂ b ₂	15.13 a	13.30 a	29.44 a	8.425 a	3.773 a	269.67 a	3229.01 a
ANDEVA	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

le corresponde a 100 kg/ha de nitrógeno fraccionado en 50 - 50 %, ejerce la mayor influencia sobre el rendimiento obtenido de 3,229.011 kg/ha al cual corresponde el mejor comportamiento de los parámetros estudiados, longitud de mazorca, número de granos por hileras, mazorcas totales, mazorcas dañadas, peso de 1000 granos. Globalmente esta interacción no produjo efectos significativos sobre los diferentes parámetros estudiados.

3.3.2.- Interacción Nitrógeno - momento de aplicación.

En cuanto a la interacción Nitrógeno por momento de aplicación (Cuadro 7) el mejor rendimiento de 3,222.764 kg/ha fue obtenido por la relación a_2c_1 que corresponde a 100 kg/ha de Nitrógeno aplicados a la siembra y 16 días después, seguidos de la combinación a_2c_2 equivalente a 100 kg/ha de Nitrógeno aplicados a la siembra y 32 días después con un rendimiento de 3191.969 kg/ha, mostrando el mejor comportamiento en la longitud de mazorca, número de granos por hileras, mazorcas totales, peso de 1000 granos, excepto el número de hileras por mazorca que el comportamiento fue negativo. Esta interacción no mostró efectos significativos sobre los diferentes parámetros estudiados.

3.3.3.- Interacción fraccionamiento-momento de aplicación.

En el Cuadro 8 se muestra la interacción fraccionamiento por momento de aplicación en la que se observa que el mayor rendimiento obtenido de 2,830.101 kg/ha fue inducido por la combinación b_1c_2 que equivale al fraccionamiento 25-75 %,

Cuadro 7. Efecto de diferentes niveles de Nitrógeno y momentos de aplicación sobre el rendimiento y sus componentes.

Combinaciones	Longitud Mazorca	Número hileras	Número granos/h	Mazorcas totales	Mazorcas dañadas	Peso de 1000 granos	Rendto Kg/ha
a ₁ C ₁	13.38 c	14.00 a	25.10 b	7.405 b	3.953 a	240.35 ab	1923.00 b
a ₁ C ₂	13.51 bc	13.32 b	25.76 ab	7.859 ab	3.832 a	224.97 b	2055.01 b
a ₂ C ₁	14.85 ab	13.74 ab	29.17 a	8.308 a	3.838 a	256.51 a	3222.76 a
a ₂ C ₂	15.24 a	12.77 c	29.50 a	8.360 a	3.717 a	264.06 a	3191.96 a
ANDEVA	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

Cuadro 8. Efecto de diferentes fraccionamientos y momentos de aplicación del Nitrógeno sobre el rendimiento y sus componentes.

Combinaciones	Longitud Mazorca	Número hileras	Número granos/h	Mazorcas totales	Mazorcas dañadas	Peso de 1000 granos	Rendto Kg/ha
b ₁ C ₁	13.95 a	14.00 a	29.96 a	8.042 a	4.109 a	244.76 a	2504.80 a
b ₁ C ₂	14.56 a	12.89 b	28.07 a	8.059 a	3.677 a	237.20 a	2830.10 a
b ₂ C ₁	14.28 a	13.74 a	27.31 a	7.671 a	3.682 a	252.10 a	2640.96 a
b ₂ C ₂	14.19 a	13.20 b	27.19 a	8.160 a	3.873 a	251.84 a	2416.87 a
ANDEVA	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

aplicados a la siembra y 32 días después, presentando el mejor comportamiento los parámetros longitud de mazorca, número de granos por hileras, mazorcas totales, mazorcas dañadas, demostrando esta interacción respuestas no significativas sobre los diferentes parámetros estudiados.

3.3.4.- Interacción Nitrógeno-fraccionamiento-momento de aplicación.

