

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE AGRONOMIA
DEPARTAMENTO DE PRODUCCION VEGETAL



TRABAJO DE DIPLOMA

**EVALUACIÓN AGRONÓMICA DE LA VARIEDAD DE
SORGO (SORGHUM BICOLOR) (L.) MOENCH CNIA-
INTA BAJO DOS FUENTES DE FERTILIZACIÓN
NITROGENADA EN EL MUNICIPIO DE SAN RAMÓN,
MATAGALPA**

AUTORES

Br. MARIO ANTONIO GADEA MORENO

Br. RUBY ANAYENSI ALTAMIRANO PALACIOS

ASESOR

ING. AGR. MSc. LEONARDO GARCÍA

MANAGUA, NICARAGUA. FEBRERO 2005.

ÍNDICE GENERAL

	Página
ÍNDICE DE TABLAS	i
ÍNDICE DE FIGURAS	iii
ÍNDICE DE ANEXOS	iv
DEDICATORIAS	v
AGRADECIMIENTOS	vii
RESUMEN	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	3
2.1 Objetivo general	3
2.1.2 Objetivos específicos	3
III. MATERIALES Y MÉTODOS	4
3.1 Descripción del lugar	4
3.1.1 Ubicación	4
3.1.2 Clima	4
3.1.3 Suelo	5
3.2 Metodología experimental	6
3.2.1 Descripción del diseño Experimental	6
3.2.2 Descripción de los tratamientos	6
3.2.3 Dimensiones de ensayo	6
3.3 Variables evaluadas	7

3.4 Características de la variedad en estudio	9
3.5 Manejo agronómico	9
3.6 Análisis económico	10
3.7 Análisis estadísticos	11
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	12
4.1 Influencia de las distintas fuentes sobre el crecimiento y desarrollo del cultivo	12
4.1.1 Altura de planta	12
4.1.2 Diámetro del tallo	13
4.1.3 Número de hojas	15
4.2 Influencia de las distintas fuentes sobre los componentes del rendimiento	17
4.2.1 Longitud de panoja	17
4.2.2 Longitud de excursión de panoja	18
4.2.3 Peso de mil granos	19
4.2.4 Rendimiento de grano (kg ha ⁻¹)	21
4.2.5 Biomasa seca (kg ha ⁻¹)	23
4.2.6 Porcentaje de nitrógeno en la biomasa (%)	24
4.2.7 Acumulación de nitrógeno en la biomasa (kg ha ⁻¹)	25
4.2.8 Porcentaje de nitrógeno en el grano (%)	27
4.2.9 Acumulación de nitrógeno en el grano (kg ha ⁻¹)	29
4.3 Uso eficiente del nitrógeno	30
4.4 Análisis económico	35
4.4.1 Presupuesto parcial	35

4.4.2 Análisis de dominancia	36
4.4.3 Análisis marginal	37
V. CONCLUSIONES	39
VI. RECOMENDACIONES	40
VII. BIBLIOGRAFÍA	41

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N°	Página
1. Características físicas y químicas del suelo donde se realizó el ensayo, San Ramón, Matagalpa	5
2. Fuentes y formas de aplicación de la fertilización nitrogenada en la variedad CNIA-INTA, San Ramón, Matagalpa. Postrera, 2003	6
3. Comportamiento de la variedad CNIA-INTA bajo dos fuentes de suministro de nitrógeno sobre la altura de planta (cm). San Ramón, Matagalpa. Época de postrera 2003	13
4. Comportamiento de la variedad CNIA-INTA bajo dos fuentes de suministro de nitrógeno sobre el diámetro de planta (cm). San Ramón, Matagalpa. Época de postrera 2003	14
5. Comportamiento de la variedad CNIA-INTA bajo dos fuentes de suministro de nitrógeno sobre el número de hojas por planta. San Ramón, Matagalpa. Época de postrera 2003	16
6. Comportamiento de la variedad CNIA-INTA bajo dos fuentes de suministro de nitrógeno sobre la longitud de panoja (cm). San Ramón, Matagalpa. Época de postrera 2003	18
7. Comportamiento de la variedad CNIA-INTA bajo dos fuentes de suministro de nitrógeno sobre la longitud de excursión de panoja (cm). San Ramón, Matagalpa. Época de postrera 2003	19

8. Comportamiento de la variedad CNIA-INTA bajo dos fuentes de suministro de nitrógeno sobre el peso de mil granos (g). San Ramón, Matagalpa. Época de postrera 2003	21
9. Comportamiento de la variedad CNIA-INTA bajo dos fuentes de suministro de nitrógeno sobre el rendimiento de grano (kg ha^{-1}). San Ramón, Matagalpa. Época de postrera 2003	22
10. Comportamiento de la variedad CNIA-INTA bajo dos fuentes de suministro de nitrógeno sobre la producción de biomasa (kg ha^{-1}). San Ramón, Matagalpa. Época de postrera 2003	24
11. Evaluación agronómica de la variedad CNIA-INTA bajo dos fuentes de suministro de nitrógeno. Presupuesto parcial de los tratamientos. San Ramón, Matagalpa, Nicaragua. Postrera 2003	36
12. Evaluación agronómica de la variedad CNIA-INTA bajo dos fuentes de suministro de nitrógeno . Análisis de dominancia de los tratamientos San Ramón, Matagalpa, Nicaragua. Postrera 2003	37
13. Evaluación agronómica de la variedad CNIA-INTA bajo dos fuentes de suministro de nitrógeno . Análisis de retorno marginal de los tratamientos San Ramón, Matagalpa, Nicaragua. Postrera 2003	38

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N°	Página
1. Promedios mensuales de precipitación (mm) y temperatura (°C) presentados durante el desarrollo del experimento en San Ramón, Matagalpa	4
2. Contenido de nitrógeno (%) en la biomasa para la variedad CNIA-INTA en los distintos tratamientos.	25
3. Acumulación de nitrógeno en la biomasa para la variedad CNIA-INTA en los distintos tratamientos.	27
4. Contenido de nitrógeno (%) en el grano para la variedad CNIA-INTA en los distintos tratamientos.	28
5. Acumulación de nitrógeno en el grano para la variedad CNIA-INTA en los distintos tratamientos.	30
6. Rendimiento en grano por kilogramo de nitrógeno aplicado para la variedad CNIA-INTA en los distintos tratamientos.	31
7. Eficiencia fisiológica para la variedad CNIA-INTA en los distintos tratamientos.	33
8. Relación de eficiencia para la variedad CNIA-INTA en los distintos tratamientos.	34

INDICE DE ANEXOS

Tabla N°	Página
1. Costos fijos de los tratamientos evaluados en el ensayo. Evaluación agronómica de la variedad CNIA-INTA bajo dos fuentes de fertilización nitrogenada. San Ramón, Matagalpa, Nicaragua. Postrera, 2003.	48
2. Costos variables de los tratamientos evaluados en el ensayo. Evaluación agronómica de la variedad CNIA-INTA bajo dos fuentes de fertilización nitrogenada. San Ramón, Matagalpa, Nicaragua. Postrera, 2003.	48

Dedicatoria

Con la sabiduría se edifica una casa, con la prudencia se afirman sus bases y si posees la ciencia, llenaras tus graneros de todos los bienes preciosos y deseables.

El hombre sabio tiene potencia; el hombre de ciencia aumento su fuerza.

Mis logros alcanzados son dedicados a **Dios** que nos ama y nos guía por el camino del bien para alcanzar las metas futuras en el ámbito profesional.

A mis padres: **Marcia de Fátima Moreno y Mario José Gadea** quienes me han dado la vida, cariño, abnegación y su apoyo en la culminación de mis estudios universitarios.

A mis docentes: por su labor, abnegación y sacrificio quienes nos encaminaron con sus consejos en la senda del saber.

A mi prometida **Tania Sayonara Lagos González**, quien ha sido motivo de inspiración, amor y ternura; además por darme ánimos para llegar a finalizar este trabajo

Mario Antonio Gadea Moreno

Dedicatoria

La ciencia no es patrimonio de unos pocos, si no todo lo contrario, es fruto del trabajo del hombre y por lo mismo pertenece a la sociedad en conjunto.

Mis esfuerzos se los dedico a **Dios** por darme salud, sabiduría y fuerzas para lograr éxito profesional, guiándome por el buen camino y sobre todo manteniendo en mi “espíritu de superación y lucha” para vencer los obstáculos y desafiar los peligros a los que se incurre en la vida cotidiana.

A las personas que maravillosamente Dios permite que estén a mi lado disfrutando de momentos de éxito y felicidad, mis Padres **Georgina Palacios e Israel Altamirano** que gracias a su apoyo incondicional logre llegar a culminar satisfactoriamente mis estudios universitarios. Los adoro y les agradezco sus consejos y sus sacrificios ya que sin ellos no fuera lo que hoy soy.

A mis hermanos **José Alfonso, Israel, Israeliette y Georgina**, por su apoyo incondicional.

A alguien especial para mí **Nolan Rodríguez** por sus consejos, comprensión y apoyo en la lucha por alcanzar nuestras metas que se traducen en acciones exitosas para nuestras vidas.

A mi tía **Lorena Palacios** por estar siempre junto a mí en mi lucha, gracias por sus consejos y su apoyo en todo momento.

Ruby Anayensi Altamirano Palacios

Agradecimientos

Al ser supremo por brindarnos salud entusiasmo e inteligencia para culminar ésta meta.

Agradecemos al Ing. Msc. Leonardo García por brindarnos la oportunidad de haber participado en este trabajo de diploma y por habernos orientado en la realización del mismo.

Al programa INTSORMIL, por haber financiado y/o proporcionado los materiales para establecimiento, mantenimiento y culminación de este trabajo.

Al Sr. Catalino Figueroa por el apoyo brindado para llevar a cabo el trabajo experimental.
A los miembros que integran la Universidad Nacional Agraria y a la facultad de Agronomía.

A nuestros compañeros, Ajax Fonseca, Tania Centeno, Lenin López y Donald Herrera por el apoyo brindado en el trayecto del presente trabajo.

A Carlos Miller, al Ing. MSc Juan José Avelares y a la Lic. MSc Irma Vega por haber realizando un aporte valioso a este trabajo, al igual agradecemos a todos los docentes que influyeron de manera positiva en nuestro camino hacia la formación profesional.

A la dirección de servicios estudiantiles y al centro nacional de investigación y documentación agropecuaria.

