

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE AGRONOMIA
DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN VEGETAL



TRABAJO DE DIPLOMA

EFECTO DE CUATRO DENSIDADES DE SIEMBRA Y TRES NIVELES
DE FERTILIZACIÓN NITROGENADA SOBRE EL RENDIMIENTO DE
GRANO DEL CULTIVO DE SORGO (*Sorghum bicolor*[L] Moench.)
VARIEDAD INTA-CNIA.

AUTOR

Br. Erwin Manuel Aragón Obando

ASESORES

Ing. M.Sc. Rafael Obando Solís
Ing. M.Sc. Carlos Henry Loáisiga

MANAGUA, NICARAGUA
AGOSTO, 2004

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE AGRONOMIA
DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN VEGETAL



TRABAJO DE DIPLOMA

EFECTO DE CUATRO DENSIDADES DE SIEMBRA Y TRES NIVELES
DE FERTILIZACIÓN NITROGENADA SOBRE EL RENDIMIENTO DE
GRANO DEL CULTIVO DE SORGO (*Sorghum bicolor* [L] Moench.)
VARIEDAD INTA-CNIA.

AUTOR

Br. Erwin Manuel Aragón Obando

**Presentado a la consideración del honorable tribunal
examinador como requisito parcial, para optar al grado
profesional de INGENIERO AGRÓNOMO GENERALISTA**

MANAGUA, NICARAGUA
AGOSTO, 2004

DEDICATORIA

A mis padres: Feliciano Aragón y Dinora Obando por haberme traído a este mundo, por enseñarme todos los valores morales, por estar siempre conmigo apoyándome en todas las decisiones razonables que he tenido.

A mis hermanos: Marlon, Bianca, Raissa y en especial a Diego.

A la memoria de mi abuelo Maclovio Aragón, que este donde esté siempre estará conmigo.

AGRADECIMIENTO

Agradezco de todo corazón a Dios por haberme permitido realizar el mejor de mis sueños, como es el de haber culminado mis estudios universitarios.

A la **Universidad Nacional Agraria** por haberme brindado formación profesional.

Al **Centro Nacional de Investigación Agropecuaria** por haberme permitido la oportunidad de elaborar el presente trabajo.

A todo el personal del Programa de Recursos Genéticos (**REGÉN**), en especial al Ing. **M.Sc. Álvaro Benavides** por su amistad y apoyo incondicional.

Al personal del CENIDA por haberme facilitado toda la documentación necesaria, en especial a: **Lic. Reina Flores, Jacqueline López, Catalina Sánchez y al Ing. Gabriel López.**

A los asesores: **Rafael Obando y Carlos Loaisiga** por sus grandes aportes científicos y el apoyo que me brindaron durante todo el proceso de elaboración del presente trabajo.

A la Ing. **M.Sc. Yanett Gutiérrez y al Lic. Antonio Torres** por sus aportes valiosos para la elaboración del presente trabajo.

A mis tíos: **Miguel Obando y Julio Obando** por sus consejos y su apoyo incondicional que me brindaron a lo largo de toda mi formación profesional.

A mis amigos **Francisco Flores y Heber Luna** por ayudas en tiempos difíciles y por estar siempre dispuesto a ayudarme.

A **Nury Gutiérrez** por ser una excelente amiga y una buena compañera.

A todos aquellos que de forma directa o indirecta han colaborado para la realización de este trabajo.

Gracias Totales

INDICE GENERAL

Sección	Página
INDICE GENERAL	i
INDICE DE TABLAS	iii
INDICE DE FIGURAS	iv
INDICE DE ANEXOS	v
RESUMEN	vi
I. INTRODUCCION.....	1
II. MATERIALES Y MÉTODOS	4
2.1 Ubicación del experimento	4
2.2 Tipo de suelo	5
2.3 Materiales evaluados	5
2.4 Diseño experimental	6
2.5 Análisis estadístico	7
2.6 Análisis económico.....	7
2.7 Variables evaluadas	8
2.7.1 Variables de Crecimiento y Desarrollo.....	8
2.7.2 Variables del Componente del Rendimiento	9
2.8 Manejo Agronómico	11
III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	12
3.1 Variables de Crecimiento y Desarrollo.....	12
3.1.2 Diámetro de tallo	12
3.1.2 Altura de planta.....	14

Sección	Página
3.1.3 Número de hojas	16
3.1.4 Área foliar.....	18
3.1.5 Días a floración.....	19
3.1.6 Longitud de ejerción de panoja.....	20
3.1.7 Longitud de panoja	21
3.1.8 Diámetro de panoja	22
3.2 Variables de Componente del Rendimiento.....	23
3.2.1 Peso de 1000 granos	23
3.2.2 Peso de panoja.....	24
3.2.3 Rendimiento de grano	25
3.2.4 Rendimiento de materia seca	28
3.2.5 Plantas cosechadas	29
3.2.6 Plantas acamadas.....	30
3.3 Análisis económico	31
3.3.1 Presupuesto parcial.....	32
3.3.2 Análisis de dominancia	34
3.3.3 Análisis marginal	35
 IV. CONCLUSIÓN.....	 36
 V. RECOMENDACIÓN	 37
 VI. BIBLIOGRAFÍA.....	 38
 VII. ANEXOS	 42

INDICE DE TABLAS

Tabla	Página
1 Análisis físico químico de los suelos del CNIA	5
2 Factores estudiados en el experimento. CNIA. Postrera, 2003.	6
3 Dimensiones del ensayo. CNIA. Postrera, 2003.....	7
4 Efecto de las densidades de siembra y los niveles de Urea 46 % N sobre: el área foliar y días a floración. CNIA. Managua, Nicaragua. Postrera 2003.....	20
5 Efecto de los tratamientos evaluados, sobre días a floración, exerción de panoja, longitud de panoja y diámetro de panoja. CNIA. Managua, Nicaragua. Postrera 2003.	23
6 Efecto de las densidades ² de siembra y los niveles de Urea 46 % N sobre: Peso de 1000 granos (g), Peso de panoja (g) y Rendimiento de grano (kg ha ⁻¹). CNIA. Managua, Nicaragua. Postrera 2003	27
7 Efecto de la interacción de las densidades de siembra y los niveles de Urea 46 % de nitrógeno sobre el rendimiento de grano. CNIA. Managua. Postrera 2003.....	28
8 Efecto de las densidades poblacionales y los niveles de Urea 46 % N sobre: Rendimiento de materia seca CNIA. Managua. Postrera 2003	29
9 Efecto de las densidades poblacionales y los niveles de Urea 46 % N sobre: Plantas cosechadas/ha y plantas acamadas CNIA. Managua. Postrera 2003	32
10 Presupuesto Parcial de los Tratamientos CNIA. Managua. Postrera 2003	33
11 Análisis de dominancia de los tratamientos CNIA. Managua. Postrera 2003	34
12 Análisis marginal de los tratamientos CNIA. Managua. Postrera 2003.....	35

INDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1 Temperaturas y Precipitaciones, ocurridas en el experimento durante el año 2003.....	4
2 Efecto de los tratamientos evaluados, sobre el diámetro del tallo (mm), en diferentes momentos de evaluación; a los 36, 46, 81 y 112 días después de la siembra	14
3 Efecto de los tratamientos evaluados sobre: la Altura de planta, en diferentes momentos de evaluación; 36, 46 y 81 dds.	16
4 Efecto de los tratamientos evaluados, sobre el número de hojas/planta en diferentes momentos de evaluación; 36, 46 y 81 dds	18

INDICE DE ANEXOS

ANEXO	Página
1 Plano de Campo	44
2 Costos fijos de los tratamientos evaluados en el ensayo	45
3 Costos variables de los tratamientos evaluados en el ensayo	46
4 Cronograma de actividades.....	47
5 Efecto de cuatro densidades de siembra y tres niveles de Urea 46 % N sobre: Diámetro de tallo, Altura de plantas y número de hojas	48

RESUMEN

Este trabajo tiene los objetivos de determinar el efecto de 4 densidades de siembra (142,000, 213,000, 285,000 y 356,000 plantas ha^{-1}) y 3 niveles de urea 46 % N (0, 130 y 260 kg ha^{-1}), determinar el efecto de las interacciones entre ambos factores en estudio sobre el rendimiento de grano del cultivo de sorgo (*Sorghum bicolor* [L.] Moench) variedad INTA-CNIA y determinar la rentabilidad de los tratamientos en estudio. Se desarrolló en el Centro Nacional de Investigaciones Agropecuaria (CNIA) del Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA), en el período comprendido de agosto a diciembre del 2003. El diseño experimental fue parcelas divididas con 4 repeticiones, colocando las densidades de siembra en las parcelas grandes y los niveles de urea en las subparcelas. A los resultados de las variables evaluadas se les aplicó un análisis de varianza (ANDEVA) y separación de rangos múltiples de Tukey con $\alpha = 0.05$, a los tratamientos se les aplicó un análisis económico para determinar la relación Beneficio/Costo, análisis de dominancia y la tasa de retorno marginal. Los resultados reflejan que para el factor densidad poblacional no se encontró diferencias estadísticas en las variables de crecimiento y desarrollo evaluadas, a excepción de las variables diámetro de tallo, área foliar, ejerción y diámetro de panoja que fueron afectadas por las densidades poblacionales evaluadas. La densidad 142,000 plantas hectáreas^{-1} presentó el mayor diámetro y área foliar con valor de, 21.63 mm y 0.0414 m^2 respectivamente. Para la ejerción de panoja la densidad de 356,000 hectáreas^{-1} presentó el mayor valor con 7.46 cm. Para el diámetro de panoja la densidad 142,000 plantas hectáreas^{-1} presentó el mayor valor con 6.82 cm. Para el factor niveles de urea únicamente las variables número de hojas, área foliar, longitud, ejerción y diámetro de panojas presentaron diferencias. Para el número de hojas y el área foliar el nivel de 260 kg ha^{-1} de Urea presentó el mayor valor con 7.63 hojas y 0.0385 m^2 respectivamente, la ejerción de panoja el nivel 0 kg ha^{-1} presentó el mayor valor con 7.37 cm. Para longitud y diámetro de panoja el mayor valor se obtuvo con el nivel 260 kg ha^{-1} de Urea con 26.21 y 6.54 cm respectivamente. Los resultados de las densidades poblacionales sobre los componentes del rendimiento reflejan que únicamente existen diferencias para las variables peso de panoja, rendimiento de grano y plantas cosechadas. Para el peso de panoja y rendimiento de grano la densidad 142,000 plantas hectáreas^{-1} presentó el mayor valor con 44.67 g y 5,800.4 kg ha^{-1} . Para la interacción de los factores densidades poblacionales y niveles de urea 46 %, el rendimiento de grano no presentó diferencias significativas. El análisis económico de los tratamientos, determinó que el tratamiento 142, 000 plantas ha^{-1} x 0 kg ha^{-1} de Urea 46 %, presentó la mayor relación beneficio/costo con 1.79 unidades monetarias, lo que significa que por cada córdoba el productor ganaría 1.79 córdobas.

I. INTRODUCCIÓN

Según Martin, 1985 citado por Compton, 1990 el sorgo (*Sorghum bicolor* [L.] Moench) es el quinto cultivo en importancia entre los cereales del mundo después del trigo (*Triticum aestivum* L.), el maíz (*Zea mays* L.), el arroz (*Oryza sativa* L.) y la cebada (*Hoerdeum vulgare* L). Ha sido históricamente cultivado para la producción de grano y otros fines en casi todos los países tropicales y subtropicales del mundo (Monterrey, 1997). En los últimos años el área cultivada mundial estaba constituida por unos 42.57 millones de hectáreas siendo los países más productores Nigeria donde se siembran 7.07 millones de hectáreas, Sudan 4.8 millones de hectáreas, la India con 9.7 millones de hectáreas, con rendimientos promedios que oscilan entre 583 a 1090 kg ha⁻¹ (FAO, 2002).

En el año 2002, se produjeron más de 54.7 millones de toneladas en el mundo (FAO, 2002). Los países centroamericanos incluyendo México proveyeron el 15.2 % del total mundial. En casi todos los países latinoamericanos se ha incrementado el cultivo del sorgo granífero durante los últimos años y en varios de ellos ha alcanzado tal importancia que hoy es considerado como uno de los principales rubros.

