

# Universidad Nacional Agraria

## Facultad De Agronomía

(FAGRO)

Departamento de Producción Vegetal.



## TRABAJO DE DIPLOMA

Evaluación del rendimiento de veinticinco líneas de sorgo.  
(*Sorghum bicolor* L. Moench) bajo dos niveles de fertilización en el  
municipio de San Isidro – Matagalpa. (2004)

## AUTORES.

**Br. Carla Vanessa Gómez Martines.**  
**Br. Reynaldo Antonio Centeno Centeno.**

## Asesor

**Ing. MSc. Leonardo García Centeno.**

**Managua – Nicaragua**  
**2004**

## DEDICATORIA

Uno de mis mayores sueños era culminar esta carrera y hoy que lo he logrado dedico el esfuerzo al ser más importante:

**DIOS:** Porque todo lo que hay en mí es conducido por el, porque el me examina y me conoce, sabe cuando me acuesto y cuando me levanto, el conoces de lejos lo que pienso, sabe si camino o si me siento y conoce todos mis pasos.

¿A dónde podré ir lejos de tu espíritu?

¿A dónde podré huir de tu presencia?

Si subo a las alturas allí estas, si bajo a los abismos de la muerte allí también estas, si le pido alas a la aurora para irme a la otra orilla de los mares, también allá tu mano me conduce y me tiene tomado tu derecha y si dijera entonces ¡que me oculten ,al menos las tinieblas y la luz se harán noche entorno mío ;

Examíname señor, oh Dios fíjate si voy por mal camino y condúceme por la antigua senda.

**Mi tío: Dr. Rubén Gómez Suárez,** Con amor, respeto y admiración porque fue como un padre para mí, por su ayuda incondicional, porque es ejemplo a seguir y motivo de inspiración, por los éxitos que él a obtenido a pesar de las adversidades que la vida le presentó,

**Querida abuelita: Paula Suárez Viuda de Gómez,** porque desde que nací hasta el día de hoy me ha regalado su amor, como la madre que nunca tuve, te quiero mucho,

**Br. Carla Vanessa Gómez Martínez.**

## DEDICATORIA

ERES ALEGRÍA, **DIOS...**

Tengo la alegría de vivir,  
me la da **Dios** con su cielo azul.

Tengo la alegría de sentirme vivo,  
me la da **Dios** con su tarde silenciosa en medio de las flores.

Tengo la alegría de agradecer,  
me la da **Dios** con su arco iris de milagrosos colores.

Tengo la alegría de contar con **Dios**,  
me la da **Dios...** quien me lo ha dado todo.

Dedico con amor el esfuerzo de mí trabajo a **Dios padre** por ser el arquitecto del gran edificio de mi vida, por darme sabiduría e iluminarme por el camino del bien y del progreso para poder lograr finalizar con éxito unos de mis mayores sueños en la vida como es profesionalizarme.

A toda mi familia en especial a mis padres: **Andrea Eduarda Centeno C. y Reynaldo Antonio Centeno R.** porque desde el día en que nací me han dado todo su amor, comprensión, confianza, de lo cual me siento orgulloso y siempre le doy gracias a Dios por haberme dado unos padres ejemplares ya que con mucho sacrificio han sacado adelante a mis hermanos y a mí, por esto y por muchas cosas mas gracias **padres** los quiero mucho y que **DIOS** los bendiga siempre.

**Br: Reynaldo Antonio Centeno C.**

## AGRADECIMIENTO

Deseamos expresar nuestro profundo agradecimiento.

**A Dios:** por la vida, sabiduría y la oportunidad que nos ha concedido de llegar a culminar nuestros estudios.

**Al Ing. MSc. Leonardo García Centeno** por su empeño y asesoría en nuestro trabajo, a los docentes que nos impartieron clase, por contribuir en la formación de cada día.

**Al programa INTSORMIL:** por el financiamiento brindado para la realización de nuestro trabajo.

**A Servicios Estudiantiles:** por darnos la oportunidad de ser becados durante los cinco años y en especial a **Lic. Idalia Casco de Oporta**, por su generosidad y comprensión brindada.

**A nuestros compañeros y amigos:** que nos brindaron su ayuda en la etapa de campo: **Frederman Joel Centeno C, Walter González Vásquez, Yener Ruiz López, Bayardo Alonso Espinosa, Maryurie Cálix Viscay, Silvia Elena Gómez y a Iris Núñez** “Gracias amigos”.

**A toda mi familia:** porque de una forma u otra siempre estuvieron pendientes de mi formación profesional los quiero mucho y que Dios los bendiga siempre.

**A mi tía: Lic. Sandra Matamoros Huerta y sus hijitas Rubania Paola Gómez y Rubsa Maria Gómez,** por haberme brindado su ayuda en los momentos más difíciles y por verme como un miembro más de su familia que Dios las bendiga.

**A mi esposo: Reynaldo Antonio Centeno Centeno:** Por su apoyo incondicional y por estar conmigo en los buenos y malos momentos de mi vida.

**A nuestra hijita: Joelka Nahomi Centeno Gómez** que ha sido inspiración y motivo de lucha, te amo bebe.

**A mis padres: Reynaldo A. Centeno R. y Andrea Eduarda Centeno** por brindarme apoyo incondicional desde el momento en que nací “gracias”

**A mis hermanos(as): Lic. Auxiliadora Centeno, Lic. Oneyda Centeno, Ing. Jaime Alí Centeno**, por su apoyo incondicional y por ser motivo de inspiración para mí, ya que a pesar de todos los obstáculos por los cuales han pasado llegaron a cumplir sus sueños de ser profesionales. “Gracias hermanos”. **Br. Frederman Joel Centeno y Br. Andrea Yurielka Centeno**, por instarme a ser profesional y en un futuro poder ayudarles para que ellos también puedan lograr las metas que se han propuestos.

**A mi esposa Carla Vanessa Gómez Martínez** por haber sido un apoyo incondicional durante el transcurso de mi carrera y en el tiempo que ha estado conmigo.

**A todos mis Sobrinos y Cuñados** por compartir momentos especiales de mi vida, ya que estos son motivos de aliento que me inspiran a seguir adelante.

**Al Dr. Rubén Gómez Suárez y Lic. Sandra Matamoros H.** Por darnos su apoyo y consejos para llegar a culminar nuestra carrera.

**Br. Carla Vanessa Gómez Martínez.  
Br. Reynaldo Antonio Centeno.**

# INDICE GENERAL

<b>CONTENIDO</b>	<b>PÁGINAS</b>
<b>ÍNDICE DE TABLA</b>	<b>i</b>
<b>ÍNDICE DE GRÁFICOS</b>	<b>ii</b>
<b>RESUMEN</b>	
<b>I. INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>II. OBJETIVOS</b>	<b>3</b>
2.1 Objetivo General	
2.2 Objetivo Específico	
<b>III. MATERIALES Y MÉTODOS</b>	<b>4</b>
<b>3.1 Descripción del Lugar</b>	
3.1.1 Ubicación	
3.1.2 Clima	
3.1.3 Suelo	<b>5</b>
<b>3.2 Metodología Experimental</b>	
3.2.1 Descripción del Diseño Experimental	
3.2.2 Descripción de los Tratamientos	
3.2.3 Variables a Evaluar	<b>7</b>
3.2.3.1 Durante el Desarrollo del Cultivo	
3.2.3.2 A la Cosecha	
<b>3.2.4 Procesamiento de Datos</b>	<b>9</b>
<b>3.3 Manejo Agronómico</b>	

<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	<b>10</b>
<b>4.1 Variables de Desarrollo del cultivo</b>	
4.1.1 Altura de Planta. (cm)	
4.1.2 Número de Hojas. (cm)	13
4.1.3 Diámetro de Tallo. (cm)	16
<b>4.2 COMPONENTES DEL RENDIMIENTO</b>	<b>19</b>
<b>4.2.1 Largo de Panoja (cm)</b>	
<b>4.2.2 Largo de Raquis (cm)</b>	
<b>4.2.3 Biomasa Seca (kg. ha<sup>-1</sup>)</b>	
<b>4.2.4 Rendimiento en el Grano (kg. ha<sup>-1</sup>)</b>	<b>22</b>
<b>4.3 PORCENTAJE DE NITROGENADO EN LA BIOMASA</b>	<b>25</b>
<b>4.4 PORCENTAJE DE NITROGENADO EN EL GRANO</b>	<b>26</b>
<b>4.5 Uso eficiente de Nitrógeno</b>	<b>27</b>
4.5.1 Acumulación de Nitrógeno en la biomasa (kg. ha <sup>-1</sup> )	
4.5.2 Acumulación de Nitrógeno en el Grano (kg. ha <sup>-1</sup> )	29
4.5.3 Eficiencia Fisiológica	30
4.5.4 Eficiencia de Uso de Nitrógeno por la Biomasa	
4.5.5 Eficiencia de Uso de Nitrógeno por el Grano	31
4.5.6 Incremento del Rendimiento de Grano por Kg. de Nitrógeno Aplicado	32
<b>V CONCLUSIONES</b>	<b>33</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES</b>	<b>34</b>
<b>VII. BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>35</b>
<b>VIII. ANEXOS (Plano de campo)</b>	<b>38</b>

## INDICE DE TABLAS

Tabla N <sup>o</sup>	Páginas
1. Análisis químico y físico del suelo donde se realizó el Experimento. El Bocón San Isidro _ Matagalpa.	5
2. Descripción de los factores en estudio.	6
3. Valores de probabilidad obtenidos en el análisis de varianza para la variable altura de plantas.	10
4. Resultados de la separación de medias para la variable Altura de planta (cm.) San Isidro – Matagalpa (2004)	12
5. Valores de probabilidad obtenidos en el análisis de varianza para la variable número de hojas.	13
6. Resultados de la separación de medias para la variable número de hojas. San Isidro – Matagalpa (2004)	15
7. Valores de probabilidad obtenidos en el análisis de varianza para la variable diámetro del tallo (cm.)	16
8. Resultados de la separación de medias de la variable diámetro de la planta (cm.) San Isidro – Matagalpa (2004)	18
9. Valores de probabilidad obtenidos en el análisis de varianza para los componentes del rendimiento (L. Panoja, L. Raquis y Biomasa seca).	20
10. Resultados de la separación de media para los componentes del rendimiento L. Raquis, L. Panoja y Biomassa seca.	21
11. Valores de probabilidad obtenidos en el análisis de varianza para el Rendimiento.	22
12. Resultados de la separación de medias para la variable Rendimiento de grano (kg ha <sup>-1</sup> ).	24



## INDICE DE GRAFICOS

<b>Figura No.</b>	<b>Páginas</b>
1. Precipitaciones registradas durante el período del ensayo en el municipio San Isidro – Matagalpa. (2004	4
2. Contenido de Nitrógeno (%) en la biomasa seca para cada línea con los niveles de fertilización.	26
3. Contenido de nitrógeno (%) en el grano para cada línea con los niveles de fertilización .	27
4. Acumulación de Nitrógeno en la biomasa ( $\text{kg ha}^{-1}$ ).	28
5. Acumulación de Nitrógeno en el grano ( $\text{kg ha}^{-1}$ ).	29
6. Eficiencia de uso de nitrógeno por la biomasa.	30
7. Eficiencia de uso de Nitrógeno por el grano.	31
8. Incremento del rendimiento de grano por kilogramo de Nitrógeno aplicado.	32

