

INSTITUTO SUPERIOR DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
I S C A

ESCUELA DE PRODUCCION VEGETAL

Trabajo de Diploma

Influencia de cuatro niveles y cuatro formas de fraccionamiento
del Nitrógeno sobre el Crecimiento, Desarrollo y Rendimiento
del Cultivo del Maíz (Zea Mays L.) var. "NB-3"

A U T O R :

Pedro Benito Baca Caballero

A S E S O R :

Camilo Somarriba

MANAGUA, NICARAGUA, JUNIO 1989.

INSTITUTO SUPERIOR DE CIENCIAS AGRICOLAS

I S C A

ESCUELA DE PRODUCCION VEGETAL

TRABAJO DE DIPLOMA

**INFLUENCIA DE CINCO NIVELES Y CUATRO FORMAS DE FERTILIZACION
DEL NITROGENO SOBRE EL CRECIMIENTO, DESARROLLO Y RENDIMIENTO
DEL CULTIVO DEL MAIZ, (Zea mays L.) var. 'ND-3'**

AUTOR:

PEDRO BENITO RACA CABALLERO

ASESOR:

CIRILO SOMARIBA

MANAGUA, NICARAGUA JUNIO 1969.

INSTITUTO SUPERIOR DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

I S C A

ESCUELA DE PRODUCCION VEGETAL

TRABAJO DE DIPLOMA

**INFLUENCIA DE CUATRO NIVELES Y CUATRO FORMAS DE FRACCIONAMIENTO
DEL NITROGENO SOBRE EL CRECIMIENTO, DESARROLLO Y RENDIMIENTO
DEL CULTIVO DEL MAIZ. (Zea mays L.) var. "EB-3"**

AUTOR:

PEDRO BENITO BACA CABALLERO

ASESOR:

CAMILO SOMARRIBA

MANAGUA, NICARAGUA JUNIO 1969.

DEDICATORIA

A mi Madre

Irma Baca G.

AGRADECIMIENTO

Deseamos agradecer a los siguientes compañeros :
Carlos Berahona, Amílcar Aguilar, Francisco Guzmán,
Inis Cuadra, Johnny Aspié, Juan Avelares y Alcides
Benavides, por su valiosa cooperación en la reali-
zación de este trabajo.

CONTENIDO

Sección	Págs.
Dedicatoria.....	i
Agradecimientos.....	ii
Indice de Cuadros.....	iv
Indice de Figuras.....	v
Resumen.....	vi
I. INTRODUCCION.....	1
II. MATERIALES Y METODOS.....	3
III. RESULTADOS Y DISCUSION.....	9
1. Influencia de los niveles de nitrógeno sobre el crecimiento y desarrollo del cultivo del maíz.....	9
1.1 Efecto sobre la altura de la planta.....	9
1.2 Efecto sobre la altura de la mazorca.....	10
1.3 Efecto sobre el diámetro del tallo.....	12
1.4 Efecto sobre la floración.....	12
1.5 Efecto sobre el porcentaje de plantas acamadas.....	13
2. Influencia de los niveles de nitrógeno sobre el rendimiento y sus componentes.....	14
2.1 Efecto sobre el rendimiento de grano.....	14
2.2 Efecto sobre el peso de mil granos.....	16
2.3 Efecto sobre la longitud de la mazorca.....	16
2.4 Efecto sobre el número de mazorcas cosechadas.....	16
2.5 Plantas cosechadas.....	17
3. Influencia del fraccionamiento de nitrógeno sobre el crecimiento y desarrollo del maíz.....	18
3.1 Efecto sobre la altura de la planta.....	18
3.2 Efecto sobre la altura de la mazorca.....	19
3.3 Efecto sobre el diámetro del tallo.....	20
3.4 Efecto sobre la floración.....	20
3.5 Efecto sobre el porcentaje de plantas acamadas.....	21
4. Influencia del fraccionamiento de nitrógeno sobre el rendimiento y sus componentes.....	21
4.1 Efecto sobre el rendimiento de grano.....	21
4.2 Efecto sobre el peso de mil granos.....	23
4.3 Efecto sobre la longitud de la mazorca.....	23
4.4 Número de mazorcas y plantas cosechadas.....	23
5. Influencia de la interacción entre los niveles de nitrógeno y las formas de fraccionamiento, sobre el rendimiento del maíz.....	24
IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	26
V. BIBLIOGRAFIA.....	28

INDICE DE CUADROS

CUADRO No.	Págs.
1. Análisis de suelo inicial.....	5
2. Análisis de suelo final.....	5
3. Descripción de los factores estudiados.....	6
4. Influencia de los niveles de nitrógeno sobre el crecimiento y desarrollo del maíz.....	11
5. Influencia de los niveles de nitrógeno sobre el rendimiento y sus componentes.....	15
6. Influencia del fraccionamiento de nitrógeno sobre el creci- miento y desarrollo del maíz.....	20
7. Influencia del fraccionamiento de nitrógeno sobre el rendi- miento y sus componentes.....	22

INDICE DE FIGURAS

FIGURA NO.		Pág.
1.	Precipitación y temperatura media 1968-1987.....	3
2.	Precipitación y temperatura media 1987.....	4
3.	Respuesta del nitrógeno en el crecimiento.....	10
4.	Respuesta del fraccionamiento en el crecimiento.....	19
5.	Influencia de la interacción nitrógeno-fraccionamiento en el rendimiento.....	25

RESUMEN

Durante el ciclo agrícola 1987-1988, se llevó a cabo un experimento en la finca "El Plantel" del ISCA, en suelo de la serie Zambrano, utilizando un diseño de parcelas divididas con cuatro réplicas, para determinar la influencia de los niveles y el fraccionamiento del nitrógeno sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento del cultivo del maíz. Se estudiaron 4 niveles de nitrógeno: 60, 90, 120 y 150 Kg/ha y 4 formas de fraccionamiento: 50% del N en la siembra y 50% a los 30 días; 25% del N en la siembra, 50% a los 30 días y 25% en la floración; 25% del N en la siembra, 25% a los 30 días y 50% en la floración; 50% del N en la siembra y 50% en la floración. El nitrógeno influyó significativamente en el crecimiento, desarrollo y rendimiento del cultivo del maíz. Los niveles de 150 Kg/ha de nitrógeno favorecieron la obtención de altos rendimientos de grano. No se encontraron diferencias significativas en el rendimiento para las diferentes formas de fraccionamiento del nitrógeno.

I. INTRODUCCION

El maíz, constituye una de las principales fuentes de alimento para la población nicaraquense; así como también es materia prima básica del Sector Agroindustrial en la fabricación de alimentos para ganado mayor, menor y aves de corral.

En el ciclo agrícola 1986-1987, en Nicaragua se cultivaron 158,336 hectáreas de maíz, obteniéndose un rendimiento promedio de 950 Kg/ha (MIDINRA, 1988). Estos bajos rendimientos se atribuyen entre otras causas al escaso uso de mejores técnicas de producción.

En la producción tecnificada se consiguen rendimientos que pueden superar los 3000 Kg/ha. Sin embargo la forma de producción tradicional se caracteriza por el nulo uso de insumos y prácticas de cultivo, cuyos rendimientos no alcanzan 400 Kg/ha (García, 1983).