En Nicaragua, el sorgo ocupa el 6.38 % del área sembrada de granos básicos para el ciclo agrícola 2002/2003, se ha observado una disminución del 10 % del área cosechada en los últimos cinco años, ya que para el ciclo 96/97 el sorgo ocupaba el 16 % de las áreas sembradas de granos básico. El 56 % de la producción actual es utilizado en la elaboración de alimentos concentrados para la industria avícola, porcina y bovina, y el 44 % restante se utiliza para la alimentación humana, principalmente sorgo de endospermo blanco (Pineda, 1990).

En el país existen zonas óptimas para la producción de este rubro, dentro de estas cabe destacar las zonas de Rivas, Granada, Managua, Estelí y León, en la mayoría se obtienen mejores resultados en la siembra de postrera. (Alemán y Tercero, 1991). La mayor parte de producción es manejada por medianos y grandes productores, quienes siembran dicho cultivo con fines industriales, esta producción proveniente de la siembra extensiva es destinada principalmente a la alimentación avícola, dejando los residuos de cosecha para la alimentación bovina durante la época seca (Monterrey, 1997).

A pesar de su importancia, los niveles productivos del sorgo, están por debajo de los rendimientos potenciales de las variedades mejoradas e híbridos (4,500 – 6,500 kg ha⁻¹) alcanzando para el ciclo 2001/2002 un rendimiento de 1966.7 kg ha⁻¹ (FAO, 2002).

Uno de los principales problemas que presenta el cultivo de sorgo es la dispersión del área sorguera que presentan limitaciones agroecológicas y el mal manejo del cultivo, principalmente de los factores que afectan sensiblemente el rendimiento del grano como son la densidad poblacional y los niveles de fertilización nitrogenada (Pineda, 1988).

El sorgo al igual que otros cultivos, requiere de una población óptima, para expresar su potencial de rendimiento de grano (Álvarez, 1991).

Miller (1980), plantea que existe relación directamente proporcional entre el número de plantas por unidad de área y rendimiento hasta una densidad óptima, a partir de la cual esta relación se vuelve inversamente proporcional.

En Nicaragua es muy común el error de utilizar mayor cantidad de semilla por hectárea que las recomendadas, observándose que esta práctica no aumenta realmente los rendimientos, sino por lo contrario, los disminuye aumentando los costos de producción (Pineda, 1990).

Hasta la fecha la información existente en Nicaragua sobre las densidades de siembra y los niveles de urea 46 % en el cultivo de sorgo es limitada y no concluyente. Considerando que es necesario encontrar la densidad óptima así como los niveles de urea óptimos que contribuyan a mejorar y aumentar los rendimientos productivos y los beneficios a los agricultores nicaragüense, motivó la elaboración del presente trabajo investigativo que tiene como propósito cumplir los siguientes objetivos:

Objetivo general

Determinar el rendimiento potencial de la variedad de sorgo INTA-CNIA, en las condiciones del Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias.

Objetivos específicos

1. Determinar el efecto de la densidad poblacional sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento de grano en la variedad de sorgo INTA-CNIA

2. Conocer el efecto de los diferentes niveles de fertilización nitrogenada sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento de grano en la variedad de sorgo INTA-CNIA.

3. Determinar el comportamiento de la variedad INTA-CNIA sobre el rendimiento de grano con relación a la interacción entre distintas densidades de siembra y los diferentes niveles de fertilización nitrogenada.

4. Determinar la rentabilidad de los tratamientos en estudio con relación a un análisis económico.

II. METODOLOGÍA

2.1 Ubicación del experimento

El presente estudio se realizó en la época de postrera (Agosto – Diciembre) del año 2003, en terrenos del Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias (CNIA), perteneciente al Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), localizado en el km 14.5 carretera norte, del municipio de Managua, departamento de Managua, Nicaragua. El CNIA se encuentra ubicado a una altura de 54 msnm en las coordenadas de 12° 08' Latitud Norte y 86° 10' Longitud Oeste, con temperatura promedio de 27.5°C y precipitación anual de 1229.6 mm (INETER, 2004).

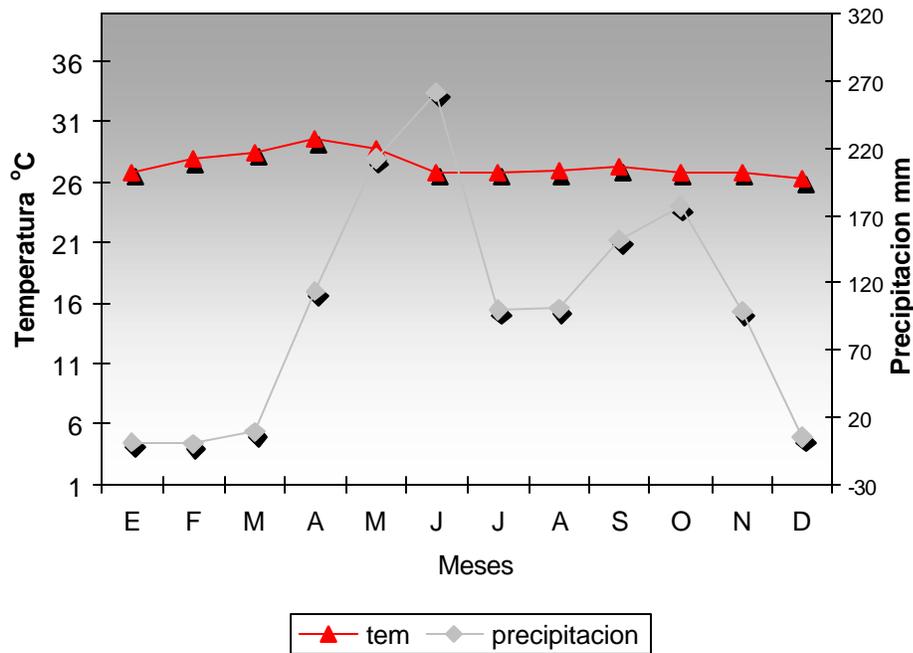


Figura 1: Temperaturas y Precipitaciones, ocurridas durante el año 2003, CNIA, Managua, Nicaragua.

2.2 Tipo de suelo

Los suelos pertenecen al orden Andosol, serie sabana grande, con un horizonte superficial de carbonato de calcio (CaCO_3), topografía plana, textura franco arenoso (MAG, 1971). Los resultados del análisis de suelo del área donde se estableció el ensayo se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1: Análisis físico y químico de los suelos del CNIA

Prof. (cm)	Textura	Arena %	Limo %	Arcilla %	pH en agua	M.O %	N %	P ppm	K Meq/100 g suelo
25	F.Arenoso	47.5	32.5	20	7.5	3.58	0.18	36.6	1.77

Fuente: Morales, M. 2002.

2.3 Materiales a evaluar

INTA – CNIA es una variedad de sorgo de endospermo blanco que viene a constituir una alternativa viable en zonas donde el cultivo de maíz presenta limitaciones a causa de la precipitación escasa e irregular.

Esta variedad se obtuvo del cruce de las variedades CNIA 90502 y CNIA 90520. El cruce se hizo en Nicaragua y ambos progenitores son de ICRISAT.

Características agronómicas

Las características de la variedad INTA-CNIA, proporcionada por MAG-FOR son:

Color de la hoja: verde opaco

Días a floración: 68

Días a madurez fisiológica: 104

Días a cosecha: 110

Color del grano: Blanco cremoso

Altura de la planta (cm): 160

Rango de adaptabilidad: De 0 a 1000 msnm

Reacción al acame: Resistente

Reacción a la roya: Tolerante

Rendimiento: 4527 kg ha⁻¹

2.4 Diseño experimental

El diseño utilizado fue parcelas divididas con cuatro repeticiones, donde la parcela grande estaba formada por las densidades de siembra y las subparcelas por los niveles de nitrógeno (Anexo 1).

Los factores en estudios y las dimensiones del ensayo se reflejan en las Tablas 2 y 3, respectivamente

Tabla 2. Factores estudiados en el experimento. CNIA. Postrera, 2003

Factor A: Densidades		Factor B: Niveles de Urea 46%			Total de N por ha: Urea más completo
	Plantas ha ⁻¹	Plantas/5 m lineal	kg ha ⁻¹	g/5 m lineal	kg ha ⁻¹
a ₁	142,000	53	b ₁ 0	0	15.48
a ₂	213,000	80	b ₂ 130	49	75.28
a ₃	285,000	107	b ₃ 260	98	135.08
a ₄	356,000	134			

Las dimensiones de la parcela grande fueron de 9 m de largo y 5 m de ancho para un área de 45 m² y la parcela pequeña 3 m de largo y 5 m de ancho para un área de 15 m² cada parcela pequeña contó de 4 surcos, como parcela útil se tomaron los 2 surcos del centro, dejando 0.5 m de borde, para un área de 6 m².

Tabla 3: Dimensiones del ensayo. CNIA. Postrera 2003.

Área de 1 Bloque	180 m ²
Área la parcela grande	45 m ²
Área de parcela pequeña	15 m ²
Área de bordes	120 m ²
Área del experimento	984 m ²

2.5 Análisis estadístico

Los datos provenientes de las variables evaluadas, fueron sometidos a un análisis de varianza (ANDEVA) y pruebas de rangos múltiples de Tukey al 95 % de confianza, respectivamente. El paquete estadístico utilizado fue SAS V8.

Para las variables área foliar, peso de panoja y rendimiento de grano se hizo un análisis de correlación de Person.

2.6 Análisis económicos

Los resultados agronómicos se sometieron a un análisis económico para determinar la rentabilidad de los diferentes tratamientos en estudio, con el fin de brindar información a cerca de cual de las alternativas evaluadas es la más adecuada desde el punto de vista económico del productor. La metodología empleada en este análisis fue determinar la relación beneficio/costo, análisis de dominancia y un análisis de retorno marginal a los tratamientos no dominados, para lo cual se consideraron los siguientes parámetros:

Costos fijos: incluyen los costos de limpieza, preparación del suelo, fertilización básica, (Anexo 2)

Costos variables: incluyen gastos en cada uno de los tratamientos evaluados, semilla, urea 46 % N, completo, insecticida, mano de obra, (Anexo 3).

Costos totales: es la suma de los costos fijos y los costos variables

Beneficio bruto: el rendimiento de cada uno de los tratamientos multiplicado por el precio del producto en el mercado al momento de la cosecha.

Beneficio neto: es la diferencia del beneficio bruto y los costos totales

Beneficio/costo: es la relación entre el beneficio neto y los costos totales de producción

Análisis de dominancia: los tratamientos dominados fueron aquellos que tuvieron beneficios netos menores o iguales a los de un tratamiento de costos que varían mas bajos.

Análisis de tasa de retorno marginal: se determinó la relación entre el beneficio neto marginal y el costo marginal de los costos que varían. El beneficio marginal se calcula a través de la diferencia entre el beneficio mayor de un tratamiento y el beneficio menor del otro tratamiento no dominado.

2.7 Variables evaluadas

Las variables se pueden clasificar en variables de crecimiento y desarrollo y variables del componente del rendimiento.

2.7.1 Variables de crecimiento y desarrollo

Diámetro del tallo (cm)

Se tomó a ras del suelo y se efectuó en cuatro momentos, a los 36, 46, 81 y 112 dds.

Altura de planta (cm)

Se tomó desde la superficie del suelo hasta el último nudo antes de la floración (36 y 46 dds) y posteriormente se midió hasta el ápice de la panoja (81 dds).

Número de hojas

Se tomaron como hojas las que presentaron el collar foliar visible, esta variable se registró a los 36, 46 y 81 dds.

Área foliar (m²)

Se tomó el número de hojas presentes en la planta al momento de tomar el dato y se realizó tomando los datos del ancho de la hoja (ésta se obtuvo midiendo la parte media de la hoja) multiplicado por la longitud de la hoja (que se obtuvo midiendo desde la lígula hasta el ápice de la hoja) que finalmente se multiplicó por la constante 0.75. Los datos se tomaron a los 81 dds.

Días a floración

Se tomaron cuando se observó que el 50% de la población estuvo florecida.

