

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA.

FACULTAD DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN VEGETAL

TRABAJO DE DIPLOMA



***Evaluación agronómica de veinticuatro líneas de sorgo
(Sorghum bicolor L. Moench) en el municipio de Zambrano.***

AUTORES:

***Karina Julissa Valle Valle,
Ibelice del Carmen Toledo Gutiérrez.***

ASESOR:

Ing.Msc.Leonardo García Centeno.

Managua-Nicaragua 2003.

ÍNDICE GENERAL.

Sección	Página
Dedicatoria.	i
Dedicatoria.	ii
Agradecimientos.	iii
Índice de Tablas.	iv
Índice de Figuras.	v
Resumen.	vi
I. Introducción.	1
II. Objetivos.	3
2.1. Objetivo General.	3
2.2. Objetivos Específicos.	3
III. Materiales y Métodos.	4
3.1. Descripción del Lugar.	4
3.1.1. Ubicación.	4
3.1.2. Clima.	5
3.1.3. Suelo.	
3.2. Metodología Experimental.	5
3.2.1. Descripción del Diseño.	5
3.2.2. Descripción de los Tratamientos.	7
3.2.3. Variables Evaluadas.	7
3.2.4. Procesamiento de Datos.	8
3.3. Manejo Agronómico.	8
IV. Resultados y Discusión.	10
4.1. Variables de Crecimiento y Desarrollo del Cultivo.	10
4.1.1. Altura de la Planta.	10
4.1.2. Número de Hojas.	14
4.1.3. Diámetro del Tallo.	16

4.2. Componentes del Rendimiento.	18
4.2.1. Longitud de Panoja.	18
4.2.2. Longitud del Ráquis.	20
4.2.3. Materia Seca Producida.	23
4.2.4. Nitrógeno en Biomasa.	26
4.2.5. Nitrógeno en Grano.	27
4.2.6. Rendimiento de Grano.	28
V. Conclusiones.	32
VI. Recomendaciones.	33
VII. Bibliografía.	34

DEDICATORIA.

Con mucho **AMOR** y **RESPETO** dedico el presente trabajo de investigación.

A mi Padre **Santos Valle Calero**, por ser un padre tan especial, que siempre me brindó su apoyo en los momentos más difíciles de mi vida.

A mi Madre **Josefa Valle Gutiérrez**, por sus buenos consejos y motivarme a seguir adelante.

A mis Hermanos **Inalvin, Ronald y Elvin**, ya que de una u otra forma me brindaron su apoyo.

A mi Tía **Mirna Valle Gutiérrez**, por su apoyo incondicional durante mi formación profesional.

KARINA JULISSA VALLE VALLE.

DEDICATORIA.

A **DIOS**, por darme la existencia y guiarme a seguir adelante.

A mis Padres, **EUDORA GUTIÉRREZ** y **EDGARD TOLEDO** por sus consejos y apoyo en los momentos más difíciles de mi vida.

A mis Hermanos, **CARLA**, **EDGARD** y especialmente a **ELICENA** por su apoyo incondicional durante el transcurso de mi carrera.

A mi Abuelita **MARIA ESTHER TOLEDO**, por sus consejos y apoyo.

A mi Hija **NAYARETH ALEJANDRA TOLEDO**, por motivarme a seguir adelante y ser una inspiración de mi vida.

Gracias a todas las personas que me apoyaron.

IBELICE TOLEDO GUTIÉRREZ.

AGRADECIMIENTOS.

Agradecemos **DIOS** por darnos sabiduría y motivación a coronar nuestra carrera como **Ing. Agrónomo**.

Al programa **INTSORMIL** por financiar nuestro tema de investigación.

Al **Ing. Leonardo García** por brindarnos su apoyo y confianza durante el proceso de investigación.

Al **Ing. Álvaro Benavides** y nuestro compañero **Vicente Reyes**, por su apoyo en la comprensión de los análisis estadísticos.

A **Carlos Miller** por su ayuda durante la fase de campo del cultivo.

**KARINA JULISSA VALLE V.
IBELICE TOLEDO GUTIÉRREZ.**

ÍNDICE DE TABLAS.

Tabla N°	Página
1. Análisis químico donde se realizó el experimento. Zambrano, 2002.	5
2. Descripción de los factores en estudio.	6
3. Resultados de la altura de la planta para los factores en estudio a los 39, 63 y 73 dds. Zambrano, 2002	12
4. Efecto de interacción de líneas y niveles de nitrógeno aplicados sobre la altura de planta a los 39 dds.	13
5. Número de hojas por planta para los factores en estudio a los 39,63 y 73 dds. Zambrano, 2002.	15
6. Resultados del diámetro del tallo para los factores en estudio a los 39, 63 y 73 dds.	17
7. Longitud de panoja para los factores en estudio. Zambrano, 2002.	19
8. Resultados de longitud del ráquis para los factores en estudio. Zambrano, 2002.	21
9. Efecto de interacción de líneas y niveles de Nitrógeno aplicados sobre la longitud del ráquis.	22
10. Producción de Biomasa seca y significancia de los factores en estudio. Zambrano, 2002.	24
11. Efecto de interacción de líneas y niveles de Nitrógeno aplicado sobre la Biomasa seca. Zambrano, 2002.	25
12. Rendimiento y significancia de los factores en estudio. Zambrano, 2002.	30
13. Efecto de interacción de líneas por niveles de Nitrógeno sobre el rendimiento de grano en Kg./ha. Zambrano, 2002.	31

ÍNDICE DE FIGURAS.

Figura. N°		Página
1.	Precipitaciones y temperaturas promedio ocurridas de Septiembre a Diciembre.	4
2.	Contenido de Nitrógeno(%) en la biomasa seca para cada línea y nivel de fertilización.	27
3.	Concentración de Nitrógeno(%) en el grano para cada línea y nivel de fertilización.	28

RESUMEN.

El presente estudio se realizó en la finca **EL PLANTEL**, localizada en el kilómetro 40 carretera Típitapa-Masaya, ubicada a 200 msnm, 12°03' latitud norte y 86°06' longitud oeste, en la época de postrera comprendido de Septiembre a diciembre del 2002. Los factores evaluados fueron 24 líneas de sorgo y un testigo local (Pinolero 1) con aplicación de fondo de 193.6 kg de completo 12-30-10, y dos niveles de Nitrógeno 0 y 112 Kg. de Nitrógeno / ha fraccionado en dos aplicaciones. El diseño experimental utilizado fue un bifactorial en arreglos de bloques completamente al azar (BCA), con cuatro repeticiones. Los resultados reflejan que la mayoría de las variables evaluadas presentan diferencias altamente significativas para ambos factores en estudio (A y B), exceptuando la variable número de hojas a los 63 y 73 dds, diámetro a los 73 dds, longitud del ráquis y no significativa para la mayoría de las variables en las interacciones. Los mayores rendimientos se presentaron cuando se aplicó el nivel 112 Kg de Nitrógeno /ha al suelo, sobresaliendo la línea ICSVLM-93074 con 5971.12 Kg /ha de grano. No obstante 10 de las 24 líneas evaluadas, presentaron rendimientos entre 1500 y 3000 kg de grano/ha sin aplicación de urea.

I. INTRODUCCIÓN.

El sorgo (*Sorghum bicolor* L Moench), ha sido un alimento básico importante en las zonas tropicales, áridas y semiáridas de muchos países del mundo siendo éste cultivo una de las principales fuentes de energía, proteínas, vitaminas y minerales para millones de habitantes más pobres del mundo (FAO, 1995).

El sorgo, es para los agricultores de Nicaragua un cultivo viejo como productor de grano y usado como sustituto del maíz en la alimentación humana y animal. En la actualidad este cultivo ha adquirido más importancia debido a su uso en la producción de alimentos concentrados para aves, cerdos y ganado bovino.

En Nicaragua, el cultivo del sorgo ocupa el 16% del área sembrada de granos básicos, lo que lo cataloga como un cultivo alimenticio de gran importancia. El 56% de la producción actual es utilizada para la industria y el 46% restante para la alimentación humana, principalmente el sorgo con endosperma blanco. Es considerado como el cereal que le sigue al maíz, tanto en área como en volumen de producción (Pineda, 1997).

El INTA (1995), considera diferentes regiones del país como óptimas para el cultivo del sorgo, sobresaliendo la región II, III y IV correspondientes a los departamentos de León, Chinandega, Managua, Masaya, Granada y Rivas.

La planta del sorgo se adapta a una amplia gama de ambientes y produce grano bajo condiciones desfavorables para la mayoría de los cereales. Debido a su resistencia a la sequía, se considera como el cultivo más apto para las regiones áridas con lluvias erráticas (Compton, 1990); es una planta de días cortos y noches largas.

Las cantidades de fertilizantes requeridos para la planta de sorgo, varían dependiendo del tipo y las condiciones del suelo.

El Nitrógeno es uno de los elementos nutritivos esenciales de la planta que más abunda en la naturaleza. La falta de disponibilidad de Nitrógeno, limita probablemente el rendimiento de los cultivos, más que la de cualquier otro elemento.

