



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN VEGETAL

TRABAJO DE GRADUACIÓN

Comportamiento agronómico de 10 líneas precoces de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench), Centro Experimental del Valle de Sébaco (CEVAS-INTA), primera 2010

AUTORES

Br. Favio Darío Enríquez Gómez
Br. Norlan José Torres Payán

ASESORES

Ing. Arnoldo Rodríguez Polanco
Ing. Sergio Antonio Cuadra

Managua, Nicaragua Diciembre, 2010

DEDICATORIA

A **DIOS**, el ser que me dio la oportunidad de venir a este mundo y por haberme dado la fortaleza y la sabiduría a cada instante en la realización de este trabajo.

A mi madre **Marina Gómez López** por su ejemplo, apoyo moral, espiritual, económico y sus consejos en las diferentes etapas de mi vida. Gracias por tus oraciones TE AMO.

A mis abuelos **María de Jesús Ruíz** (q.e.p.d.) y **José Gómez Rivera** por la formación en mi infancia y ese apoyo moral, económico, así como los consejos llenos de mucha sabiduría que me motivaron a trazarme metas para culminar mi carrera profesional.

A mis tías **Nelly Gómez López** y **Ofelia Gómez López** por el apoyo económico, sus consejos en el transcurso de mis estudios.

A mis **compañeros** de estudios por ese apoyo colectivo en los momentos más difíciles en el proceso de estudios y la motivación para finalizar nuestro trabajo de Tesis.

Br. Favio Darío Enríquez Gómez

DEDICTORIA

A **DIOS** por darme fuerza, valor, paciencia, serenidad y sabiduría para aceptar mis errores, por facilitarme todo lo que tengo y atribuirme todo lo que soy, por bendecirme y permitirme culminar mis estudios universitarios.

A mis padres con mucho amor y cariño, **Domingo Torres García** y **Norma del Carmen Payán Toruño** por brindarme siempre su apoyo, cariño, amor incondicional y consejos que aun ayudan en mi vida.

A mi hermano menor **Holman Adán Torres Payán** por su apoyo, amistad.

A mi abuelo paterno **Adán Torres Torres** (q.e.p.d.), y mi tía **Johani Isabel Payán Toruño** (q.e.p.d.), mi abuela paterna **Rosalpina García García** y mi tía **Xiomara Torres García**, ambas han sido madres para mí, mis abuelos maternos **José Francisco Payan Castilblanco** y **María Toruño Rizo**.

A mis tías **Teresa Payán Toruño**, **Elba Payán Toruño**, **Laura Jesús Payán Toruño**, **Corina Payán Toruño**, **Elistania Payán Toruño** y mis tíos **José Armando Payán Toruño**, **Francisco Ramón Payán Toruño** y **Humberto Baldizón García**, gracias por apoyarme y motivarme siempre

A mis primos **Jader Antonio Osegueda Payán** y **Luis Humberto Baldizón Payán**.

Finalmente a mis amigos (as) que siempre formaran parte de mi vida y a mis compañeros (as) de clases, gracias por compartir tantas experiencias durante la vida universitaria.

Br. Norlan José Torres Payán

AGRADECIMIENTO

A **DIOS** el ser supremo que nos concede serenidad para aceptar aquellas cosas que no podemos cambiar, valor para cambiar aquellas que podamos y sabiduría para conocer la diferencia.

A mi **Madre** que con mucho sacrificio me dio la oportunidad de estudiar mi carrera universitaria y con su sabiduría me guió en el transcurso de mis estudios. **GRACIAS POR SER LA MEJOR MADRE.**

A mi padre **Wilberto Enríquez Averrus** por el apoyo que me ha brindado y por ser fuente de inspiración para luchar por mis sueños en la vida.

A mi hermana **Bessy Alejandra Palacios Gómez** a quien quiero mucho por ser fuente de inspiración para seguir adelante en mi vida.

A mi asesor Ing. **Arnoldo Rodríguez Polanco**, Gracias por el asesoramiento técnico en la redacción de nuestro trabajo de fin de graduación. **QUE DIOS LE BENDIGA.**

A mi Asesor Ing. **Sergio Antonio Cuadra** por haber puesto a la disposición el lugar de establecimiento del ensayo y por regalarnos sus conocimientos.

A todos mis maestros por esos momentos tan maravillosos de mi carrera, por la enseñanza y haber compartido todos sus conocimientos teóricos prácticos en mi aprendizaje como profesional.

A la familia **Torres Payan**, especialmente a **Domingo Torres García** por su hospitalidad y su apoyo.

A **Luís Álvarez** un amigo incondicional, considerado como un padre, que me brindo su hospitalidad y su cariño, en el último año de mi carrera universitaria, gracias por tus sabios consejos. **DIOS LE AMA.**

Br. Favio Darío Enríquez Gómez

AGRADECIMIENTO

A **DIOS** sobre todas las cosas por protegerme y permitir culminar mi formación profesional.

A mis **padres** y a toda mi **familia**, gracias señor por permitir que la familia sea muy unida.

A mis asesores **Ing. Arnoldo Rodríguez Polanco** e **Ing. Sergio A. Cuadra** por el tiempo dedicado a la elaboración de éste trabajo.

A la **Universidad Nacional Agraria (U.N.A)** como alma mater por brindarme la oportunidad de finalizar mi carrera profesional.

Al Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria del Valle de Sébaco (INTA-CEVAS), por admitir que realizáramos este estudio en sus instalaciones.

A la muy querida **doña Tere** por sus consejos y su ayuda durante mi jornada universitaria.

A mis **amigos (as)** y **compañeros (as)** por ofrecerme su amistad, consejos y apoyo.

Finalmente a todas las personas que me dieron ride para poder regresar a casa y ver a mi familia.

Br. Norlan José Torres Payán

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	iii
ÍNDICE GENERAL	v
ÍNDICE DE CUADROS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
ÍNDICE DE ANEXOS	ix
RESUMEN	x
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	3
2.1 Objetivo General	3
2.2 Objetivos específicos	3
III. MATERIALES Y MÉTODOS	4
3.1 Localización del experimento	4
3.1.1 Ubicación del experimento	4
3.1.2 Clima	5
3.1.3 Suelo	5
3.2 Diseño experimental y descripción de los tratamientos	5
3.3 Variables evaluadas	7
3.3.1 Variables de crecimiento	7
3.3.2 Variables de desarrollo	7
3.3.3 Variables de producción	8
3.3.4 Variables cualitativas	9
3.4 Manejo agronómico	10
3.4.1 Preparación de suelo	10
3.4.2 Siembra	10
3.4.3 Fertilización	10
3.4.4 Control de malezas	11
3.4.5 Control de plagas enfermedades	11
3.5 Análisis estadísticos	11
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	12
4.1 Variables de crecimiento	12
4.1.1 Altura de planta	12
4.1.2 Diámetro del tallo	13
4.1.3 Número de hojas por planta	14
4.2 Variables de desarrollo	15
4.1.4 Días a floración	15
4.1.5 Excerción de la panoja	16

4.1.6 Acame	17
4.1.7 Días a madurez fisiológica	18
4.1.8 Senescencia foliar	19
4.3 Variables de producción	20
4.2.2 Plantas cosechadas	20
4.2.3 Longitud de la panoja	21
4.2.4 Peso de la panoja	22
4.2.5 Peso de mil granos	23
4.2.6 Rendimiento de grano	24
4.4 Variables cualitativas	24
4.4.1 Tipo de panoja	24
4.4.2 Color de grano	25
4.4.3 Valor comercial del grano	26
V. CONCLUSIONES	27
VI. RECOMENDACIONES	28
VII. BIBLIOGRAFÍA	29

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
1.	Código y origen de 10 líneas precoces de sorgos. CEVAS- INTA. Centro Norte. Nicaragua primera 2010	6
2.	Escala CIAT para senescencia foliar en sorgo	8
3.	Escala CIAT para valor agronómico y comercial del grano	10
4.	Separación de medias para las variables de crecimiento en 10 líneas precoces de sorgo. CEVAS-INTA Centro Norte. Nicaragua primera 2010	13
5.	Separación de medias para las variables de desarrollo en 10 líneas precoces de sorgo. CEVAS-INTA Centro Norte. Nicaragua primera 2010	16
6.	Separación de medias para las variables de desarrollo en 10 líneas precoces de sorgo. CEVAS-INTA Centro Norte. Nicaragua primera 2010	18
7.	Separación de medias para las variables de producción en 10 líneas precoces de sorgo. CEVAS-INTA Centro Norte. Nicaragua primera 2010	22
8.	Separación de medias para las variables de producción en 10 líneas precoces de sorgo. CEVAS-INTA Centro Norte. Nicaragua primera 2010	23
9.	Clasificación de tipo de panoja, color de grano y Escala CIAT para valor comercial en 10 líneas precoces de sorgo. CEVAS-INTA Centro Norte. Nicaragua primera 2010	25

INDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Promedio mensual de precipitación durante el periodo de establecimiento del ensayo en el CEVAS- INTA, Centro Norte. Nicaragua, primera 2010	4

INDICE DE ANEXOS

Anexo		Página
1.	Plano de Campo en el ensayo de 10 líneas y 2 variedades precoces de sorgo CEVAS-INTA Centro Norte. Nicaragua primera 2010	33
2.	Foto de la afectación de mancha gris de la hoja (<i>Cercospora sorghi</i> Ellis & Everhart) en 10 líneas y 2 variedades precoces de sorgo. CEVAS- INTA. Centro Norte. Nicaragua primera 2010	34
3.	Foto de la afectación de mancha zonada de la hoja (<i>Gloeocercospora sorghi</i> D Bain y Edgerton) en 10 líneas y 2 variedades precoces de sorgo. CEVAS- INTA. Centro Norte. Nicaragua primera 2010	34

RESUMEN

Este trabajo se estableció en la época de primera del 2010, en el Centro Experimental del Valle de Sébaco del Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria, en el municipio de San Isidro, departamento de Matagalpa, con el objetivo de evaluar 10 líneas precoces de sorgo con buen comportamiento agronómico y productivo que se adapten a las condiciones ambientales de la zona. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar (BCA) con 12 tratamientos y 4 repeticiones, evaluando variables de crecimiento, desarrollo y producción, los datos obtenidos se sometieron al análisis de varianza (ANDEVA) y al análisis de agrupamiento a través de Tuckey ($\alpha=0.05$). Además se evaluaron variables cualitativas. El análisis de varianza no muestra diferencias estadísticas entre líneas para las variables peso de panoja, peso de mil granos y rendimiento de grano, sin embargo las demás variables de producción, crecimiento y desarrollo si presentaron diferencias estadísticamente significativas.

ABSTRACT

This study carried out done in the first planting of 2010, in Valley Center Sébaco Experimental Institute of Agricultural Technology in the municipality of San Isidro, Matagalpa, with the aim of evaluating 10 lines of sorghum with good early agronomic performance and production to suit the environmental conditions of the area. The design of randomized complete block (RCB) with 12 treatments and 4 repetitions, evaluating variables of growth, development and production, the data were subjected to analysis of variance (ANOVA) and cluster analysis by Tuckey ($\alpha = 0.05$). Besides qualitative variables were evaluated. The variance analysis shows no statistical differences between the lines to the variable weight of panicle, thousand grain weight and grain yield, however the other variables of production, growth and development if statistically significant differences.

I. INTRODUCCIÓN

El Sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench), es el cuarto cultivo de importancia entre los cereales del mundo después del trigo (*Triticum aestivum* L.), el maíz (*Zea mays*) y el arroz (*Oriza sativa* L.). Ha sido un alimento básico en las zonas tropicales, áridas y semiáridas en muchos países del mundo; este cultivo es una de las principales fuentes de energía, proteínas, vitaminas y minerales para millones de habitantes pobres del mundo. (FAO, 1995).

Existen indicios de que el sorgo es originario de África Oriental (probablemente Etiopía o Sudán) y que habría aparecido en tiempos prehistóricos, entre 5000 y 7000 años atrás o tal vez más. (Wall y Ross, 1975).

El sorgo es una planta que tiene una altura de 1 a 2 metros, con un sistema radicular adventicio fibroso que se desarrolla de los nudos más bajos del tallo pudiendo alcanzar una profundidad de 1 a 1.3 m de longitud. El número de hojas varía de 7 a 24 según la variedad y la longitud del tallo en el periodo de crecimiento, estas son alternas y lanceoladas o lineal lanceoladas con una superficie superior lisa y cerosa. La inflorescencia es una panícula de racimos con un raquis central con semillas de 3 mm, esféricas y oblongas, de color negro, rojizo y amarillento (Compton, 1990).

Es una planta C4 de día corto, con tasas altas de fotosíntesis y la mayoría de las variedades requieren temperaturas superiores a 21°C para un buen crecimiento. El cultivo tolera mejor la sequía y el exceso de humedad en el suelo, que la mayoría de los cereales y crece bien bajo una gama amplia de condiciones en el suelo (Dogget, 1988).

El Instituto Politécnico Nacional de México (IPN, 2000), realizó un estudio analizando la estructura y valor nutritivo del sorgo en comparación con el maíz, demostrando que no existen diferencias significativas y que se puede utilizar como una buena alternativa de alimentación, además es más resistente a sequías y presenta un mayor rendimiento por hectárea.

En Nicaragua ocupa el 16% del área sembrada de granos básicos que lo cataloga como un cultivo de gran importancia, le sigue al maíz tanto en área sembrada como en volumen de producción. El 56% de la producción actual es utilizada en la elaboración de alimentos concentrados para la industria avícola, porcina y bovina, el 44% restante se utiliza en la alimentación humana principalmente el sorgo de endospermo blanco (Pineda, 1997).

Se siembra como monocultivo en diferentes zonas de Nicaragua del Pacífico Norte y Sur a las que corresponden los departamentos de León, Chinandega, Managua, Masaya, Granada y Rivas utilizando alta tecnología con variedades mejoradas e híbridos (Zamora *et al.*, 2006).

En el Centro Norte de Nicaragua se siembran aproximadamente 11,000 hectáreas de sorgo, de éstas el 60% corresponde a sorgos sensibles al fotoperíodo y el restante a sorgos insensibles. En esta región, las condiciones en las que se produce este grano son marginales desde el punto de vista de clima, suelo y manejo agronómico.

Se ha observado en los agricultores de sorgo la tendencia a utilizar materiales degenerados y de baja calidad establecidos de forma tradicional con un mal manejo agronómico, en base a esta situación surge la importancia de realizar estudios para evaluar y seleccionar líneas de mejor calidad, con ciclo vegetativo corto tolerantes a factores bióticos y abióticos que afectan al cultivo en su rendimiento y calidad del grano.

Debido a la importancia que ocupa este cultivo en Nicaragua el INTA en coordinación con la UNA, realizan investigación sobre esta temática. El presente estudio se realizó durante el período de primera 2010 en el Centro Norte de Nicaragua con el propósito de evaluar 10 líneas precoces de sorgo para conocer su comportamiento agronómico e identificar materiales promisorios que superen a las dos variedades testigos utilizadas en el ensayo, en aras de que los programas nacionales tengan mayores alternativas para los agricultores.

II OBJETIVOS

2.1 General

Evaluar el comportamiento agronómico de 10 líneas precoces de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench), en el Centro Experimental del Valle de Sébaco (CEVAS-INTA), primera 2010.

2.2 Específicos

Identificar líneas promisorias con alto rendimiento y buen comportamiento agronómico para su posterior validación en los diferentes sistemas de producción, del Centro Norte de Nicaragua.

