

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
U.N.A
FACULTAD DE AGRONOMIA
ESCUELA DE PRODUCCION VEGETAL**

TRABAJO DE DIPLOMA

Efecto de diferentes niveles y formas de aplicación del nitrógeno en el crecimiento, desarrollo y rendimiento del maíz (*Zea mays* L.) en labranza cero y en condiciones de riego.

**Autores : Francisco J. González Hernández
Lisseth Bervis Roque**

Asesor : Ing. MSc. Francisco Telémaco Talavera S.

Managua, Nicaragua Marzo 1993

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

U.N.A

FACULTAD DE AGRONOMIA

ESCUELA DE PRODUCCION VEGETAL

TRABAJO DE DIPLOMA

Efecto de diferentes niveles y formas de aplicación del nitrógeno en el crecimiento, desarrollo y rendimiento del maíz (*Zea mays* L.) en labranza cero y en condiciones de riego.

Autores : Francisco J. González Hernández
Lisseth Bervis Roque

Asesor : Ing. MSc. Francisco Telémaco Talavera S.

Managua, Nicaragua Marzo 1993

AGRADECIMIENTO

Deseamos expresar nuestro especial agradecimiento al Ing. MSc. Telémaco Talavera Siles, Coordinador del Programa Ciencia de las Plantas UNA-SLU, por todo el apoyo que nos brindó de manera desinteresada para la realización del presente estudio y por permitirnos realizarlo dentro del Programa Ciencia de las Plantas UNA - SLU, el cual financió este estudio.

Así como a la Escuela de Suelos y Aguas por la colaboración brindada.

Agradecemos al Centro Nacional de Investigación de Granos Básicos por el apoyo material y técnico que nos brindó durante la fase de campo, en especial al Lic. Byron Miranda director del mismo quien hizo posible este apoyo.

Al Sr. Oscar Trejos encargado del área experimental de dicho Centro por su acertada colaboración.

Nuestro agradecimiento a todas aquellas personas que de una u otra forma colaboraron en la realización de este trabajo.

DEDICATORIA

De: FRANCISCO JOSE GONZALEZ HERNANDEZ

Dedico el presente trabajo, que es la culminación de la carrera profesional que emprendí años atrás y con el cual pretendo obtener el grado de Ingeniero Agrónomo a:

Mis Padres:

- Benito González y Josefa del Carmen Hernández

A mis hermanos:

José Ignacio, Ma. del Carmen, Rosa Ma, Dominga del Socorro, Ma.
Teresa, Carlos José, Verónica y Ana Isabel.

Una dedicación especial a mis suegros:

Magno E. Bervis M y Santos Roque N.

Por la confianza que han depositado en mi y porque siempre he recibido de ellos un gran apoyo.

DE: LISSETH BERVIS ROQUE

Dedico este trabajo a mis queridos padres:

Magno Evenor Bervis Mercado y Santos Roque Núñez que con su gran amor, sacrificio y ejemplo firme me han impulsado para que culminara con éxitos mis estudios profesionales.

A mis tias:

Hilda Bervis Mercado y Luisa Roque Núñez

A mis primas:

Norma y Maritza que me brindaron su ayuda para con mis hijos en el tiempo que mas lo necesité.

DE: FRANCISCO Y LISSETH

CON TODO EL AMOR A NUESTROS HIJOS:

YURIETH Y ERICH GONZALEZ BERVIS

INDICE DE CONTENIDOS

CONTENIDO	PAGINA
I INTRODUCCION	1
II MATERIALES Y METODOS	3
2.1. Generalidades	3
2.2. Diseño Experimental y tratamientos evaluados	4
2.2.1. Niveles de nitrógeno	5
2.2.2. Formas de aplicación	5
2.3. Dimenciones del ensayo	6
2.4. Variables medidas y métodos de medición	6
2.5. Análisis Económico	7
2.6. Manejo del ensayo	8
III RESULTADOS Y DISCUSION	9
Efecto de los factores en estudio sobre el crecimiento y desarrollo del cultivo del maíz	9
3.1. Altura de planta	9
3.2. Diámetro de tallo	10
3.3. Número de hojas	12
Efecto de los factores en estudio sobre el rendimiento y sus componentes	14
3.4. Longitud de bráctea	14
3.5. Longitud de mazorca	14
3.6. Número de hileras por mazorca	16
3.7. Peso de 1000 granos	16
3.8. Número de mazorcas por metro cuadrado	17
3.9. Rendimiento del grano	20
3.10. Análisis económico	25
IV CONCLUSIONES	27
V RECOMENDACIONES	28
VI REFERENCIAS	29

INDICE DE TABLAS

TABLA	PAGINA
Tabla 1. Algunas propiedades físicas y químicas del área experimental.	3
Tabla 2. Efecto de los diferentes niveles y formas de aplicación del nitrógeno en la altura de plantas.	10
Tabla 3. Efecto de los diferentes niveles y formas de aplicación del nitrógeno en el diámetro de tallo.	11
Tabla 4. Efecto de los diferentes niveles y formas de aplicación del nitrógeno en el número de hojas.	13
Tabla 5. Efecto de los niveles y formas de aplicación del nitrógeno en los componentes del rendimiento.	18
Tabla 6. Efecto de las interacciones entre los niveles y las formas de aplicación del nitrógeno en los componentes del rendimiento.	19
Tabla 7. Efecto de diferentes niveles y formas de aplicación del nitrógeno en el rendimiento de grano.	21
Tabla 8. Ingreso neto de los tratamientos y porcentaje con relación al mejor tratamiento.	25
Tabla 9. Análisis económico de los tratamientos.	26

INDICE DE FIGURAS

FIGURA	PAGINA
Figura No. 1. Condiciones climáticas del año 1991.	4
Figura No. 2. Efecto de diferentes niveles de nitrógeno en el rendimiento de grano.	20
Figura No. 3. Efecto de las interacciones entre niveles y formas de aplicación del fertilizante en el rendimiento.	23

RESUMEN

Este experimento fue realizado en el Centro Experimental de Granos Básicos " Humberto Tapia Barquero " con el objetivo de determinar el efecto de cinco niveles y tres formas de aplicación del Nitrógeno y la interacción entre ambos factores en el crecimiento, desarrollo y rendimiento del maíz (*Zea mays* L.) variedad NB-12 bajo labranza cero.

Los niveles estudiados fueron: 0 (testigo) 50, 100, 150 y 200 kg N/ha. Se utilizó urea como fuente de nitrógeno la cual se aplicó en tres formas diferentes: al voleo, en bandas sobre el surco y en bandas incorporadas.

Los resultados indican que apartir de los 49 días después de la siembra (DDS) cada nivel de nitrógeno aplicado tuvo efectos significativos sobre las variables de crecimiento y desarrollo, obteniéndose los mayores efectos con los niveles de 150 y 200 kg N/ha los que resultaron estadísticamente similares entre si.

En los tres períodos de muestreo (35, 49 y 58 DDS) el efecto de la aplicación del fertilizante en bandas sobre el surco sobre las variables de crecimiento y desarrollo fue mayor al producido por las demás formas de aplicación, aunque en la mayoría de los casos las diferencias fueron no significativas.

El rendimiento de grano aumentó a medida que el nivel del nitrógeno aplicado fue mayor, aunque las diferencias fueron significativas con relación al testigo solamente con los niveles de 100, 150 y 200 kg N/ha.

