

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN VEGETAL**



TRABAJO DE TESIS

EVALUACIÓN PRELIMINAR DE 30 GENOTIPOS DE SORGO (*Sorghum
bicolor* L. Moench) PARA GRANO Y FORRAJE.

AUTORES

Br. HEBER ANTONIO LUNA DÍAZ.
Br. RONALD JAVIER LAGUNA LAGUNA.

ASESORES

Ing. M.Sc. CARLOS HENRY LOÁISIGA CABALLERO.
Ing. M.Sc. RAFAEL OBANDO SOLÍS.

MANAGUA, NICARAGUA
NOVIEMBRE, 2004

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN VEGETAL**



TRABAJO DE TESIS

EVALUACIÓN PRELIMINAR DE 30 GENOTIPOS DE SORGO (*Sorghum
bicolor* L. Moench) PARA GRANO Y FORRAJE.

AUTORES

Br. HEBER ANTONIO LUNA DÍAZ.
Br. RONALD JAVIER LAGUNA LAGUNA.

PRESENTADO A LA CONSIDERACIÓN DEL HONORABLE TRIBUNAL
EXAMINADOR COMO REQUISITO PARA OPTAR AL GRADO DE
INGENIERO AGRÓNOMO GENERALISTA.

MANAGUA, NICARAGUA
NOVIEMBRE, 2004

AGRADECIMIENTOS

Primeramente a Dios por orientarnos hacia el camino correcto y habernos dado la capacidad intelectual, la cual nos permitió la realización del presente trabajo.

A los Ing. M.Sc. Carlos Henry Loáisiga y Rafael Obando Solís por su apoyo en el asesoramiento y revisión de este documento.

Al Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA), así como también al Dr. Gelles Trouche y muy cordialmente a la Ing. M.Sc. Zildghean Chow Wong por habernos proporcionado los 30 genotipos de sorgo.

Muy especialmente al Ing. M.Sc. Álvaro Benavides por su apoyo y valiosa colaboración en el análisis de los datos.

A todo el personal del Centro Nacional de Investigación y Documentación Agropecuaria (CENIDA), por su colaboración en el aporte de los textos bibliográficos.

Finalmente a nuestro compañero y amigo Erwin Aragón Obando por habernos brindado en algún momento su colaboración y aporte para la realización de dicho trabajo.

Br. Heber Antonio Luna Días.
Br. Ronald Javier Laguna Laguna.

DEDICATORIA

Principalmente a Dios por crear las condiciones que me permitieron hacer de un sueño una realidad.

De manera especial, a mis padres Regina Díaz Aráuz y Tomás Luna Solano quienes con su esfuerzo, apoyo moral y económico hicieron posible la culminación de mis estudios.

A mi hermano José Luna Díaz por haberme ofrecido siempre su apoyo incondicional.

Br. Heber Antonio Luna Díaz.

DEDICATORIA

En primer instancia a Dios, por haberme dado vida, paciencia y entendimiento para poder concluir con éxito mis estudios, guiándome siempre por el buen camino, manteniendo en mí el espíritu de lucha para poder vencer los obstáculos que se presentan en la vida.

A la memoria de mi padre Marino Laguna Reyes (q. e. p. d), por haberme brindado su apoyo moral y económico, ya que día a día me dio su apoyo hasta en los últimos momentos de su vida.

Muy en especial con mucho amor y cariño al ser que me trajo al mundo, mi madre Dionisia Laguna De Laguna, quien compartió mis aspiraciones y esfuerzos para que pudiera con éxito terminar mis estudios.

Mi carrera la concluyo gracias a que en ningún momento mi madre me dejó solo, siempre estuvo a mi lado alentándome a que siguiera adelante, por eso y mucho más le dedico este trabajo que es la finalización de mi carrera, ya que sin ella hubiera sido más difícil llegar hasta aquí.

A mis hermanos (as): Mary Luz, Marina y de manera muy especial a Edwin e Idania por estar siempre a mi lado en los momentos más difíciles y por ser fuente de inspiración y motivación para poder concluir exitosamente mi carrera.

A mi novia Ana Carolina Blandón Gutiérrez, por toda la comprensión y ánimos que me brindó todos estos años para que pudiera concluir mis estudios y este trabajo de tesis.

A mis sobrinos (as), ya que han sido motivo de inspiración para llegar a finalizar con éxito mi carrera.

Al Ing. Rondall Alejandro Gutiérrez Alvarado y muy en especial se lo dedico al Lic. José Luís Delgado Medina por su gestión realizada para continuar mis estudios y culminar con éxito mi carrera.

Br. Ronald Javier Laguna Laguna.

