

# UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN VEGETAL

TRABAJO DE DIPLOMA



**USO EFICIENTE DEL NITRÓGENO POR CUATRO  
VARIEDADES DE SORGO GRANÍFERO (*Sorghum  
bicolor* [L.] Moench) EN EL MUNICIPIO DE SAN  
RAMÓN-MATAGALPA.**

**Autores;**

**Br: Marvin Manuel Suárez Martínez.**

**Br: José Luis Zeledón Altamirano.**

**Asesor;**

**Ing. Msc. Leonardo García Centeno.**

**Managua Nicaragua, 2003.**

# UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN VEGETAL

TRABAJO DE DIPLOMA

**USO EFICIENTE DEL NITRÓGENO POR CUATRO  
VARIEDADES DE SORGO GRANÍFERO (*Sorghum  
bicolor* [L.] Moench) EN EL MUNICIPIO DE SAN  
RAMÓN-MATAGALPA.**

**Autores;**

**Br: Marvin Manuel Suárez Martínez.**

**Br: José Luis Zeledón Altamirano.**

**Asesor;**

**Ing. Msc. Leonardo García Centeno.**

**Managua Nicaragua, 2003.**

## ÍNDICE GENERAL

Sección	Páginas
Dedicatoria	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de tablas	iv
Índice de figuras	vi
Resumen	vii
I. Introducción	1
II. Objetivos	5
2.1 Objetivo General	5
2.1.2 Objetivos Específicos	5
III. Materiales y Métodos	6
3.1 Descripción del lugar	6
3.1.1 Ubicación	6
3.1.2 Clima	6
3.1.3 Suelo	7
3.2 Metodología Experimental	7
3.2.1 Descripción del Diseño Experimental	7
3.2.2 Descripción de los tratamientos	8
3.2.3 Dimensiones del ensayo	8
3.3 Variables Evaluadas	9
3.4 Análisis Estadísticos	11
3.5 Características de las variedades en estudio	11
3.6 Manejo Agronómico del cultivo de sorgo	12

IV. Resultados y Discusión	15
4.1 Influencias de los niveles de nitrógeno aplicados sobre el crecimiento y desarrollo del cultivo	15
4.1.1 Altura de la planta	15
4.1.2 Diámetro del tallo	17
4.1.3 Números de hojas	18
4.2 Influencia de los niveles de nitrógeno aplicados sobre el rendimiento del cultivo y sus componentes	20
4.2.1 Longitud de panoja	20
4.2.2 Rendimiento de grano (kg.ha <sup>-1</sup> )	21
4.2.3 Materia seca producida (kg.ha <sup>-1</sup> )	24
4.2.4 Porcentaje de nitrógeno en la biomasa (%)	27
4.2.5 Acumulación de nitrógeno en la biomasa (kg N. ha <sup>-1</sup> )	28
4.2.6 Porcentaje de nitrógeno en el grano (%)	30
4.2.7 Acumulación de nitrógeno en el grano (kg N. ha <sup>-1</sup> )	31
4.2.8 Concentración de nitrógeno en la panoja	32
4.2.9 Uso eficiente del nitrógeno	33
V. Conclusiones	38
VI. Recomendaciones	39
VII. Bibliografía	40

## DEDICATORIA

A **DIOS** por darme sabiduría y fuerza para lograr finalizar una de mis metas propuesta, guiándome siempre por el buen camino, manteniendo en mí el espíritu de lucha, para vencer los obstáculos y desafiar los peligros que se presentan en la vida cotidiana.

A mis padres: **Carlos Suárez García** y **Lady María Martínez G.** Que con amor, cariño, empeño y sacrificio, se esforzaron para darme lo básico y necesario, para lograr realizar una de mis metas, llegar a formarme profesionalmente, ya que sin el apoyo moral y económico que me brindaron no hubiese podido finalizar este sueño. De esta manera agradecerles de todo corazón, sus consejos y el sacrificio que han hecho por mí. Gracias por ser los mejores padres del mundo, me enorgullece ser su hijo.

A mi hija **Mariling Massiel Suárez González**, que ha sido motivo de inspiración, motivación y ternura para llegar a finalizar este trabajo.

A mi abuelitos **Orlando Suárez** y **Teresa García (q.d.e.p)** por sus consejos, cariño y confianza que me brindaron hasta los últimos días de su existencia.

A **Esmeralda Vanessa González M,** por darme ánimos y apoyarme en todo momento.

**Marvin Manuel Suárez Martínez.**

## **DEDICATORIA**

A **DIOS** por darme sabiduría, salud y llevarme a lograr una de mis metas propuesta en mi vida.

A mi madre **Reyna Altamirano Rodríguez**, por apoyarme moral y económicamente en todo lo necesario para llegar a realizar una de mis metas propuestas al iniciar mis estudios.

A mi tío **Victorino Altamirano Rodríguez** por haberme impulsado a estudiar, esta carrera tan prestigiosa.

**José Luis Zeledón Altamirano**

## **AGRADECIMIENTOS**

Al **SER SUPREMO** por brindarnos buena salud y la energía suficiente, para poder llevar a cabo la realización de este trabajo.

Nuestro más sincero agradecimiento al **Ing. Msc. Leonardo García C**, por haber depositado su confianza en nosotros para llevar a cabo la ejecución de este trabajo, a demás por sus concejos y orientación en la realización del mismo.

A los miembros representantes del programa **INTSORMIL**, por haber financiado y/o proporcionado los materiales utilizados en el establecimiento, mantenimiento y culminación de este trabajo.

Al **Ing. Álvaro Benavides** por su orientación en la interpretación y comprensión de los resultados obtenido del análisis estadístico realizado en cada una de las variables.

A **Carlos A. Miller** por su colaboración en las diferentes actividades que se realizaron en la fase de campo comprendidas en este trabajo.

A todos los profesores que con ética y profesionalismo, en las clases impartidas, influyeron positivamente en nuestra formación profesional.

A todo el personal del CENIDA que siempre nos atendió amablemente en la búsqueda de los materiales bibliográficos.

**Marvin Manuel Suárez Martínez**

**José Luis Zeledón Altamirano**

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla N</b>	<b>páginas</b>
1. Características del suelo donde se realizó el ensayo, Guadalupe, San Ramón.	7
2. Factores estudiados en el ensayo, en la comunidad Guadalupe, san Ramón-Matagalpa.	8
3. Comportamiento de las variedades y el efecto de los niveles de nitrógeno aplicados en la variable altura de planta.	16
4. Comportamiento de las variedades y el efecto de los niveles de nitrógeno aplicados en la variable diámetro del tallo.	18
5. Comportamiento de las variedades y el efecto de los niveles de nitrógeno aplicados en la variable Número de hojas.	19
6. Comportamiento de las variedades y el efecto de los niveles de nitrógeno aplicados sobre el componente de rendimiento longitud de panoja.	21
7. Comportamiento de las variedades y el efecto de los niveles de nitrógeno aplicados sobre el rendimiento de grano.	22
8. Interacción entre los factores variedad y los niveles de nitrógeno aplicados en la variable rendimiento de grano.	23
9. Comportamiento de las variedades y el efecto de los niveles de nitrógeno aplicados en la variable producción de biomasa (materia seca).	25



10. Interacción entre los factores variedad y los niveles de nitrógeno aplicados en la variable producción de biomasa (materia seca).	23
11. Comportamiento de las variedades y el efecto de los niveles de nitrógeno aplicados en la variable nitrógeno en la biomasa.	28
12. Comportamiento de las variedades y el efecto de los niveles de nitrógeno aplicados en la variable nitrógeno en el grano (%).	31
13. Uso eficiente del nitrógeno por las variedades de sorgo en estudio con relación al incremento del rendimiento de grano por kilogramo de nitrógeno aplicado.	35

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura N°</b>		<b>páginas</b>
1.	Promedios mensuales de precipitación (Pp), humedad relativa (HR) y temperatura (TM), durante la fase de campo del cultivo.	6
2.	Concentración de nitrógeno en la panoja de las variedades y el efecto de los niveles de nitrógeno aplicados.	33
3.	Proporcionalidad del incremento de rendimiento de grano por kilogramo de nitrógeno aplicado en cada una de las variedades.	36
4.	Porcentaje de eficiencia del fertilizante nitrogenado, por cada una de las variedades con los distintos niveles aplicados.	37

## RESUMEN

El presente trabajo se realizó en la finca del señor Catalino Figueroa, ubicado en la comunidad Guadalupe del municipio de San Ramón-Matagalpa, en época de postera (Septiembre a Diciembre) del 2002, con el propósito de determinar el uso eficiente del nitrógeno por cuatro variedades de sorgo granífero (Pinolero-1, Tortillero precoz, CNIA-INTA y CENTA-RCV), aplicando tres niveles de nitrógeno (53, 82 y 112 kg N. ha<sup>-1</sup>), con un testigo (cero aplicación) y determinar la influencia de estos factores en estudio en el rendimiento de grano. El diseño utilizado fue de parcelas divididas con arreglos de tratamientos en bloques completos al azar (BCA), con cuatro repeticiones. Los resultados provenientes del análisis estadístico y la prueba de rangos múltiples (separación de medias) de Tukey al 95 % de confiabilidad realizados por separado en los factores A (variedades) y B (fertilización) indican que los tratamientos del factor A mostraron diferencias altamente significativa entre ellas, en todas las variables evaluadas, mientras que los tratamientos del factor B mostraron alta significancia estadística en las variables altura de planta, rendimiento de grano, materia seca producida, concentración de nitrógeno en la materia seca y en la concentración de nitrógeno en el grano. El efecto de interacción entre los factores se observó únicamente en las variables rendimiento de grano y producción de materia seca. El mayor rendimiento de grano se obtuvo con la variedad CNIA-INTA, con la aplicación de 112 kg N. ha<sup>-1</sup> con una producción de 5,295.25 kg.ha<sup>-1</sup>, mientras que en la producción de materia seca sobresalió la variedad Tortillero precoz cuando se le aplico 112 kg N. ha<sup>-1</sup> con una producción de 9,719.25 kg.ha<sup>-1</sup>. El análisis de uso eficiente del nitrógeno, muestra que existe efecto positivo en el incremento del rendimiento de las variedades de sorgo, al aumentar las cantidades de nitrógeno aplicado, destacándose las variedades CNIA-INTA y Pinolero-1, las cuales indican alto coeficiente de utilización de este elemento. La variedad Tortillero precoz extrajo mayor cantidad del nitrógeno aplicado.

## I INTRODUCCIÓN

El cultivo del sorgo (*Sorghum bicolor* [L.] Moench) es el quinto cultivo del mundo, después del trigo (*Triticum aestivum*), el maíz (*Zea mays* L.), el arroz (*Oryza sativa* L.) y la cebada (*Hordeum vulgare* L.) Martín (1985) citado por Paúl, (1990).