Mario Antonio Gadea Moreno
Ruby Anayensi Altamirano Palacios

RESUMEN

El presente trabajo se realizó en la finca del señor Catalino Figueroa, ubicado en la comunidad de Guadalupe del municipio de San Ramón- Matagalpa, en época de postrera (Septiembre a Diciembre) del 2003, con el propósito de evaluar el uso eficiente del nitrógeno por la variedad de sorgo granífero CNIA-INTA, aplicando diferentes fuentes de nitrógeno provenientes del fertilizante químico y de la incorporación de frijol mungo y determinar la influencia de estos en el rendimiento de grano. El diseño experimental utilizado fue un unifactorial con arreglos de tratamientos en bloques completos al azar (BCA), con tres repeticiones. Los resultados provenientes del análisis estadístico y la prueba de rangos múltiples (separación de medias) de Tukey al 95 % de confiabilidad realizados para el experimento indican que en todos los tratamientos evaluados no hay diferencias significativas entre ellos, en todas las variables evaluadas. El mayor rendimiento de grano se obtuvo cuando se utilizó el frijol Mungo como fuente de nitrógeno en asocio con la variedad CNIA-INTA con una producción de 5142 kg ha^{-1} , de igual manera este tratamiento sobresalió en la producción de materia seca con $4235.60 \text{ kg ha}^{-1}$. El tratamiento que expuso un mejor uso eficiente del nitrógeno fue en asocio con frijol mungo con 122.1 % de relación de eficiencia y 364.3 % de eficiencia fisiológica. El análisis económico, análisis de dominancia y análisis marginal demuestra que el tratamiento en el que se utilizó como fuente el frijol mungo se obtienen los mejores resultados.

I INTRODUCCION

El cultivo del sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) es uno de los cultivos más importantes en áreas semi áridas tropicales ya que puede ser cultivado con éxito bajo condiciones secas y de altas temperaturas. El sorgo es ampliamente distribuido a lo largo y ancho del mundo, cultivándose anualmente 47.8 millones de hectáreas (FAO, 1982).

En el año 2002, se produjeron más de 54.7 millones de toneladas en el mundo (FAO, 2003). Los países de Centroamérica incluyendo México aportaron el 15.2 % del total mundial. En casi todos los países latinoamericanos se ha incrementado el uso del sorgo granífero durante los últimos años y en varios de ellos se ha alcanzado tal importancia que hoy es considerado como uno de los principales rubros.

Las mayores áreas de producción en la actualidad incluyen las grandes planicies de Norte América, Sur de África, Noreste de China, Centro de la India y Argentina (Peacock & Wilson, 1984).

En el país existen zonas óptimas para la producción de este rubro dentro de ellas cabe destacar las zonas: Rivas, Granada, Managua, Estelí y León, en la mayoría de ellas se obtienen mejores resultados en siembras de postrera (Alemán & Tercero, 1991).

De los diversos problemas que limitan el bajo rendimiento en sorgo se pueden mencionar entre otros, el mal uso de la tecnología dentro de la cual se incluye como factor de primera importancia la fertilización nitrogenada, utilizando como fuente urea al 46 % de nitrógeno. Demolón (1975), plantea que en la agricultura, el nitrógeno es de vital importancia, pues este elemento se destaca dentro de los esenciales para el 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.

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

Córdoba (1995), afirma que la planta de sorgo exige una constante y bien distribuida aplicación de nitrógeno desde la siembra hasta el llenado de grano, ya que lo demanda para crecer, elaborar sus reservas y formar sus semillas.

Según Monterrey (1997), con aplicaciones de 129 kg ha^{-1} de urea (46% de nitrógeno) se logró obtener un rendimiento en grano de $7,230.1 \text{ kg ha}^{-1}$. Trabajos realizados por Suárez y Zeledón (2003) muestran que la variedad CNIA-INTA logra rendimientos de $5,295.25 \text{ kg ha}^{-1}$, cuando se aplican 82 kg ha^{-1} de urea (46% de nitrógeno).

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

La fertilización nitrogenada mediante el uso de fertilizantes 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).

Lo anterior conduce a examinar de manera detallada la dosis óptima del fertilizante necesaria en la producción del sorgo de igual forma el momento más apropiado durante el desarrollo de la planta para aplicar dicho fertilizante.

II OBJETIVOS

2.1 Objetivo General

Evaluar el efecto de las fuentes de nitrógeno provenientes del fertilizante químico y de la incorporación de frijol mungo sobre la producción de sorgo granífero y uso eficiente de nitrógeno por la variedad CNIA-INTA en el municipio de San Ramón, Matagalpa.

2.1.2 Objetivos específicos

- Evaluar el efecto de dos fuentes nitrogenadas provenientes del fertilizante químico y de la incorporación de frijol mungo sobre el crecimiento y rendimiento de la variedad CNIA-INTA.
- Evaluar el contenido de nitrógeno en la biomasa y grano de la variedad CNIA-INTA.
- Evaluar económicamente los tratamientos en estudio.

III MATERIALES Y METODOS

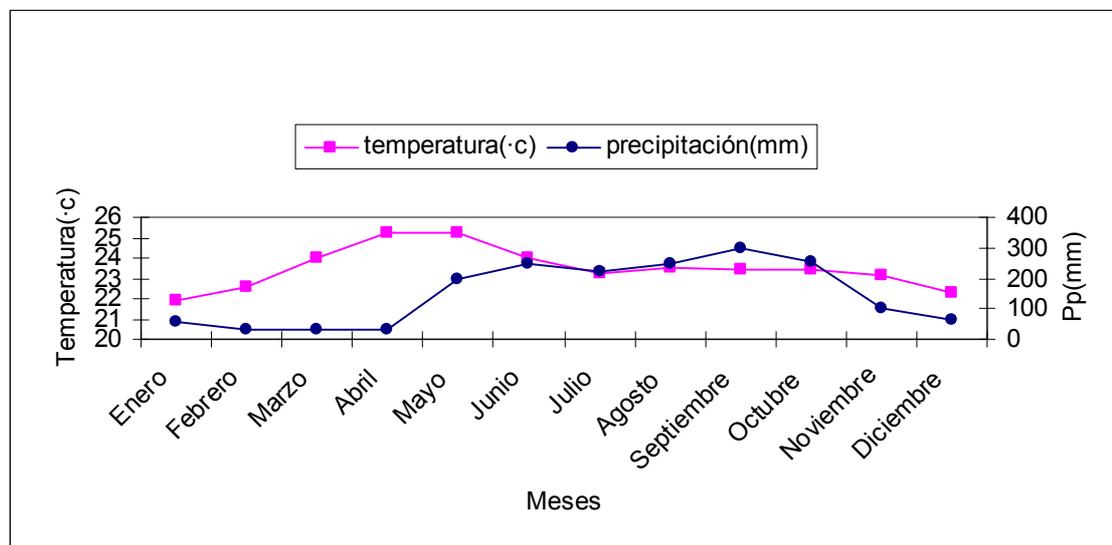
3.1 Descripción del lugar

3.1.1 Ubicación

El presente trabajo se realizó en la finca del señor Catalino Figueroa, en la comunidad Guadalupe del municipio de San Ramón, Matagalpa ubicada 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 precipitaciones anuales son de 1000-2500 mm/año, los meses de mayor intensidad de lluvia son septiembre y octubre. La humedad relativa en el período lluvioso es mayor del 80 %, la temperatura máxima en las partes más bajas durante los meses de Marzo a Mayo oscilan alrededor de 35°C y la temperatura mínima en las partes altas durante los meses de enero y febrero son de 20°C (Figura 1).



Fuente INETER 2003.

Figura 1. Promedios mensuales de precipitación (mm), y temperatura (°C), presentados durante el desarrollo del experimento en San Ramón, Matagalpa.

3.1.3 Suelo

Los suelos de la finca son franco arcilloso, con una profundidad de 10 a 30 cm. La pendiente oscila entre el 5 y 10 %, el drenaje es regular y son de origen volcánico, sus características se describen en la tabla 1.

Tabla 1. Características físicas y químicas del suelo donde se realizó el ensayo, San Ramón, Matagalpa

Elemento	Valor	Clasificación
pH (H ₂ O)	6.63	Ligeramente ácido
Materia Orgánica (%)	3.34	Medio
Nitrógeno (%)	0.16	Medio
P (ppm)	3.19	Bajo
K(meq/100g de suelo)	0.44	Alto
Ca (meq/100g de suelo)	8.02	Alto
Mg (meq/100g de suelo)	5.72	Alto
Arcilla (%)	45.6	
Limo (%)	22	
Arena (%)	32.4	
CIC	46.78	
	Textura	Franco arcilloso

Fuente: laboratorio de suelos y agua. UNA 2003.

3.2 Metodología experimental

3.2.1 Descripción del diseño experimental

Las evaluaciones de campo para los tratamientos se distribuyeron en un diseño de bloques completos al azar como un experimento unifactorial con tres repeticiones (Pedroza, 1993).

3.2.2 Descripción de los tratamientos

Los tratamientos evaluados se describen en la tabla 2.

Tabla 2. Fuentes y formas de aplicación de la fertilización nitrogenada en la variedad CNIA-INTA, San Ramón, Matagalpa. Postrera, 2003

Tratamientos	Descripción
1	65 kg ha ⁻¹ de completo 12-30-10 al momento de la siembra + 65 kg ha ⁻¹ de Urea 46 % de nitrógeno aplicados a los 40 dds (Testigo).
2	65 kg ha ⁻¹ de completo 12-30-10 aplicado 25 % a la siembra y 75 % a los 15 dds + 65 kg ha ⁻¹ de Urea 46 % de nitrógeno 50 % a los 25 dds y 50 % a los 45 dds.
3	Frijol Mungo sembrado a los 15 dds del sorgo e incorporados a los 45 días después de la siembra del sorgo.

dds: días después de la siembra.

3.2.3 Dimensiones del ensayo

Área de la parcela útil 2.1m x 5m = 10.5 m²

Área de la subparcela 5 m x 4 m = 20 m²

Área de la parcela grande 5 m x 10.5 m = 52.5 m²

Área de una repetición 5 m x 42m = 210 m²

Área de tres repeticiones 3 m x 210m = 630 m²

Área entre repetición 2 m x 42 m = 84 m²

Área del ensayo 630 m² + 84 m² = 714 m²

3.3 Variables evaluadas

Durante el crecimiento del cultivo se evaluaron los siguientes parámetros

Altura de planta (cm) Se midió desde la superficie del suelo hasta el último nudo del tallo de la planta, esta variable fue tomada en cuatro momentos a los 30, 45, 60 y 75 días después de la siembra (dds).

