

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

ESCUELA DE PRODUCCION VEGETAL

DEPARTAMENTO DE CULTIVOS ANUALES

TRABAJO DE DIPLOMA

**EFFECTO DE LA FERTILIZACION NITROGENADA, FRACCIONAMIENTO Y
MOMENTO DE APLICACION SOBRE EL CRECIMIENTO Y RENDIMIENTO
DEL MAIZ (*Zea mays* L.) Var. NB-12.**

AUTOR:

ANABELL SALGADO MONTENEGRO

ASESOR:

ING. MARGARITA CUADRA ROMANO

MANAGUA, NICARAGUA, 1990

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a la REVOLUCION POPULAR SANDINISTA, a los HEROES Y MARTIRES DE LA REVOLUCION, que hicieron posible uno de mí más grandes sueños.

Dedico muy especialmente este trabajo a mis PADRES:

JOSE MARIA SALGADO,

ISIDORA MONTENEGRO,

a mis hermanos,

MARGARITA, CHELBIN, NORMAN, que con su apoyo, esfuerzo, amor y sacrificio logré cumplir uno de sus más grandes sueños.

Anabell Salgado Montenegro.

AGRADECIMIENTO

De manera muy especial, agradezco a; Ing. Margarita Cuadra por el apoyo incondicional que me brindó en la realización y culminación del presente trabajo.

Brindo un merecido reconocimiento por el tiempo y esfuerzo dedicado a la realización de éste trabajo, a:

Ing. Adilia D. Tapia.

Ing. Camilo Somarriba.

Ing. M. Sc. José Angel Vanegas.

Ing. Rodolfo Munguía.

Ing. Victor Aguilar.

Anabell Salgado Montenegro.

INDICE

CONTENIDO	PAGINA
INDICE	I
INDICE DE CUADROS	II
INDICE DE FIGURAS	III
RESUMEN	IV
I INTRODUCCION	1
II MATERIALES Y METODOS	3
2.1. Descripción del lugar y diseño	3
2.2. Métodos de fitotécnia.	6
III RESULTADOS Y DISCUSION	8
3.1. Efecto de los niveles de nitrógeno, fraccionamiento y momento de aplicación sobre el crecimiento y desarrollo del cultivo del Maíz.	8
3.1.1. Altura de planta	8
3.1.2. Diámetro de tallo	11
3.2. Efecto de los niveles de nitrógeno, fraccionamiento y momentos de aplicación sobre el rendimiento y sus componentes principales.	11
3.2.1. Longitud de mazorca.	11
3.2.2. Número de hileras por mazorca.	14
3.2.3. Número de granos por hilera.	14
3.2.4. Número de mazorcas totales.	14

3.2.5. Número de mazorcas dañadas.	14
3.2.6. Peso de mil granos.	15
3.2.7. Rendimiento.	15
3.3. Efecto de las diferentes interacciones sobre el rendimiento y sus componentes principales.	17
3.3.1. Interacción Nitrógeno - fraccionamiento.	17
3.3.2. Interacción Nitrógeno - momento de aplicación.	18
3.3.3. Interacción Fraccionamiento - momento de aplicación.	19
3.3.4. Interacción Nitrógeno - fraccionamiento y momento de aplicación.	20
IV CONCLUSIONES.	22
V RECOMENDACIONES.	23
VI BIBLIOGRAFIA.	24

II

INDICE DE CUADROS

CUADRO	PAGINA
1. Análisis de los suelos de la Compañía, Carazo. 1988.	3
2. Arreglo de los tratamientos.	5
3. Efecto de diferentes niveles de Nitrógeno sobre el rendimientos sus componentes.	16
4. Efecto de diferentes fraccionamientos de Nitrógeno sobre el rendimiento y sus componentes.	16
5. Efecto de diferentes momentos de aplicación de Nitrógeno sobre el rendimientos y sus componentes.	17
6. Efecto de diferentes niveles de Nitrógeno y fraccionamiento sobre el rendimiento y sus componentes principales.	18
7. Efecto de diferentes niveles de Nitrógeno y momentos de aplicación sobre el rendimiento y sus componentes principales.	19
8. Efecto de diferentes fraccionamientos y momentos de aplicación sobre el rendimiento y sus componentes principales.	20
9. Efecto de diferentes niveles de Nitrógeno, fraccionamiento y momento de aplicación sobre el rendimiento y sus componentes principales.	21
10. Distribución de los diferentes niveles en cada uno de los factores en estudio.	3

III

INDICE DE FIGURAS

FIGURA	PAGINA
1. Datos meteorológicos de 1989. Estación Francisco Gutierrez Campos Azules.	4
2. Efecto de los diferentes niveles de nitrógeno, fraccionamiento y momentos de aplicación sobre la altura de planta.	9
3. Efecto de la combinación de los niveles de nitrógeno, fraccionamiento y momentos de aplicación sobre la altura de planta.	10
4. Efecto de los diferentes niveles de nitrógeno, fraccionamiento y momentos de aplicación sobre el diámetro del tallo.	12
5. Efecto de la combinación de los niveles de nitrógeno, fraccionamiento y momentos de aplicación sobre el diámetro del tallo.	13