La planta de sorgo se adapta a una amplia gama de ambiente y produce grano bajo condiciones desfavorables para la mayoría de los otros cereales. Debido a su resistencia a la sequía, se considera como el cultivo más apto para las regiones áridas con lluvia errática (Purseglobe, 1972) citado por Paúl, (1990).

A través del mejoramiento genético, se ha logrado obtener variedades de sorgos con bajas concentraciones de taninos, criterio por lo que se ha incrementado las áreas de producción y el consumo del sorgo, tanto para la alimentación humana y animal.

En Nicaragua el sorgo es el cereal que le sigue al maíz, tanto en área como en volumen de producción. Ocupa el 16 por ciento del área sembrada de granos básicos, lo que lo cataloga como un cultivo alimenticio de gran importancia, principalmente por la elaboración de alimentos par la industria avícola, porcina y bovina, también para consumo humano (sorgo blanco), en sustitución del maíz (Pineda, 1997).

La producción de sorgo granífero en el país, está en manos de los pequeños y medianos productores, los que destinan la producción de este cultivo, en gran parte al mercado local y el resto para el autoconsumo y la alimentación de aves de patio, cerdos y para la siembra del siguiente ciclo productivo. El residuo de la cosecha (guate) es recogido, almacenado y utilizado en la alimentación del ganado bovino, en período seco.

La composición del grano es almidón 70.2 %, proteína 7.9 %, grasa 3.3 %, fibra 2.4 % y vitaminas y minerales 16.2 % (Somarriba, 1998).

A pesar de su importancia, los niveles de producción de sorgo están por debajo de los rendimientos potenciales del cultivo. El rendimiento promedio a nivel mundial se estima en 1,300 kg.ha<sup>-1</sup> fluctuando desde los más bajos rendimientos de (600 kg.ha<sup>-1</sup>) en partes de África hasta los más altos que son de 4,000 kg.ha<sup>-1</sup> en Latino América (Peacock & Wilson, 1984).

El sorgo crece bien en todo tipo de suelo pero lo hace mejor con buen mullido del mismo, con una fertilidad alta y balanceada y un pH casi neutro. Puede tolerar considerables variaciones en la fertilidad y en el equilibrio de diversos elementos, pero los rendimientos y la eficiencia de la planta disminuye cuando los niveles de fertilidad son bajos y ésta no es equilibrada.

El uso de fórmulas y dosis de fertilizantes para un cultivo determinado debe estar en función de las características edafoclimáticas de las áreas de producción, debe tratarse de obtener información a través del análisis de suelos, de disponibilidad de los nutrientes existentes, especialmente N, P, K así como de la variedad a usarse, a fin de no incurrir en gastos innecesarios y por ende disminuir el beneficio-costado que se pueda obtener del cultivo (Pineda, 1995).

Trabajos realizados por Rodríguez y Orozco (2002) muestran que la variedad Pinolero logra rendimientos de 4,413 kg.ha<sup>-1</sup>, cuando se aplica 193 kg.ha<sup>-1</sup> de urea 46 % de nitrógeno.

Según Monterrey (1997), con aplicaciones de 129 kg.ha<sup>-1</sup> de urea 46 % de nitrógeno se logró obtener rendimientos en grano de 7,230.1 kg.ha<sup>-1</sup>.

Para Pineda (1995) la variedad es un factor determinante en el incremento del rendimiento de grano. Su propia escogencia deberá basarse por la propia ecología de las zonas productoras de sorgo, a fin de prevenir riesgos de pérdidas por exceso de humedad o escasa precipitación pluvial.

La mayoría de los pequeños productores de sorgo utilizan variedades criollas como: maicillo, trigo y millón, que tienen bajo potencial genético y/o comercial, por ende, las utilidades económicas del cultivo son reducidas.

Córdoba (1995), afirma que la planta de sorgo exige una constante y bien distribuida aplicación de nitrógeno desde la siembra hasta el llenado del grano, ya que ésta lo demanda para crecer, elaborar sus reservas y formar sus semillas. Durante los períodos de crecimiento las necesidades de este elemento son mayores al ritmo que aumenta el tamaño de la planta, decreciendo cuando la planta se va secando.

El nitrógeno juega un papel importante en la agricultura moderna, éste elemento se destaca dentro de los elementos esenciales en el desenvolvimiento y crecimiento de las plantas por sus funciones relevantes en la producción y síntesis de aminoácidos que son el componente básico de proteínas, enzimas y vitaminas (Demolón, 1975 citado por Rodríguez & Orozco, 2002).

El nitrógeno es responsable, en gran medida, del crecimiento y del verde intenso de las hojas, estimula la formación y desarrollo de las yemas florales y fructíferas, favorece el macollamiento y del desarrollo del vegetal (Vieira et al, 2000).

García (2001), afirma que el aprovechamiento del nitrógeno por las plantas y la respuesta de ésta al N está también asociada a la disponibilidad de agua y otros factores ecológicos, como la radiación (color, calidad y tipo), por lo tanto el rendimiento del nitrógeno aplicado es bajo y depende del clima y la población de plantas.

Cada cultivo ó variedad tiene sus propias exigencias, así como también, los suelos que pertenezcan a la misma clasificación pedogenética (Urquiaga & Zapata, 2000).

La fertilización nitrogenada mediante el uso de fertilizante químicos y otras fuentes de nitrógeno es uno de los insumos básicos que más influyen en el costo de la producción de los cultivos, sin embargo, una agricultura sostenible exige el uso eficiente de estos insumos (Urquiaga & Zapata, 2000).

La eficiencia en la utilización del nitrógeno es una meta de los productores de sorgo, en la actualidad, es necesario concentrar esfuerzos para el mejoramiento de la eficiencia del uso del fertilizante nitrogenado, la importancia de dichos esfuerzos se evidencia con los costos actuales

del fertilizante por lo general elevados y con la creciente preocupación acerca de los efectos adversos al medio ambiente derivados del inadecuado manejo del nitrógeno (Russelle et al, 1983).

En los últimos años el sorgo ha tomado tanta importancia en la economía nacional de Nicaragua, se ha visto la necesidad de realizar ensayos, con el objeto de dar recomendaciones sobre variedades, niveles de fertilización nitrogenada, localidades aptas y otras prácticas.

Con la finalidad de generar información sobre el uso eficiente de nitrógeno por diferentes variedades, se realizó el presente trabajo.

## **II OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo General**

Identificar las variedades mejoradas de sorgo granífero que hacen el uso más eficiente del nitrógeno aplicado en la producción de grano, en el municipio de San Ramón-Matagalpa.

#### **2.1.2. Objetivos Específicos.**

- Generar información sobre la respuesta de las variedades de sorgo a las aplicaciones de fertilizante nitrogenado.
- Determinar el efecto de los diferentes niveles de nitrógeno aplicado, sobre los componentes de rendimiento de cuatro variedades de sorgo granífero.
- Evaluar las concentraciones de nitrógeno contenidos en el grano y materia seca.
- Identificar la variedad en la que se conjugue su potencial genético con un nivel de nitrógeno determinado, expresando su mayor rendimiento de grano.



### III MATERIALES Y MÉTODOS.

#### 3.1. Descripción del lugar.

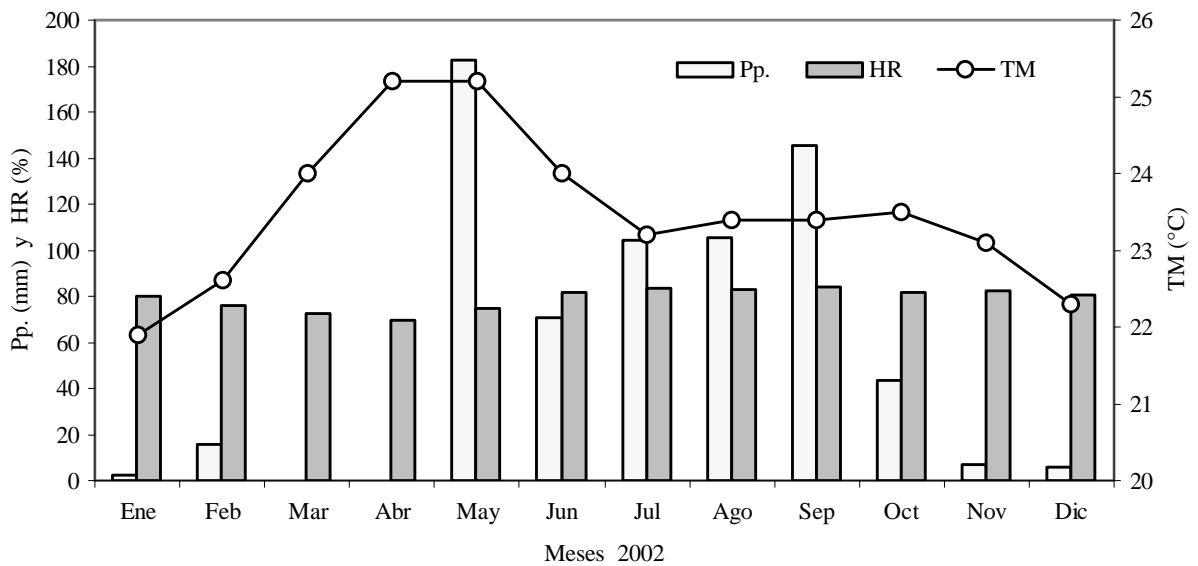
##### 3.1.1. Ubicación.

El presente trabajo se realizó en la finca de señor Catalino Figueroa en la comunidad Guadalupe del municipio de San Ramón, Matagalpa. Se ubica a 10 Km. de la cabecera departamental, en las coordenadas 12°55'24" Latitud Norte y 85°50'30" Longitud oeste, con 650 msnm de elevación. Según la clasificación de Holdrige (1987), la zona pertenece a bosque húmedo subtropical.

##### 3.1.2. Clima.

Las condiciones climáticas presentadas durante el período en que se realizó el ensayo se describen a continuación: precipitación anual oscila de 900 a 1200 mm, temperatura anual de 24 a 26°C, y humedad relativa de 77 a 80 %. El ensayo se realizó en la época de postrera (septiembre a Diciembre) del 2002

Figura 1: Promedios mensuales de precipitación (Pp), humedad relativa (HR) y temperatura (TM), presentados durante el desarrollo del estudio o experimento.



Fuente INETER 2003.

### 3.1.3 Suelo.

El tipo de suelo es franco arcilloso, de origen volcánico, sus características se describen en la Tabla 1.

Tabla 1:Características del suelo donde se realizó el ensayo, Guadalupe, San Ramón.

Elemento	valor	Clasificación
pH (H <sub>2</sub> O)	6.1	Ligeramente ácido
Materia orgánica (%)	4.79	Alto
Nitrógeno (%)	0.23	Alto
P (ppm)	3.33	Bajo
K (meq/100g de suelo)	0.27	Bajo
Ca (meq/100g de suelo)	13.52	Alto
Mg (meq/100g de suelo)	6.32	Alto
Arcilla (%)	47.5	
Limo (%)	27.5	
Arena (%)	25	
		Franco arcilloso

Fuente: laboratorio de suelos y agua. UNA 2002.