En cuanto a la interacción Nitrógeno-fraccionamiento-momento de aplicación (Cuadro 9), se observa que el mayor rendimiento obtenido de 3,431.763 kg/ha fue inducido por la combinación $a_2b_2c_1$ que corresponde a 100 kg/ha de nitrógeno, fraccionado en 50-50 % aplicados a la siembra y 16 días después, mostrando el mejor comportamiento los parámetros longitud de mazorca, número de hileras por mazorca, número de granos por hileras, seguidos por la combinación $a_2b_1c_2$ que corresponde a 100 kg/ha de Nitrógeno fraccionado 25-75 % aplicados a la siembra y 32 días después, dando un rendimiento de 3357.679 kg/ha. Presentando esta interacción diferencias no significativas sobre los diferentes parámetros, sin embargo agrónomicamente existe diferencias de 418 kg/ha entre las combinaciones $a_2b_1c_1$ y $a_2b_2c_1$ lo que viene a favorecer o incrementar los rendimientos por unidad de área.

Cuadro 9. Efecto de diferentes niveles de Nitrógeno, fraccionamiento momentos de aplicación sobre el rendimiento y sus componentes.

Combinaciones	Longitud Mazorca	Número hileras	Número granos/h	Mazorcas totales	Mazorcas dañadas	Peso de 1000 granos	Rendto Kg/ha
a ₁ b ₁ c ₁	13.55 a	14.24 bc	25.66 a	7.579 ab	4.088 a	234.88 ab	1995.84 bc
a ₁ b ₁ c ₂	13.56 a	13.12 d	25.94 a	8.136 ab	3.919 a	227.22 b	2302.52 bc
a ₁ b ₂ c ₁	13.21 a	13.76 cd	24.54 a	7.231 b	3.818 a	245.82 ab	1850.17 c
a ₁ b ₂ c ₂	13.46 a	13.52 cd	25.58 a	7.581 ab	3.746 a	222.72 b	1807.49 c
a ₂ b ₁ c ₁	14.36 a	14.36 bc	28.26 a	8.506 ab	4.131 a	254.63 ab	3013.76 ab
a ₂ b ₁ c ₂	15.56 a	15.56 a	30.20 a	7.981 ab	3.435 a	247.17 ab	3357.67 a
a ₂ b ₂ c ₁	15.35 a	15.35 a	30.08 a	8.111 ab	3.545 a	258.38 ab	3431.76 a
a ₂ b ₂ c ₂	14.96 a	14.92 ab	28.80 a	8.740 a	4.000 a	280.95 a	3026.25 ab
ANDEVA	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

IV.- CONCLUSIONES.

- 1.- Al incrementar los niveles de nitrógeno se observa un aumento en el crecimiento vegetativo del cultivo del maíz. Los diferentes fraccionamientos y momentos de aplicación presentan un similar comportamiento sobre el crecimiento y desarrollo del cultivo.
- 2.- Los diferentes niveles de nitrógeno presentaron diferencias significativas sobre el rendimiento y sus componentes, obteniéndose el mayor rendimiento con 100 kg/ha de nitrógeno.
- 3.- En cuanto al fraccionamiento no hubieron diferencias significativas sobre el rendimiento y sus componentes, sin embargo el fraccionamiento 25 - 75 % mostró la mejor respuesta.
- 4.- Los diferentes momentos de aplicación no mostraron diferencias significativas sobre el rendimiento y sus componentes, sin embargo la mejor respuesta se obtuvo con las aplicaciones a la siembra y 32 días después.
- 5.- La interacción nitrógeno-fraccionamiento demuestra que no hay diferencias significativas sobre el rendimiento y sus componentes, sin embargo la combinación a_2b_2 equivalente a 100 kg/ha de nitrógeno, fraccionado en 50-50 por ciento, indujo a un mejor comportamiento con un rendimiento de 3,229.011 kg/ha.
- 6.- En la interacción nitrógeno, momento de aplicación se demuestra que no hay diferencias significativas, sin embargo la mejor respuesta en cuanto a rendimiento y sus componentes fue obtenida por la combinación a_2c_1 que corresponde a 100 kg/ha de nitrógeno aplicado a la siembra y 16 días después.

7.- No se determinó efecto significativo en la interacción fraccionamiento, momento de aplicación sobre el rendimiento y sus componentes, sin embargo el fraccionamiento 25-75 por ciento aplicado a la siembra y 32 días después obtuvo el más alto rendimiento.

8.- No se encontró diferencias significativas en la interacción nitrógeno, fraccionamiento y momento de aplicación sobre los diferentes parámetros y el rendimiento, sin embargo la interacción $a_2b_2c_1$ correspondiente a 100 kg/ha de nitrógeno, fraccionado en 50-50 por ciento aplicados a la siembra y 16 días después, produciendo el más alto rendimiento de 3,431.763 kg/ha.