RESUMEN

En la estación experimental "La Compañía" ubicado en el municipio de San Marcos, departamento de Carazo se estableció un ensayo en época de postrera 1989, con el objetivo de determinar la influencia sobre tres diferentes niveles de nitrógeno (0-50-100 kg/ha), tres fraccionamientos (25- 25-50, 25-50-25, 33-33-33 %) y dos momentos de aplicación (0-16-32 y 0-32-48 dds) sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento del maíz (*Zea mays* L.) variedad NB-12. Se usó un diseño trifactorial modificado en bloques completos al azar con cinco réplicas. Los resultados muestran que con niveles de 100 kg/ha de nitrógeno incrementa el crecimiento vegetativo de la planta, fraccionando en 25-50-25 y 25-25-50% aplicándose en épocas tempranas, a la siembra, 16 y 32 días después. Al mismo tiempo se determinó que los diferentes niveles de nitrógeno produjeron diferencias significativas sobre el rendimiento y sus componentes principales, obteniéndose la mejor respuesta con un nivel de 100 kg/ha de nitrógeno, fraccionado en 25-50-25 % aplicado a la siembra, 32 y 48 días después.

No se produjo efecto significativo de las interacciones sobre el rendimiento y sus componentes principales, sin embargo se produjo la mejor respuesta con la combinación de 100 kg/ha de nitrógeno fraccionado en 25-50-25 % aplicado a la siembra, 16 y 32 días después.

I. INTRODUCCION

El maíz (*Zea mays* L.) es uno de los rubros más importante en la agricultura de consumo interno en Nicaragua ya que constituye una fuente barata de calorías indispenable para el adecuado funcionamiento del organismo humano. (García 1983).

Aunque la producción de maíz ha experimentado un incremento en el volumen total, los rendimientos están por debajo del potencial agroecológico de Nicaragua debido a la marginalidad de los suelos donde se siembra y la poca eficacia de la tecnología aplicada. Para el ciclo 86-87 el área cosechada fué de 158,366.14 ha para una producción de 211,873.66 tn y para 88-89 el área cosechada fué de 223,637.73 ha con una producción de 296,035.75 tn. (Palacios 1990).

El maíz requiere de varios elementos nutritivos siendo el nitrógeno el más importante ya que forma parte de los complejos orgánicos y minerales de la planta. (Berger 1975).

Uno de los principales problemas del cultivo del maíz lo constituye el manejo de la fertilización (dosis, fraccionamiento y momento de aplicación) (Livio 1976).

Existen muchos puntos de vista con respecto a dosis aplicada de nitrógeno , Lang y Mallet (1987) recomiendan 200 kg/ha, Reddeppa et al (1982) 150 kg/ha y Vasconcelos et al (1980) 70 kg/ha.

En 1981 el MIDINRA recomienda de 40 a 68 kg/ha y en 1985 60 kg/ha. Usualmente se ha propuesto que varias aplicaciones de nitrógeno durante la estación de crecimiento redujera las pérdidas e incrementara la absorción. (Rhoads y Manning, 1986).

Muchos investigadores reportan que con fraccionamientos de 50-50%, 25-75 % y 33-33-33% se han obtenido buenos resultados. Zúniga (1974), Reddeppa et al (1982), Quintana (1983) , Suwaharit (1986).

El momento de aplicación depende del clima, suelo y nutriente a aplicar. Un retraso en el tiempo de aplicación del nitrógeno después que la planta

alcance los 60 cm de altura, puede dar como resultado una utilización disminuida del nitrógeno aplicado. Sin embargo es interesante notar que las aplicaciones de nitrógeno en la fase que precede a la espiga cuando hay una marcada deficiencia son eficaces en el incremento de la producción (Tisdale y Nelson 1970).

Según Bundy (1986) algo de nitrógeno debe ser aplicado antes de la sexta semana después de la siembra y la mayor parte del requerimiento de nitrógeno del cultivo debe ser aplicado en la décima semana después de la siembra.

Los objetivos planteados para este ensayo fueron los siguientes:

- Determinar el efecto de tres diferentes niveles de nitrógeno sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento del maíz.
- Determinar el efecto de tres diferentes 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.
- Determinar el efecto de las diferentes combinaciones entre los factores sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento del maíz.

II. MATERIALES Y METODOS

2.1 Descripción del lugar y del diseño.

El experimento se estableció en época de postrera del 25 de agosto al 13 de diciembre de 1989, en la estación experimental "La Compañía" ubicada en el municipio de San Marcos, Carazo, situado a una altitud de 480 msnm una latitud norte de 11° 54' y 86° 09' de longitud oeste, presentando una precipitación promedio anual de (1200 -1500 mm) y una temperatura promedio anual de 22° C, topografía plana, suelo de textura media con un alto contenido de materia orgánica, clase II perteneciente a la serie Masatepe (MAG, 1971). Fig. 1

De acuerdo a la clasificación Holdrige, (1963) sobre zonas de vida, esta localidad se encuentra comprendida en la zona de bosque húmedo pre-montano tropical. El clima presenta condiciones estables para los cultivos de maíz y frijol. (Blanco, 1971)

Cuadro 1. Algunas propiedades químicas de los suelos de "La Compañía", Carazo.

pH (H ₂ O)	pH (KCl)	M.O. (%)	N Total	Ca (meq/ 100g dm)	P. sol. (ppm)	K (meq/100 g dm)	CIC	Bases (%)
6.5	5.6	17.24	0.57	30.30	0.12	6.15	39.00	99.00

* Fuente: Talavera, Izquierdo. 1988.