El Nitrógeno juega un papel clave en la etapa de crecimiento vegetativo, floración y formación de frutos, semillas y favorece el macollamiento; durante la fase vegetativa, la actividad central consiste en la formación de nuevos tejidos (Vieira *et al*, 1999).

Las cantidades de Nitrógeno absorbidas por los cereales alimenticios supera la de cualquier otro nutriente, su movilidad en la fase líquida y gaseosa pueden ser causa de importantes pérdidas del suelo, tras su aplicación como fertilizante. El agricultor debe conocer por tanto, no solo la cantidad total de Nitrógeno que el cultivo necesita, si no también el período en el que más se absorbe para lograr su utilidad máxima (FAO, 1984).

Actualmente los rendimientos en el grano no satisfacen la demanda interna, esto es 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.

Dada la importancia del cultivo de sorgo y su utilización para la producción de grano, es conveniente conocer una dosis adecuada para cada línea, así como su influencia sobre los componentes de rendimiento y otros parámetros agronómicos como son; altura de la planta, número de hojas, diámetro del tallo, longitud de panoja y longitud del ráquis, con el fin de obtener mayor conocimiento sobre dicha respuesta.

El trabajo se realizó con el propósito de evaluar el comportamiento de 24 líneas de sorgo en el municipio de Zambrano, lo anterior motiva la necesidad de realizar la presente investigación, la cual persigue los siguientes objetivos.

II. OBJETIVOS

2.1 Objetivo General.

Evaluar el comportamiento de veinticuatro líneas de sorgo (*Sorghum bicolor* L Moench) en el municipio de Zambrano.

2.2 Objetivos Específicos.

-Identificar las líneas que tienen mejor comportamiento agronómico bajo condiciones del municipio.

-Determinar el rendimiento de cada línea y recomendar aquellas que obtengan un mejor comportamiento productivo.

III. MATERIALES Y MÉTODOS.

3.1 Descripción del Lugar.

3.1.1 Ubicación.

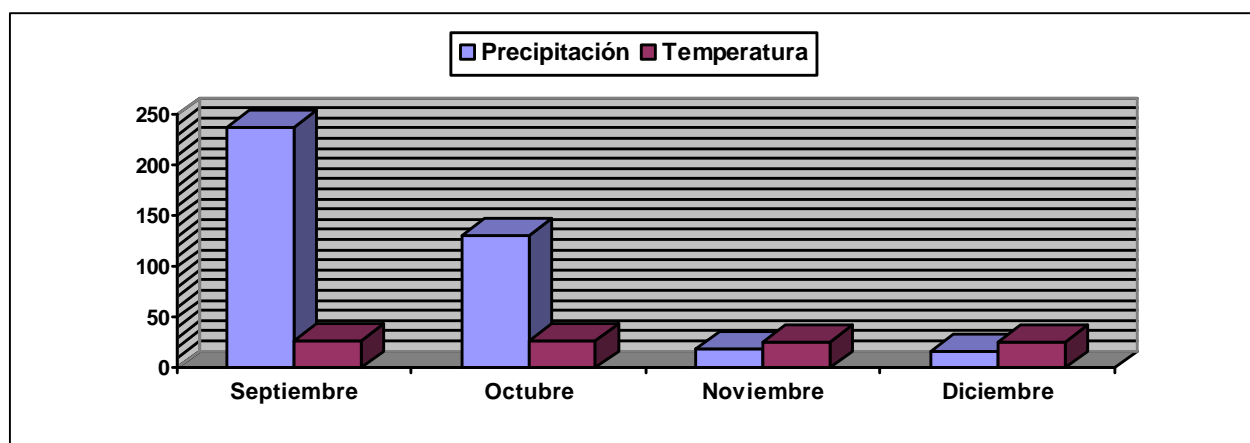
El presente experimento se estableció en la finca El plantel, propiedad de la Universidad Nacional Agraria, ubicada en el municipio de Zambrano, localizada en el kilómetro 40 carretera Típitapa -Masaya, Departamento de Masaya; cuyas coordenadas son 12° 03' latitud norte y 86° 06' latitud oeste; con una altura de 200 msnm.

El plantel según Chévez & Mendoza (2000), la zonificación ecológica corresponde a una zona transicional entre bosque tropical seco y bosque tropical húmedo.

3.1.2 Clima.

El clima se caracteriza por tener una precipitación media anual de 1100 mm y una temperatura media de 26 °C. El ensayo se estableció en la época de postrera en el período comprendido entre Septiembre-Diciembre del 2002, con las siguientes condiciones climáticas ocurridas durante ese período.

Figura 1. Precipitaciones y temperaturas promedio ocurridas de Septiembre a Diciembre



2002.

Fuente INETER 2002.

3.1.3 Suelo.

Los suelos de la finca El Plantel, se clasifican dentro del orden de los Molisoles, pertenecen a la serie de Zambrano (MAG, 1971), se caracterizan por ser suelos de origen volcánico, profundos a moderadamente superficiales, bien drenados, con buena permeabilidad, se encuentran en planicie con una topografía de ligeramente a fuertemente ondulada, con alto contenido de materia orgánica y pH ligeramente ácido. Los resultados de análisis del suelo en el área donde se estableció el experimento se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1. Análisis químico donde se realizó el experimento. Zambrano, 2002.

Localidad	pH	%		Ppm	Meq/100 Kg suelo		Textura
Zambrano	H ₂ O	M.O	N	P	K	CIC	Franco arcilloso
	6.0	3.81	0.14	0.14	1.85	38.1	

Fuente: Laboratorio de suelos y agua. UNA, 2002.

3.2 Metodología Experimental.

3.2.1 Descripción del diseño experimental.

En el establecimiento del ensayo se utilizó un diseño bifactorial en bloques completos al azar (BCA), con cuatro repeticiones; cada parcela constituida por 6 surcos de 2 m de largo y separados por 0.60 m, para un área de 7.2 m² por parcela. Se utilizaron los 4 surcos centrales como parcela útil para los muestreos de las variables a evaluar, cada repetición contiene 24 parcelas, es decir; 173 m², lo que corresponde a un área total de 692 m² en las cuatro repeticiones. El área de espaciamento entre parcelas y bloques suman un área de 448 m² lo que sumaría un área total del experimento de 1140m².

Tabla 2.Descripción de los factores en estudio.

Factor A: Líneas a evaluar			
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 1
13	ICSVLM-92522		

Factor B: Niveles de Nitrógeno aplicados /ha.

1	112 Kg. de N/ha	2	0 Kg. de N/ha
---	-----------------	---	---------------

El origen de las líneas con el código ICSVLM, son del programa ICRISAT/LASIP; ICSVLM quiere decir en inglés: ICRISAT Sorghum Variety Latin American Program, y los primeros dos dígitos indican el año que fue generada la línea y los últimos tres dígitos el número de 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 y su origen es del ICRISAT/LASIP.

El testigo, Pinolero 1 posee una altura de 190 cm, panoja semi-abierta, grano de color blanco, los días a floración a los 64 días después de la germinación, excerción y tamaño de la panoja 10 y 30 cm respectivamente, días a la cosecha 110 con un potencial genético de 4852 Kg/ha (75 qq/mz).

3.2.2 Descripción de los tratamientos.

Los tratamientos utilizados en el experimento fueron dos niveles de fertilización (0 y 112 Kg de N /ha), utilizando Urea 46% para cada línea fraccionado de la siguiente manera; 50% a los 30 días después de la siembra (dds), y el otro 50% a los 45 dds más un testigo absoluto. Todas las líneas excepto el testigo (Pinolero 1) tuvieron como fertilización base 23 Kg de N /ha, de la fórmula 12-30-10 aplicado al momento de la siembra y al fondo del surco.

3.2.3 Variables Evaluadas.

Durante el crecimiento y desarrollo del cultivo se midieron los siguientes parámetros, en 10 plantas tomadas al azar por parcela útil; las cuales se evaluaron a los 39,63 y 73 dds.

- Altura de la planta (cm): Tomada desde la superficie del suelo hasta la última hoja formada.
- Diámetro del tallo (cm): Se midió en la parte media de la longitud del mismo.
- Número de hojas por planta: Se contaron las hojas funcionales de la planta.

A la cosecha se midieron los siguientes parámetros.

- Longitud de la panoja (cm): Por parcela útil se tomaron 8 panojas al azar y se midió desde la base hasta el ápice de la misma y se promedió.
- Longitud del ráquis (cm): De la misma muestra de 8 panojas por parcela útil, se les midió la longitud del ráquis y se promedió.
- Materia seca producida (tn/ha): Al momento de la cosecha se tomaron diez plantas al azar por parcela útil, se registró el peso fresco, posteriormente se secaron a 65 °C por 72 horas y se registró el peso seco.