Diámetro del tallo (cm) Se tomó de la parte media del tallo, esta variable fue tomada en cuatro momentos a los 30, 45, 60 y 75 días después de la siembra (dds).

Número de hojas Se tomó como hojas, aquellas que presentaron el collar foliar visible, la medición de esta variable también se realizó en cuatro momentos, a los 30, 45, 60 y 75 días después de la siembra (dds).

Evaluaciones a la cosecha

Longitud de panoja (cm) Se determinó midiendo a partir de la base de la panoja, hasta el ápice de la misma, se tomó un promedio de 10 panojas de las plantas cosechadas de las parcelas experimentales, obteniendo su respectiva longitud y determinándoseles las medias a cada grupo de panojas. La que fue considerada para el análisis estadístico.

Longitud de excursión de panoja (cm) Tomado a partir de la inserción del ráquis en la hoja bandera hasta la primera espiguilla de la panoja.

Rendimiento de grano (kg ha⁻¹) Se colectó la producción de grano de cada tratamiento, posteriormente desgranamos la panoja y ajustamos el rendimiento al 14 % de humedad se pesó y se expresó en kg ha⁻¹.

Peso de mil granos (g) Se tomaron 1000 granos de cada tratamiento y se pesaron.

Biomasa seca producida (kg ha⁻¹) Se seleccionaron 2m² dentro de la parcela útil de cada unidad experimental, se extrajeron las plantas del campo, se le determinó el peso fresco, posteriormente se introdujo al horno por 72 horas a una temperatura de 65° C (grados celcius) y se registro el peso seco en kg ha⁻¹ de materia seca.

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 les 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.

Nitrógeno en el grano en (%) Una muestra del sorgo cosechado por parcela útil fue enviada al laboratorio para determinar la concentración de nitrógeno en el grano, el método utilizado fue el mismo con que se determinó el nitrógeno en la biomasa.

Uso eficiente de Nitrógeno

N en biomasa (kg ha⁻¹) = (Rendimiento de la biomasa * % N de la biomasa) / 100

N en grano (kg ha⁻¹) = (Rendimiento de grano * % N en grano) / 100

Relación de eficiencia =
$$\frac{\text{Rendimiento kg ha}^{-1} (\text{biomasa} + \text{grano})}{\text{N Total kg ha}^{-1} (\text{biomasa} + \text{grano})}$$

Rendimiento de grano por kilogramo de nitrógeno aplicado:

RG= Rendimiento tratamiento kg ha⁻¹ - rdto. kg ha⁻¹ (testigo) / 37.7

Eficiencia fisiológica =
$$\frac{\text{N kg ha}^{-1} (\text{biomasa} + \text{grano})}{37.7} * 100$$

3.4 Característica de la variedad CNIA-INTA en estudio

La altura de la planta es de 157 cm, panoja de tipo semi abierta, con granos de color blanco, los días a floración son de 68 días después de emergencia, longitud de excursión y tamaño de panoja es de 10 y 23 cm respectivamente, días a la cosecha son de 110 a 120, con un potencial genético de 5,951.89 kg ha⁻¹.

3.5 Manejo agronómico

La preparación del terreno, se inició con la limpieza del área de siembra, el 30 de agosto del 2003, posteriormente se realizó dos pases de arado tradicional con tracción animal (arado egipcio).

La siembra se efectuó de forma manual el 06 de septiembre con un rayado inicial usando el arado egipcio de tracción animal, la semilla utilizada para la siembra fue la variedad CNIA-INTA, sus características son mencionadas en el punto 3.5.

Densidad de siembra

La distancia de siembra utilizada fue de 0.7 m entre surco y dejando 15 plantas por metro lineal. Para obtener una densidad de 250,000 plantas por hectárea.

Fertilización.

Se utilizó como fuente de nutrientes el completo 12-30-10 y urea 46 % de nitrógeno. Estos se aplicaron según descrito en la tabla 2.

Raleo

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

Control de malezas

Se aplicó el control mecánico con machete el 25 de octubre, para suprimir las malezas presentes.

Cosecha

La recolección de la cosecha se realizó el 15 de diciembre de 2003, de forma manual, utilizando tijeras para el corte de las panojas.

3.6 Análisis económico

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 acerca de cual de las alternativas evaluadas es la más adecuada desde el punto de vista del productor. La metodología empleada en este análisis fue la de determinar el beneficio/costo, análisis de dominancia y un análisis de retorno marginal a los tratamientos no dominados, para lo cual se considera los siguientes parámetros:

Costos fijos: incluyen los costos de limpieza, preparación de suelo, fertilización básica.

Costos variables: incluyen gastos en cada uno de los tratamientos evaluados, semilla, urea 46 % de nitrógeno, mano de obra.

Costos totales: es la suma de los costos fijos más 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 costo que varían más bajo.

Análisis de tasa de retorno marginal: se determinó la relación entre el beneficio neto marginal y el costo marginal de los costos que varían.

3.7 Análisis estadístico

Los datos provenientes de los factores de crecimiento de la planta de sorgo y los componentes del rendimiento como tal fueron sometidos a un análisis de varianza (ANDEVA) y a prueba de rangos múltiples de Tukey al 95 por ciento de confianza, utilizando el paquete de diseños experimentales FAUANL (Olivares 1994).

IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Influencia de las distintas fuentes sobre el crecimiento y desarrollo del cultivo

4.1.1 Altura de 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).

La altura de planta es una variable que nos permite medir el crecimiento del cultivo, y la misma está determinada por diferentes factores, entre ellos, la humedad, temperatura y la fertilización nitrogenada, éste último es señalado por López & Galeato (1982) como una de los determinantes en el descenso de la altura del sorgo.

En los cuatro momentos considerados en el análisis estadístico, no se encontró diferencias significativas para los distintos tratamientos evaluados (tabla 3), la no significancia obtenida a los 30 días después de la siembra (dds) se debe a que el crecimiento del sorgo es lento en sus primeros días de desarrollo.

A los 45 dds numéricamente la mayor altura se alcanzó cuando se aplicó urea 46 % de nitrógeno a los 40 dds (tratamiento 1) con 47.30cm, sin presentar diferencias significativas con el resto de tratamientos, en segundo lugar quedó el tratamiento 2 con 42.09cm y la menor altura de planta se presentó en el tratamiento en asocio con frijol mungo con 38.10 cm. Este comportamiento de la altura de planta se mantuvo a los 60 dds, en donde el tratamiento 1 presentó la mayor altura con 72.10 cm, no mostrando diferencias estadísticas con el resto de tratamientos, en segundo lugar quedó el tratamiento 2 con 69.56 cm y el tercer lugar lo obtuvo el tratamiento 3 con 63.16 cm.

Si se observa la tabla 3, la mayor altura en el último muestreo la presentó el tratamiento 1 con 94 cm, las menores alturas se presentaron en el asocio con frijol mungo y el tratamiento 2

con 92.7 y 87.9 cm respectivamente. La tendencia que mostró la variedad CNIA-INTA es a un mejor desarrollo vegetativo cuando se aplicó nitrógeno vía fertilizante químico, esto concuerda con lo planteado con Martínez (1997), sobre la respuesta del cultivo de sorgo a las aplicaciones de fertilizantes a base de NPK al momento de la siembra.

Tabla 3. Comportamiento de la variedad CNIA-INTA bajo dos fuentes de suministro de nitrógeno sobre la altura de planta en cm. San Ramón, Matagalpa. Época de postrera 2003

Tratamientos	30 dds	45 dds	60 dds	75dds
1	20.66	47.30	72.10	94.03
2	21.16	42.09	69.56	87.90
3	20.06	38.10	63.16	92.76
ANDEVA	NS	NS	NS	NS
CV %	8.41	7.88	7.34	15.16

dds (días después de la siembra)

4.1.2 Diámetro del tallo

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).

Según Phoelman (1985), el diámetro del tallo tiene gran importancia para la obtención de altos rendimientos, ya que el acame en el sorgo se produce como resultado del encorvado o la rotura de los tallos debido a su vigor. El sorgo acamado constituye un medio favorable para el desarrollo de hongos y enfermedades.

El análisis de varianza (ANDEVA) realizado para la variable diámetro, demuestra que no hubo efecto significativo en los cuatro momentos en que fue considerado el muestreo. Los resultados muestran que se obtuvo el mayor diámetro en las cuatro fechas de evaluación cuando se aplicó

(Tratamiento 1) urea al 46 % a los 40 días después de la siembra (dds), obteniéndose un valor de 0.78, 1.34,1.37 y 1.38 cm. Sin embargo, la diferencia es mínima comparada con los otros tratamientos (tabla 4).

La aplicación de fertilizante nitrogenado tiene poca influencia en el engrosamiento del tallo de la planta de sorgo, confirmándose lo descrito por Cuadra (1988), el diámetro del tallo puede verse influenciado por varios factores genéticos y la densidad de plantas usadas. Al igual que en la variable anterior los valores obtenidos en el diámetro de la planta responden numéricamente mejor a aplicaciones mayores al momento de la siembra lo que concuerda con Gardner & Mitchell (1985), plantas deficientes en N son atrofiadas en su EC1 (etapa de crecimiento 1).

Tabla 4. Comportamiento de la variedad CNIA-INTA bajo dos fuentes de suministro de nitrógeno sobre el diámetro de planta en cm. San Ramón, Matagalpa. Época de Postrera 2003

Tratamientos	30 dds	45 dds	60 dds	75dds
1	0.78	1.34	1.37	1.38
2	0.63	1.18	1.22	1.26
3	0.69	1.21	1.25	1.27
ANDEVA	NS	NS	NS	NS
CV %	9.56	10.32	15.69	7.75

dds (días después de la siembra)

4.1.3 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 & Gago, 1996).

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.

El análisis de varianza indica que no existen diferencias significativas para los distintos tratamientos evaluados en los cuatro momentos considerados en el análisis estadístico considerando que la no significancia a los 30 días después de la siembra se debe a que 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 (Cristiani, 1987).

A los 45 días el mayor número de hojas se obtuvo cuando se aplicó urea 46% de nitrógeno a los 40 días después de la siembra (tratamiento 1) con 5 hojas formadas sin presentar diferencias estadísticas significativas con el resto de los tratamientos quienes presentaron (tratamiento 1 y 2) 4 hojas por cada tratamiento.

El comportamiento en el número de hojas se mantiene a los 60 y 75 días después de la siembra con 7 y 8 hojas respectivamente en donde el tratamiento 1 presentó el mayor número de hojas.