Exerción de panoja (cm)

Se determinó a partir de la papada de la hoja bandera hasta el primer nudo de las ramas del raquis de la panoja. Los datos se tomaron a los 81 días después de la siembra (dds).

Longitud de panoja (cm)

Se evaluó a partir de la primera ramilla de la panoja hasta su ápice. Los datos se tomaron a los 81 dds.

Diámetro de la panoja (cm)

Se determinó midiendo la parte media de la panoja, los datos se tomaron a los 81 dds.

2.7.2 Componentes del rendimiento

Peso de 1000 granos (g)

Se tomaron 8 réplicas de 100 granos cada una, por cada subparcela, posteriormente se pesaron y se determinó el peso promedio, luego el peso obtenido se multiplicó por 10 para obtener el peso de 1000 granos. Posteriormente se ajustaron al 15 % de humedad con la siguiente formula:

$$*P_f = P_i(100 - \% H_2O) / (100 - 15)$$

Donde: P_f es el peso final obtenido una vez ajustado el peso de los 1000 granos

P_i , es el peso de los 1000 granos en campo

$\% H_2O$, es el porcentaje de humedad inicial del grano

* Fuente: Fornos y Gómez, 2002.

Peso de panojas (g)

Se pesaron las panojas de la parcela útil y se determinó el promedio de una panoja.

Rendimiento de grano ($kg\ ha^{-1}$).

Una vez cosechado, se determinó el peso de los granos cosechados de la parcela útil. Los valores se ajustaron al 15% de humedad y se transformaron a $kg\ ha^{-1}$, utilizando la siguiente formula:

$$*kg\ ha^{-1} = (kg\ PU/m^2P.U) * 10,000 * 0.80 * (100 - \%H_2O/100-15)$$

Donde: kg PU, es el rendimiento de campo

$m^2P.U$, es el área de la parcela útil.

0.80, es el porcentaje de desgrane

$\%H_2O$, es la humedad de campo del sorgo

* Fuente: Compton, 1990.

Producción de materia seca ($kg\ ha^{-1}$)

Al momento de la cosecha se tomaron 5 plantas al azar de la parcela útil; se registró el peso fresco, posteriormente se secó en un horno a temperatura constante de 105° C por 24 horas y se expresó el peso seco en $kg\ ha^{-1}$.

Plantas acamadas (%)

Se contaron las plantas dobladas entre la superficie del suelo y la parte media de la planta y se expresaron en porcentaje.

Plantas cosechadas ha^{-1} : Se contó el número de plantas cosechadas por parcela útil y se expresaron en plantas cosechadas por hectárea.

2.8 Manejo agronómico

La preparación del suelo se realizó bajo el sistema de labranza convencional, se inició con la limpieza del terreno una semana antes del arado, el que se efectuó un mes antes de la siembra. Los pases de grada se hicieron 15 y 7 días antes de la siembra respectivamente. La nivelación y el rayado se hicieron al momento de la siembra.

La siembra se realizó de forma manual, estableciéndose poblaciones por encima a las que se evaluarán, la distancia entre surco fue de 0.75 m. El raleo se hizo 15 días después de la siembra dejando las densidades evaluadas en el experimento.

La fertilización básica aplicada al momento de la siembra, fue de 129 kg ha⁻¹ de la formulación comercial 12-30-10. La fertilización nitrogenada se basó en la aplicación de Urea 46% N, en cantidades de 0, 129 y 256 kg ha⁻¹, aplicando de forma fraccionada a los 20 y a los 40 dds aplicando el 50 % en cada fecha.

El control de maleza se realizó de forma manual garantizando que el cultivo permaneciera libre de malezas durante todo el ciclo.

El riego se efectuó durante dos semanas, después de la siembra, durante 2-3 horas dos veces por semana.

La cosecha se realizó de forma manual una vez que el cultivo alcanzó su madurez fisiológica (Anexo 4).

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Variables de crecimiento y desarrollo

3.1.1 Diámetro de tallo (mm)

La caña o tallo, esta formada de una serie de nudos y entrenudos, el tallo mide 0.5 cm a 5 cm de diámetro en su base, volviéndose más angosto en el extremo superior (Somarriba, 1997). Poehlman (1985), afirma que el diámetro del tallo tiene gran importancia para la obtención de altos rendimientos, ya que el acame del sorgo se produce como el resultado del encorvado o la rotura de los tallos, debido a su poco vigor. El sorgo acamado constituye un medio favorable para el desarrollo de hongos y enfermedades.

Padilla y Pereira (2000), plantean que el diámetro del tallo es una característica varietal y puede variar en dependencia de la variedad. No obstante, el mismo puede verse afectado, en plantas de una misma variedad, por las densidades de siembra.

El ANDEVA realizado para dicha variable (Anexo 5), demostró que existen efectos significativos entre las densidades evaluadas a los 36, 46, 56, y 112 dds. Los resultados encontrados indican que el mayor diámetro lo presentó la densidad 142,000 plantas ha⁻¹, tendencia que se mantuvo durante las diferentes etapas en que se evaluó dicha variable, caso contrario ocurrió con la densidad 356,000 plantas ha⁻¹ la cual obtuvo los valores más bajos de dicha variable.

Es importante señalar, que el comportamiento del diámetro de tallo tiende a aumentar durante la etapa de crecimiento de la planta (36 y 46 dds). No así, después de la floración (81 y 112 dds), donde la planta comienza a sufrir una disminución del diámetro, es probable que este fenómeno corresponda, a que las células pierdan la capacidad de retención del agua, producto precisamente del proceso de envejecimiento de la planta.

Los resultados demuestran, que existe una relación inversamente proporcional entre las densidades de siembra y el diámetro del tallo, por el cual, al aumentar las densidades el diámetro tiende a disminuir y viceversa.

En cuanto al factor niveles de Urea 46 %, el ANDEVA realizado muestra, que no existen diferencias significativas en los tratamientos para dicha variable. No obstante, se puede observar que existen diferencias numéricas entre ellos, obteniendo el mayor diámetro a los 36, 46 y 112 dds, con 19.4, 19.6 y 18.72 mm respectivamente, cuando se aplicó 130 kg ha⁻¹

de Urea 46 %, no así a los 81 dds, donde la planta respondió mejor a la aplicación de 260 kg ha⁻¹ de Urea 46 %, logrando alcanzar el mayor diámetro con 19.36 mm.

Por otra parte, se puede observar en la Figura 2, la tendencia de que al no aplicar 0 kg ha⁻¹ de Urea la planta presenta un diámetro menor, en comparación con los demás tratamientos estudiados.

En general los resultados encontrados en el presente ensayo, coinciden con Padilla y Pereira (2000), Cuadra (2000) y Aguilar y Dávila (1993), quienes encuentran diferencias significativas cuando se aumentan las densidades de siembra. Sin embargo, los resultados obtenidos por Sánchez y Sánchez (2001), reportan que las densidades de siembra no influyen significativamente en el diámetro del tallo.

Por otra parte, para el factor niveles de Urea 46 % coinciden con los reportados por Monterrey (1997), quien afirma que no existen diferencias significativas al aplicar diferentes dosis de Urea 46 %, no obstante la planta responde mejor, cuando se aplica 129 kg ha⁻¹ de Urea, obteniendo así un mayor diámetro, por otra parte Rodríguez y Orozco (2002), encuentran diferencias significativas al aumentar las dosis de Urea 46 %.

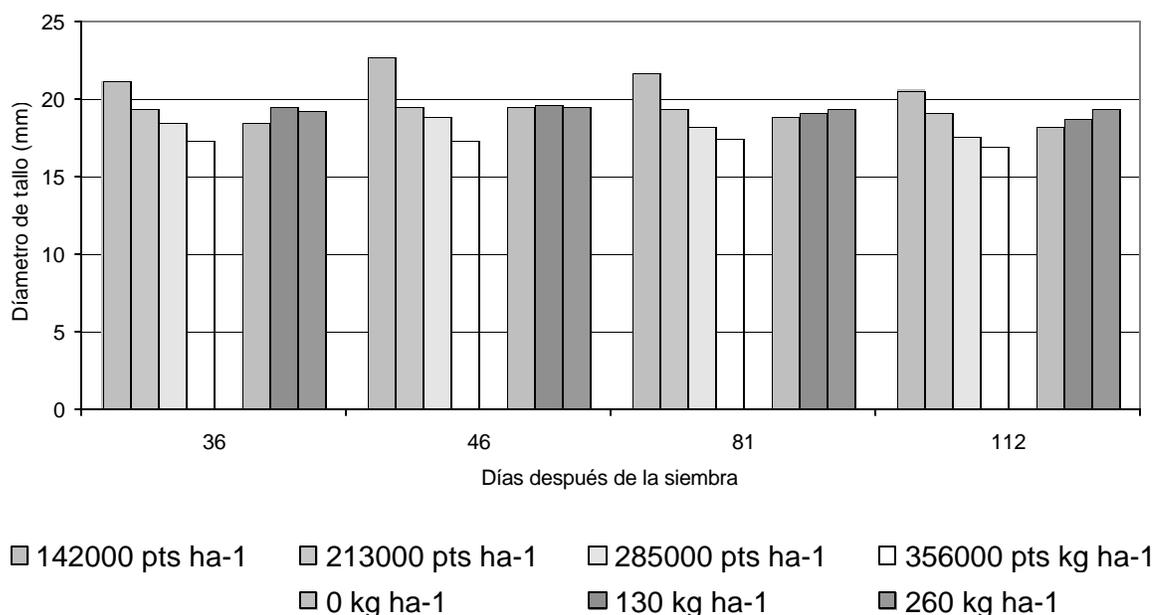


Figura 2 Efecto de los tratamientos evaluados, sobre El Diámetro del tallo (mm), en diferentes momentos de evaluación a los 36, 46, 81 y 112 días después de la siembra. CNIA. Postrera 2003.

3.1.2 Altura de planta (cm)

La altura de planta se define como la elongación del tallo al acumular en su interior los nutrientes producidos durante la fotosíntesis, y esta tiene mucha importancia cuando se relaciona con el acame, quiebre de la planta y recolección mecanizada, etc. (Cuadra, 1988). La altura de planta esta determinada por la cantidad y longitud de entrenudos que lo componen excepto el terminal en el que esta la panoja (Freman, 1975).

En estudios recientes se han identificado cuatro genes recesivos para el tamaño de entrenudos cortos. Estos cuatros genes se han designado como dw_1 , dw_2 , dw_3 , dw_4 . El efecto recesivo para enanismo es reducir la longitud de los entrenudos (Poelhman, 1987).

Resultados encontrados por Sánchez y Sánchez (2001), concluyen que existe la tendencia de aumentar la altura de planta conforme se disminuye la densidad de siembra.

Álvarez (1991), en estudio similar reporta que la densidad de siembra y los niveles de nitrógeno no ejercen efectos significativos sobre la variable de altura de planta.

Los resultados obtenidos para las densidades de siembra evaluadas, determinan que existen diferencias significativas 36 días después de la siembra, presentándose la tendencia a aumentar la altura de planta conforme se aumentan las densidades de siembra, caso contrario ocurre a bs 46 dds donde no se encontró diferencias significativas, no obstante se mantiene la tendencia que al aumentar la densidad se obtiene mayor altura, no así al disminuir las densidades se encontró que la mayor altura se obtiene con 356,000 plantas ha^{-1} con 62.01 cm, esto se debe posiblemente a la competencia entre plantas por el factor luz, provocando el alargamiento de los entrenudos que como consecuencia la planta adquiere una mayor altura. Por otro lado en la evaluación realizada a los 81 dds, no se encontró diferencias significativas entre los tratamientos.

Para los niveles de Urea, el ANDEVA (Anexo 5), determina que no existen efectos significativos sobre dicha variable.

Los resultados obtenidos en el ensayo concuerdan con los encontrados por Sánchez y Sánchez (2001), quienes reportan la mayor altura con densidades bajas. Por otra parte para los resultados encontrados sobre los niveles de Urea 46 %, coinciden con los encontrados por Rosales (1972) y Monterrey (1997), este plantea que no existen diferencias estadísticas de los niveles de Urea 46 % sobre la altura, sin embargo hay diferencias numéricas al aumentar las dosis de nitrógeno.