V.-RECOMENDACIONES.

1.- Debido a que este es un trabajo preliminar, recomendamos se continuen los estudios tomando en cuenta el nivel de 100 kg/ha de Nitrógeno, el fraccionamiento 50 - 50 % y las aplicaciones a la siembra y 16 días después, ya que estos fueron los que dieron los mejores resultados en nuestro estudio, y compararlos con los recomendados por la Guía Técnica de Producción de Maíz.

2.- Incluir en los posteriores estudios un nivel de 150 kg/ha de Nitrógeno para determinar hasta que nivel la planta responde.

3.- Realizar estos estudios en otras localidades con diferentes condiciones climáticas y edáficas, haciendo previos análisis de suelo en diferentes épocas de siembra y utilizando las distintas variedades de Maíz existentes en el país.

VI.-BIBLIOGRAFIA.

- ADEILOYE, P.O., B. N., OKIGBO, E.O., EZEDINMA, 1984. Response by maize plant and ear shor characters to gen factors on sonthem Nigeria. Field crops Research (1984) a (3/4) 265-277 [En 27 ref.] Dep. of crop Sci., Nigeria Univ., NSUKKA, Nigeria.
- ARZOLA, N., D., FUNDORA, J. MACHADO. 1981. Suelo Planta y Abonado. Editorial Pueblo y Educación. La Habana, Cuba.
- BENAVIDES, C.D. y G.R. SILES. 1990. Efectos de diferentes niveles de nitrógeno, fraccionamientos y momentos de aplicación sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento del maíz (Zea mayz L.) Tesis de Ingeniero agrónomo. Managua. Nicaragua.
- BERGER, J. 1975. Maíz su producción y abonamiento. Editorial científico técnica. Habana, Cuba.
- BETANGO, J. A. 1988. Informe final de las áreas del S.G.D.T. 1978-1988. Región IV.
- BUNDY, L.G. 1986. Review timing nitrogen application to maximize fertilizer efficiency and crop response in conventional corn production Journal of fertilizer issues vol.3. July sept. 1986.
- CHAPMAN, S.R. & L.P. CARTER. 1976. Producción agrícola. Principios y prácticas. Editorial ACRIBIA, Zaragoza, España .572 p.
- CIFUENTES, R. V. y L.A. ESTRADA. 1984. Evaluación de fertilidad de suelos y fertilización del cultivo del maíz para la región IV de Guatemala. XXX Reunión anual PCCMCA. Managua, Nicaragua.
- CLAVIJO, S. 1984. Efectos de la fertilización con nitrógeno y diferentes niveles de infestación por Spodoptera frugiperda sobre los rendimientos del maíz. Rev. Fac. Agron. Moracay XIII.
- COUTINHO, E. M., FORMIGON, J., SOUZA, E. CARNIER, P.E. 1987. Effect of rate, application methods and splitting of urea on maize. Revista de agricultura 62 (3) 239-246 [pt, en 17 ref.] Fac. Ciencias agrarias e vol., Univ. Estadual Sao Paulo, 14.870 Jboticabal, sp Brazil.