- Nitrógeno en biomasa (%): De la misma muestra tomada para determinar materia seca producida, se trasladó una muestra homogenizada al laboratorio para determinar el porcentaje de Nitrógeno por el método semi-micro Kjeldhal.
- Nitrógeno en el grano (%): Del sorgo cosechado se tomó una muestra por parcela útil y fue enviado al laboratorio para determinar la concentración de Nitrógeno en el grano, el método utilizado fue el mismo que se utilizó en el porcentaje de Nitrógeno en biomasa.
- Rendimiento de grano (Kg./ha): Después de cosechadas las parcelas, se les determinó el porcentaje de humedad, posteriormente se desgranó la panoja y se ajustó el rendimiento al 14% de humedad, se pesó y se expresó en Kg /ha.

3.2.4 Procesamiento de datos.

Los resultados obtenidos de las variables en estudio fueron sometidos a análisis de varianza (ANDEVA) y separaciones de medias por rangos múltiples de Tukey al 0.05% de probabilidad, utilizando el paquete de diseños experimentales Olivares; 1994.

3.3 Manejo Agronómico.

La preparación del suelo se realizó mecánicamente, se inició con un pase de arado, 2 pases de grada y el rayado, para luego proceder a la siembra, esta se realizó manualmente a chorrillo el día 13 de Septiembre del 2002. Diez días después de la siembra se realizó el raleo, procurando dejar 8 plantas por metro lineal, obteniendo 130000 plantas por hectárea aproximadamente. El control de malezas se realizó manual a los 30 dds.

La cosecha se hizo manualmente a los 90-100 y 115 dds al completar el ciclo biológico del cultivo. La fertilización se realizó según se describe en el punto **3.2.2**.

Durante el ciclo del cultivo, no se presentaron ataques de plagas ni enfermedades, por lo que no fue necesario realizar ninguna medida fitosanitaria.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Variables de crecimiento y desarrollo del cultivo.

4.1.1 Altura de la planta.

La altura de la planta del sorgo, es considerada como un factor de mucha importancia, ya que está influenciada por diferentes factores como: humedad, temperatura, fertilización nitrogenada, siendo determinantes en el descenso de la altura de la planta (López & Galeato, 1982).

Según Mukaigawara (1982) y Pineda (1999) señalan que alturas de planta de 190-200 cm dificultan la cosecha mecanizada.

La variable altura de planta, según el ANDEVA indica que existe efecto altamente significativo para ambos factores independientes durante los tres muestreos y significativa para la interacción a los 39 días después de la siembra (dds), separando los tratamientos en seis categorías para el factor A y dos categorías para el factor B.

La Tabla 3 indica que el muestreo a los 39 dds, la línea que presentó la mayor altura es ICSVLM-90538 con 36.33 cm, seguida por ICSVLM-93077, ICSVLM-93076, ICSVLM-89537, JOCORO y ICSVLM-90510 que conforman una segunda categoría y en último lugar se encuentran las líneas SOBERANO (19.99cm) e ICSVLM-90509 con 19.37 cm, siendo iguales categóricamente. A los 63 dds, la mayor altura la obtuvo la línea ICSVLM-90538 con 95.67 cm, en segundo lugar se encuentran JOCORO con 68.47 cm e ICSVLM-93077 con 67.72 cm y en último lugar ICSVLM-93074 con 41.02 cm. Este parámetro varió a los 73 dds, sobresaliendo la línea ICSVLM-90538 con 112.01 cm, seguida por ICSVLM-93079 con 103.10 cm y en último lugar ICSVLM-93075 con 71.12 cm.

Respecto a los análisis obtenidos en la variable altura de planta ninguna de las líneas cumplen lo planteado por Mukaigawara (1982) y Pineda (1999), ya que presentan alturas menores a las referidas.

Tabla 3. Resultados de la altura de la planta (cm) para los factores en estudio a los 39,63 y 73 dds. Zambrano, 2002.

Factor A: Líneas	39 dds	63 dds	73 dds
ICSVLM-90538	36.33 a	95.67 a	112.01a
ICSVLM-93077	28.55 ab	67.72 ab	89.15 ab
ICSVLM-93076	28.49 ab	60.85 b	88.02 ab
ICSVLM-89537	28.20 ab	56.41 b	88.50 ab
JOCORO	27.20 ab	68.47 ab	94.64 ab
ICSVLM-90510	26.36 ab	60.77 b	90.85 ab
ICSVLM-89544	26.01 b	64.32 b	87.37 ab
ICSVLM-89527	25.78 b	60.90 b	95.32 ab
Pinolero 1	25.77 b	48.62 b	77.45 b
ICSVLM-93065	25.33 b	63.37 b	89.95 ab
ICSVLM-93079	25.24 b	55.27 b	103.10 ab
ICSVLM-89524	25.20 b	59.79 b	95.57 ab
ICSVLM-89503	24.84 b	59.00 b	86.12 ab
ICSVLM-93081	24.65 b	57.60 b	96.62 ab
ICSVLM-92512	24.48 b	54.40 b	95.20 ab
ICSR-939	24.28 b	53.12 b	78.70 b
ICSVLM-90520	24.02 b	59.45 b	87.37 ab
ICSVLM-89551	23.49 b	56.55 b	95.40 ab
ICSVLM-89513	22.66 b	56.47 b	93.67 ab
ICSVLM-92522	22.49 b	51.52 b	83.10 b
RCV	21.77 b	57.60 b	89.72 ab
ICSVLM-93074	20.77 b	41.02 b	82.52 b
ICSVLM-93075	20.02 b	46.07 b	71.12 b
SOBERANO	19.99 b	49.45 b	75.75 b
ICSVLM-90509	19.37 b	43.25 b	71.15 b
ANDEVA	**	**	**
CV %	23.01	30.08	23.57
Factor B: Kg de N/ha	39 dds	63 dds	73 dds
b ₁ : 112 Kg de N/ha	32.71 a	80.00 a	110.38 a
b ₂ : 0 Kg de N/ha	16.92 b	36.59 b	68.78 b
ANDEVA	**	**	**
CV %	23.01	30.08	23.57

Para el factor B, a los 39 dds el nivel 112 Kg de N/ha alcanzó la mayor altura con 32.71 cm y con menor altura el nivel cero aplicación con 16.92 cm. A los 63 dds existe el mismo comportamiento de la altura sobresaliendo el nivel 112 Kg de N/ha (80.00 cm) y en último lugar el nivel 0 Kg de N/ha con una altura de 39.59 cm. A los 73 dds sobresale el nivel 112 Kg de N/ha presentando una altura de 110.38 cm y la menor altura el nivel cero aplicación con 68.78 cm.

Respecto a los resultados obtenidos en la variable evaluada, es necesario la aplicación de fertilizante nitrogenado para incrementar la altura de éstas, ya que este elemento tiene mayor influencia sobre el crecimiento vegetal (Monterrey, 1997).

Los resultados obtenidos de la interacción muestran que el tratamiento 112 Kg de N/ha sobre la línea ICSVLM-90538(a₁₁b₁) presentó la mayor altura (52.05 cm) y con menor altura ICSVLM-93074(a₁₆b₁) con 23.10 cm. Respecto al tratamiento 0 Kg de N/ha la mayor altura la obtuvo el testigo (a₂₅b₂) con 33.75 cm y la menor altura SOBERANO (a₂₄b₂) con 12.60 cm, siendo categóricamente iguales. Los resultados se muestran en la Tabla 4.

Es importante señalar que los altos valores de CV, pudieran estar indicando las diferencias que en términos de estas variables existe entre las líneas evaluadas

Tabla 4. Efecto de interacción de líneas y niveles de Nitrógeno aplicado sobre la altura de planta a los 39 dds.

Tratamientos	112 Kg de N/ha	Tratamientos	0 Kg de N/ha
a ₁₁ b ₁	52.05 a	a ₂₅ b ₂	33.75 a
a ₂₅ b ₁	48.62 b	a ₁₇ b ₂	21.12.a
a ₅ b ₁	41.75 ab	a ₁₁ b ₂	20.60 a
a ₁₈ b ₁	37.80 abc	a ₁ b ₂	20.12 a
a ₂₂ b ₁	36.00 bcd	a ₁₈ b ₂	19.30 a
a ₁₇ b ₁	35.85 bcd	a ₁₉ b ₂	18.70 a
a ₆ b ₁	35.60 bcd	a ₂₂ b ₂	18.40 a
a ₉ b ₁	35.02 bcd	a ₄ b ₂	17.70 a
a ₁₄ b ₁	34.10 bcd	a ₉ b ₂	17.70 a
a ₄ b ₁	33.85 bcd	a ₂₀ b ₂	17.50 a
a ₃ b ₁	33.40 bcd	a ₁₂ b ₂	17.50 a
a ₂₁ b ₁	33.10 bcd	a ₃ b ₂	17.00 a
a ₇ b ₁	32.40 bcd	a ₁₆ b ₂	16.95 a
a ₁₀ b ₁	32.40 bcd	a ₁₄ b ₂	16.55 a
a ₂₀ b ₁	31.80 bcd	a ₆ b ₂	16.42 a
a ₁₉ b ₁	31.77 bcd	a ₂ b ₂	16.15 a
a ₁₂ b ₁	31.45 bcd	a ₁₅ b ₂	15.82 a
a ₁₃ b ₁	29.55 bcd	a ₁₀ b ₂	15.65 a
a ₁ b ₁	29.55 bcd	a ₂₃ b ₂	15.57 a
a ₂ b ₁	29.17 bcd	a ₂₁ b ₂	15.45 a
a ₂₃ b ₁	27.97 bcd	a ₁₃ b ₂	15.42 a
a ₂₄ b ₁	27.37 cd	a ₅ b ₂	14.65 a
a ₁₅ b ₁	25.72 cd	a ₈ b ₂	14.60 a
a ₈ b ₁	24.15 cd	a ₇ b ₂	14.57 a
a ₁₆ b ₁	23.10 d	a ₂₄ b ₂	12.60 a
Significancia	*	Significancia	*

4.1.2. Número de hojas.

El número de hojas varía de 7 a 24 según la variedad y longitud del período de crecimiento (Comptom, 1990).