## RESUMEN

El estudio se realizó en la Finca el Nancite ubicada en la comarca El Bocón del municipio de San Isidro \_ Matagalpa, en la época de postrera (agosto \_ diciembre) del año 2004. El objetivo de esta investigación fue evaluar veinticinco líneas de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench), bajo dos niveles de fertilización ( $37.43 \text{ kg N ha}^{-1}$  y  $0 \text{ kg N ha}^{-1}$ ). Los materiales evaluados son líneas puras y pertenecen al programa ICRISAT/LASIP; ICSVLM, que significa en inglés Sorghum Variety Latin American Program. El diseño que se utilizó para el experimento fue un diseño de bloques completos al azar (BCA). Cada una de las repeticiones estaba constituida por veinticinco parcelas en donde se sembraron las líneas a evaluar. Cada parcela contenía seis surcos de los cuales tres se fertilizaron aplicándosele completo (10-30-10) al momento de la siembra y fertilizante nitrogenado urea al 46% aplicado en forma fraccionada un 50% a los 30 (dds) y el otro 50% a los 45 días después de la siembra (dds), los otros tres surco no recibieron aporte de fertilización química sintética de forma aplicada. Las variables a evaluar en el desarrollo del cultivo fueron: Altura de planta (cm), diámetro del tallo (mm) y número de hojas por planta, estas se evaluaron en tres momentos (45, 60,75dds). Al momento de la cosecha se evaluaron: Longitud de la panoja (cm.), longitud del raquis (cm), biomasa seca producida ( $\text{kg ha}^{-1}$ ), porcentaje de nitrógeno en la biomasa (%), porcentaje de nitrógeno en el grano (%), rendimiento de grano ( $\text{kg ha}^{-1}$ ), acumulación de nitrógeno en el grano ( $\text{kg ha}^{-1}$ ), acumulación de nitrógeno en la biomasa ( $\text{kg ha}^{-1}$ ), eficiencia fisiológica (%), incremento del rendimiento de grano por kg de nitrógeno aplicado (%), eficiencia de uso de nitrógeno por el grano (%). Los resultados obtenidos de las variables evaluadas se procesaron en el paquete estadístico FUALNM (versión 0.5) y separación de medias por Tukey al 95% de confiabilidad ( $\alpha= 0.05$ ), los resultados obtenidos de acuerdo al análisis, para las variables de desarrollo (altura, numero de hojas y diámetro), para largo de panoja y largo de raquis fueron altamente significativo para ambos factores (A: Líneas, B: Fertilización), en los diferentes momentos evaluados, exceptuando para la variable numero de hojas a los 75 dds para el factor B que fue significativo y para el diámetro del tallo a los 60 dds el factor B que no hubo significancia, todas estas variables mencionadas mostraron diferencias mínimas numéricamente. Para la biomasa seca producida y rendimiento de grano mostraron ser altamente significativo para los dos factores A y B, obteniendo las líneas ICSVLM-89527, ICSVLM-89551 promedios de  $5664$  y  $4912 \text{ kg. ha}^{-1}$ , siendo estos los mayores rendimientos de biomasa de todas las líneas. El rendimiento del grano, los mayores valores lo obtuvieron las líneas ICSVLM-89527 y ICSVLM-89551 con  $1526.5$  y  $1271.8 \text{ kg. ha}^{-1}$ . En el incremento de rendimiento por kg. de N aplicado las líneas con mayores resultados fueron la ICSVLM-90538 con  $14.7 \%$  y las ICSVLM-93079 con  $12.8 \%$ . Las líneas que hicieron un mejor uso eficiente de nitrógeno por la biomasa y el grano fueron la JOCORO y el testigo PINOLERO.

## I- INTRODUCCIÓN

El sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench), a través de todos los tiempos se ha utilizado como fuente de alimento vital para millones de habitantes en todo el mundo. En los trópicos semi-áridos, es frecuentemente la forma mas barata e importante de alimentación debido a que ofrece una comprobada versatilidad en resistencia, confiabilidad, estabilidad en rendimiento. Bajo condiciones muy adversa. Su contenido de proteínas, vitaminas y minerales proporcionan energía para cumplir las necesidades diarias de los seres humanos y animales (FAO 1995).

El sorgo se adapta a una amplia gama de suelo y clima sobresaliendo en Nicaragua las regiones II, III y IV, que corresponden a los departamentos de León, Chinandega, Managua, Masaya, Granada y Rivas, en los cuales se obtienen rendimientos promedios de 31qq ha<sup>-1</sup>. La VI región que corresponde al departamento de Matagalpa no es altamente productora de sorgo sin embargo se cultiva en pequeñas áreas, por pequeños productores para la alimentación humana y animal, obteniéndose una producción promedio en la zona de 909.09 Kg. /ha<sup>-1</sup> (INTA 1995).

En Nicaragua el cultivo de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moech) ha disminuido sustancialmente de tal manera que en el año 2003/2004 se cosecharon 80,600 ha<sup>-1</sup> y para el año 2004/2005 solamente se cosecharon 60,200 ha<sup>-1</sup>, esta disminución fue afectada por sequía en alguna zona y el exceso de lluvias en otras. Durante la época de primera y en la fase de llenado de grano la proliferación de ratas de campo, provocaron una baja en el área cosechada de sorgo a nivel nacional, de 26%. (MAG FOR. 2004/2005).

Los rendimientos del grano actualmente no satisfacen la demanda interna, debido a problemas en el manejo del cultivo (MAG. 1996). Entre los principales factores que afectan el rendimiento del grano se encuentran; el mal uso de líneas (genotipos) condiciones ambientales y prácticas de manejo, otro problema es la cantidad de fertilizante requerido por la planta de sorgo, la que varía dependiendo del tipo y las condiciones de suelo en la que se establezca (Lang y Mallet. 1986).

Diagnósticos agronómicos en sorgo realizados por ALMAGRO (1996), indican una gran variabilidad en las cantidades aplicadas de fertilizantes las cuales oscilan entre 25 y 150 kg. ha<sup>-1</sup> de formulas completas, sean estas 12-30-10 ó 10-30-10, y en otros casos 18-46-0. Pineda L. (1997) recomienda para un buen desarrollo vegetativo y buenos rendimientos aplicar al momento de la siembra al fondo del surco 129 kg. ha<sup>-1</sup> de la fórmula completa 18-46-0, cuando el suelo presenta buen nivel de potasio ó 10-30-10 cuando el nivel es bajo.

Aunque el nitrógeno es uno de los elementos nutritivos mas esenciales de las plantas y el que mas abunda en la naturaleza, ya que hay aproximadamente unas 67,000 toneladas en la atmósfera situada encima de cada hectárea de terreno, la falta de disponibilidad de nitrógeno limita probablemente el rendimiento del cultivo de sorgo mas que la de cualquier elemento.

El nitrógeno es uno de los elementos que mas limita los rendimientos, esto es debido a que las reservas de nitrógeno en el suelo dependen fundamentalmente de la materia orgánica y debido a que el nitrógeno es un elemento muy dinámico requiere un manejo cuidadoso, sobre todo para aumentar la disponibilidad y que la planta haga un mayor uso eficiente del mismo lo cual se traduce en una mejora del rendimiento tanto en grano como en biomasa.

Una práctica recomendada para aumentar la eficiencia del fertilizante nitrogenado por las plantas es la aplicación de fertilizantes de forma fraccionada, lo cual facilita la absorción por el cultivo (Lang y Mallet. 1986).

Dado lo importante que es el cultivo de sorgo para la alimentación humana y animal es conveniente conocer una dosis adecuada para la producción de cada línea en estudio, así como su influencia sobre los componentes del rendimiento y otros parámetros agronómicos como son la altura, numero de hojas y diámetro del tallo de la planta.

## **II-OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo General.**

- ❖ Comparar el rendimiento de veinticinco líneas de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) bajo dos niveles de fertilización en la zona de San Isidro \_ Matagalpa.

### **2.2 Objetivos Específicos.**

- ❖ Identificar las líneas que tienen mejor comportamiento agronómico bajo las condiciones de la zona de San Isidro \_ Matagalpa.
- ❖ Determinar el rendimiento de biomasa y de grano para cada línea en estudio en la zona de San Isidro \_ Matagalpa.
- ❖ Evaluar el uso eficiente de nitrógeno para cada una de las líneas en estudio con dos niveles de fertilización nitrogenada.

### III. MATERIALES Y METODOS

#### 3.1 Descripción del lugar.

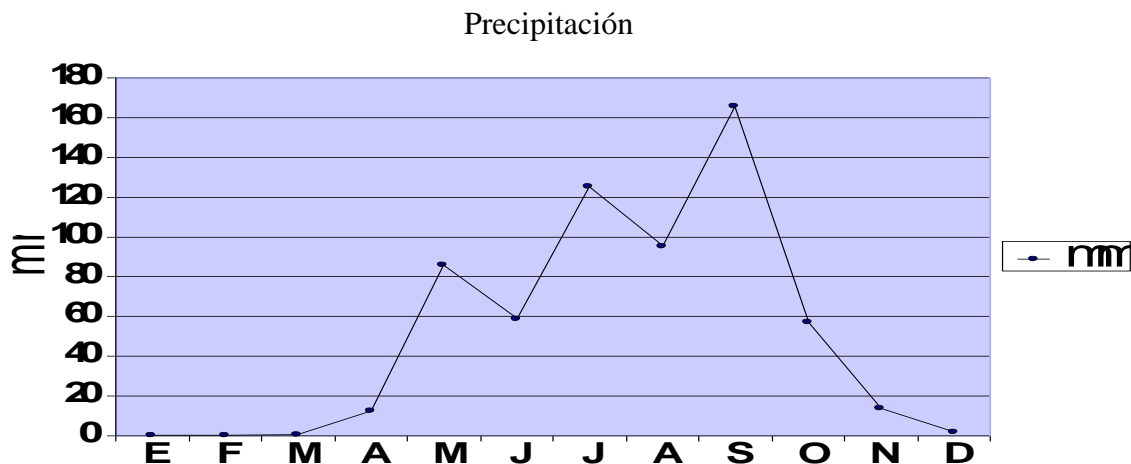
##### 3.1.1 Ubicación

El presente trabajo se realizó en la Finca El Nancite, la cual tiene un área de 2 mz, localizada en la comunidad el Bocón ubicada ha 6 kilómetros de la ciudad de San Isidro \_ Matagalpa, cuyas coordenadas corresponden a los 12° 06' latitud norte y 86° 01' latitud oeste, a una altura de 480 metros sobre el nivel del mar (msnm).

El ensayo se realizó en la época de postrera en el período que comprende los meses de Agosto a Diciembre del año 2004.

##### 3.1.2 Clima

Según la clasificación de Holdrige (1986) la zona donde se realizó el experimento presenta un clima tropical seco, con precipitaciones (pp.) anuales promedio de 800mm, con temperaturas medias que oscilan entre 23-30° centígrados, viento de hasta 5 kilómetros por hora. La producción en esta zona está restringida debido a las cantidades e irregularidades de las lluvias y ocurrencia de canícula, obteniéndose rendimientos promedios en la zona de 20 qq .ha<sup>-1</sup>. (INTA 1995).



**Grafico 1.** Precipitaciones registradas durante el período del ensayo en el municipio San Isidro – Matagalpa. (2004).

### 3.1.3 Suelo

El suelo donde se realizó el experimento es de textura franco-arcillosa, con pH de 6.5 ligeramente ácido, con una profundidad de 10 a 30 cm.; pendientes menores del 5% y drenaje de forma regular. El contenido de nitrógeno y potasio es alto y pobre en fósforo.

**Tabla 1.** Análisis químico y físico del suelo donde se realizó el experimento. El Bocón, San Isidro - Matagalpa.

Nutrientes	Valor	Clasificación
pH (H <sub>2</sub> O)	6.5	Ligeramente ácido
Materia orgánica	4.04	Alto
N (%)	0.22	Alto
P (ppm)	8.01	Pobre
K (meq/100g de suelo)	0.38	Alto
Ca (meq/100g de suelo)	16.36	Alto
Mg (meq/100g de suelo)	3.71	Alto
Arcilla (%)	42	
Limo (%)	27.5	
Arena (%)	30.5	(Suelo Franco Arcilloso)

Fuente: laboratorio de suelos y agua. (UNA) 2004

## 3.2 Metodología experimental.

### 3.2.1 Descripción del diseño experimental.

El ensayo fue establecido en diseño bifactorial en bloques completos al azar (BCA) con tres repeticiones en parcelas divididas. Cada una de las parcelas media 3m. de largo por 4m. de ancho para un área de 12m.<sup>2</sup>, en la cual se establecieron 6 surcos separados a 0.6 metros.

El área entre parcela es de 0.5 m. y entre repetición es de 2 m. para un área 290 m.<sup>2</sup> y el área experimental es de 900 m.<sup>2</sup> dando como resultado un área total de 1190m.<sup>2</sup> para todo el ensayo.