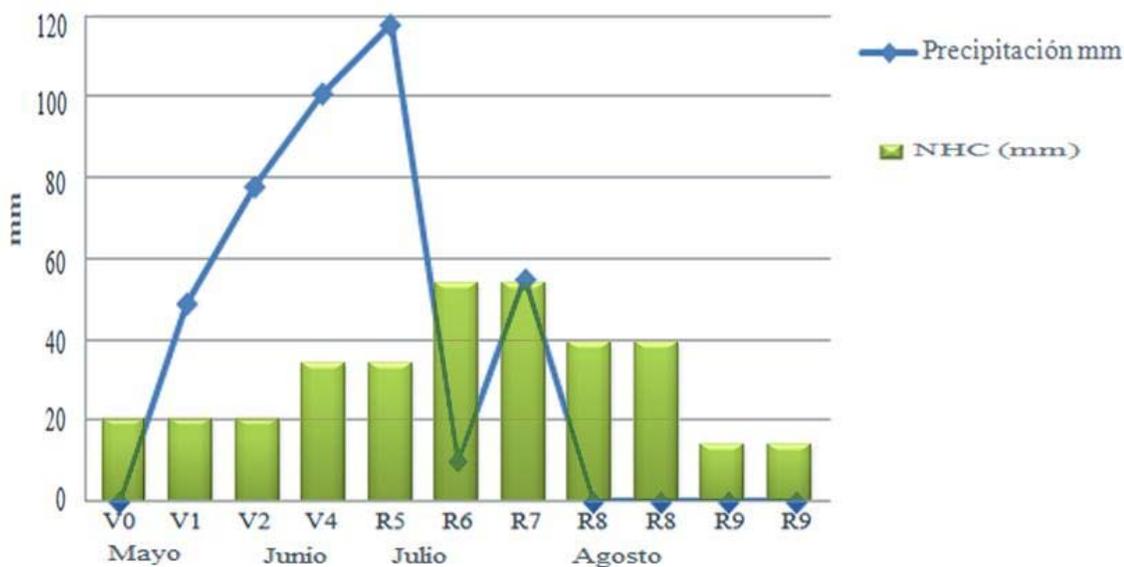
Determinar líneas tolerantes al acame y que presenten buen valor comercial del grano.

III MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Localización del Experimento

3.1.1 Ubicación

La parcela experimental se estableció durante el ciclo agrícola de primera 2010, en el Centro Experimental del Valle de Sébaco del Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (CEVAS-INTA), ubicado en San Isidro jurisdicción de Matagalpa a 120 km de Managua y a 2 km del empalme de San Isidro carretera hacia León. Se localiza a 12° 15' latitud norte y 86° 14' longitud oeste y a una altitud de 465 msnm (INETER, 2008).



V0-V4: Etapa vegetativa del cultivo comprendida de 0 a 60 días

R5-R9: Etapa reproductiva del cultivo comprendida de 61 a 90 días

NHC: Necesidades hídricas del cultivo

Figura 1. Promedio mensual de precipitación durante el periodo de establecimiento del ensayo en el CEVAS-INTA, Centro Norte, Nicaragua, primera 2010

3.1.2 Clima

Según la clasificación bioclimática de Holdrige (1986) la zona donde se realizó el experimento presenta un clima sub tropical seco, con dos estaciones en el año, el periodo seco con seis meses de duración o más y con un periodo de lluvias irregular de seis meses o menos, septiembre y octubre corresponden a los de mayor intensidad.

Durante los últimos 20 años en el Centro Experimental del Valle de Sébaco CEVAS – INTA se han reportado temperaturas promedio de 25° C, con una precipitación promedio de 848 mm, además de una humedad relativa de 74 %. La velocidad promedio anual de los vientos es de 2.805 m s⁻¹, con un brillo solar de 7 horas y una evaporación promedio anual de 6.16 mm (INETER-CEVAS, 2009).

3.1.3 Suelo

Los suelos pertenecen a la serie San Isidro, Clase II, perteneciente a la zona de vida de bosque tropical seco pre-montano, de carácter profundo, drenados, planos y alta fertilidad (CATASTRO, 1997)

3.2 Diseño experimental y descripción de los tratamientos

El diseño utilizado fue un Bloque Completo al Azar (BCA), con 12 tratamientos y 4 repeticiones. Cada parcela experimental conformada por 4 surcos de 5 metros de longitud, separados a 0.70 m entre sí. La parcela útil estuvo formada por los dos surcos centrales de cada parcela experimental, eliminando 0.5 m en cada extremo como borde de cabecera, Para la defensa externa del experimento se sembró a chorrillo ralo 2 surcos de la variedad Africana.

El Modelo Aditivo Lineal utilizado fue:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \epsilon_{ij} \dots$$

donde

$i = 1, 2, 3, \dots, t = 12$ tratamientos

$j = 1, 2, 3 \dots r = 4$ repeticiones

Y_{ij} = Es el dato del rendimiento (kg ha^{-1}) para cada uno de los tratamientos, representa la j -ésima observación del rendimiento registrado en el i -ésimo tratamiento evaluado.

μ = Es la media poblacional del rendimiento en los tratamientos.

t_i = Es el efecto del i -ésimo tratamiento de sorgo sobre el rendimiento registrado.

β_j = Efecto debido al j -ésimo bloque.

ϵ_{ij} = Es el elemento aleatorio de variación generado en el experimento.

En el Cuadro 1 se describen las 10 líneas involucradas en el experimento, incluyendo los testigos comparativos Tortillero Precoz y Africana.

Cuadro 1. Código y origen de 10 líneas precoces de sorgos. CEVAS- INTA. Centro Norte. Nicaragua primera 2010

Tratamiento	Línea	Origen
1	MLT-NIC-107	Texas A & M
2	MLT-NIC-109-1	Texas A & M
3	MLT-NIC-113	Texas A & M
4	MLT-NIC-115	Texas A & M
5	MLT-NIC-117	Texas A & M
6	MLT-NIC-127	Texas A & M
7	MLT-TEXAS-118	Texas A & M
8	MLT-TEXAS-120	Texas A & M
9	MLT-TEXAS-134	Texas A & M
10	ICSV LM-93081	CENTA
11	Africana*	INTA
12	Tortillero Precoz*	INTA

Fuente: INTA

*Testigos

3.3 Variables evaluadas

3.3.1 Variables de crecimiento

Altura (cm). Se determinó durante la etapa vegetativa del cultivo, a partir de los 15dds hasta el momento de la floración, eligiendo 10 plantas al azar por cada parcela útil, medida con una cinta métrica en centímetros desde la superficie del suelo hasta la última hoja formada.

Diámetro del tallo (cm). Se determinó durante la etapa vegetativa, a los 45 dds, seleccionando 10 plantas al azar por cada parcela útil, tomando el diámetro entre en el segundo entrenudo del tallo utilizando un vernier.

Número de hojas. Se determinó durante la etapa vegetativa del cultivo, a partir de los 15 dds hasta el momento de la floración, eligiendo 10 plantas al azar por cada parcela útil. Se contaron las hojas que presentaran el cuello foliar visible ya formado.

3.3.2 Variables de desarrollo

Días a floración. Se registró el número de días desde la siembra hasta el momento en que el 50% de las plantas de cada línea presentaron el 50% de floración.

Excrción de la panoja (cm). Se seleccionaron 10 plantas al azar por cada parcela útil de las que se midieron en centímetros con una cinta métrica desde donde empieza la hoja de bandera hasta donde comienzan las ramificaciones de la parte inferior de la panoja.

Acame. A los 8 días antes de la cosecha se contabilizó el número de plantas con una inclinación mayor a los 45 grados, después se obtuvo el porcentaje con respecto al número total de plantas presentes en la parcela.

Días a madurez fisiológica. Se contaron los días transcurridos desde la siembra hasta que el 50% más una planta de la población por parcela presentó en la panoja la formación de un punto negro en el hilo de los granos. Se muestreó y midió visualmente a partir de los 30 días después de la floración.

Senescencia foliar. Se seleccionaron 10 plantas al azar por cada parcela útil a las cuales se les contó el número de hojas secas, para posteriormente aplicar la siguiente escala

Cuadro 2. Escala CIAT para senescencia foliar en sorgo.

Calificación	Categoría
1	Ninguna hoja muerta
2	1-25% de hojas muertas
3	26-50% de hojas muertas
4	51-75% de hojas muertas
5	Más de 75% de hojas muertas

3.3.3 Variables de producción.

Plantas cosechadas (plantas/ha^{-1}). Al momento de la cosecha se contabilizó el total de panojas por cada parcela útil, luego se expresó en número de plantas cosechadas por hectárea.

Longitud de la panoja (cm). Se determinó al momento de la cosecha midiendo a partir de la primera ramilla hasta el ápice de la panoja. Se tomaron al azar 10 panojas de cada parcela útil por tratamiento para un total de 120 panojas por bloque.

Peso de la panoja (g). Al momento de la cosecha se tomaron al azar 10 panojas de la parcela útil por tratamiento para un total de 120 panojas por bloque, a las cuales se les tomó el peso en gramos con una balanza digital.