ÍNDICE

Página

ÍNDICE GENERAL	<i>i</i>
ÍNDICE DE FIGURAS	<i>iii</i>
ÍNDICE DE TABLAS	<i>v</i>
ÍNDICE DE ANEXOS	<i>vi</i>
RESUMEN	<i>vii</i>
I. INTRODUCCIÓN	1
II. METODOLOGÍA	5
2.1. Descripción del lugar	5
2.2. Suelo y clima	5
2.3. Tratamientos evaluados	6
2.4. Dimensiones del ensayo	6
2.5. Diseño y establecimiento del experimento	7
2.6. Variables evaluadas	7
2.6.1 Variables de crecimiento y desarrollo	7
2.6.2 Variables de rendimiento	9
2.7 Manejo agronómico	10
2.8 Análisis estadístico	10
III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	11
3.1. Variables de crecimiento y desarrollo	11
3.1.1 Altura de planta	11
3.1.2 Diámetro de tallo	12
3.1.3 Excerción de panoja	13
3.1.4 Longitud de panoja	15
3.1.5 Color de nervadura	16
3.1.6 Días a floración	18
3.1.7 Días a madurez fisiológica	20
3.1.8 Grados brix	21
3.1.9 Número de hojas	23

3.1.10.	Senescencia foliar	25
3.2	Variables de componente rendimiento	26
3.2.1.	Plantas acamadas	26
3.2.2.	Rendimiento fresco de biomasa foliar	28
3.2.3.	Rendimiento fresco de biomasa tallo	29
3.2.4.	Rendimiento fresco de biomasa total	30
3.2.5.	Plantas cosechadas	32
3.2.6.	Rendimiento de grano	33
IV.	CONCLUSIONES	36
V.	RECOMENDACIONES	38
VI.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	39
VII.	ANEXOS	42

ÍNDICE DE FIGURAS

Figuras		Página
1.	Promedio de temperatura y precipitación. CNIA-INTA. Managua, Nicaragua. Postrera 2003.	5
2.	Comportamiento presentado por 30 genotipos de sorgo sobre la variable altura de planta. CNIA-INTA. Managua, Nicaragua. Postrera 2003.	12
3	Valores de diámetro de tallo en 30 genotipos de sorgo. CNIA-INTA. Managua, Nicaragua. Postrera 2003.	13
4	Actitud de excerción de panoja en 30 genotipos de sorgo. CNIA-INTA. Managua, Nicaragua. Postrera 2003.	15
5	Representación de la longitud de panoja en 30 genotipos de sorgo. CNIA-INTA. Managua, Nicaragua. Postrera 2003.	16
6	Comportamiento de 30 genotipos de sorgo en la variable días a floración. CNIA-INTA. Managua, Nicaragua. Postrera 2003.	19
7	Respuesta de 30 genotipos de sorgo en la variable días a madurez fisiológica. CNIA-INTA. Managua, Nicaragua. Postrera 2003.	21
8	Valores de grados brix presentados por 30 genotipos de sorgo. CNIA-INTA. Managua, Nicaragua. Postrera 2003.	23

9	Actitud de 30 genotipos de sorgo en la variable número de hojas por planta. CNIA-INTA. Managua, Nicaragua. Postrera 2003.	24
10	Respuesta de 30 genotipos de sorgo en la variable senescencia foliar a la madurez fisiológica del grano. CNIA-INTA. Managua, Nicaragua. Postrera 2003.	26
11	Respuesta al acame de 30 genotipos de sorgo. CNIA-INTA. Managua, Nicaragua. Postrera 2003.	28
12	Comportamiento de 30 genotipos de sorgo en el rendimiento fresco de biomasa foliar. CNIA-INTA. Managua, Nicaragua. Postrera 2003.	29
13	Valores de rendimiento fresco de biomasa tallo mostrados por 30 genotipos de sorgo. CNIA-INTA. Managua, Nicaragua. Postrera 2003.	30
14	Respuesta de 30 genotipos de sorgo al rendimiento fresco de biomasa total. CNIA-INTA. Managua, Nicaragua. Postrera 2003.	31
15	Número de plantas cosechadas de 30 genotipos de sorgo. CNIA-INTA. Managua, Nicaragua. Postrera 2003.	33
16	Valores de rendimiento de grano en 30 genotipos de sorgo. CNIA-INTA. Managua, Nicaragua. Postrera 2003.	35

ÍNDICE DE TABLAS

Tablas		Página
1.	Genotipos de sorgo evaluados. CNIA-INTA. Managua, Nicaragua. Postrera 2003	6
2.	Colores de nervaduras mostrados por 30 genotipos de sorgo. CNIA. INTA. Managua, Nicaragua. Postrera 2003.	17

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexos		Página
1	Plano de campo CNIA-INTA. Managua, Nicaragua. Postrera 2003.	43
2	Cronograma de actividades. CNIA-INTA. Managua, Nicaragua. Postrera 2003.	44
3	Significancia estadística y separación de medias de altura de planta y diámetro de tallo en los genotipos evaluados. CNIA-INTA. Managua, Nicaragua. Postrera 2003.	45
4	Significancia estadística y separación de medias de días a floración y días madurez fisiológica en los genotipos evaluados. CNIA-INTA. Managua, Nicaragua. Postrera 2003.	46
5	Significancia estadística y separación de medias de ejerción y longitud de panoja en los genotipos evaluados. CNIA-INTA. Managua, Nicaragua. Postrera 2003.	47
6	Significancia estadística y separación de medias de senescencia foliar, grados brix y número de hojas en los genotipos evaluados. CNIA-INTA. Managua, Nicaragua. Postrera 2003.	48
7	Significancia estadística y separación de medias de rendimiento fresco de biomasa foliar, tallo y total en los genotipos evaluados. CNIA-INTA. Managua, Nicaragua. Postrera 2003.	49
8	Significancia estadística y separación de medias de plantas cosechadas por hectárea, porcentaje de plantas acamadas y rendimiento de grano en los genotipos evaluados. CNIA-INTA. Managua, Nicaragua. Postrera 2003.	50