Las formas de aplicación del fertilizante en bandas incorporadas presentó los mayores efectos sobre el rendimiento del grano.

Con la aplicación de 150 kg N/ha aplicado en bandas incorporadas fue posible obtener un rendimiento estadística y numéricamente similar a los mayores rendimientos obtenidos con la aplicación de 200 kg N/ha. A su vez con este tratamiento se obtuvo el mayor ingreso neto y la mayor rentabilidad.

I - INTRODUCCION

El maíz (*Zea mays* L) es un cultivo que tiene una gran demanda de nutrimentos y se caracteriza por su elevada capacidad de asimilarlos, de ahí que para obtener una buena cosecha es indispensable suministrarle al suelo sustancias nutritivas necesarias para la planta cuando estas no se encuentran en cantidades adecuadas para su desarrollo, entre estas figuran: el nitrógeno, el fósforo y el potasio (Glanze,1973).

Pero entre los elementos químicos que se consideran esenciales para las plantas, el nitrógeno es el que resulta más escaso en la mayoría de los suelos, además de ser difícil de mantener en el suelo (Sauchelli, 1970).

Bonner y Galston (1966) señalan que el suelo sólo rara vez posee el 1 por ciento de nitrógeno, no pasando por lo general de algunas centésimas a un 0.5 por ciento, por lo que uno de los problemas más generales y constantes con que se enfrenta el desarrollo vegetal es el de obtener la cantidad de nitrógeno adecuada para su desarrollo.

Glanze (1973) reporta que no cabe duda respecto a la necesidad de emplear abonos minerales en el cultivo del maíz, pero si existe diferencias de opiniones en cuanto a la forma y momento de su esparcimiento. Por lo tanto, para obtener mayor eficiencia del fertilizante se le debe aplicar adecuadamente, el modo como se aplique puede afectar los rendimientos tanto como puede hacerlo la cantidad de aplicación (N.P.F.I.,1982).

En nuestro país uno de los problemas agronómicos más importantes en el cultivo del maíz es el desconocimiento de dosis correctas de fertilización entre las que está, particularmente el nitrógeno, unido a un mal manejo de suelo lo que se manifiesta en su deterioro causado por un laboreo excesivo y falta de prácticas de conservación (Miranda, 1990). Según Phillips, et.al. (1980) citado por Pérez, et. al. (1981) la labranza cero es una alternativa que presenta una serie de ventajas entre las cuales se pueden mencionar:

- 1-La erosión del suelo causada por el viento y la lluvia se reduce .
- 2- Se puede aumentar el área utilizada por cultivos bajo tierra con pendiente elevada.
- 3- Los requerimientos de energía se reducen.
- 4- La época de siembra y cosecha se reduce debido a que no hay preparación de tierra y no hay limitación para sembrar bajo condiciones adversas de mucha lluvia.
- 5- La humedad del suelo se usa de forma más eficiente por las plantas ya que se reduce la evaporación del agua en el suelo y aumenta la infiltración de la misma.
- 6- La inversión de maquinaria se reduce.

Y así tomando en consideración toda una serie de hechos y la gran importancia que el cultivo del maíz tiene en la dieta de la población nicaragüense hemos diseñado el presente ensayo el cual aborda de forma integrada niveles y formas de aplicación del nitrógeno sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento del maíz (*Zea mays* L) en labranza cero y en condiciones de riego, persiguiendo los siguientes objetivos:

- 1- Determinar la dosis óptima de nitrógeno con la que se obtiene mayor rendimiento en este sistema de labranza.
- 2- Determinar la forma de aplicación con la que se obtiene mayor eficiencia del fertilizante nitrogenado.
- 3- Determinar la mejor interacción dosis-forma de aplicación del nitrógeno.

II MATERIALES Y METODOS

2.1. Generalidades:

Este experimento se realizó en el Centro Nacional de Investigación de Granos Básicos "Humberto Tapia Barquero," ubicado en el Km 13 carretera Norte Managua con una altitud de 54 msnm, en las coordenadas de 12°08' latitud Norte y 86°10' longitud Oeste, con temperatura promedio de 26°C.

El experimento se realizó en el período comprendido de Marzo a Junio del año 1991 y en condiciones de riego.

El suelo es un Mollic Vitrandept perteneciente a la serie Sabanagrande. En la tabla 1 se presentan algunas propiedades físicas y químicas del área experimental.

Tabla 1. Algunas propiedades físicas y químicas del área experimental.*

Propiedad	Unidad	Valor	Método
Textura		Franco Arenoso	Bouyoucous
Arena	(%)	54,00	
Limo	(%)	35,00	
Arcilla	(%)	11,00	
pH		8,10	H ₂ O-1/2,5
Materia Orgánica	(%)	3,10	Walkley and Black
Nitrógeno Total	(%)	0,15	Kjeldalh
Fósforo	(ppm)	17,60	Olsen Modificado
Potasio	(meq/100 g)	2,10	Olsen Modificado
Calcio	(meq/100 g)	10,50	CH ₃ COONH ₄
Magnesio	(meq/100 g)	5,34	CH ₃ COONH ₄
Conductividad E.	(mS/cm)	0,82	Pasta

*Laboratorio de Suelos y Aguas UNA

En la figura No. 1 se representan la temperatura y precipitación del año en que se realizó el experimento.*

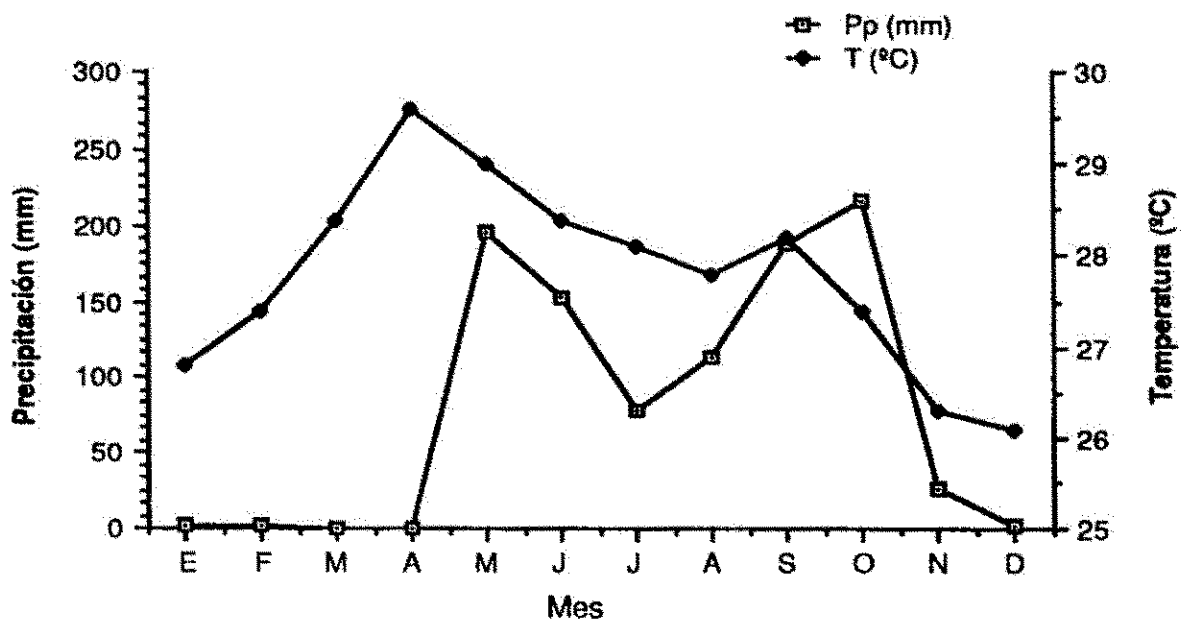


Figura No. 1: Condiciones climáticas del año 1991.