La tabla 5 muestra los resultados obtenidos para esta variable, en todos los muestreos realizados el mejor comportamiento lo presentó el tratamiento 1, lo que permite inferir que existe mayor disponibilidad de nitrógeno lo que concuerda con Goldworthy & Fischer (1984), el número de hojas de la planta es afectado por los contenidos de nutrientes en el suelo, siendo el nitrógeno el elemento que más la afecta.

El papel más importante que juega el nitrógeno en el crecimiento y desarrollo del cultivo es en la síntesis de proteínas, la cual es indispensable para la planta. Una disminución de nitrógeno en el suelo, provoca una disminución consecuente en la síntesis de proteínas esto trae como consecuencia una reducción de la altura de planta, el diámetro del tallo y el número de hojas por planta, afectando negativamente el cultivo de sorgo.

Tabla 5. Comportamiento de la variedad CNIA-INTA bajo dos fuentes de suministro de nitrógeno sobre el número de hojas por planta. San Ramón, Matagalpa. Época de postrera 2003

Tratamientos	30 dds	45 dds	60 dds	75dds
1	4	5	7	8
2	3	4	6	7
3	3	4	6	7
ANDEVA	NS	NS	NS	NS
CV %	7.29	6.95	8.47	11.61

dds (días después de la siembra)

4.2 Influencia de las distintas fuentes sobre los componentes del rendimiento

4.2.1 Longitud de panoja

La longitud de panoja en el cultivo del sorgo es una variable que ésta ligada tanto a factores genéticos como ambientales. Es de gran importancia en el rendimiento, ya que panojas de mayor tamaño tienen mayor número de espiguillas y de granos, lo que aumenta el rendimiento (Monterrey, 1997).

Según León, (1987), la panoja es una continuación del eje vegetativo, ésta puede ser compacta o suelta según la distancia entre ramilla, posición, longitud y la densidad de flores por ramas; la posición puede ser erecta o curva, la longitud de la panoja es inversamente proporcional al ancho de la misma. Para Phoelman (1985), un tipo de espiga abierta y muy sobresaliente de la última hoja, permite un mejor secado de las semillas maduras.

El análisis estadístico realizado a la variable longitud de panoja (tabla 6) muestra que no existe efecto significativo entre los tratamientos en estudio, aplicados a la variedad CNIA-INTA; esto concuerda con lo descrito por Paúl (1990), con lo que asegura que la longitud de panoja, es una característica varietal.

Similares resultados, encontraron Suárez & Zeledón (2003), en un estudio de diferentes niveles de nitrógeno con esta misma variedad, reportando una longitud de 21 cm aplicando 82 kg de N ha⁻¹. Pérez & Suárez (2003), reportaron un similar comportamiento en relación a esta variable usando la variedad CNIA-INTA, con 19.44 cm. Esto muestra que 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 los contenidos iniciales de fertilizante en el suelo, con lo cual fue suficiente para lograr estos resultados.

Tabla 6. Comportamiento de la variedad CNIA-INTA bajo dos fuentes de suministro de nitrógeno sobre la longitud de panoja (cm). San Ramón, Matagalpa. Época de postrera 2003

Tratamientos	Longitud de panoja (cm)
1	18.53
2	19.50
3	19.06
ANDEVA	NS
CV %	6.52

4.2.2 Longitud de excursión de panoja

La excursión de la panoja es una prolongación del eje vegetativo llamado pedúnculo que se encuentra entre la panoja y el tallo. Se inicia de la hoja bandera y termina en la primera ramilla de la panoja. Una buena excursión de la panoja permite que los granos queden fuera de la vaina de la hoja bandera, lo que reduce el daño por plaga y enfermedades en la parte inferior de la

panícula. La excesiva longitud de excursión de la panoja posibilita el quiebre del pedúnculo y por lo tanto la pérdida de grano. La excursión de panoja puede estar influenciada por el ambiente aunque no significativamente (Álvarez & Talavera, 1991).

La longitud de excursión es considerada de mucha importancia en la recolección mecanizada. Si se tiene un genotipo con pequeña longitud de excursión de panoja, al cosecharse se corta la hoja y el tallo de la planta, lo cual ocasiona una mayor cantidad de material extraño ocasionado con una baja en la calidad del grano (Compton, 1985).

El análisis estadístico no presenta diferencias significativas en el comportamiento de la variedad CNIA-INTA para todos los tratamientos en estudio (tabla 7), estos resultados se deben a que esta característica está influenciada por factores genéticos y por la fertilidad natural en interacción con la humedad del suelo, esto concuerda con lo descrito por Compton (1990), la excursión está controlada genéticamente, pero factores ambientales adversos como deficiencia de agua pueden ejercer efectos pronunciados.

Tabla 7. Comportamiento de la variedad CNIA-INTA bajo dos fuentes de suministro de nitrógeno sobre la longitud de excursión de panoja (cm). San Ramón, Matagalpa. Época de postrera 2003

Tratamientos	Longitud de excursión panoja (cm)
1	20.43
2	21.19
3	20.16
ANDEVA	NS
CV %	7.59

4.2.3 Peso de mil granos

La variable peso de mil granos es poco influenciada por el medio ambiente, ya que está ligada a caracteres estrictamente de cada variedad. Esta variable demuestra la capacidad de trasladar nutrientes acumulados por la planta en su desarrollo vegetativo al grano, en la etapa

reproductiva (Zapata & Orozco, 1991), su movilización contribuye al rendimiento en una producción que difiere con las variedades, el medio ambiente y manejo que se le de al cultivo. Esto se traduce en menor peso del tallo ya que los materiales nutritivos almacenados pasan de este a la semilla en desarrollo (Miller, 1980).

(Millar, 1975) resume que el nitrógeno es un elemento constituyente de cualquier célula viva y abundante especialmente en hojas y semillas. El nitrógeno produce efectos favorables en las plantas; así por ejemplo: en los cereales aumenta la corpulencia de los granos y su porcentaje en proteínas (Buckman y Brady, 1985).

El análisis realizado al peso de mil granos (tabla 8), no muestra diferencias significativas entre los tratamientos evaluados. Apreciándose que el valor numérico de las medias se desplazó entre 25.6 y 26.9 (gramos /1000 semillas). El mayor peso de grano se obtuvo en el tratamiento 2.

Estos resultados pueden deberse a que existe una compensación considerable entre los componentes del rendimiento del sorgo, ya que si existen las condiciones óptimas para el crecimiento durante la EC1 y EC2 (etapas de crecimiento), los nutrientes almacenados en estas etapas pasan a formar parte del grano en desarrollo por lo cual sube el peso de la semilla, aun habiendo escasez de nitrógeno en la EC3, sin embargo éste reduce el nivel de proteína en el grano. Podemos afirmar que al fraccionar el nitrógeno como también al asociar el sorgo con frijol mungo se obtiene un mayor peso de grano debido a que el nitrógeno fue disponible, pero al valorar estos tratamientos, en rentabilidad destaca el frijol mungo por su menor costo de utilización.

Estos resultados concuerdan con los de Rodríguez & Orozco (2002) en un estudio de niveles y momentos de aplicación del nitrógeno en el cultivo de sorgo, quien reportó 26 gramos cuando aplicó 129 kg N ha⁻¹ en dos momentos de aplicación.

Tabla 8. Comportamiento de la variedad CNIA-INTA bajo dos fuentes de suministro de nitrógeno sobre el peso de mil granos (g) San Ramón, Matagalpa. Época de postrera 2003

Tratamientos	Peso de mil granos (g)
1	25.63
2	26.96
3	26.83
ANDEVA	NS
CV %	14.59

4.2.4 Rendimiento de grano kg ha^{-1}

El sorgo tiene un alto potencial de rendimiento, en condiciones de campo los rendimientos pueden llegar a superar los $11,000 \text{ kg ha}^{-1}$, con rendimientos promedios que fluctúan entre los $7,000$ y $9,000 \text{ kg ha}^{-1}$ cuando la humedad no es un factor limitante (House, 1982).

El rendimiento de grano es el resultado de un sin número de factores biológicos y ambientales que se correlacionan para luego expresarse en producción por hectárea (Compton, 1985). La ingesta de nutrientes es indispensable para el crecimiento de la planta y para su rendimiento final. En general la fertilidad del suelo no es suficiente para mantener la producción máxima de un cultivo (Miller, 1980).

El sorgo generalmente requiere de un nivel de fertilización de nitrógeno de 30 a 170 kg ha^{-1} dependiendo del nivel de fertilidad y contenido de humedad del suelo (Hartman *et al*, 1981). Un cultivo que rinde 3.6 t/ha de grano, extrae del suelo alrededor de 112 kg N , $40 \text{ kg K}_2\text{O}$ en el grano y la paja (Brady, 1985). El nitrógeno conduce a menudo a un rendimiento más alto de grano, que a un contenido más elevado de proteína en el grano (Hulse *et al*, 1980).

La variable rendimiento de grano no muestra diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos en estudio. En la tabla 9, se muestra que el tratamiento 3 en asocio con fríjol

mungo numéricamente obtuvo el mayor rendimiento de grano con 5142 kg ha⁻¹ este hecho resulta interesante ya que el mungo representa una alternativa para aumentar los rendimientos y mejorar simultáneamente los suelos, seguido el tratamiento 2 con un rendimiento de grano de 5121 kg ha⁻¹ y el menor rendimiento lo presentó el tratamiento 1 con 4813 kg ha⁻¹. El comportamiento de esta variable muestra tendencia similar a la variable descrita con anterioridad, lo cual concuerda con lo descrito por Paúl (1990), que afirma, el rendimiento de grano es el producto del peso de grano, además éste aumenta de peso rápidamente conforme se acumula materia seca de la fotosíntesis en las hojas, la panícula y como resultado de un movimiento substancial de productos asimilados almacenados en el tallo, las vainas de las hojas y las hojas, antes de la antesis o floración.

Los resultados obtenidos en la variedad CNIA-INTA son similares a los encontrados por Suárez y Zeledón (2003), con un rendimiento de 5,295.25 kg ha⁻¹ cuando se aplica 82 kg ha⁻¹ de urea 46 % de nitrógeno, correspondiente a 9 kg de nitrógeno.