Según Somarriba (1997), las hojas distribuidas en diversas formas a lo largo de la planta, nacen en diferentes ángulos del tallo. La última hoja formada es llamada hoja bandera.

Los resultados para la variable número de hojas, según el ANDEVA, Tabla 5 se encontró efecto altamente significativo para el factor A, a los 39 dds y la separación de medias indicó tres categorías estadísticas.

En el segundo y tercer muestreo a los 63 y 73 dds no se encontró efecto significativo, esto debido probablemente a que esta característica está influenciada por factores genéticos, no obstante puede estar influenciada por el medio ambiente aunque no significativamente (Álvarez & Talavera, 1991).

Dentro del factor A, a los 39.dds la línea que presentó mayor número de hojas es ICSVLM-93076 con 7 hojas diferenciándose estadísticamente de las demás, seguido por ICSVLM-90538, ICSVLM-92512 y posteriormente fue decreciendo; teniendo un mismo comportamiento e igualdad numérica y estadística, presentando 6 hojas cada una y en último lugar ICSR -939 con 5 hojas diferenciándose categóricamente de las demás.

En relación con el factor B, el análisis de varianza mostró efecto altamente significativo durante los tres muestreos y la separación de medias indicó dos categorías estadísticas y no significativa para la interacción.

En el factor B con la aplicación de 112 Kg de N/ha a los 73 días se obtuvo el mayor número de hojas por planta obteniendo 10 hojas, superando estadísticamente al nivel 0 Kg N/ha durante los tres momentos del muestreo.

Tabla 5. Número de hojas por planta para los factores en estudio a los 39, 63 y 73 dds.
Zambrano, 2002.

Factor A: líneas	39 dds	63 dds	73 dds
ICSVLM-93076	7 a	8	10
ICSVLM-90538	6 ab	8	10
ICSVLM-92512	6 ab	8	10
ICSVLM-89544	6 ab	8	10
ICSVLM-90510	6 ab	8	10
ICSVLM-89513	6 ab	8	10
ICSVLM-89551	6 ab	8	10
ICSVLM-89524	6 ab	8	10
ICSVLM-89503	6 ab	8	10
ICSVLM-93075	6 ab	8	9
JOCORO	6 ab	8	10
ICSVLM-89537	6 ab	8	10
ICSVLM-93065	6 ab	8	10
ICSVLM-93077	6 ab	8	10
ICSVLM-93079	6 ab	8	10
ICSVLM-93074	6 ab	8	10
ICSVLM-93081	6 ab	8	10
ICSVLM-92522	6 ab	8	10
Pinolero 1	6 ab	6	8
ICSVLM-90520	6 ab	8	10
ICSVLM-90509	6 ab	8	9
ICSVLM-89527	6 ab	8	10
SOBERANO	6 ab	8	9
RCV	5 b	8	9
ICSR 939	5 c	8	10
ANDEVA	**	NS	NS
CV %	12.43	12.71	10.55
Factor B: Kg de N/ha	39 dds	63 dds	73 dds
b ₁ :112 Kg. de N/ha	6 a	9 a	10 a
b ₂ :0 Kg. de N/ha	5 b	7 b	9 b
ANDEVA	**	**	**
CV %	12.43	12.71	10.55

4.1.3. Diámetro del tallo.

Phoelman (1985), afirma que el diámetro del tallo tiene gran importancia para la obtención de altos rendimientos.

La caña o tallo del sorgo está formada por una serie de nudos y entrenudos, es delgado y muy vigoroso, midiendo de 0.5 a 5 cm de diámetro cerca de la base, volviéndose más angosto en el extremo superior (Somarriba, 1997).

Según el ANDEVA se encontró significancia a los 39 y 63 dds, la separación de medias indicó cinco categorías estadísticas para ambas fechas y no significativa a los 73dds.

En el factor A, a los 39 dds las líneas que presentaron mayor diámetro fueron Pinolero 1(1.05cm) seguido por ICSVLM-90538 con 0.91 cm siendo iguales categóricamente y en último lugar ICSVLM-93075 con 0.53 cm. A los 63 dds el Testigo y la línea ICSVLM-90538 con 1.26 y 1.29 cm presentaron la mayor longitud de diámetro. Así mismo se observó que el menor diámetro del tallo se obtuvo donde no se aplicó Urea 46%.

Es importante comentar, que la no significancia encontrada para la variable diámetro del tallo a los 73 dds, se debió a que el cultivo después de los 30 dds el crecimiento se acelera, por lo tanto la planta en esta etapa necesita del elemento Nitrógeno. Resultados similares para esta variable encontró Aguilar (1988), en un estudio de fertilización nitrogenada en el cultivo de sorgo.

Respecto al factor B, con la aplicación de 112 Kg de N/ha a los 39 dds se obtuvo un diámetro de 0.89 cm, a los 63 dds (1.20 cm) y a los 73 dds (1.30 cm), aumentando significativamente durante los tres muestreos, superando de esta manera al nivel (0 Kg N/ha). Según estos resultados, es necesario la aplicación de Nitrógeno para que la planta adquiera su diámetro adecuado y evitar el acame de éstas, Somarriba (1997). Los resultados de los factores independientes se muestran en la Tabla 6.

Tabla 6. Resultados del Diámetro del tallo (cm) para los factores en estudio a los 39,63 y 73 dds.

Factor A: Líneas	39 dds	63 dds	73 dds
Pinolero 1	1.05 a	1.26 a	1.37
ICSVLM-90538	0.91 a	1.29 a	1.28
ICSVLM-93077	0.79 ab	1.18 ab	1.28
ICSVLM-93076	0.76 abc	1.17 abc	1.25
ICSVLM-89513	0.75 abc	1.11 abc	1.24
ICSVLM-89524	0.74 abc	1.16 abc	1.24
ICSVLM-92512	0.74 abc	1.18 abc	1.23
ICSVLM-93079	0.74 abc	1.18 abc	1.22
ICSVLM-93081	0.74 abc	1.13 abc	1.21
JOCORO	0.73 abc	1.15 abc	1.21
ICSVLM-89544	0.72 abc	1.09 abc	1.20
ICSVLM-89503	0.71 abc	1.20 abc	1.19
ICSVLM-89527	0.71 abc	1.01 abc	1.18
ICSVLM-89551	0.69 abc	0.93 abc	1.17
ICSVLM-90510	0.69 abc	1.02 abc	1.14
ICSVLM-93065	0.67 abc	0.96 abc	1.13
ICSVLM-93074	0.66 abc	1.04 abc	1.13
ICSR 939	0.65 abc	1.01 abc	1.12
RCV	0.65 abc	1.01 bc	1.11
ICSVLM-92522	0.63 bc	1.01 bc	1.10
SOBERANO	0.62 bc	0.88 bc	1.08
ICSVLM-89537	0.61 bc	0.92 bc	1.08
ICSVLM-90520	0.59 bc	0.97 c	1.07
ICSVLM-90509	0.54 bc	0.87 c	1.06
ICSVLM-93075	0.53 c	0.87 c	0.98
ANDEVA	**	**	NS
CV %	21.28	20.01	17.97
Factor B: Kg de N/ha	39 dds	63 dds	73 dds
b ₁ :112 Kg. de N/ha	0.89 a	1.20 a	1.30 a
b ₂ :0 Kg. de N/ha	0.48 b	0.93 b	1.03 b
ANDEVA	**	**	**
CV %	21.28	20.01	17.97

4.2. Componentes del Rendimiento

4.2.1. Longitud de panoja.

La longitud de panoja es uno de los componentes de mayor importancia en el cultivo del sorgo (Monterrey, 1997), plantea que las panojas de mayor tamaño poseen mayor número de espiguillas y granos, lo que aumenta el rendimiento.

Al respecto, Miller (1980), señala que la longitud de panoja está ligada tanto a factores genéticos como ambientales.

El ANDEVA realizado, muestra que los resultados promedios de longitud fueron altamente significativos para ambos factores en estudio, mostrando once categorías y no significativo para la interacción. Dentro del factor A; el testigo (Pinolero 1) y la línea RCV presentaron la mayor longitud de panoja con 23.75 y 22.40 cm; mientras que ICSVLM-90538 y -93081, presentaron las menores longitudes con 14.91 y 14.14 cm.