* Oficina de Meteorología, Aeropuerto Internacional ACS., Managua.

2.2. Diseño experimental y tratamientos evaluados:

El diseño utilizado fue un parcela dividida en arreglo de tratamientos en bloques completos al azar con cuatro repeticiones.

Los tratamientos estudiados fueron la combinación de cinco niveles de nitrógeno y tres formas de aplicación del fertilizante, evaluándose un total de quince tratamientos (incluyendo el testigo).

Los análisis estadísticos se realizaron utilizando la prueba de rangos múltiples de Duncan ($p = 0.05$). Se tomó el nivel 0 kg N/ha como testigo.

2.2.1 Niveles de Nitrógeno:

Tratamiento	Nivel de Nitrógeno
N1 =	0 kg N/ha
N2 =	50 kg N/ha
N3 =	100 kg N/ha
N4 =	150 kg N/ha
N5 =	200 kg N/ha

Como fuente de nitrógeno se utilizó urea 46 % N.

2.2.2 Formas de Aplicación:

Cada nivel de nitrógeno se aplicó en el suelo de 3 formas diferentes:

- 1- Al voleo (V): El fertilizante fue distribuido homogéneamente en toda la parcela.
- 2- En bandas sobre el surco (BS): El fertilizante fue aplicado en bandas superficiales.
- 3- En bandas incorporadas (BI): El fertilizante se aplicó en bandas y se incorporó.

En todos los casos el N se aplicó 50 por ciento de la dosis al momento de la siembra y el 50 por ciento restante a los 36 DDS.

Todas las parcelas incluyendo el nivel de 0 kg N /ha recibieron una fertilización de fondo consistente en 39 kg P₂O₅/ha y 13 kg K₂O/ha. Esta aplicación fue realizada con máquina sembradora abonadora.

La variedad utilizada de maíz en este ensayo fue NB-12, de ciclo intermedio (110 días) y con resistencia al achaparramiento.

2.3 Dimensiones del ensayo:

Cada parcela experimental estuvo conformada por 6 surcos de 10 m de largo espaciados a 0.75 m para un área de 45 m² .

La parcela útil la formaron los 4 surcos centrales, dejando en cada extremo 0.5 m de borde, para un total de 27 m².

La distancia entre bloques fue de 2 m teniendo un área total donde se estableció el experimento de 3,105 m²

2.4. Variables Medidas y Métodos de Medición:

2.4.1 Durante el crecimiento y desarrollo del cultivo:

- 1- **Altura de plantas:** se tomó una muestra de 5 plantas establecidas dentro de la parcela útil en cada unidad experimental, se midió en cm desde la base del tallo a nivel del suelo hasta la elongación máxima de las hojas.
- 2- **Diámetro de tallo:** se tomó en las 5 plantas establecidas dentro de la parcela útil, la medida (en cm) se realizó en el segundo entrenudo.
- 3- **Número de hojas:** se contaron solamente las hojas que estaban completamente formadas.

La última medición de las variables se realizó en la etapa de plena floración.

2.4.2 A la cosecha:

- 1- Longitud de bráctea en cm.
- 2- Longitud de mazorca en cm.
- 3- Número de hileras por mazorca.
- 4- Peso de 1000 granos (en gramos).

5- Número de mazorcas cosechadas: Se contaron por parcela útil y se expresaron en mazorca por m².

6- Rendimiento del grano: expresado en kg/ha.

Todo los pesos y medidas de la cosecha se tomaron con humedad del 14 por ciento.

2.5 Análisis Económico:

Se realizó un análisis económico simple tomando en consideración las condiciones del Centro Experimental.

2.5.1 Costos Fijos:

Se hizo la determinación de los costos fijos de acuerdo a todos los costos que implica el producir una ha en las condiciones en que se realizó el ensayo sin incluir lo que corresponde a la fertilización nitrogenada.

2.5.2 Costos Variables:

Para la determinación de los costos variables se tomó en consideración: el precio del fertilizante, el costo de la aplicación y el costo adicional por la cosecha en que se incurre cuando se aumenta el rendimiento.

2.5.3 Costos Totales:

CT = Costos Fijos + Costos Variables

En base a lo anterior y tomando en consideración los criterios de ingreso neto y rentabilidad se realizó el análisis económico.

2.5.4 Ingreso Neto (IN):

IN = Ingreso Total - Costos Totales = Beneficio

- a) Si el IN es igual a cero significa que es normalmente rentable.
- b) Si el IN es mayor que cero es anormalmente rentable.
- c) Si el IN es menor que cero es anormalmente no rentable.

2.5.5 Rentabilidad:

$$\text{Rentabilidad} = \frac{\text{Ingreso Neto}}{\text{Costos Totales}} \times 100$$

2.6 Manejo del ensayo:

2.6.1. Siembra:

La siembra se realizó con máquina para cero labranza (28-02-91), al momento de la siembra fueron aplicados 20 kg/ha de carbofurán (Furadán 5.G) para el control de plagas de suelo.

Al momento de la siembra se suministró al cultivo el 50 por ciento del nitrógeno total y a los 36 días después de la siembra el otro 50 por ciento restante de la dosis.

2.6.2. Control de malezas:

El control de malezas se realizó haciendo uso de Paraquat (Gramoxone) a razón de 1.5 l/ha. Los controles se realizaron a la siembra, 25 días después de la siembra (DDS) y 44 DDS.

A los 44 DDS la dosis de Paraquat fue de 2.8 l/ha.

2.6.3 Control de plagas:

A los 67 días después de la siembra el cultivo fue atacado por áfidos (*Mysus persicae*) se aplicó chlorpyrifó (Lorsban) en dosis de 1.5 l/ha.

2.6.4 Riego:

Se realizó con el método de aspersión convencional y de la forma en que este es utilizado en el centro experimental. Se realizaron un total de 17 riegos, para un lámina total de 74 cm. (Norma total de riego de 0.74 m³/ha).

2.6.5 Cosecha:

La cosecha se realizó de forma manual a los 110 DDS y sólo se cosechó la parcela útil.

III - RESULTADOS Y DISCUSION

Efecto de los Factores en Estudio sobre el Crecimiento y Desarrollo del Cultivo del Maíz

3.1. Altura de planta

3.1.1. Efecto de los niveles de nitrógeno:

Un abastecimiento suficiente de nitrógeno fomenta el crecimiento y desarrollo del maíz (Glanze,1973).

Como puede observarse en la tabla 2 la altura de planta aumentó a medida que el nivel del nitrógeno aplicado fue mayor. A los 35 DDS el nivel de 50 kg N/ha fue estadísticamente similar al testigo pero diferente a los 49 y 58 DDS.