## 3.2. Metodología Experimental.

### 3.2.1 Descripción del diseño experimental.

El ensayo se estableció en un diseño de parcelas divididas, con arreglos de bloques completos al azar, con cuatro repeticiones. Las parcelas grandes son las variedades de sorgo y las parcelas pequeñas los niveles de nitrógeno aplicado,

### 3.2.2. Descripción de los tratamientos.

Los tratamientos fueron cuatro variedades de sorgo granífero, con tres niveles de nitrógeno, 53, 82 y 112 kg N. ha<sup>-1</sup> aplicados, donde cada una de las variedades fue tratada con cada uno de los niveles de nitrógeno. Comparándose con un testigo absoluto para cada variedad, al que no se le realizó ninguna aplicación de fertilizante nitrogenado (0 kg N. ha<sup>-1</sup>), las variedades y niveles evaluados se describen en la Tabla 2.

**Tabla 2: Factores estudiados en el ensayo, en la comunidad Guadalupe, San Ramón-Matagalpa.**

Factor A: Variedades de sorgo	Factor B: Niveles de N aplicado en kg.ha <sup>-1</sup>
a <sub>1</sub> : Pinolero-1	b <sub>1</sub> : testigo (sin aplicación)
a <sub>2</sub> : Tortillero precoz	b <sub>2</sub> : 53
a <sub>3</sub> : CNIA-INTA	b <sub>3</sub> : 82
a <sub>4</sub> : CENTA-RCV	b <sub>4</sub> : 112

### 3.2.3 Dimensiones del ensayo.

Área de la parcela útil 3 m x 5m = 15 m<sup>2</sup>.

Área de la subparcela 5 m x 5 m = 25 m<sup>2</sup>.

Área de la parcela grande 20 m x 5 m = 100 m<sup>2</sup>.

Área de una repetición 80 m x 5 m = 400 m<sup>2</sup>.

Área de las cuatro repeticiones 400 m<sup>2</sup> x 4 = 1600 m<sup>2</sup>.

Área entre repeticiones 1 m x 80 m x 3 = 240 m<sup>2</sup>.

Área total del ensayo = 1,840 m<sup>2</sup>.

### 3.3 Variables a evaluadas.

Durante el crecimiento del cultivo se evaluaron los siguientes parámetros.

Altura de la planta (cm).

Se midió desde la superficie del suelo hasta el último nudo del tallo de la planta, esta variable fue tomada en tres momentos, a los 36, 46 y 56 días después de la siembra(dds).

Diámetro del tallo (cm).

Se tomó de la parte media del tallo, esta variable fue tomada en tres momentos a los 36, 46 y 56 días después de la siembra (dds).

Números de hojas.

Se tomó como hojas, aquellas que presentaron el collar foliar visible, la medición de esta variable también se realizó en tres momentos, a los 36, 46 y 56 días después de la siembra (dds).

A la cosecha se evaluó.

Longitud de panoja (cm).

Se determinó midiendo a partir de la primera ramilla de la panoja, hasta el ápice de la misma, se tomó un promedio de 5 panojas de las plantas cosechadas de las parcelas experimentales determinando su respectiva longitud y determinándoseles la media a cada grupo de panoja. La que fue considerada en el análisis estadístico.

Rendimiento de grano expresado en ( $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ).

Se colectó la producción de grano de cada una de las unidades experimentales, se sometieron a secado por varios días se le determinó el porcentaje de humedad (Dole 400) cuando este fue de 14 %, se pesaron las muestras para obtener los rendimientos por parcela, los valores obtenidos se expresaron en  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ .

Materia seca producida ( $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ).

Se cosecharon las plantas en  $2\text{ m}^2$  de la parcela útil de cada unidad experimental, extrayéndolas del campo, se les determinó el peso fresco, posteriormente se sometieron a un proceso de secado

a 65°C de temperatura por un periodo de 72 horas, luego se les determinó el peso seco y se expresó en kg de materia seca por hectárea.

Nitrógeno en la biomasa en (%).

Para determinar el porcentaje de nitrógeno contenido en la biomasa, se tomó muestras homogenizadas de las plantas a las que se le determinó la materia seca producida. Y se llevaron al laboratorio en donde se les realizó el análisis de nitrógeno total. A través del método semi-micro Kjeldhal. Para expresar los porcentajes de nitrógeno en kg N. ha<sup>-1</sup> se multiplicó el % de N en la biomasa por la tasa de producción de la misma y se dividió entre cien.

Nitrógeno en el grano en (%).

Se tomó una muestra del sorgo cosechado de cada unidad experimental y se le realizó el análisis de nitrógeno total, para determinar la concentración de nitrógeno en el grano. El método utilizado es el semi-micro Kjeldhal. Para expresar los porcentajes de nitrógeno en kg.N. ha<sup>-1</sup> se multiplicó el % de N por el rendimiento de grano y se dividió entre cien.

Nitrógeno en la panoja (%).

Se tomó unas muestras de las panojas cosechadas de cada una de las unidades experimentales y se le realizó el análisis. A través del método semi-micro Kjeldhal; para determinar la concentración de nitrógeno en la panoja.

Uso eficiente del nitrógeno.

Para la biomasa: se utilizó la fórmula 
$$UFNB = \frac{Biomasa \cdot aerea + Biomasa \cdot de \cdot grano \cdot Kg / ha}{N \cdot total \cdot Kg / ha \cdot (aerea + grano)}$$

Uso eficiente en grano: 
$$UENG = \frac{Rendimiento \cdot de \cdot grano \cdot (Kg / ha)}{N \cdot total \cdot en \cdot el \cdot grano \cdot (Kg / ha)}$$

El uso eficiente del fertilizante

$$UEFN = \frac{N \cdot total \cdot kg / ha \cdot (BT) - N \cdot total \cdot kg / ha \cdot (BT) \cdot testigo}{Dosis \cdot de \cdot N \cdot del \cdot tratamiento (Kg / ha)}$$

Donde BT= biomasa total (aérea + grano)

El índice de eficacia, es decir el suplemento de producto cosechado referido a la unidad de nitrógeno suministrado, se calculo por tratamiento respecto al testigo en cada variedad..

### **3.4. Análisis estadístico.**

Los datos provenientes de los factores de crecimiento de la planta de sorgo, los componentes del rendimiento y el rendimiento como tal fueron analizado por medio de análisis de varianza (ANDEVA) y pruebas de rangos múltiples (separación de medias) de tukey al 95 por ciento de confianza. Utilizando el paquete de diseños experimentales FAUANL Olivares (1994).

### **3.5 Característica de las variedades en estudios.**

Pinolero-1.

La altura promedio de la planta es de 199 cm, panoja de tipo semi- abierta, granos de color blanco, los días a floración son 63 días después de emergencia, longitud de excerción y tamaño de panoja es de 10 y 36 cm respectivamente, los días a la cosecha son 110, presenta un potencial genético de 4,852.10 kg.ha<sup>-1</sup>.

Tortillero precoz.

La altura promedio de la planta es de 152 cm, panoja de tipo semi-abierta, con granos de color blanco, los días a floración son de 52 días después de emergencia, longitud de excerción y tamaño de panoja es de 10 y 25 cm respectivamente, los días a la cosecha son 90, presenta un potencial genético de 3,558.21 kg.ha<sup>-1</sup>.

CNIA-INTA.

La altura de la planta es de 157 cm, panoja de tipo semi-abierta, con granos de color blanco, los días a floración son 68 días después de emergencia, longitud de excerción y tamaño de panoja es

de 10 y 23 cm respectivamente, los días a la cosecha son de 110 a 120, con un potencial genético de 5,951.89 kg.ha<sup>-1</sup>.

#### CENTA-RCV.

Sobre esta variedad no se tiene información precisa, es originaria de El Salvador, pero en Nicaragua las investigaciones realizadas muestra una altura promedio de 118 cm, panoja de tipo semi-abierta, color del grano es blanco, los días a floración son de 64 días después de emergencia, longitud de excerción y tamaño de panoja es alrededor de 12 y 24 cm respectivamente, los días a la cosecha son de 110 días, con un potencial genético estimado de 4,000 kg.ha<sup>-1</sup>.

### **3.6 Manejo Agronómico del cultivo del sorgo.**

La preparación del terreno, inició con la limpieza del área de siembra, actividad que se realizó el 28 de Agosto, posteriormente se realizó dos pases de arado tradicional de tracción animal (arado egipcio).

El 06 de Septiembre se realizó la siembra, actividad que comenzó con el rayado para la siembra usando el arado egipcio de tracción animal, la siembra se hizo de forma manual.

Las variedades de sorgo utilizadas para la siembra fueron: Pinolero-1, Tortillero precoz, CNIA-INTA, CENTA-RCV este ultimo material es proveniente de El Salvador.

#### Densidad de siembra.

La siembra se hizo a chorrio de forma manual, la distancia de siembra utilizada es de 0.75 m entre surco y dejando 14 plantas por metro lineal. Para obtener una densidad de 180,000 plantas por hectárea.

#### Fertilización.

Se utilizó como fuente completa la formula 12-30-10 y urea 46 % de nitrógeno.

La fertilización se realizó de forma fraccionada, en tres momentos. Para cada uno de los niveles (53, 82 y 112 kg N. ha<sup>-1</sup>).

A la siembra.

Se suministró el fertilizante completo (12-30-10), a razón de 194 kg.ha<sup>-1</sup>, correspondiendo a 23 kg N. ha<sup>-1</sup>. Este se aplicó al momento de la siembra únicamente a las parcelas en las que se había previsto aplicarle urea 46 % de nitrógeno, quedando una parcela sin aplicación de fertilizante completo que corresponde al testigo absoluto.

A los 30 días después del siembra (dds).

Se realizó la aplicación de urea 46 % de nitrógeno, a razón de 32.3, 64.5 y 97 kg.ha<sup>-1</sup>, para los niveles 53, 82 y 112 kg N. ha<sup>-1</sup> respectivamente, es decir para las parcelas tratadas.

A los 40 días después de la siembra (dds).

Se aplicó urea 46 % de nitrógeno, a razón de 32.3, 64.5 y 97 kg.ha<sup>-1</sup>, para los niveles 53, 82 y 112 kg N. ha<sup>-1</sup> respectivamente.

Raleo.

Esta actividad se realizó a los 25 dds, de forma manual, con el fin de eliminar plántulas anormales y mantener la densidad poblacional adecuada.

Control de malezas.

Se realizó el 28 de Octubre, esta actividad se hizo con machete, para suprimir las malezas presentes.

Plagas.

Pudo observarse daños causados por larvas de cogollero (*Spodoptera frugiperda* L.). En la fase vegetativa de la planta, estos daños eran más notables en las parcelas sembradas con las variedades CENTA-RCV y Tortillero precoz, pero el nivel de daño no era suficiente para aplicar químico.