Según lo citado por Monterrey (1997), recomienda usar líneas con mayor longitud de panojas, ya que estas poseen mayor rendimiento de grano; sin embargo estos resultados muestran lo contrario; la línea que obtuvo mayor longitud de panoja (RCV), no mostró mayor rendimiento (4769.12Kg.), Tabla 12.

Los resultados obtenidos del factor B, muestran que existe un aumento de tamaño en la panoja cuando se aplican 112 Kg. N/ha, superando respectivamente al nivel 0 Kg de N/ha, cabe señalar la importancia que tiene este elemento (Nitrógeno) en esta variable. Los resultados se muestran en la Tabla 7.

Tabla 7. Longitud de panoja (cm) para los factores en estudio. Zambrano, 2002.

Factor A: Líneas	Longitud de panoja
Pinolero 1	23.75 a
RCV	22.40 b
ICSVLM-89544	21.69 ab
ICSVLM-89551	21.14 abc
JOCORO	21.09 abc
ICSVLM-92522	21.08 abcd
ICSR.939	20.94 abcd
SOBERANO	20.50 abcd
ICSVLM-89503	20.47 abcd
ICSVLM-89537	20.22 abcd
ICSVLM-90510	20.12 abcd
ICSVLM-93075	20.09 abcd
ICSVLM-90509	15.95 abcd
ICSVLM-93074	15.59 a... f
ICSVLM-93076	18.94 a... f
ICSVLM-92512	18.08 a... f
ICSVLM-89513	17.81 a... f
ICSVLM-93065	17.64 a...f
ICSVLM-90520	17.04 b...f
ICSVLM-89524	16.83 c... f
ICSVLM-89527	16.69 c... f
ICSVLM-93079	16.67 c... f
ICSVLM-93077	16.25 def
ICSVLM-90538	14.91 ef
ICSVLM-93081	14.14 f
ANDEVA	**
CV %	14.44
Factor B: Kg de N/ha	Longitud de panoja
b ₁ :112 Kg. de N/ha	21.05 a
b ₂ :0 Kg. de N/ha	16.80 b
ANDEVA	**
CV %	14.44

4.2.2. Longitud del ráquis.

La longitud del ráquis inicia a partir de la hoja bandera y termina en la primera ramilla de la panoja. La longitud está controlada genéticamente; pero factores ambientales adversos como la influencia del agua puede ejercer efectos pronunciados (Comptom, 1990).

Las líneas con intervalos de 5 a 10 cm de longitud del ráquis son aceptables; aunque lo recomendable es que sean mayores para no tener inconvenientes en la incorporación de materia indeseable en la cosecha que tiene influencia en la calidad del grano (Espinoza, 1992).

El ANDEVA aplicado a la variable longitud del ráquis muestra que existe efecto altamente significativo para el factor A, presentando la separación de medias nueve categorías estadísticas, no significativo para el factor B y altamente significativo para las interacciones.

Para el factor A, Tabla 8 la mayor longitud del ráquis la obtuvo el Pinolero 1 con 32.37 cm, seguido por la línea ICSVLM-92522(16.34) y con menor longitud RCV con 5.86cm.

Se señala que la longitud del ráquis es un carácter de suma importancia económica, debido a que si es pequeño (5 a 7 cm) ocasiona efectos negativos en la recolección mecanizada lo que se traduce en una mayor incorporación de materia inerte, ocasionando disminución en la calidad de la semilla.

En el factor B se muestra que la mayor longitud del ráquis se presenta con el nivel 112 Kg. N/ha con 12.09 cm, seguido por el nivel cero aplicación Kg de N/ha con 11.91 cm.

Tabla 8. Resultado de longitud del ráquis (cm) para los factores en estudio. Zambrano, 2002.

Factor A: Líneas	Longitud del ráquis
Pinolero 1	32.37 a
ICSVLM-92522	16.34 b
ICSVLM-90538	15.12 bc
ICSVLM-89503	14.70 bc
ICSVLM-89551	14.49 bc
JOCORO	13.58 bcd
ICSVLM-89527	13.48 bcd
ICSVLM-89524	11.74 cde
ICSVLM-93081	11.72 cde
ICSVLM-90510	11.68 cde
ICSVLM-93074	11.52 cde
ICSVLM-93077	11.43 cde
ICSVLM-90520	10.56 de
ICSVLM-92512	10.52 de
ICSVLM-89544	10.48 de
ICSVLM-93076	10.36 de
ICSVLM-93075	9.39 de
ICSR-939	9.87 de
ICSVLM-93065	9.34 ef
ICSVLM-90509	9.28 ef
SOBERANO	9.23 ef
ICSVLM-93079	9.20 ef
ICSVLM-89513	9.10 ef
ICSVLM-89537	8.26 ef
RCV	5.86 f
ANDEVA	**
CV %	18.41
Factor B: Kg de N/ha	Longitud del ráquis
b ₁ : 112 Kg. de N/ha	12.09
b ₂ : 0 Kg de N/ha	11.91
ANDEVA	NS
CV %	18.41

Para la interacción, la separación de medias indica que para el nivel 112 Kg de N/ha hay doce categorías y once para 0 Kg de N/ha.

Se observa que cuando se aplica el nivel 112 Kg. N/ha aumenta la longitud del ráquis, siendo el tratamiento ($a_{25}b_1$) mayor con 35 cm, ocupando el último lugar ($a_{22}b_1$) con 3.90 cm. Respecto al tratamiento 0 Kg. N/ha presentan mayor longitud ($a_{25}b_2$) con 29.75 cm, seguido por ($a_{22}b_2$) con 23.25 cm y en último lugar ($a_{21}b_2$) con 6.73 cm. Los resultados se muestran en la Tabla 9.

Tabla 9.Efecto de interacción de líneas y niveles de Nitrógeno aplicados sobre longitud del ráquis.

Tratamientos	112 Kg de N/ha	Tratamientos	0 Kg de N/ha
$a_{25}b_1$	35 a	$a_{25}b_2$	29.75 a
$a_{13}b_1$	20.27 b	$a_{22}b_2$	23.25 b
a_7b_1	15.34 bc	a_1b_2	15.74 c
$a_{11}b_1$	14.95 bcd	$a_{11}b_2$	15.28 cd
a_4b_1	14.46 cd	a_2b_2	13.75 cde
a_3b_1	14.43 cd	a_7b_2	13.64 cde
a_1b_1	13.66 cde	a_9b_2	13.58 cde
$a_{12}b_1$	13.04 cde	a_4b_2	12.49 c...f
$a_{15}b_1$	13.04 cde	$a_{13}b_2$	12.41 c...f
$a_{21}b_1$	12.96 cde	$a_{18}b_2$	12.08 c...g
$a_{20}b_1$	12.59 cde	$a_{17}b_2$	11.00 c...g
$a_{10}b_1$	12.41 cde	$a_{20}b_2$	10.84 c...g
a_6b_1	10.91 cde	a_6b_2	10.04 d...g
$a_{18}b_1$	10.78 cde	$a_{15}b_2$	9.99 d...g
$a_{16}b_1$	10.62 cde	a_8b_2	9.90 d...g
$a_{14}b_1$	9.99 cde	$a_{24}b_2$	9.87 d...g
$a_{19}b_1$	9.95 cdef	$a_{16}b_2$	9.24 efg
a_9b_1	9.78 def	a_3b_2	9.04 efg
$a_{17}b_1$	9.71 def	$a_{10}b_2$	8.71 efg
a_5b_1	8.83 efg	$a_{14}b_2$	8.68 efg
a_8b_1	8.65 efg	$a_{19}b_2$	8.45 efg
$a_{24}b_1$	8.58 efg	$a_{12}b_2$	7.99 fg
a_2b_1	4.45 fg	$a_{232}b_2$	7.77 fg
$a_{23}b_1$	3.94 g	a_5b_2	7.68 fg
$a_{22}b_1$	3.90 g	$a_{21}b_2$	6.73 g
Significancia	**	Significancia	**

4.2.3. Materia seca producida.

Los tallos y el follaje que produce el sorgo se utilizan como alimento para el ganado, siendo la materia seca producida importante para la alimentación del ganado en tiempo de escasez de alimento (INTA, 1999).

La tasa de producción de materia seca en el sorgo es afectada fuertemente por el área en la etapa de crecimiento y desarrollo de la planta (Compton, 1990).

Según el ANDEVA la Tabla 10 muestra que los factores estudiados tienen efecto altamente significativo para ambos factores y la interacción. La separación de medias presenta nueve categorías para el factor A y dos para el factor B.

El factor A (líneas), obtuvo el mayor rendimiento de MS, con una producción que oscila entre 7 y 2 toneladas, la línea que obtuvo mayor rendimiento de MS fue ICSVLM-89551 con 7 toneladas de MS/ha y en último lugar ICSVLM-93077 con 2.38 toneladas de MS/ha.