Tabla 9. Comportamiento de la variedad CNIA-INTA bajo dos fuentes de suministro de nitrógeno sobre el rendimiento de grano (kg ha⁻¹). San Ramón, Matagalpa. Época de postrera 2003

Tratamientos	Rendimiento de grano (kg ha ⁻¹)
1	4813
2	5121
3	5142
ANDEVA	NS
CV %	7.00

4.2.5 Biomasa seca (kg ha⁻¹)

El peso de la biomasa seca se comporta inverso al peso de la semilla. Casi todas las variedades de sorgo aumentan de peso seco aproximadamente hasta los 34 a 38 días después de la antesis, que es el momento que se registra el máximo nivel de peso seco. La tasa máxima de acumulación de materia seca se registra entre los ocho y catorce días después de la antesis (Miller 1980, citado por Álvarez 1990).

Ramos & Vargas (1990), plantean que el incrementar la cantidad de nitrógeno por hectárea provoca un aumento de follaje de las plantas y se incrementa el contenido de agua de las mismas, afectando el contenido de fibras de estas (suculentas). La tasa de producción de materia seca en el sorgo es afectada fuertemente por el área foliar en EC1 (etapa de crecimiento). Entre más tiempo pase en la EC1 (tipos no sensibles al fotoperíodo) mayor es el número de hojas (Krieg, 1983 citado por Paúl, 1990).

En la tabla 10 se muestra que los resultados obtenidos en el análisis de varianza para la variable biomasa seca no demuestran efecto significativo en los tratamientos evaluados. La mayor producción de biomasa seca se presentó en el tratamiento 3, con un rendimiento de 4,235.6 kg ha⁻¹. Probablemente el mayor rendimiento presentado en el tratamiento 3 se debió a la ganancia de altura antes y después de la anthesis experimentado por la variedad CNIA-INTA en este mismo tratamiento

Pérez & Suárez (2003), obtuvieron resultados de 8,423 y 5,509 kg ha⁻¹ al aplicar 53 y 112 kg ha⁻¹ de N, por tal razón deducen que a menor aplicación se induce a la planta a un mayor contenido de fibra, menor follaje y lógicamente menor contenido de agua.

Tabla 10. Comportamiento de la variedad CNIA-INTA bajo dos fuentes de suministro de nitrógeno sobre la producción de biomasa seca (kg ha⁻¹). San Ramón, Matagalpa. Época de postrera 2003

Tratamientos	Biomasa seca producida (kg ha ⁻¹)
1	3692.60
2	3751.60
3	4235.60
ANDEVA	NS
CV %	13.76

4.2.6 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).

La absorción de nutrientes se anticipa considerablemente sobre la producción de materia vegetal, así cuando la planta solo ha alcanzado un 30% de desarrollo, ya ha absorbido el 55% de nitrógeno que corresponde al periodo de aparición de panojas (Domínguez, 1997).

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

Los resultados obtenidos del análisis estadístico muestran que no existen diferencias significativas y la separación de medias indica una categoría estadística.

En la figura 2 se muestra que el tratamiento 2 obtuvo la mayor acumulación de nitrógeno en la biomasa con 0.51% seguido del tratamiento 1 y 3 con 0.49% de nitrógeno presente en la biomasa.

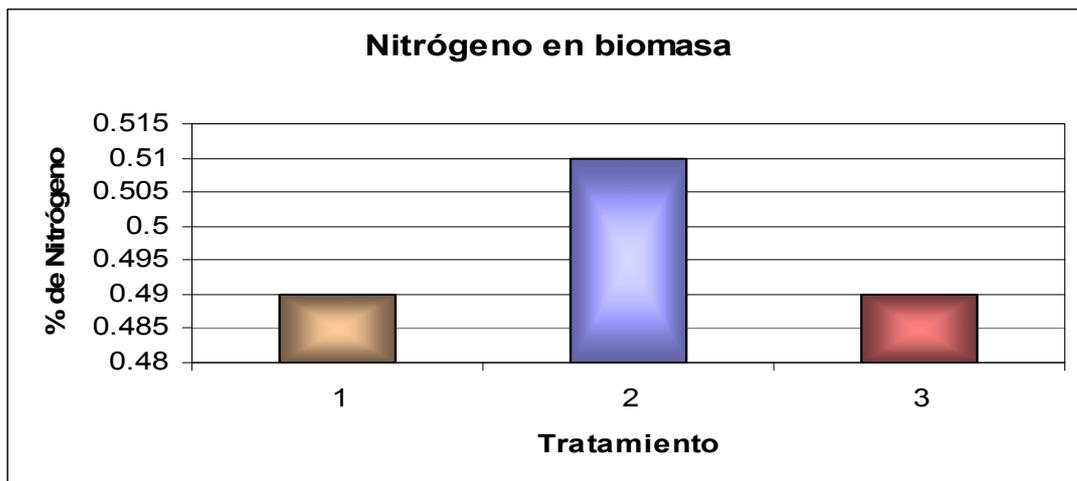


Figura 2. Contenido de nitrógeno (%) en la biomasa para la variedad CNIA-INTA en los distintos tratamientos.

4.2.7 Acumulación de nitrógeno en la biomasa ($\text{kg ha}^{-1} \text{N}$)

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

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.

Al evaluar la variable acumulación de nitrógeno en biomasa (kg ha^{-1}), se determinó que no existe efecto significativo en la variedad para los distintos tratamientos en estudio. La cantidad de nitrógeno extraído por la biomasa fue mayor cuando la variedad CNIA-INTA se asoció con frijol mungo con 20.8 kg ha^{-1} , sin presentar diferencia significativa, el menor contenido de nitrógeno por la biomasa lo presentó ésta variedad con el tratamiento 1, (ver figura 3).

El nitrógeno por su presencia en la clorofila influye en la asimilación de los hidratos de carbono; no obstante un excesivo contenido de nitrógeno en la planta puede reducir la acumulación de hidratos de carbono en la célula, con lo que la pared celular puede verse afectada y en consecuencia obtener plantas más débiles (Compton, 1985).

El contenido de materia orgánica es de 3.3 por ciento lo que indica que el nitrógeno no es retenido fuertemente a los coloides del suelo. La lluvia durante el desarrollo del experimento fue bien distribuida, evitando de esa manera la pérdida de nitrógeno en corrientes superficiales y a través de la infiltración del nitrógeno en el perfil del suelo.

Lo anterior cumple lo expresado por Fuentes (1994) quien menciona que el nitrógeno es esencial para tantos procesos vitales de la planta, pues no es extraño que la deficiencia de este elemento afecte a su crecimiento. Una insuficiencia nitrogenada da lugar a una vegetación

raquítica, la planta adquiere poco desarrollo y las hojas son pequeñas, la deficiencia de nitrógeno da lugar a una maduración acelerada con frutos pequeños y poca calidad de follaje, lo que se traduce en rendimiento escaso.

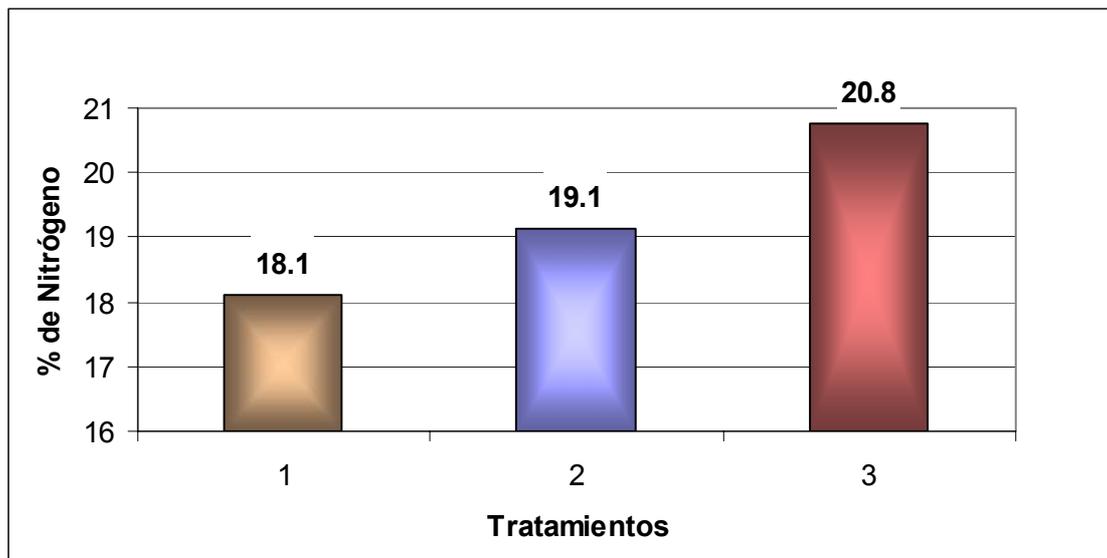


Figura 3. Acumulación de nitrógeno en la biomasa para la variedad CNIA-INTA en los distintos tratamientos.

4.2.8 Porcentaje de nitrógeno en el grano (%)

La respuesta de la fertilización nitrogenada difiere entre variedades diferentes. Algunas tradicionales desarrolladas en condiciones de baja fertilidad y sequía producen de 6 a 10 kilogramos de grano por kilogramo de nitrógeno aplicado mientras que las variedades que responden a altos niveles de fertilización nitrogenada producen de 20 a 40 kilogramos de grano por kilogramos de nitrógeno aplicado (House, 1982).

Según Paul (1990), se ha encontrado que el llenado de grano de sorgo está asociado con grandes reducciones en los contenidos de nitrógeno y fósforo de las hojas y los tallos especialmente bajo condiciones de secano. Las plantas sujetas a las deficiencias de nitrógeno

en los primeros 30 días después de la siembra se producen pequeñas panículas con menos ramas primarias y secundarias y menos florecillas.

La figura 4 muestra que la variedad CNIA-INTA obtuvo el mayor porcentaje de nitrógeno en el tratamiento 1 con 1.17 % y el menor porcentaje lo obtuvo el tratamiento 3, con 1.09 %.

Estudios realizados demuestran que esta variedad tiene una capacidad media de absorción, acumulación y translocación del nitrógeno hacia el grano. Aunque la variedad CNIA-INTA presentó el menor rendimiento de grano cuando se aplicó el tratamiento 1, al multiplicar el rendimiento por el porcentaje de nitrógeno que contiene, hace que supere al resto de tratamientos, con mayor contenido de este elemento.

Estos resultados concuerdan con lo planteado por Paúl (1990) citado por Suárez y Zeledón (2003), 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.