Cuadro 10. Distribución de los diferentes niveles en cada uno de los factores en estudio.

Factor A: Nitrógeno	Factor B: Fraccionamiento	Factor C: Momentos de aplicación.
a ₀ = 0 kg/ha	b ₁ = 25-25-50 %	c ₁ = 0-16-32 Días después de la siembra.
a ₁ = 50 kg/ha	b ₂ = 25-50-25 %	c ₂ = 0-32-48 Días después de la siembra.
a ₂ = 100 kg/ha	b ₃ = 33-33-33 %	

El diseño utilizado fué un trifactorial modificado con cinco repeticiones. Los factores en estudio fueron:

Factor A: 3 niveles de nitrógeno , 0-50 y 100 kg/ha de nitrógeno.

Factor B: 3 fraccionamientos de nitrógeno 25-25-50, 25-50-25, 33-33-33 % del fertilizante aplicado en cada momento.

Factor C: 2 momentos de aplicación 0-16-32 y 0-32-48 días después de la siembra.

Lo cual nos da 12 tratamientos más un testigo absoluto igual a 13 tratamientos dando un total de 65 parcelas.

Cuadro 2. Arreglo trifactorial de los 13 tratamientos.

Tratamiento	Nitrógeno (kg/ha)	Fraccionamiento (%)	Tiempo 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

El tamaño de la parcela fué de 6 surcos de 0.75 m de ancho por 6 m de largo teniendo la parcela experimental un área de 27 m². La parcela útil constó de 4 surcos centrales dejando de borde 0.5 m siendo el área de 15 m². Total del ensayo 1989 m².

Las variables medidas fueron:

a). Durante el crecimiento y desarrollo:

-Altura de planta: tomándose la altura en cm desde la superficie del suelo hasta la base de la ligula superior. Se tomó cada semana hasta la floración.

-Diámetro del tallo: se tomó al momento de la floración midiéndose en cm en el entrenudo debajo de la mazorca.

Las dos variables anteriores se tomaron de 10 plantas establecidas dentro de la parcela útil.

b). A la cosecha.

- Longitud de la mazorca en 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 kg/ha al 15 % de humedad.

Los análisis realizados para las variables altura de planta y diámetro del tallo fue tablas de medias e interacciones con lo que se elaboraron curvas e histogramas . Los análisis estadísticos realizados para el resto de variables fué ANDEVA y separaciones de medias según Tukey al 0.05.

2.2 Métodos de fitotecnia.

La preparación del suelo fué mecanizada con arado, gradeo y surcado del terreno. La siembra fué manual con una siembra densa y un posterior raleo a los 15 días después de la siembra quedando una densidad de 50,000 plantas por hectarea. 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 super fosfato triple con un 46% de P_2O_5 en dosis de 40 kg/ha y muriato de potasio con un 50% de K_2O en dosis de 12 kg/ha.

Para el control de plagas de suelo se aplicó Furadán (Carbofuran) 15

kg/ha al momento de la siembra y para plagas del follaje se aplicó Filitox (Metamidofos) 1.4 l/ ha y Lorsban (Clorpyrifos) 1.4 l/ha.

El control de malezas se realizó manual manteniendo el cultivo limpio de malezas durante todo el ciclo. La cosecha se realizó manual a la madurez del cultivo (110 días).

III. RESULTADOS Y DISCUSION

3.1 Efecto de los niveles de N, fraccionamiento y momentos de aplicación sobre el crecimiento y desarrollo del cultivo del maíz.

3.1.1 Altura de la planta

La altura de la planta puede verse afectada por la acción conjunta de los cuatro factores fundamentales luz, calor, humedad y nutrientes (Yagodin *et al*, 1982). En el ensayo pudo observarse que la mayor altura de la planta se encontró con un nivel de nitrógeno de 100 kg/ha (fig. 2). Esto está de acuerdo con lo reportado por Aldrich *et al* (1980), Arzola *et al* (1981) y Betango (1988) de que al aumentar la dosis de nitrógeno aumenta la altura de la planta. De igual manera, para el factor fraccionamiento se observó la mayor altura de la planta, aplicando el nitrógeno en un 25-50-25 % (fig. 2). Esto es debido a que el mayor porcentaje de nitrógeno se aplicó al momento que la planta más lo necesita para su crecimiento. Por otro lado, para el factor momento de aplicación se observó (fig. 2) la mayor altura de planta con las aplicaciones a la siembra, a los 16 y 32 días después. Esto puede deberse a que la planta necesita mayor cantidad de nitrógeno en las etapas tempranas, lo cual está en concordancia con lo afirmado por MIDINRA (1983), que con las aplicaciones de nitrógeno fraccionadas a la siembra y de 25 a 30 días después de la aplicación se obtienen buenos resultados. De igual manera Randall *et al* (1985) menciona que el método potencial de mejorar la eficiencia del nitrógeno es aplicarlo cercano al período de mayor demanda por la planta. Las combinaciones de los factores en estudio evaluando altura de planta mostraron el mayor crecimiento en las combinaciones con 100 kg/ha de nitrógeno, fraccionado en 25-25-50%, aplicado a la siembra, 16 y 32 días después a como se muestra en la figura 3. Esto se debe a que los altos niveles de nitrógeno disponible para la planta con llevaron a una mayor altura, pero influenciado por el momento que este se debe de aplicar obteniéndose dichos resultados. Sin embargo podemos notar que el momento de aplicación a la siembra, 32 y 48 días después mostraron bajas alturas lo que muestra que aplicaciones tardías impiden el crecimiento y el aprovechamiento adecuado de la planta de maíz.