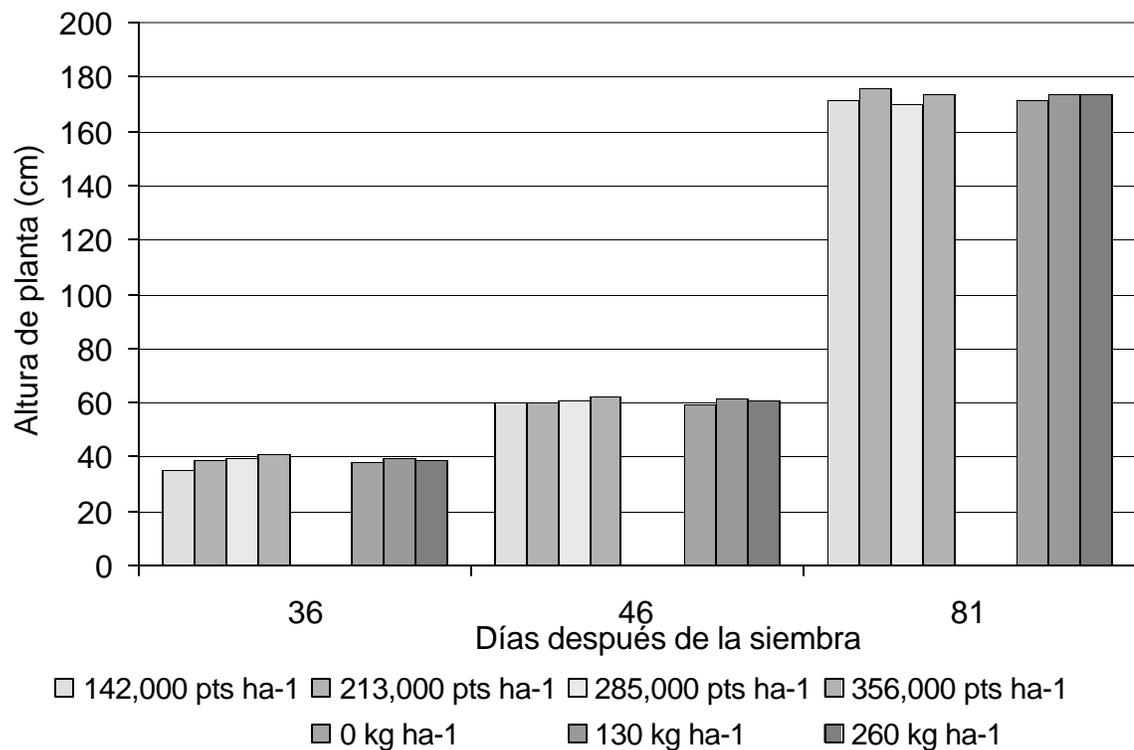


Figura 3: Efecto de los tratamientos evaluados sobre: La Altura de planta (cm), en diferentes momentos de evaluación 36, 46 y 81 dds. CNIA. Managua, Nicaragua. Postrera 2003.

3.1.3 Número de hojas

Los principales órganos para la realización de la fotosíntesis en la planta son las hojas, y la concentración de nutrientes en las mismas influyen en el crecimiento y rendimiento del cultivo (Barahona y Gago, 1996). El número de hojas varía de 7 a 24 según la variedad y longitud del período de crecimiento. La última hoja producida es la hoja bandera y su vaina protege la inflorescencia que está emergiendo (Compton, 1990).

Blanco (1992), citado por Alvarado y Centeno (1994), señala que el número de hojas es una variable muy importante ya que de ella depende la actividad fotosintética.

Goldsworthi y Fischer (1984), citados por Rodríguez y Orozco (2002), plantean que las hojas de las plantas son afectadas por los contenidos de los nutrientes en el suelo, siendo el elemento nitrógeno el que más las afecta.

Los resultados indican (Anexo 5), que se encontró diferencias estadísticas únicamente a los 36 dds para el factor densidad poblacional, obteniendo el mayor número de hojas con la

densidad 142,000 plantas ha^{-1} con valores promedios de 8.03 hojas planta $^{-1}$, y los menores valores con la densidad 356,000 plantas ha^{-1} con 6.76 h hojas planta $^{-1}$ respectivamente, esto se debe posiblemente al crecimiento del cultivo. Por otro parte, se puede observar que a los 46 y 81 dds, no existen efectos significativos entre los tratamientos, esto es posiblemente dado que las plantas pueden encontrarse afectadas por otros factores. Sin embargo, se puede notar que cuando se disminuyen las densidades de siembra se aumenta el número de hojas, obteniendo así los mayores valores promedios con la densidad de 142,000 plantas ha^{-1} con 8.38 y 7.8 hojas planta $^{-1}$, a los 46 y 56 dds, y los menores valores lo alcanzo la densidad 356,000 plantas ha^{-1} con valores de 6.46 y 7.16 hojas planta $^{-1}$ para ambas evaluaciones.

Para el factor niveles de Urea, no se encontró diferencias estadísticas para la variable evaluada a los 36 y 46 dds, pero se puede observar que la planta respondió mejor cuando se aplicó 130 kg ha^{-1} de Urea, lo cual, posiblemente se deba a una absorción paulatina de la planta; por otra parte a los 46 dds se comportó mejor al aplicar 260 kg ha^{-1} de Urea, dado que la planta va acelerando el proceso de crecimiento, demandando así mayores cantidades de nitrógeno para aumentar el número de hojas. No obstante, se observa (Figura 4), que a los 81 dds existen diferencias significativas entre los tratamientos, tal hecho se puede deber, a que la planta ha iniciado el desarrollo, demandando mayores cantidades de nitrógeno para la formación de células y componentes de los sistemas de energía de la planta. La tendencia de que al aumentar dosis de Urea, se obtiene mayor número de hojas por planta, se mantiene mostrando así, que con dosis de 260 kg ha^{-1} de Urea se obtienen 7.63 hojas planta $^{-1}$, no así con 130 kg ha^{-1} de Urea se obtiene el menor valor con 7.28 hojas planta $^{-1}$.

Padilla y Centeno (2000), muestran resultados, donde al aumentar las densidades de siembra, se afecta significativamente el número de hojas planta $^{-1}$, lo cual no concuerda con los resultados encontrados en el presente ensayo. Los resultados encontrados para el factor dosis de Urea 46 %, concuerdan con los encontrados por Rodríguez y Orozco (2002), no así con los obtenidos por Monterrey (1997), quien plantea que dosis de Urea 46 % no ejercen efectos significativos en el número de hojas planta $^{-1}$.

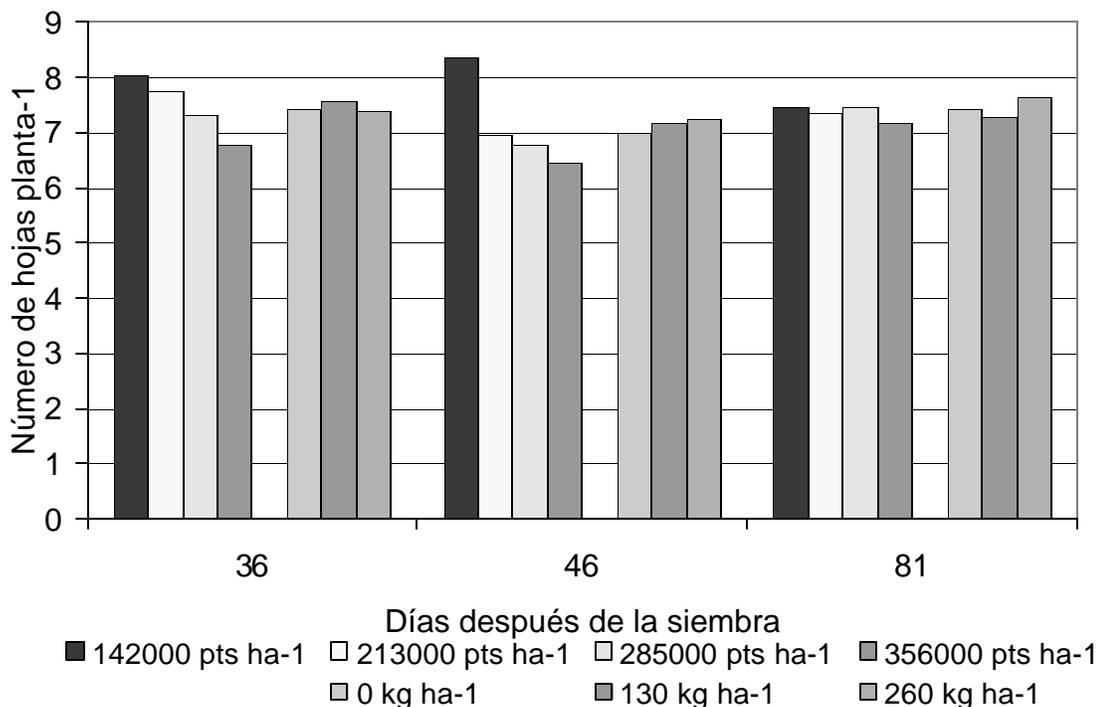


Figura 4: Efecto de los tratamientos evaluados, sobre el Número de hojas planta⁻¹, en diferentes momentos de evaluación 36, 46 y 81 dds. CNIA. Managua, Nicaragua. Postrera 2003.

3.1.4 Área foliar (m²)

González (1990), citado por Rosas (1999), plantea que el área foliar es uno de los parámetros mas importantes en la evaluación del crecimiento de las plantas, de ahí que la determinación adecuada del mismo sea fundamental para la correcta interpretación de los procesos de un cultivo.

Jones (1985), citado por Benavides y Sediles (1990), indican que el potencial fotosintético, índice del área foliar y contenido de clorofila, en maíz se ve más afectado por la densidad de siembra, que por una aplicación de fertilizante.

El ANDEVA para esta variable, presentó diferencias altamente significativas para el factor densidad poblacional, obteniendo mayor área foliar con la densidad 142,000 plantas ha⁻¹ con valores promedio de 0.0412 m² y la menor con la densidad 285,000 plantas ha⁻¹ con 0.0345 m². Es importante destacar que los resultados demuestran que al haber menor densidad, las plantas tendrán condiciones óptimas para una buena área foliar y por tanto

una mayor captación de luz, lo que provocará una mayor absorción de agua, la que llevará a una mayor expansión de las células de la hoja.

Para el factor niveles de Urea, el ANDEVA mostró diferencias altamente significativas para los tratamientos evaluados, encontrándose que la mayor área foliar se obtiene con el nivel 260 kg ha⁻¹ de Urea con valores promedio de 0.0385 m² y con el nivel 0 kg ha⁻¹ de Urea, se presentaron los valores menores con 0.0347 m². Es importante destacar que con las aplicaciones 260 y 130 kg ha⁻¹ no se presentó diferencias estadísticas, lo que indica que esta variable se comporta mejor al adicionar nitrógeno.

La importancia de esta variable, es que al haber una mayor área foliar, la planta captará mejor la energía solar y como consecuencia habrá un mayor efecto en la fotosíntesis. Se comprobó que existe una correlación entre el área foliar y el rendimiento de grano del sorgo ($r = 0.462$, $Pr = 0.001$), lo cual indica que al aumentar el área foliar, el rendimiento se verá afectado positivamente.

3.1.5 Días a floración

Después de la etapa de bota el pedúnculo crece rápidamente y la panoja emerge de la vaina de la hoja bandera. La polinización ocurre en la panoja de arriba hacia abajo, se mide cuando el 50 % de las plantas han alcanzado la antesis (Somarriba, 1997). Al alcanzar el 50 % de la floración, aproximadamente una mitad de la materia seca total se ha producido y la absorción de nutrientes ha alcanzado casi 70, 60 y 80 % de las cantidades totales de N, P y K, respectivamente (Compton, 1990). El proceso total de la floración puede durar de 6 a 15 días dependiendo del tamaño y variedad de panoja (Millar, 1980).

La floración de sorgo se presentó a los 70 días después de la siembra en promedio. En esta variable no se presentó diferencias significativas para las densidades y los niveles de Urea. Esto es debido a que en el ensayo se experimentó una sola variedad la cual muestra uniformidad en esta etapa del cultivo (Tabla 4).