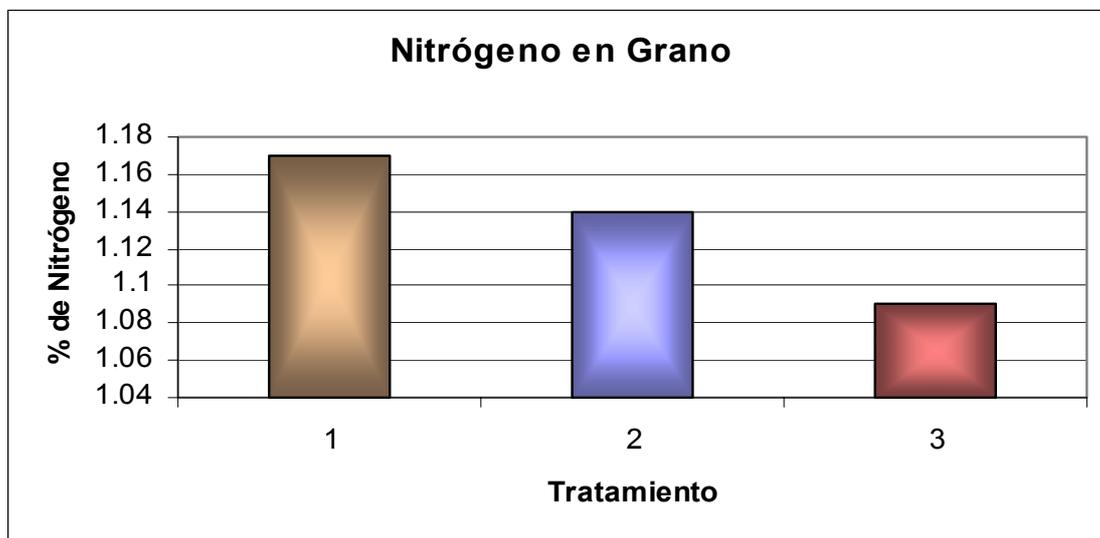


Figura 4. Contenido de nitrógeno (%) en el grano para la variedad CNIA-INTA en los distintos tratamientos.

4.2.9 Acumulación de nitrógeno en el grano (kg ha^{-1})

La figura 5, muestra los resultados obtenidos de la extracción, translocación y acumulación de nitrógeno en el grano expresado en kilogramos por hectárea.

Al evaluar la variable nitrógeno en grano se determinó que no existe efecto significativo en el contenido de nitrógeno en kg ha^{-1} en los granos de sorgo, para los distintos tratamiento en estudio.

La variedad CNIA-INTA se caracteriza por extraer altos contenidos de nitrógeno por hectárea, esto indica que la variedad tiene más capacidad de absorber y/o extraer el nitrógeno del suelo, a esto se puede deber que los resultados en porcentaje de nitrógeno en el grano presentados por la variedad, sean no significativos para los tratamientos, esto compensa que el volumen de rendimiento obtenido no sea bajo.

El mayor contenido de nitrógeno en grano se presentó en el tratamiento 2 con 58.4 kg ha^{-1} , esto se debió probablemente a que hubo una mayor translocación del mismo en el grano, seguido de los tratamientos 1 y 3 con 56.3 y 56.0 kg ha^{-1} respectivamente, sin diferir estadísticamente. La eficiencia en la utilización del nitrógeno en la variedad no se mide con la mayor cantidad de nitrógeno que éstas absorben para translocarlo al grano, sino con una menor absorción que resulta necesaria en la realización de sus funciones que éstas experimentan en su interior.

En las condiciones del experimento es posible observar que todos los tratamientos le permitieron al cultivo un buen aprovechamiento del nitrógeno y expresarlo en términos de rendimiento de grano.

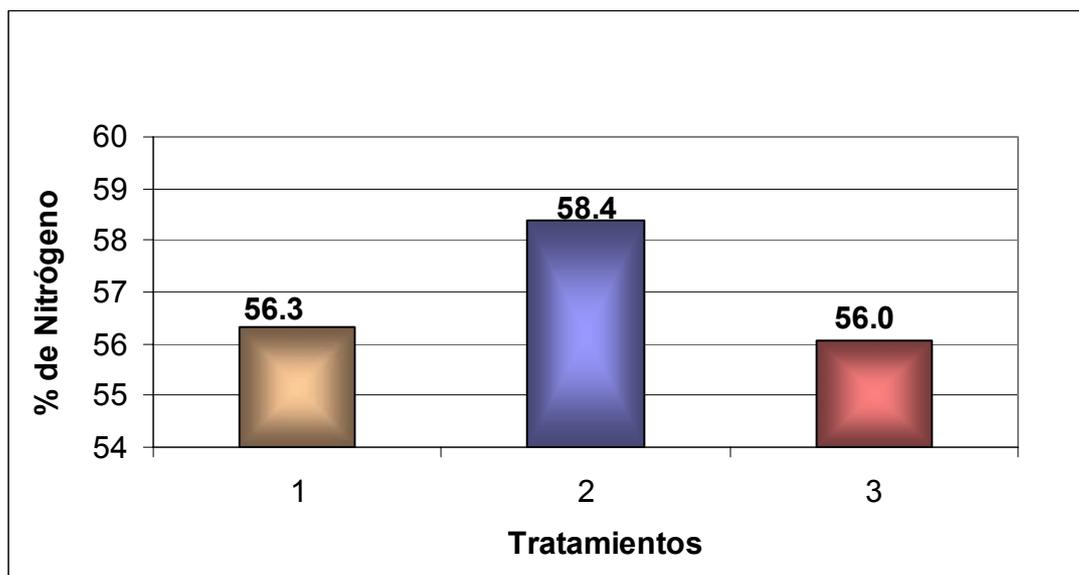


Figura 5. Acumulación de nitrógeno en el grano para la variedad CNIA-INTA en los distintos tratamientos.

4.3 Uso eficiente del nitrógeno.

Según Urquiaga & Zapata (2000) la eficiencia de recuperación del nitrógeno fertilizante por las plantas expresa la proporción del nitrógeno aplicado como fertilizante (N-fertilizante) que fue recuperado (absorbido) por determinado cultivo o variedad (genotipo). Así en la medida que este valor sea más alto se estará haciendo un buen manejo de la fertilización.

Según Younquist *et al*, 1992 el uso eficiente del nitrógeno es definido como el rendimiento del grano por unidad de nitrógeno en la planta a la maduración.

Los resultados del uso eficiente de nitrógeno por la variedad CNIA-INTA estudiada, muestran que hay respuesta positiva de ésta al incrementar su rendimiento a las aplicaciones de nitrógeno.

La proporción del incremento de rendimiento de grano por kilogramo de nitrógeno aplicado (ver figura 6), muestra que la mayor proporción de incremento en el rendimiento se obtiene cuando se aplicó el tratamiento 3 con un rendimiento en grano de 137.5 kg por kilogramo de

nitrógeno aplicado haciendo un mejor uso del mismo; presentando menor proporción con el tratamiento 2 con un rendimiento en grano de 136.9 kg seguido del tratamiento 1 con un rendimiento en grano de 128.7 kg /kg de N aplicado.

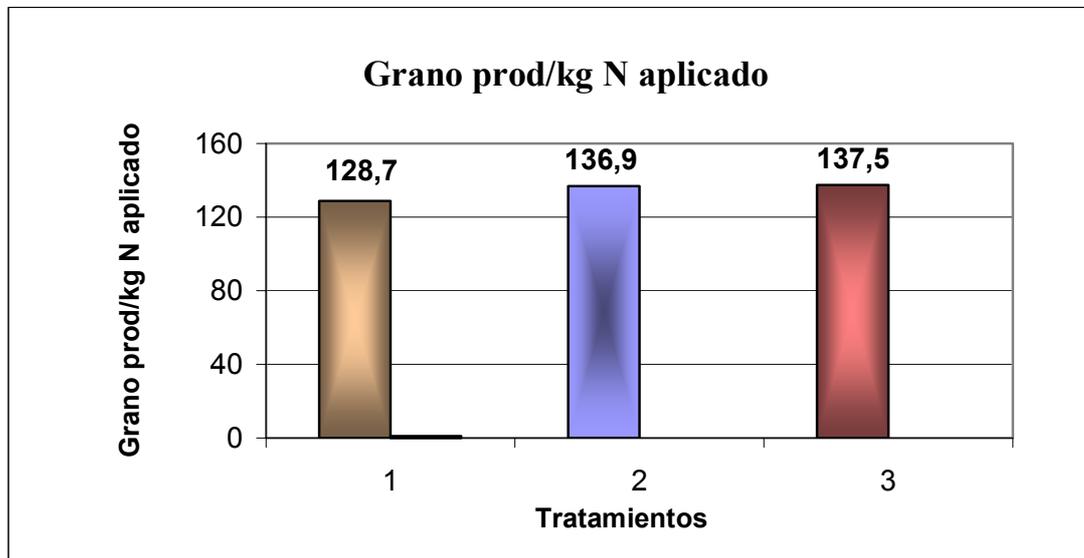


Figura 6. Rendimiento en grano por kilogramo de nitrógeno aplicado para la variedad CNIA-INTA en los distintos tratamientos.

Eficiencia fisiológica

La baja fertilidad de los suelos es la principal limitación para aumentar la eficiencia de usos naturales y económicos en la producción.

La eficiencia fisiológica de uso de nitrógeno debe ser considerada como un componente de eficiencia global que considera la reacción de la planta porque se explica por la interacción de los componentes eficiencia fisiológica y recuperación de nitrógeno.

Según Moll *et al* (1982) la eficiencia de uso de nitrógeno permite una referencia de la variación que experimentan los factores que la componen y a su vez la comparación de los procesos fisiológicos de absorción y traslocación de nitrógeno en la planta.

Según los resultados obtenidos de la variable en estudio, en la figura 7 se demuestra que obtuvo mayor eficiencia fisiológica el tratamiento 3 con 364.3% esto indica que la planta hace un mejor uso del nitrógeno cuando se asocia con el frijol mungo, ello se debe a que las leguminosas son muy ricas en nitrógeno e independientes del bajo contenido de nitrógeno del suelo, por ello son catalogadas también como fuentes de proteínas. CATIE (1974), presentando menores porcentajes de eficiencia los tratamientos 2 y 1 con 118.1% y 100% respectivamente, el menor porcentaje de eficiencia dado por la variedad bajo estudio se debe a cambios en las tasas de los procesos de mineralización e inmovilización al mantener indisponible el nitrógeno dado a la lenta mineralización de estos elementos en el suelo, por consiguiente significativas cantidades de nitrógeno son liberadas lentamente y a resultados impredecibles en el crecimiento y productividad de los cultivos (Urquiaga, 2000).