En todos los momentos el nivel de 50 kg N/ha fue estadísticamente similar al de 100 kg N/ha y este a su vez diferente a los niveles de 150 y 200 kg N/ha los cuales fueron similares entre si.

3.1.2. Efecto de las formas de aplicación del fertilizante

Puede ser observado en la tabla 2 que la forma de aplicación en bandas sobre el surco fue la que produjo en los diferentes períodos de muestreo la mayor altura, sin embargo esta fue estadísticamente diferente a la aplicación al voleo solamente a los 35 DDS. A los 58 DDS las tres formas fueron estadísticamente similares.

Tabla 2: Efecto de los diferentes niveles y formas de aplicación del nitrógeno en la altura de plantas (cm).

Factor	35 DDS	49 DDS	58 DDS
Niveles de N (kg/ha)			
0	92.16 a	114.81	135.63
50	100.13 ab	140.76 a	165.80 a
100	103.86 b	146.78 a	179.95 a
150	116.66 c	173.98 b	203.96 b
200	121.38 c	183.06 b	206.35 b
ANDEVA	*	*	*
C.V (%)	11.71	11.98	11.60
Formas de aplicación			
Al voleo	104.42 a	150.72 ab	175.69 a
BS	110.61	157.00 b	180.83 a
BI	105.49 a	147.91 a	178.48 a
ANDEVA	*	*	NS
C.V (%)	6.70	6.99	8.18

3.2. Diámetro de tallo

3.2.1. Efecto de los niveles de nitrógeno

El diámetro de tallo de las plantas de maíz es de importancia agronómica debido a que un buen grosor le dará resistencia contra el viento para evitar el volcamiento o acame.

El diámetro de tallo aumentó a medida que el nivel de nitrógeno aumentó, sin embargo a los 35 DDS los niveles de 50 y de 100 kg N /ha no produjeron efecto significativo con relación al testigo y fueron a su vez estadísticamente similares a los niveles de 150 y 200 kg N/ha que sí fueron diferentes al testigo .

A los 49 y 58 DDS todos los niveles fueron significativamente diferentes al testigo y en ambas fechas el nivel de 50 kg N/ha fue estadísticamente similar al de 100 kg N/ha y a su vez el de 150 kg N/ha fue similar al de 200 kg N/ha.

A los 49 DDS los niveles de 100, 150 y 200 kg N/ha fueron similares entre sí (Tabla 3).

3.2.2. Efecto de las formas de aplicación

Aunque en todos los casos la forma de aplicación en bandas sobre el surco produjo el mayor diámetro de tallo, las diferencias entre las diferentes formas no fue significativa (Tabla 3).

Tabla 3: Efecto de los diferentes niveles y formas de aplicación del nitrógeno en el diámetro de tallo (cm).

Factor	35 DDS	49 DDS	58 DDS
Niveles de N (kg/ha)			
0	2.09 a	2.26	2.32
50	2.31 ab	2.56 a	2.61 a
100	2.36 ab	2.60 ab	2.67 a
150	2.52 b	2.75 b	2.85 b
200	2.58 b	2.78 b	2.90 b
ANDEVA	*	*	*
C.V (%)	13.81	7.74	6.65
Formas de aplicación			
Al voleo	2.34 a	2.57 a	2.66 a
BS	2.43 a	2.61 a	2.68 a
BI	2.35 a	2.58 a	2.67 a
ANDEVA	NS	NS	NS
C.V (%)	9.37	8.20	8.10

3.3 Número de hojas

3.3.1 Efecto de los niveles de nitrógeno

El nitrógeno representa un elemento necesario para la división celular y el desarrollo de los órganos vegetales, aumenta la superficie foliar y la masa protoplasmática activa (Demolón,1975).

En general el número de hojas aumentó con el aumento de la cantidad de nitrógeno aplicada (Tabla 4).

A los 35 DDS solo el nivel de 200 kg N /ha fue estadísticamente diferente al testigo, pero éste fue a su vez similar a los demás niveles.

A los 49 y 58 DDS todos los niveles fueron significativamente diferentes al testigo.

A los 49 DDS los niveles de 50 y 100 kg N/ha fueron similares entre sí, de igual forma los niveles de 150 y 200 kg N/ha los cuales difieren significativamente de los anteriores.

A los 58 DDS los niveles de 50 y 100 kg N /ha fueron igualmente similares pero el nivel de 100 kg N/ha fue también comparable con los niveles de 150 y 200 kg N/ha.

3.3.2. Efecto de las formas de aplicación

Como muestra la tabla 4, a los 35 y 58 DDS las formas de aplicación no fueron significativamente diferentes entre si aunque se pudo notar un ligero aumento con la aplicación en bandas sobre el surco.

A los 49 DDS la forma de aplicación en bandas sobre el surco fue estadísticamente superior a la aplicación al voleo.

Tabla 4: Efecto de los diferentes niveles y formas de aplicación del nitrógeno en el número de hojas.

Factor	35 DDS	49 DDS	58 DDS
<u>Niveles de N (kg/ha)</u>			
0	4.41 a	5.39	11.37
50	4.55 ab	7.03 a	12.27 a
100	4.61 ab	7.41 a	12.96 ab
150	4.78 ab	8.26 b	13.64 b
200	4.95 b	8.48 b	13.31 b
ANDEVA	NS	*	*
C.V (%)	10.93	9.95	7.25
<u>Formas de aplicación</u>			
Al voleo	4.72 a	7.07 a	12.49 a
BS	4.74 a	7.60 b	12.82 a
BI	4.52 a	7.26 ab	12.81 a
ANDEVA	NS	NS	NS
C.V (%)	7.86	9.03	4.38

De manera general, para las variables de crecimiento y desarrollo el efecto fue mayor a medida que el nivel de nitrógeno aumentó, lo que hace suponer que en este sistema de labranza la disponibilidad de formas de nitrógeno asimilables para la planta (NH_4^+ y NO_3^-) presentes en el suelo pueden resultar bajas debido probablemente a la no incorporación de materia orgánica lo que hace más lento los procesos de mineralización, además el no laboreo del suelo durante mucho tiempo puede traer como consecuencia, según Worthen (1949) la compactación de las capas del suelo ejercida por el peso del mismo y la presión ejercida sobre él por la lluvia, así como la disminución del aire del suelo, lo que obviamente dificulta un mayor desarrollo de raíces y una mayor exploración radical, unido al hecho de que en estos suelos se hace un uso intensivo de maquinaria para todas las labores del cultivo.

Las formas de aplicación no tuvieron efectos marcados de manera significativa sobre estas variables aunque se obtuvo un ligero efecto con la aplicación en bandas sobre el surco, esto puede atribuirse a que la cantidad de nitrógeno que la planta pudo absorber aún siendo diferentes las formas de aplicación estuvo en dependencia de la cantidad aplicada.

Esto puede ser reflejado en el hecho de que cuando se aplicaron dosis bajas de nitrógeno la cantidad que la planta pudo aprovechar fue poca en comparación con las dosis altas que fue con las cuales el cultivo respondió mejor en estas variables.

Efecto de los Factores en Estudio sobre el Rendimiento y sus Componentes.

3.4. Longitud de bráctea

3.4.1. Efecto de los niveles de nitrógeno

Una buena cobertura de la mazorca de maíz es de importancia agronómica principalmente por su función protectora contra plagas de granos almacenados, pájaros y penetración de humedad (Mejía,1983).