Según lo citado por Compton (1990), es necesario la aplicación de Nitrógeno para obtener un buen desarrollo del área foliar; por ende la tasa de materia seca será mayor.

Respecto al factor B la mayor producción de biomasa se obtuvo cuando se aplicó 112 Kg. N/ha con 5.01 toneladas de MS/ha, obteniendo el menor resultado el nivel 0 Kg de N/ha con 2.93 toneladas de MS/ha. Los bajos rendimientos obtenidos del nivel 0 Kg de N/ha son debido a la no aplicación de elemento Nitrógeno en el suelo, disminuyendo el desarrollo vegetativo de la planta.

Tabla 10. Producción de Biomasa seca (tn/ha) y significancia de los factores en estudio. Zambrano, 2002.

Factor A: Líneas	Biomasa seca(toneladas /ha)
ICSVLM-89551	7.19 a
ICSVLM-89537	5.45 ab
ICSVLM-89544	5.41 abc
ICSVLM-89513	5.13 bcd
ICSVLM-93079	4.86 b... e
ICSVLM-89524	4.83 b... f
Pinolero 1	4.72 b... f
JOCORO	4.65 b... g
ICSVLM-90509	4.36 b... g
ICSVLM-93075	4.24 b...g
ICSVLM-93065	4.22 b...g
RCV	4.02 b...g
ICSVLM-92522	3.97 b...g
ICSVLM-93076	3.71 b...g
ICSVLM-92512	3.56 b...g
ICSVLM-93074	3.46 b...g
ICSVLM-90520	3.45 b...g
ICSVLM-89527	3.41 c...g
ICSVLM-90510	3.27 d...g
ICSVLM-89503	3.07 efg
ICSVLM-90538	2.86 fg
ICSR 939	2.63 g
SOBERANO	2.63 g
ICSVLM-93081	2.58 g
ICSVLM-93077	2.38 g
ANDEVA	**
CV %	28.47
Factor B: Kg de N/ha	Biomasa seca(toneladas /ha)
b ₁ :112 Kg. de N/ha	5.01 a
b ₂ : 0 Kg de N/ha	2.93 b
ANDEVA	**
CV %	28.47

Para la interacción, la separación de medias indicó, doce categorías con el tratamiento 112 Kg de N/ha y cinco para el tratamiento 0 Kg de N/ha.

Al analizar el efecto de la interacción de los factores, Tabla 11 muestra que el tratamiento 112 Kg.de N/ha con la línea ICSVLM-89551(a₇b₁) produjeron 10.58 toneladas de MS/ha y en último lugar ICSVLM-93074(a₁₅b₁) con 3.11 toneladas de MS/ha.

Respecto a 0 Kg. N/ha la línea que sobresalió es ICSVLM-89551(a₆b₂) con 5.08 toneladas de MS/ha y en último lugar ICSVLM-93074(a₂₀b₂) con 1.49 toneladas de MS/ha.

Tabla 11.Efecto de interacción de líneas y niveles de Nitrógeno aplicado sobre la Biomasa Seca. Zambrano, 2002.

Tratamientos	112 Kg de N/ha	Tratamientos	0 Kg. de N/ha
a ₇ b ₁	10.58 a	a ₆ b ₂	5.08 a
a ₂₅ b ₁	7.29 b	a ₅ b ₂	4.36 ab
a ₃ b ₁	6.74 ab	a ₂₅ b ₂	4.33 ab
a ₅ b ₁	6.54 bc	a ₂ b ₂	4.23 abc
a ₁₉ b ₁	6.42 bcd	a ₁₅ b ₂	3.82 abc
a ₂₂ b ₁	6.09 bcde	a ₇ b ₂	3.79 abc
a ₂ b ₁	6.03 bcde	a ₁₂ b ₂	3.45 abc
a ₈ b ₁	6.00 b...f	a ₁₀ b ₂	3.42 abc
a ₆ b ₁	5.74 b...g	a ₁₉ b ₂	3.30 abc
a ₁₄ b ₁	5.56 b...g	a ₂₂ b ₂	3.22 abc
a ₁₃ b ₁	5.45 b...g	a ₂₃ b ₂	3.10 abc
a ₁₆ b ₁	5.39 b...g	a ₁₆ b ₂	3.09 abc
a ₄ b ₁	5.25 b...g	a ₉ b ₂	3.00 abc
a ₂₃ b ₁	4.93 b...g	a ₃ b ₂	2.93 abc
a ₁₇ b ₁	4.50 b...g	a ₁₇ b ₂	2.92 abc
a ₁ b ₁	3.73 c...g	a ₁₄ b ₂	2.89 abc
a ₁₁ b ₁	3.69 d...g	a ₈ b ₂	2.73 abc
a ₁₂ b ₁	3.67 d...g	a ₁₃ b ₂	2.48 abc
a ₂₀ b ₁	3.66 d...g	a ₁ b ₂	2.41 abc
a ₂₄ b ₁	3.56 efg	a ₁₁ b ₂	2.02 bc
a ₉ b ₁	3.54 efg	a ₂₁ b ₂	1.71 bc
a ₂₁ b ₁	3.49 efg	a ₂₄ b ₂	1.70 bc
a ₁₀ b ₁	3.48 efg	a ₁₈ b ₂	1.60 bc
a ₁₈ b ₁	3.17 fg	a ₄ b ₂	1.58 bc
a ₁₅ b ₁	3.11 g	a ₂₀ b ₂	1.49 c
Significancia	**	Significancia	**

4.2.4. Nitrógeno en biomasa.

El Nitrógeno absorbido por los cultivos representa un elemento necesario para la multiplicación celular y desarrollo de los órganos vegetales (Demolón, 1975), y constituye la fuente de proteína vegetal y animal con lo que a su vez se nutre al hombre (Salmerón & García, 1994).

La concentración de Nitrógeno que se almacena en las diferentes partes de la planta, se expresa en porcentaje sobre la materia seca producida.

Según los resultados obtenidos de las líneas en estudio; la mayor concentración de Nitrógeno en Biomasa se obtuvo cuando se aplicó el nivel 112 Kg de N/ha, sobresaliendo la línea ICSVLM-89513 con 0.66%, seguido por ICSVLM-89524 con 0.65% de Nitrógeno, la línea que resulto con la menor concentración fue ICSVLM-89537 con 0.40% de N. Para el nivel 0 Kg de N/ha, la mayor concentración de nitrógeno en biomasa la obtuvo la línea ICSVLM-89503 y 93076 con 0.58%, seguido por SOBERANO (0.52%) de Nitrógeno y consecuentemente fue decreciendo, resultando en último lugar ICSVLM-92522 con 0.17% de Nitrógeno en la biomasa seca.

Resultó interesante el hecho de que algunas líneas presentaron valores similares para esta variable con los niveles 112 y 0 Kg de N/ha, esto debido que algunas de las líneas en estudio, no son exigentes al elemento Nitrógeno, es decir éstas son capaces de realizar todas sus funciones con los nutrientes existentes en el suelo.

Este hecho puede revestir cierta importancia, sobre todo cuando los restos de cosechas son reincorporados al suelo, obteniéndose de esta manera una removilización de nutrientes de horizontes inferiores hacia horizontes superiores, aumentándose las reservas de nutrientes en las capas superficiales, lo que proporcionará reservas nutricionales en cultivos posteriores.

La Figura 2 muestra que las líneas que expresaron el mayor porcentaje de biomasa fueron las que se les aplicó el elemento Nitrógeno, coincidiendo con lo referido por Demolón (1975), quien afirma que el Nitrógeno es indispensable para asegurar el máximo rendimiento en grano.

Se observa además, que las líneas ICSVLM-89503, 89527, 89537, 90509, 92512, 93076, 93077, 93081, ICSR 939, RCV, SOBERANO y Pinolero 1, se encuentran con similares concentraciones con el nivel 0 Kg. de N/ha, lo que indica que éstas líneas presentan buena absorción de Nitrógeno en suelos con contenidos medios de este importante elemento.

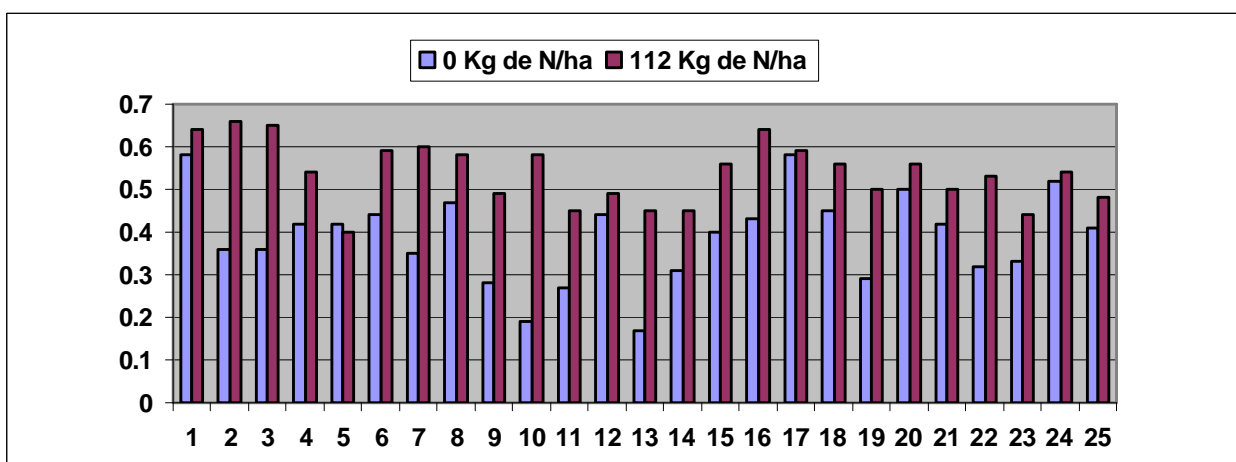


Figura 2. Contenido de Nitrógeno (%) en la biomasa seca para cada línea y nivel de fertilización.