3.1.2 Diámetro del tallo

El diámetro del tallo es otra variable que esta influenciada por las condiciones ambientales y los nutrientes siendo el nitrógeno uno de los elementos más importantes (Cuadra 1988).

En la figura 4 podemos observar que con niveles de 100 kg/ha de nitrógeno se obtuvo el mayor diámetro siendo estos resultados similares con los obtenidos por Benavides y Siles (1990).

El comportamiento mostrado en la figura 4 nos muestra que el fraccionamiento 25-25-50 % obtuvo el mayor diámetro, obteniéndose diferencias mínimas con el fraccionamiento 25-50-25 %. Esto puede deberse a que los porcentajes a que fracciona el nitrógeno estan de acuerdo a como la planta lo necesita en sus diferentes estados de desarrollo.

De igual manera para el momento de aplicación en la figura 4 se determina que la aplicación a la siembra, 16 y 32 días después, la planta responde en mayor medida.

Se determinó que la combinación donde se obtuvo el mayor diámetro es con dosis de 100 kg/ha de nitrógeno, fraccionado en 25-50-25 %, aplicado al momento de la siembra, 16 y 32 días después. (fig.5)

3.2 Efectos de los niveles de Nitrógeno, fraccionamiento y momentos de aplicación sobre el rendimiento y sus componentes principales.

3.2.1 Longitud de mazorca

La longitud de la mazorca es una variable que está influenciada por las condiciones ambientales (clima, suelo) y tambien por los nutrientes principalmente por el nitrógeno ya que a medida que aumenta la dosis la longitud de la mazorca aumenta (Berger 1975, Betango 1988)

En el análisis estadístico realizado para los factores nivel de nitrógeno, fraccionamiento y momento de aplicación en los cuadros 3, 4 y 5 se demuestra que 100 kg/ha de nitrógeno, cualquier fraccionamiento utilizado, usando cualquiera de los momentos de aplicación arrojan la mayor longitud de la mazorca. Estando de acuerdo con Berger (1975) de que a medida que aumenta el nivel de nitrógeno aumenta el tamaño de la mazorca y desacuerdo

con Karim *et al* (1983) de que las tres diferentes dosis de nitrógeno (45, 90, 136 kg/ha) no tuvieron efecto sobre la longitud de la mazorca.

3.2.2 Número de hileras por mazorca

Esta variable teniendo una nutrición normal de nitrógeno , aumenta la masa relativa de la mazorca. (Ustimenko et al , 1980)

El análisis estadístico realizado para los factores nivel de nitrógeno , fraccionamiento y momento de aplicación en los cuadros 3, 4 y 5 se demuestra que con 100 kg/ha de nitrógeno, cualquiera de los fraccionamientos utilizados, usando aplicación al momento de la siembra, 16 y 32 días después arrojan el mayor número de hileras por mazorca.

3.2.3 Número de granos por hilera

En maíz el número de granos por hilera esta fuertemente influenciado por el suministro de nitrógeno. (Lemcoff y Loomis, 1986).

En relación a esta variable el análisis estadístico realizado (cuadro 3, 4 y 5) demuestra que con 100 kg/ha de nitrógeno, cualquier fraccionamiento utilizado, usando cualquiera de los momentos de aplicación arrojan el mayor número de granos por hilera.

3.2.4 Número de mazorcas totales

Esta variable esta influenciada por varios factores tales como: humedad, plagas y nutrientes .(Adetiloye *et al* , 1984)

Respecto al efecto de los niveles de nitrógeno, fraccionamiento y momentos de aplicación en los cuadros 3, 4 y 5 se demuestra que el mayor número de mazorcas totales se encuentra con 100 kg/ha de nitrógeno, cualquier fraccionamiento utilizado, usando aplicaciones al momento de la siembra 32 y 48 días después.

3.2.5 Número de mazorcas dañadas

Para esta variable se toma muy en cuenta muchos factores tales como: ataque de plagas, humedad, altas aplicaciones de fertilizante ya que tiende a

aumentar el crecimiento de la planta ocasionando un debilitamiento del tallo que contribuye a un mayor volcamiento, obteniéndose el daño de la mazorca (Poey, 1973).

El análisis estadístico realizado en relación al nivel de nitrógeno, fraccionamiento y momento de aplicación (cuadro 3, 4 y 5) se demuestra que el menor número de mazorcas dañadas (13.96) se obtuvo con aplicaciones de 100 kg/ha de nitrógeno, utilizando cualquier fraccionamiento usando cualquiera de los momentos de aplicación.