### 3.2.2 Descripción de los tratamientos.

Los tratamientos utilizados en el experimento fueron 25 líneas (tabla 2) y dos niveles de fertilización (37 Kg. N. ha<sup>-1</sup> y 0 Kg. N. ha<sup>-1</sup>); tres surcos de cada línea a evaluar tuvieron como fertilización base 1 qq / ha<sup>-1</sup>. de 10-30-10 aplicados al fondo del surco al momento de la siembra, lo cual aportó 4.5 kg. de nitrógeno por hectárea (ha.<sup>-1</sup>). De los 6 surcos por parcela se utilizaron tres como testigo (sin fertilización alguna) y a los otros tres fertilizados con 10-30-10 al momento de la siembra, se les aplicó nitrógeno a razón de 32.5 kg. ha.<sup>-1</sup> fraccionados de la siguiente manera, 50% a los 30 días después de la siembra (dds) y el otro 50% a los 45 días después de siembra (dds), los tratamiento fertilizado recibieron una fertilización química sintética de nitrógeno de 4.5 kg. aportado por el completo + 32.5 kg. aportado por la urea 46% de forma fraccionada dando como total un equivalente de 37 kg. ha.<sup>-1</sup>

**Tabla 2.** Descripción de los factores en estudio.

---

Factor A: Líneas en estudio

---

1. ICSVLM_89503	14. ICSVLM_93065
2. ICSVLM_89513	15. ICSVLM_93074
3. ICSVLM_89524	16. ICSVLM_93075
4. ICSVLM_89527	17. ICSVLM_93076
5. ICSVLM_89537	18. ICSVLM_93077
6. ICSVLM_89544	19. ICSVLM_93079
7. ICSVLM_89551	20. ICSVLM_93081
8. ICSVLM_90509	21. ICSR 939
9. ICSVLM_90510	22. JOCORO
10. ICSVLM_90520	23. RCV
11. ICSVLM_90538	24. SOBERANO
12. ICSVLM_92512	25. PINOLERO
13. ICSVLM_92522	

---

Factor B: Niveles de fertilización / ha<sup>-1</sup>

---

b1: 37 Kg. de N.ha<sup>-1</sup>    b 2: 0 Kg. de N.ha<sup>-1</sup>

---

El origen de las líneas con el código ICSVLM, son del programa ICRISAT / LASIP; ICSVLM quiere decir en ingles: ICRISAT (Sorghum Variety Latin American program) y los primeros dos dígitos indican el año en que fue generada la línea y los últimos tres dígitos el número del código, el cual es correlativo según se generen.

La línea ICSR. quiere decir ICRISAT sorghum línea R y su origen es del ICRISAT de la India y fue generada para formar híbridos, JOCORO, RCV y SOBERANO son variedades comerciales en el salvador.

La variedad pinolero (testigo) es una variedad nacional y posee una altura de 90 cm., panoja semi-abierta, granos de color blanco, días a floración a los 64 días después de la germinación, excerción y tamaño de la panoja 10 y 30 cm. respectivamente, días a cosecha 110 y con un potencial genético de 4,852 kg. ha<sup>-1</sup> (Fuente: programa INTSORMIL).



### 3.2.3 Variables a evaluar.

#### 3.2.3.1 Durante el desarrollo del cultivo.

❖ **Altura de plantas (cm.).**

Tomada desde la superficie del suelo hasta el último nudo formado, ésta se evaluó en tres momentos a los 45, 60 y 75 días después de siembra (dds).

❖ **Número de hojas.**

Se tomó como hojas, las que presentaron el collar foliar visible, esta variable se evaluó en tres momentos, a los 45, 60 y 75 días después de siembra (dds) de manera sumativa.

❖ **Diámetro de tallo (cm.).**

Se midió con la ayuda de un vernier a 5 cm. de la base del suelo, esta variable se evaluó en los tres momentos, a los 45, 60 y 75 días después de siembra (dds).

#### 3.2.3.2 A la cosecha.

❖ **Largo de panoja (cm).**

Ésta se determinó al momento de la cosecha a partir de la primera ramilla de la panoja hasta su ápice.

❖ **Largo de raquíz (cm.).**

Se midió la longitud del raquíz desde la última hoja (bandera) hasta la base de la panoja.

❖ **Materia seca producida (Kg. ha<sup>-1</sup>).**

Al momento de la cosecha se tomaron 5 plantas al azar de la parcela; se registró el peso fresco, posteriormente se secaron a 65<sup>0</sup> C por 72 horas y se registró el peso seco. Para expresarla en kilogramo de materia seca por hectárea, se consideró de acuerdo al conteo una población final de 130 000 plantas por hectárea.

❖ **Nitrógeno en biomasa (%).**

De la misma muestra tomada para determinar materia seca producida, se pesaron 5 gramos por cada línea, se molieron y se llevaron al laboratorio para determinar el porcentaje de nitrógeno por el método semi-micro Kjeldhal.

❖ **Nitrógeno en el grano (%).**

Una muestra del sorgo cosechado por parcela 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.

❖ **Rendimiento de grano (kg. ha<sup>-1</sup>).**

Se colectó el grano proveniente de cada una de las unidades experimentales, las muestras se pesaron con un 14 % de humedad, los valores obtenidos se ajustaron a kg. / ha.

❖ **Uso eficiente de nitrógeno.**

Este se determinó tomando en cuenta el incremento del rendimiento en kilogramos por hectárea y el incremento de rendimiento en grano por cada kilogramo de nitrógeno aplicado.

Con los datos obtenidos en el rendimiento de grano, biomasa y sus respectivos porcentajes de nitrógeno se calculó la eficiencia de la fertilización y la cantidad de grano producido por kilogramos de fertilizantes aplicados usando las siguientes formulas. (Maranville et al, 1980).

❖ **Eficiencia de uso de nitrógeno por la biomasa.**

$$\text{NUEI} = \frac{\text{Rendimiento de grano (kg. ha}^{-1}\text{)} + \text{Rendimiento de biomasa (kg. ha}^{-1}\text{)}}{\text{N de grano (kg. ha}^{-1}\text{)} + \text{N de la biomasa (kg. ha}^{-1}\text{)}}$$

❖ **Eficiencia de uso de nitrógeno por el grano.**

$$\text{NUE2} = \frac{\text{Rendimiento de grano (kg. ha}^{-1}\text{)}}{\text{N de grano (kg. ha}^{-1}\text{)} + \text{N de la biomasa (kg. ha}^{-1}\text{)}}$$

❖ **Incremento del rendimiento del grano por Kg. N aplicado.**

$$\text{RG/ Kg. N} = \text{kg. ha}^{-1} \text{ de grano producido C/N} - \frac{\text{kg. ha}^{-1} \text{ de grano producido S/N}}{37 \text{ kg. N ha}^{-1}}$$

Donde: N= Nitrógeno

C/N = con nitrógeno

S/N = sin nitrógeno

37 Kg. N ha<sup>-1</sup>: dosis de fertilización nitrogenada aplicada.

### **3.2.4 Procesamiento de datos**

Los resultados obtenidos en las variables estudiadas fueron sometidos a un análisis estadístico de varianza (ANDEVA) y separaciones de medias por rangos de Tukey con un 95% de confiabilidad ( $\alpha = 0.005$ ). Utilizando el paquete estadístico FUALNM (Versión 0.5), del departamento de estadísticas de la universidad de nuevo León, México.

### **3.3 Manejo agronómico.**

Las prácticas agronómicas utilizadas para el establecimiento del experimento fueron las que comúnmente utilizan los agricultores de la zona en estudio.

Se inició la preparación del suelo en Julio del 2004, con una chapoda de forma manual y posteriormente tres pases de arado tradicional.

El 5 de Agosto se llevó a cabo el rayado del terreno realizado también con labranza mínima, efectuando ese mismo día la siembra.

La siembra se realizó de forma manual, a chorrillo con distancias entre surco de 0.60 m, dejando aproximadamente ocho plantas por metro lineal, para obtener una densidad poblacional de 130 000 plantas por hectárea.

De los 6 surcos por parcela, a tres se le realizó una fertilización base al momento de siembra con fertilizante completo 10-30-10 aplicado al fondo del surco a las veinticinco líneas evaluadas en los tratamientos con fertilización nitrogenada y los otros tres no recibieron fertilización alguna.

La aplicación de nitrógeno para los tratamientos con fertilización se realizó de forma fraccionada, la primera aplicación se hizo a los 30 dds y la segunda a los 45 dds, utilizando el 50 por ciento en cada aplicación.

La limpia de malezas se efectuó a los 45 dds, ésta se hizo de forma manual; la cosecha se efectuó de forma manual, cosechando todas las líneas el día ocho de diciembre del 2004.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 Variables de desarrollo del cultivo.

#### 4.1.1 Altura de planta.

La altura de la planta de sorgo es un parámetro importante, ya que es un indicador de la velocidad de crecimiento, está determinada por la elongación del tallo al acumular en su interior los nutrientes producidos durante la fotosíntesis, los que a su vez son translocados al grano durante el llenado del mismo (Cuadra, 1988).

La altura es una característica que ayuda a la clasificación del sorgo, la cual depende de las condiciones en las que se da el desarrollo de la planta como: Humedad, Temperatura, Suelo, fertilización y tipo de material genético que se utiliza (López y Galeato 1982).

Para realizar una buena cosecha mecanizada en el cultivo del sorgo la altura de plantas debe de andar en un promedio de 150-170 cm. ya que alturas mayores o menores ha esta dificulta este tipo de cosecha. Morales (2002).

La variable altura fue evaluada en tres diferentes etapas de desarrollo del cultivo de sorgo a los 45,60 y 75 (dds) días después de la siembra.

En el análisis de varianza (ANDEVA) realizado a la variable altura revelo diferencias estadísticas altamente significativas para ambos factores (línea y fertilización), y no se encontró interacción entre los factores en las diferentes etapas evaluadas. (Tabla 3)

**Tabla 3.** Valores de probabilidades obtenidos en el análisis de varianza para la variable altura de plantas.

Fuente de variación	45dds	60dds	75dds
Factor A	0.000	0.000	0.000
Factor B	0.000	0.000	0.000
Interacción(A*B)	0.565	0.220	0.873
CV %	17.26	20.99	12.56

El análisis de varianza mostró para el factor línea diferencia altamente significativa, destacándose con mayor altura a los 45 días después de siembra (dds) la línea ICSVLM\_93065 con 58.3 cm. y con menor altura se encontró la línea ICSVLM\_89503 con 29.9 cm. (tabla 4).

A los 60 días después de la siembra (dds) la mayor altura la obtuvo la línea ICSVLM\_93079 con 109.2 cm. y la menor la obtuvo la línea ICSVLM\_89503 con 52.7 cm. (tabla 4)

A los 75 días después de la siembra (dds) las mayores alturas fueron por parte de las líneas ICSVLM\_93065, 93079, 89537, 89513 y ICSR 939 con 121.5, 115.4, 111.1, 111, 108.5 cm. y la menor altura fue por parte de la línea ICSVLM\_89503 con 72.4 cm. La mayoría de las líneas evaluadas (15 Líneas) presentaron mayores alturas en el momento final (75 dds) con respecto a la altura que presentó el testigo PINOLERO (tabla 4).

Para el factor fertilización el análisis mostró que el nivel de fertilización 37 kg N.ha<sup>-1</sup> obtuvo una media de 45.9, 90.1 y 104 cm. en la variable altura en los tres momentos (45, 60 y 75 dds) superando al tratamiento sin fertilización 0kg N. ha<sup>-1</sup> el cual obtuvo medias de 33.6, 78.7 y 98.5 cm. los tres momentos evaluados (45,60 y 75dds). (tabla 4).

A los 75 días después de la siembra los tratamientos con fertilización nitrogenada (37 kg. ha<sup>-1</sup>) presentaron mejores alturas que los tratamientos sin fertilización (0 kg. ha<sup>-1</sup>) (tabla 4).

De acuerdo con los resultados obtenidos en la variable altura a los 75 días después de la siembra ninguna de las líneas cumple con el óptimo para realizar una buena cosecha mecanizada según los parámetros o criterios que establece Morales (2002)

Las mayores alturas a los 75 (dds) se reflejaron en los tratamientos con fertilización ya que la aplicación de fertilizantes al cultivo del sorgo ha sido un factor determinante para que las plantas expresen con mayor vigor sus características potenciales como es la altura, por lo cual los fertilizantes se deben aplicar en la etapa en que la planta más los necesita como en la germinación, desarrollo vegetativo y floración, cumpliéndose estos momentos de aplicación aproximadamente con los de nuestro experimento (30 y 45 dds).

**Tabla 4.** Resultados de la separación de media para la variable altura de planta (cm.)  
San Isidro \_ Matagalpa (2004).