Resumen

Con el objetivo de identificar genotipos promisorios de sorgo para grano y forraje, se estableció en el Centro Nacional de Investigación Agropecuaria (CNIA) del Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA), un experimento con 30 genotipos de sorgo en el período comprendido de septiembre 2003 a enero 2004. El diseño utilizado fue un látice rectangular modificado 15 x 2 con 3 repeticiones. Los datos obtenidos en campo de las variables de crecimiento, desarrollo y rendimiento fueron sometidos al análisis de varianza (ANDEVA) y separación de medias por Tukey al 95 % de confiabilidad ($\alpha = 0.05$). Los resultados revelaron que todas las variables estudiadas mostraron una alta significancia estadística, esto demuestra que hay diferencias muy marcadas entre los genotipos. En cuanto a las repeticiones no hubo efectos significativos sobre la mayoría de las variables, a excepción de la altura de planta, días a floración, días a madurez fisiológica, número de hojas, rendimiento de biomasa foliar, total y de grano ya que mostraron efectos estadísticos altamente significativos y de manera significativa en las variables diámetro de tallo, rendimiento fresco de biomasa tallo y plantas cosechadas. Referente a los bloques, estos influyeron de manera altamente significativa en el diámetro de tallo, sin embargo no ejercieron efectos sobre la mayoría de las variables, a excepción del número de hojas que fue afectada de forma significativa. En algunas de las variables como altura de planta y número de hojas, los genotipos H16 y testigo V30 se destacaron con valores de 303.21 cm y 12 hojas, respectivamente. Respecto a grados brix y senescencia foliar los genotipos L13 y L19 sobresalieron con los mayores valores, obteniendo éstos 15.10 % y 68.19 %, respectivamente. Los genotipos que se destacaron con el mayor rendimiento fresco de biomasa total fueron H15 y el testigo V29, mostrando valores de 71,200 y 70,867 kg/ha, respectivamente. Finalmente L18 se destacó con el mayor rendimiento de grano presentando un valor de 7,796 kg/ha.

I.-INTRODUCCIÓN

El sorgo quizá se originó en el África central este, en Etiopia, Sudán o en sus cercanías. Se llega a esta conclusión por la gran diversidad de tipos que crecen en esa región (Vavilov, 1949, 1950; Damon, 1962; Evelyn, 1951). Esa diversidad disminuye en Asia, también en el norte, sur y oeste de África (Martin, 1959). Los tipos generales hallados en Europa, Sur de Asia y otras partes de África también aparecen en el noroeste de África

El sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench), es una planta tropical de tallo largo. Se le denominó sorgo por su capacidad de crecer hasta alcanzar una altura elevada; su nombre procede del latín “surgo” que significa “surgir”. El grano de sorgo tiene aplicación tanto en la nutrición humana, como en la alimentación de animales. En muchas partes de África se elabora un tipo especial de cerveza a base de este cereal, a menudo con granos de diferentes colores. El grano de color rojo sin testa pigmentada es con frecuencia el tipo preferido en los Estados Unidos, donde se utiliza fundamentalmente en la preparación de pienso para el ganado y aves de corral (Somarriba, 1997).

El sorgo es el cuarto cereal en importancia entre los cultivares para consumo humano en el mundo, siendo superado por el arroz, el trigo y el maíz (Compton, 1985). En casi todos los países latinoamericanos se ha incrementado el cultivo de sorgo para grano, durante los últimos años y en varios de ellos ha alcanzado tal importancia que es considerado actualmente como uno de los principales rubros agrícolas.

Del *Sorghum bicolor* o sorgo granero, existen numerosos híbridos los que se emplean, además del grano, sus tallos y hojas como forrajes; otros híbridos son de baja producción de granos por lo que se emplean sólo como forrajes (Ibar, 1987).

Los sorgos de doble propósito tienen tallos jugosos, poca o mucha cantidad de granos y alcanzan alturas de 1.5 a 2 m. Estas características son diferentes a las de sorgo granífero (tipo para cosecha mecánica) que tiene tallos secos gran cantidad de granos y maduración temprana con una altura de 0.9 a 1.2 m (Wall & Ross, 1975).

Según las estadísticas, la producción mundial de sorgo en los últimos diez años se ha mantenido en cincuenta millones de toneladas, excepto en el periodo 1992 a 1993 cuando se superó los sesenta y cinco millones. A lo largo del periodo 1993-1997, la producción mundial de sorgo se ubicó en un promedio anual de 60.4 millones de toneladas, donde los ciclos 1992 a 1993 y las proyecciones para 1996/97 tienden a elevar el promedio, ya que en estos dos años la producción supera los 65 millones de toneladas mientras que para el resto de los años no superó los 60 millones.

El Banco Central de Nicaragua estima que la mayor producción de sorgo en Nicaragua durante el ciclo 1990-2003 fue alcanzada en el año 1996 con una cifra de 2,058,100 quintales en un área de 44,200 manzanas. El rendimiento promedio para este mismo período fue 46.6 quintales por manzana.