En la fase de maduración del grano, hubo daños en los granos de la panoja causados por el gorgojo de los cereales (*Sitophilus granarius*) esto pudo haberse debido a que en parcelas adyacentes se encontraban cultivadas con maíz, este se encontraba seco y doblado.

Los daños ocasionados por estas plagas no fueron significativos en el crecimiento y rendimiento de las plantas de sorgo, por lo tanto no se considero su control.

La recolección de la cosecha se realizó según la maduración de las distintas variedades, de forma manual, utilizando tijeras para el corte de las panojas.

## **IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **4.1 Influencia de los niveles de nitrógeno aplicados sobre el crecimiento y desarrollo del cultivo.**

#### **4.1.1 Altura de la planta.**

El tamaño y porte de la planta de sorgo varía considerablemente y está determinado por varios genes, sorgos altos son preferidos para forrajes y producción de grano (León, 1987).

El tamaño y porte de la planta varía considerablemente por varios factores, entre ellos se puede mencionar: factores ambientales (humedad y temperatura) y por la disponibilidad de nutrientes (López & Galeato, 1982).

Según Morales (2002) la altura de la planta del sorgo es una característica muy importante debido a que altura de plantas de 160 a 170 cm es óptima para la cosecha mecanizada en cambio alturas mayores o menores traen inconvenientes en la cosecha mecanizada.

En los tres momentos considerados en el análisis estadístico los factores en estudio se comportaron independiente uno con respecto al otro. Para el factor A (variedades) no se encontró diferencias estadísticas significativas entre tratamientos, a los 36 dds, aunque la máxima altura en este momento fue de 36.90 cm, que la obtuvo la variedad Tortillero precoz. Según Cristini (1987), el sorgo tiene un crecimiento lento en sus primeros 25 días después de la siembra pero después de los 30 días el crecimiento se acelera. A los 46 y 56 dds se determinó que existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos de este factor, la variedad CENTA-RCV presentó mayor altura en el último muestreo.

De acuerdo a los resultados obtenidos en la variable altura de las dos últimas toma de datos, muestra que la misma está influenciada a factores genéticos cumpliendo con lo sugerido por León (1987), además no cumplen con la altura requerida para la recolección mecanizada, mas sin embargo esta se realiza de acuerdo a lo mencionado por Morales (2002).

Para el factor B: Fertilización (niveles aplicados 53, 82 y 112 kg N. ha<sup>-1</sup>) se encontró efecto altamente significativo en los tres momentos de muestreo, la separación de medias detectó dos categorías estadísticas (a y b).

A los 36, 46 y 56 dds, con las aplicaciones de los niveles 53, 82 y 112 (kg N. ha<sup>-1</sup>) no hubo efecto significativo entre ellos, pero superan en altura al testigo con diferencias estadísticas altamente significativas, es notable que las aplicaciones de nitrógeno tienen influencia positiva en la altura de la planta ya que este es un elemento importante para el crecimiento de éstas, confirmándose lo sugerido por López & Galeato (1982).

Tabla 3. Comportamiento de las variedades y el efecto de los niveles de nitrógeno aplicado en la variable altura.de planta.

Factor A: Variedades de sorgo.	36 dds	46 dds	56 dds
a <sub>1</sub> : Pinolero-1	33.60 a	69.28 b	112.00 a
a <sub>2</sub> : Tortillero precoz	36.90 a	88.00 a	94.06 b
a <sub>3</sub> : CNIA-INTA	33.90 a	69.82 b	107.79 b
a <sub>4</sub> : CENTA-RCV	34.70 a	63.87 b	119.00 a
ANDEVA	N.S	* *	* *
C.V %	13.57	17.09	13.86
Factor B: Niveles de nitrógeno aplicados en (kg N. ha <sup>-1</sup> ).	36 dds	46 dds	56 dds
b <sub>3</sub> : 82	38.45 a	80.27 a	113.10 a
b <sub>2</sub> : 53	36.77 a	74.16 a	110.90 a
b <sub>4</sub> : 112	36.55 a	77.88 a	111.56 a
b <sub>1</sub> : (testigo)	27.42 b	58.66 b	96.34 b
ANDEVA	* *	* *	* *
C.V %	13.57	17.09	13.86

dds (días después de la siembra)

#### 4.1.2 Diámetro del tallo.

Poehlman (1965), afirma que los tallos cortos, fuertes y vigorosos facilitan la recolección mecanizada, hacen que sean menos susceptibles al acame y a enfermedades fungosas como la pudrición carbonosa del tallo producida por (*Macrophomina phaseolina*).

El diámetro de la base del tallo principal varía entre uno y cinco centímetros, los tallos son macizos, pero la parte central con frecuencia se vuelve esponjosa y fistulada. (Wall & Ross, 1975).

El análisis de varianza (ANDEVA) realizado para la variable diámetro, demuestra que para el factor A (variedades) hubo efecto significativo en los tres momentos en que fue considerado el muestreo. Luego de realizársele la técnica de separación de media (Tukey) con 95 % de confianza se identificó dos categorías estadísticas.

A los 36, 46 y 56 dds, las variedades CENTA-RCV y Tortillero precoz presentaron mayores diámetros, superando estadísticamente a los diámetros presentados por las variedades CNIA-INTA y Pinolero-1. De acuerdo a los resultados obtenidos en la variable diámetro del tallo para éste factor coincide con lo descrito por Cuadra (1988), el diámetro del tallo se puede ver influenciado por varios factores genéticos y la densidad de población de plantas usadas, confirmándose lo descrito por Wall & Ross (1975), el diámetro del tallo varía de uno a cinco centímetros.

Para el factor B. Fertilización (niveles aplicados 53, 82 y 112 (kg N. ha<sup>-1</sup>), no hubo diferencias significativas entre los tratamientos de éste factor, pero superan al testigo en el muestreo a los 36 dds., a los 46 y 56 dds, no se determinó diferencias significativas entre los tratamientos y el testigo considerándose estadísticamente iguales, la aplicación del fertilizante nitrogenado tiene poca influencia en el engrosamiento del tallo, debido a que esta variable esta más influenciada por factores genéticos, ambientales y la misma densidad de siembra.

Tabla 4. Comportamiento de las variedades y el efecto de los niveles de nitrógeno aplicados, en la variable diámetro del tallo.

Factor A: Variedades de sorgo	36 dds	46 dds	56 dds
a <sub>4</sub> : CENTA-RCV	1.02 a	1.26 a	1.39 a
a <sub>2</sub> : Tortillero precoz	1.01 a	1.15 a	1.23 a
a <sub>3</sub> : CNIA-INTA	0.92 b	1.07 b	1.15 b
a <sub>1</sub> : Pinolero-1	0.86 b	0.99 b	1.08 b
ANDEVA	*	**	**
C.V %	16.24	16.04	16.27
Factor B: Niveles de nitrógeno aplicados en (kg N. ha <sup>-1</sup> ).	36 dds	46 dds	56 dds
b <sub>3</sub> : 82	1.03 a	1.19 a	1.29 a
b <sub>2</sub> : 53	0.98 a	1.13 a	1.22 a
b <sub>4</sub> : 112	0.97 a	1.13 a	1.24 a
b <sub>1</sub> : (testigo)	0.83 b	1.08 a	1.12 a
ANDEVA	**	N.S	N.S
C.V %	16.24	16.04	16.27

dds (días después de la siembra).

#### 4.1.3 Número de hojas.

Fuentes (1998), afirma que las hojas son unos órganos verdes que salen del tallo y que ejecutan dos importantísimas funciones en la vida del vegetal, la fotosíntesis, destinada a la elaboración de materia orgánica y la transpiración, destinada a eliminar el exceso de agua. Según Ibar (1987), el número de hojas varía de cinco a veinticuatro, éstas hojas están provistas de una vaina más larga que los entrenudos a los que cubre y rodea completamente; la vaina termina en una corta lígula membranosa y el limbo de la hoja es de forma lanceolado-asentada y de una longitud comprendida entre 30-100 cm.

En la Tabla 5 se presentan los resultados del ANDEVA para esta variable, en la que se muestra el comportamiento de las variedades y el efecto del nivel de fertilizante aplicado sobre las plantas de sorgo. Se determinó que existe efecto significativo a los 36 y 46 dds, y altamente significativo a los 56 dds para los tratamientos del factor A (variedades), encontrándose diferencias estadísticas significativas entre las variedades. Los resultados obtenidos en esta variable confirman lo descrito por Paúl (1990) el número de hojas en las plantas de sorgo varía según la variedad y la longitud del período de crecimiento.

En los tratamientos del factor B. Fertilización (niveles aplicados 53, 82 y 112 kg N. ha<sup>-1</sup>), no se encontró diferencias significativas respecto al testigo, en los muestreos tomado a los 36, 46 y 56 dds, obteniéndose igual número de hojas. Las aportaciones de nitrógeno tienen poca influencia en el número de hojas.

La Tabla 5. Comportamiento de las variedades y el efecto de los niveles de nitrógeno aplicados, en la variable Número de hojas.

Factor A: Variedades de sorgo.	36 dds	46 dds	56 dds
a <sub>2</sub> : Tortillero precoz	6 a	7 b	7 c
a <sub>4</sub> : CENTA-RCV	5 b	8 a	10 a
a <sub>3</sub> : CNIA-INTA	5 b	7 b	8 b
a <sub>1</sub> : Pinolero-1	4 c	6 c	8 b
ANDEVA	*	*	**
C.V %	14.56	10.19	7.50
Factor B: Niveles de nitrógeno aplicados en (kg N. ha <sup>-1</sup> ).	36 dds	46 dds	56 dds
b <sub>3</sub> : 82	5 a	7 a	8 a
b <sub>4</sub> : 112	5 a	7 a	8 a
b <sub>2</sub> : 53	5 a	7 a	8 a
b <sub>1</sub> : (testigo)	5 a	7 a	8 a
ANDEVA	N.S	N.S	N.S
C.V %	14.56	10.19	7.50

dds (días después de la siembra)

## **4.2 Influencia de los niveles de nitrógeno aplicados sobre el rendimiento y sus componentes.**

### **4.2.1 Longitud de panoja.**

Según León, (1987). La panoja es una continuación del eje vegetativo, ésta puede ser compacta o suelta según la distancia entre las ramillas, posición, longitud y a densidad de flores por ramas, la posición puede ser erecta o curva, la longitud de panoja es inversamente proporcional al ancho de la misma.

La panícula es corta o larga, suelta y abierta, y compacta; puede tener de 4 a 25 cm de largo, de 2 a 20 cm de ancho y llevar de 400 a 800 granos (Paúl, 1990). Para Poehlman (1965), un tipo de espiga abierta y muy sobresaliente de la última hoja, permite un mejor secado de las semillas maduras.

El análisis de varianza (ANDEVA) realizado para la variable longitud de panoja, muestra que para el factor A (variedades), se encontró efecto altamente significativo entre los tratamientos. Siendo la variedad CENTA-RCV la que presentó mayor longitud de panoja, superando estadísticamente a las variedades Pinolero 1, Tortillero precoz y CNIA-INTA.