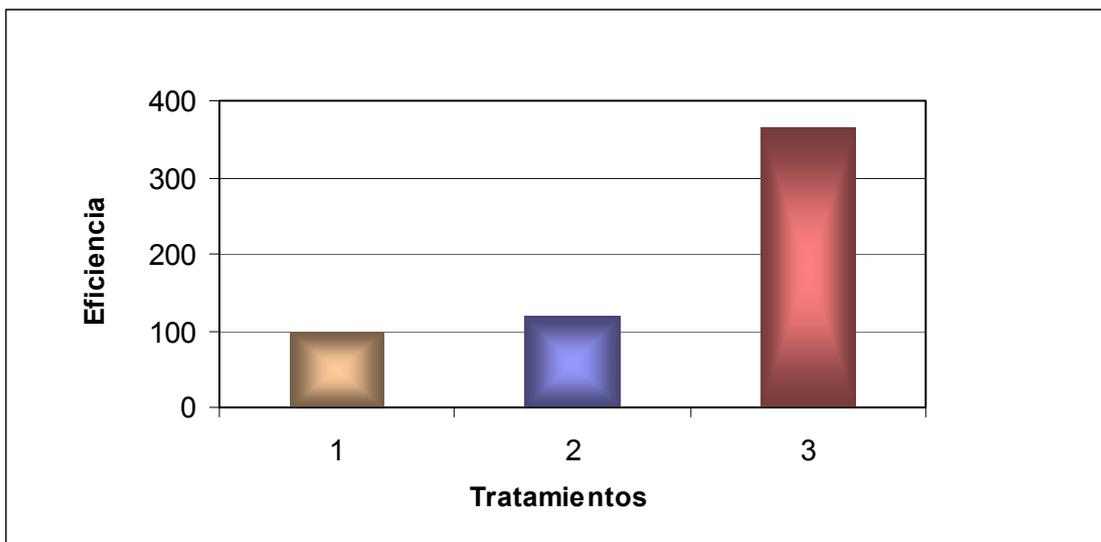


Figura 7. Eficiencia fisiológica para la variedad CNIA-INTA en los distintos Tratamientos.

Relación de Eficiencia

La eficiencia del fertilizante nitrogenado incrementa cuando se realizan aplicaciones complementarias después de la emergencia lo que produce mayor eficiencia del fertilizante al

obtener mayores rendimientos de absorción de nitrógeno por unidad de nitrógeno aplicado a la planta (Lang & Mallet, 1987).

El suministro de nitrógeno es esencial para rendimientos óptimos y está asociado con un crecimiento vegetativo vigoroso y un color verde oscuro, las cantidades de este elemento prolongan el periodo vegetativo atrasando la maduración y pueden resultar en acame y susceptibilidad a enfermedades, mientras las deficiencias de este producen pérdida de vigor y caída de las hojas.

La figura 8 muestra que la mayor relación de eficiencia se obtiene con el tratamiento 3, estudios sobre la eficiencia de recuperación del N-abono verde por los cultivos, han demostrado que, gracias a la relativamente rápida mineralización de estos materiales en el suelo, significativas cantidades de nitrógeno son liberadas rápidamente favoreciendo el crecimiento inicial de las plantas, quedando el resto para las etapas posteriores del ciclo fenológico del cultivo (Boddey *et al*; 1997).

Resultados de estudios de balance de N-fertilizante en diversos sistemas de cultivos, han demostrado que gran parte del N-fertilizante que no es absorbido por el cultivo principal queda en el suelo, formando parte de las raíces del cultivo y/o la biomasa microbiana, con disponibilidad parcial para los siguientes cultivos (Urquiaga 1993).

Los abonos verdes, basados en el uso de leguminosas con alta eficiencia de fijación biológica de nitrógeno (FBN), son hoy en día una de las principales alternativas viables como fuente de nitrógeno en diversos sistemas agrícolas. Especialmente en la región tropical, y particularmente en los pequeños productores (Boddey *et al*, 1997).

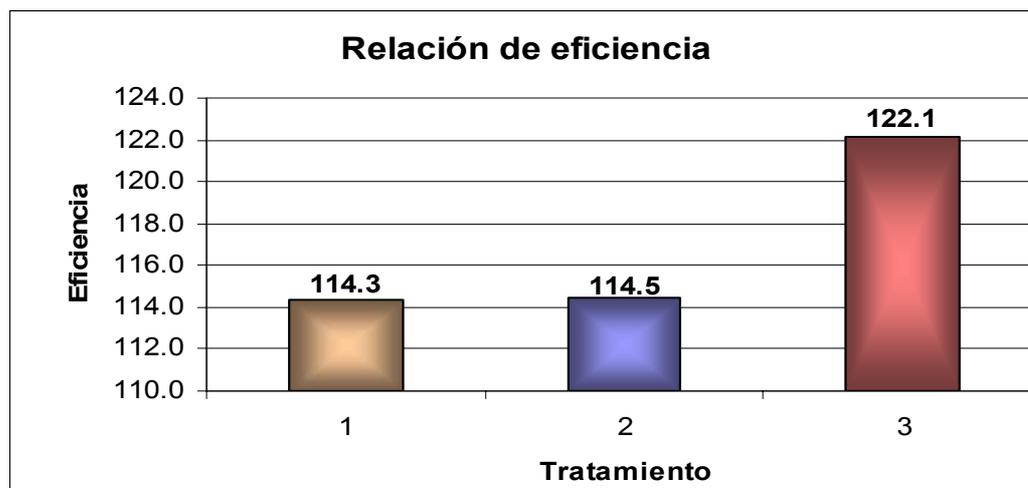


Figura 8. Relación de eficiencia para la variedad CNIA-INTA en los distintos Tratamientos.

4.4 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 deberá proponérseles a los agricultores (CIMMYT,1988).

4.4.1 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 la tabla 11, se presenta el presupuesto parcial de los 3 tratamientos evaluados. Los rendimientos obtenidos en el campo de cada uno de los tratamientos, éstos 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 2), de cada tratamiento varían en dependencia de cada tratamiento en estudio.

Los resultados demuestran que el mayor beneficio/costo se obtiene con el tratamiento 3 con 2.30, seguido de los tratamientos 1 y 2 con 2.04 y 1.93 córdobas, respectivamente.

Estos resultados demuestran que el tratamiento en asocio con frijol mungo es una gran alternativa para los productores, ya que se obtiene un mayor beneficio neto, pero a su vez el menor costo variable y costo total.

Tabla 11. Evaluación agronómica de la variedad CNIA-INTA bajo dos fuentes de suministro de nitrógeno. Presupuesto parcial de los tratamientos San Ramón, Matagalpa. Nicaragua. Postrera, 2003.

Componentes del presupuesto	Tratamiento 1	Tratamiento 2	Tratamiento 3
Rend.kg/ha	4813	5121	5142
Rend. Ajustado	4331.7	4608.9	4627.8
Costos fijos C\$	2135	2135	2135
Costos variables C\$	1059.9	1219.9	440
Costo total C\$	3194.9	3354.9	2575
Ingreso bruto C\$	9963.4	10061	10644.5
Ingreso neto C\$	6768.5	676.1	8069.5
Beneficio/costo	2.12	2	3.13

4.4.2 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 mas bajos (CIMMYT, 1988).

Los resultados encontrados en el análisis de dominancia tabla 12, muestra que únicamente el tratamiento 3 resultó no dominado, el resto de los tratamientos fueron dominados, lo que indica que obtuvieron beneficios netos bajos y altos costos variables. La importancia de este análisis es que los tratamientos que resultan dominados, no son elegidos por los agricultores, ya que implican mayor inversión y poco beneficio neto.

Tabla 12. Evaluación agronómica de la variedad CNIA-INTA bajo dos fuentes de suministro de nitrógeno. Análisis de dominancia de los tratamientos San Ramón, Matagalpa. Nicaragua. Postrera, 2003.

Tratamientos	Costos variables C\$	Beneficio Neto C\$	Dominancia *
3	440	8069.5	ND
1	1059.9	6768.5	D
2	1219.9	6706.1	D

* ND: No Dominado; D: Dominado

4.4.3 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 la tabla 13, se presenta los resultados del análisis de la tasa de retorno marginal, donde muestra el beneficio que se obtiene cuando se invierte, al decidir cambiar un tratamiento por otro. La TRM de pasar del tratamiento 1 al 3 es de 209 por ciento. En otras palabras el invertir 619.9 córdobas adicionales reporta 2.09 córdobas por cada córdoba invertido.

Tabla 13. Evaluación agronómica de la variedad CNIA-INTA bajo dos fuentes de suministro de nitrógeno. Análisis de retorno marginal de los tratamientos San Ramón, Matagalpa, Nicaragua. Postrera, 2003.

Tratamiento	Costos variables C\$	Costo marginal C\$	Beneficio neto C\$	Beneficio neto marginal C\$	Tasa de retorno marginal %
3	440		8069.5		
		619.9		1301	209
1	1059.9		6768.5		

V CONCLUSIONES

Existió respuesta positiva de la variedad en estudio a las distintas formas de fertilización nitrogenada al momento de la siembra.

Las variables de crecimiento del sorgo demuestran que existe respuesta positiva de la variedad CNIA-INTA a las aplicaciones de urea 46% de nitrógeno a los 40 días después de la siembra.

La mayor altura de planta, diámetro del tallo y número de hojas se presentó en la variedad CNIA-INTA cuando se aplicó 65 kg N ha⁻¹ al momento de la siembra y 65 kg N ha⁻¹ de urea 46 % a los 40 dds.

En cuanto a la mayor longitud de panoja se obtuvo en el tratamiento 2 que recibió aplicación fraccionada de nitrógeno.

La variedad acumuló más nitrógeno en la biomasa cuando se suministró el nitrógeno fraccionado.

El mayor rendimiento de grano se obtuvo con el tratamiento 3 (asocio con frijol Mungo), el mayor contenido de nitrógeno en el grano, lo presentó la variedad en el tratamiento 1.

La variedad CNIA-INTA hace buen uso del nitrógeno y por lo tanto traslocó mayor contenido de nitrógeno al grano con el tratamiento en asocio frijol mungo.

El análisis económico de los tratamientos, determinó que el tratamiento en asocio con frijol mungo presentó mayor beneficio / costo con 2.30 córdobas.