Peso de 1000 granos (g). Al momento de la cosecha se seleccionaron 5 panojas al azar de cada parcela útil a las cuales se les tomó la humedad en el campo con el probador de humedad y posteriormente se desgranaron y pesaron 1000 granos, utilizando la fórmula propuesta por Aguirre y Peske (1988), para estandarizar el peso en gramos considerando un 14% de humedad.

$$P_i (100-H_i) = P_f (100-H_f)$$

Donde:

P_i= Peso inicial

100= Es una constante

H_i= Humedad inicial

P_f= Peso final

H_f= Humedad final

Rendimiento (kg ha⁻¹). Se desgranaron las panojas cosechadas de cada parcela, utilizando la ecuación matemática propuesta por Barreto y Raun (1988) para expresar los datos en kg ha⁻¹ considerando un 14% de humedad.

$$\text{kg ha}^{-1} = \frac{PC}{AU * 10000 * 0.8} \frac{100 - \%H}{85}$$

Donde:

kg/ ha⁻¹ = Kilogramo por hectárea (kg ha⁻¹).

PC= Peso de campo.

Au = Área útil= 7 m²

10,000 = Área de una hectárea en metros cuadrados.

0.8 = Es una constante para sacar porcentaje de desgrane.

100 = Es una constante.

% de humedad = Porcentaje de humedad que se midió en el campo con el medidor de Humedad.

85 = constante para uniformizar los pesos al 15 % de humedad.

3.3.4 Variables cualitativas

Tipo de panoja. Al momento de la cosecha se observó si la panoja era Abierta, semi-abierta, compacta y semi-compacta.

Color del grano. Se determinó cuando este alcanzó la madurez fisiológica, está determinado por los colores blanco, crema, rojo, negro y amarillo.

Valor comercial del grano. Está determinado por la textura, color, tamaño, uniformidad y sanidad del grano, se utilizó la siguiente escala para determinar el valor agronómico y comercial de grano.

Cuadro 3. Escala CIAT para valor agronómico y comercial del grano

Calificación	Categoría
1	Grano con muy buen aspecto
2	Grano con buen aspecto
3	Grano con regular aspecto
4	Grano con mal aspecto
5	Grano con muy mal aspecto

3.4 Manejo agronómico

3.4.1 Preparación de suelo

La preparación se realizó mecánicamente, utilizando el sistema convencional, el cual consistió en un pase de arado una semana antes de la siembra, un pase de grada y un pase con la surcadora.

3.4.2 Siembra

La siembra se realizó manualmente a chorrillo ubicando la semilla a una profundidad de 2 a 3 centímetros al fondo del surco a razón de 12.9 kg ha⁻¹. La distancia entre surco fue de 0.70 m, al momento de la siembra el suelo se encontraba con suficiente humedad para activar el proceso de germinación de la semilla.

3.4.3 Fertilización

Al momento de la siembra se aplicó fertilizante completo de la fórmula 12-30-10 al fondo del surco a razón de 129 kg ha⁻¹. El nitrógeno (Urea 46%) se aplicó fraccionado a los 25 días después de la siembra el 50% y a los 45 días después de la siembra el otro 50% en dosis de 64.5 kg ha⁻¹ en cada momento.

3.4.4 Control de malezas

El primer control de malezas se efectuó a los 2 días antes de la siembra con Glifosato a razón 2.8 l ha^{-1} . A los 14 días después de la siembra se aplicó Prowl (Pendimetalin), a razón de 2.8 l ha^{-1} , a los 25 y 45 dds se realizaron controles mecánicos.

3.4.5 Control de plagas y enfermedades

El control de insectos se realizó mediante recuentos periódicos. Se aplicó Cypermetrina en dosis de 0.35 l ha^{-1} . En total fueron necesarias tres aplicaciones para lograr un efectivo control del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*), langosta (*Mosis latipes*) y Chinchas (*Leptoglossus zonatus*).

Durante el ensayo se presentaron dos enfermedades: mancha gris de la hoja (*Cercospora sorghi* Ellis & Everhart) y mancha zonada (*Gloeocercospora sorghi* D Bain & Edgerton), las cuales no ameritaron control, debido a su bajo grado de infestación en el cultivo (Anexo 15 y 16).

3.5 Análisis estadísticos

El análisis estadístico se realizó mediante el análisis de varianza (ANDEVA) y la separación de medias por Tukey al 95 % de confianza, utilizando el programa estadístico SAS 7.1 2007.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Variables de crecimiento

4.1.1 Altura de planta

La altura de planta del sorgo es un parámetro importante, como 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 trasladados al grano durante el llenado del mismo. Además está fuertemente influenciado por las condiciones ambientales como: temperatura, humedad relativa, cantidad y calidad de luz (Cuadra, 1998).

La altura de planta es considerada un factor de mucha importancia en la recolección mecanizada, cuyos valores deben oscilar entre 140 y 160 cm, lo que permite una cosecha acorde a la altura de la combinada de granos (Pineda, 1988), mientras León (1987), afirma que los sorgos altos son preferidos para forraje y producción de granos.

El cuadro 4 muestra que existen diferencias altamente significativas entre líneas y de igual manera entre bloques para la variable altura de planta, en la que las líneas MLT-TEXAS-120, MLT-TEXAS-134 y MLT-TEXAS-118, alcanzaron las menores alturas con 79.5, 83.1 y 94.5 cm mientras MLT-NIC-117, MLT-NIC-127 y MLT-NIC-109-1 obtuvieron las mayores alturas con 113.4, 116.5 y 120.8 cm.

Tomando en cuenta la recomendación de Pineda (1988), las líneas no presentaron la altura apropiada para la cosecha mecanizada. Esto se debe a que las líneas son precoces, presentando una floración temprana y como afirma Compton (1990) durante la activación de esta etapa se reduce el crecimiento vegetativo.

Cuadro 4. Separación de medias para las variables de crecimiento en 10 líneas precoces de sorgo. CEVAS-INTA Centro Norte. Nicaragua primera 2010

Tratamientos	Líneas	Altura/planta (cm)	Diámetro/tallo (cm)	Número de hojas/planta
1	MLT-NIC-107	110.6 bcd	1.87 abc	8.35 bc
2	MLT-NIC-109-1	120.8 ab	1.85 abc	9.06 ab
3	MLT-NIC-113	99.1 bcd	1.76 abc	7.66 bc
4	MLT-NIC-115	112.6 abc	1.79 abc	7.57 bcd
5	MLT-NIC-117	113.4 abc	2.07 ab	9.92 a
6	MLT-NIC-127	116.5 abc	1.78 abc	9.36 ab
7	MLT-TEXAS-118	94.5 cd	1.57 c	6.7 d
8	MLT-TEXAS-120	79.5 d	2.09 a	7.36 cd
9	MLT-TEXAS-134	83.1 d	1.68 abc	6.87 d
10	ICSV LM-93081	101.8 bcd	1.69 abc	7.41 cd
11	Africana	127.5 a	1.69 abc	8.91 abc
12	Tortillero Precoz	93.9 cd	1.63 bc	6.15 d
Media		104.4	1.788	7.943
D.M.S.		24.5	0.455	0.323
Efecto de Tratamiento: Pr>F		0.0001	0.0058	0.0018
Efecto de Bloque: Pr>F		0.0075	0.0001	0.0004
C.V.		9.455	10.242	13.45

4.1.2 Diámetro del tallo

El tallo del sorgo está formado 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. En cuanto a su consistencia, el tallo es sólido, con una corteza o tejido exterior duro y una medula suave (Somarriba, 1998).

Según Wall y Ross (1975), afirma que el diámetro aumenta en relación a la cantidad de nudos, por lo cual se explica que las variedades tardías tengan tallos más gruesos que las precoces. Los tallos de diámetro menor tienen mayor tendencia al vuelco que los más gruesos y se quiere un número más elevado de ellos para obtener una misma cantidad en la cosecha.

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

El cuadro 4 muestra que existen diferencias altamente significativas entre líneas y de igual manera entre bloques para la variable diámetro de tallo, en la que las líneas MLT-TEXAS-118, MLT-TEXAS-134 y ICSV LM-93081, presentaron el menor diámetro de tallo con 1.57, 1.68 y 1.69 cm, sin embargo MLT-NIC-107, MLT-NIC-117 y MLT-TEXAS-120 obtuvieron los mayores valores para esta variable con 1.87, 2.07 y 2.09 cm.

Las líneas que lograron los mayores diámetros del tallo superan a Africana (1.69 cm) y al Tortillero Precoz (1.63cm).

La media estadística para las líneas en esta variable fue de 1.81 cm, siendo este un valor bajo según Somarriba (1998), esto se debe a que las líneas utilizadas para el estudio son precoces con tendencia a obtener menor diámetro como lo afirman Wall y Ross (1975).