De acuerdo a los resultados obtenidos en la variable longitud de panoja para el factor A (variedades), se obtuvieron resultado entre 20 y 24 cm, esto concuerda con lo descrito por Paúl (1990) con lo que asegura que es una característica varietal.

Para el factor B. Fertilización (niveles aplicados 53, 82 y 112 (kg N. ha<sup>-1</sup>), no se encontró evidencia suficiente que muestre diferencia estadística entre los tratamientos de este factor. Aunque cuando se aplicó 82 kg N. ha<sup>-1</sup>, se obtuvo mayor longitud de panoja (22.5 cm). Las aportaciones de nitrógeno tienen poca influencia en la longitud de panoja debido a que no hubo variaciones estadísticas significativas, esto también puede deberse a que la fertilización natural de suelo (M.O) fue suficiente para lograr obtener estos resultados.

**Tabla 6. Muestra los resultados de las comparaciones de medias, para la variable longitud de panoja.**

Factor A: Variedades de sorgo.	Longitud de panoja en (cm).
a <sub>4</sub> : CENTA-RCV	24 a
a <sub>1</sub> : Pinolero-1	21 b
a <sub>2</sub> : Tortillero precoz	21 b
a <sub>3</sub> : CNIA-INTA	20 b
ANDEVA	**
C.V %	11.97
Factor B: niveles de nitrógeno aplicados en (kg N. ha <sup>-1</sup> ).	Longitud de panoja en (cm).
b <sub>3</sub> : 82	22.5 a
b <sub>4</sub> : 112	21.25 a
b <sub>2</sub> : 53	21.15 a
b <sub>1</sub> : (testigo)	21 a
ANDEVA	N.S
C.V %	11.97

#### 4.2.2 Rendimiento de grano.

Según Poehlman (1965) en el rendimiento de una variedad de sorgo influyen características de las plantas que son hereditaria como la precocidad, la altura, la susceptibilidad al fotoperíodo y también factores ambientales como la lluvia, la temperatura y la duración del día.

El rendimiento del grano es el producto del número de grano por unidad de área de terreno y el peso del grano. El número de granos está frecuentemente más correlacionado con el rendimiento final del grano y está influenciado por el número de inflorescencias, de espiguillas por inflorescencia, florecilla por espiguilla y por la proporción de florecillas que llegan a producir grano (Evans & Wardlaw, 1976 citado por Paúl, 1990).



Para la variable rendimiento, después de realizarse el análisis de varianza, se encontró alto efecto significativo para el factor A (variedades), el factor B (fertilización), y la interacción entre los mismos.

En los tratamientos del factor A, la variedad CNIA-INTA ( $a_3$ ) presentó mayor rendimiento superando estadísticamente al resto de los rendimientos obtenidos por las otras variedades, ubicándose en segundo lugar la variedad Pinolero-1 ( $a_1$ ), en tercer lugar se ubica la variedades CENTA-RCV ( $a_4$ ), y la Tortillero precoz ( $a_2$ ).

En los tratamientos del factor B (fertilización) los mayores rendimientos se obtuvieron cuando se aplicaron 82 y 112 kg N. ha<sup>-1</sup>, superando estadísticamente al resto de tratamientos y al testigo nivel ( $b_1$ ), aunque los rendimientos obtenidos con los niveles de nitrógeno mencionados son estadísticamente iguales pero numéricamente diferente considerándose el nivel 82 kg N. ha<sup>-1</sup> más económico.

Tabla 7. Comportamiento de las variedades y el efecto de los niveles de nitrógeno aplicados. sobre el rendimiento de grano

Factor A: Variedades de sorgo.	Rendimiento de grano, en (kg.ha <sup>-1</sup> .)	
$a_3$ : CNIA-INTA	4,104.13	a
$a_1$ : Pinolero-1	3,449.94	b
$a_4$ : CENTA-RCV	2,935.75	c
$a_2$ : Tortillero precoz	2,783.00	c
ANDEVA	**	
C.V %	18.30	
Factor B. Niveles de nitrógeno aplicados en (kg N. ha <sup>-1</sup> ).	Rendimiento de grano, en (kg.ha <sup>-1</sup> ).	
$b_3$ : 112	4,090.37	a
$b_4$ : 82	3,9525.31	a
$b_2$ : 53	3,116.69	b
$b_1$ : (testigo).	2,113.44	c
ANDEVA	**	
C.V %	18.30	

La interacción entre los factores determina que existe efecto significativo y la separación de medias indicó diferencias reales entre los tratamientos en estudio, agrupándolos en siete categorías estadísticas, ver Tabla 8.

Según estudios realizados por Spears & Coffey citado por Ibar (1987) para obtener una producción en grano de sorgo granífero de 6,270 kg.ha<sup>-1</sup>, se necesita suministrar 110 kg N. ha<sup>-1</sup>.

Tabla 8. Interacción entre los factores variedad y niveles de nitrógeno aplicado en la variable rendimiento de grano.

Tratamientos	Rendimientos (kg.ha <sup>-1</sup> )
a <sub>3</sub> b <sub>4</sub>	5,295.25 a
a <sub>3</sub> b <sub>3</sub>	4,813.50 b
a <sub>1</sub> b <sub>3</sub>	4,407.75 c
a <sub>1</sub> b <sub>4</sub>	4,035.50 d
a <sub>3</sub> b <sub>2</sub>	3,712.25 e
a <sub>2</sub> b <sub>4</sub>	3,602.25 e
a <sub>4</sub> b <sub>3</sub>	3,567.25 f
a <sub>4</sub> b <sub>4</sub>	3,428.50 g
a <sub>1</sub> b <sub>2</sub>	3,139.75 g
a <sub>2</sub> b <sub>3</sub>	3,020.75 g
a <sub>4</sub> b <sub>2</sub>	2,879.75 g
a <sub>2</sub> b <sub>2</sub>	2,735.00 g
a <sub>3</sub> b <sub>1</sub>	2,595.50 g
a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>	2,216.75 g
a <sub>4</sub> b <sub>1</sub>	1,867.50 g
a <sub>2</sub> b <sub>1</sub>	1,774.00 g
ANDEVA	*
C.V %	18.30

La combinación de los factores (variedades) y (fertilización), muestran que los mayores rendimientos de grano se obtuvieron con las variedades CNIA-INTA y Pinolero-1, con la aplicación de 82 y 112 kg N ha<sup>-1</sup> y los menores rendimientos se obtuvieron cuando no se aplicó fertilizantes en cualquiera de las variedades en estudio.

Puede notarse que los resultados obtenidos, siguen la tendencia descrita por Mitscherlich (citado por Demolón, 1967) en su teoría de los aumentos decrecientes, en la que afirma que aportaciones crecientes de un elemento no se expresan con una relación de simple proporcionalidad.

La variedad CNIA-INTA (a<sub>3</sub>) presentó el mayor rendimiento de grano con los diferentes niveles de nitrógeno aplicados, respecto a las demás variedades tratadas con los mismos niveles, como también en los testigos (sin aplicación) obtiene mayor rendimiento respecto a las otras variedades. Esta variedad utiliza eficientemente el nitrógeno existente en el medio como el suministrado. Según Cuadra (2000), el rendimiento determina la eficiencia en la utilización que las plantas hacen de los recursos existentes en el medio, unido también al potencial genético que éstas tengan.

Las variedades CENTA-RCV y Tortillero precoz asimilan menos los diferentes niveles de nitrógeno aplicados pero tienen un rendimiento más estable.

#### **4.2.3 Materia seca (kg.ha<sup>-1</sup>).**

La tasa de producción de materia seca en el sorgo es afectada fuertemente por el área foliar en EC<sub>1</sub> (etapa de crecimiento 1). Entre más tiempo pase en EC<sub>1</sub> (tipos no sensibles al fotoperíodo) mayor es el número de hojas (Krieg, 1983 citado por Paúl, 1990).

La materia seca puede ser calculada a partir del porcentaje de agua que contiene el material, tiene importancia porque en ella están contenidos los nutrientes que no son agua (Soza, 1981).

El ANDEVA realizado para esta variable demuestra que hubo alto efecto significativo entre los tratamientos del factor A (variedades) como entre los tratamientos del factor B (fertilización) y la separación de medias indican cuatro categorías estadísticas, ver Tabla 9.

Esta muestra los resultados de materia seca total producida para los tratamientos del factor A (variedades) en donde se puede observar que la variedad Tortillero precoz obtuvo mayor producción de materia seca, superando estadísticamente a la producción obtenida en cada una de las otras variedades, ubicándose en último lugar la variedad Pinolero-1.

En cuanto al factor B (fertilización) cuando se aplicó el nivel (b<sub>4</sub>) 112 kg N. ha<sup>-1</sup>, se obtuvo la mayor producción de materia seca diferenciándose estadísticamente del resto de las producciones obtenidas con los demás niveles de nitrógeno aplicados y al testigo.

Tabla 9. Comportamiento de las variedades y el efecto de los niveles de nitrógeno aplicados, en la producción de biomasa (materia seca).

Factor A: variedades de sorgo	Materia seca producida en kg.ha <sup>-1</sup>
a <sub>2</sub> : Tortillero precoz	7,923.50 a
a <sub>4</sub> : CENTA-RCV	6,884.19 b
a <sub>3</sub> : CNIA-INTA	5,283.56 c
a <sub>1</sub> : Pinolero-1	3,895.13 d
ANDEVA	**
C.V %	18.35
Factor B: niveles de nitrógeno aplicados en (kg N. ha <sup>-1</sup> ).	Materia seca producida en kg.ha <sup>-1</sup> .
b <sub>4</sub> : 112	7,765.63 a
b <sub>3</sub> : 82	6,264.63 b
b <sub>2</sub> : 53	5,895.00 b
b <sub>1</sub> : (Testigo)	4,061.13 c
ANDEVA	**
C.V %	18.35

La interacción entre los factores en estudios, para esta variable, muestra efecto significativo y la separación de medias indica las diferencias reales entre los tratamientos (combinaciones), agrupándolos en ocho categorías estadísticas, ver tabla 10.

Tabla 10. Interacción entre las variedades y los niveles de nitrógeno aplicados en la variable producción de biomasa (materia seca).