VI RECOMENDACIONES

Realizar más investigaciones sobre la variedad CNIA-INTA bajo otras condiciones agroclimáticas en Nicaragua, con el propósito de evaluar sus niveles de rendimiento en el grano.

Utilizar el frijol Mungo como fuente de N, ya que representa una alternativa de bajo costo, que permite obtener altos rendimientos y mejorar simultáneamente los suelos.

Hacer la incorporación del frijol Mungo a los 45 dds del sorgo cuando éste sea utilizado como fuente alternativa de N.

VII REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- Alemán, F. & Tercero. 1991. Inventario de la información generada en agronomía (relación clima - suelo- planta-hombre) en granos básicos: arroz, maíz, sorgo y frijol en Nicaragua. PRIAG/UNA. Managua, Nicaragua. 72 p.
- Álvarez, M & Talavera T. 1990. Efecto de cuatro densidades poblacionales y cuatro niveles de nitrógeno en el rendimiento del sorgo. Segundo seminario del programa ciencia de las plantas. Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias.47 p.
- Barahona O,W. & Gago H, F.1996. Evaluación de diferentes practicas culturales en Soya (Glicine máx. L. Merr) y Ajonjolí (Sesamun indicum L.) y su efecto sobre la cenosis de las malezas. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Agraria, FAGRO- E.P.V. Managua, Nicaragua. 69 p.
- Boddey, R.M; Giler, K.E; Cadisch.G, Alves, B. Urquiaga, S. 1997 Contribution of biological nitrogen fixation to tropical agricultura: Actual and potencial in internacional congress on nitrogen fixation, Paris.325 p.
- Buckman & Brady. 1985. Naturaleza y propiedades de los suelos. Editorial CECSA. México. 590p.
- CATIE, 1974. Centro Agronómico Tropical de investigación y enseñanza, fertilización con nitrógeno y manejo de leguminosas de grano en América central. Turrialba, Costa Rica.26p
- CIMMYT, 1988. La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos. un manual metodológico de evaluación económica. Edición completamente revisada. México, DF.79 p
- CRAT, 1976. Centro Regional de Ayuda Técnica. Guía para cultivos en los trópicos y sub-trópicos. 1ra. Edición en Español.128 p.

- Córdoba, L. 1995, Sorgo (*Sorghum bicolor* L Moench). Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 9-21 pp.
- Compton, L. Paúl. 1985. La producción de sorgo y mijo. ICRISAT. CIMMYT. México.
- Cristiani , A. 1987. Instructivo: cultivo del sorgo. Guatemala. 46 p.
- 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.45 p.
- Demolón, L., P., 1975. La investigación en sistemas de protección con sorgo en Honduras. Aspectos agronómicos. INSART, México, D.F. 270 p.
- Dominguez.,A. 1997. tratado de fertilizacion Editorial, Mundi prensa. Tercera edicion. Madrid, España pp.44.
- FAO. (Food and Agriculture Organization of the United Nations) 1982, production year book. 1981. FAO, Rome. 107- 108 pp.
- Fuentes. J. L. 1994. El suelo y los fertilizantes. Editorial Mundi- Prensa. Madrid, España. Pág. 327.
- García, L. 2001. Fertilidad de suelos y fertilización de cultivos. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 33 p.
- Gardner, F.P., Pearce, R.B., and Mitchell, R.L. 1985. Physiology of crop plants: Iowa state Univ. Pres, Ames, Iowa. 301 p.
- Goldsworthy, P., R., & Fischer, N., M., 1984. The Physiology of Tropical Field Crops. John y Sons LTD. 231-243 pp.

- Hartman, H.T., Flocker, W.J., and Kofranek, A.M. 1981. Plant Science – growth, development, and utilization of cultivated plants: Prentice-Hall Inc. 295 p.
- Holdridge, L., 1987. Ecología basada en zonas de vidas, II Ca. San José, Costa Rica. 14p
- House, Leland, R. 1982. El sorgo para su mejoramiento genético. México. Gaceta S, A. 234 p.
- House, L. R. 1985. A guide to sorghum breeding. 2nd ed: ICRISAT, India. 185 p.
- Hulse, J. H., Laing, E.M., and Pearson, O.E. 1980. Sorghum and the millets: their composition and nutritive value. Academic Press. 330 p.
- Ibar, A. L. 1987. El sorgo. Cultivo y aprovechamiento. AEDOS. Barcelona, España. 15 p.
- INETER. 2003. Dirección general de meteorología. Resumen meteorológico diario del 2003. Managua, Nicaragua. 12 p.
- Lang, P. M. & J B. Mallet, 1987. The effects of tillage system and rate and time of nitrogen application on maize performance on sandy Avalon soil. S Afr. J Plant Soil. 4 (3). 127-130 pp.
- León, L. 1987. Fundamentos botánicos de los cultivos tropicales. Instituto interamericano de ciencias agrícolas de la OEA. Costa rica. 423 p.
- López, A & Galeato. 1982. Efecto de competencia de malezas en distintos estados de crecimiento del sorgo. Publicaciones técnicas N° 25. INTA. Argentina. 42 p.
- Martínez A, D. 1997. Respuesta del sorgo granífero (*Sorghum bicolor* L. Moench) a la aplicación de fertilizantes a base de elementos mayores (N-P-K). Trabajo de Diploma. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 35 p.
- Millar, C. E & Turk, L. M. 1975. Fundamentos de la ciencia del suelo. CECOSA. México. 290 p.

- Miller F, R. 1980. Crecimiento y desarrollo del sorgo (*Sorghum bicolor* L Moench).In: Estudios FAO. Producción y protección vegetal. 135 p.
- Moll R, H. 1982. Analysis and interpretation of factor wich contribute to efficiency of nitrogen utilization. Agronomy T. 564 p.
- Monterrey C,C. 1997. Dosis y momento de aplicación de fertilizante nitrogenado: efecto sobre el crecimiento y rendimiento del cultivo del sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench). Trabajo de Diploma, Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 45 Pp.
- Olivares, S. 1994. Paquete de diseños experimentales FAUANL. Versión 2.5 Facultad de Agronomía. UANL. Marín, N. L. 50 p.
- Paúl C. L. 1990. Agronomía del sorgo. CENTA. El Salvador. 30, 62, 63, 80 y 115Pp.
- Peacock J. M. & G. L. Wilson. 1984. Sorghum. The physiology of tropical field crops. Edited by P.r. goldworth y N..M. fisher. John Wiley y sons Ltd. A Wiley interscience publication. 249-279 Pp.
- Pedroza, P., H., 1993. Fundamentos de experimentación Agrícola. Editorial Arte. Managua, Nicaragua. 264 pp.
- Pérez., M & Suárez M. 2003. Uso eficiente del nitrógeno por cuatro variedades de sorgo granifero. Tesis. Escuela de producción Vegetal. Universidad Nacional agraria. Managua, Nicaragua pp.30.
- Pineda, L. L. 1995. Cultivo de Sorgo. INTA. Managua, Nicaragua 4 -7 pp.
- Pineda, L. L. 1997. La producción del sorgo granifero en Nicaragua y su manejo bajo condiciones de secano, instructivo técnico. INTA-CNIA. Managua, Nicaragua. 55 Pp.
- Phoelman, J. K. 1985. Mejoramiento genético de las cosechas. Limusa. México. 453 p.

- Ramos. W, G., Vargas. R. L 1990. Efectos del nivel de fertilización Nitrogenada y la edad de corte en el rendimiento y calidad del sorgo forrajero (*Sorghum vulgare Pers.*) Trabajo de diploma. UNA. Managua. Nicaragua, pp. 41.
- 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, 25 Pp.
- Rhoads F. M & A Mannings.1986. Response of irrigated maized to nitrgen managment. Soiland crop science society of florida. Proceeding.45: Pp. 50-53.
- Russelle. M. P: R. D. Hauck y R. A. Olson. 1983. Nitrogen acumulation rates of irrigated maize. Agronomy journal. Vol. 75. July- August. 29 p.
- Suárez, M & Zeledón J. 2003. Uso eficiente del nitrógeno por cuatro variedades de sorgo granífero. Tesis. Escuela de Producción Vegetal. Universidad Nacional agraria. Managua, Nicaragua. 31 p.
- Urquiaga,S Alves.B.J;Boddey.R.M. 1993. Dinâmica do N no solo,In.Simposio Brasileiro sobre nitrógeno en plantas, Rio de Janeiro. 33 p.
- Urquiaga, S & Zapata, F. 2000. Manejo eficiente de la fertilización nitrogenada de cultivos anuales en América Latina y el Caribe. Porto Alegre. Génesis. Rió de Janeiro. Brasil. 9, 19 y 21Pp.
- Villalobos R., E. 2001. Fisiología de los cultivos tropicales. Editorial de la Universidad. San José. Costa Rica. Pp. 203.
- Wall, J & Ross, W. 1975. Producción y uso del sorgo. Hemisferio sur Buenos Aires. 20 Pp.

Younquist, J. B; Bramel, Cox. P .Maranville, J. W. 1992. Evaluation of alternative screening criteria for selecting Nitrogen-use efficient genotypes in sorghum. Crop science 32 p.

Anexos

Anexo 1. Costos fijos de los tratamientos evaluados en el ensayo. Evaluación agronómica de la variedad CNIA-INTA bajo dos fuentes de suministro de nitrógeno San Ramón, Matagalpa, Nicaragua. Postrera, 2003.

Concepto	Unidad de medida	Costo unitario	Cantidad/ha	Total
Chapia	Servicio	240	1	240
Arado	Servicio	450	1	450
Siembra	kg	40	40	160
Semilla		5	25	125
M.O cosechar	D/H	40	5	200
M.O aporrear y limpieza de g.	D/H	40	9	360
Pajareo**	D/H	40	3	600
Total				2135

M.O: mano de obra

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

** Se contrató durante 15 días.

Anexo 2. Costos variables de los tratamientos evaluados en el ensayo. Evaluación agronómica de la variedad CNIA-INTA bajo dos fuentes de suministro de nitrógeno San Ramón, Matagalpa, Nicaragua. Postrera, 2003.

Concepto	Tratamiento 1	Tratamiento 2	Tratamiento 3
Fertilizante	419	419	-
Semilla de mungo. C\$	-	-	100
M.O aplicar Urea 46 % N. C\$	320	400	-
M.O aplicar 12-30-10 C\$	160	240	-
M.O de incorporación de mungo. C\$	-	-	180
Limpieza de campo	160	160	-
Siembra de Mungo	-	-	160
Total. C\$	1059.9	1219.9	440