4.2.5. Nitrógeno en grano.

El Nitrógeno juega un rol importante en las plantas, en los cereales su influencia la ejerce aumentando el número de granos por espigas y el elevado peso y tamaño de los granos (Salmerón y García, 1994).

El grano de sorgo tiene aplicación tanto en la nutrición humana, como en la alimentación de animales, éste tiene una composición de 70.2% de almidón, 7.9% de proteínas, 3.3% de grasa, 2.4% de fibra y 16.2% de vitaminas y minerales (Somarriba, 1997).

En los análisis realizados la línea que obtuvo el mayor porcentaje en grano al aplicarle 112 Kg de N/ha fue ICSVLM-89503 con 1.82%, seguido por ICSVLM-89551 (1.69%) y presentando menor resultado ICSVLM-89537 con 1.11% de Nitrógeno en el grano.

Con el nivel 0 Kg de N/ha la línea ICSVLM-90538 (2.2%) obtuvo el mayor resultado, seguido por ICSVLM-89544 con 1.69% y fue decreciendo consecutivamente obteniendo el menor resultado ICSVLM-89527 con 0.27% de Nitrógeno en grano.

La Figura 3 muestra que el porcentaje de Nitrógeno en el grano con el nivel 0 Kg. de N/ha, el mayor porcentaje lo obtuvo la línea ICSVLM-90538 con 2.2%. Las líneas ICSVLM-89503, 89513, 89524, 89537, 89544, 89551, 90509, 90510, aunque con concentraciones mas bajas, estas concentraron porcentajes mas altos que el nivel 112 Kg.de N/ha, lo que permite concluir que éstas tienen una alta capacidad no solo de absorber N del suelo (N nativo), sino también de trasladar el Nitrógeno hacia el grano.

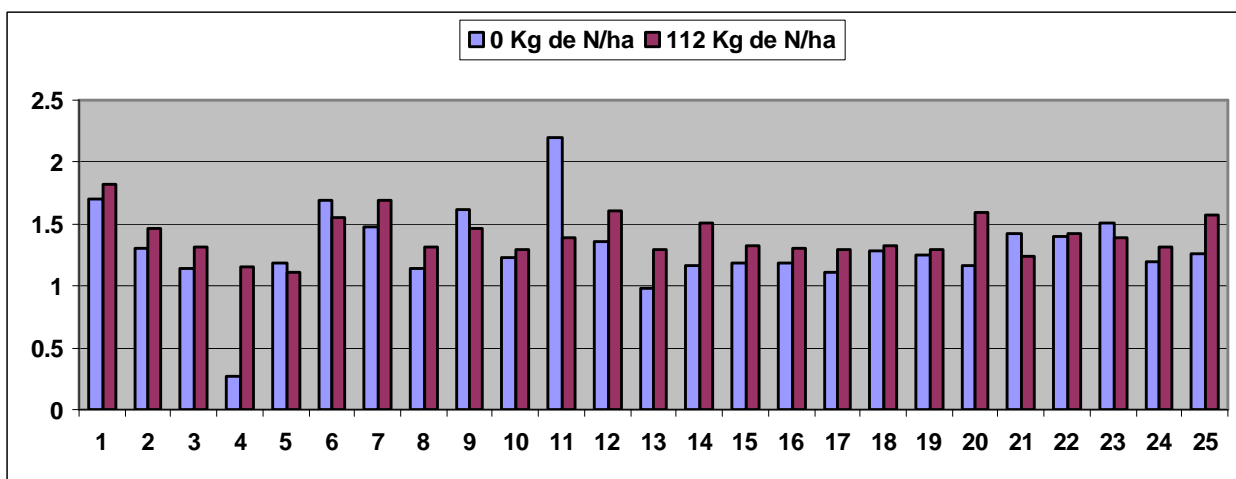


Figura 3. Concentración de nitrógeno (%) en el grano para cada línea y nivel de fertilización.

4.2.6. Rendimiento de grano.

House, (1982) indica que la fotosíntesis reducida y el sombreado afectan en menor grado el rendimiento cuando esto ocurre durante la etapa de crecimiento 1(germinación-desarrollo de la planta) y mayor en la etapa de crecimiento 2 (iniciación de la panícula-floración), así mismo es sensible en la etapa de llenado de grano. Según Hay y Walter (1989), a medida que se alargan

los entrenudos se expanden las láminas de la hoja rápidamente, durante esta fase de crecimiento lineal de la fase reproductiva, la radiación, la temperatura ambiental, la humedad del suelo y el nivel de Nitrógeno del suelo, influyen las tasas de división y elongación y en consecuencia afectan el ritmo de incremento y la capacidad de la superficie fotosintética.

Para lograr buenos rendimientos de grano las líneas deben tener características agronómicas adecuadas tales como panoja semiabierta, y longitud superior a los 30 cm (Espinoza 1992).

El análisis del rendimiento del grano según el ANDEVA indica que existe efecto altamente significativo para ambos factores, así como para la interacción entre los mismos.

Dentro del factor A, Tabla 12 la línea que obtuvo el mayor rendimiento fue ICSVLM-93074 con 5971.12 Kg./ha y en último lugar ICSVLM-93076 con 1564.50 Kg./ha. Del total de líneas evaluadas (24), cerca del 63 % obtuvieron rendimientos superiores al promedio general de 4444 kg/ ha, lo que indica un buen número de líneas promisorias para trabajos de mejoramientos con altos rendimientos.

En el factor B con la aplicación 112 Kg. N/ha se obtuvo el mayor rendimiento de grano con 7640.83 Kg./ha, superando de esta manera al nivel 0 Kg de N/ha con 1427.88 Kg./ha. Dentro de este factor, el 66.6 % de las líneas evaluadas estuvieron por encima del rendimiento promedio. Dentro del nivel cero aplicación de N, cerca del 42 % de las líneas superaron el rendimiento promedio, lo que las ubica como líneas promisorias para trabajos de uso eficiente de nitrógeno, ya que son capaces de producir buenos rendimientos con solo las reservas nativas del suelo.

Tabla 12. Rendimiento (Kg./ha) y significancia de los factores en estudio. Zambrano, 2002.

Factor A: Líneas	Rendimiento
ICSVLM-93074	5971.12 a
ICSVLM-90510	5962.62 ab
ICSVLM-89551	5754.50 abc
ICSVLM-90520	5355.12 a...d
ICSVLM-89513	5268.00 a...d
ICSVLM-89524	5083.37 a...e
ICSVLM-93079	5053.75 a...e
ICSVLM-90509	4910.62 a...f
ICSVLM-93075	4830.75 a...f
ICSVLM-93065	4804.50 a...f
ICSVLM-90538	4795.50 a...f
RCV	4769.12 a...f
ICSVLM-89527	4612.37 a...f
ICSVLM-93077	4604.50 b...f
ICSVLM-92522	4555.75 c...f
ICSVLM-89537	4454.87 c...f
ICSVLM-89544	4275.00 def
SOBERANO	4181.50 def
ICSVLM-92512	4131.25 def
ICSR-939	4016.62 def
ICSVLM-93081	3839.75 def
JOCORO	3673.25 fg
ICSVLM-89503	2387.87 gh
Pinolero 1	2261.62 h
ICSVLM-93076	1564.50 h
ANDEVA	**
CV %	17.26
Factor B: Kg de N/ha	Rendimiento
b ₁ : 112 Kg de N/ha	7460.83 a
b ₂ : 0 Kg de N/ha	1427.88 b
ANDEVA	**
CV %	17.26

Al evaluar el efecto de las interacciones entre los factores Tabla 13 se observa que la variable rendimiento mostró efecto altamente significativo, agrupando los tratamientos en quince categorías.

Los resultados de la interacción muestra que el mayor rendimiento lo obtuvo la línea ICSVLM-93074 ($a_{15}b_2$) con la aplicación de 112 Kg./ha de nitrógeno para un rendimiento de 9490 Kg/ha, presentando menor rendimiento con el mismo nivel de aplicación ICSVLM-93076 ($a_{17}b_2$) con 1579 Kg /ha. Se observó que con el nivel 0 Kg./ha de nitrógeno la línea ICSVLM-90509. (a_8b_2) fue la que obtuvo el mayor rendimiento(3022.25 Kg./ha de nitrógeno) y el menor la línea ICSVLM-89537 (a_5b_2) con 522.25 Kg./ha. No obstante es importante señalar, que la línea ICSVLM-90509 es capaz de producir altos rendimientos solamente con las reservas que cuenta el suelo.