3.2.6 Peso de mil granos

En maíz el peso del grano y número de granos ambos están fuertemente influenciados por el suministro de nitrógeno (Lemcoff y Loomis, 1986).

El análisis para esta variable en relación al nivel de nitrógeno, fraccionamiento y momento de aplicación (cuadro 3, 4 y 5) nos demuestra que 100 kg/ha de nitrógeno utilizando cualquier fraccionamiento, usando aplicaciones a la siembra, 32 y 48 días después se obtiene el mayor peso de mil granos. Esto concuerda con Ustimenko *et al* (1980) que aplicaciones adecuadas de nitrógeno aumentan el peso del grano.

3.2.7 Rendimiento

El rendimiento está influenciado por las condiciones ambientales (suelo, clima) y también por los nutrientes siendo el nitrógeno uno de los más importantes ya que con aplicaciones de 60 a 150 kg/ha de N. los rendimientos por lo general son los más altos (Sánchez, 1981).

El análisis estadístico que se realizó para, nivel de nitrógeno, fraccionamiento y momento de aplicación (cuadros 3, 4 y 5) demuestra que 100 kg/ha de nitrógeno, utilizando cualquier fraccionamiento, usando cualquiera de los momentos de aplicación arrojan la mayor producción de 3853.46 kg/ha. Estando esto de acuerdo con los siguientes investigadores: Godyani *et al* (1968), CIMMYT (1977), Stanojlucic *et al* (1981), Budrero *et al* (1984) de que aplicaciones de 130 a 100 kg/ha de nitrógeno se obtienen altos rendimientos y también reportan que las aplicaciones fraccionadas son beneficiosas para el cultivo del maíz.

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

Niveles (kg/ha)	Longitud Mazorcas	No. hileras por Maz.	No. granos por Hilera	Mazorcas Totales	Mazorcas ¹ Dañadas	Peso mil granos	Rendimiento (kg/ha)
0	11.61 c	12.18 b	21.5 c	57.2 c	20.8 b	189.04 c	1363.30 c
50	13.29 b	13.49 ab	25.68 b	68.06 b	15.63 a	233.90 b	2197.06 b
100	15.66 a	13.95 a	31.3 a	81.03 a	13.96 a	248.01 a	3853.46 a
ANDEVA	*	NS	*	*	NS	*	*
CV (%)	10.39	7.05	12.12	7.26	22.45	16.41	23.51

¹ Datos originales transformados a $\sqrt{y + 0.5}$

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

Fraccio- miento	Longitud Mazorcas	No. hileras por Maz.	No. granos por Hilera	Mazorcas Totales	Mazorcas Dañadas	Peso mil granos	Rendimiento (kg/ha)
25-25-50	14.03 a	13.45 a	27.40 a	73.8 a	15.45 a	235.05 a	2919.38 a
25-50-25	14.57 a	13.77 a	29.37 a	76.75 a	12.85 a	247.38 a	3285.62 a
33-33-33	14.84 a	13.94 a	28.70 a	73.10 a	16.10 a	240.44 a	2870.79 a
ANDEVA	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
CV (%)	10.39	7.05	12.12	7.26	22.45	16.41	23.51

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

Momento aplicación	Longitud Mazorcas	No. hileras por Maz.	No. granos por Hilera	Mazorcas Totales	Mazorcas Dañadas	Peso mil granos	Rendimiento (kg/ha)
0-16-32	14.77 a	14.07 a	29.24 a	72.00 b	13.76 a	231.85 b	3010.43 a
0-32-48	14.18 a	13.37 b	27.74 a	77.10 a	15.83 a	250.06 a	3040.09 a
ANDEVA	NS	*	NS	*	NS	*	NS
CV (%)	10.39	7.05	12.12	7.26	22.45	16.41	23.51

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

Las interacciones son de gran importancia porque tienden a equilibrar los factores en estudio y así tener respuestas confiables en los resultados, ya que los factores dependen uno del otro.

3.3.1 Interacción nitrógeno-fraccionamiento

En relación al efecto de las interacciones de diferentes niveles de nitrógeno y fraccionamiento (cuadro 6) se observa que la combinación a_2b_2 que corresponde a 100 kg/ha de nitrógeno, fraccionado en 25-50-25 % ejerce la mayor influencia sobre el rendimiento obtenido de 4068.54 kg/ha al cual corresponde el mejor comportamiento de los diferentes parámetros estadísticos, obteniéndose así la mejor respuesta en cuanto a longitud de mazorca, número de hileras por mazorca, número de granos por hilera, mazorcas totales, mazorcas dañadas y peso de mil granos. Seguido de las interacciones a_2b_1 y a_2b_3 que corresponde a 100 kg/ha de nitrógeno , fraccionado en 25-25-50 % y 100 kg/ha de nitrógeno fraccionado en 33-33-33 % obteniéndose los respectivos rendimientos de 3911.39 y 3580.46

kg/ha. Demostrándose en el cuadro de interacciones diferencias no significativas en todas las variables.