Resultados encontrados por Sánchez y Sánchez (2001) y Cuadra (2000), coinciden con los encontrados en el presente ensayo para el factor densidad poblacional, quienes plantean que las densidades de siembra no influyen significativamente en dicha variable.

Tabla 4: Efecto de las densidades de siembra y los niveles de Urea 46 % N sobre: el área foliar y días a floración. CNIA. Managua, Nicaragua. Postrera 2003

Factores	Área foliar m ²	Días a floracion
Densidades de siembra (plantas ha ⁻¹)		
142,000	0.0414 a	70.83
213,000	0.0366 b	70.67
285,000	0.0345 b	70.00
356,000	0.0354 b	69.33
DMS	0.0038	3.27
Niveles de Urea 46 %N (kg ha ⁻¹)		
0	0.0347 b	70.63
130	0.0378 a	70.13
260	0.0385 a	69.88
DMS	0.0019	1.34
ANDEVA		
BLOQUE	NS	NS
R ²	0.84	0.7
Densidades	**	NS
Niveles de urea	**	NS
C.V (%)	5.97	2.16

NS No significativo

**altamente significativo

Promedios con igual letra no difieren estadísticamente (Tukey $\alpha= 0.05$)

3.1.6 Longitud de ejerción de panoja (cm)

La ejerción es una prolongación del eje vegetativo llamado pedúnculo que esta entre la panoja y el tallo. La ejerción se inicia a partir de la hoja bandera y termina en la primera ramilla de la panoja. La excesiva longitud de ejerción de la panoja posibilita el quiebre del pedúnculo y por lo tanto la pérdida del grano (Álvarez, 1990). Una buena ejerción permite que los granos queden fuera de la vaina de la hoja bandera y entonces se reduce los daños por plagas y enfermedades en la parte inferior de la panícula.

La longitud del pedúnculo o ejerción, está controlada genéticamente; pero los factores ambientales como la deficiencia de agua, pueden ejercer efectos pronunciados (Compton, 1990). Así mismo, es considerada de mucha importancia en la recolección mecanizada, si se tienen variedades con poca ejerción, al cosecharse ocasiona una mayor cantidad de materia extraña (inerte), ocasionando baja en calidad del grano (Somarriba, 1997).

Los resultados obtenidos para las densidades de siembra, mostraron que existen efectos significativos sobre dicha variable, obteniendo la mayor ejerción con la densidad 356,000 plantas ha⁻¹, con valores promedios de 7.46 cm. La menor ejerción la presentó la densidad 142,000 plantas ha⁻¹ con 5.78 cm. Se puede observar que al aumentar las densidades, la ejerción es mayor, esto puede ser debido a que las plantas se encuentran en competencia, provocando que el pedúnculo se elongue cuando existen densidades de siembra arriba de las óptimas.

Estos resultados coinciden con los encontrados por Montenegro (2000) y Sánchez y Sánchez (2001), quienes reportaron que las densidades de siembra ejercen efecto significativo sobre la ejerción de panoja. La no significancia para esta variable la reporta Cuadra (2000).

El análisis estadístico (Tabla 5) realizado para el factor niveles de Urea, mostró que existen diferencias entre los tratamientos, encontrando a los niveles 130 kg ha⁻¹ y 260 kg ha⁻¹ estadísticamente iguales, no así con el nivel 0 kg ha⁻¹ quien mostró la ejerción mas alta con 7.63 cm, esto se debe posiblemente a que la planta no necesitaba mayores dosis de nitrógeno, ya que lo aportado por el suelo era suficiente para expresar su potencial genético, en cuanto a la ejerción de la panoja.

3.1.7 Longitud de panoja (cm)

La panoja es una continuación del eje vegetativo, esta puede ser compacta o suelta según la distancia entre ramillas, posición o densidad de las flores por ramas. La longitud de panoja es un componente fundamental del rendimiento de grano y la misma es inversamente proporcional a su diámetro (Miller, 1980). Así mismo, es una variable que esta ligada tanto a los factores genéticos como ambientales (Monterrey, 1997).

El ANDEVA (Tabla 5) para esta variable, no presentó diferencias estadísticas para el factor densidad poblacional, esto se debe probablemente a que las densidades se encontraron en condiciones ambientales iguales, dado que se utilizó una misma variedad en el estudio, comportándose de igual manera en todos los tratamientos. Sin embargo, al analizar el comportamiento numérico de las medias se pueden observar pequeñas diferencias entre las densidades de siembra, encontrando que la densidad 142,000 plantas ha⁻¹ obtiene mayor longitud de panoja con valores promedios de 26.41 cm, y la densidad 285,000 plantas ha⁻¹ con 24.63 cm siendo el valor inferior alcanzado.

Para el factor niveles de Urea 46 %, el ANDEVA, mostró diferencias estadísticas entre tratamientos, encontrando a los niveles 130 y 260 kg ha⁻¹ estadísticamente iguales, con valores de 26.06 cm y 26.21 cm respectivamente, no así para el nivel 0 kg ha⁻¹ de Urea, que mostró la menor longitud con 24.89 cm. Se puede observar que dosis adicionales de nitrógeno, aumentan la longitud de panoja, esto probablemente se debe a que el nitrógeno es un elemento esencial para la división y expansión de células y como consecuencia se presenta aumento en la longitud de panoja.

Resultados encontrados por Cuadra (2000), Montenegro (2000) y Padilla y Pereira (2000), coinciden con los encontrados en el presente ensayo, donde las densidades de siembra no ejercen efecto significativo en la longitud de panoja.

Para los niveles de Urea, se han reportado que existen diferencias significativas para dicha variable, por Rodríguez y Orozco (2002). Por otra parte Monterrey (1997), reporta la no significancia para dicha variable.

3.1.8 Diámetro de panoja (cm)

El diámetro de panoja, es una característica varietal y depende del tipo de panoja que esta presenta. Esta variable puede estar afectada por factores ambientales como la humedad, temperatura etc. y factores agronómicos tales como densidad de siembra entre otros. Así mismo Cuadra (2002), reporta, que el diámetro de panoja se ve afectado cuando se aumenta las densidades de siembra.

El análisis estadístico realizado a esta variable (Tabla 5), muestra que existen efectos significativos de las densidades de siembra en el diámetro de panoja, encontrándose que el mayor diámetro se obtiene con la densidad 142,000 plantas ha⁻¹ con valores promedios de 6.42 cm y el menor con la densidad 285,000 plantas ha⁻¹ con 5.87 cm.

Para el factor niveles de Urea, se encontró diferencias significativas entre los tratamientos, obteniendo un mayor diámetro cuando se aplicó 260 kg ha⁻¹ de Urea 46 % con 6.54 cm y el menor diámetro se obtuvo cuando se aplicó 0 kg ha⁻¹ de Urea 46 % con 6.17 cm. Lo cual refleja la importancia del nitrógeno en la formación y expansión de células.

Se puede observar (Tabla 5) que al aumentar la dosis de nitrógeno, se aumenta el diámetro de panoja y por ende el rendimiento.

Tabla 5: Efecto de los tratamientos evaluados, sobre días a floración, ejerción de panoja, longitud de panoja y diámetro de panoja. CNIA. Managua, Nicaragua. Postrera 2003.

Factores	Excercion de panoja (cm)	Longitud de panoja (cm)	Diametro de panoja (cm)
Densidad de siembra (plantas ha ⁻¹)			
142,000	5.78 b	26.41	6.82 a
213,000	6.63 ab	25.99	6.42 ab
285,000	7.04 a	24.63	5.87 b
356,000	7.46 a	25.99	6.24 ab
DMS	1.22	1.88	0.7
Niveles de Urea kg ha ⁻¹			
0	7.37 a	24.89 b	6.17 b
130	6.5 b	26.06 a	6.34 ab
260	6.3 b	26.21 a	6.54 a
DMS	0.73	0.91	0.35
ANDEVA			
Bloque	NS	NS	NS
R ²	0.74	0.70	0.77
Densidades	**	NS	**
Niveles	*	**	*
C.V (%)	12.37	4.01	6.32

*significativo

**altamente significativo

NS no significativo

Promedios con igual letra no difieren estadísticamente (Tukey $\alpha= 0.05$)

3.2 Variables de componentes del rendimiento

3.2.1 Peso de 1000 granos (g)

El grano de sorgo es una cariósida mas o menos esférica, y algo achatados en uno de los lados (Somarriba, 1997). Después de la polinización el peso del grano aumenta enormemente a veces a un ritmo más amplio que la acumulación de materia seca. Esto se traduce en menor peso de tallo ya que los materiales nutritivos almacenados pasan de este a la semilla en desarrollo (Miller, 1980). La variable peso de grano es poco influenciada por el medio ambiente y esta ligada a caracteres estrictamente de cada variedad. Esta variedad demuestra la capacidad de trasladar los nutrientes acumulados por la planta en su desarrollo vegetativa al grano en la etapa productiva (Zapata y Orozco, 1991).

Cuadra (2000), presentó resultados que indican que el factor densidad de siembra no influye significativamente en el peso de 1000 granos, sin embargo afirma que al incrementar las densidades, se encontrará que el peso de los granos se disminuye. Miller (1975), afirma que el nitrógeno es un elemento constituyente de cualquier célula viva y abundante especialmente en hojas y semilla. El nitrógeno produce efectos favorables en la planta; así por ejemplo: en los cereales aumenta la corpulencia de los granos y su porcentaje en semilla (Buckman y Brady, 1985 citados por Monterrey, 1997).

Los resultados encontrados para esta variable (Tabla 6), demuestran que no existen diferencias estadísticas entre las densidades evaluadas,. Esto evidencia los resultados encontrados por Álvarez (1991), Padilla y Pereira (2000) y Sánchez y Sánchez (2001), quienes concuerdan que el factor densidad poblacional no presenta efectos significativos sobre el peso del grano, pero este se incrementa al disminuir las densidades y viceversa.

El ANDEVA realizado para el factor niveles de Urea 46 %, demostró que no existen efectos significativos para los diferentes niveles de Urea evaluados, los resultados encontrados revelan que la disponibilidad de nitrógeno que el suelo presentó eran suficientes para que la planta expresara su potencial genético en cuanto al peso del grano, ya que se puede observar que el máximo valor se obtiene con el nivel de 260 kg ha⁻¹ con 22.7 g y el menor valor con 130 kg ha⁻¹ con 22.0 g.

Estos resultados coinciden con los encontrados por Álvarez (1991), Monterrey (1997) y Rodríguez y Orozco (2002), quienes plantean que los niveles de nitrógeno no ejercen efectos significativos sobre el peso de 1000 granos.

3.2.2 Peso de panoja (g)

La inflorescencia de la planta de sorgo es una panícula y se le denomina "cabeza" o "espiga" o "bellota". La panícula varía de forma; puede ser corta y compacta o suelta y abierta (Somarriba, 1997).

El ANDEVA (Tabla 6) realizado para el factor densidades de siembra, mostró efectos altamente significativos entre los tratamientos evaluados, diferenciándolos en dos categorías, donde la densidad 142,000 plantas ha⁻¹ alcanzó el mayor peso promedio de panojas con 44.67 g, las densidades 213,000, 285,000 y 356,000 plantas ha⁻¹, no presentaron diferencias entre ellas, siendo estadísticamente iguales, sin embargo el menor

promedio lo obtuvo la densidad 356,000 plantas ha^{-1} con 30.88 g. Es importante observar, que a medida que se aumento las densidades, el peso de panoja fue menor.

Para el factor de los niveles de Urea, el ANDEVA realizado, no presentó efectos significativos, pero se puede observar que existen diferencias numéricas entre los tratamientos, encontrándose el mayor peso de panoja cuando se aplicó 260 kg ha^{-1} de Urea con valores promedios de 38.24 g y el menor valor con el nivel 0 kg ha^{-1} con 34.73 g.

Sánchez y Sánchez (2001), reportaron la significancia estadística para esta variable, en cuanto a la densidad poblacional, coincidiendo con los encontrados en el presente trabajo, no así los resultados encontrados por Cuadra (2000), quien reporta la no significancia para dicha variable en estudio sobre las diferentes densidades de siembra evaluadas. Para el factor niveles de Urea, Monterrey (1997), reporta no significancia para dicha variable, lo cual no coinciden con los resultados del presente trabajo.