En Nicaragua, el sorgo ocupa el dieciséis por ciento del área sembrada de granos básicos, lo que lo cataloga como un cultivo alimenticio de gran importancia. El cincuenta y seis por ciento de la producción actual es utilizado en la elaboración de alimentos concentrados para la industria avícola, porcina y bovina; el cuarenta y cuatro por ciento restante se utiliza para alimentación humana, principalmente sorgo de endosperma blanco. El sorgo es el cereal que le sigue al maíz, tanto en área sembrada como en volumen de producción (Pineda, 1997).

En el país existen zonas óptimas para la producción de este rubro, dentro de esta cabe destacar las zonas de Rivas, Granada, Managua, Estelí y Leon, en la mayoría de ellas se obtienen mejores resultados en siembra de postrera (Aleman & Tercero, 1991). La mayor producción de sorgo es manejada por medianos y grandes productores, quienes siembran dicho cultivo con fines industriales.

Uno de los avances más significativos en el campo de producción de sorgo es el desarrollo de variedades. Somarriba (1997), plantea que en Nicaragua estas variedades pueden agruparse de acuerdo a su grado de mejoramiento, clasificándose en: variedades criollas, variedades mejoradas, variedades híbridas.

La variedad es un factor determinante en el incremento del rendimiento de grano. Su escogencia dependerá de la ecología de las zonas productoras de sorgo, a fin de prevenir riesgos de pérdidas por exceso de humedad o escasa precipitación pluvial.

En el país existen diferentes tipos de híbridos y variedades mejoradas con alto rendimiento de grano, que responden adecuadamente a las diversas condiciones ecológicas y tecnológicas. Dependiendo de las zonas, se tendrá que proporcionar recomendaciones con fechas de siembra más convenientes.

OBJETIVOS

Objetivo General

- Evaluar el comportamiento de 30 genotipos de sorgo para grano y forraje.

Objetivos específicos

- Caracterizar y evaluar los genotipos de sorgo mediante variables de crecimiento y desarrollo.
- Determinar el rendimiento de grano y biomasa de los genotipos de sorgo.
- Identificar genotipos promisorios para ser incorporados en posteriores programas de mejoramiento genético.

II.-METODOLOGÍA

2.1.-Descripción del lugar

El trabajo se estableció el 5 de septiembre 2003 al 15 de enero 2004, en la época de postrera, en campos del Centro Nacional de Investigación Agropecuaria del Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (CNIA – INTA), ubicado del kilómetro 14 carretera norte, 2 kilómetros al sur en el municipio de Managua. Geográficamente se localiza entre las coordenadas 12° 05' latitud norte y 86° 09' longitud oeste, a una elevación de 56 metros sobre el nivel del mar (msnm).

2.2.-Suelo y clima

La zona presenta suelos de origen volcánico, con una profundidad promedio de 0.8 m y textura franco-arenoso. La temperatura promedio durante esta época es de 26° C y la precipitación anual de 1,229.6 mm (INETER, 2004).

La zonificación ecológica según Holdridge (1982), es del tipo bosque tropical seco. Estas características edafoclimáticas permiten el desarrollo aceptable del cultivo de sorgo (Aguilar, 2002).

Los datos climáticos de temperatura y precipitación durante el período del ensayo se muestran en la Figura 1.

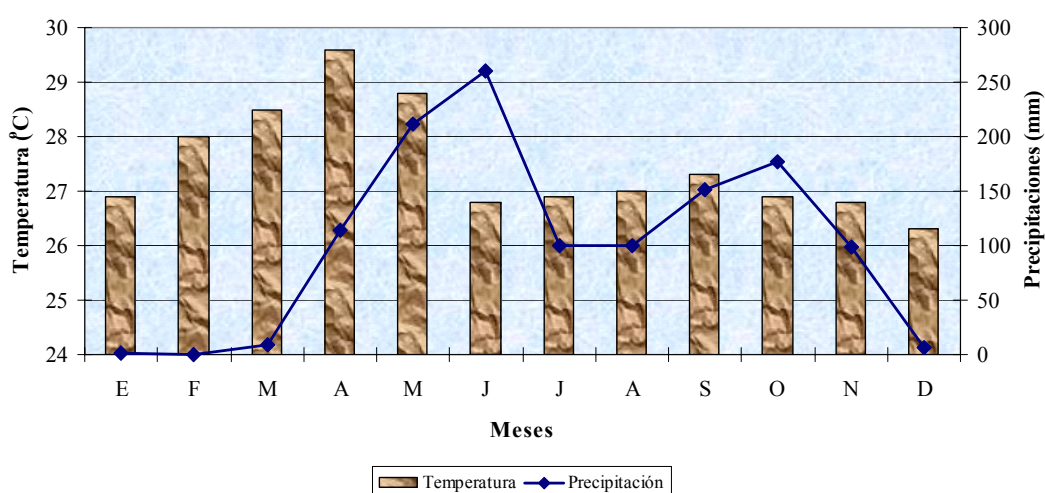


Figura 1 Promedio de temperatura y precipitación. CNIA-INTA. Managua, Nicaragua. Postrera 2003.

2.3.-Tratamientos evaluados

Los tratamientos evaluados estuvieron conformados por treinta genotipos de sorgo los que se muestran a continuación:

Tabla 1 Genotipos de sorgo evaluados. CNIA-INTA. Managua, Nicaragua. Postrera 2003.