En la tabla 5 se puede apreciar que la longitud de brácteas fue mayor significativamente al testigo con los niveles de 150 y 200 kg N/ha, siendo estos similares estadísticamente entre si y al nivel de 100 kg N/ha (Tabla 5).

3.4.2. Efecto de las formas de aplicación

La forma de aplicación en bandas incorporadas obtuvo una mayor longitud de bráctea, siendo diferente de manera significativa a la forma de aplicación al voleo (Duncan 0.05) (Tabla 5).

3.5. Longitud de mazorca

3.5.1. Efecto de los niveles de nitrógeno

Un abastecimiento adecuado de nitrógeno tiene influencia en los componentes del rendimiento, entre ellos la longitud de mazorca. Berger (1975) reporta que en numerosos ensayos de fertilización se ha observado que

el tamaño promedio de la mazorca aumenta cuando se aplica nitrógeno.

La longitud de mazorca alcanzada por el nivel de 50 kg N/ha no resultó significativamente diferente del testigo ni al nivel de 100 kg N/ha el cual si fue diferente significativamente del testigo.

Los mayores efectos se obtuvieron con los niveles de 150 y 200 kg N/ha los que resultaron iguales estadísticamente entre si pero significativamente diferentes de los demás niveles estudiados (Tabla 5).

3.5.2. Efecto de las formas de aplicación del fertilizante

Comparando las medias de las formas de aplicación para los diferentes niveles de nitrógeno se observa (Tabla 5) que con la aplicación en bandas incorporadas, la longitud de mazorca fue mayor aunque las diferencias no fueron significativas.

3.5.3. Efecto de las interacciones entre formas de aplicación y niveles de nitrógeno

La longitud de mazorca que se alcanzó con las diferentes formas de aplicación del nivel de 50 kg N/ha no difieren significativamente entre si ni en relación al testigo. Para el nivel de 100 kg N/ha la longitud de mazorca alcanzada con los diferentes formas de aplicación no difieren significativamente entre si, pero las formas de aplicación bandas sobre el surco y bandas incorporadas de dicho nivel difieren significativamente al testigo y a la forma de aplicación bandas sobre el surco del nivel de 50 kg N/ha (Tabla 6).

Con el nivel de 100 kg N/ha aplicado en bandas incorporadas se obtuvo una longitud de mazorca similar estadísticamente a la alcanzada con los niveles de 150 y 200 kg N/ha que fue con los cuales se obtuvo la mayor longitud de mazorca, no existiendo entre ellos diferencias significativas pero sí con relación al testigo y al nivel de 50 kg N/ha y a la forma de aplicación al voleo del nivel de 100 kg N/ha.

3.6 Número de hileras por mazorca

3.6.1. Efecto de los niveles de nitrógeno

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

El número de hileras por mazorca alcanzado por los niveles de 50 y 100 kg N/ha no fueron significativamente diferentes entre si ni al testigo, como se muestra en la tabla 5.

El número de hileras obtenido con los niveles de 150 y 200 kg N /ha fue estadísticamente similar entre si pero diferentes significativamente al resto de niveles.

3.6.2. Efecto de las formas de aplicación.

Las formas de aplicación de los diferentes niveles no tuvieron influencia significativa en el número de hileras por mazorca (Tabla 5).

3.6.3. Efecto de las interacciones entre formas de aplicación y niveles de nitrógeno

Para los niveles de 50 y 100 kg N/ha el número de hileras por mazorca alcanzada con las diferentes formas de aplicación no mostró diferencias significativas (Tabla 6). Para los niveles de 150 y 200kg N/ha el número de hileras por mazorca para todas sus formas de aplicación no difieren significativamente entre si, pero cabe señalar que con el nivel de 150 kg N/ha aplicado en bandas incorporadas se obtuvo el mayor número de hileras por mazorca el cual muestra diferencias altamente significativas con las alcanzadas por las diferentes formas de aplicación de los niveles de 50 y 100 kg N/ha y también con relación al testigo.

3.7 Peso de 1000 granos

3.7.1. Efecto de los niveles de nitrógeno

Lencof y Loomis (1986) indican que el peso de 1000 granos puede ser influenciado por el suministro de nitrógeno.

Como muestra la tabla 5 el peso de 1000 granos alcanzado por los niveles de 100, 150 y 200 kg N/ha fue significativamente mayor al testigo, pero la diferencia entre ellos no fue significativa. El nivel de 200 kg N/ha difiere significativamente del nivel de 50 kg N/ha y este a su vez no difiere de los demás niveles.

3.7.2. Efecto de las formas de aplicación

No hubo efecto significativo de las formas de aplicación sobre el peso de 1000 granos (Tabla 5).

3.7.3. Efecto de las interacciones

Como muestra la tabla 6 solamente la forma de aplicación al voleo de los niveles de 100 y 150 kg N/ha y la forma de aplicación bandas sobre el surco y bandas incorporadas del nivel de 200 kg N/ha obtuvieron pesos de 1000 granos significativamente diferentes al testigo, pero a su vez éstos resultaron similares estadísticamente al peso de 1000 granos del resto de las formas de aplicación de los diferentes niveles, excepto con bandas incorporadas del nivel de 50 kg N/ha el cual obtuvo el menor peso.

3.8. Número de mazorcas por m²

3.8.1. Efecto de los niveles de nitrógeno

Como muestra la tabla 5 todos los niveles de nitrógeno aumentaron significativamente el número de mazorcas por metro cuadrado con relación al testigo.

Los niveles de 50 y 100 kg N/ha produjeron igual número de mazorcas por metro cuadrado pero diferente al producido por los niveles de 150 y 200 kg N/ha que a su vez fueron iguales entre si.

3.8.2. Efecto de las formas de aplicación

Las formas de aplicación no tuvieron efectos en el número de mazorcas por m² (Tabla 5).

Tabla 5: Efecto de los niveles y formas de aplicación del nitrógeno en los componentes del rendimiento.*

Factor	L.B. (cm)	L. M. (cm)	No. de H. x M.	Peso de 1000 granos (g)	No. de M. m ²
<u>Niveles N (kg/ha)</u>					
0	20.20 ab	10.12 a	10.12 a	236.50 a.	2.0 a
50	20.02 a	10.42 ab	9.45 a	242.25 ab	3.0 b
100	21.59 bc	11.85 b	10.42 a	253.30 bc	3.0 b
150	23.09 c	13.69 c	12.54 b	251.50 bc	4.0 c
200	23.04 c	13.83 c	12.85 b	255.50 c	4.0 c
ANDEVA	**	**	*	*	**
C.V (%)	7.72	15.10	10.01	2.88	14.24
<u>Formas de aplicación</u>					
Al voleo	21.38 a	11.95 a	11.01 a	248.65 a	3.0 a
BS	21.52 ab	11.83 a	11.01 a	248.80 a	3.0 a
BI	21.86 b	12.18 a	11.21 a	246.00 a	3.0 a
ANDEVA	NS	NS	NS	NS	NS
C.V (%)	2.95	6.90	7.00	2.28	6.54

*L.= Longitud; B.= Brácteas; M.= Mazorca; H. = Hileras

3.8.3. Efecto de las interacciones

Las diferentes formas de aplicación para los niveles de 50, 100 y 150 kg N/ha no produjeron efecto en el número de mazorcas por metro cuadrado.