<b>Factor A: Líneas</b>	<b>45 dds</b>	<b>60 dds</b>	<b>75 dds</b>
ICSVLM_93065	58.3 a	101.4 ab	121.5 a
ICSVLM_93081	47.6 ab	89.9 abcd	106.5 abc
ICSVLM_93079	47.4 ab	109.2 a	115.4 ab
ICSVLM_89513	44.5 abc	91.5 abc	111 ab
ICSVLM_93075	44.4 abcd	84 abcd	93.6 abcde
ICSR 939	42.6 bcd	93.9 abc	108.5 ab
PINOLERO	42.5 bcd	91 abc	102.1 abcd
RCV	41.9 bcd	82.3 bcd	107.2 abcd
ICSVLM_89551	41.7 bcd	103.9 ab	107.7 abc
SOBERANO	40.7 bcd	85.3 abcd	104.4 abcd
JOCORRO	39.9 bcd	76.7 bcd	105.6 abcd
ICSVLM_89537	39.8 bcd	84.2 abcd	111.1 ab
ICSVLM_93076	39.6 bcd	88.9 abcd	100.7 abcd
ICSVLM_90510	39.3 bcd	83.8 abcd	103.3 abcd
ICSVLM_93074	38.3 bcd	80.6 bcd	103.1 abcd
ICSVLM_89524	38.1 bcd	93.1 abc	103.4 abcd
ICSVLM_90520	38.0 bcd	79.5 bcd	96.9 abcde
ICSVLM_89544	36.6 bcd	90.1 abcd	96.8 abcde
ICSVLM_93077	35.1 bcd	84.4 abcd	107.8 abc
ICSVLM_89527	34.8 bcd	75.1 bcd	96.2 abcde
ICSVLM_90509	33.7 bcd	74 bcd	79.1 de
ICSVLM_92522	33.7 bcd	72.1 bcd	86.2 bcde
ICSVLM_90538	32.7cd	69.8 cd	110.6 ab
ICSVLM_92512	31.5 cd	74.9 bcd	81.3 cde
ICSVLM_89503	29.9 c	52.7 d	72.3 e
ANDEVA	* *	* *	* *
CV %	17.26	20.99	12.56
<b>Factor B: Kg. N ha-1</b>	<b>45 dds</b>	<b>60 dds</b>	<b>75 dds</b>
B1: 37 Kg. N ha-1	45.9 a	90.1 abcd	104 a
B2: 0 Kg. N ha-1	33.6 b	78.7 b	98.5 b
ANDEVA	* *	* *	* *
CV %	17.26	20.99	12.56

#### 4.1.2 Número de hojas

Las hojas son el principal motor fotosintético, respiratorio y de transpiración, por la cual las plantas fabrican algunas de los elementos que necesitan para su crecimiento y desarrollo, lo cual trae consigo incrementos en el rendimiento del cultivo (Barahona & Gago, 1996).

El número de hoja en la planta de sorgo varía de 7 a 24 según la variedad y la longitud del periodo de crecimiento, las hojas generalmente son erectas hasta casi horizontales y se encorvan con la edad.

Las hojas maduras son de 30 a 135 cm. de longitud y de 1.5 a 15 cm. de ancho, son alternas y lanceoladas o linear-lanceoladas con una superficie lisa y cerosa, los márgenes de las hojas son ásperos y lisos y pueden ser peludos hacia la punta (Compton 1990).

En los valores de probabilidades obtenidos en el análisis de varianza (ANDEVA) realizado para la variable número de hojas (Tabla 5) se demuestra que a los 45 y 60 días después de la siembra (dds) existió diferencia estadísticas altamente significativas para ambos factores.

A los 75 días después de la siembra (dds) el factor fertilización presentó diferencia significativa y el factor línea altamente significativa. La interacción en los tres momentos (45, 60 y 75dds) resultó no significativa.

**Tabla 5.** Valores de probabilidades obtenidos en el análisis de varianza para la variable número de hojas.

Fuente de variación	45dds	60dds	75dds
Factor A	0.000	0.000	0.000
Factor B	0.000	0.003	0.018
Interacción(A*B)	0.706	0.852	0.973
CV %	10.59	19.39	17.98

Según los resultados en el análisis de separación de medias para el factor línea en la variable número de hojas (tabla 6) se demuestra que a los 45 días después de la siembra (dds) el mayor número de hojas lo obtuvo la línea ICSVLM\_93081 con 7 hojas y el menor número de hojas la línea ICSVLM\_90538 con 5 hojas, a los 60 días después de la siembra (dds) el mayor número de hojas lo obtuvieron las líneas: ICSVLM\_92522, ICSVLM\_89551, ICSVLM\_93076, ICSVLM\_92512, RCV, SOBERANO y la ICSVLM con 10 hojas y el menor número las líneas: ICSVLM\_90538 y el PINOLERO con 8 hojas. A los 75 días después de la siembra (dds) las líneas ICSVLM\_92522 y RCV obtuvieron el mayor número con 15 hojas y con menor número las líneas ICSVLM\_93081, ICSVLM\_93074 con 12 hojas (tabla 6).

En los resultados obtenidos (75 dds) en este trabajo se refleja que el mayor número de hojas lo presentó la línea ICSVLM-92522, RCV y ICSVLM-93076 con 15, 15 y 14 hojas promedio, lo cual coincide con el trabajo de (Fonseca & López 2004). Ya que el mayor número de hojas lo obtuvieron las mismas líneas con valores menores de 9 y 8 hojas promedio evaluados en la zona de San Ramón Matagalpa.

Con respecto al factor fertilización el análisis demostró efecto altamente significativo a los 45 y 60 días después de la siembra (dds), y a los 75 días después de la siembra (dds) resulto significativo (tabla 6).

La disponibilidad de los fertilizantes para las plantas es afectada por varios factores como lo es la temperatura, disponibilidad de agua, relación carbono nitrógeno, así como también las condiciones del suelo donde se establezca. Por lo tanto pudieron haber sido una de estas las razones que afectaron la absorción de fertilizantes a los 60 días como lo expresan los bajos valores presentados en la (Tabla 6).

La fertilización nitrogenada, es el factor principal para el desarrollo de la planta, lo cual trae una mayor producción de biomasa que a la vez interviene significativamente en el proceso fotosintético y por tal razón una buena fertilización trae consigo un incremento en el número de hojas, siempre y cuando las condiciones sean óptimas.



**Tabla 6.** Resultados de la separación de medias para la variable número de hojas.  
San Isidro - Matagalpa (2004).

<b>Factor A: Líneas</b>	<b>45 dds</b>	<b>60 dds</b>	<b>75 dds</b>
ICSVLM_93081	7a	9ab	12c
ICSR 939	6ab	9ab	13bc
ICSVLM_93075	6ab	9ab	12c
ICSVLM_89544	6ab	10a	14ab
ICSVLM_89524	6ab	9ab	13bc
ICSVLM_89527	6ab	9ab	13bc
ICSVLM_89513	6ab	9ab	13bc
RCV	6ab	10a	15a
SOBERANO	6ab	10a	14ab
ICSVLM_93074	6ab	9ab	12c
ICSVLM_92512	6ab	10a	14ab
ICSVLM_92522	6ab	10a	15a
ICSVLM_90520	6ab	9ab	13bc
ICSVLM_90509	6ab	9ab	13bc
ICSVLM_90510	6ab	9ab	13bc
ICSVLM_89551	6ab	10a	14ab
ICSVLM_89503	6ab	9ab	14ab
ICSVLM_93079	6ab	9ab	12c
ICSVLM_93076	6ab	10a	14ab
ICSVLM_93065	6ab	9ab	12c
PINOLERO	5b	8b	12c
JOCORO	5b	9ab	14ab
ICSVLM_93077	5b	9ab	13bc
ICSVLM_89537	5b	9ab	13bc
ICSVLM_90538	5b	8b	13bc
ANDEVA	* *	* *	* *
CV %	10.59	19.39	17.98
<b>Factor B: kg N ha-1</b>	<b>45 dds</b>	<b>60 dds</b>	<b>75 dds</b>
B1: 37 Kg. N ha-1	6ab	10	13a
B2: 0 Kg. N ha-1	5b	9	12b
ANDEVA	* *	* *	* *
CV %	10.59	19.39	17.98

### 4.1.3 Diámetro del tallo.

El sorgo es una planta normalmente con un solo tallo, pero varía mucho en su capacidad de ahijamiento dependiendo de la variedad, la población de plantas y el ambiente en el cual se desarrolle.

Las cañas o tallos, están formados de una serie de nudos y entrenudos, es delgado y muy vigoroso. El tallo mide 0.5 cm. a 5 cm. de diámetro cerca de la base, volviéndose más angosto en el extremo superior. En cuanto a su consistencia, el tallo es sólido, con una corteza o tejido exterior duros y una médula suave (Somarriba, 1997).

Una planta de sorgo con un tallo débil y delgado es propensa a caerse (acame) dado que a su consistencia no tolera vientos fuertes ni resiste al ataque de plagas principalmente las de gusanos cortadores, lo que coincide con Poehlman (1985), quien planteó que el acame de las plantas se produce como resultado del pobre vigor de los tallos; el sorgo acamado constituye un medio favorable para el desarrollo de hongos y enfermedades; las plantas con tallos gruesos obtienen como resultados mejores rendimientos.

El análisis de varianza (ANDEVA) realizado para la variable diámetro de planta demuestra que existe efecto altamente significativo para el factor línea y el factor fertilización a los 45 dds, pero a los 75 días después de la siembra (dds) fue no significativo para el factor línea y altamente significativo para el factor fertilización (Tabla 7).

A los 60 días después de la siembra (dds) el factor línea resultó altamente significativo y el factor fertilización no significativo. La interacción fue no significativa en los tres momentos evaluados (45, 60 y 75 dds) (Tabla 7).

**Tabla 7.** Valores de probabilidad obtenidos en el análisis de varianza para la variable diámetro del tallo.

Fuente de variación	45dds	60dds	75dds
Factor A	0.007	0.000	0.418
Factor B	0.000	0.627	0.002
Interacción(A*B)	0.961	0.999	0.750
CV %	15.80	14.85	39.37

El análisis de separación de medias para el factor línea mostró que la línea ICSVLM-89551 obtuvo el mayor diámetro a los 45 días después de la siembra (dds) con 1.49 cm. Y el menor diámetro lo obtuvo el testigo PINOLERO con 0.99 cm (Tabla 8).

A los 60 días después de la siembra (dds) la línea que presentó mayor diámetro fue la ICSVLM-92522 con 1.83 cm. y el testigo PINOLERO el menor diámetro con 1.18 cm. A los 75 días después de la siembra (dds) las líneas que presentaron mayor diámetro fueron la ICSVLM- 93077 y la ICSR- 939 con 2.10 y 2.06 cm. y el menor diámetro lo obtuvo la ICSVLM-93065 con 1.18 cm. A los 75 (dds) solamente 6 líneas presentaron diámetros mayores a los del testigo PINOLERO (Tabla 8). Por lo cual se puede decir que el 76% de las líneas evaluadas superaron al testigo en el diámetro de planta.

Los resultados obtenidos en el trabajo de (Manzanares & Calero 2004) en la zona de San Ramón fueron similares a los obtenidos en este trabajo, ya que la línea con mayor diámetro en su trabajo fue la ICSVLM-89513 con 1.5 cm.; en cambio en el nuestro esta misma línea se mantuvo numéricamente igual (1.5 cm.) y la que obtuvo el mayor diámetro fue la CSVLM-93077 con 2.10 cm. Tomamos en cuenta que estas diferencias entre el mayor o menor diámetro, son numéricas no estadísticas.

Para el factor fertilización el análisis reflejó que a los 45 y 75 días después de la siembra (dds) el nivel de fertilización 37 Kg. N. ha<sup>-1</sup> supero en el diámetro del tallo al nivel 0kg N. ha<sup>-1</sup> y a los 60 días después de la siembra (dds) ambos niveles (37 Kg. N. ha<sup>-1</sup> y 0 Kg. N. ha<sup>-1</sup>) se mantuvieron estadísticamente iguales (no significativo) (Tabla 8).

Esto pudo deberse a las condiciones del suelo en ese momento, ya que el contenido de nitrógeno, potasio y materia orgánica que presentaba el suelo era alto, por lo cual los proceso de descomposición de la materia orgánica pudieron proporcionar las sustancias nutritivas suficientes que el cultivo necesitaba para su desarrollo por lo cual los resultados de estas se mantuvieron iguales.

**Tabla 8.** Resultados de la separación de medias de la variable diámetro de la planta (cm.) San Isidro - Matagalpa (2004).