Genotipos	Nombre del genotipo	Origen	Repetición		
			I	II	III
L 1	ICSR 9	India	102	222	321
L 2	ICSR 20	India	105	209	313
L 3	ICSR 26	India	104	203	309
L 4	ICSR 29	India	103	229	330
L 5	ICSR 41	India	101	211	305
L 6	ICSR 101	India	120	220	329
L 7	ICSR 161	India	119	210	320
L 8	ICSR LM 89003	Mexico	118	205	324
L 9	ICSR LM 98048	México	117	227	312
L 10	ICSR LM 89064	México	116	212	308
L 11	ICSR LM 90005	México	106	219	307
L12	ICSR LM 90011	México	109	225	327
L13	ICSR LM 92502	México	107	201	316
H14	ICSA 602 x RTX-2784	India x Texas	108	226	304
H 15	ICSA 275 x RTX-2784	India x Texas	110	213	315
H 16	ICSA 541-P1 x RTX-2784	India x Texas	130	218	303
H 17	ICSA 88003 x RTX-2784	India x Texas	128	221	310
L18	BF 93-24/51-2-1	India	126	208	328
L19	ICI 730	India	127	230	318
V20	Makanudo	India	129	215	322
L21	BF 92-4/21-1-1	India	122	216	325
L22	BF 92-4/31-1-1	India	123	223	314
L23	BF 97-5/1N Rojo	India	124	207	301
H24	ICSA 361 x RTX-2784	India x Texas	125	204	326
L25	ICSR 31	India	121	214	317
L26	ICSR LM 89025	México	115	217	311
L27	ICSR 93	India	113	224	319
V28	Pinolero 1 (Testigo)	Nicaragua	112	206	306
V29	Sureño (Testigo)	Honduras	111	202	302
V30	INTA CNIA (Testigo)	Nicaragua	114	228	323

2.4.-Dimensiones del ensayo: Las distancias utilizadas fueron las siguientes:

- Área de la P.E.: $5 \text{ m} \times 2.25 \text{ m} = 11.25 \text{ m}^2$
- Área de la P.U.: $5 \text{ m} \times 1.5 \text{ m} = 7.5 \text{ m}^2$
- Área de un bloque: $33.75 \text{ m} \times 5 \text{ m} = 168.75 \text{ m}^2$
- Área de una repetición (2 bloques): $168.75 \text{ m}^2 \times 2 = 337.5 \text{ m}^2$
- Área total del experimento: $1012.5 \text{ m}^2 + 337.5 \text{ m}^2 + 151.5 \text{ m}^2 = 1501.5 \text{ m}^2$

2.5.-Diseño y establecimiento del experimento

En el experimento se utilizó el diseño látice rectangular modificado 15x2 con 30 tratamientos y tres repeticiones, donde cada una de estas estuvo conformada por dos bloques de 15 parcelas cada uno (Anexo 1).

En el experimento se establecieron 30 genotipos de sorgo. La parcela experimental (P.E.) estuvo constituida por tres surcos de 5 m de longitud, separados cada uno a 0.75 m en los que se sembró el genotipo correspondiente. La parcela útil (P.U) estuvo conformada por dos surcos de 4 m de longitud; la cosecha se realizó al final del ciclo vegetativo o sea pocos días después de la madurez fisiológica del grano.

Para defensa externa se sembró alrededor del experimento la variedad Pinolero 1. La densidad poblacional fue de noventa plantas por surco de 5 m, correspondiente a 240,000 plantas/ha.

2.6.-Variables evaluadas

2.6.1.-Variables de crecimiento y desarrollo: La toma de datos para estas variables se efectuó al momento de la floración, de modo que cada una se realizó en días diferentes.

2.6.1.1.-Altura de planta (Alpla)

Se eligieron 10 plantas al azar dentro de cada parcela útil, se midió en centímetros desde la superficie del suelo hasta el ápice de la panoja.

2.6.1.2.-Diámetro de tallo (Dital)

Se seleccionaron 10 plantas al azar dentro de la parcela útil, se midió en centímetros seleccionando la parte basal del tallo de la planta.

2.6.1.3.-Excrción de panoja (Expan)

Se determinó en centímetros a partir de la papada de la hoja bandera hasta el primer nudo de las ramas del raquis de la panoja, seleccionando previamente 10 plantas al azar por cada parcela útil.

2.6.1.4.-Longitud de panoja (Lopan)

Se midió en centímetros a partir de la primera ramilla de la panoja hasta su ápice, seleccionando previamente 10 plantas al azar dentro de cada parcela útil.

2.6.1.5.-Color de nervadura (Coner)

Por ser esta una variable cualitativa se utilizó la tabla de Methuen Handbook of colour propuesto por Kornerup & Wanscher.

2.6.1.6.-Días a floración (Diflo)

Se contaron los días que habían transcurrido desde la siembra hasta que el 50 % más una de la población por parcela presentó las panojas florecidas liberando polen en la mitad superior.

2.6.1.7.-Días a madurez fisiológica (Dimaf)

Se contaron los días transcurridos desde la siembra hasta que el 50 % más una de la población por parcela presentó en la panoja la formación de punto negro en el hilo de los granos.