Para el nivel de 200 kg N/ha cuando el fertilizante se aplicó al voleo el número de mazorcas fue igual al obtenido con la aplicación de 50 y 100 kg N/ha y cuando se aplicó en bandas sobre el surco y en bandas incorporadas el número de mazorcas fue igual al obtenido con el nivel de 150 kg N/ha (Tabla 6).

Tabla 6: Efecto de las interacciones entre los niveles y las formas de aplicación del nitrógeno en los componentes del rendimiento.*

Nivel de N (kg/ha)	Formas de Aplicación	L. M. (cm)	No. de H. x M.	Peso de 1000 granos (g)	No. de M. m ²
0		10.12 a	10.12 abc	236.50 ab	2.0 a
	Voleo	10.88 ab	9.77 ab	242.70 abc	3.0 b
50	BS	9.66 a	9.37 ab	250.00 abc	3.0 b
	BI	10.72 ab	9.22 a	234.0 a	3.0 b
100	Voleo	11.34 ab	9.55 ab	255.50 c	3.0 b
	BS	12.02 bc	10.80 abcd	251.50 bc	3.0 b
	BI	12.20 bcd	10.92 abcde	253.00 bc	3.0 b
150	Voleo	13.56 cd	12.65 def	257.00 c	4.0 c
	BS	13.54 cd	11.53 bcdef	248.00 abc	4.0 c
	BI	13.98 d	13.45 f	249.50 abc	4.0 c
200	Voleo	13.84 cd	12.97 def	251.50 bc	3.0 b
	BS	13.80 cd	13.25 ef	258.00 c	4.0 c
	BI	13.86 cd	12.35 cdef	257.00 c	4.0 c
ANDEVA		**	**	*	**
C.V (%)		9.25	6.30	2.35	9.53

*L.= Longitud; B.= Brácteas; M.= Mazorca; H. = Hileras

3.9 Rendimiento del grano

3.9.1. Efecto de los niveles de nitrógeno

El nitrógeno es el constituyente básico de la planta, es el factor determinante en los rendimientos debido a su influencia favorable en el crecimiento del aparato vegetativo (IICA,1989).

Como se observa en la figura No. 2 a medida que el nivel de nitrógeno aumenta también el rendimiento aumenta habiéndose obtenido una alta correlación entre ellos ($r=0.98$)

La tabla 7 muestra los resultados estadísticos en la cual se observa que el efecto producido sobre el rendimiento con el nivel de 50 kg N/ha no fue significativamente diferente del testigo, pero a medida que el nivel de nitrógeno aumentó los rendimientos fueron significativamente mayores.

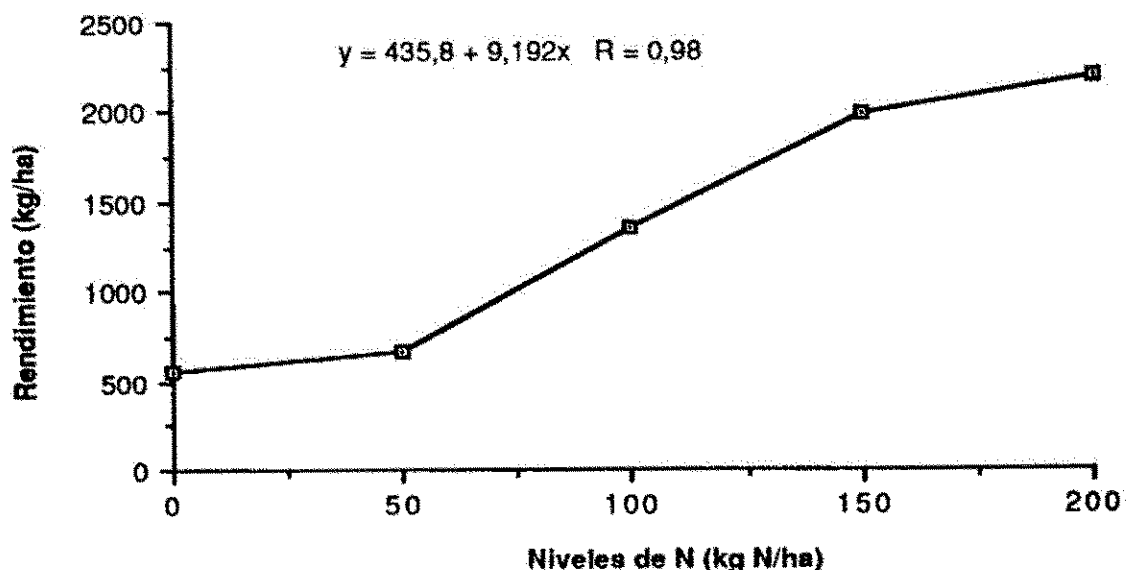


Figura No. 2: Efecto de diferentes niveles de nitrógeno en el rendimiento de grano.

El mayor efecto en el rendimiento fue obtenido con el nivel de 200 kg N/ha siendo este comparable estadísticamente con el nivel de 150 kg N/ha los que a su vez resultaron significativamente diferentes a los demás niveles aplicados (Tabla 7).

Resultados similares fueron encontrados por Pérez. et. al. (1981) quienes en condiciones de labranza cero encontraron los mayores rendimientos con el nivel de 150 kg N/ha que fue el mayor nivel que aplicaron.

3.9.2. Efecto de las formas de aplicación:

Comparando las medias de las diferentes formas de aplicación para los diferentes niveles de nitrógeno se encontró que el rendimiento producido cuando este se aplicó en bandas incorporadas fue mayor significativamente que cuando se aplicó al voleo (Tabla 7).

Tabla 7: Efecto de los diferentes niveles y formas de aplicación del nitrógeno en el rendimiento de grano.

Factor	Rendimiento (kg/ha)
<u>Niveles de N (kg/ha)</u>	
0	562 a
50	667 a
100	1361
150	1983 b
200	2202 b
ANDEVA	**
C.V (%)	32
<u>Formas de aplicación</u>	
Voleo	1199 a
BS	1324 ab
BI	1542 b
ANDEVA	*
C.V. (%)	32

3.9.3. Efecto de las interacciones entre formas de aplicación y niveles de nitrógeno

Para el nivel de 50 kg N/ha el rendimiento obtenido por las diferentes formas de aplicación no fueron diferentes significativamente entre sí, aunque como se observa en la figura No. 3 la aplicación al voleo produjo un rendimiento ligeramente mayor que las demás formas de aplicación. Para el nivel de 100 kg N/ha la forma de aplicación en bandas incorporadas supera significativamente al rendimiento obtenido por la forma al voleo y a su vez resultó similar estadísticamente a la forma bandas sobre el surco (Figura No. 3).

Para el nivel de 150 kg N/ha el rendimiento alcanzado por las diferentes formas de aplicación no fue significativamente diferente entre si. Para el nivel de 200 kg N/ha la forma de aplicación bandas sobre el surco obtuvo un rendimiento significativamente mayor que al obtenido por la aplicación al voleo, no así con la forma de aplicación en bandas incorporadas la cual obtuvo un rendimiento estadísticamente similar al de bandas sobre el surco, pero con un rendimiento ligeramente inferior (Figura No. 3).