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

Interacciones	Longitud Mazorcas	No. hileras por Maz.	No. granos por Hilera	Mazorcas Totales	Mazorcas Dañadas	Peso mil granos	Rendimiento (kg/ha)
a ₁ b ₁	12.44 c	13.17 a	24.11 c	8.01 c	3.91 a	229.47 a	1927.36 b
a ₁ b ₂	13.73 bc	13.72 a	26.87 bc	8.42 abc	3.78 a	240.89 a	2502.71 b
a ₁ b ₃	13.72 bc	13.59 a	26.08 c	9.29 bc	4.25 a	236.32 a	2160.13 b
a ₂ b ₁	15.62 ab	13.74 a	30.70 ab	9.11 a	3.88 a	240.64 a	3911.39 a
a ₂ b ₂	15.95 a	13.83 a	31.88 a	9.09 a	3.46 a	253.86 a	4068.54 a
a ₂ b ₃	15.43 ab	14.29 a	31.32 a	8.82 ab	3.75 a	249.54 a	3560.46 a
ANDEVA	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

3.3.2 Interacción nitrógeno -momento de aplicación

Para la interacción de diferentes niveles de nitrógeno y momento de aplicación en el cuadro 7, se demuestra que la combinación a₂c₁ que corresponde a 100 kg/ha de nitrógeno, aplicado al momento de la siembra, 16 y 32 días después ejerce mayor influencia sobre el rendimiento obtenido de 3859.95 kg/ha, al cual corresponde el mejor comportamiento en cuanto a longitud de mazorca, número de granos por hilera, mazorcas dañadas y un segundo lugar mazorcas totales, número de hileras por mazorca y peso de mil granos. Se obtuvieron rendimientos similares para la interacción a₂c₂ que corresponde a 100 kg/ha de nitrógeno, aplicado al momento de la siembra, 32 y 48 días después. Se demuestra en el cuadro de interacción diferencias no significativas para todas las variables.

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

Interacciones	Longitud Mazorcas	No. hileras por Maz.	No. granos por Hilera	Mazorcas Totales	Mazorcas Dañadas	Peso mil granos	Rendimiento (kg/ha)
a ₁ c ₁	13.61 b	13.90 ab	26.73 b	8.00 c	3.97 a	231.44 b	2160.25 c
a ₁ c ₂	12.98 b	13.09 b	24.64 b	8.48 bc	3.99 a	239.62 ab	2233.21 b
a ₂ c ₁	15.94 a	14.25 a	31.75 a	8.94 ab	3.53 a	235.59 b	3859.95 a
a ₂ c ₂	15.39 a	13.66 ab	30.84 a	9.08 a	3.86 a	260.44 a	3846.98 a
ANDEVA	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

3.3.3 Interacción fraccionamiento -momento de aplicación

En relación a la interacción de diferentes fraccionamientos y momento de aplicación (cuadro 8) se observa que la combinación b₂c₂ que corresponde a fraccionamientos de 25-50-25 % aplicado al momento de la siembra 32 y 48 días después ejerce la mayor influencia sobre el rendimiento obtenido de 3385.87 kg/ha, al cual corresponde el mejor comportamiento en cuanto a longitud de mazorca, número de hileras por mazorca, número de granos por hilera, mazorcas totales, mazorcas dañadas, peso de mil granos, teniendo comportamientos similares en el rendimiento las demás interacciones. Se demuestran diferencias no significativas para todas las variables (cuadro 8).

Cuadro 8. Efecto de diferentes fraccionamiento y momentos de aplicación sobre el rendimiento y sus componentes principales.

Interacciones	Longitud Mazorcas	No. hileras por Maz.	No. granos por Hileras	Mazorcas Totales	Mazorcas Dañadas	Peso mil granos	Rendimiento (kg/ha)
b ₁ c ₁	14.42 a	13.85 a	28.18 a	8.32 a	3.73 a	231.64 a	2981.07 a
b ₁ c ₂	15.41 a	14.23 a	30.52 a	8.83 a	3.77 a	225.93 a	2663.37 a
b ₂ c ₁	14.50 a	14.14 a	29.02 a	8.26 a	3.76 a	251.79 a	3185.38 a
b ₂ c ₂	13.64 a	13.06 a	26.63 a	8.81 a	4.06 a	242.96 a	3385.87 a
b ₃ c ₁	14.27 a	13.32 a	28.23 a	8.68 a	3.47 a	238.46 a	2857.69 a
b ₃ c ₂	14.65 a	13.74 a	28.38 a	8.86 a	4.23 a	259.93 a	3077.22 a
ANDEVA	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

3.3.4 Interacción nitrógeno-fraccionamiento-momentos de aplicación.

En cuanto a la interacción de diferentes niveles de nitrógeno, fraccionamiento y momentos de aplicación (cuadro 9) se demuestra que la combinación a₂b₂c₁ que corresponde a 100 kg/ha de nitrógeno fraccionado en 25-50-25 %, aplicado al momento de la siembra, 16 y 32 días después ejerce la mayor influencia sobre el rendimiento obtenido de 4126.45 kg/ha al cual corresponde el mejor comportamiento de todos los diferentes parámetros estudiados. Demostrándose en el cuadro diferencias no significativas parara todas las variables en estudio.