- QUADRA, R.M. 1988. Efecto de diferentes niveles de nitrógeno, espaciamiento y poblaciones sobre el crecimiento desarrollo y rendimiento del maíz (*Zea mays* L.) tesis de Ingeniero Agrónomo.
- FAO/IAEA, 1970. División of atomic energy in food and agriculture. Fertilizer management practices for maize international atomic energy agency Viena.
- GARCIA, J. & A. TURRENT. 1980. Revista interamericana de ciencias agrícolas Turrialba, Costa Rica. vol 30
- GARCIA, J. 1983. Técnicas para la producción de maíz. Dirección General de Técnicas Agropecuarias. Managua, Nicaragua.
- GLANZEP, P. 1973. El maíz de grano, producción mecanizada de maíz de grano en las regiones tropicales y subtropicales.
- HOLDRIDGE, L.R. 1963. General ecology of the Republic of Nicaragua, Managua, Nicaragua United States Operations Missions to Nicaragua p.31
- IGNATIEFF, V. & H.J. PAGE. 1967. El uso eficaz de los fertilizantes. Ciencias y Técnicas. Instituto del libro La Habana p.379
- KARIM, M., BAKSH, AND P. SHAH. 1983 Effect of plant population, nitrogen application and irrigation on yield components of synthetic -66 maize. Journal of agricultural reseach Pakistan.
- LENCOFF, J.H., and R.S. LDOMIS. 1986. Nitrogen Influences on Yield Determination in Maize. Crop Science, Vol. 26 September - October 1986 p.1017-1022.
- MIDINRA, 1985. Guía tecnológica para la producción de maíz en seco. Managua, Nicaragua. p.35
- MECALFE, D.S. & D.M. ELKINS. 1980. Crop production. Principles and practices. 4th edition Mc Millan publishing, inc p. 333-365.
- MILLAR, C.E., L.M. TURK, H.E. FOTH. 1962. Edafología "Fundamentos de la ciencia del suelo" Mexico, Distrito Federal.
- JCHSE, J.J., M.J. SOULE, W. DIJKMAN. 1965. Cultivo de mejoramiento de plantas tropicales y subtropicales. Editorial Limusa. Mexico.

- OLSON, R.A. 1977. Fertilizer for food production us energy need and environmental quality ecotox environ, safety 1:311-326.
- ORTIZ, D. 1961. Algunos resultados sobre fertilizantes de maiz en Guatemala. VII Reunión PCCMCA Tegucigalpa, Honduras. p 20-23.
- PALACIOS, S. 1990. Comunicación personal sobre áreas cosechadas y rendimientos en los tres últimos años. Departamento de Estadísticas, MIDINRA Región III.
- PATTERSON, J. 1967. Fertilizantes agrícolas. Manual de técnicas agropecuarias. Editorial ACRIBIA apartado 466 Zaragoza, España.
- PRATT; P.F. 1978. Managemut, nitrogen in irrigated Agriculture proc natl conf USNSF, OSEPA and univ California.
- QUINTANA, B.O. 1983. Suelos y fertilización. Tecnicas para la producción de maiz. MIDINRA Managua, Nicaragua. p 91.
- REDDEPPA, M. AND S.J. PATIL. 1982. Response of hibrid maize to different sources, levels and split doses of nitrogen application under irrigated conditions the Mysore Journal of agricultural Sciences.
- RÓBLES, S.R. 1978. Producción de granos y forrajes. Editorial Límusa. Mexico. p 64.
- RUSSELL, J.E. 1967. Las condiciones del suelo y desarrollo de las plantas. Edición Revolucionaria. La Habana.
- SANCHES, P.A. 1973. Suelos del trópico. Características y Manejo. p 209 .
- SAUCHELLI, V. 1970. Química y tecnología de los abonos nitrogenados. Ciencia y Técnica. Instituto del libro. Habana. Ediciones Ariel Barcelona.
- SHEPERS, J.S.AND MICKLE. 1981.Nitrogen Fertilizer, mineralization and andhachiny ander irrigation in the midwest proc. simp. on nutrient cycling in agric. ecosystem 21-24 sep. 1980 Athens Georgia.
- SUWAHARIT, A. C. SUWAHARAT. AND CHOT, S. CHUNGMANEERATS. 1986. Effects of land preparation and maize cultivar on efficiency of nitrogen fertilizer applied of mungbeand association using ISN plnt and soil.

- TALAVERA, T.E., M. IZQUIERDO. 1988. Dignosis of some Nicaraguan soils. Swedish University of agricultural Sciences, Uppssala, Sweden. Unpublished.
- TANAKA, A.J. YAMAGUCHI & T. HARA. 1971. Studies on the nutrition-Physiology of the complant. [part 11] Grain yields 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 maiz. Coligio de Post graduado Chapingo México.
- TAPIA, B.H. 1980. Topicos importantes de uso común para la impartición de asistencia técnica en granos basicos. División de Semillas. PROAGRO Managua. p.61.
- USTIMENKO, G.V. 1980. El cultivo de plantas tropicales y subtropicales. Editorial MIR Moscú. p.70.
- VASCONCELOS, C.A. LOPEZ DOS SANTOS, H, COELHO, A.M. 1980. Nutricao e adubacao do milho. Int. Agrop. Belo Horizonte. 6(72) dez 1980. p.21-25.