Bajo estas condiciones de bajos rendimientos del maíz a nivel nacional, se crea la necesidad de lograr el incremento de los rendimientos mediante el manejo adecuado de la fertilización, que se considera un factor principal para el aumento de las cosechas.

Entre los elementos químicos que se consideran esenciales para las plantas, el Nitrógeno es el que resulta más escaso y difícil de mantener en el suelo (Sauchelli, 1970).

El nitrógeno se caracteriza por ser un elemento de alta movilidad en el suelo por lo que fácilmente puede perderse ya sea por lixiviación, volatilización o desnitrificación, en dependencia de las condiciones edáficas.

Una de las principales medidas para lograr un buen aprovechamiento del nitrógeno por los cultivos es su fraccionamiento, realizado en momentos en que será más utilizado por las plantas (Frontela y Morejon, 1987).

Estudios realizados en Nicaragua por Blandón (1980-82), concluyen que el maíz respondió en el 96% de los casos a niveles entre 77 y 98 Kg/ha de N. Sánchez (1981) y Montaldo (1982) recomiendan dosis entre 60 y 150 Kg/ha de N. Quintana (1983), señala que se acostumbra aplicar el nitrógeno en forma de urea, fraccionando en dos aplicaciones: a la siembra y de 25 a 30 días después de ésta.

Guzmán (1978) y Meléndez (1985), obtuvieron respuestas significativas a las aplicaciones fraccionadas de N en maíz. sin embargo Thom y Watkin (1980), no encontraron diferencias significativas.

Dada la diversidad de condiciones en que se cultiva el maíz en Nicaragua, se requiere hacer estudios regionales que proporcionen respuestas aplicables a las condiciones de fertilidad de suelos y otros aspectos de cada localidad.

Tomando en cuenta estas consideraciones, se realizó este estudio con el objetivo de: Determinar la influencia de 4 niveles y 4 formas de fraccionamiento del nitrógeno sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento del cultivo del maíz (Zea Mays L.), así como determinar el efecto de interacción nitrógeno-fraccionamiento sobre el rendimiento de grano.

II. MATERIALES Y METODOS

El trabajo experimental se llevó a cabo en la finca "El Plantel" del Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias, ubicada a $12^{\circ} 03'$ de Latitud Norte, $86^{\circ} 06'$ de Longitud Oeste y 200 msnm. La zona de vida según Holdridge (1967), corresponde a una zona transicional entre bosque tropical seco y bosque subtropical húmedo. El clima se caracteriza por tener una precipitación media anual de 966.6 mm y temperatura media de 26.41°C , distribuidas como se aprecia en las figuras 1 y 2.

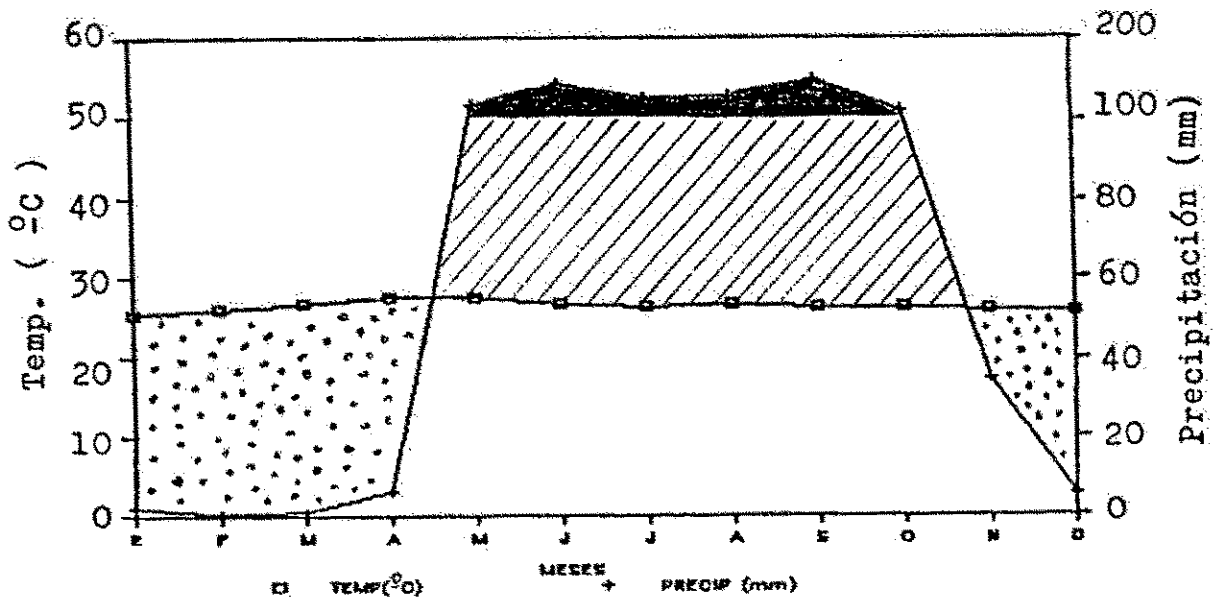


Fig. 1 Período: 1968 - 1987

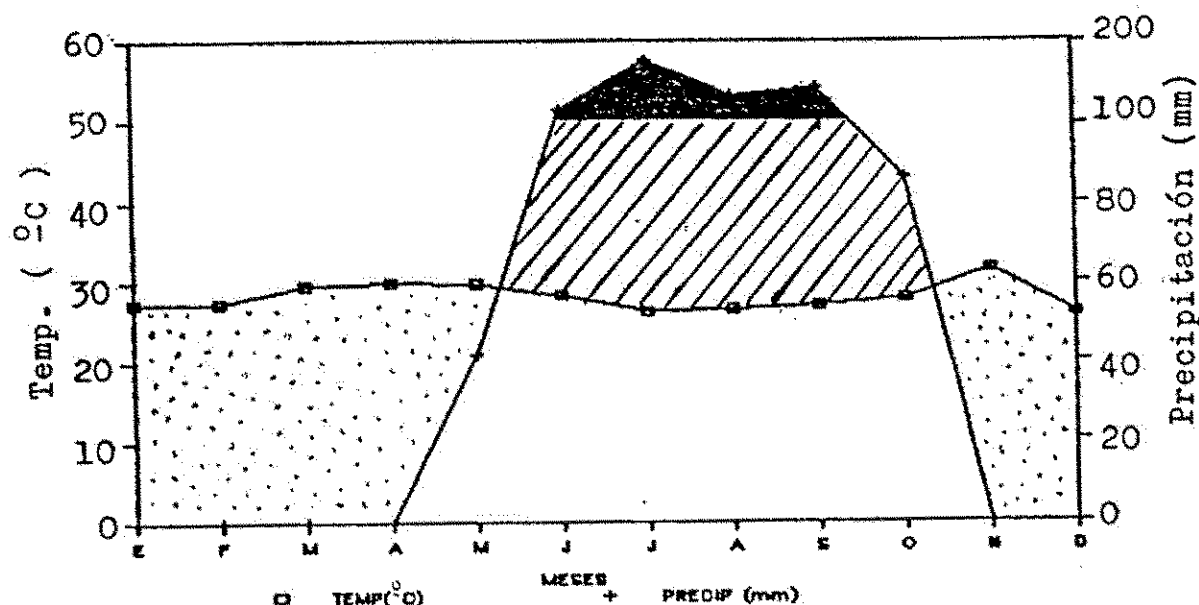


Fig. 2 1987

Fig. 1 y 2. Caracterización del clima según Walthier y Lieth (1960), de los datos tomados de la estación meteorológica San Fernando ubicada a 12° 03' Latitud Norte y 86° 06' Longitud Oeste.