Tratamientos	Biomasa total (kg.ha <sup>-1</sup> )
a <sub>2</sub> b <sub>4</sub>	9,719.25 a
a <sub>2</sub> b <sub>2</sub>	8,464.75 b
a <sub>4</sub> b <sub>4</sub>	8,308.50 c
a <sub>2</sub> b <sub>3</sub>	7,986.00 c
a <sub>3</sub> b <sub>4</sub>	9,719.25 a
a <sub>4</sub> b <sub>2</sub>	8,464.75 b
a <sub>4</sub> b <sub>3</sub>	6,998.50 f
a <sub>1</sub> b <sub>4</sub>	5,546.75 g
a <sub>3</sub> b <sub>3</sub>	5,544.00 g
a <sub>2</sub> b <sub>1</sub>	5,524.00 g
a <sub>4</sub> b <sub>1</sub>	4,968.00 g
a <sub>1</sub> b <sub>3</sub>	4,530.00 h
a <sub>3</sub> b <sub>2</sub>	4,385.75 h
a <sub>3</sub> b <sub>1</sub>	3,716.50 h
a <sub>1</sub> b <sub>2</sub>	3,467.76 h
a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>	2,036.00 h
ANDEVA	*
C.V %	18.35

La interacción de los factores variedades y niveles de nitrógeno aplicados, se destacan las variedades Tortillero precoz y CENTA-RCV en la producción de biomasa cuando se les suministró el nivel 112 kg N. ha<sup>-1</sup>, los menores rendimientos se obtuvieron cuando no se aplicó fertilizante en cualquiera de las variedades en estudio. Aunque estas variedades con cero aplicación de nitrógeno (testigo) obtuvieron mayor producción de materia seca respecto a otras

que fueron tratadas con N, esto se debe a que la fertilización natural del suelo (M.O) fue suficiente además que estas variedades presentaron hojas más largas, anchas y mayor diámetro del tallo.

#### **4.2.4 Porcentaje de nitrógeno en la biomasa (%).**

El contenido de N en las plantas promedia de 2 a 4 %. La deficiencia de N limita la división y expansión de las células y por ende el crecimiento de la planta (Gardner et al, 1985 citado por Paúl, 1990).

Según Fuentes (1994), el nitrógeno en menor proporción con relación al contenido total, también se encuentra en las plantas en forma inorgánica (compuestos amónicos, nitratos y nitritos) aumentando esta proporción cuando se presentan anomalías en el metabolismo que dificultan la síntesis de proteínas.

El análisis estadístico realizado para esta variable determina que existe efecto altamente significativo y la separación de medias indicó dos y tres categorías estadísticas, ver Tabla 11.

Para el factor A (variedades) la variedad Tortillero precoz obtuvo mayor acumulación de nitrógeno en la biomasa, diferenciándose estadísticamente del resto de concentraciones obtenidas por el resto de variedades. Esto indica que la variedad Tortillero precoz absorbe mayor cantidad de nitrógeno.

Para el factor B (fertilización) los resultados muestran que existen alto efecto significativo y la separación de medias identifica cuatro categorías estadísticas. Cuando se aplicó el nivel (b<sub>4</sub>) 112 kg N. ha<sup>-1</sup>, se obtuvo mayor concentración de nitrógeno en las plantas de sorgo diferenciándose estadísticamente del resto.

El contenido de nitrógeno en la biomasa aumenta a medida que aumentan las aplicaciones de nitrógeno, esto cumple lo descrito por Demolón (1975) el nitrógeno es un elemento necesario para la multiplicación celular y el desarrollo de los órganos vegetales.

Tabla 11. Comportamiento de las variedades y el efecto de los niveles de nitrógeno aplicados en la variable nitrógeno en la biomasa.

Factor A. Variedades de sorgo.	% de nitrógeno	(kg N. ha <sup>-1</sup> )
a <sub>2</sub> : Tortillero precoz	0.74 a	56.92 a
a <sub>4</sub> : CENTA-RCV	0.63 b	37.27 b
a <sub>1</sub> : Pinolero 1	0.60 b	28.84 c
a <sub>3</sub> : CNIA-INTA	0.59 b	21.82 d
ANDEVA	**	**
C.V		
%	12.75	13.21
Factor B. Niveles de nitrógeno aplicados (kg N. ha <sup>-1</sup> ).	% de nitrógeno	(kg N. ha <sup>-1</sup> )
b <sub>4</sub> : 112	0.78 a	49.35 a
b <sub>3</sub> : 82	0.67 b	41.41 b
b <sub>2</sub> : 53	0.60 b	34.65 b
b <sub>1</sub> : (Testigo)	0.49 c	19.44 c
ANDEVA	**	**
C.V		
%	12.75	13.21

#### 4.2.5 Acumulación de nitrógeno en la biomasa (kg N. ha<sup>-1</sup>).

El exceso de nitrógeno ofrece signos contrarios a los originados por la deficiencia, las plantas adquieren un gran desarrollo aéreo, las hojas toman una coloración verdosa muy oscuras y se retrasa la maduración, la calidad de los frutos desciende notablemente (Fuentes, 1994).

Demolón (1975), afirma que en los tejidos jóvenes, el nitrógeno se encuentra en porcentajes elevados (5.5 a 6.5 %). A medida que la planta avanza en edad aumenta la proporción de celulosa,

el porcentaje de nitrógeno por ciento de materia seca disminuye, incrementándose la relación C/N.

El nitrógeno permite el crecimiento vegetativo y reproductivo de las plantas, no solo por estar involucrado en la captación de la energía solar, sino también en la en la distribución y síntesis de moléculas que participan en el crecimiento celular Villalobos, (2001).

La Tabla 11 muestra los resultados obtenidos de la acumulación del nitrógeno en la biomasa, producto de la extracción del mismo por las plantas.

Al realizar el análisis estadístico para esta variable, se determinó que existe efecto altamente significativo en los factores A (variedades de sorgo) y B (fertilización) y la separación de medias identificaron cuatro y tres categorías estadísticas, respectivamente. La cantidad de nitrógeno extraído por la biomasa fue expresada en kilogramos por hectárea, ver Tabla 11.

En los tratamientos del factor A, la variedad Tortillero precoz extrajo mayor cantidad de nitrógeno, superando estadísticamente al resto de las acumulaciones de nitrógeno por el resto de las variedades, esto se debe a que la variedad Tortillero precoz es más exigente a este elemento.

Para el factor B (fertilización) la cantidad extraída por la biomasa fue mayor cuando se aplicó el nivel (b<sub>4</sub>) 112 kg N. ha<sup>-1</sup>, diferenciándose estadísticamente del resto de las acumulaciones obtenidas con las demás aplicaciones. A medida que se incrementan las aportaciones de nitrógeno, las cantidades extraídas por las plantas son mayores.

Las categorías estadísticas en % de N en la biomasa varía respecto a las categorías estadísticas en la acumulación de nitrógeno en la biomasa en las variedades Pinolero-1 y CNIA-INTA debido a que el volumen de biomasa (materia seca) son menores en estas variedades.



#### **4.2.6 Porcentaje de nitrógeno en el grano (%).**

El nitrógeno es un elemento importante en la nutrición vegetal, es absorbido principalmente como nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) y amonio ( $\text{NH}_4^+$ ) (Arzola et al, 1986).

Según Miñin (1976) citado por Carlson (1990) el contenido de nitrógeno en el grano depende de varios factores entre ellos la capacidad de las plantas para translocar el nitrógeno de su parte vegetativa a la semilla durante el desarrollo de la misma.

Los resultados de la Tabla 12 muestran que para el factor A (variedades) la variedad Tortillero precoz obtuvo mayor concentración de nitrógeno en el grano superando estadísticamente al resto de las variedades, se puede asegurar que ésta tiene alta capacidad de absorción, acumulación y translocación del nitrógeno hacia el grano. Aunque esta variedad presenta menor rendimiento de grano, su capacidad de tras locación hace que al multiplicar el rendimiento por el % de N que contiene, supere al respecto de las variedades, con mayor concentración de este elemento.

En el factor B (fertilización) cuando se aplicó el nivel ( $b_4$ )  $112 \text{ kg N. ha}^{-1}$  se obtuvo mayor concentración de nitrógeno en los granos diferenciándose estadísticamente del resto a las concentraciones obtenidas con las demás aplicaciones y al testigo. A medida que aumentan las aportaciones de nitrógeno la absorción del mismo por las plantas tiende a ser mayor.

Tabla 12. Comportamiento de las variedades de sorgo y el efecto de los niveles de nitrógeno aplicados en la variable nitrógeno en el grano (%).

Factor A. Variedades de sorgo.	% de nitrógeno	(kg N. ha <sup>-1</sup> )
a <sub>2</sub> : Tortillero precoz	1.53 a	43.10 a
a <sub>4</sub> : CENTA RCV	1.21 b	31.97 b
a <sub>1</sub> : Pinolero 1	1.14 c	37.72 b
a <sub>3</sub> : CNIA-INTA	1.09 c	41.63 a
ANDEVA	**	**
C.V %	4.81	13.72
Factor B. Niveles de nitrógeno aplicados (kg N. ha <sup>-1</sup> ).	% de nitrógeno	(kg N. ha <sup>-1</sup> )
b <sub>4</sub> : 112	1.41 a	50.55 a
b <sub>3</sub> : 82	1.28 b	46.79 a
b <sub>2</sub> : 53	1.19 c	35.46 b
b <sub>1</sub> : (testigo)	1.10 d	21.61 c
ANDEVA	**	**
C.V %	4.81	13.72

#### 4.2.7 Acumulación de nitrógeno en el grano (kg N. ha<sup>-1</sup>).

En la Tabla 12 se muestran los resultados obtenidos de la extracción, translocación y acumulación de nitrógeno en el grano expresado en kilogramos por hectárea

El análisis de varianza (ANDEVA) muestra que existe efecto altamente significativo en el contenido en kg N ha<sup>-1</sup> en los granos de sorgo, para los factores A (variedades) y B (fertilización) en estudio y la separación de medias indica dos y tres categorías estadísticas respectivamente.

En el factor A, las variedades Tortillero precoz y CNIA-INTA se caracterizaron por extraer mayor cantidad de nitrógeno por hectárea, diferenciándose estadísticamente del resto de las variedades, esto indica que estas variedades tienen más capacidad de absorber y/o extraer el nitrógeno del

suelo, las categorías estadísticas de estos resultados difieren respecto a las categorías encontradas en los resultados de porcentaje de nitrógeno en el grano en (%) presentados por las variedades Pinolero-1 y CNIA-INTA, debido al volumen de rendimiento obtenido por éstas.

Para el factor B (fertilización) cuando se aplicaron los niveles (b<sub>4</sub>) 112 kg N. ha<sup>-1</sup> y (b<sub>3</sub>) 82 kg N. ha<sup>-1</sup> se obtuvo mayores acumulaciones (extracciones) de nitrógeno en los granos, con 50.55 y 46.79 kg N. ha<sup>-1</sup> respectivamente diferenciándose estadísticamente del resto de tratamientos, seguido por el nivel (b<sub>2</sub>) 53 kg N. ha<sup>-1</sup> que obtuvo una acumulación de nitrógeno en los granos de 35.46 kg N. ha<sup>-1</sup> y por último el nivel (b<sub>1</sub>) sin aplicación (testigo) que obtuvo una acumulación de 21.61 kg N. ha<sup>-1</sup>, las categorías estadísticas de estos resultados difieren respecto a las categorías estadísticas presentados en los resultados de porcentaje de nitrógeno en el grano en (%) en los niveles 82, 53 kg N. ha<sup>-1</sup> y el testigo, debido al volumen de rendimiento de grano obtenido.