Esta variable presentó una correlación positiva ($r = 0.33$, $Pr = 0.021$) con el peso de 1000 granos, lo que demuestra que estas dos variables son dependientes, como consecuencia de un aumento en el peso de grano la panoja incrementará su peso.

3.2.3 Rendimiento de grano (kg ha^{-1})

El rendimiento de cualquier cultivo es resultado de una serie de factores que en su mayoría pueden modificarse en forma artificial, dos de estos son, el nivel nutricional del suelo y la competencia ente plantas individuales una vez que estas emergen (Tapia, 1980).

El rendimiento de grano es el producto del número de granos por unidad de área de terreno y el peso de grano (Compton, 1990).

El rendimiento en grano deja de aumentar a partir de una determinada densidad poblacional, a ésta corresponde un valor óptimo, los cereales tienden naturalmente hacia una densidad de población adaptada a la fertilidad del medio (Demolon, 1975).

El ANDEVA (Tabla 6) realizado a las densidades, mostraron diferencias estadísticas entre tratamientos, encontrando a las densidades 142,000 plantas ha^{-1} y 2300 plantas ha^{-1} estadísticamente iguales, con 5800.4 kg ha^{-1} y 5730.9 kg ha^{-1} respectivamente. La densidad 285,000 plantas ha^{-1} con 5411 kg ha^{-1} , sin diferencia con la densidad 356,000 plantas ha^{-1} que presentó el menor valor con 5083.7 kg ha^{-1} . Estos resultados muestran que a mayores densidades de siembra los rendimientos serán menores, esto posiblemente se deban a la

competencia entre plantas, donde menores densidades aprovechan mejor los nutrientes, el agua y luz que al final se reflejan en mayores rendimientos.

Para el factor niveles de Urea, el análisis estadístico no presentó diferencias entre tratamientos, sin embargo se observó que existieron diferencias numéricas entre tratamientos, obteniendo el mayor valor $5636.2 \text{ kg ha}^{-1}$ al aplicar 260 kg ha^{-1} de Urea y el menor valor con $5414.1 \text{ kg ha}^{-1}$ cuando se aplicó 0 kg ha^{-1} de Urea.

En cuanto a la interacción de los factores densidad poblacional y niveles de Urea, el análisis estadístico no presentó diferencias estadísticas entre tratamientos, sin embargo se puede observar (Tabla 7), lo que es posiblemente se deba a que en el área de estudio se fertiliza constantemente y pueda existir nitrógeno residual, provocando la no significancia en el análisis. Sin embargo existen diferencias numéricas entre tratamientos, obteniendo el mayor rendimiento en la interacción $142,000 \text{ plantas ha}^{-1} \times 260 \text{ kg ha}^{-1}$ Urea con valor promedio de $6040.88 \text{ kg ha}^{-1}$ y el menor rendimiento lo obtuvo la interacción $356,000 \text{ plantas ha}^{-1} \times 0 \text{ kg ha}^{-1}$ Urea con $4949.93 \text{ kg ha}^{-1}$.

Para el factor densidad poblacional, Padilla y Pereira (2000) y Cuadra (2000), sus resultados demuestran que existen efectos significativos de las densidades de siembra sobre el rendimiento del sorgo, encontrando que mayores densidades disminuyen el rendimiento de grano del sorgo. Sin embargo, Álvarez (1991), no encontró diferencias estadísticas en densidades evaluadas, pero afirma que altas densidades afectan el rendimiento.

Rodríguez y Orozco (2002), encontraron diferencias estadísticas en distintos niveles de Urea evaluados, sin embargo Álvarez (1991), no encontró diferencias estadísticas en distintos niveles evaluados, coincidiendo con los encontrados en el presente trabajo.

Álvarez (1991), evaluó 4 densidades y 4 niveles de Urea en sorgo variedad pinolero 1 y no encontró diferencias estadísticas en la interacción de los tratamientos, coincidiendo con los resultados que se encontró en este estudio.

Es importante señalar que existe una correlación positiva, ($r = 0.7$, $P_b = 0.000$) entre la variable peso de panoja y rendimiento de grano, lo que podría explicar que son dos variables dependientes, que al incrementarse una de ellas, se incrementa la otra.

Tabla 6: Efecto de las densidades² de siembra y los niveles de Urea 46 % N sobre: Peso de 1000 granos (g), Peso de panoja (g) y Rendimiento de grano (kg ha⁻¹). CNIA. Managua, Nicaragua. Postrera 2003

Factores	Peso de 1000 granos (g)	Peso de panoja (g)	Rendimiento de grano kg ha ⁻¹
Densidad de siembra (Plantas ha ⁻¹)			
142,000	23.4	44.67 a	5800.4 a
213,000	22.0	35.67 b	5730.9 a
285,000	22.5	33.41 b	5411.1 ab
356,000	21.9	30.88 b	5083.7 b
DMS	2.226	6.77	565.01
Niveles de Urea (kg ha ⁻¹)			
0	22.26	34.73	5414.1
130	22.0	35.5	5534.0
260	23.27	38.24	5636.2
DMS	1.17	4.07	484.54
ANDEVA			
Bloque	NS	NS	NS
R ²	0.68	0.78	0.6
Densidades	NS	**	*
Niveles de urea	NS	NS	NS
ANDEVA			
C.V %	6.6	12.73	9.24

*significativo

**altamente significativo

NS no significativo

Promedios con igual letra no difieren estadísticamente (Tukey $\alpha= 0.05$)

Tabla 7: Efecto de la interacción de las densidades de siembra y los niveles de Urea 46 % de nitrógeno sobre el rendimiento de grano. CNIA, Managua. Postrera 2003

Tratamiento		Rendimiento de grano kg ha ⁻¹
Densidad Plantas ha ⁻¹	Niveles de urea kg ha ⁻¹	
142,000	0	5642.15
142,000	130	5718.28
142,000	260	6040.88
213,000	0	5716.08
213,000	130	5924.50
213,000	260	5600.48
285,000	0	5326.20
285,000	130	5219.65
285,000	260	5751.33
356,000	0	4949.93
356,000	160	5316.77
356,000	260	5028.97
DMS		1454.32
ANDEVA		
Bloque		NS
R ²		0.60
Interaccion (A*B)		NS
C.V %		9.24

NS no significativo

Promedios con igual letra no difieren estadísticamente (Tukey $\alpha= 0.05$)

3.2.4 Rendimiento de materia seca (kg ha⁻¹)

El forraje del sorgo se utiliza como alimento para ganado en época seca, siendo así la materia seca producida un factor importante para la alimentación del ganado en tiempo de escasez (MAG, 1991). Los rendimientos de forraje fresco de sorgo pueden alcanzar de 50 a 60 ton ha⁻¹, se puede mejorar la calidad de forraje mediante varias prácticas agronómicas tales como la aplicación de fertilizante, riego y otras (Compton, 1990).

El ANDEVA realizado para el factor densidad de siembra, mostró que no existen diferencias significativas, sin embargo se puede observar (Tabla 8), que existen diferencias numéricas entre tratamiento, obteniendo el mayor rendimiento las densidades 213,000 y 285,000 plantas ha⁻¹ con 9878 y 9741 kg ha⁻¹ respectivamente, el menor rendimiento lo presentó la densidad 142,000 plantas ha⁻¹ con 8641 kg ha⁻¹. Estos resultados indican que a medida que aumentamos las densidades de siembra se reduce la materia seca, dado que la planta gasta más energía en el crecimiento de la planta y la captación de energía solar por las hojas es menor, lo cual reduce el almacenamiento de materia seca, sin embargo se puede

observar que la densidad 142,000 plantas ha⁻¹, obtuvo el menor rendimiento de materia seca, dado que bajo estas condiciones la planta destina la materia seca al llenado de grano (Tabla 8). Cuadra (2000), encontró no significancia para el factor densidad de siembra, lo cual coincide con los resultados encontrados en el presente trabajo.

Para el factor niveles de Urea, el ANDEVA demostró que no existen diferencias significativas entre los tratamientos, sin embargo se observa que existen diferencias numéricas obteniendo el mayor rendimiento de materia seca con 130 kg ha⁻¹ de Urea con 9698.9 kg ha⁻¹. El menor rendimiento se obtuvo con 0 kg ha⁻¹ de Urea con 8842.0 kg ha⁻¹.

Tabla 8: Efecto de las densidades de siembra y los niveles de Urea 46 % N sobre: Rendimiento de materia seca (kg ha⁻¹). CNIA. Managua, Nicaragua. Postrera 2003

Factor	Rendimiento de materia seca kg ha ⁻¹
Densidad de siembra Plantas ha ⁻¹	
142,000	8641.0
213,000	9878.0
285,000	9741.0
356,000	8735.0
DMS	4003.1
Factor niveles de Urea kg ha ⁻¹	
0	8842.0
130	9698.9
260	9205.7
DMS	2360.0
ANDEVA	
Bloque	NS
R ²	0.47
Densidades	NS
Niveles de urea	NS
C.V %	28.9

NS no significativo

Promedios con igual letra no difieren estadísticamente (Tukey $\alpha= 0.05$)

3.2.4 Plantas cosechadas (plantas ha⁻¹)

El establecimiento del cultivo, es uno de los elementos mas importante para la obtención de elevados rendimientos, si partimos que este crea las condiciones para la obtenciones ideales, debiendo tomarse en cuenta la utilización de un método adecuado de siembra, dosis de siembra óptimas, entre otros (Somarriba, 1997).

El ANDEVA (Tabla 9) para el factor densidad de siembra, demostró que existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos, obteniendo el mayor número de plantas cosechadas con la densidad 356,000 plantas ha⁻¹ con 239,889 plantas cosechadas y el menor con la densidad 142,000 plantas ha⁻¹ con 131,500 plantas.

Estos resultados, indican que a medida que se aumentan las densidades de siembra habrá un mayor número de plantas perdidas, esto debido a la competencia ínter especifica de las plantas, no así con las densidades menores, donde la competencia es menor, favoreciendo un mejor desarrollo de las plantas.

En cuanto al factor niveles de nitrógeno, el ANDEVA no presentó diferencias estadísticas entre los tratamientos, sin embargo se puede observar que con 0 kg ha⁻¹ de urea, se obtuvo el mayor número de plantas cosechadas con 200,000 y el menor número se obtuvo con 260 kg ha⁻¹ de urea con 188,438 plantas.

3.3.5 Plantas acamadas (%)

El porcentaje de plantas acamadas en una parcela puede ser un factor determinante en el rendimiento de un cultivo, ya que si está por encima del 25 % de la población óptima este influirá en el rendimiento (Somarriba, 1997).

El ANDEVA para el factor densidad poblacional (Tabla 9), demuestra que no existen diferencias significativas entre los tratamientos evaluados, donde el mayor porcentaje de plantas acamadas, lo obtuvo la densidad 285,000 plantas ha⁻¹ con 1.2 %, y el menor lo obtuvo la densidad 142,000 plantas ha⁻¹ con 1.05 %. Esto indica que a mayor densidad, las plantas no poseen un buen vigor, es decir un buen anclaje de las raíces al suelo, provocando el acame de tallo, que fue el que se presentó en su totalidad.

Para el factor niveles de urea, el ANDEVA realizado, no presentó diferencias estadísticas, no obstante se pueden observar diferencias numéricas entre los tratamientos, presentando el mayor porcentaje de plantas acamadas el nivel de 260 kg ha⁻¹ de urea con 1.21 %, y el

menor se obtuvo con 0 kg ha⁻¹ de urea con 1.03 %. Es importante señalar que el principal tipo de acame que se presentó fue el de tallo, esto pudo ser causado por los fuertes vientos que caracterizaron el mes de diciembre.

Tabla 9: Efecto de las densidades de siembra y los niveles de Urea 46 % N sobre: Plantas cosechadas/ha y plantas acamadas. CNIA. Managua, Nicaragua. Postrera. 2003.