<b>Factor A: Líneas</b>	<b>45 dds</b>	<b>60 dds</b>	<b>75 dds</b>
ICSVLM-89551	1.49 a	1.67 ab	1.55 abc
ICSVLM-92522	1.45 a	1.83 a	1.73 abc
ICSR-939	1.42 a	1.56 abc	2.06 ab
SOBERANO	1.38 ab	1.63 abc	1.80 abc
ICSVLM-93081	1.37 ab	1.44 abc	1.29 bc
ICSVLM-92512	1.36 ab	1.67 ab	1.62 abc
ICSVLM-93079	1.36 ab	1.46 abc	1.80 abc
ICSVLM-89503	1.34 ab	1.68 ab	1.73 abc
ICSVLM-93065	1.32 ab	1.29 bc	1.18 c
RCV	1.26 ab	1.42 abc	1.89 abc
ICSVLM-89527	1.26 ab	1.46 abc	1.38 bc
ICSVLM-93075	1.24 ab	1.40 abc	1.34 bc
JOCORO	1.24 ab	1.40 abc	1.83 abc
ICSVLM-89544	1.23 ab	1.49 abc	1.50 abc
ICSVLM-89513	1.23 ab	1.52 abc	1.50 abc
ICSVLM-89537	1.22 ab	1.59 abc	1.59 abc
ICSVLM-93077	1.21 ab	1.46 abc	2.10 a
ICSVLM-90509	1.18 ab	1.48 abc	1.36 bc
ICSVLM-90520	1.18 ab	1.42 abc	1.37 bc
ICSVLM-89524	1.16 ab	1.38 abc	1.28 c
ICSVLM-90510	1.16 ab	1.43 bc	1.40 abc
ICSVLM-90538	1.14 ab	1.30 bc	1.25 c
ICSVLM-93076	1.14 ab	1.23 bc	1.49 abc
ICSVLM-93074	1.13 ab	1.34 bc	1.35 bc
PINOLERO	0.99 b	1.18 c	1.78 abc
ANDEVA	**	**	**
CV %	15.8	14.85	39.37
<b>Factor B: Kg. N ha-1</b>	<b>45 dds</b>	<b>60 dds</b>	<b>75 dds</b>
B1: 37 Kg. N ha-1	1.37 ab	1.48	1.73 abc
B2: 0 Kg. N ha-1	1.14 b	1.45	1.40 b
ANDEVA	**	n.s	**
CV %	15.8	14.85	39.37

## **4.2 Componentes del rendimiento.**

### **4.2.1 Largo de panoja (cm.)**

Generalmente la panícula es una continuación del eje vegetativo, esta puede ser corta o larga, suelta, abierta y compacta o semi- compacta con una longitud que va desde 5 a 30 cm. y un ancho de 4 a 20 cm. pudiendo llegar a tener cada panoja de 400 a 8000 granos.

La panoja es una de las variables de mayor importancia para el rendimiento del cultivo de sorgo y esta ligada tanto a factores genéticos como ambientales a si como también al tipo de manejo agronómico que se le de al cultivo, (Miller 1980).

La inflorescencia es una panícula de racimos con raquis central completamente escondida por la densidad de las ramas de la panícula o totalmente expuestos. La panícula inmadura es forzada hacia arriba dentro de la vaina mas alta (el buche) se halla expandido, distendiéndola a su paso. La excerción de la panícula es muy importante para la cosecha mecanizada y para la tolerancia a pestes y enfermedades. Los resultados de largo de panoja están reflejados en la (tabla 9 y 10)

### **4.2.2 Largo de raquis (cm.)**

La excerción de la panoja es una prolongación del eje vegetativo llamado pedúnculo que se encuentra entre la panoja y el tallo. Se inicia a partir de la hoja bandera y termina en la primera ramilla de la panoja. (Álvarez & Talavera, 1991)

La longitud de raquis determina la excerción de la panoja, este parámetro es muy importante, debido que si la planta de sorgo no presenta una excerción uniforme o una buena excerción se dificulta la cosecha mecanizada. Esto es afirmado por Compton (1985), quien expresa que la longitud de excerción es considerada de mucha importancia en la recolección mecanizada. Los resultados de largo de raquis están reflejados en la (tabla 9 y 10).

### **4.2.3 Biomasa seca (Kg. ha<sup>-1</sup>).**

Los tallos y los follajes producidos por la planta de sorgo son utilizados como alimento para el ganado, siendo la materia seca producida importante para la alimentación de ganado sobre todo en periodo de escasez de alimento, la cual es empacada en forma mecánica y almacenada en lugares ventilados para su conservación (INTA 1999).

Casi todas las variedades de sorgo aumentan de peso 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 8 y 14 días después de la antesis (Álvarez & Talavera 1991)

La materia seca también puede ser calculada a partir del porcentaje de agua que contiene el material; y su importancia radica que en ella están contenidos los nutrientes que no son agua (Soza, 1989). Los resultados de largo de panoja están reflejados en la tabla (9 y 10).

En los valores de probabilidad del análisis de varianza (ANDEVA) realizado, se muestra que existe diferencia estadística altamente significativa para el factor línea y fertilización en los componente del rendimiento: largo de panoja, largo de raquis; y para el componente biomasa seca el factor línea resultó significativo y el factor fertilización altamente significativo. No existió significancia en la interacción para los tres componentes del rendimiento.

**Tabla 9.** Valores de probabilidad obtenidos en el análisis de varianza para los componentes del rendimiento largo de panoja, largo del raquis y biomasa seca.

<b>Fuente de variación</b>	<b>L. Panoja</b>	<b>L. Raquis</b>	<b>B. Seca</b>
Factor A	0.000	0.000	0.012
Factor B	0.000	0.002	0.005
Interacción(A*B)	0.712	0.635	0.993
CV %	9.19	26.95	33.95

Para el factor línea en lo que respecta al largo de panoja la línea ICSVLM-92522 y ICSVLM\_89544 obtuvieron las mayores longitud con 24.93 y 23.56 cm. y la menor longitud la obtuvo la línea ICSVLM-93065 con 17.03 cm. En el componente raquis la mayor longitud la alcanzó la línea ICSLM-89503 con 21.68 cm. y la menor longitud la línea ICSVLM-93075 con 9.33 cm. En el largo de panoja el 50 % de las líneas evaluadas presentaron mayor longitud en comparación con el testigo PINOLERO. Miller (1980) señala que la longitud del panoja esta directamente relacionada con el rendimiento (Tabla 10).

Los mayores rendimiento en materia seca fueron de 5664 Kg. ha<sup>-1</sup> y 4912 Kg. ha<sup>-1</sup> obtenidos por las líneas ICSVLM-89527 y ICSVLM\_89551, superando al testigo pinolero ya que este obtuvo el menor rendimiento con 2608 Kg. /ha. (Tabla 10).

En el rendimiento de biomasa seca producida veinticuatro líneas en estudio( 96%) superaron al testigo PINOLERO lo que significa que estas líneas responden bien a las aplicaciones de fertilizantes por lo cual pueden ser utilizadas para resolver los problemas de la alimentación animal sobre todo en periodos de escasez como lo es en verano (Tabla10).

El análisis de separación de medias realizado al factor fertilización mostró en los componentes largo de panoja, largo de raquis y rendimiento de biomasa seca que el nivel de fertilización 37 Kg. N. ha<sup>-1</sup>, obtuvo medias superiores a las que obtuvo el nivel de fertilización 0 Kg. N. ha<sup>-1</sup>; siendo esto altamente significativo entre los tratamientos. Lo cual coincide con Pineda (1997) el cual dice que una buena fertilización base en la etapa de crecimiento y desarrollo del cultivo trae también efectos positivos en las variables de rendimiento. Esto coincide con lo que se demuestra en este trabajo (Tabla 10).

**Tabla 10.** Resultados de la separación de media para los componentes del rendimiento largo de Raquis, Largo de Panoja y Biomasa seca.

<b>Factor A: Líneas</b>	<b>L. Panoja (cm.)</b>	<b>L. Raquis (cm.)</b>	<b>B. Seca (kg/ha)</b>
ICSVLM_92522	24.93 a	16.03 abcd	4104 ab
ICSVLM_89544	23.56 ab	14.03 abcd	3804 ab
ICSVLM_92512	23.26 ab	16.76 abcd	3444 ab
ICSVLM_89527	23.13 abc	10.26 cd	5664 a
ICSVLM_90510	22.93 abc	15.63 abcd	3580 ab
ICSVLM_89551	22.90 abc	15.63 abcd	4912 ab
JOCORO	22.83 abcd	13.23 bcd	3348 ab
ICSVLM_89503	22.80 abcd	21.68 a	3720 ab
ICSR-939	22.73 abcd	20.53 ab	3868 ab
ICSVLM_89513	22.50 abcd	12.03 cd	3740 ab
ICSVLM_89537	22.46 abcd	12.83 bcd	3468 ab
ICSVLM_90520	22.20 abcd	12.40 bcd	3192 ab
PINOLERO	22.10 abcd	15.33 abcd	2608 b
RCV	21.90 abcd	15.36 abcd	3316 ab
SOBERANO	21.76 abcd	12.73 bcd	3596 ab
ICSVLM_93079	21.53 abcd	12.53 bcd	4412 ab
ICSVLM_89524	21.06 abcde	15.43 abcd	3412 ab
ICSVLM_90509	20.43 bcde	13.63 abcd	2970 b
ICSVLM_93076	20.40 bcde	12.50 bcd	3428 ab
ICSVLM_93074	20.36 bcde	9.90 d	3240 ab
ICSVLM_90538	19.66 bcde	18.46 abc	3208 ab
ICSVLM_93075	19.40 bcde	9.33 d	4044 ab
ICSVLM_93077	19.03 cde	15.53 abcd	3340 ab
ICSVLM_93081	18.66 de	14.46 abcd	2648 b
ICSVLM_93065	17.03 e	15.33 abcd	2684 b
ANDEVA	**	**	**
CV %	9.19	26.95	33.25
<b>Factor B: Kg. N ha-1</b>	<b>L. Panoja (cm.)</b>	<b>L. Raquis (cm.)</b>	<b>B. Seca (Kg./ha)</b>
B1: 37 Kg. N ha-1	22.49 a	15.49 a	3868 ab
B2: 0 Kg. N ha-1	20.67 b	13.43 b	3312 b
ANDEVA	**	**	**
CV %	9.19	26.95	33.25

#### 4.2.4 Rendimiento en el grano (kg. ha<sup>-1</sup>).

El número de granos esta frecuentemente correlacionado con el rendimiento final del grano y esta influenciado por el numero de inflorescencias, de espiguillas por inflorescencia, florecías por espiguillas y por la proporción de espiguillas que llegan a producir granos (Compton, 1990).

La absorción de nutrientes es indispensable para el crecimiento y desarrollo de la planta de sorgo y para su rendimiento final (Martínez 1997). Siendo el rendimiento del grano el mayor objetivo a alcanzar en el cultivo, y este es el resultado de una serie de factores que en su mayoría pueden modificarse de forma artificial (Tapia 1980).

De esto (Compton. 1985) señala que factores biológicos y ambientales interactuando entre si; mejoran la producción en las plantas; Sin embargo (Reyes & Romero 2003). Plantean que el rendimiento del grano también esta determinado por la eficiencia que las plantas tienen para utilizar los recursos existentes en el medio, relacionándolo con el potencial genético de estas.

Martínez (1997). Asegura que la absorción de nutrientes es indispensable para el crecimiento de las plantas y para su rendimiento final. El rol del nitrógeno se manifiesta en los rendimientos y varía con las variedades de acuerdo al potencial genético de estas (Salmerón & García 1994).

Según el análisis de varianza (ANDEVA) realizado al rendimiento de grano demuestra que existe efecto altamente significativo para ambos factores (Línea y Fertilización). La interacción presento efecto no significativo (Tabla 11).

**Tabla 11.** Valores de probabilidad obtenidos en el análisis de varianza para el rendimiento.

---

Fuente de variación	Rendimiento
Factor A	0.001
Factor B	0.000
Interacción(A*B)	0.101
CV %	13.49

---



El análisis para el factor línea demuestra que existe efecto altamente significativo para la variable rendimiento de grano en las diferentes líneas evaluadas (Tabla 12), obteniendo el mayor rendimiento las líneas ICSVLM\_89527 y ICSVLM\_89551 con 1 526.5 y 1 271.8 kg. ha<sup>-1</sup>. Respectivamente y el menor rendimiento las líneas ICSVLM\_93081 y ICSVLM\_93065 con 719.8 y 719.5 kg. ha<sup>-1</sup> (Tabla 12). El testigo PINOLERO obtuvo un rendimiento de 7 63.2 kg. ha<sup>-1</sup>, el cual fue superado por el 88% de las líneas evaluadas, lo que significa que estas líneas respondieron mejor a las condiciones de la zona y la dosis de fertilización que el testigo. Las líneas que obtuvieron los mayores rendimientos de grano, obtuvieron también buen largo de panoja lo cual coincide con Miller (1980), que a mayor largo de panoja mayor rendimiento.

Con respecto al factor fertilización el análisis demuestra que el tratamiento con el nivel 37Kg. N. ha<sup>-1</sup> obtuvo una media en el rendimiento de 1 071.7 Kg. ha<sup>-1</sup> superando al tratamiento con el nivel 0 Kg. N. ha<sup>-1</sup> el cual tuvo una media de 9 11 Kg. ha<sup>-1</sup> (Tabla 12).

Los resultados obtenidos en este trabajo para la variable rendimiento de grano fueron casi similares a los obtenidos por (Manzanares & Calero 2004), quienes reportaron los mayores rendimientos en las líneas ICSVLM-89527 y la ICSVLM-89551 con 2 595 y 2 129.5 kg.ha<sup>-1</sup>.

En condiciones de campo óptimas, en áreas donde el sorgo es un cultivo común se obtienen rendimientos de 3 000 – 4 000 Kg. ha<sup>-1</sup>, y bajan de 2 000 a 1 000 Kg. ha<sup>-1</sup> cuando la humedad y la fertilización se vuelve una limitante (Somarriba 1997).