4.1.3 Número de hojas por planta

Los principales órganos para la realización de la fotosíntesis en la planta son las hojas y la concentración de nutrientes en las mismas influyen en el crecimiento y rendimiento del cultivo (Barahona y Gago, 1996).

Según Compton (1990) el número de hojas por planta varía de 7 a 24, según la variedad y la longitud del tallo en el periodo de crecimiento, además explica que el número de hojas de la planta puede ser afectada por la respuesta fotoperiódica, ya que la activación de la floración reduce el crecimiento vegetativo.

Al hacer un conteo de hojas, se debe de considerar como hojas desarrolladas aquellas que presentan el cuello, la vaina y la lámina totalmente visible (Somarriba, 1997).

El cuadro 4 muestra que existen diferencias altamente significativas entre líneas y de igual manera entre bloques para la variable número de hojas por planta, en la que las líneas MLT-TEXAS-118, MLT-TEXAS-134 y MLT-TEXAS-120, presentaron menor número de hojas por planta con valores de: 6.7, 6.87 y 7.36 respectivamente, en tanto MLT-NIC-109-1 MLT-NIC-127 y MLT-NIC-117 presentaron los valores más altos con, 9.06, 9.36 y 9.9 hojas.

En este estudio se observó que las líneas que obtuvieron mayor número de hojas presentaron mayor altura o longitud de tallo como lo afirma Compton (1990).

4.2 Variables de desarrollo

4.2.1 Días a floración

La inflorescencia de la planta de sorgo es una panícula que varía de forma y tamaño, la panícula está compuesta por racimos y el racimo consiste de una o varias espiguillas, Somarriba (1995).

El período de la floración está determinado por sus características genéticas, fotoperiodo, las condiciones climatológicas y la cantidad de nutrientes disponibles (Somarriba, 1996).

La floración empieza en la parte superior de la espiga y continúa hacia abajo en una progresión muy regular (Poehlman, 1990).

House (1982), menciona que normalmente hay polen disponible por un período de 10 - 15 días, además asegura que la iniciación floral marca el fin del crecimiento vegetativo con respecto a la actividad meristemática. A la formación de la yema floral sigue el período más largo de crecimiento de la planta de sorgo, el cual consiste en gran parte en el alargamiento de las células.

El cuadro 5 muestra que las líneas MLT-NIC-113, MLT-TEXAS-118, MLT-TEXAS-120 y MLT-TEXAS-134 presentaron mayor precocidad, floreciendo a los 53, 56 y 57dds, en cambio MLT-NIC-107, MLT-NIC-117, ICSV LM-93081 y MLT-NIC-109-1 alcanzaron el estado de floración más tardía con 60 y 65 dds respectivamente.

Es de mucha importancia señalar que el Tortillero precoz floreció en menor tiempo (52 dds), superando a las líneas.

Cuadro 5. Separación de medias para las variables de desarrollo en 10 líneas precoces de sorgo. CEVAS-INTA Centro Norte. Nicaragua primera 2010

Tratamientos	Líneas	Días a Floración (dds)	Excerción (cm)	Acame/pta (%)
1	MLT-NIC-107	60	19.9 a	12.2 ab
2	MLT-NIC-109-1	65	17.6 abc	26.1 a
3	MLT-NIC-113	53	20.6 ab	9.3 ab
4	MLT-NIC-115	59	16.8 abcd	27.4 a
5	MLT-NIC-117	60	11.6 cd	6.7 ab
6	MLT-NIC-127	58	9.7 d	13.8 ab
7	MLT-TEXAS-118	56	22.8 a	6.2 ab
8	MLT-TEXAS-120	57	19.2 ab	5.6 ab
9	MLT-TEXAS-134	57	19.7 ab	2.7 b
10	ICSV LM-93081	60	11.1 cd	30.8 a
11	Africana	60	14.9 bcd	24.3 ab
12	Tortillero Precoz	52	11.3 cd	3.9 ab
Media			16.3	14.1
D.M.S.			7.3	0.62
Efecto de Tratamiento: Pr>F			0.0001	0.0071
Efecto de Bloque: Pr>F			0.8493	0.0249
C.V.			18.0658	28.7297

4.2.2 Excerción de la panoja

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

La excerción, está controlada genéticamente; pero los factores ambientales como la deficiencia de agua, pueden ejercer efectos pronunciados (Compton, 1990).

Es de mucha importancia considerar en la recolección mecanizada, si se tienen variedades con poca excerción, al cosecharse ocasiona una mayor cantidad de materia extraña, ocasionando baja calidad del grano (Somarriba, 1997).

El cuadro 5 muestra que existen diferencias altamente significativas entre líneas y no así entre bloques para la variable excersión de la panoja, en la que las líneas MLT-NIC-127, ICSV LM-93081 y MLT-NIC-117 obtuvieron los menores valores con 9.7, 11.1 y 11.6 cm respectivamente, mientras que MLT-TEXAS-134, MLT-NIC-107, MLT-NIC-113 y MLT-TEXAS-1 presentaron los valores más altos con 19.7, 19.9, 20.6 y 22.8 cm.

Las líneas que reportan los valores más altos en excersión de la panoja superan a los testigos.

Los resultados obtenidos muestran que la mayoría de las líneas presentaron características deseables para la cosecha mecanizada con rangos que oscilan entre 11.1 a 22.8 cm, a excepción de MLT-NIC-127, según House (1982), una buena excersión debe ser mayor a 10cm, sin embargo longitudes de pedúnculo muy prolongados tienden a provocar volcamiento de la panoja.

4.2.3 Acame

El acame de las plantas se produce como el resultado del pobre vigor de los tallos. Las plantas acamadas constituyen un medio favorable para el desarrollo de hongos u otras enfermedades. Existen genotipos, con tallos muy altos, delgados y débiles los que con vientos fuertes con facilidad se acaman (Poelhman, 1985).

Los tallos volcados aumentan el trabajo y el costo de la cosecha y disminuyen la calidad (Wall y Ross, 1975).

El cuadro 5 muestra que existen diferencias altamente significativas entre líneas y entre bloques para la variable acame, en la que las líneas MLT-TEXAS-134, MLT-TEXAS-120 y MLT-TEXAS-118, presentaron menor porcentaje de acame con valores de 2.7, 5.6 y 6.2 % respectivamente, en tanto MLT-NIC-127, MLT-NIC-109-1, MLT-NIC-115 y ICSV LM-93081, presentaron porcentajes más altos: 13.8, 26.1, 27.4 y 30.8 %.

Durante el análisis de esta variable se identificó que al menos 5 líneas presentaron resistencia al acame por presentar porcentajes menores al 10% de plantas volcadas.

Las líneas que obtuvieron los mayores porcentajes de acame, presentaron alturas que oscilan entre 101.8 cm y 120.8 cm y diámetros del tallo con valores que van desde 1.69 cm y 1.85 cm lo que favorece al volcamiento de plantas como lo afirma Poelhman (1985).

Cuadro 6. Separación de medias para las variables de desarrollo en 10 líneas precoces de sorgo. CEVAS-INTA Centro Norte. Nicaragua primera 2010

Tratamientos	Líneas	Días a Madurez fisiológica (dds)	% Senescencia foliar (Esc. CIAT)
1	MLT-NIC-107	103	41.2 ab
2	MLT-NIC-109-1	108	75.0 ab
3	MLT-NIC-113	97	61.5 ab
4	MLT-NIC-115	102	72.5 ab
5	MLT-NIC-117	103	70.0 ab
6	MLT-NIC-127	101	81.2 a
7	MLT-TEXAS-118	99	23.7 b
8	MLT-TEXAS-120	100	40.0 ab
9	MLT-TEXAS-134	100	45.0 ab
10	ICSV LM-93081	103	71.2 ab
11	Africana	103	66.2 ab
12	Tortillero Precoz	96	25.0 b
Media			56.06
D.M.S.			9.07
Efecto de Tratamiento: Pr>F			0.0373
Efecto de Bloque: Pr>F			0.0456
C.V.			9.07

4.2.4 Días a madurez fisiológica

Según Somarriba (1998) la madurez fisiológica del grano es alcanzada de 80 a 120 dds. El contenido de humedad del grano varía, pero normalmente se encuentra de un 25% a 35% de humedad.