Factor	Plantas/cosechadas (plantas ha ⁻¹)	Plantas acamadas %
Densidades de siembra Plantas ha ⁻¹		
142,000	131,500 c	1.05
213,000	184,833 b	1.17
285,000	214,778 a	1.2
356,000	239,889 a	1.1
DMS	26,868	0.62
Niveles de urea 46 % Kg ha ⁻¹		
0	200,000	1.03
130	189,792	1.17
260	188,458	1.21
DMS	15816	NS
ANDEVA		
BLOQUE	NS	0.4
R ²	0.92	0.62
Densidades	**	NS
Niveles de urea	NS	NS
CV %	9.29	39.88

NS no significativo

**altamente significativo

Promedios con igual letra no difieren estadísticamente (Tukey $\alpha= 0.05$)

3.3 Análisis económico

El análisis económico de los tratamientos evaluados, es esencial pues, ayuda a los investigadores a considerar desde el punto de vista del agricultor, a decidir cual tratamiento merece mayor investigación, y cuales recomendaciones deberán proponérseles a los agricultores (CIMMYT, 1988).

3.3.1 Presupuesto parcial

Para la realización de este presupuesto, se tomaron en cuenta los precios vigentes durante el desarrollo del estudio, el precio del sorgo al momento de la cosecha fue de 104.54 córdobas por cada saco de 45.45 kg de peso.

En el Tabla 10, se presenta el presupuesto parcial de los 12 tratamientos evaluados. En la primera línea se presentan los rendimientos obtenidos en el campo de cada uno de los tratamientos, estos se ajustaron al 10 %, dado que el manejo con que se lleva en los centros experimentales es más preciso comparado con el que le proporciona el productor al cultivo.

Los costos variables (Anexo 8), de cada tratamiento varían en dependencia de cada uno de los factores en estudio.

Los resultados demuestran que lo mayores beneficios/costos se obtuvieron con el tratamiento 142,000 plantas ha^{-1} x 0 kg ha^{-1} urea y 213,000 plantas ha^{-1} x 0 kg ha^{-1} con 1.79 y 1.67 respectivamente. Esto nos indica que por cada Córdoba invertido, el productor obtendrá como beneficio neto 1.79 y 1.67 córdobas, respectivamente. El menor beneficio/costo lo obtuvo el tratamiento 356,000 plantas ha^{-1} con 0.71. Estos resultados demuestran que no siempre el máximo físico es el máximo rentable, ya que se puede observar que el tratamiento que presentó el mayor rendimiento resultó por debajo del tratamiento con el mayor beneficio/costo.

Tabla 10: Efecto de las densidades poblacionales y los niveles de urea 46 % N. Presupuesto parcial de los tratamientos. CNIA. Managua, Nicaragua. Postrera .2003 .

Componentes del presupuesto	142,000 plantas ha ⁻¹			213,000 plantas ha ⁻¹			285,000 plantas ha ⁻¹			356,000 plantas ha ⁻¹		
	0 kg ha ⁻¹	130 kg ha ⁻¹	260 kg ha ⁻¹	0 kg ha ⁻¹	130 kg ha ⁻¹	260 kg ha ⁻¹	0 kg ha ⁻¹	130 kg ha ⁻¹	260 kg ha ⁻¹	0 kg ha ⁻¹	130 kg ha ⁻¹	260 kg ha ⁻¹
Rend. Kg/ha	5642.0	5718.0	6041.0	5716.0	5926.0	5600.0	5326.0	5220.0	5761.0	4950.0	5317.0	5029
Rend. Ajustado	5078.0	5146.0	5437.0	5144.0	5333.0	5040.0	4793.0	4698.0	5185.0	4455.0	4785.0	4526.0
Costos fijos C\$	3571.2	3571.2	3571.2	3571.2	3571.2	3571.2	3571.2	3571.2	3571.2	3571.2	3571.2	3571.2
Cotos variables C\$	616.3	993.9	1371.5	864.4	1242.0	1619.6	1153.2	1508.7	1948.7	1150.0	1505.2	2496.8
Costo total C\$	4187.4	4565.0	4992.6	4435.6	4813.2	5190.8	4724.7	5079.8	5519.8	4721.2	5076.3	6067.9
Ingreso bruto C\$	11675.2	11831.5	12500.6	11826.9	12261.4	11587.9	11019.9	10801.5	11921.7	10242.8	11001.5	10406
Ingreso neto C\$	7487.4	7266.5	7558.0	7391.3	7448.3	6397.0	6295.2	5721.6	6401.8	5521.6	5925.2	4338.1
Beneficio/costo	1.79	1.59	1.53	1.67	1.55	1.23	1.33	1.13	1.16	1.17	1.17	0.71

3.3.2 Análisis de dominancia

Un análisis de dominancia se efectúa ordenando los tratamientos de menores a mayores totales de costos que varían. Se dice entonces que un tratamiento es dominado cuando tiene beneficios netos menores o iguales a los de un tratamiento de costos que varían más bajos (CIMMYT, 1988).

Los resultados encontrados en el análisis de dominancia (Tabla 11), mostró que únicamente los tratamientos 142,000 plantas ha⁻¹ x 0 kg ha⁻¹ urea y 142,000 plantas ha⁻¹ x 260 kg ha⁻¹ urea, resultaron no dominados, el resto de los tratamientos fueron dominados, lo que indica que obtuvieron beneficios netos bajos y altos costos variados. La importancia de este análisis es que los tratamientos que resultan dominados, no son elegidos por los agricultores, ya que esto implicaría mayor inversión y poco beneficio neto.

Tabla 11: Efecto de las densidades poblacionales y los niveles de urea 46 % N. análisis de dominancia de los tratamientos. CNIA. Managua, Nicaragua. Postrera 2003

Tratamientos		Costos Variables C\$	Beneficio Neto C\$	Dominancia*
Densidades (plantas ha ⁻¹)	Niveles de urea (kg ha ⁻¹)			
142,000	0	616.3	7487.7	ND
213,000	0	864.4	7391.3	D
142,000	130	993.9	7266.47	D
356,000	0	1150.0	5521.6	D
285,000	0	1153.5	6295.2	D
213,000	130	1242.0	7448.3	D
142,000	260	1371.5	7558.0	ND
356,000	130	1505.2	5925.2	D
285,000	130	1508.7	5721.6	D
213,000	260	1619.6	6397.0	D
285,000	260	1948.7	6404.82	D
356,000	260	2496.8	4337.1	D

*ND: No Dominado; D: Dominado

3.3.3 Análisis marginal

El análisis marginal es un método o procedimiento por medio del cual se calcula la tasa de retorno marginal entre los tratamientos no dominados (comenzando con el tratamiento de menor costo y procediendo paso a paso a los que le siguen en escala ascendente).

Este tipo de análisis ayuda a formular recomendaciones y seleccionar los tratamientos de ensayos posteriores (CIMMYT, 1988).

En el Tabla 12, se presentan los resultados del análisis de la tasa de retorno marginal, donde muestra el beneficio que se obtiene cuando se pasa de un tratamiento a otro. Se puede observar que se obtuvo una tasa de retorno marginal de 9.3 %, el cambio de tratamiento se recomendaría si el productor sembrara grandes áreas de sorgo, ya que los resultados lo que indica que por cada 100 córdobas que se invierten en el cambio de tratamiento, se obtiene 9.3 córdobas de ganancias adicional.

Tabla 12: Efecto de las densidades poblacionales y los niveles de urea 46 % N. análisis de retorno marginal de los tratamie ntos. CNIA. Managua, Nicaragua. Postrera 2003

Tratamiento	Costos variables C\$	Costo marginal C\$	Beneficio neto C\$	Beneficio neto marginal C\$	Tasa de retorno marginal %
142,000 plantas ha ⁻¹ x 0 kg ha ⁻¹ urea	616.3	755.17	7487.7	70.25	9.3
142,000 plantas ha ⁻¹ x 260 kg ha ⁻¹ urea	1371.46		7558.0		

IV. CONCLUSIÓN

Las variables de crecimiento de la planta; diámetro de tallo, área foliar, excerción y diámetro de panoja fueron afectadas significativamente por las densidades poblacionales, obteniendo así el mayor valor con la densidad 142,000 plantas ha⁻¹ a excepción de la variable excerción de panoja que presentó el mayor valor con la densidad 356,000 plantas ha⁻¹. Para el factor niveles de urea 46% Nitrógeno únicamente fueron afectadas significativamente las variables: número de hojas, área foliar, excerción, longitud y diámetro de panoja, presentando así el mayor valor con 260 kg ha⁻¹ de urea, a excepción de la excerción de panoja que presentó el mayor valor con 0 kg ha⁻¹ de urea.

Las variables del componente del rendimiento; peso de panoja, rendimiento y plantas cosechadas fueron afectadas significativamente por las densidades poblacionales, obteniendo el mayor valor con 142,000 plantas ha⁻¹. El factor nivel de urea no presentó efecto significativo sobre los componentes del rendimiento.

La interacción de los factores densidades poblacionales y niveles de Urea 46 %, el rendimiento de grano no presentó diferencias significativas.

El análisis económico de los tratamientos, determinó que el tratamiento 142,000 plantas/ha x 0 kg/ha de Urea 46 %, presentó la mayor relación beneficio/costo con 1.79, los tratamientos 142,000 plantas ha⁻¹ x 0 kg ha⁻¹ de Urea 46 % y 142,000 plantas ha⁻¹ x 260 kg ha⁻¹, resultaron no dominados y con una tasa de retorno marginal de 9.3 %.

V. RECOMENDACIONES

Bajo las condiciones en que se realizó el presente estudio se recomienda a los agricultores, tomar en cuenta la densidad de 142,000 plantas ha⁻¹, dado que presentaron los mayores rendimientos y los mayores beneficio/costos.

Repetir este estudio en otras localidades del país con diferentes condiciones climáticas y edáficas para comprobar resultados.

Realizar un estudio sobre el comportamiento de la variedad INTA-CNIA ante la presencia del patógeno *Cercospora sorghi*, y evaluar como afecta el rendimiento de grano.

VI. BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar, S.P y Dávila, M.L. 1993. Efecto de rotación de cultivos y control de malezas sobre la cenosis de malezas en los cultivos Maíz (*Zea mays* L.), sorgo (*Sorghum bicolor* [L]. Moench) y pepino (*Cucumis sativo* L.). Tesis de Ing. Agron. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 55 Pág.
- Alemán, F. y Tercero, I. 1991. Inventario de Información Generada en Agronomía (relaciones clima-suelo-planta-hombre) en granos básicos: arroz, maíz, sorgo y fríjol en Nicaragua. Priag. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 72 Pág.
- Allar, R. 1980. Principio de las mejoras genéticas. Ediciones Omega. Barcelona, España. 108 Pág.
- Álvarez, M. 1991. Efecto de cuatro densidades poblacional y cuatro niveles de nitrógeno en el rendimiento del sorgo. Tesis Ing. Agron. Universidad Nacional Agraria Managua. 38 Pág.
- Barahona, O.W. y Gago, H.F. 1996. Evaluación de diferentes practicas culturales en soya (*Glicine max.* L Merr) y ajonjolí (*Sesamun indicum* L) y su efecto sobre la cenosis de las malezas. Tesis Ing. Agron. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 69 Pág.
- Banco Central de Nicaragua. 2002. Informe anual 2001/2002. Managua, Nicaragua. 206 Pág
- Benavides C, Dy Siles G, R. 1990. Efecto de diferentes niveles de nitrógeno, fraccionamiento y momento de aplicación sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento de Maíz (*Zea mays* L.) y (*Sorghum bicolor* [L.] Moench). Tesis de Ing. Agron. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua.
- CIMMYT. 1988. La formulación de las recomendaciones a partir de datos agronómicos: manual metodológico de evaluación económico. México DF. 79 Pág.
- Compton, P. 1990. Agronomía del sorgo. Centa. 301 Pág.
- Cuadra Montenegro, M. 2000. Efectos de diferentes densidades de siembra y distancia entre hileras sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento en el cultivo de sorgo (*Sorghum bicolor* [L] Moench). Tesis de Ing. Agrónomo. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 44 Pág.