El suelo se clasifica dentro del orden Molisoles, pertenecen a la serie de suelos Zambrano, se caracterizan por ser suelos profundos a moderadamente superficial, bien drenados, con una permeabilidad moderada a moderadamente alta, se encuentra en planicies ligeramente a fuertemente onduladas. El contenido de materia orgánica es moderadamente alto, textura franco-arcillo-arenoso, pH ligeramente ácido, son deficientes en fósforo y el contenido de potasio asimilable es medio.

De los análisis de suelo, al inicio y al final del experimento se obtuvieron los resultados siguientes:

Cuadro 1. Análisis de suelo inicial.

Prof. cms	pH (H ₂ O)	Meq/100 gr de suelo			p p m				
		K	Ca	Mg	P	Fe	Mn	Cu	Zn
0-20	6.2	1.4	31.5	11.3	10	20	101	22	3.2
20-40	6.2	1.4	32.0	12.2	5.8	22	78	22	3.0

FUENTE: Dirección de Estudios Bases, suelos y agua. Midirra.

Cuadro 2. Análisis de suelo final.

Tratamiento Nitrógeno	pH		M.O. %	P (ppm)
	H ₂ O	KCl		
60 Kq/ha	6.3	5.5	3.64	1.82
90 Kq/ha	6.3	5.5	3.64	1.91
120 Kq/ha	6.3	5.3	3.97	2.33
150 Kq/ha	6.2	5.6	3.81	2.16

Profundidad	Arena	Limo	Arcilla
0 - 20 cms	59.7 %	18.44 %	21.86 %

FUENTE: Laboratorio de suelos del ISCA.

Se utilizó un Diseño de Parcelas Divididas con 4 repeticiones.

El factor A lo constituían 4 niveles de Nitrógeno, los que estaban ubicados en las parcelas principales; y el factor B estaba formado por 4 formas de fraccionamiento del nitrógeno y se ubicaron en las subparcelas. De la combinación de los factores resultaron 16 tratamientos. ,

Cuadro 3. Descripción de los factores estudiados.

Parcela Principal NIVELES DE NITROGENO		Nivel	Subparcela FRACCIONAMIENTO DEL N.		
Nivel	Kg/ha de N.		Siembra	30 días	Floración
a ₁	60	b ₁	50%	50%	0
a ₂	90	b ₂	25%	50%	25%
a ₃	120	b ₃	25%	25%	50%
a ₄	150	b ₄	50%	0	50%

El área del experimento fue de 1560 m², ocupando la parcela principal un área de 75 m² y la subparcela un área de 18.75 m² conformada por 5 surcos de 5 metros de largo; la parcela útil ocupó un área de 11.25 m² conformada por los 3 surcos centrales de la Subparcela.

Se estudiaron las siguientes variables del crecimiento, desarrollo y rendimiento del cultivo;

- 1) Altura de la planta (m) .
- 2) Altura de la mazorca (m) .
- 3) Diámetro del tallo (mm) .
- 4) Días a floración (DDS) .
- 5) Porcentaje de plantas acamadas.
- 6) Rendimiento de grano (Kg/ha) .
- 7) Peso de mil granos (gr) .
- 8) Número de mazorcas cosechadas por parcela.
- 9) Longitud de la mazorca (cm) .
- 10) Número de plantas cosechadas por parcela.

Los datos obtenidos se sometieron al procesamiento estadístico, realizándose Análisis de Varianza y comparaciones de medias utilizando la prueba de rangos múltiples de Duncan.

Para el montaje del experimento se preparó el suelo mediante el sistema de labranza completa; previo a la siembra se abrieron los surcos con azadón.

La siembra se efectuó de forma manual en la época de "Primera" el 18 de junio de 1987, con semilla de la variedad "NB-3", dejando 3 semillas por golpe cada 0.2 m y en surcos distanciados cada 0.75 m, a los 20 días después de la siembra se realizó un raleo, dejando una planta cada 0.2 m, para obtener una densidad de 66,666 plantas/ha (46,840 plantas/mz).

En la fertilización se aplicaron 60, 90, 120 y 150 Kq/ha de nitrógeno, 40 Kq/ha de fósforo (60 Lb/mz) y 13 Kq/ha de potasio (20 Lb/mz). Se utilizaron como fuentes: Urea 46% de N. Superfosfato triple 46% de P_2O_5 y Cloruro de potasio 50% de K_2O , de N-P-K respectivamente.

Todo el fósforo y el potasio se aplicaron al momento de la siembra, incorporando el fertilizante en el fondo del surco, el nitrógeno se aplicó según lo indican los fraccionamiento. Las aplicaciones de los tratamientos de nitrógeno post-siembra se hizo en bandas a la par del surco incorporando el fertilizante.

El control de malezas se realizó mediante la aplicación de herbicidas preemergentes: Atrazina 1423 gr. de i.a./ha, más Pendimetalin 0.712 Lts de i.a./ha, posteriormente se realizaron dos limpiezas con azadón.

En el control de plagas de suelo se aplicó Carbofuran (Furadan) y para el control de plagas del follaje se realizaron 4 aplicaciones de insecticidas utilizando Metamidofos (Filitox), Carbofuran y Methil Parathion.

III. RESULTADOS Y DISCUSION

A continuación se presentan los resultados de las observaciones realizadas durante el desarrollo del experimento.

1. INFLUENCIA DE LOS NIVELES DE NITROGENO SOBRE EL CRECIMIENTO Y DESARROLLO DEL CULTIVO DEL MAIZ.

1.1 Efecto sobre la altura de la planta.

La altura de la planta es una característica de gran importancia agronómica, principalmente cuando se pretende realizar una cosecha mecanizada, donde se necesita que las plantas sean de porte pequeño para facilitar esta labor.

En la Fig. 3 se presenta la respuesta del crecimiento del maíz a los niveles de nitrógeno aplicados. Podemos observar que de los 4 momentos en que se midió la altura de la planta, en las 3 últimas mediciones el maíz alcanzó menores alturas con las aplicaciones de 60 Kq/ha de N. Los niveles de 90, 120 y 150 Kq/ha de N provocaron alturas similares entre sí, diferenciándose significativamente con el nivel de 60 Kq/ha de N. Se observó una tendencia a aumentar la altura de la planta cuando se aumentó la dosis de nitrógeno, esto puede atribuirse a que al haber mayor disponibilidad de nitrógeno en el suelo, las plantas lograron absorber mayor cantidad, favoreciéndose de esta manera el crecimiento.