Como se puede constatar en la misma figura cuando el nivel de 100 kg N/ha se incorporó en bandas se obtuvo un rendimiento similar desde el punto de vista estadístico al que se obtuvo con los niveles de 150 y 200 kg N/ha en cualquier forma de aplicación, sin embargo con el nivel de 150 kg N/ha cuando se aplicó en bandas incorporadas se obtuvo un rendimiento mayor que el obtenido con las otras formas de aplicación del mismo nivel y a su vez similar a los mayores rendimientos obtenidos con el nivel de 200 kg N/ha.

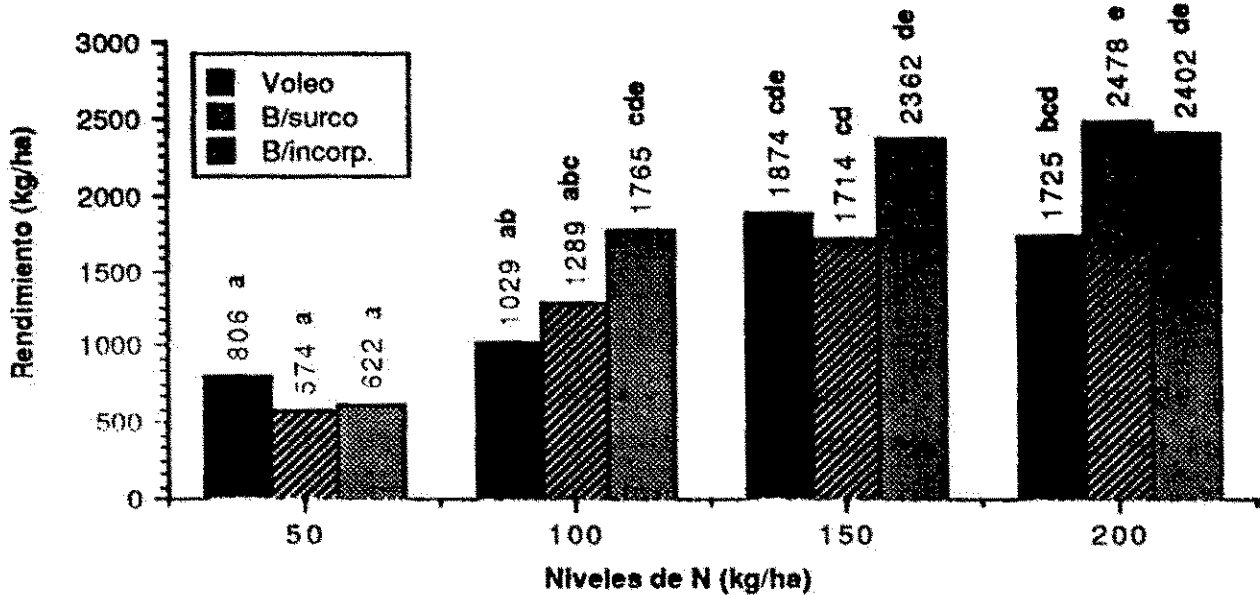


Figura No. 3: Efecto de las interacciones entre niveles y formas de aplicación del fertilizante en el rendimiento

De modo general los componentes del rendimiento estudiados tuvieron una respuesta mayor al fertilizante con las dosis altas (150 y 200 kg N/ha), lo que pudo haber influido para obtener un mayor rendimiento en grano con estas dosis, siendo importante señalar que con 200 kg N/ha se obtuvo el mayor efecto sobre el rendimiento.

Se puede destacar sí que el efecto obtenido por la aplicación de nitrógeno es más marcado a partir de 100 kg/ha, lo cual pudo ser debido a que con 50 kg N/ha la cantidad de nitrógeno que la planta pudo absorber fue muy poco para producir un incremento en rendimiento de manera pronunciada.

El hecho de una pobre respuesta a dosis bajas de nitrógeno puede deberse a que en este sistema de labranza los procesos de mineralización y en especial del nitrógeno orgánico son más lentos por la no roturación del suelo, lo que trae como consecuencia menor aireación de éste, dificultando la actividad

bacteriana y química (Worthen,1949) y a su vez una menor disponibilidad del nitrógeno del suelo. Al respecto Senigagliesi (1983) afirma que la menor disponibilidad de nitrógeno que pueda producir un laboreo mínimo deberá ser compensada con una dosis mayor de fertilizante nitrogenado. Otro aspecto que limita la absorción de nutrientes en el sistema de labranza cero es la compactación del suelo. Según estudios realizados por Alegre (1991) muchos suelos de Nicaragua tienen una capa endurecida, lo cual obviamente limita el uso de este sistema cuando se aplican dosis bajas de fertilizante, siendo importante además destacar el hecho de que estos suelos han estado siendo utilizados principalmente para el cultivo de sorgo (Cultivo esquilmante) y maíz.

Según el análisis de varianza (Tabla 7) solamente el rendimiento de grano tuvo una respuesta significativa cuando el fertilizante se aplicó en bandas incorporadas con respecto al voleo, aunque se puede destacar que la longitud de bráctea, longitud de mazorca y el número de hileras por mazorca muestran la misma tendencia. Con la aplicación al voleo los rendimientos fueron menores que con la aplicación en bandas sobre el surco y estos a su vez menores que con la aplicación en bandas incorporadas.

Lo anterior puede deberse a que con la aplicación del nitrógeno en la superficie del suelo, las pérdidas por volatilización en forma de amoníaco se incrementan sobre todo en períodos que las temperaturas son altas y la humedad del suelo bajas y sobre todo en suelos con pH alto como es el caso del área experimental donde se realizó este estudio (Sauchelli,1970, Yagodin,1986, Arzola,1986, Fassbender,1984).

El hecho de que la forma de aplicación en bandas incorporadas tuvo un efecto marcado en el rendimiento pudo ser a que con cero laboreo la superficie del suelo estaba compacta, por lo tanto la penetración del nitrógeno fue más lenta lo cual pudo haber favorecido las pérdidas por volatilización y también retardar o disminuir el contacto entre las raíces y el fertilizante cuando este se aplicó en forma superficial.

3.10 Analisis Económico:

En la tabla 8 se puede observar que la aplicación de 150 kg N/ha en bandas incorporadas produjo el mayor ingreso neto pero con una diferencia mínima al ingreso neto obtenido por la aplicación de 200 kg N/ha en bandas sobre el surco y en bandas incorporadas.

Con excepción de la aplicación de 100 kg N/ha en bandas incorporadas, aplicaciones de 100 kg N/ha o menores produjeron un ingreso neto menor que cero lo que significa que la producción en estos casos fue anormalmente no rentable.

Tabla 8: Ingreso neto de los tratamientos y porcentaje con relación al mejor tratamiento.

Tratamiento	Ingreso Neto	Diferencia	% *
150 BI	1190.67	00	
200 BS	1181.27	9.40	0.79
200 BI	1084.56	106.11	8.91
100 BI	588.05	602.62	50.61
150 V	569.74	620.93	52.15
150 BS	366.15	824.52	69.25
200 V	223.15	967.52	81.26
100 BS	-17.62	1208.29	101.48
100 V	-348.44	1539.11	129.26
50 V	-475.19	1665.86	139.91
T	-600.05	1790.72	150.40
50 BI	-709.31	1899.98	159.57
50 BS	-770.38	1961.05	164.70

* Porcentaje con relación al tratamiento con que se obtuvo el mayor ingreso neto.