2.6.1.8.-Grados brix (Grbx)

Para determinar la cantidad de azúcar en el tallo se utilizó un refractómetro, con el cual se midió el porcentaje de sólidos al momento en que el grano se encontraba en estado pastoso previo a esto se eligieron al azar 2 plantas dentro de cada parcela útil.

2.6.1.9.-Número de hojas (Nuhoj)

Se tomaron como hojas las que presentaron el collar foliar visible, esta variable se registró al momento de la floración.

2.6.1.10.-Senescencia foliar (Sefol)

Se seleccionaron 5 plantas al azar a las cuales se les contó el número de hojas totales y secas para posteriormente determinar el porcentaje de hojas secas.

2.6.2.-Variables de rendimiento

2.6.2.1.-Plantas acamadas (Placa)

Se contó el número de plantas total acamadas y se determinó en porcentaje la cantidad de plantas volcadas para cada parcela útil.

2.6.2.2.-Rendimiento fresco de biomasa foliar (Rfbfo)

Se determinó al momento de la cosecha seleccionando 5 plantas al azar dentro de cada parcela útil, a las cuales se les extrajeron las hojas para registrar el peso fresco de estas en kilogramos por hectárea.

2.6.2.3.-Rendimiento fresco de biomasa tallo (Rfbta)

Este se determinó al momento de la cosecha, tomando las mismas plantas seleccionadas en la variable anterior, luego se registró el peso fresco de los tallos y se expresó en kilogramos por hectárea.

2.6.2.4.-Rendimiento fresco de biomasa total (Rfbto)

Se tomaron los valores de rendimiento fresco de biomasa foliar y tallo, los cuales se sumaron para obtener el rendimiento fresco de biomasa total por parcela útil.

2.6.2.5.-Plantas cosechadas (Plcos)

Se contabilizó el total de plantas por parcela útil, luego se expresó en plantas cosechadas por hectárea.

2.6.2.6.-Rendimiento de grano (Rg)

Una vez cosechadas las panojas, estas fueron pesadas y expresadas en kilogramos por hectárea al 15 % de humedad.

2.7.-Manejo agronómico (Anexo 2)

2.7.1.-Preparación de suelo

El tipo de preparación de suelo realizado fue de manera convencional, el cual consistió en una chapoda, un mes después un pase de arado, 3 pases de grada con un intervalo de una semana entre pase y un rayado después del último pase de grada con banca.

2.7.2.-Siembra

Se realizó el 5 de septiembre del 2003 luego de haber preparado el terreno. El método utilizado fue a chorrillo, conocido también como siembra en hileras.

2.7.3.-Control de malezas

El control de las malas hierbas se efectuó de forma manual, realizándose en momentos que el cultivo lo ameritaba.

2.7.4.-Control de insectos

Para el control de plagas del suelo y cogollero (*Spodoptera frugiperda*) se aplicó Lorsban granulado al 5% a razón de 12.94 y 7.76 kg/ha, respectivamente.

2.7.5.-Fertilización

Se aplicó fertilizante completo NPK de la fórmula 12-30-10 al momento de la siembra a razón de 2 quintales por manzana y urea 46 % a razón de 3 quintales por manzana de forma fraccionada: la primera dosis de 1.5 quintales por manzana a los 20 días después de la siembra y una segunda aplicación a los 40 días después de la siembra.

2.8.-Análisis estadístico

La matriz de datos fue conformada en hojas electrónicas (Excel), posteriormente fueron expuestas al SAS para su respectivo análisis estadístico. Se utilizó análisis de varianza (ANDEVA) en las variables cuantitativas y para el establecimiento de comparaciones de medias la prueba de rango múltiples de Tukey's ($\alpha = 0.05$).

III.-RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1.-Variables de crecimiento y desarrollo

3.1.1.-Altura de planta (Alpla)

Cristianini (1987) describe que el sorgo tiene un crecimiento lento en sus primeros 25 días después de la siembra, pero después de los 30 días el crecimiento se acelera.

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

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).

El tamaño y porte de la planta de sorgo varía considerablemente y esta determinado por varios genes. Sorgos altos son preferidos para forraje y producción de granos (León, 1987).

El análisis estadístico para la variable en estudio, muestra efectos altamente significativos entre los genotipos como entre repeticiones, pero no para los bloques, ya que estos no mostraron efectos significativos (Anexo 3).

De acuerdo a la separación de medias por Tukey, los rangos de altura presentados por estos genotipos (Anexo 3) varían de 303.21 a 81.65 cm. De los valores antes mencionados la mayor altura corresponde al genotipo H16, mientras que la menor altura la obtuvo el genotipo L13 (Figura 2), obteniéndose una diferencia de 221.56 cm entre ambos. Es de mucha importancia mencionar que el genotipo H16 superó a los testigos V28, V29 y V30, ya que estos mostraron valores de 181.90, 244.60 y 146.90 cm, respectivamente.

Por tratarse de 30 genotipos distintos, estos resultados pudieron haberse debido principalmente a la variabilidad genética presentada entre estos tratamientos, coincidiendo

con lo sugerido por León (1987), aunque también no se descarta la influencia de factores ambientales, dado que este carácter es cuantitativo, por tanto, pudo haber sido modificado.