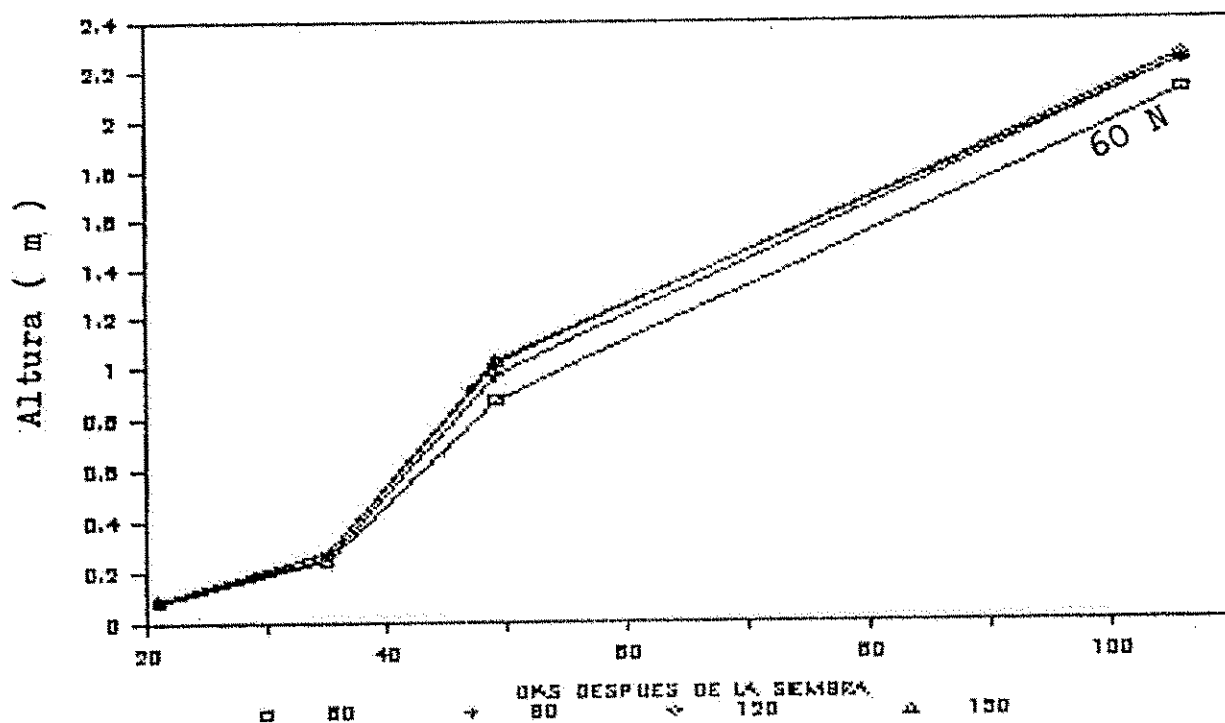


Fig. 3 Respuesta del nitrógeno en el crecimiento.

1.2 Efecto sobre la altura de la mazorca.

La altura de la mazorca es una variable de igual importancia que la altura de la planta, desde el punto de vista de la realización mecanizada de la cosecha del maíz.

De acuerdo a los resultados obtenidos, en el análisis de varianza no se detectaron diferencias significativas con respecto a la altura de inserción de la mazorca para los niveles de nitrógeno estudiados. Sin embargo en el Cuadro 4 puede observarse que los valores de altura de inserción de la mazorca alcanzados con la aplicación de 60 Kg/ha de Nitrógeno, son ligeramente inferiores a los alcanzados con los niveles más altos.

Esto se atribuye a que como se dijo anteriormente, el nivel de 60 Kq/ha de N alcanzó menor altura de la planta al momento de la cosecha y a consecuencia de esto se dió una menor altura de inserción de la mazorca. Los niveles de 90, 120 y 150 Kq/ha de N alcanzaron una mayor altura de la mazorca, siendo similar entre sí posiblemente por su comportamiento expresado en la Fig. 3.

CUADRO 4. INFLUENCIA DE LOS NIVELES DE NITROGENO SOBRE EL CRECIMIENTO Y DESARROLLO DEL MAIZ.

Nivel de Nitrogeno	Altura de Mazorca (m)		Diámetro del tallo (mm)	Días a Floración (DDS)	% de plantas Acamadas
60 Kq/ha	1.194	b	15.85 ab	66.25	5.19
90 Kq/ha	1.259	a	15.71 ab	64.25	9.44
120 Kq/ha	1.268	a	16.40 a	64.50	8.16
150 Kq/ha	1.254	a	15.62 b	64.78	5.22
ANDEVA	NS		NS		
C.V.	5.8		5.6		
\bar{x}	1.24		15.89	64.96	7.00

Tratamientos en una misma columna con letras en común no difieren entre sí según la prueba de rangos múltiples de Duncan para una probabilidad del 5 %. (a - b).

1.3 Efecto sobre el diámetro del tallo.

El maíz es un cultivo que se ve afectado frecuentemente por fuertes vientos que provocan el doblamiento de los tallos, por lo que el aumento del grosor del tallo es una característica deseable para disminuir este efecto.

De acuerdo a los resultados obtenidos en el ANDEVA, en relación al diámetro del tallo no se encontró diferencias significativas para los niveles de nitrógeno estudiados (Cuadro 4); sin embargo con la prueba de Duncan se pudo determinar que el nivel de 120 Kq/ha de N presentó mayor diámetro. Tal efecto podemos atribuirlo posiblemente al aumento en vigor que produce el nitrógeno. Sin embargo consideramos que la densidad de plantas establecida en el experimento fue bastante alta (66.666 plantas/ha) lo que no permitió observar diferencias más marcadas en el diámetro del tallo producto del mayor grado de competencia intraespecífica dentro de cada tratamiento.

Al respecto Meza (1966), utilizando menores densidades de planta (50.000 plantas/ha), encontró diferencias significativas, obteniendo tallos de mayor diámetro al aplicar dosis de 194 Kq/ha de nitrógeno. En nuestro caso el comportamiento de los tratamientos fue variable, el nivel de 120 Kq/ha de N resultó producir tallos ligeramente de mayor diámetro que los demás niveles.

1.4 Efecto sobre la floración.

El nitrógeno es un elemento que puede alargar el ciclo vegetativo de los cultivos, por tal motivo es de vital importancia estudiar el tiempo que tarda el maíz en alcanzar la floración completa por efecto del nitrógeno.

Los resultados obtenidos mostraron que entre los niveles de nitrógeno aplicados no se encontraron diferencias de importancia agronómica en los días que tardaron en florecer las parcelas tratadas. Esto puede atribuirse a que los niveles de nitrógeno aplicados fueron suficientes como para que las plantas no tuvieran deficiencias que permitieran observar diferencias en el tiempo que tardaron en alcanzar la floración completa.

En el Cuadro 4, se puede observar que la diferencia entre el nivel de 60 Kq/ha de N que tardó más tiempo en florecer, con respecto a los niveles que tardaron menos tiempo, fue de 2 días aproximadamente, por lo que se puede decir que el nitrógeno no tuvo gran influencia en la variación del tiempo de floración.

1.5 Efecto sobre el porcentaje de plantas acamadas.

El acame de las plantas es un efecto que se trata de evitar para facilitar la recolecta mecanizada del maíz; la susceptibilidad al acame está en dependencia del diámetro del tallo y la velocidad de los vientos principalmente.

Los resultados obtenidos en este estudio muestran un efecto variable de los niveles de nitrógeno en el porcentaje de plantas acamadas, aunque existe una tendencia a provocar un mayor porcentaje de plantas acamadas con las aplicaciones de 90 Kq/ha de N (Cuadro 4).