Estos resultados permiten sugerir que las variedades Tortillero precoz y CNIA-INTA necesitan del aporte adicional de nitrógeno para compensar el nitrógeno extraído por la cosecha y el suelo mantenga su balance fértil inicial.

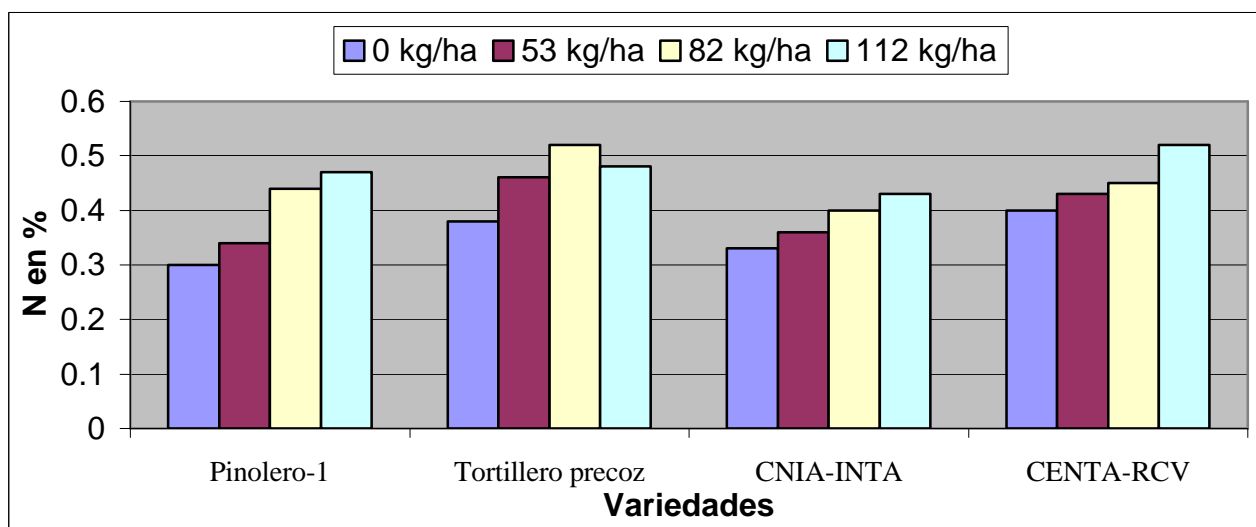
#### **4.2.8. Concentración de nitrógeno en panoja.**

La figura 2 muestra el % de nitrógeno en la panoja, de cada una de las variedades con los distintos niveles de nitrógeno aplicados, en el que se destacan las variedades Tortillero precoz y CENTA-RCV con mayor concentración de nitrógeno en la panoja, cuando se le aplicó los niveles 82 y 112 kg N. ha<sup>-1</sup> respectivamente, la variedad Pinolero-1 y CNIA-INTA obtienen mayor concentración de nitrógeno en la panoja cuando se le aplicó el nivel 112 kg N. ha<sup>-1</sup>.

De manera general las aportaciones de nitrógeno (niveles) condujeron a un incremento notable en las concentraciones de nitrógeno en la panoja de las variedades de sorgo; Los niveles (b<sub>2</sub>), (b<sub>3</sub>) y (b<sub>4</sub>) 53, 82 y 112 kg N. ha<sup>-1</sup> respectivamente, mantuvieron una tendencia uniforme en cuanto a aumento de concentraciones de nitrógeno en las panojas con excepción en el nivel (b<sub>3</sub>) 82 kg N. ha<sup>-1</sup> que mostró mayor concentración, superó a todos los niveles y al testigo cuando fue aplicado a la variedad Tortillero precoz. Esto reafirma que esta variedad es exigente a este elemento, el nivel

(b<sub>1</sub>) sin aplicación (testigo) presentó menores concentraciones de nitrógeno en la panoja en comparación con los niveles aplicados sin embargo, se presentó mayor concentración de nitrógeno respecto al mismo en las variedades CENTA RCV y Tortillero precoz.

Figura 2. Concentración de nitrógeno en la panoja en las variedades y el de los niveles de nitrógeno aplicados.



#### 4.2.9. Uso eficiente del nitrógeno.

Según Urquiaga & Zapata (2000), la eficiencia de recuperación del N-fertilizante por las plantas (ERNF) expresa la proporción del N aplicado como fertilizante (N-fertilizante) que fue recuperado (absorbido) por determinado cultivo o variedad (genotipo).

El uso eficiente de nitrógeno ha sido descrito en dos sentidos, uno que es la eficiencia de absorción y otra sobre la utilización eficiente del nitrógeno, siendo esta última más importante porque describe el uso que la planta hace del fertilizante (Younquist et al; 1992).

Los resultados del uso eficiente de nitrógeno por las cuatro variedades evaluadas determinan que existe respuesta positiva de éstas a las aplicaciones de nitrógeno, al incrementar su rendimiento con respecto al testigo.

Las variedades CNIA-INTA y Tortillero precoz presentaron mayores incrementos porcentuales de rendimiento de grano respecto al testigo cuando se les aplicó el nivel 112 kg N. ha<sup>-1</sup>, superándolo en 204 y 203 % respectivamente. Las variedades Pinolero-1 y CNIA-INTA reflejaron menores incrementos porcentuales con la aplicación del nivel 53 kg N. ha<sup>-1</sup>, superando al testigo en 141.6 y 143 % respectivamente.

La proporción del incremento de rendimiento de grano por kilogramo de nitrógeno aplicado, muestra que la variedad CNIA-INTA obtiene mayor proporción de incremento en el rendimiento con los diferentes niveles de nitrógeno aplicados. Con respecto a las otras variedades tratadas con nitrógeno, esto hace indicar que la variedad CNIA-INTA hace mejor uso del nitrógeno aplicado. Las otras variedades presentaron menores proporciones, siguiendo una tendencia decreciente.

La variedad Tortillero precoz tiene un incremento en (%) más estable, sin embargo el incremento por kilogramo es bajo. Las otras proporciones de 82 kg N. ha<sup>-1</sup> los incrementos son bajos, por lo tanto es mejor aplicar 82 kg N. ha<sup>-1</sup>.

El rendimiento de grano obtenido por cada una de las variedades con cada uno de los niveles de nitrógeno aplicados expresaron diferentes proporciones con relación a la producción de grano obtenido por kilogramo de nitrógeno aplicado.

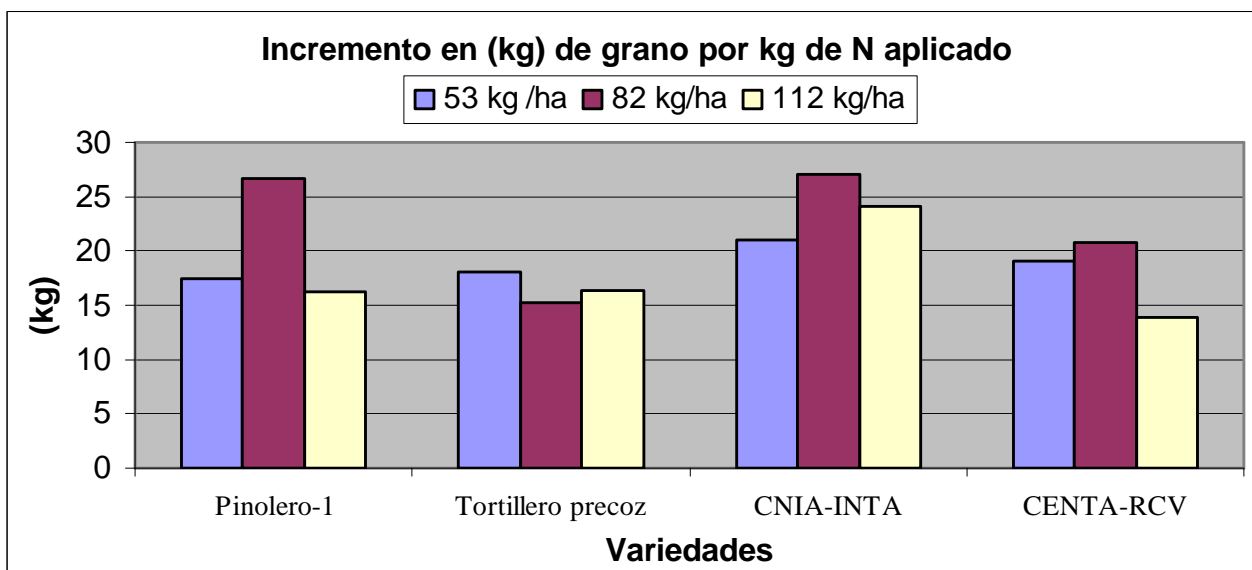
Las variedades CNIA-INTA y Pinolero-1 reflejaron mayores proporciones coincidiendo en (27:1) cuando se les suministró el nivel 82 kg N. ha<sup>-1</sup>, considerándose altas con respecto a las proporciones obtenidas por las otras variedades, de modo que este nivel es más adecuado para aplicarse en estas variedades, no resultando igual para la variedad Tortillero precoz que obtiene una proporción muy baja (15:1) comparada con las demás proporciones. La variedad CNIA-INTA mantiene mayor proporción con los otros niveles.

Tabla 13. Uso eficiente del nitrógeno por las variedades de sorgo en estudio con relación al incremento del rendimiento de grano por kilogramo de nitrógeno aplicado.