Tomando en cuenta el rango de altura para recolección mecanizada propuesto por Pineda (1988), los genotipos que más se ajustan a este parámetro fueron: L4, L1, el testigo V30, L10, L8, L6 y L2, los cuales mostraron valores de: 142.16, 146.32, 146.90, 148.85, 149.13, 158.69 y 160.93 cm, respectivamente.

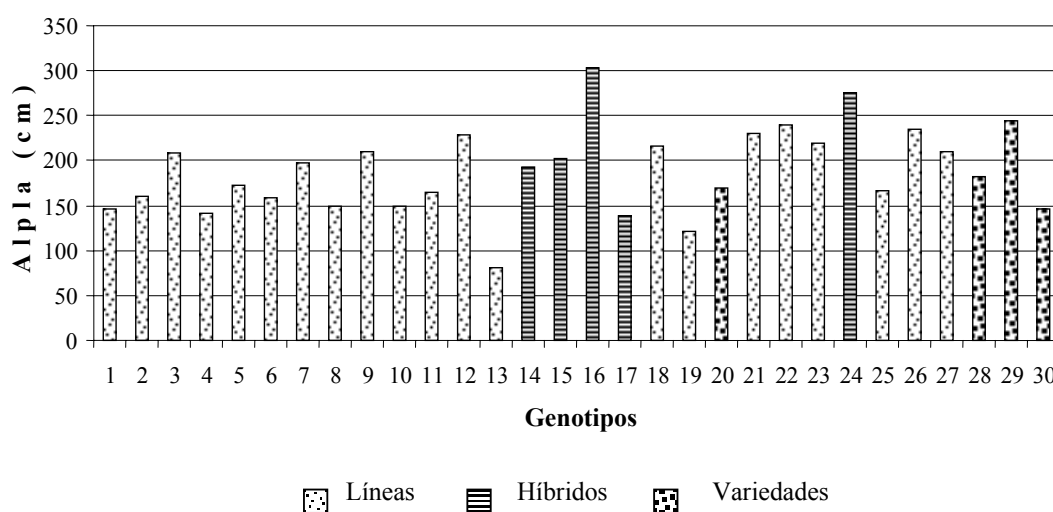


Figura 2 Comportamiento presentado por 30 genotipos de sorgo sobre la variable altura de planta. CNIA-INTA. Managua, Nicaragua. Postrera 2003.

3.1.2.-Diámetro de tallo (Dital)

El diámetro de la base del tallo varía desde menos de 1 cm, en ciertos derivados herbáceos, hasta 5 cm en ciertas variedades tropicales tardías. 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 (Wall & Ross, 1975).

El análisis estadístico realizado para esta variable determinó diferencias altamente significativas entre genotipos y de igual forma entre los bloques, sin embargo las repeticiones mostraron efectos significativos (Anexo 3).

En la Figura 3 se aprecia que los genotipos con el mayor y el menor diámetro de tallo han sido: H15 con 1.9 cm y L21 con 1.2 cm, respectivamente, encontrándose una diferencia de 0.7 cm entre ambos genotipos.

Haciendo referencia a los resultados obtenidos en la variable diámetro de tallo, esta presentó diferentes valores en el engrosamiento, debido probablemente a que el grosor fue influenciado por condiciones ambientales y la densidad poblacional, confirmándose lo descrito por Wall & Ross (1975), quienes afirman que el diámetro del tallo varía de 1 a 5 cm. En general, estos genotipos presentan un diámetro relativamente delgado, si lo comparamos con lo planteado por Wall & Ross.

Los resultados obtenidos señalan que el diámetro presenta una tendencia inversamente proporcional a la altura. Haciendo referencia a los genotipos con los mayores diámetros (H15, L13, L10, L6, L19, L26 y L2), se puede decir que estos poseen un cierto vigor, ya que muestran una tendencia opuesta al acame (Figura 11).

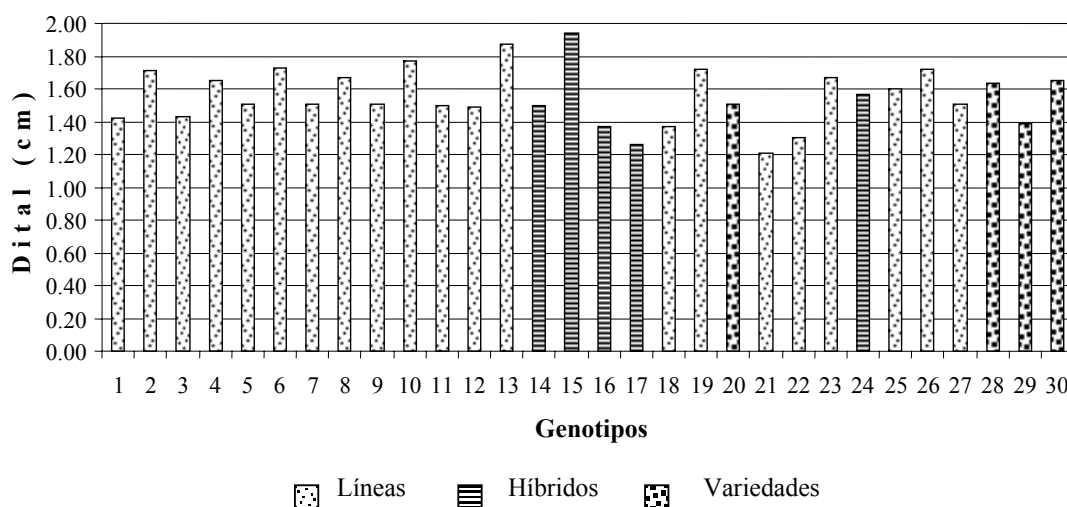


Figura 3 Valores de diámetro de tallo en 30 genotipos de sorgo. CNIA-INTA. Managua, Nicaragua. Postrera 2003.