Con la aplicación de 60 Kq/ha de N se produce un menor porcentaje de plantas acamadas, esto puede atribuirse a que las plantas con el nivel de 60 Kq/ha de N alcanzaron menor altura y por tanto fueron menos afectadas por los vientos.

Al respecto Aldrich y Lenq (1974), señalan que en la medida en que se incrementa la dosis de nitrógeno desde cero hasta 180 Kg/ha, se incrementa el vuelco del maíz.

2. INFLUENCIA DE LOS NIVELES DE NITROGENO SOBRE EL RENDIMIENTO Y SUS COMPONENTES.

2.1 Efecto sobre el rendimiento de grano.

Uno de los objetivos fundamentales de la investigación agrícola es la obtención de altos rendimientos de manera que permitan satisfacer la demanda del grano. El rendimiento de grano en el maíz es una característica que responde de manera positiva a las aplicaciones de nitrógeno.

Los resultados obtenidos del análisis de varianza, indicaron diferencias significativas en el rendimiento del grano para los diferentes niveles de nitrógeno utilizados (Cuadro 5).

Con el tratamiento de 150 Kg/ha de N, se obtuvieron los mayores rendimientos (6904 Kg/ha), diferenciándose significativamente en 948 Kg al nivel de 60 Kg/ha de N, con el cual se obtuvieron los más bajos rendimientos (5956 Kg/ha).

Estos resultados son similares a los obtenidos por Añez y Tavira (1986), quienes obtuvieron los rendimientos más altos utilizando en sus tratamientos dosis máximas de 140 Kg/ha de N.

El nivel de 60 Kg/ha de N resultó dar rendimientos estadísticamente diferentes a los obtenidos aplicando niveles de 90 y 120 Kg/ha de N. En este caso el nivel de 60 Kg/ha de N se diferenció en 602 Kg/ha de grano con el nivel de 90 Kg/ha de N y en 481 Kg con el nivel de 120 Kg/ha de N.

Los rendimientos obtenidos aplicando niveles de 90 y 120 Kq/ha de N, resultaron ser estadísticamente iguales. En este caso la diferencia en el rendimiento fue solamente de 121 Kq mayor el nivel de 90 Kq/ha de N con respecto al de 120 Kq/ha de N.

Por otra parte los rendimientos alcanzados con el tratamiento de 150 Kq/ha de N no se diferencian significativamente con los rendimientos obtenidos al aplicar 90 ó 120 Kq/ha de N, sin embargo el nivel de 150 Kq/ha de N superó en 346 Kq y 467 Kq el rendimiento de los tratamientos de 90 y 120 Kq/ha de N respectivamente.

Estos resultados coinciden con los obtenidos por Pérez, et al (1982), quienes no encontraron diferencia significativa en los rendimientos al aplicar 100 y 150 Kq/ha de N. Sin embargo Pineda, et al (1981), señala que la aplicación de dosis mayores de 120 Kq/ha de N no tuvieron influencia en el rendimiento.

CUADRO 5. INFLUENCIA DE LOS NIVELES DE NITROGENO SOBRE EL RENDIMIENTO Y SUS COMPONENTES.

Nivel de nitrógeno	Rendimiento Kq/ha		Peso de mil granos (qrs)		Longitud de mazorca (cm)		Mazorca Cosech.	Plantas cosechadas.
60 Kq/ha	5956	b	322.3	a	15.80	b	63.25 b	73.37 b
90 Kq/ha	6558	ab	324.0	a	16.19	ab	64.18 b	74.06 b
120 Kq/ha	6437	ab	324.1	a	16.14	ab	63.62 b	76.75 a
150 Kq/ha	6904	a	327.8	a	16.44	a	67.06 a	77.62 a
ANDEVA	*		NS		NS		*	*
C.V.	11.20		4.91		4.60		5.39	4.42
\bar{X}	6464		324.6		16.14		64.53	75.45

Tratamientos en una misma columna con letras en común no difieren entre sí según la prueba de rangos múltiples de Duncan para una probabilidad del 5% (a - b).

2.2 Efecto sobre el peso de mil granos.

No se encontraron diferencias significativas en el peso de mil granos para los diferentes niveles de nitrógeno estudiados (Cuadro 5.) Esto puede atribuirse a que el nitrógeno participa fundamentalmente en la estructura de la molécula de proteína lo que podría mejorar la calidad protéica del grano de maíz y no el aumento del peso seco del grano, que depende principalmente del peso del endosperma, compuesto en un 90 % de almidón.

2.3 Efecto sobre la longitud de la mazorca.

El tamaño de la mazorca es uno de los componentes de mayor importancia en el rendimiento del maíz.

En los resultados del ANDEVA no se encontró diferencias significativas en la longitud de la mazorca para los diferentes niveles de nitrógeno (Cuadro 5.) Sin embargo podemos apreciar con la prueba de Duncan que existe una tendencia en aumentar la longitud de la mazorca al incrementar la dosis de nitrógeno, producto de lo cual el nivel de 150 Kg/ha de nitrógeno produjo mazorcas de mayor longitud. Este resultado confirma el efecto que tiene el nitrógeno en el aumento de tamaño de los frutos.

2.4 Efecto sobre el número de mazorcas cosechadas.

En esta variable tanto en el ANDEVA como en la prueba de Duncan se pudo encontrar diferencias significativas en el número de mazorcas cosechadas.

Este efecto consideramos que se debe a que el suministro de altas dosis de nitrógeno en el maíz, ayuda al desarrollo de segundas mazorcas en las plantas, que logran formar granos. En el cuadro 5 podemos notar que el número de mazorcas cosechadas en el tratamiento de 150 Kg/ha de N, se diferenciaron significativamente y fueron superior al número de mazorcas cosechadas con los niveles más bajos de nitrógeno.

Al respecto Barillas (1975), concluye que la fertilización nitrogenada aumenta significativamente el porcentaje de segundas mazorcas que forman granos.

2.5 Plantas Cosechadas.

Con respecto al número de plantas cosechadas se apreciaron diferencias estadísticas entre los niveles de nitrógeno, resultando iguales los niveles de 60 y 90 Kg/ha de N, los que se diferenciaron y fueron inferior al número de plantas cosechadas en los tratamientos de 120 y 150 Kg/ha de N, entre estos últimos no se manifestó diferencia. En este caso consideramos que esta diferencia se debió posiblemente a que al aplicar altas dosis de nitrógeno (120 y 150 Kg/ha) existe una mayor posibilidad que un mayor número de plantas logren superar algunos factores negativos externos como plagas y enfermedades, y llegar a producir cosecha.

La diferencia entre el nivel de menor número de plantas cosechadas (60 Kg/ha de N) y el de mayor número de plantas (150 Kg/ha de N) fue de 4 plantas; con esta diferencia no se detectó efecto significativo de la covariable número de plantas cosechadas sobre el rendimiento.

3. INFLUENCIA DEL FRACCIONAMIENTO DE NITROGENO SOBRE EL CRECIMIENTO Y DESARROLLO DEL MAIZ.

Los resultados obtenidos mediante la medición de las variables de crecimiento y desarrollo estudiadas (Cuadro 6), revelan que las aplicaciones fraccionadas del nitrógeno no provocaron diferencias significativas en ninguna de ellas.