Variedad	Rendimiento obtenido (kg.ha <sup>-1</sup> )				Incremento del rendimiento con respecto al testigo en (%)			Incremento del rendimiento por kilogramo de nitrógeno aplicado (kg.ha <sup>-1</sup> )		
	testigo	53	82	112	53	82	112	53	82	112
CNIA-INTA	2595.5	3712.25	4813.5	5295.25	143	185	204	21	27	24
Pinolero-1	2216.75	3139.75	4407.75	4035.5	141.6	198.8	182	17	27	16
CENTA-RCV	1867.5	2879.75	3567.25	3428.5	154.2	191	183.6	19	21	14
Tortillero precoz	1774	2735	3020.75	3602.25	154	170.3	203	18	15	16

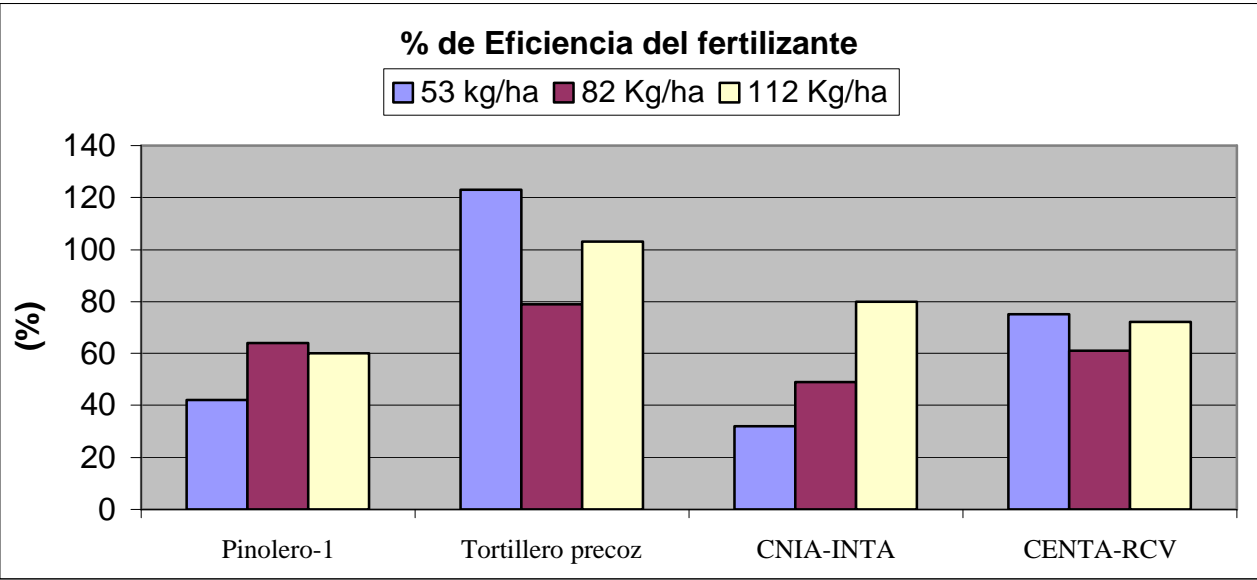
Se nota que a medida que se incrementan los niveles de nitrógeno, las proporciones tienden a decrecer, pero la variedad CNIA-INTA refleja mayores proporciones en cuanto a kilogramo de grano producido por kilogramo de nitrógeno aplicado, lo que indica que usa eficientemente el nitrógeno aplicado.

Figura 3. Proporcionalidad del incremento en el rendimiento de grano por kilogramo de nitrógeno aplicado en cada una de las variedades.



De manera general la eficiencia de recuperación del fertilizante nitrogenado por las variedades de sorgo, se determinó que la variedad Tortillero precoz absorbió mayor cantidad de nitrógeno en los tres niveles evaluados (53, 82 y 112 kg N. ha<sup>-1</sup>) extrayendo el 123, 79 y 103 % en cada de los niveles suministrados, es decir, que extrajo más N que las otras variedades, la variedad CENTA-RCV extrajo el 75 y 72 % del N aplicado en los niveles (53 y 112 kg N. ha<sup>-1</sup>) respectivamente, las variedades Pinolero-1 y CNIA-INTA absorbieron menores cantidades de N por lo tanto presenta porcentajes bajos, excepto en el nivel de 112 kg N. ha<sup>-1</sup> para CNIA-INTA.

Figura 4. Porcentaje de eficiencia del fertilizante nitrogenado por cada una de las variedades con los distintos niveles aplicados.





## V CONCLUSIONES

- ☞ La mayor altura de planta, diámetro de tallo y longitud de panoja lo presentó la variedad CENTA-RCV con la aplicación de 82 kg N. ha<sup>-1</sup>.
- ☞ La variedad CENTA-RCV obtuvo el mayor número de hojas. Para los niveles de nitrógeno aplicados la cantidad de hojas no varió, tanto para las plantas tratadas con nitrógeno, como para el testigo.
- ☞ El mayor rendimiento de grano se obtuvo con la variedad CNIA-INTA cuando se le aplicó 112 kg N. ha<sup>-1</sup>.
- ☞ La tasa de producción de biomasa más alta, la mayor concentración de N en la biomasa, la mayor concentración de N en el grano, el mayor contenido de N en el grano y la mayor extracción de N del suelo fue obtenida por la variedad Tortillero precoz, con la aplicación de 112 kg N. ha<sup>-1</sup>.
- ☞ Las mayores concentraciones de nitrógeno en las panojas, se obtuvieron con las variedades Tortillero precoz y CENTA-RCV cuando se les aplicó 82 y 112 kg N. ha<sup>-1</sup> respectivamente coincidiendo estas en 0.52 %.
- ☞ La variedad CNIA-INTA hace mejor uso del nitrógeno aplicado, al obtener los rendimientos de grano más altos (5,295.25 kg.ha<sup>-1</sup>), es decir que se conjuga su potencial genético con el nivel óptimo de nitrógeno (112 kg N. ha<sup>-1</sup>). Además, presenta una proporcionalidad considerablemente alta en cuanto a kilogramos de granos producidos por kilogramo de nitrógeno aplicado (27:1) cuando se aplicó 82 kg N. ha<sup>-1</sup>.

## VI RECOMENDACIONES

- Realizar otros ensayos similares en esta zona, para compararlos con los resultados que presentó esta investigación y así aceptarlos o rechazarlos.
- Utilizar las variedades CNIA-INTA y Pinolero-1, en el ámbito de producción comercial en esta zona, dado que manifestaron tener mayores rendimientos.
- En el caso que se utilice las variedades CNIA-INTA y Pinolero-1, no suministrar más de 82 kg N. ha<sup>-1</sup>, ya que reflejan rendimientos de grano satisfactorio y altas proporcionalidades referente a kilogramos de grano producido por kilogramo de nitrógeno aplicado, a demás resultaría económico.
- Las variedades Tortillero precoz y CENTA-RCV pueden cultivarlas con doble propósitos (grano-forraje), suministrándoles nitrógeno en cantidades de 112 kg N. ha<sup>-1</sup>, ya que tienen mayores tasas de producción de biomasa y los rendimientos en grano se consideran buenos.

## VII BIBLIOGRAFÍA

Arzola, P. N; Fundora H. O; Machado De A. 1986. Suelo planta y abonado. Pueblo y educación. La Habana, Cuba. 461p.

Carlson, P. S. 1990. Biología de la productividad de los cultivos. AGT Editor. México. 239p

Córdoba, L. 1995. Sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench). Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 9-21Pp.

Cristini, A. J. 1987. Introducción del cultivo del sorgo. Guatemala. 26p.

Cuadra, R. M. 1988. Efecto de diferentes niveles de nitrógeno, espaciamiento, poblaciones sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento del maíz, variedad NB-6. Managua, Nicaragua.

Cuadra, M. 2000 Efecto de diferentes densidades de siembra y distancia entre hileras sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento de sorgo. Tesis. Universidad Nacional Agraria. Escuela de producción vegetal. Managua, Nicaragua. 38p.

Demolón, A. 1967. Dinámica del suelo. La Habana, Cuba. 400p.

Demolón, A. 1975. Principios de agronomía. Crecimiento de los vegetales cultivados. Pueblo y Educación. La Habana, Cuba. 200p.

Fuentes, J. L. 1994. El suelo y los fertilizantes. Mundi-prensa,. Madrid, España. 121-122Pp.

Fuentes Yague, J. L. 1998. Botánica agrícola. 45p.

García, L. 2001. Fertilidad de suelo y fertilización de cultivos. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 33p.

Holdridge, L. R. 1987. Ecología basada en zonas de vida. IICA. San José, Costa Rica. 14p

Ibar, A. L. 1987. El sorgo. Cultivo y aprovechamiento. AEDOS. Barcelona, España. 15p.

WWW/ineter.gob.nic/Metereología. 2003. Dirección General de Meteorología.

León, L. 1987. Fundamentos botánicos de los cultivos tropicales. Instituto Interamericano de ciencias agrícolas de la OEA. San José. Costa Rica. 158p.

López, A & Galeato. 1982. Efecto de competencia de malezas en distintos estados de crecimiento del sorgo. Publicaciones técnicas N-°25. INTA. Argentina.

Monterrey, C. .A. 1997. Dosis y momentos de aplicación de fertilizante nitrogenado. Efecto sobre el crecimiento y rendimiento en el cultivo del sorgo granífero. Tesis. Escuela de producción vegetal. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 31p.

Morales, V, M. J. 2002. Comportamiento de generaciones f5 de Sorgo Granífero (*Sorghum bicolor* L. Moench), en Nic. Tesis Ing. Agr. FDR/UNA Managua (Nic). 47 p.

Olivares, S. E. 1994. Paquete de diseños Experimentales FAUANL. Versión 2.5. Facultad de Agronomía. UANL. Marín, N.L.

Paúl, C. L. 1990. Agronomía del sorgo. CENTA. El Salvador. 1, 19, 20, 47, 63 y 110Pp.

Peacock, J. M. & G, L Wilson. 1984. Sorghum. En the physiology of tropical field. Edited by P, r. gold worth, N. M Fischer; John Wiley and Son Ltd. A Wiley interscience publication. 249-279Pp.

Pineda, L. L. 1995. Cultivo del sorgo. INTA. Managua, Nicaragua. 4-7Pp.

Pineda, L. L. 1997. La producción del sorgo granífero en nicaragua y su manejo bajo condiciones de secano, instructivo técnico. INTA-CNIA. Managua, Nicaragua. 55p.

Poehlman, J. M. 1965. Mejoramiento genético de las cosechas. Limusa. México. 315,317 y 321Pp.

Rodríguez R, A & Orozco Y. 2002. Evaluación de dosis y momentos de aplicación de urea 46 por ciento de nitrógeno en el sistema tradicional de producción del sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) su efecto sobre el crecimiento y rendimiento.del cultivo. Universidad Nacional Agraria. Departamento de producción vegetal. Managua, Nicaragua.1, 25Pp.

Russelle, M. P; R, D. Hauck y R. A. Olson. 1983. Nitrogen accumulation rates of irrigated maize. Agronomy journal. Vol.75.

Somarriba, C. 1998. Granos básicos. Universidad Nacional Agraria. Escuela de producción vegetal. Managua, Nicaragua. 61p.

Soza de pro Esther. 1981. Manual de procedimiento analítico para alimento de consumo animal. Editorial V. A. Ch. 172p.

Urquiaga, S & Zapata, F. 2000. Manejo eficiente de la fertilización nitrogenada de cultivos anuales en América Latina y el caribe. Porto Alegre. Génesis. Río de Janeiro. Brasil. 9, 19 y 21Pp.

Vieira, J; Fischier, M; Marin, X & Sauer, E. 2000. Manejo integrado de la fertilidad del suelo en zonas de ladera (sistema de producción de granos básicos- pequeña ganadería). El Salvador. 22p.

Villalobos Rodríguez Enrique. 2001. fisiología de los cultivos tropicales. Editorial de la Universidad. San José, Costa Rica. 203p.

Wall, J & Ross, W. 1975. Producción y uso del sorgo. Hemisferio sur Buenos Aires. 20p.

Younquist, J. B; Bramel, Cox. P & Maranville, J. W. 1992. Evaluation of alternative screening criateria for selecting Nitrogen-use efficient genotypes in sorghum. Crop science. 32 (6) Pp (1310-1313).