Tabla 9: Análisis económico de los tratamientos

Trat.	Costo Fijo	Costo Variable	Costo Total	Ingreso Bruto	Ingreso Neto	Rentabilidad
Testigo	1315.14	26.75	1341.89	741.84	-600.05	-44.72
50 V		223.97	1539.11	1063.92	-475.19	-30.87
50 BS		212.92	1528.06	757.68	-770.38	-50.42
50 BI		215.21	1530.35	821.04	-709.31	-46.35
100 V		391.58	1706.72	1358.28	-348.44	-20.42
100 BS		403.96	1719.10	1701.48	-17.62	-1.02
100 BI		426.61	1741.75	2329.80	588.05	33.76
150 V		588.80	1903.94	2473.68	569.74	29.92
150 BS		581.19	1896.33	2262.48	366.15	19.31
150 BI		612.03	1927.17	3117.84	1190.67	61.78
200 V		738.71	2053.85	2277.00	223.15	10.86
200 BS		774.55	2089.69	3270.96	1181.27	56.53
200 BI		770.94	2086.08	3170.64	1084.56	51.99

A como se mostró en la Figura 3 los mayores rendimientos fueron obtenidos con la aplicación de 200 kg N/ha en bandas sobre el surco y en bandas incorporadas y, por consiguiente, fueron los tratamientos con los que se obtuvieron los mayores Ingresos Brutos, sin embargo, a como puede observarse en la tabla 9 los costos variables y los costos totales con estos tratamientos fueron también mayores y, por consiguiente, no se obtuvo con ellos el mayor ingreso neto ni la mayor rentabilidad. El mayor ingreso neto y la mayor rentabilidad fue obtenida con la aplicación de 150 kg N/ha en bandas incorporadas que a su vez produjo un rendimiento estadísticamente similar al obtenido con la aplicación de 200 kg N/ha.

Con excepción de la aplicación de 100 kg N/ha en bandas incorporadas, las demás formas de aplicación para esta dosis y las dosis menores en sus distintas formas de aplicación produjeron ingresos netos negativos y por consiguiente una rentabilidad negativa, obteniéndose el menor ingreso neto con la aplicación de 50 kg N/ha en bandas sobre el surco (-770.38).

IV. CONCLUSIONES

- 1- A partir de los 49 días después de la siembra se produjo un efecto significativo de cada uno de los niveles aplicados con relación al testigo para las variables de crecimiento y desarrollo. Los niveles de 50 y 100 kg N/ha produjeron un efecto estadísticamente similar así como los niveles de 150 y 200 kg N/ha con los cuales el efecto fue mayor.
- 2- La forma de aplicación en bandas sobre el surco tuvo el mayor efecto sobre las variables de crecimiento y desarrollo, pero no en todos los casos hubieron diferencias significativas.
- 3- Con los niveles de 100, 150 y 200 kg N/ha el rendimiento obtenido fue estadísticamente superior al testigo siendo a su vez el nivel de 200 kg N/ha con el que se alcanzó el mayor efecto.
- 4- La forma de aplicación en bandas incorporadas produjo un rendimiento promedio significativamente mayor al obtenido cuando la forma de aplicación fue al voleo.
- 5- Con la aplicación de 100 kg N/ha en bandas incorporadas es posible obtener un rendimiento estadísticamente similar a los mayores rendimientos obtenidos con 150 y 200 kg N/ha.
- 6- Con la aplicación de 150 kg N/ha aplicados en bandas incorporadas es posible obtener un rendimiento estadística y numéricamente similar a los mayores rendimientos obtenidos con la aplicación de 200 kg N/ha. A su vez con este tratamiento se obtiene el mayor ingreso neto y la mayor rentabilidad según el análisis económico realizado.
- 7- Con excepción de la aplicación de 100 kg N/ha en bandas incorporadas, dosis iguales o menores a 100 kg N/ha producen ingresos netos y rentabilidad negativa y por consiguiente no justifican su aplicación.

V- RECOMENDACIONES

En base a los resultados obtenidos y a las condiciones en que se realizó el ensayo recomendamos que:

- 1- Para obtener mejores efectos sobre el crecimiento y desarrollo, así como también sobre el rendimiento es conveniente aplicar el nitrógeno en dosis de 150 kg N/ha.
- 2- Con el fin de obtener mayor eficiencia del fertilizante este debe ser aplicado en bandas incorporadas.
- 3- Validar estos resultados en áreas de producción.

VI- REFERENCIAS

- ALEGRE, J. 1991. Informe sobre la consultoría en manejo de suelos en Nicaragua. Proyecto FAO -GCPF/NIC/015/NOR.
- ARZOLA, N. & FUNDORA, N. 1986. Suelo planta y abonado. Editorial Pueblo y Educación. La Habana 1986 pp 120.
- BONNER, J. & GALSTON, A. 1966. Principios de fisiología vegetal. Edición Revolucionaria. La Habana 1966 pp 268.
- BERGER, J. 1975. Maíz su producción y abonamiento. Editorial científico Técnica. Instituto Cubano del Libro. Habana Cuba 1975 204p.
- DEMOLON, A. 1975. Crecimiento de los vegetales cultivados. Edición Revolucionaria. Habana Cuba 1975 pp 199.
- FASSBENDER, H. 1984. Química de suelos con énfasis en suelos de América Latina. Edición IICA. San José Costa Rica 1984 pp 249.
- GLANZE, P. 1973. El maíz de grano. Principios técnicos. Edición Leipzig GDR 1973 pp 125, 126.
- IICA, 1989. Compendio agronómico tropical. Edición IICA Costa Rica 1989 pp 36.
- LENCOF, J. & R, LOOMIS. 1986. Nitrogen influences on yield determination in maize. Crop Sciece. vol 26. Sep-Oct. 1980 pp 1017-1022.
- MIRANDA, B. 1990. Diagnóstico sobre producción, consumo, generación y transferencia de tecnología para los granos . MAG-DGTA. CNIGB-DER. NIC. 1990 pp 57.
- MEJIA, J, MARQUEZ, F, & CARBALLO, A. Cobertura de la mazorca de maíz heredabilidad y correlación con otros caracteres. Revista Agropecuaria

No 54, México 1983 pp 108.

N.P.F.I. 1982. Manual de fertilizantes . National plant food institute. Editorial Limusa. México 1982 pp 122.

PEREZ, C, DARDON, M, & CORDOBA, H. 1981. Efecto de la interacción labranza -fertilización nitrogenada sobre el rendimiento del maíz (*Zea mays* L) XXVII Reunión PCCMCA. 1981. pp M36

SAUCHELLI, V. 1970. Química y tecnología de los abonos nitrogenados. Ediciones Ariel. pp 6, 37.

SENIGAGLIESI, C. 1983. Fertilidad de suelos. En X congreso Argentino y VIII Latinoamericano de la ciencia del suelo. Argentina 1983. pp 246.

USTIMENCO, G. 1980. El cultivo de las plantas tropicales y sub tropicales. Editorial MIR. Moscú. 1980. pp 70

WORTHEN, E.1949. Suelos agrícolas, su conservación y fertilización. Editorial Hispanoamericana. México. 1949. pp 157.

YAGODIN,B. 1986. Agroquímica I. Editorial MIR Moscú.1984 pp 317.