3.1 Efecto sobre la altura de la planta.

En la Fig. 4, podemos observar el comportamiento de esta variable ante las diferentes formas de fraccionamiento del nitrógeno, es notable que cuando se aplicó el 50% del N en la siembra y el resto a los 30 días (fraccionamiento b_1), alcanzó altura de planta ligeramente superior a las demás formas de fraccionamiento.

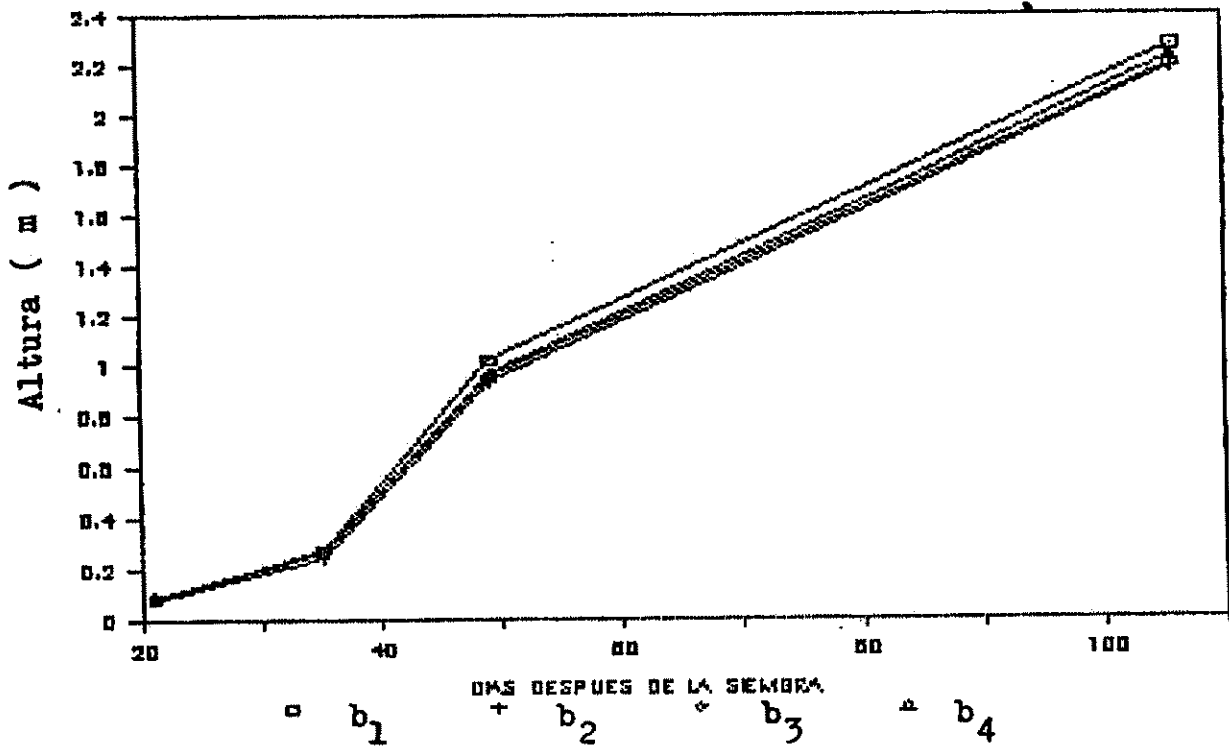


Fig. 4 Respuesta del fraccionamiento en el crecimiento.

3.2 Efecto sobre la altura de la mazorca.

La altura de inserción de la mazorca no manifestó diferencias significativas para las diferentes formas de fraccionamiento del nitrógeno según lo indica el análisis de varianza (Cuadro 6). Sin embargo al igual que en altura de planta, cuando se fraccionó el 50% del N en la siembra y el resto a los 30 días (fraccionamiento b₁), se alcanzó altura de inserción de la mazorca ligeramente superior.

CUADRO 6. INFLUENCIA DEL FRACCIONAMIENTO DE NITROGENO SOBRE EL CRECIMIENTO Y DESARROLLO DEL MAIZ.

Fraccionamiento (% de N)	Altura de mazorca(m)	Diámetro del tallo (mm)	Días a flo- ración (DDS)	% Plantas acameadas
b ₁ 50-50- 0	1.305 a	15.98 a	64.25	8.48
b ₂ 25-50-25	1.218 a	15.93 a	65.37	6.55
b ₃ 25-25-50	1.230 a	15.75 a	65.12	7.36
b ₄ 50- 0-50	1.223 a	15.92 a	65.12	5.62
ANDEVA	NS	NS		
C.V.	14.0	5.5		
\bar{X}	1.240	15.89	64.96	7.00

Tratamientos en una misma columna con letras en común no difieren entre sí según la prueba de rangos múltiples de Duncan para una probabilidad del 5 %. (a - b).

3.3 Efecto sobre el diámetro del tallo.

En esta variable las aplicaciones de 50% del N a la siembra y el 50% a los 30 días (fraccionamiento b₁), incrementaron ligeramente el diámetro del tallo, en comparación con las otras formas de fraccionamiento. Sin embargo esta diferencia no fue significativa.

3.4 Efecto sobre la floración.

Las formas de fraccionamiento del nitrógeno b₂, b₃, y b₄ tardaron 65 días en alcanzar la floración completa, en tanto que el fraccionamiento b₁ tardó 64 días, teniendo un comportamiento igual que en las variables anteriores.

3.5 Efecto sobre el porcentaje de plantas acamadas.

Se observó que cuando aplicamos el 50% del N a la siembra y el resto a los 30 días (fraccionamiento b_1), se produjeron un mayor porcentaje de plantas acamadas, en cambio al fraccionar el 50% del N en la siembra y el resto en la floración (fraccionamiento b_4) se produjo el menor porcentaje de acame.

4. INFLUENCIA DEL FRACCIONAMIENTO DE NITROGENO SOBRE EL RENDIMIENTO Y SUS COMPONENTES.

De acuerdo a los resultados obtenidos, en el cuadro 7, podemos observar que estas variables tuvieron un comportamiento similar, no encontrando diferencias significativas entre las formas de fraccionar el nitrógeno.

4.1 Efecto sobre el rendimiento de grano.

Los rendimientos obtenidos con las aplicaciones del 50% del N en la siembra y el 50% en la floración (fraccionamiento b_4), fueron ligeramente superiores a los obtenidos con las otras formas de fraccionar el nitrógeno, siendo el fraccionamiento b_1 (cuando se aplicó el 50% del N en la siembra y el 50% a los 30 días el que resultó con más bajos rendimientos. Sin embargo la diferencia del rendimiento entre estas dos formas de fraccionamiento fue solamente de 181 Kg.

Estos resultados pueden atribuirse a que la textura del suelo donde se montó el ensayo es franco-arcillo-arenoso, por lo que se deduce que el alto contenido de arcilla redujo en alguna medida las pérdidas de nitrógeno por lixiviación, aprovechando de la misma manera las diferentes formas de fraccionamiento del N, no encontrando diferencias significativas en el rendimiento.

Estudios realizados por Meléndez et al (1985), en suelos con textura de miqajón arenoso, concluyen que el fraccionamiento de 50% del N a la siembra y el resto en la primera labor de escarda, fue el más adecuado para lograr los mejores rendimientos.