**Tabla 12.** Resultados de la separación de medias para la variable rendimiento de grano. (Kg. ha<sup>-1</sup>)

<b>Factor A: Líneas</b>	<b>Rendimiento Kg. ha<sup>-1</sup></b>
ICSVLM_89527	1526.5 a
ICSVLM_89551	1271.8 ab
ICSVLM_93079	1239.6 abc
ICSVLM_92522	1149.3 abc
ICSVLM_93075	1098.2 abc
ICSVLM_89513	1086 abc
SOBERANO	1080 abc
ICSVLM_90510	1075.3 abc
ICSVLM_89544	1037.2 abc
ICSR 939	1026.8 abc
ICSVLM_89503	1020 abc
RCV	966.1 bc
ICSVLM_89537	946.5 bc
ICSVLM_93077	941.8 bc
ICSVLM_92512	937.2 bc
JOCORO	928.2 bc
ICSVLM_93074	924.2 bc
ICSVLM_89524	917.2 bc
ICSVLM_93074	900.2 bc
ICSVLM_90538	886.2 bc
ICSVLM_90520	851.6 bc
ICSVLM_90509	766.5 bc
PINOLERO	763.2 c
ICSVLM_93081	719.87 c
ICSVLM_93065	719.5 c
ANDEVA	**
CV%	13.49
<b>Factor B: Kg. N ha-1</b>	<b>Rendimiento Kg. ha<sup>-1</sup></b>
B1: 37 Kg. N ha-1	1071.7
B2: 0 Kg. N ha-1	911.5
ANDEVA	**
CV %	13.49

### 4.3 Porcentaje de nitrógeno en la biomasa.

El nitrógeno es uno de los elementos que mas limita los rendimientos tanto en grano como en biomasa en las plantas, ya que es el elemento principal que actúa en la formación de tejidos en las plantas, por lo tanto cuando hay mayor disponibilidad de este las plantas desarrollan un rápido crecimiento vegetativo almacenando las a la vez mayores concentraciones en el interior de ella, que aquellas plantas que tienen poca disponibilidad de nitrógeno.

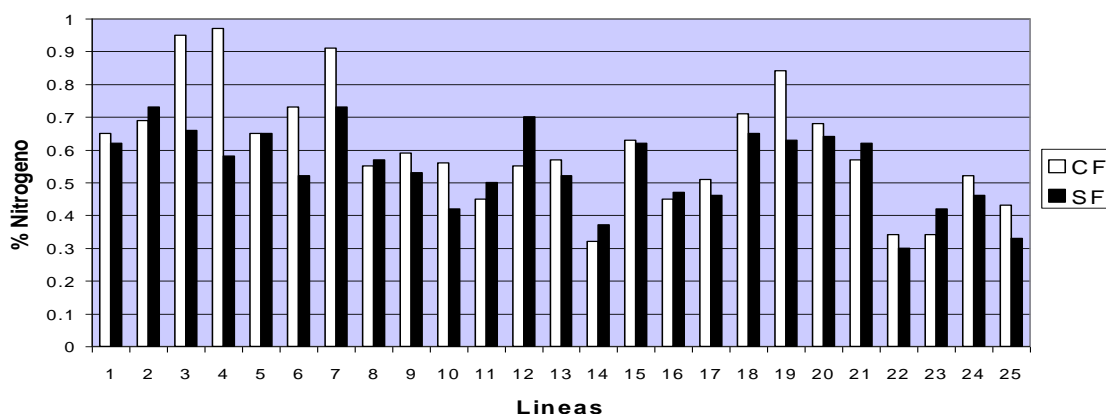
El aprovechamiento del nitrógeno por las plantas y las respuestas de estas al nitrógeno, esta también asociado a la disponibilidad de agua y otros factores ecológicos como la radiación por lo tanto el rendimiento del nitrógeno es bajo y depende del clima y oscila entre 30-50% según (Salmeron & García 1994).

Según los resultados del estudio sobre el porcentaje de nitrógeno en la biomasa seca con el nivel 37 Kg. N. ha<sup>-1</sup>, las líneas que presentaron mayor porcentaje fueron: ICSVLM-89527, 89524, 89551, 93079 con 0.97, 0.95, 0.91 y 0.84% de nitrógeno y las líneas que presentaron la menor concentración fueron: ICSVLM-93065, JOCORO, RCV con 0.32, 0.34 y 0.34% de nitrógeno en la biomasa seca.

Para el nivel 0 Kg. N. ha<sup>-1</sup> la mayor concentración de nitrógeno en la biomasa lo obtuvieron las líneas ICSVLM- 89513, 89511 y 92512 con 0.73, 0.73 Y 0.7% y consecuentemente fue decreciendo resultando en el ultimo lugar las líneas: JOCORO, PINOLERO (testigo) y ICSVLM-93065 con 0.3, 0.33, 0.37% de nitrógeno respectivamente.

La capacidad de las plantas de responder a los aportes de fertilizantes no es la misma, ya que esta está en dependencia primeramente del potencial genético de la planta y de las condiciones en las cual se desarrollen, es por esto que los resultados presentados en nuestro trabajo fueron variables con respecto a cada uno de los materiales evaluados, sin embargo según los resultados que se muestran (Grafico 2) hubieron líneas que presentaron mayor acumulación de nitrógeno en ambos tratamientos que las que presento el del testigo PINOLERO.

Porcentaje de nitrógeno en la biomasa



**Grafico 2.** Contenido de nitrógeno (%) en la biomasa seca para cada línea con los niveles de fertilización.

De los resultados obtenidos y del análisis del grafico se puede deducir que los mayores porcentajes de nitrógeno en la biomasa se obtuvieron en las líneas ICSVLM\_89527, ICSVLM\_89524, ICSVLM\_89551, ICSVLM\_93079 con el tratamiento 37 Kg. N ha<sup>-1</sup> y de las 25 líneas estudiadas con dicho tratamiento, el 84% presentaron mayor porcentaje de nitrógeno que el testigo PINOLERO y para el tratamiento 0 Kg. N ha<sup>-1</sup> el 92% de las líneas presentaron mayor porcentaje de nitrógeno que el testigo PINOLERO.

El 64% de las líneas estudiadas con el tratamiento 37 Kg. N ha<sup>-1</sup> superaron en porcentaje de nitrógeno al tratamiento 0 Kg. N ha<sup>-1</sup> y solo el 36% de las líneas con el tratamiento 0 Kg. N ha<sup>-1</sup> obtuvieron porcentajes superior al tratamiento 37 Kg. N ha<sup>-1</sup>, lo cual pudo haber sido a que la capacidad de absorción y asimilación de nitrógeno por estas líneas fue favorecida por los proceso de descomposición de la materia orgánica, y las plantas aprovecharon los elementos minerales que disponía la reserva del suelo, mas que la línea a la cual se les aplico fertilización.

#### 4.4 Porcentaje de nitrógeno en el grano.

El nitrógeno es uno de los elementos más importantes que permite altos rendimientos ya que al ser absorbido por la planta es convertido en granos. El contenido de nitrógeno en el grano depende de varios factores, entre ellos la capacidad de la planta para tras-locar el nitrógeno de su parte vegetativa a la semilla durante el desarrollo de la misma.

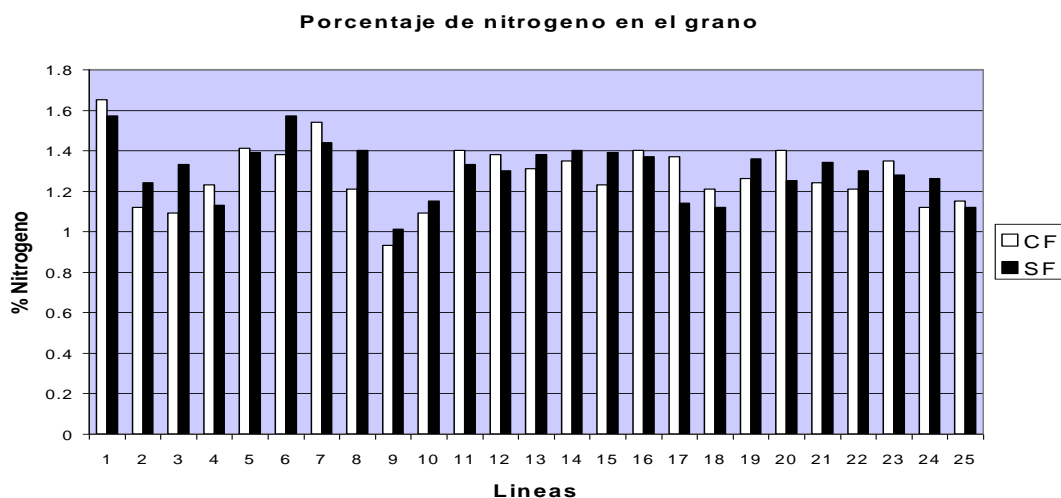
También produce efectos favorables en las plantas, en los cereales aumenta la corpulencia de los granos y su porcentaje de proteínas. Se ha demostrado que la calidad nutritiva del grano de sorgo es similar a la del maíz siendo una buena fuente calorífica, proteica, donde los carbohidratos constituyen el 82% del grano incluye almidón, celulosa, azúcar y otros,

siendo el principal componente el almidón que representa el 83% del endosperma (Metcafe & Elkins, citados por Reyes & Romero 2003).

Según el análisis realizado en el laboratorio las líneas que alcanzaron mayor porcentaje de nitrógeno en el grano con el nivel de fertilización 37 Kg. N ha<sup>-1</sup> fueron la ICSVLM-89503, 89551, 89537, 92512 con 1.65, 1.54, 1.41, 1.38% respectivamente superando el 76% de las líneas evaluadas en porcentajes de nitrógeno en el grano al testigo PINOLERO (grafico 3). El 84% de las líneas sin fertilizar (0 Kg. N ha<sup>-1</sup>) superaron al testigo PINOLERO en el porcentaje de nitrógeno en el grano obteniendo los mayores porcentajes de acumulación de nitrógeno en el grano las líneas ICSVLM-89503, 89544, 93074 con 1.57, 1.57, 1.39% respectivamente (grafico 3).

De acuerdo con la tendencia que muestra el grafico 2 solamente el 48% de las líneas evaluadas con el tratamiento 37 Kg. N ha<sup>-1</sup> superaron en acumulación de nitrógeno en el grano al tratamiento 0 Kg. N ha<sup>-1</sup>.

Las líneas con altos porcentajes de nitrógeno en el grano sin aplicación de fertilizantes por encima de las líneas con aplicación podemos deducir que no hubo tras-locación al grano por parte de las líneas fertilizadas y las líneas sin fertilizar tuvieron mejor aprovechamiento del nitrógeno que se encontraba como reserva en el suelo y la capacidad de las líneas de tras-locar el nitrógeno al grano fue mayor en estas.

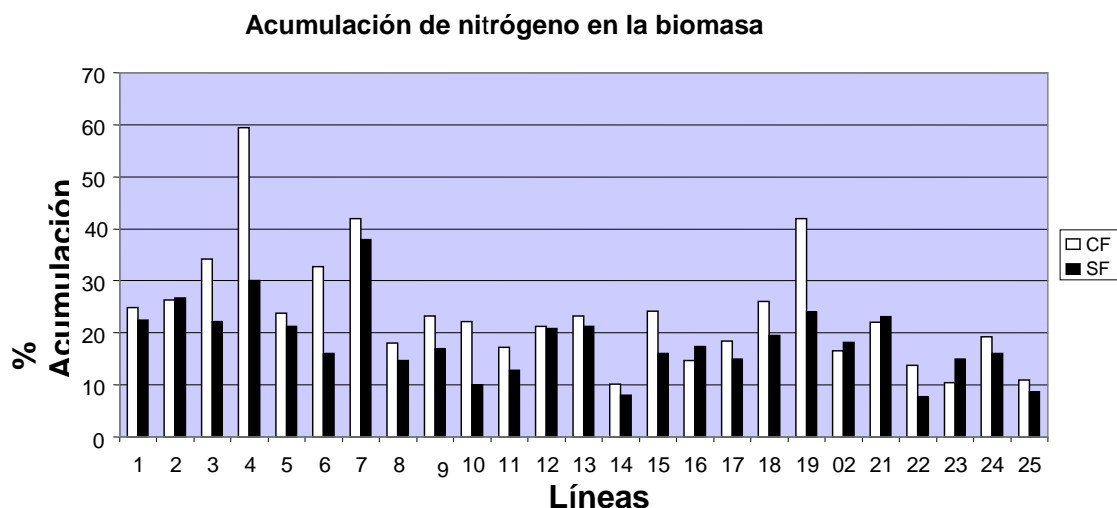


**Grafico 3.** Contenido de nitrógeno (%) en el grano para cada línea con los niveles de fertilización.

## 4.5 Uso eficiente de nitrógeno

Es un parámetro de gran importancia porque permite describir el uso que la planta hace del fertilizante aplicado. La eficiencia de absorción de nitrógeno, es definida como el total de nitrógeno contenido en la planta por la cantidad de fertilizante aplicado y en cuanto al uso eficiente de nitrógeno (UEN), es definido como el rendimiento de grano por la cantidad de nitrógeno que existe en la planta a la maduración.