Alrededor de los 90, días la planta alcanza la madurez fisiológica (peso máximo de materia seca) y el grano tiene aproximadamente el 30% de humedad. La madurez se manifiesta por la aparición de una capa negra (acumulación de pectina en las células del floema) en la región hilar, que tapa los haces vasculares y termina el movimiento de productos asimilados hacia el grano (House, 1985).

Según Wall (1975), cuando las variedades difieren en el período de madurez es porque responden a formas distintas, al fotoperiodo y la temperatura.

Las líneas MLT-NIC-113, MLT-TEXAS-118, MLT-TEXAS-120 y MLT-TEXAS-134 sobresalen como las que presentaron una madurez fisiológica temprana con valores de 97, 99 y 100 días respectivamente. En cambio MLT-NIC-107, MLT-NIC-117, ICSV LM-93081, y MLT-NIC-109-1 se encontraron entre las líneas más tardías con 103 y 108 días a madurez fisiológica.

Estos valores se encuentran dentro del rango mencionado por Somarriba (1998), además es evidente que los valores obtenidos para la variable de días a floración y madurez fisiológica se relacionan de manera proporcional.

Las líneas que sobresalen en precocidad, pueden ser apreciadas por los agricultores de sorgo por permanecer menos tiempo en el campo, permitiendo una menor exposición a plagas y enfermedades. Con respecto a las líneas que se comportaron como las más tardías pueden ser utilizadas en zonas donde las precipitaciones son intensas impiden la cosecha de variedades precoces.

4.2.5 Senescencia foliar

House (1982) afirma que durante la maduración del grano las hojas comienzan a secarse y caen de la planta. Existe una marcada diferencia varietal en la velocidad de senectud de las hojas restantes. Hacia la madurez del grano todas las hojas pueden haberse secado o casi secado o puede la planta también permanecer verde.

El cuadro 6 muestra que existen diferencias altamente significativas entre líneas y entre bloques para la variable senescencia foliar, en la que la línea MLT-TEXAS-118 presentó senescencia tardía y lenta con un valor de 23.7 %, en donde las hojas mostraron un color verde natural con menos del 25% de la hoja muerta, mientras que MLT-TEXAS-120, MLT-NIC-107 y MLT-TEXAS-134, con valores de 40, 41.2 y 45% respectivamente, mostraron una senescencia tipo Intermedio presentando un amarillamiento de las hojas superiores con el 26 a 50% de la hojas muerta, MLT-NIC-

113, MLT-NIC-117, ICSV LM-93081, MLT-NIC-115, MLT-NIC-109-1 y MLT-NIC-

127, con valores de: 61.5, 70, 71.2, 72.5, 75 y 81.2% respectivamente, presentaron un tipo de senescencia temprana y rápida con mas del 75% de hojas amarillas y muertas.

Las líneas que obtuvieron senescencia foliar tardía podrían ser deseadas por los productores que utilizan los residuos de cosecha para consumo animal, por presentar el mayor contenido de materia foliar verde (biomasa) para su aprovechamiento, ya que según Duthil (1990), el animal consume tanta mas hierba cuanto mayor es su contenido acuoso y más joven y tierna sea esta.

Las líneas que alcanzaron los porcentajes más altos de senescencia foliar tienen muy poca importancia para la alimentación animal como afirman Luna y Laguna (2004), la planta en esas condiciones ha perdido gran parte del agua y materiales nitrogenados que abundan en sus limbos foliares, todo esto conlleva a una disminución de la calidad del forraje y por ende la planta se muestra menos apetecible para el ganado.

4.3 Variables de producción

4.3.1 Plantas cosechadas

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

López (1993), expresa que el número de plantas cosechadas es uno de los componentes que ayuda a determinar los rendimientos en un cultivo.

El cuadro 7 muestra que existen diferencias altamente significativas entre líneas y significativas entre bloques para la variable plantas cosechadas, en la que las líneas MLT-NIC-117, MLT-NIC-127 y ICSV LM-93081 obtuvieron el menor número de plantas cosechadas con valores de 71667, 86111, 121667 respectivamente, mientras que MLT-NIC-107, MLT-NIC-113 y MLT-NIC-109-1 lograron el mayor número de plantas cosechadas por hectárea, con valores de 192778, 174444 y 158056, superando al

Tortillero precoz que obtuvo 105278 plantas cosechadas por hectárea, mientras que Africana se ubicó en segundo lugar obteniendo 176944 plantas cosechadas por hectárea.

4.3.2 Longitud de la panoja

Somarriba (1997), plantea que la longitud de la panoja es uno de los componentes de mayor importancia en el rendimiento del sorgo, una sola panoja puede producir de 24 a 100 millones de granos de polen.

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

El cuadro 7 muestra que existen diferencias altamente significativas entre líneas y entre bloques para la variable longitud de panoja, en la que las líneas ICSVLM-93081, MLT-NIC-107 y MLT-NIC-113 alcanzaron los valores más bajos con 17.70, 18.70 y 18.87 cm respectivamente, mientras que las líneas MLT-NIC-127, MLT-TEXAS-118, MLT-TEXAS-120 y MLT-NIC-109-1 presentaron los valores más altos con: 22.75, 23.33, 26.33 y 31.55 cm respectivamente superando a las variedades Africana y Tortillero Precoz que obtuvieron 19.37 y 21.77 cm correspondientemente.

Cuadro 7. Separación de medias para las variables de producción en 10 líneas precoces de sorgo. CEVAS-INTA Centro Norte. Nicaragua primera 2010

Tratamientos	Líneas	Plantas	Longitud	Peso de la
		cosechadas	Panoja (cm)	Panoja (g)
1	MLT-NIC-107	192778 a	18.70 c	4525
2	MLT-NIC-109-1	158056 abc	31.55 a	4912.5
3	MLT-NIC-113	174444 abc	18.87 c	4062.5
4	MLT-NIC-115	135555 abc	22.50 bc	5112.5
5	MLT-NIC-117	71667 c	21.70 bc	4400
6	MLT-NIC-127	86111 bc	22.75 bc	4350
7	MLT-TEXAS-118	137500 abc	23.33 bc	3625
8	MLT-TEXAS-120	123333 abc	26.33 ab	4775
9	MLT-TEXAS-134	125833 abc	21.20 bc	4187.5
10	ICSV LM-93081	121667 abc	17.70 c	3925
11	Africana	176944 ab	19.37 c	4675
12	Tortillero Precoz	105278 abc	21.77 bc	4150
Media		134097	22.14	4391.67
D.M.S.		103891	5.6991	3553
Efecto de Tratamiento: Pr>F		0.0060	0.0001	0.3582
Efecto de Bloque: Pr>F		0.0120	0.0171	0.33652
C.V.		31.2056	10.36	29.583

4.3.3 Peso de la panoja

Somarriba (1997), plantea que la inflorescencia de la planta de sorgo es una panoja que se le denomina cabeza, espiga o bellota, esta varía de forma, puede ser corta y compacta o suelta y abierta de 4 a más de 25 cm de longitud y de 2 a más de 20 cm de ancho

Compton (1990), expresa que después de los 45 a 50 días el inicio floral ha desarrollado una panícula compuesta de racimos y de esta manera se ha determinado el tamaño potencial de la panoja. Después de la polinización crece aceleradamente el peso del grano y muchas veces la tasa de crecimiento del peso de este es mayor que la del resto de materia seca.

El cuadro 7 muestra que no existen diferencias significativas entre líneas, pero sí entre bloques para la variable peso de la panoja.

4.3.4 Peso de mil granos

El peso de mil granos aumenta después de la polinización, enormemente, a veces a un ritmo más rápido que la acumulación de materia seca. Esto se traduce en menor peso del tallo ya que los materiales nutritivos almacenados pasan de éste a los granos en desarrollo (Miller, 1980).

En experimentos realizados con sorgos híbridos en Nicaragua, en distintas localidades y con diferentes técnicas agronómicas, se ha determinado que el peso de mil granos de este cereal puede variar entre 11.6 y 36.1 gramos (Montenegro, 2000; Arellano, 1990; Silva, 1990 y Aguilar, 1985, citados por Cruz 2005).

El cuadro 8 muestra que no existen diferencias significativas entre líneas y entre bloques para la variable peso de mil granos.