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

Interacciones	Longitud Mazorcas	No. hileras por Maz.	No. granos por Hilera	Mazorcas Totales	Mazorcas Dañadas	Peso mil granos	Rendimiento (kg/ha)
a ₁ b ₁ c ₁	12.79 bc	13.54 a	24.85 abc	7.55 b	3.83 a	228.99 a	1905.90 d
a ₁ b ₂ c ₁	14.67 abc	14.08 a	29.12 abc	8.39 ab	3.94 a	248.02 a	2645.28 bcd
a ₁ b ₃ c ₁	13.38 abc	14.08 a	26.22 abc	8.07 ab	4.14 a	217.30 a	1929.57 d
a ₁ b ₁ c ₂	12.09 c	12.80 a	23.38 c	8.48 ab	3.98 a	229.95 a	1948.82 d
a ₁ b ₂ c ₂	12.79 bc	13.36 a	24.62 bc	8.45 ab	3.62 a	233.77 a	2360.13 cd
a ₁ b ₃ c ₂	14.06 abc	13.11 a	25.94 abc	8.52 ab	4.36 a	255.34 a	2390.62 cd
a ₂ b ₁ c ₁	16.05 a	14.16 a	31.52 ab	9.08 a	3.62 a	234.30 a	4056.23 ab
a ₂ b ₂ c ₁	16.15 a	14.39 a	31.92 a	9.28 a	3.60 a	237.91 a	4126.45 a
a ₂ b ₃ c ₁	15.62 ab	14.20 a	31.82 a	8.45 ab	3.39 a	234.56 a	3397.18 abc
a ₂ b ₁ c ₂	15.19 abc	13.32 a	29.88 abc	9.14 a	4.14 a	246.98 a	3766.56 abc
a ₂ b ₂ c ₂	15.76 ab	13.28 a	31.84 a	8.90 a	3.33 a	269.82 a	4010.63 ab
a ₂ b ₃ c ₂	15.24 abc	14.38 a	30.82 ab	9.19 a	4.10 a	264.52 a	3763.75 abc
ANDEVA	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

IV . CONCLUSIONES

- Al aumentar los niveles de nitrógeno hay un incremento del crecimiento vegetativo ya que la dosis de 100 kg/ha fraccionado en 25-50-25 y 25-25-50 ‰ aplicado al momento de la siembra, 16 y 32 días después resultó ser el mejor tratamiento.
- De los tres niveles de nitrógeno estudiados, la dosis de 100 kg/ha es la que tiene mayor influencia sobre el rendimiento y sus componentes.
- En cuanto a fraccionamiento el que resultó con mayor influencia sobre el rendimiento y sus componentes es el de 25-50-25 ‰.
- Los momentos de aplicación no demuestran diferencias ya que los resultados de rendimiento y sus componentes son similares.
- Para la interacción nitrógeno-fraccionamiento los mejores resultados en cuanto a rendimiento y sus componentes fueron obtenidos con 100 kg/ha de nitrógeno, fraccionado en 25-50-25 ‰ .
- Para la interacción niveles de nitrógeno-momentos de aplicación los mejores resultados fueron con 100 kg/ha de nitrógeno aplicado al momento de la siembra 16 y 32 días después.
- En la interacción fraccionamiento-momento de aplicación donde se obtuvo mayor influencia sobre el rendimiento y sus componentes es con el fraccionamiento de 25-50-25 ‰ aplicado al momento de la siembra, 32 y 48 días después.
- Para la interacción niveles de nitrógeno-fraccionamiento-momentos de aplicación se obtuvo la mayor influencia sobre el rendimiento y sus componentes con 100 kg/ha de nitrógeno, fraccionados en 25-50-25 ‰ aplicados al momento de la siembra, 16 y 32 días después.

V. RECOMENDACIONES

- Tomando en cuenta que este trabajo es preliminar recomendamos que se realicen estudios comparando estos resultados (100 kg/ha de nitrógeno, fraccionado en 25-50-25 % y aplicados 0-16-32 días después) con la recomendada por la guía técnica de producción de maíz.
- Recomendamos usar el nivel de 150 kg/ha de nitrógeno en estos suelos en base a los rendimientos obtenidos.
- Realizar el ensayo en otras localidades que presenten diferentes condiciones climáticas y edáficas haciendo previos análisis de suelo, probando diferentes variedades.

VI. BIBLIOGRAFIA

- ADETILOYE, P.O; B.N OKIGBO, EZEDLNMA E.O.C 1984. Responser by maize plant and ear shorrh characters to growth factors un sonthem Nigeria. field crops research (1984) 9 (3/4) 265-277 [En , 27 ref] Dep of crop. Sci, Nigeria Univ, Nskka Nigeria.
- ALDDRICH, S.R. & E.L WORTHEN. 1980 Suelos agricolas su conservación y fertilización. Mexico.
- ARZOLA, N., O.L FUNDORA., J. MACHADO.1981. Suelo planta y abonado. Editorial Pueblo y Educación. La Habana Cuba. 63 p.
- BENAVIDES, D., R.SILES 1990. Efecto de diferentes niveles de nitrógeno, fraccionamiento y momentos de aplicación sobre crecimiento, desarrollo y rendimiento del maíz. Tesis de Ingeniero agrónomo.
- BETANGO,J. 1988. Informe final de las areas del S.G.T.D Región IV.
- BERGER, J. 1975 Maíz su producción y abonamiento. Editorial científico tecnica. La Habana Cuba. p 42-43-118.
- BLANCO, E. A. 1971. Regionalización agrícola de Nicaragua. p188.
- BUNDY,L.G. 1986.Rerien. Timing nitrogen applications to maximize fertilizer effierency Journal of fertilizer issue vol3. Number 3 July September. p 99-106.
- BUDRERO, M.L. 1984. Fertilización foliar en soya . Turrialba vol 35 No.3p 250.
- CIMMYT-PURDUE.1977. Centro regional de ayuda tecnica agencia para el desarrollo internacional. Mexico, Buenos Aires.
- CUADRA, M. 1988. Efecto de diferentes niveles de nitrógeno, espaciamiento y poblaciones sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento del maíz. Tesis de Ing. Agrónomo.