Tabla 13.Efecto de interacción de líneas por niveles de Nitrógeno sobre rendimiento de grano en Kg /ha. Zambrano, 2002.

Tratamientos	112 Kg de N /ha	Tratamientos	0 Kg. de N/ha
$a_{15}b_1$	9490.00 a	a_8b_2	3022.25 a
$a_{10}b_1$	9427.00 a	a_9b_2	2853.25 ab
a_9b_1	9072.00 ab	a_7b_2	2459.00 abc
a_7b_1	9050.00 abc	$a_{15}b_2$	2452.25 abc
a_2b_1	8899.25 abc	a_3b_2	1726.75 a...d
$a_{11}b_1$	8867.75 abc	$a_{14}b_2$	1695.75 a...d
a_4b_1	8572.50 a...d	$a_{25}b_2$	1637.00 a...d
$a_{19}b_1$	8542.50 a...d	a_2b_2	1636.75 a...d
$a_{16}b_1$	8461.50 a...d	$a_{19}b_2$	1565.00 a...d
a_3b_1	8440.00 a...d	$a_{17}b_2$	1530.00 a...d
a_5b_1	8387.50 a...d	$a_{18}b_2$	1349.00 a...d
$a_{23}b_1$	8284.25 a...d	$a_{10}b_2$	1283.25 a...d
$a_{13}b_1$	8233.25 a...d	$a_{23}b_2$	1254.00 a...d
$a_{14}b_1$	7913.25 a...e	$a_{22}b_2$	1253.25 a... d
$a_{18}b_1$	7860.00 a...e	$a_{16}b_2$	1200.00 a...d
a_6b_1	7640.00 a...e	a_1b_2	1155.72 a...d
$a_{24}b_1$	7393.00 b...e	$a_{12}b_2$	1115.75 a...d
$a_{21}b_1$	7180.00 b...e	$a_{20}b_2$	976.75 bcd
$a_{12}b_1$	7146.75 cde	$a_{24}b_2$	970.00 bcd
a_8b_1	6799.00 de	a_6b_2	910.00 cd
$a_{20}b_1$	6682.75 de	$a_{13}b_2$	878.25 cd
$a_{22}b_1$	6093.25 e	$a_{21}b_2$	853.25 cd
a_1b_1	3620.00 f	$a_{11}b_2$	723.25 cd
$a_{25}b_1$	2886.25 fg	a_4b_2	654.25 cd
$a_{17}b_1$	1579.00 g	a_5b_2	522.25 d
Significancia	**	Significancia	**

V. CONCLUSIONES.

- La variable altura de planta osciló en todas las líneas entre 20-112 cm, considerada adecuada para la cosecha mecanizada.
- La variable número de hojas por planta a los 39 dds presentó efecto altamente significativo y los niveles de fertilización altamente significativo en las tres fechas evaluadas.
- El diámetro del tallo no fue afectado significativamente a los 73 dds por el factor A (líneas), presentando el mayor diámetro el testigo (Pinolero 1) durante las tres evaluaciones.
- La mayor longitud de panoja la obtuvo Pinolero 1(Testigo) y RCV.
- La mayor longitud de ráquis la obtuvo Pinolero 1(Testigo).
- La concentración de Nitrógeno en el grano y biomasa seca varían con las líneas, obteniendo mayores contenidos ICSVLM-89503 y89551 con el nivel 112 Kg de N/ha, ICSVLM-89544 con el nivel 0 Kg de N/ha en Nitrógeno en grano. Las líneas ICSVLM-89513, 89503 y 89524 con el nivel 112 Kg de N/ha presentaron mayores concentraciones en biomasa.
- La línea ICSVLM-93074 presentó el mayor rendimiento con 5971.12 Kg./ha, y el (62.5 %) de las líneas evaluadas obtuvieron rendimiento superior al promedio general.
- Dentro de los niveles de fertilización la mayoría de las líneas (66.6 %) obtuvieron los mejores rendimientos cuando se aplicó el nivel 112 Kg de N/ha.
- Con el nivel cero aplicación de N, el 41.6 % de las líneas obtuvieron rendimientos superiores al promedio general de 1427.88 kg / ha.

VI. RECOMENDACIONES.

- Realizar este ensayo en otras localidades con diferentes condiciones climáticas y edáficas para comparar resultados.
- Por su buen rendimiento de grano y características agronómicas adecuadas, evaluar las líneas ICSVLM-93074, 90510, 89551, 90520, 89513, 89524 y 93079 para generar nuevas variedades.
- Someter a estudios sobre uso eficiente de nitrógeno, las líneas que con cero aplicación de N obtuvieron alto rendimiento.
- Evaluar en estudios posteriores, diferentes niveles de Nitrógeno y determinar el nivel con el que se obtienen mejores resultados.

VII. BIBLIOGRAFÍA.

Álvarez, M.& Talavera, T. 1991. Efecto de cuatro densidades poblacionales y cuatro niveles de Nitrógeno en el rendimiento de sorgo. Segundo seminario del programa ciencias de las plantas. Instituto superior de ciencias agropecuarias.

Aguilar, C.,A. ,1988. Efecto de tres densidades de Nitrógeno y cuatro dosis de siembra sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento del sorgo (*Sorghum bicolor* L Moench). Trabajo de Diploma. ISCA. Managua (Nic), 46 p.

Compton, L.P. 1990. Agronomía del sorgo. ICRISAT. Patancheru (India), 301 p.

Chávez D,M & Mendoza J, F. 2000.Análisis de sensibilidad de las zonas de vida de Holdridge en Nicaragua en función de cambios climáticos. Tesis Ing. Agr. FARENA/UNA. Managua (Nic) 59p.

Demolón, A, 1975. Crecimiento de los vegetales cultivados. Pueblo y educación. La Habana (Cuba), 587p.

Espinoza, A. 1992. Evaluación de generaciones F7 de sorgo para formación de variedades mejoradas en Nicaragua. En XXXVIII Reunión Anual del PCCMCA. Managua (Nic), 62-63 Pp.

FAO. 1995. El sorgo y el mijo en la nutrición humana. Roma (Italia), 197 p

FAO. 1984. Cultivo del sorgo. Boletín 3. Managua (Nic), 19 p.

Hay, R. K.M; and Walter, A. J.1989. An introduction to the physiology of crop yield: Longman Scientific and Technical.

House, L. 1982. El sorgo. Guía para su mejoramiento. Editorial La Gaceta. México. 425 p.

INTA, 1999. Cultivo de sorgo. Guía Tecnológica 5. Managua (Nic), 23 p.

INTA, 1995. Cultivo de Sorgo. Guía Tecnológica 5.Managua (Nic), 14 p.

INETER. 2002. Dirección General de Metereología. Resumen metereologico diario del 2002. Managua (Nic)

López, J. A. & Galeato, A. 1982. Efecto de competencia de distintos estados de crecimiento del sorgo. Publicaciones técnicas N°25. INTA. Argentina. 20 p.

MAG, 1996. Información anual de granos básicos en Nicaragua. MAGFOR. 32p.

MAG, 1971.Manual práctico para la interpretación de suelos, catastro e inventario de Recursos Naturales. Managua (Nic), 39 p.

Mukaigawara, M .1998. Desarrollo a la producción de semilla de granos básicos, mejoramiento de variedad de sorgo. Reporte general de asistencia técnica. Managua (Nic) 56p.

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

Monterrey, C. C. 1997. Dosis y momentos de aplicación de fertilizantes nitrogenados: Efecto sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento del sorgo. Ing. Agr.UNA. Managua (Nic), 44p.

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

Pineda L, L. 1999. El sorgo blanco un cultivo de futuro y un reto al problema alimentario en Nicaragua. Managua (Nic), 5p.

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

Phoelman, C. 1985. Mejoramiento genético de las cosechas de sorgo (*Sorghum bicolor* L Moench). Universidad de Missouri. Editorial Limusa. México, DF. 302p.

Rodríguez, M; Fuentes, J.2002. Influencia de tres frecuencias de corte (30,46 y 60 días)sobre el rendimiento y parámetro de calidad de la biomasa del sorgo forrajero(*Sorghum Vulgare*) HF-895.

Somarriba, R. C. 1997. Texto de granos básicos. Escuela de producción vegetal. UNA. Managua (Nic),197p.

Salmerón M, F & García C, L. 1994. Fertilidad y fertilización de suelos. Texto Básico. UNA. Managua (Nic), 141p.

Vieira, J.; Fischler, M, Marín X....& Saber, E. 1999. Manejo integrado de la fertilidad del suelo en zonas de laderas (Sistema de producción de granos básicos- pequeña ganadería). El Salvador. 136 p.