- Cuadra, M.R. 1988. Efecto de diferentes niveles de nitrógeno, espaciamiento y poblaciones sobre el crecimiento y desarrollo de Maíz (*Zea mays* L.) variedad NB-6. Trabajo de diploma. Instituto Superior de Ciencias Agropecuaria (ISCA). Managua, Nicaragua.
- Demolon, A. 1975. Crecimiento de los vegetales cultivados. Instituto Cubano del Libro. Vedada, La Habana, Cuba. 579 Pág.
- FAO. 2002. FAO Production Yearbook. Vol 56. Roma, Italia. Pág 92.
- Fornos , M. y Gómez. O . 2002. Producción y Tecnología de semillas. Texto Básico. Programa de Recursos Genéticos (REGEN-UNA). Managua, Nicaragua.
- INETER. 2004. Dirección General de Metodología. Resumen Meteorológico diario del 2003.Estación las Mercedes. Managua, Nicaragua.
- López, B.L. 1991. Cultivos Herbáceos. Ediciones Multi-prensa. Madrid, España. 391 Pág.
- MAG. 1971. Catastro e Investigación de recursos de Nicaragua. Volumen 1. Parte 2: Levantamiento de suelos de la región del pacifico de Nicaragua. Managua, Nicaragua. 150 Pág.
- MAG. 1991. Guía técnica para la producción de sorgo. Managua, Nicaragua. 32 Pág.
- MAG-FOR. 2002. Características varietales de sorgo: Descriptor Agronómico. Dirección semillas DGPSA/MAG-FOR. Managua, Nicaragua.
- Miller, F.R. 1980. Crecimiento y desarrollo del sorgo. Estudios FAO producción y protección vegetal. No.19. Pág. 7-19
- Miller, F.R. y Barnes, H.T. 1980. Crecimiento y desarrollo del sorgo en producción y protección vegetal. Introducción al Manejo Integrado de Plaga de sorgo. Organización de la Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación. Roma, Italia.
- Montenegro, M. 2000. Efecto de 3 densidades poblacionales y 3 distanciamientos entre hileras sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento en el cultivo de sorgo granífero. Tesis Ing. Agron. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua.
- Monterrey C, C. A. 1997. Dosis y momentos de aplicación de fertilizante nitrogenado: efecto sobre el crecimiento y rendimiento en el cultivo de sorgo granífero (*Sorghum bicolor* [L.] Moench). Tesis de Ing. Agron. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 42 Pág.

- Morales, M. 2002. Comportamiento de generaciones F5 de sorgo granífero (*Sorghum bicolor* [L] Moench) en Nicaragua. Tesis Ing. Agron. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 41 Pág
- Padilla Cerda, L.I. y Pereira Aguilar, J.A. Evaluación de arreglos de siembra sobre el crecimiento y rendimiento del cultivo de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). Tesis de Ing. Agron. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 28 Pág.
- Pedroza, H. 1993. Fundamentos de experimentación. Editora de arte. Managua, Nicaragua. 149 Pág.
- Pedroza, H. 1993. Influencia del tamaño de la parcela experimental y el número de repeticiones sobre la precisión de los experimentos en el cultivo del sorgo (*Sorghum bicolor* [L] Moench. EN: II Seminario del programa ciencias de las plantas. Instituto Superior de Ciencias Agropecuaria. Managua, Nicaragua. 301 Pág.
- Pineda, J.M. 1988. Resumen de la situación de producción de sorgo granífero en Nicaragua. 10 Pág.
- Pineda, L.L. 1990. Manejo adecuado de la densidad de siembra de sorgo. Boletín informativo. Managua, Nicaragua. 8 Pág.
- Pineda, L. 1991. Guía tecnológica: el cultivo del sorgo. CNIAGB. Managua, Nicaragua. 32 Pág.
- Pineda, L. 1999. Guía tecnológica 5, el cultivo del sorgo. DSTA. Managua, Nicaragua. 25 Pág.
- Poelhman, J. 1987. Mejoramiento de las cosechas. México, D.F. 433 Pág.
- Rodríguez, R.A. y Orozco B, Y.E. 2002. Evaluación de dosis y momento de aplicación de Urea 46 % de nitrógeno en el sistema tradicional de producción de sorgo (*Sorghum bicolor* [L.] Moench), su efecto sobre el crecimiento y rendimiento del cultivo. Tesis de Ing. Agron. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 33 Pág.
- Rosas Trinidad, H. 1999. Determinación de unidades de calor acumuladas e índices de área foliar en maíz (*Zea mays* L) de dos híbridos AN-447 y AN-388 y variedad VAN- 210. Tesis Ing. Agron. Fitotecnista. Universidad Autónoma Agraria Antonio Navarro. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 69 Pág.

- Sánchez, M.R y Sánchez, R.A. 2002. Efectos de tres densidades de siembra y tres distancias entre hilera, sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento del cultivo de sorgo (*Sorghum bicolor* [L.] Moench). Tesis de Ing. Agron. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 27 Pág.
- Somarriba, C. 1997. Texto granos básicos, Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 197 Pág.
- Zapata, M. y Orozco, H. 1991. Evaluación de diferentes métodos de control de maleza y distancia de siembra sobre la cenosis de las malezas, crecimiento y rendimiento del frijól común (*Phaseolus vulgare* L.). Tesis Ing. Agron. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 72 Pág

VII. Anexos



IV

a ₃			a ₁			a ₄			a ₂		
b ₃	b ₂	B ₁	b ₁	b ₃	b ₂	b ₁	b ₂	b ₃	b ₂	b ₁	b ₃

III

a ₄			a ₃			a ₂			a ₁		
b ₂	b ₁	B ₃	b ₃	b ₂	b ₁	b ₁	b ₃	b ₂	b ₂	b ₁	b ₃

II

a ₂			a ₄			a ₃			a ₁		
b ₁	b ₃	B ₂	b ₃	b ₂	b ₁	b ₂	b ₁	b ₃	b ₁	b ₃	b ₂

I

a ₁			a ₃			a ₂			a ₄		
b ₂	b ₃	B ₁	b ₃	b ₁	b ₂	b ₁	b ₂	b ₃	b ₃	b ₂	b ₁

Anexo 2: Costos fijos de los tratamientos evaluados en el ensayo. Efecto de cuatro densidades de siembra y tres niveles de urea 46 % de Nitrógeno. CNIA. Managua, Nicaragua. Postrera, 2003.

Concepto	Unidad de medida	Costo unitario C\$	Cantidad/ha	Total
Chapia	Servicio	213	1	213
Arado	Servicio	426.99	1	426.99
Gradeo	Servicio	227.73	2	455.45
Banqueo	Servicio	227.73	1	227.73
Fertilizante 12-30-10	Kg	3.23	130	246
Lorsban 5 %	Kg	17.34	8.5	419.9
M.O aplicar urea 46 % N		40	6	240
Siembra	D/H	40	6	240
Limpieza del campo	D/H	40	10	400
Pajareo **	D/H	40	1	800
Total				3571.15

* Tipo de cambio: C\$ 15.6 por 1 \$

** Se contrato durante 20 días

Anexo 3: Costos variables de los tratamientos evaluados en el ensayo. Efecto de cuatro densidades de siembra y tres niveles de urea 46% de Nitrógeno. CNIA. Managua, Nicaragua. Postrera 2003.

Concepto	142,000 plantas ha ⁻¹			213,000 plantas ha ⁻¹			285,000 plantas ha ⁻¹			356,000 plantas ha ⁻¹		
	0 kg ha ⁻¹ urea	130 kg ha ⁻¹ urea	260 kg ha ⁻¹ urea	0 kg ha ⁻¹ urea	130 kg ha ⁻¹ urea	260 kg ha ⁻¹ urea	0 kg ha ⁻¹ urea	130 kg ha ⁻¹ urea	260 kg ha ⁻¹ urea	0 kg ha ⁻¹ urea	130 kg ha ⁻¹ urea	260 kg ha ⁻¹ urea
¹ Semilla C\$	44	44	44	66	66	66	88	88	88	110	110	110
² Urea 46 % C\$	0	377.59	755.17	0	377.59	755.17	0	377.59	755.17	0	377.59	755.17
³ Lorsban 5 % C\$	132.29	132.29	132.29	198.44	198.44	198.44	265.52	265.52	265.52	331.64	331.64	331.64
⁴ M.O aplicar Lorsban C\$	80	80	80	80	80	80	80	120	120	160	160	160
M.O cosechar C\$	120	120	120	160	160	160	240	240	240	280	280	280
M.O aporrear y limpieza grano C\$	240	240	240	360	360	360	480	480	480	600	600	600
Total. C\$	616.29	993.88	1371.46	864.44	1242.04	1619.61	1153.52	1508.69	1948.69	1150	1505.17	2496.81

*Cambio oficial 15.6 C\$ por 1 \$

¹ Precio del kg de semilla: C\$ 11

² precio de 45.45 kg de Urea 46 %: C\$ 188.8

³ Precio del kg lorsban 5 %: C\$ 17.34

⁴ Mano de obra: 40C\$/día

Anexo 4. Cronograma de actividades. CNIA. Managua, Nicaragua. Postrera 2003

Actividades	2003						2004							
	Ju 1	Ag o	Sept	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago
Chapia	1													
Arado	2													
Grada 1	4													
Grada 2		1												
Rayado		3												
Siembra		3												
Aplic. Fertilizante 12-30-10		3												
C. de maleza		3	1-3											
Raleo			1											
Aplic. Fertilizante Urea 46%			1											
Aporque			1-3											
Riego			1-2- 3-4	1-2- 3-4	1-2-3									
C. plagas		3-4	1-4	1-4	1-2- 3-4	1-2								
C. enfermedades			1-4	1-4	1-2- 3-4	1								
Toma de datos			1-2- 3-4	1-2- 3-4	1-2- 3-4	1-2- 3-4	1-2- 3-4	1-2- 3-4						
Cosecha						2								

Nota: Los números simbolizan las semanas del mes en que se realizan las actividades

Anexo 5: Efecto de cuatro densidades de siembra y tres niveles de urea 46 % N sobre: Diámetro de tallo, Altura de plantas y número de hojas. CNIA. Managua, Nicaragua. Postrera 2003.

Factor	Diámetro de tallo (mm)				Altura de planta (cm)			Numero de hojas		
	36 dds	46 dds	81 dds	112 dds	36 dds	46 dds	81 dds	36 dds	46 dds	81 dds
densidad de siembra plantas ha ⁻¹										
142,000	21.05 a	22.6 a	21.63 a	20.53 a	35.23 b	59.82 a	171.74 a	8.03 a	8.36 a	7.81 a
213,000	19.33 b	19.38 b	19.24 b	19.01 b	39.09 ab	59.97 a	175.85 a	7.74 ab	6.97 a	7.35 a
285,000	18.43 bc	18.76 b	18.1 c	17.52 c	39.86 ab	61.01 a	170.24 a	7.31 bc	6.77 a	7.47 a
356,000	17.27 c	17.29 b	17.41 c	16.91 c	40.78 a	62.22 a	173.61 a	6.76 c	6.46 a	7.16 a
DMS	1.66	2.59	1.01	1.2	5.12	5.28	11.1	0.67	2.21	0.77
Niveles de urea 46 % N kg ha ⁻¹										
0	18.42 a	19.44 a	18.23 a	18.11 a	38.08 a	59.27 a	171.2 a	7.42 a	6.99 a	7.44ab
130	19.4 a	19.6 a	19.09 a	18.72 a	39.55 a	61.88 a	173.44 a	7.56 a	7.18 a	7.28 b
260	19.23 a	19.49 a	19.36 a	18.64 a	38.39 a	61.11 a	173.44 a	7.4 a	7.25 a	7.63 a
DMS	1.23	0.95	0.92	0.82	2.64	3.6	3.37	0.46	0.74	0.27
Andeva										
Bloque	NS	NS	NS	*	*	NS	NS	NS	NS	*
R ²	0.74	0.9	0.84	0.85	0.78	0.5	0.76	0.72	0.77	0.84
Densidades	*	**	**	**	*	NS	NS	**	NS	NS
Niveles de urea	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	*
CV %	7.35	5.49	5.45	5.00	7.72	6.72	2.21	6.97	11.81	4.13

*significativo

**altamente significativo

NS no significativo

Promedios con igual letra no difieren estadísticamente (Tukey $\alpha = 0.05$)