### 4.5.1 Acumulación de nitrógeno en la biomasa ( $\text{Kg. ha}^{-1}$ ).



**Grafico 4.** Acumulación de nitrógeno en la biomasa ( $\text{kg. ha}^{-1}$ ).

Según los resultados mostrados en el grafico 4 con el nivel  $37 \text{ Kg. N ha}^{-1}$  las líneas que obtuvieron las mayores acumulaciones de nitrógeno en la biomasa son: ICSVLM\_89527, ICSVLM\_89551, ICSVLM\_93079, ICSVLM\_89524 ICSVLM\_89544 con 59.4, 42, 42, 34.2 y 32.7  $\text{Kg. N ha}^{-1}$  respectivamente y las líneas con menor acumulación de nitrógeno fueron: ICSVLM\_93065, RCV, PINOLERO y JOCORO con 10.2, 10.4, 11, y 13.8  $\text{Kg. N ha}^{-1}$ .

Con el nivel  $0 \text{ Kg. N ha}^{-1}$  las líneas con mayor acumulación fueron: ICSVLM\_89551, ICSVLM\_89527, ICSVLM\_89513 y ICSR 939 con 38, 30.1, 26.7, 23.1  $\text{Kg. N ha}^{-1}$  y las líneas con menores resultados fueron: JOCORO, ICSVLM\_93065, PINOLERO y ICSVLM\_90520 con 7.8, 8, 8.7 y 10  $\text{Kg. N ha}^{-1}$ .

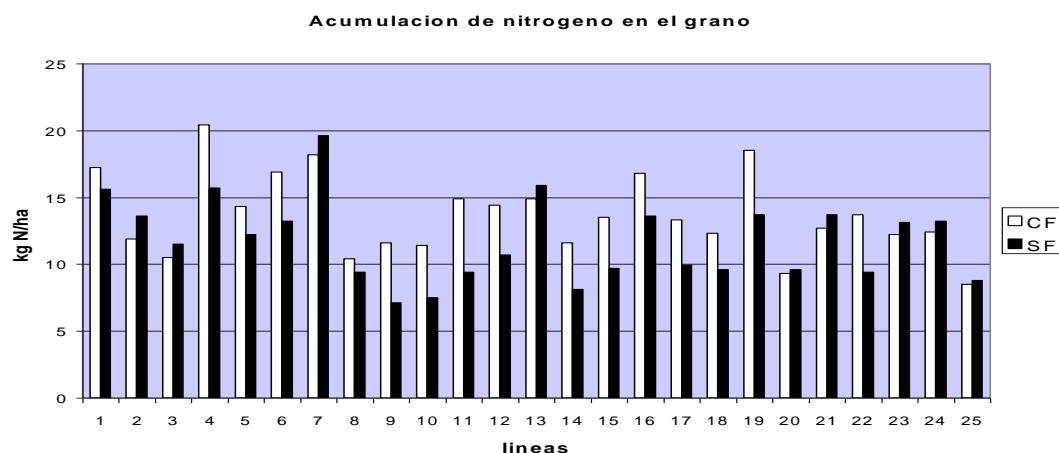
Las líneas que presentaron mayor acumulación de nitrógeno en la biomasa son líneas que también presentaron excelentes rendimientos en kilogramo de biomasa seca por hectárea como lo es la línea ICSVLM\_89527 la cual obtuvo el mayor rendimiento de biomasa con 5 664  $\text{Kg. ha}^{-1}$ .(grafico 4)

#### 4.5.2 Acumulación de nitrógeno en el grano. (Kg. ha<sup>-1</sup>)

La eficiencia y la utilización del nitrógeno en la producción de grano requieren que aquellos procesos asociados en la absorción tras-locación, asimilación y la distribución del nitrógeno operen efectivamente. El grano comienza aumentar rápidamente de peso conforme se acumula materia seca de la fotosíntesis en las hojas y panículas como resultado de un movimiento sustancial de los productos asimilados y almacenados en el tallo y las hojas (Somarriba 1997).

Según los resultados que se muestran en la grafica 5, las líneas con mayores valores en la acumulación de nitrógeno en el grano con el nivel 37 Kg. N ha<sup>-1</sup> fueron la ICSVLM\_89527, ICSVLM\_93079 y ICSVLM\_89551 con 20.4, 18.5 y 18.2 Kg. N ha<sup>-1</sup> y con menores valores fueron las líneas PINOLERO, ICSVLM\_93081 y ICSVLM\_90509 con 8.5, 9.3 y 10.4 Kg. N ha<sup>-1</sup>. Con el nivel 0 Kg. N ha<sup>-1</sup> la mayor acumulación la presentaron las líneas ICSVLM\_89551, ICSVLM\_92522 y ICSVLM\_89527 con 19.6, 15.9 y 15.7 Kg. N ha<sup>-1</sup> y con menores resultados las líneas ICSVLM\_90510, ICSVLM\_90520 y ICSVLM\_93065 con 7.1, 7.5 y 8.1 Kg. N ha<sup>-1</sup> respectivamente.

Las líneas que presentaron mayor acumulación de nitrógeno en el grano son líneas que presentaron excelentes rendimientos de grano como: ICSVLM\_89527, ICSVLM\_93079 y ICSVLM\_89551 que obtuvieron un rendimiento de grano de 1526.5, 1239.6 y 1271.8 Kg. ha<sup>-1</sup>. (Grafico 5).



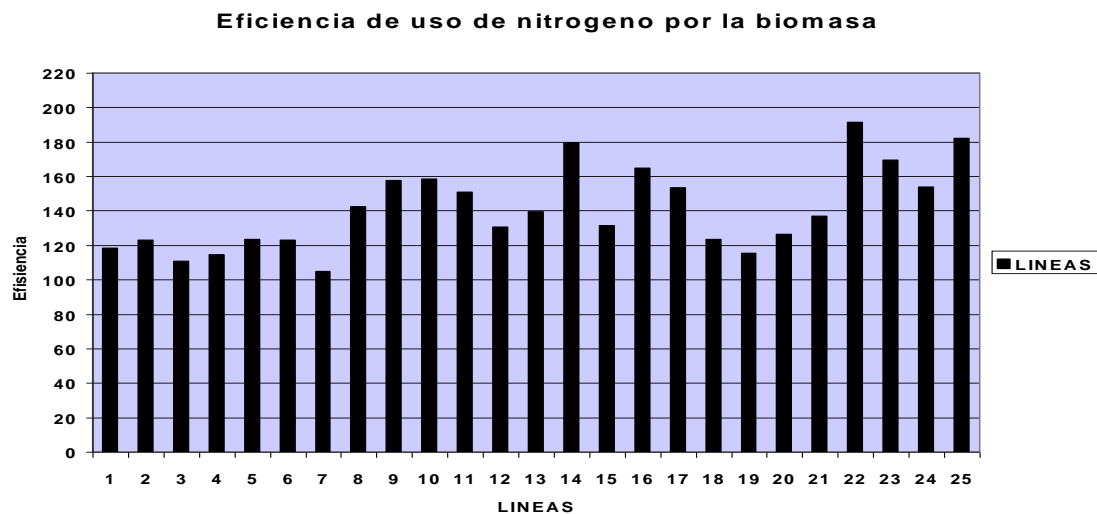
**Grafico 5.** Acumulación de nitrógeno en el grano (Kg. ha<sup>-1</sup>).

### 4.5.3 Eficiencia fisiológica.

Esta permite expresar el rendimiento obtenido tanto en la biomasa como en el grano por la cantidad de nitrógeno absorbido por la planta. El nitrógeno juega un rol clave en la etapa de crecimiento vegetativo, floración y formación de frutos y semillas, durante la fase vegetativa la actividad central consiste en la formación de mas tejidos lo que a su vez implica síntesis de proteínas y de carbohidratos por lo cual se necesita una buena conversión de nitrógeno la cual se obtiene aplicando el fertilizante en el momento en que realmente la planta lo necesite, una nutrición deficiente durante la etapa vegetativa acorta la vida de la planta causando madures precoz con baja sensibilidad de los rendimientos económicos.

### 4.5.4 Eficiencia de uso de nitrógeno por la biomasa.

En la grafica 6. Observamos que las líneas que hicieron mayor uso eficiente de nitrógeno por la biomasa fueron JOCORO, PINOLERO, ICSVLM\_93065 y RCV con 191.3, 182.2, 179.6 y 169.2, y la menor eficiencia se presento en las líneas ICSVLM\_89551, ICSVLM\_89524, ICSVLM\_89527 e ICSVLM\_93079 con 104.9, 110.7, 114.5, 115.1.(Grafico 6)



**Grafico 6.** Eficiencia de uso de nitrógeno por la biomasa.

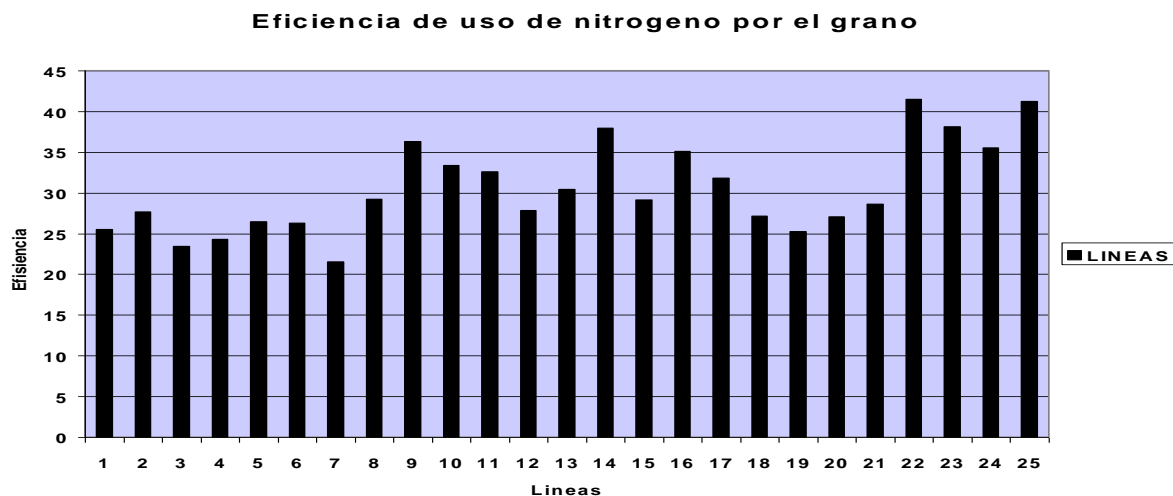


#### 4.5.5 Eficiencia de uso de nitrógeno por el grano.

Según Youngquist et al (1992). El uso eficiente del nitrógeno ha sido descrito en dos sentidos, uno que describe eficiencia de absorción y otro sobre la utilización eficiente de nitrógeno, siendo esta ultima mas importante porque describe el uso que la planta hace del fertilizante; el uso eficiente de nitrógeno (UEN) es definido como el rendimiento de grano por unidad de nitrógeno en la planta a la maduración.

La eficiencia agronómica expresa los Kg. de grano producidos por Kg. de N aplicado como fertilizante. Este valor depende de la eficiencia fisiológica del híbrido o cultivar, de la proporción del N disponible que es absorbido por el cultivo y de las pérdidas que ocurran durante el ciclo. Por lo tanto la eficiencia agronómica varía entre un máximo igual a la eficiencia fisiológica y cero, a medida que la absorción de N se ve limitada por otro factor como la disponibilidad de agua o se incrementan las pérdidas (Lang & Mallet 1986).

Las líneas JOCORO, PINOLERO, RCV e ICSVLM\_93065, fueron las que hicieron mayor eficiencia de nitrógeno por el grano con 41.5, 41.2, 38.1 y 37.9, las líneas que tuvieron menor eficiencia de uso de nitrógeno por el grano fueron la ICSVLM\_89551, ICSVLM\_89524, ICSVLM\_89527 y ICSVLM\_93079 con 21.5, 23.4, 24.3, 25.2 respectivamente (Grafico 7).