- GARCIA, J. 1983. Tecnicas para la producción de maíz. Dirección general de tecnicas agropecuarias.p 15.
- GODYANI, B.M & S.CHOKEY.1968. Perfomance of hybrid maize under varying plant populathiob with theelevols of nitrogen and their time of nitrogen apliation. India J. Agron, 13:83-87
- HOLDRIDGE, L.R .1963. General ecology of the Republic of Nicaragua . Managua Nicaragua < United States operetions Missions to Nic. p 31.
- KARIM, M., BAKSH, A., AND SAH,P. 1983 Effect of plant population, nitrogen applicatio and irrigation on yield components of synthetic-66 maize. Journal of agricultural Research, Pakistan.
- LEMCOFF, J. H. & LOOMIS, R.S. 1985. Nitrogen influences on yield determination in maize. Crop science. Vol.26. Sept-Oct 1986.
- LONG, P.M, & J.B. MALLET. 1987. The effect of tillage system and rate and time of nitrogen aplication on maize perfomance on a sandy avulon soil. S. Afr. J. Plant soil 1987. 4 (3) P. 127 - 130.
- LIVIO, E. 1976. Seminario sobre tecnicas de producción. Secciones de cultivos varios , División agricola.
- MIDINRA Y DGTA.1981. Div. de Sanidad vegetal. Guía del cultivo del maíz en Nicaragua Managua.
- MIDINRA, 1983. Tecnicas para la producción de maíz.1 Managua , Nicaragua.
- MIDINRA, 1985. Guía tecnologica para la producción de maíz de secano. Managua Nicaragua. p .35.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA.1971. Manual practco para interpretaciones de los mapas. Catastro e inventario de recursos naturales. Nicaragua. 39.p
- PALACIO, S.1990. Entrevista personal. MIDINRA. Departamento de estadistica. Managua Nic.
- POEY, F.R. 1973. Maices enanos en Mexico. Agricultura de las

Kansas City, USA No. 3 p. 20-21-38.

- QUINTANA, D.1983. Suelo y fertilización tecnica para la producción de maíz. MIDINRAL, Managua Nic. p 91.
- RANDALL, G.W. & P.L. KELLY.1985. Split application of N for corn on a web ster soil.
- REDDEPA REDDY, M. & S.J. PATIL.1982. Response of hybrid maize to different sources, levels and split doser of nitrogen application under irrigated codition Mysore J. Agric. Sci. 16: 404-407.
- RHOADS, P.M., A. MANNING.1986. Response of irrigated maize to nitrogen management soil and crop science society of Florida procedings 45:50-53.
- SANCHEZ, P.1981. Suelos del tropico. San Jose Costa Rica.
- STANOJLOVIC,B.&M. PANTOVIC. 1981. Influence of different amountr and proportions on nitrogen , phosphorus and potassium fertilizers on yield and quality of maize.Zemljiste;Biljka 30(2) 143-151 [sh, en 13 ref. facof Agric., zemun, Belgrade Yugoslavia.
- SUWAHARIT,A. , C. SUWAHARAT, AND S. CHOTCHUNGMANEERAT.1986. Effects of and preparation and maize cultivar on efficiency of N. fertilizer applied of different times and by different methods in maize- mungbean association using 15 N plant and soil 94, 179-190.
- TALAVERA, T. M. IZQUIERDO.1988. Diagnosis of some Nicaraguen soil. Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala, Sweden , unpublished.
- TISDALE, S.L. y W. L. NELSON. 1970. Fertilidad de los suelos y fertilizantes. Traducido del Inglés por el Dr. Jorge Salazar y la Lic. Carmen Piña. Edic. Montaner y Simon S.A. Barcelona. 760 p.
- USTIMENKO y BAKUMDVSKI. 1980. El cultivo de plantas tropicales y subtropicales. Edit. MIR. Moscú. 70 p.

- VASCONCELOS, C.A., LOPEZ DOS SANTOS, H. COELHO, AM. 1980. Nutrigão e adbagão do milho inf Agrop. Belo Horizonte 6 (72) dez pág. 21 - 25.
- YAGODIN, B. , P. SMIRNOV, PETERBURGSKI. 1982. Agroquimica Tomo I.
- ZUNIGA, B.L. 1974. Fertilización fraccionada de Nitrógeno en tres épocas de aplicación en Maíz. Tesis de Ing. Agrónomo. Facultad de Agronomía y Veterinaria. Ecuador.