Cuadro 8. Separación de medias para las variables de producción en 10 líneas precoces de sorgo. CEVAS-INTA Centro Norte. Nicaragua primera 2010

Tratamientos	Líneas	Peso 1000 granos (g)	Rendimiento (kg ha ⁻¹ 14% hº)
1	MLT-NIC-107	32.87	4630
2	MLT-NIC-109-1	25.51	5110
3	MLT-NIC-113	27.40	4320
4	MLT-NIC-115	30.0	5476
5	MLT-NIC-117	31.21	4513
6	MLT-NIC-127	31.13	4494
7	MLT-TEXAS-118	23.26	3799
8	MLT-TEXAS-120	30.0	5028
9	MLT-TEXAS-134	31.36	4281
10	ICSV LM-93081	30.72	4063
11	Africana*	31.14	4800
12	Tortillero Precoz*	37.57	4488
Media		30.19	4583
D.M.S.		4.1236	3752
Efecto de Tratamiento: Pr>F		0.0850	0.9547
Efecto de Bloque: Pr>F		0.1050	0.0344
C.V.		13.4935	32.9778

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

El rendimiento del grano es la producción del número de granos por unidad de área de terreno y el peso por grano; el número de granos está relacionado con el rendimiento final del grano y éste es influenciado por el número de inflorescencias, espiguillas por inflorescencia, florecillas por espiguillas y por la proporción de florecillas que llegan a producir el grano (Evans & Wardlay, 1976, citado por (Compton, 1990).

Según Compton (1995) El rendimiento de grano está determinado por la deficiencia que las plantas hacen en la utilización de los recursos existentes en el medio, relacionado al potencial genético. Este potencial genético depende de numerosos componentes de contribución individual, pero cuya acción conjunta redonda en la expresión del rendimiento final.

Para lograr buenos rendimientos de granos las líneas deben tener características agronómicas adecuadas como panojas semi-abiertas y longitud superior a 30 cm (Espinoza, 1992).

El cuadro 8 muestra que no existen diferencias significativas entre líneas, pero si altamente significativas entre bloques para la variable rendimiento, aunque los valores obtenidos por las líneas son altamente productivos, oscilando entre 3799 y 5476 kg ha^{-1} .

4.4 Variables Cualitativas

4.4.1 Tipo de panoja

La panoja (inflorescencia), es el órgano donde se forman los granos, puede presentar una posición erguida, inclinada, o colgando hacia abajo, esto depende del peso de las mismas, también pueden ser compactas, intermedias o difusas según el largo de los entrenudos (Wall y Ross, 1975).

La panícula es corta o larga, suelta y abierta, y compacta o semi-compacta, puede tener de 4 a 25 cm de largo, de 2 a 20 cm de ancho y llevar de 400 a 8000 granos (Compton,

1990).

Las líneas MLT-NIC-109-1, MLT-NIC-115, MLT-NIC-117 y MLT-NIC-127 correspondientes al 40%, presentaron un tipo de panoja semi-abierta, destacándose las dos primeras por sus altos rendimientos, por otra parte MLT-NIC-107, MLT-NIC-113, MLT-TEXAS-118, MLT-TEXAS-120, MLT-TEXAS-134 y ICSV LM-93081, presentaron panoja de tipo compacta.

Cuadro 9. Clasificación de tipo de panoja, color de grano y Escala CIAT para valor comercial en 10 líneas precoces de sorgo. CEVAS-INTA Centro Norte. Nicaragua primera 2010

Tratamientos	Líneas	Tipo de Panoja	Color de grano	Valor comercial del grano (Escala CIAT)
1	MLT-NIC-107	C	CREMA	3
2	MLT-NIC-109-1	SM	ROJO	4
3	MLT-NIC-113	C	BLANCO	1
4	MLT-NIC-115	SM	CREMA	3
5	MLT-NIC-117	SM	BLANCO	1
6	MLT-NIC-127	SM	CREMA	3
7	MLT-TEXAS-118	C	AMARILLO	2
8	MLT-TEXAS-120	C	BLANCO	1
9	MLT-TEXAS-134	C	CREMA	3
10	ICSV LM-93081	C	CREMA	3
11	Africana*	SM	CREMA	3
12	Tortillero Precoz*	SM	CREMA	3

C: Compacta

SM: Semi-compacta

4.4.2 Color del grano

El color de la semilla, ya sea blanco, rojo, amarillo o café proviene de complejos genéticos que envuelven al pericarpio. La mayor parte del cariósido es endosperma, el cual se compone de almidón casi en su totalidad (Robles,1990).

Según Zamora (*et al.*, 2006), las variedades de grano color blanco son más susceptibles a sufrir ataque de mohos en comparación con el grano de color rojo.

Chessa (2007), menciona que el grano de color rojo tiene taninos condensados, brindando una mejor resistencia al deterioro ambiental, dado que la naturaleza química

de esos compuestos no es un medio favorable para el crecimiento y desarrollo de hongos.

Se identificó que MLT-NIC-113, MLT-NIC-117 y MLT-TEXAS-120 equivalentes al 25% del total de las líneas evaluadas presentaron color de grano blanco, destacándose la última por ubicarse entre las que obtuvieron mayores rendimientos, mientras que MLT-NIC-107, MLT-NIC-115, MLT-NIC-127, MLT-TEXAS-134, ICSV LM-93081, Africana y Tortillero Precoz que corresponde al 58.33% presentaron un color de grano crema, sobresaliendo MLT-NIC-115 y Africana con los mayores rendimientos, en tanto la línea MLT-TEXAS-118 y MLT-NIC-109-1 equivalentes al 16.66 % mostraron granos de color amarillo y rojo respectivamente, es importante señalar que esta última indujo altos rendimientos sin embargo este grano por su aspecto no puede tener buena valoración para consumo humano pero sí para consumo animal.

4.4.3 Valor comercial del grano

El valor comercial del grano está determinado por el peso, aspecto, textura, color, tamaño, uniformidad y sanidad del mismo. Granos con buen aspecto y características atractivas tendrán mayor valor tanto por los agricultores como por los comerciantes. Otro aspecto no menos importante está en lo concernientes a los aspectos organolépticos como sabor, olor, tiempo de cocción entre otros (Cuadra, 2008).

Las líneas MLT-NIC-113, MLT-NIC-117 y MLT-TEXAS-120 presentaron valor comercial de 1 en la escala del CIAT, MLT-TEXAS-118, sobresale con un valor comercial de 2, MLT-NIC-107, MLT-NIC-115, MLT-NIC-127, MLT-TEXAS-134, ICSV LM-93081, Africana y Tortillero Precoz con un valor comercial de 3 y en último lugar MLT-NIC-109-1 con un valor comercial de 4 en el grano.

V. CONCLUSIONES

- Las líneas no presentaron diferencias estadísticas para la variable rendimiento de grano, sin embargo son promisorias ya que alcanzaron rendimientos entre 3799 y 5476 kg ha⁻¹, además presentaron buen comportamiento agronómico con características de arquitectura de planta atractiva para los agricultores, debido a que su porte intermedio de altura facilita las labores de cosecha manual, así mismo se caracterizan por ser de ciclo precoz.
- El 50 % de las líneas alcanzaron menos del 10% de plantas acamadas, de las cuales MLT-NIC-113, MLT-NIC-117, MLT-TEXAS-120 sobresalen por su buen valor comercial de grano.

VI- RECOMENDACIONES

- Continuar con el proceso de validación de estas líneas de sorgo en los diferentes centros experimentales del país.

VII. BIBLIOGRAFÍA

- Aguirre, R. Peske, T.** 1988. Manual para el beneficio de semillas. Centro Internacional de Agricultura Tropical. CIAT, Cali, Colombia.
- Álvarez, M. y Talavera, T.** 1991. Efecto de cuatro densidades de poblaciones y cuatro niveles de nitrógeno en el rendimiento del sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench), Variedad Pinolero 1. II seminario del programa Ciencia de las Plantas. Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias.
- Barahona, W. J. y Gago.** 1996. Evaluación de diferentes prácticas culturales en soya (*Glycine max* L. Merr) y ajonjolí (*Sasamum indicum*) y su efecto sobre la cenosis de malezas. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 48 p.
- Barreto, H. J. S. Raun, W.R.** 1988. El ayudante de datos MST. Guía para la Operación del software. Centro internacional de mejoramiento de Maíz y Trigo. América central. 2 p.
- Compton, L. P.** 1990. Agronomía del sorgo. ICRISAT/CIMMYT. India. 301 p.
- Cuadra R, M.** 1998. Efecto de diferentes densidades de siembra entre hileras sobre el crecimiento y desarrollo del sorgo. Tesis. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 38 p.
- Cruz Tapia, B. O.** 2005, Rendimiento de tres cultivares de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench), en el Pacífico Sur de Nicaragua. Tesis. Ingeniería Agronómica. Facultad de Agronomía. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 37 p.
- Chessa, A.** 2007. Marca líquida agropecuaria. En línea. Cordoba Argentina. Consultado el 26 de Octubre de 2010. Disponible en [http:// www.produccion-animal.com.ar](http://www.produccion-animal.com.ar)
- Doggett, H.** 1988. Sorghum. 2nd edn. Trop. Agric. Series: Longman. 512pp.