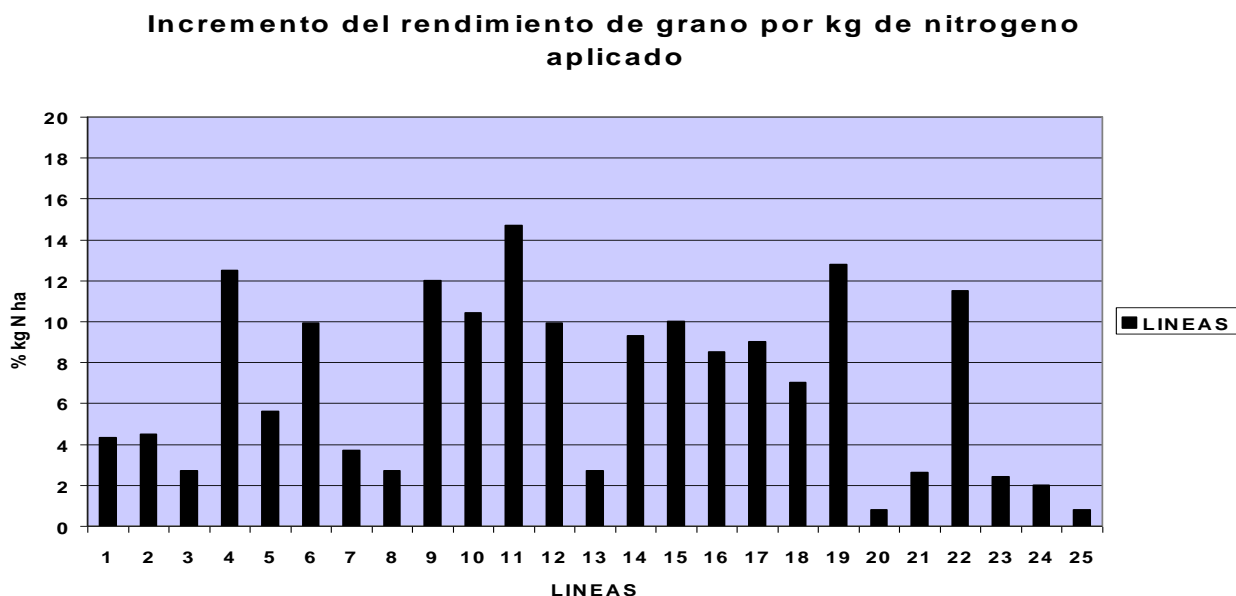
**Grafico 7.** Eficiencia de uso de nitrógeno por el grano.

#### 4.5.6 Incremento del rendimiento de grano por kilogramo de nitrógeno aplicado.

El nitrógeno juega un rol clave en la etapa de floración formación de frutos de y semilla, es el constituyente básico de importantes moléculas orgánicas como proteínas aminoácidos, ácidos nucleicos, clorofila, aminos y fitohomonas. Una nutrición deficiente causa madurez precoz, niveles bajos de proteínas en la semilla o granos lo cual disminuye la calidad nutritiva del grano y por tanto el rendimiento (Pineda L. 1997).

El rendimiento de grano obtenido por cada uno de los niveles de nitrógeno aplicado expresaron diferentes proporciones con relación a la producción de grano obtenido por kg de nitrógeno aplicado. El incremento del rendimiento refleja mayores proporciones con el nivel 37kg N respecto a los obtenidos por el nivel 0 Kg. N.

En la grafica 8 se observa que las líneas con mayor incremento en el rendimiento de grano por Kg. de nitrógeno aplicado fueron la ICSVLM\_90538, ICSVLM\_93079, ICSVLM\_89527 y ICSVLM\_90510 .con 14.7%, 12.8%, 12.4% y 11.9% respectivamente y con menores valores las líneas ICSVLM\_93081, PINOLERO, SOBERANO y RCV con 0.8%, 0.8%, 2% y 2.4% respectivamente.



**Grafica 8.** Incremento del rendimiento de grano por Kg. N Aplicado.

## V. CONCLUSIONES

- Las diferencias entre una línea y otra fueron numéricas, por tal razón no se descarta la posibilidad de que las líneas con menores resultados no puedan ser utilizadas por los productores o para seguir realizando estudios en diferentes zonas del país.
- La variable altura de planta a los 75dds osciló en todas las líneas entre 72.3 y 121.5 cm. el mayor número de hojas a los 75 (dds) lo obtuvieron las líneas ICSVLM\_92522 y RCV con un promedio de 15 hojas cada una y el diámetro de planta osciló entre 1.18 y 2.10 cm. en todas las líneas a los 75 dds.
- La mayor longitud de panoja la obtuvo la línea ICSVLM\_92522 con 24.9 cm. y la mayor longitud en el raquis lo presentó la línea ICSVLM\_89503 con 21.68 cm. presentando el (50%) de las evaluadas mejor longitud de raquis y panoja que el testigo PINOLERO.
- La mayor producción de biomasa seca fue obtenida por la línea ICSVLM\_89527 con 5664 kg. ha<sup>-1</sup> y el 96% de líneas evaluadas superaron en rendimiento de biomasa al testigo PINOLERO.
- Las líneas que presentaron los rendimientos mayores de granos fueron ICSVLM\_89527, ICSVLM\_89551, ICSVLM\_93079 y la ICSVLM\_92522 entre un rango de 1526.5 a 1149.3 Kg. /ha, superando el 88 % de las líneas evaluadas en rendimiento de grano al testigo PINOLERO y para el nivel de fertilización la mayoría de las líneas (76%) obtuvieron los mayores rendimientos de granos con el nivel de fertilización 37 Kg. N/ha.
- Con el nivel 37 Kg. N. ha<sup>-1</sup> el mayor porcentaje de nitrógeno en la biomasa lo obtuvieron las líneas ICSVLM\_89527, ICSVLM\_89524 con 0.97 y 0.95 % y las mayores acumulaciones de nitrógeno en la biomasa lo hicieron las líneas ICSVLM\_89527, ICSVLM\_89551.
- El mayor porcentaje de nitrógeno en el grano lo obtuvieron las líneas ICSVLM\_89503, y la ICSVLM\_89551 con el tratamiento fertilizado (37 Kg. N ha<sup>-1</sup>), mientras que las mayores acumulaciones de nitrógeno en el grano lo obtuvieron las líneas ICSVLM\_89527 y la ICSVLM\_93079.
- Las líneas que expresaron un mejor uso eficiente de nitrógeno por la planta y por el grano fueron JOCORO y PINOLERO.
- El mayor incremento del rendimiento de grano por kilogramos de nitrógeno aplicado fue obtenido por las líneas ICSVLM\_90538 e ICSVLM\_93079.

## VI. RECOMENDACIONES

- Por haber obtenido un buen comportamiento y buenos rendimientos de biomasa y de grano realizar nuevos estudios con las líneas ICSVLM\_89527 y ICSVLM\_89551, ya que pueden ser utilizadas para doble propósito (producción de grano y forraje).
- Someter a evaluación con diferentes niveles de fertilización nitrogenadas y en otras localidades de Matagalpa las líneas que presentaron los más altos rendimientos.
- De la misma manera someter a estudios a las líneas que tienen diferencias mínimas numéricas de las que obtuvieron mayores resultados, en el rendimiento.

## VII. BIBLIOGRAFIA

**Alvares, M. & Talavera T.** 1991. Efecto de cuatro densidades poblacionales y cuatro niveles de nitrógeno en el rendimiento de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) variedad pinolero -1. Managua, Nicaragua. 33 Pág.

**ALMAGRO (1996)** Diagnósticos agronómicos en sorgo.

**Barahona, W. J. & Gago,** 1996. Evaluación de diferentes prácticas culturales en soya (*Glycine max.* (L), Merr) y ajonjolí (*Sesamun indicum* L.) y su efecto sobre la cenosis de malezas. Universidad Nacional Agraria. Managua Nicaragua 48 pág.

**Compton, L, P.** 1985 La investigación en sistemas de producción con sorgo en Honduras, aspectos agronómicos. INISORMI/CIMMYT. México, D.F. 37 pág.

**Compton, L, P.** 1990 Agronomía del sorgo ICRISAT/CIMMYT (India) 301pág.

**Cuadra, R, M.** 1988. Efecto de diferentes niveles de nitrógeno, espaciamiento y poblaciones sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento de maíz (*Zea mayz* L.) variedad NB-6. Escuela de producción vegetal. Managua, Nicaragua 39 Pág.

**Dirección de Estadísticas MAGFOR** Evaluación del ciclo agrícola 2004 / 2005 y proyecciones.

**FAO.** 1995. El sorgo y el mijo en la nutrición humana. Roma, Italia.197pag.

**Fonseca & López** 2004. Evaluación del comportamiento agronómico y la eficiencia de nitrógeno de doce líneas de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) en el municipio de San Ramón \_ Matagalpa. Trabajo de diploma. UNA-Managua \_ Nicaragua. Facultad de agronomía.50 pág.

**Holdridge, L. R.** 1986. Ecología basada en zonas de vida. Traducido por Humberto Jiménez Saa. Primera edición. San José Costa Rica. IICA.216 pág.

**INTA,** 1999.Cultivo del sorgo. Guía tecnológica 5 Managua\_Nicaragua 23 pág. UNA, Febrero 2003. La Calera (Revista) Managua\_Nicaragua.65 pág.

**INTA.** 1995 Cultivo del sorgo. Guía tecnológica 5 Managua \_Nicaragua 14 pág.

**Lang & Mallet.** 1986. The effects of tillage system, rate, and time of nitrogen application on maize performance on a Sandy Avalon Soil. S. Afr. Journal plant. Soil 4 (3) pp.

**López & Galeato.** 1982. Efecto de competencia de distintos estados de crecimiento del sorgo. Publicaciones técnicas N 25.INTA. Argentina. 20 pág.

**MAG.** 1996 Información de granos básicos en Nicaragua. MAG-FOR.32 pág.

**Manzanares & Calero.** 2004. Evaluación agronómica y uso eficiente de nitrógeno de doce líneas de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) en el municipio de San Ramón\_ Matagalpa. Trabajo de diploma. UNA\_Managua\_Nicaragua. Facultad de agronomía. 46 Pág.

**Maranville, J. W. R .B. Clark & W. M. ROSS.** 1980. Nitrogen efficiency in grain Sorghum. *J. of Plant. Nutrition.*2:577-589 Pág.

**Martínez, D.** 1997. Respuesta del sorgo granifero (*Sorghum bicolor* L. Moench) a la aplicación de fertilizantes a base de elementos mayores (N-P-K). Trabajo de diploma. Managua, Nicaragua. Universidad Nacional Agraria. 23 pág.

**Miller F, R.** 1980. Crecimiento y desarrollo del sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) FAO. Producción y protección vegetal. Roma, Italia. 135 pág.

**Morales V, M .J** .2002. Comportamiento de generaciones f5 de sorgo granifero (*Sorghum bicolor* L. Moench). En Nic.Tesis Ing. Agr. FDR / UNA. Managua- Nicaragua.44 pág.

**Phoelman, C.**1985. Mejoramiento genético de las cosechas de sorgo. (*Shogun bicolor* L. Moench).Diversidad de Missouri. Editorial limusa. México, D, F .302.Pág.

**Pineda L,** 1997.La producción de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) granífero en Nicaragua y su manejo bajo condiciones de secano. Instructivo técnico. INTA, CNIA. Managua. Nicaragua, 55 pág.

**Reyes V. & Romero, A.** 2003. Uso eficiente de nitrógeno por cuatro variedades de sorgo granifero (*Sorghum bicolor* L. Moench) en la zona de Tisma. Trabajo de diploma. Managua\_ Nicaragua. Universidad Nacional Agraria. 36 pág.

**Salmeron M, F. & García C, L.**1994. Fertilidad y fertilización de suelo. Texto básico UNA\_ Managua \_Nicaragua 141pag.

**Somarriba R, C.** 1997. Texto de granos básicos. Escuela de producción vegetal. UNA\_ Managua \_Nicaragua 197 pág.

**Soza, E, F.** 1989. Influencia de diferentes dosis de nitrógeno y fósforo sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento del girasol (*Helianthus annus* L.) Variedad cabure. Escuela de producción vegetal. Managua\_ Nicaragua. 33 Pág.

**Tapia, B, H.** 1980. Tópicos importantes de uso común para la impartición de asistencia técnica en granos básicos. División de semilla. INRA-PROAGRO. Managua, Nicaragua. 196 pág.

**Youngquist, J.B; Bramel, P. & Maranville, J, W.** 1992. Evaluation of alternative screening criterion for selecting nitrogen\_use efficient genotypes in sorghum. *Crop Science.* Vol.32, 1003 Pág.

अन्वय

### VIII. PLANO DE CAMPO (SAN ISIDRO - MATAGALAPA)