Resultados similares a los nuestros fueron obtenidos por Guzmán y Deroncele (1978), quienes no encontraron diferencias significativas entre los fraccionamientos del nitrógeno. Además concluyen que el fraccionamiento más adecuado para el maíz es la aplicación en la siembra de 1/3 (33.33 %) del nitrógeno y 2/3 (66.66 %) a los 30 días.

De igual manera, resultados obtenidos por Thom y Watkin (1980), utilizando dos formas de fraccionamiento 1) 50% del N a la siembra y 50% a las seis semanas, 2) 1/3 del N a la siembra, 1/3 a las 6 semanas y 1/3 al 50% de floración; no encontraron diferencias significativas en el rendimiento.

CUADRO 7. INFLUENCIA DEL FRACCIONAMIENTO DE NITROGENO SOBRE EL RENDIMIENTO Y SUS COMPONENTES.

Fraccionamiento (% de N)	Rendimiento Kg/ha	Peso de mil granos (grs)	Longitud de Mazorca (cm)	Mazorcas cosechad.	Plantas sechadas
b ₁ 50-50- 0	6383 a	328.2 a	16.07 a	64.43 a	75.50 a
b ₂ 25-50-25	6506 a	324.3 a	16.20 a	64.56 a	76.87 a
b ₃ 25-25-50	6402 a	326.2 a	16.16 a	64.31 a	74.62 a
b ₄ 50- 0-50	6564 a	319.5 a	16.15 a	64.81 a	74.81 a
ANDEVA	NS	NS	NS	NS	NS
C.V.	8.98	6.11	4.12	5.68	4.31
\bar{X}	6464	324.6	16.14	64.53	74.45

Tratamientos en una misma columna con letras en común no difieren entre sí según la prueba de rangos múltiples de Duncan para una probabilidad del 5%. (a - b).

4.2 Efecto sobre el peso de mil granos.

No se encontraron diferencias significativas para las formas de fraccionamiento (Cuadro 7), estos resultados pueden atribuirse a que la textura franco-arcillo-arenosa del suelo no permitió un alto grado de lixiviación del nitrógeno en los diferentes tratamientos, por lo tanto no se pudo encontrar deficiencias de nitrógeno que mostraran diferencias en el peso de mil granos. Sin embargo las aplicaciones del 50% del N en la siembra y el resto a los 30 días (fraccionamiento b_1), fue ligeramente superior a las otras formas de fraccionamiento, en cambio fraccionando el 50% del N en la siembra y 50% en la floración (fraccionamiento b_4) tuvo el menor peso de mil granos.

4.3 Efecto sobre la longitud de la mazorca.

No se encontró diferencia estadística significativa en la longitud de mazorca para las formas de fraccionamiento, encontrando en el muestreo mazorcas prácticamente del mismo tamaño (Cuadro 7). Consideramos que este comportamiento se debió al mismo factor antes mencionado (textura de suelo) el cual influyó en el comportamiento del nitrógeno y como consecuencia de esto en la obtención de mazorcas con longitudes estadísticamente iguales.

4.4 Número de mazorcas y plantas cosechadas.

Con respecto a estas variables, tuvieron un comportamiento similar, no observándose diferencias significativas por efecto de las diferentes formas en que se fraccionó el nitrógeno (Cuadro 7).

Consideramos que estos resultados se debieron a que las formas de fraccionar el nitrógeno no influyen en el número de mazorcas que pueda producir la planta de maíz, sino que esto se debe más bien a la dosis de nitrógeno proporcionada a la planta, tal como habíamos mencionado anteriormente. De igual manera creemos que la sobrevivencia de un mayor número de plantas que llegan a formar cosecha, se debe al nivel de nitrógeno y no a la forma de fraccionarlo.

5. INFLUENCIA DE LA INTERACCION ENTRE LOS NIVELES DE NITROGENO Y LAS FORMAS DE FRACCIONAMIENTO, SOBRE EL RENDIMIENTO DEL MAIZ.

De acuerdo al análisis estadístico realizado no se logró encontrar diferencias significativas en el rendimiento de grano al interaccionar los diferentes niveles de nitrógeno con las formas de fraccionamiento, por lo que se deduce que no existe efecto de interacción entre estos dos factores estudiados.

En la Fig. 5, podemos observar que con las aplicaciones de 150 Kg/ha de N, se alcanzaron los mayores rendimientos al utilizar cualquier forma de fraccionamiento. En este nivel de nitrógeno se destaca el fraccionamiento b_2 cuando se aplicó el 25% del N en la siembra, 50% a los 30 días y 25% en la floración, que presentó los rendimientos más altos. Sin embargo al realizar el análisis estadístico no se encontró diferencia significativa entre las diferentes formas de fraccionamiento en el nivel de 150 Kg/ha de N.

Con la aplicación de 90 Kg/ha de N, resultó dar los mejores rendimientos al fraccionar el 50% del N en la siembra y el 50% en la floración. Sin embargo dentro del nivel de 90 Kg/ha de N no se encontró diferencias significativas entre las formas de fraccionamiento.

Para el nivel de 120 Kq/ha de N, se obtuvieron rendimientos similares a lo alcanzados con el nivel de 90 Kq/ha de N utilizando la misma forma de fraccionamiento, dentro de este nivel (120 Kq/ha de N) no hubo diferencias significativas entre los fraccionamientos.

En el nivel de 60 Kq/ha de N, resultó mejor fraccionar el 25% del Nitrógeno a la siembra, 25% a los 30 días y 50% a la floración (fraccionamiento b_3) para obtener los rendimientos más altos. Al igual que en los niveles anteriores no se encontró diferencia estadística entre los fraccionamientos en el nivel de 60 Kq/ha de N.