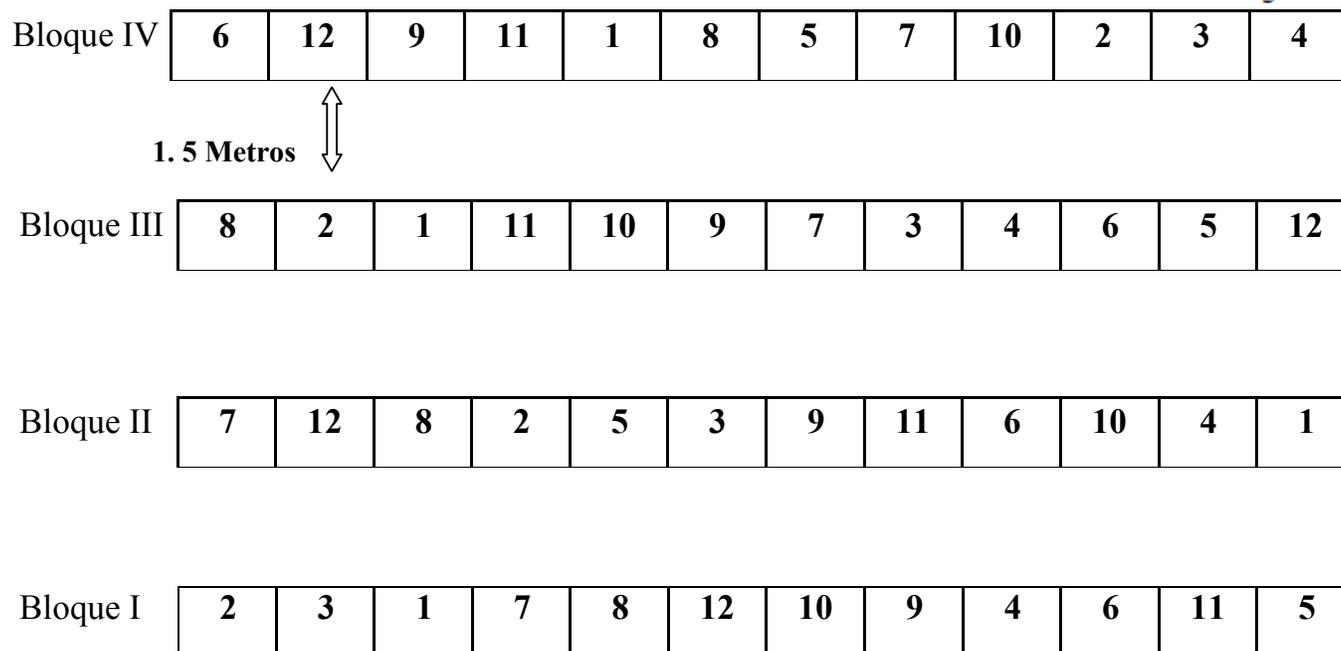
- Duthil, J.** 1990. Producción de forrajes. 3^{ra} ed. Ediciones MUNDI-PRENSA. Madrid, España. 416 p.
- Espinoza, M.** 2002. Folleto, cultivo sorgo. Escuela Internacional de Agricultura y Ganadería (E.I.A.G.) Rivas, Nicaragua. 26 p.
- Espinoza, A. D.** 2006. Evaluación de veinte líneas de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) por su reacción a enfermedades en tres localidades de Nicaragua. Tesis. Ingeniería Agronómica. Facultad de Agronomía. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 72 p.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO).** 1995. El sorgo y el mijo en la nutrición humana (Colección FAO: Alimentación y nutrición, No 27). Roma. Italia. p 197.
- Guardián, M. A.** 2004. Evaluación agronómica y uso eficiente del nitrógeno por 16 líneas de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench), en el municipio de Posoltega, Chinandega. Tesis. Ingeniería Agronómica. Facultad de Agronomía. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 40 p.
- House, L.** 1982. El sorgo. Guía para su mejoramiento genético. Grupo Editorial Gaceta. México. D.F. 425 p.
- House, L. R.** 1985. A guide to sorghum breeding. 2nd edn: ICRISAT, India.
- Instituto Politécnico Nacional de México (IPN).** 2000. El sorgo una alternativa productiva. En línea. México. Consultado el 18 de Octubre del 2010. Disponible en http://www.teorema.com.mx/articulos.php?id_sec=46&id_art=2162&id_ejemplar=80.
- Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER).** 2008. Informe de la estación meteorológica de Sébaco, San Isidro. Estación Experimental del Valle de Sébaco-INTA. Centro Norte. Matagalpa, Nicaragua.

- León, L.** 1987. Fundamentos botánicos de los cultivos tropicales. Instituto Interamericano de ciencia agrícola de la OEA, San José, Costa Rica. 203 p.
- López, M. J.** 1993. Efecto de rotación de cultivos y control de malezas sobre la cenosis de malezas, crecimiento, desarrollo y rendimiento en soya (*Glycine max* L.) y ajonjolí (*Sasamun indicum* L.). Tesis. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 60 p.
- Luna Díaz, H. A; Laguna, R. J.** 2004. Evaluación preliminar de 30 genotipos de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench), para grano y forraje. Tesis. Ingeniería Agronómica. Facultad de Agronomía. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 50 p.
- Miller, F; Barnes, D.** 1980. Crecimiento y desarrollo del sorgo. Producción y protección vegetal. Introducción del control integrado de plagas de sorgo FAO (Organización de la Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). Roma. 125 p.
- Ministerio de Desarrollo Agropecuario y Reforma Agraria (MIDINRA).**1982 Guía técnica para producción de sorgo granífero. Managua, Nicaragua p 5.
- Monterrey, C.** 1997. Dosis y momentos de aplicación en fertilizantes nitrogenados: efecto sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento del sorgo. Tesis. Ingeniería Agronómica. Facultad de Agronomía. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 47 p.
- Pineda, J. M.** 1988. Resumen de la situación de la producción de sorgo granífero en Nicaragua. 10 p.
- Poelhman, J. M.** 1990. Mejoramiento genético de las cosechas. Ediciones Ciencia y Técnica. México. 453 p.
- Poelhman, J. M.** 1985. Mejoramiento genético de la cosecha de sorgo. Universidad de Missouri. Editorial Limusa, México, D.F. 302 p.

- Robles, R.** 1990. Produccion de granos y forrajes. Quinta edición. Editorial Limusa, S.A de CV. México, D.F.664 p.
- Somarriba, R. C.** 1995. Granos Básicos Texto Básico. Universidad Nacional Agraria. Facultad de Agronomía. Managua, Nicaragua.
- Somarriba, R. C.** 1996. Granos Básicos Texto Básico. Universidad Nacional Agraria. Facultad de Agronomía. Managua, Nicaragua
- Somarriba, R. C.** 1997. Texto de granos básicos. Universidad Nacional Agraria. Facultad de Agronomía. Managua, Nicaragua. 197 p.
- Somarriba, R. C.** 1998. Granos básicos. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua.197 p.
- Wall, J. S; Ross, W, M.** 1975. Producción y usos del sorgo. 1 era ed. Editorial Hemisferio sur. Buenos Aires, Argentina. 399 p.

VII .Anexos

Anexo 1. Plano de Campo en el ensayo de 10 precoces de sorgo CEVAS-INTA
Centro Norte. Nicaragua primera 2010



Anexo 2. Foto de la afectación de mancha gris de la hoja (*Cercospora sorghi* Ellis & Everhart) en 10 líneas precoces de sorgo. CEVAS- INTA. Centro Norte. Nicaragua primera 2010



Anexo 3. Foto de la afectación de mancha zonada de la hoja (*Gloeocercospora sorghi* D Bain y Edgerton) en 10 líneas precoces de sorgo. CEVAS- INTA. Centro Norte. Nicaragua primera 2010