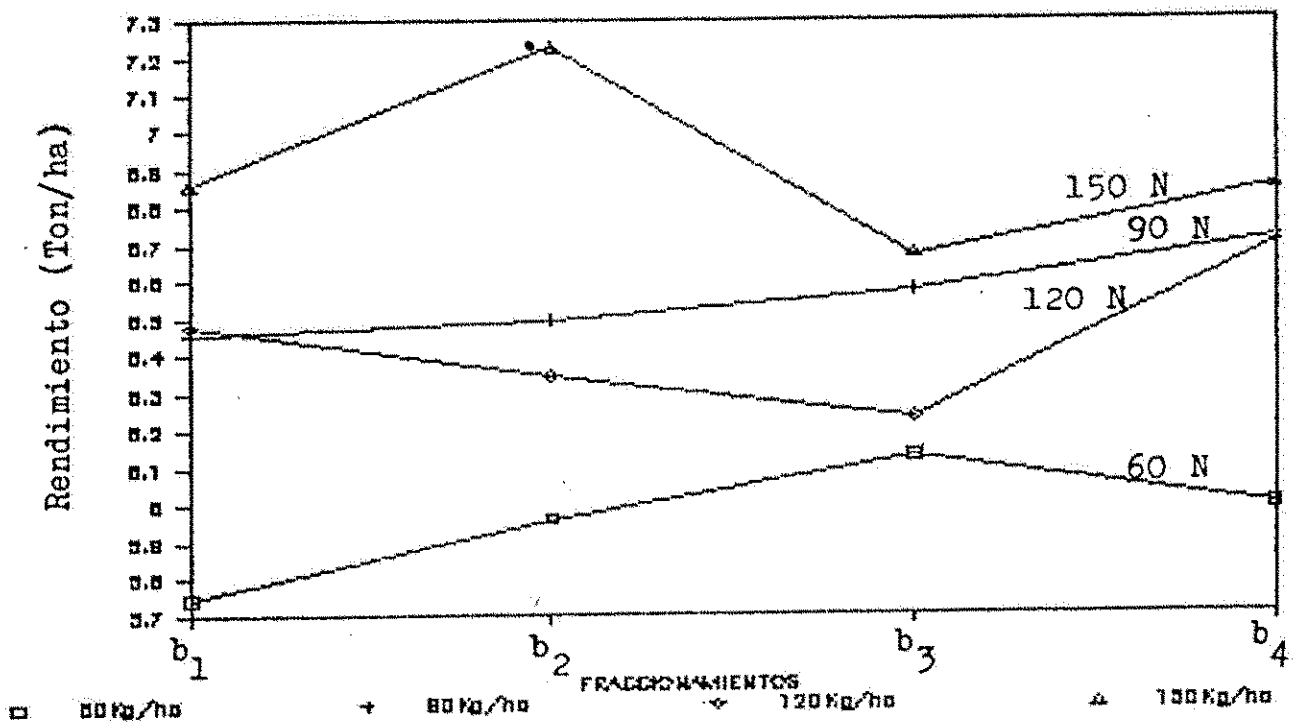


Fig. 5 Influencia de la interacción nitrógeno-fraccionamiento en el rendimiento.

IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De los resultados y discusiones del presente trabajo y bajo las condiciones edafoclimáticas y de manejo en que se desarrolló el experimento, hemos llegado a las siguientes conclusiones:

1. El nitrógeno influye en el crecimiento y desarrollo del cultivo del maíz (Zea mays L.), y aumenta significativamente los rendimientos de grano.
2. Las aplicaciones de 150 Kg/ha de nitrógeno, favorecen la obtención de altos rendimientos, que superan a los obtenidos al utilizar niveles de nitrógeno más bajos.
3. Los fraccionamientos del nitrógeno no manifiestan diferencias significativas en el crecimiento, desarrollo y rendimiento del cultivo del maíz (Zea mays L.).
4. El nitrógeno y los fraccionamientos en interacción, no ejercen influencia significativa sobre el rendimiento del cultivo del maíz (Zea mays L.).
5. Cuando interaccionan las diferentes formas de fraccionamiento, con el nivel de 150 Kg/ha de N, se obtuvieron los mayores rendimientos.

Recomendaciones:

1. Considerando que el presente estudio es preliminar, es recomendable, continuar las investigaciones sobre el fraccionamiento del nitrógeno en el cultivo del maíz (Zea mays L.), bajo las mismas condiciones edafoclimáticas.
2. Realizar ensayo con el nivel de 150 Kg/ha de nitrógeno, utilizando otras formas de fraccionamiento que no fueron consideradas en este estudio y comparar con aplicaciones no fraccionadas del nitrógeno.
3. Considerar en los estudios de fraccionamiento del nitrógeno que las aplicaciones fraccionadas, estén limitadas a estados fenológicos de la planta de maíz.

V. BIBLIOGRAFIA

1. ALDRICH, S.R. y E.R. LENG. 1974. Producción Moderna del Maíz. Hemisferio Sur. Trad. del Inglés por Oscar Martínez Tenreiro y Patricia Lequisamón. Buenos Aires, Argentina. 307 p.
2. ANEZ, B. y E. TAVIRA. 1986. Producción de la asociación maíz-frijol según, fertilización nitrogenada y momento de siembra. Turrialba; Revista Interamericana de Ciencias Agrícolas. Costa Rica. 36 (4): 499-508.
3. BARRILLAS, C. J. 1975. Efecto del chiloteo del maíz sobre el rendimiento de grano. Escuela Nacional de Agricultura y Ganadería. Ministerio de Agricultura y Ganadería, Managua, Nicaragua. Boletín Técnico No. 2. pp 15-28.
4. FRONTELA, R.A. y J. M. MOREJON. 1987. Influencia del fraccionamiento de la dosis de N en el rendimiento del cultivo del pimiento. Revista Centro Agrícola. Cuba. No.(2): 18-23.
5. GARCIA, A. E. 1983. Técnicas para la producción de maíz. Ministerio de Desarrollo Agropecuario y Reforma Agraria. Ediciones Culturales, Managua. No. 2. pp 15-28.
6. GUZMAN, J. DE J. y R. DERONCELE. 1973. Estudio de la influencia de distintos portadores de nitrógeno y su fraccionamiento en el cultivo del maíz (Zea mays) híbrido T-66. Ciencia y Técnica en la Agricultura; suelos y agroquímica. Cuba. 1(3): 57-65.

7. HOLDRIDGE. 1967. Citado por THIENHAUS, S. Efecto de diferentes dosis de 3 tipos de abonos orgánicos en maíz como planta indicadora. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua. 1985. 40 p.
8. MELLENDEZ, G. R. et al. 1985. Efecto de la fertilización con urea común, fluida y con diferentes recubrimiento en maíz de temporal. Agrociencia; Centro de Edafología. México. No(60): 87-108.
9. MEZA, S. L. 1966. Efecto de la variación de 7 niveles de nitrógeno en la producción de grano de maíz. Tesis Inq. Agr. Managua, Nicaragua. Escuela Nacional de Agricultura y Ganadería. 29 p.
10. MIDINRA. 1988. Series históricas de área, rendimiento y producción. Ciclos 77/78 - 86/87. Dirección General de Agricultura - ra.
11. MONTALDO, P. 1982. Agroecología del trópico americano. San José, Costa Rica. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. 206 p.
12. PEREZ, C. N. et al. 1982. Efecto de la interacción cero labranza-fertilización sobre el rendimiento del maíz. Ciencia y Tecnología Agropecuaria. ICTA. Guatemala. 1: 21-30.
13. PINEDA, R. M. et al. 1981. Respuesta del maíz (Zea mays L.) en producción de grano, rastrojo, materia seca y absorción de N, a diferentes niveles, fuentes y oportunidades de aplicación de N. Agrociencia. México. no(46): 43-68.

14. QUINTANA, O. 1983. Técnicas para la producción de maíz. Ministerio de Desarrollo Agropecuario y Reforma Agraria. Ediciones Culturales. Managua, Nicaragua. No. 2 pp 91-107.
15. SANCHEZ, A. P. 1981. Suelos del Trópico; características y manejo. Trad. del Inglés por Edilberto Camacho. San José, Costa Rica. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. 634 p.
16. SANCHELLI, V. 1970. Química y tecnología de los abonos nitrogenados. Barcelona, España. 454 p.
17. THOM, E. y B. WATKIN. 1980. Influencia de la dosis crecientes de los fertilizantes nitrogenados en el rendimiento del grano y contenido de sustancia seca en las plantas de maíz. Información Expresa; viandas, hortalizas y granos. Cuba. 4(6): 27-28.
18. WALIHER, H. and LIETH, H. 1960. Klimatidiagram Weltatlas Jena.