3.1.3.-Excerción de panoja (Expan)

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 bandera y termina en la primera ramilla de la panoja (Álvarez y Talavera, 1991).

Una buena excerción permite que los granos queden fuera de la vaina de la hoja bandera, lo que conlleva a reducir el daño por plagas y enfermedades en la parte inferior de la panícula. La longitud del pedúnculo o excerción, está controlada genéticamente; pero los factores ambientales como deficiencia de agua pueden ejercer efectos pronunciados (Compton, 1990).

Este carácter es considerado de mucha importancia en la recolección mecanizada, si se tiene un genotipo de poca excerción al cosecharse se cortan hojas, tallos de la planta, lo cual ocasiona una mayor cantidad de materia inerte, ocasionando bajas en la calidad del grano (García, 1989).

Realizado el análisis de varianza se determinó la existencia de diferencias muy marcadas de los genotipos sobre la excerción de panoja, en cambio no se encontraron efectos significativos tanto entre bloques como entre repeticiones (Anexo 5).

Una vez efectuada la separación de medias, se identificó que los genotipos con los mayores valores de excerción fueron: L3, L20, L27 y L23 con 23.81, 18.69, 18.67 y 18.32 cm, correspondientemente. La menor excerción la presentaron 18 genotipos, encontrándose estos en un rango de 2.68 a 0.00 cm, teniendo una actitud intermedia los genotipos restantes, con valores que oscilan entre 15.92 a 6.38 cm (Figura 4).

Considerando los resultados obtenidos se puede mencionar que los genotipos que presentaron mejores condiciones para la cosecha mecanizada fueron 10, mostrando valores entre 23 y 11.51 cm, ya que según House (1982), una buena excerción debe ser mayor a 10 cm, no obstante longitudes de pedúnculo muy prolongados tienden a provocar volcamiento de la panoja.

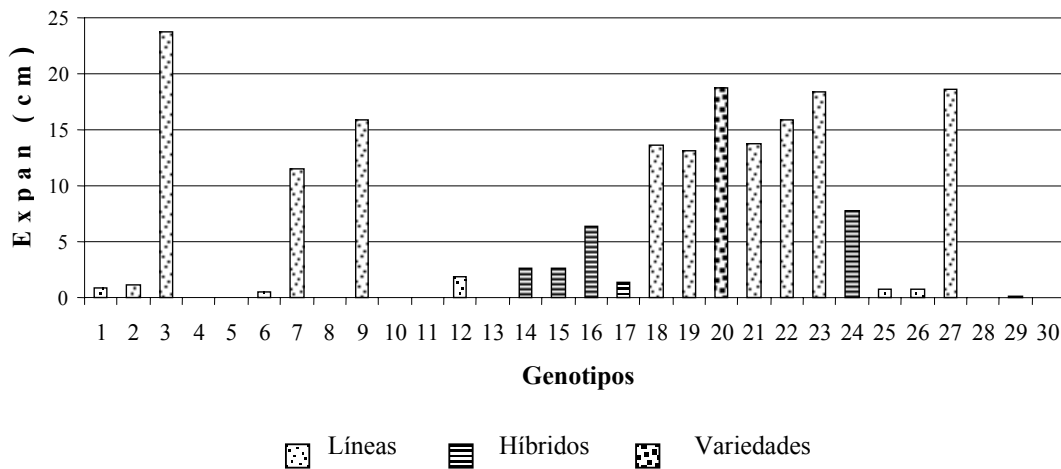


Figura 4 Actitud de exserción de panoja en 30 genotipos de sorgo. CNIA-INTA. Managua, Nicaragua. Postrera 2003.

3.1.4.-Longitud de panoja (Lopan)

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

Las panojas tienen una longitud comprendida entre 20-40 cm cuyo eje o pedúnculo central será según su consistencia: erguido, doblado o arqueado. Así mismo, la forma de la panícula es variada: ovaladas, cilíndricas y redondeadas (Ibar, 1987).

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

El análisis de varianza indica que existe una marcada diferencia entre los genotipos, sin embargo para las repeticiones y bloques no se encontró diferencias significativas (Anexo 5).

La prueba de Tukey muestra que el genotipo H24 fue el de mayor longitud de panoja con 29.35 cm y el de menor L13 con 4.63 cm (Figura 5), encontrándose una diferencia de 24.72 cm entre estos genotipos.

El genotipo L13 presentó el valor más bajo respecto a esta variable, debido a que el 47 % de las panojas no emergieron y el 53 % no surgieron totalmente, lo que prácticamente originó dichos resultados, y por tanto, ubicándolo como un genotipo con pocas posibilidades de aceptación comercial.

A pesar que la longitud de panoja es un componente fundamental del rendimiento de grano (Miller, 1980), no se encontró ninguna correlación entre estas dos variables, quizás hubo que tomar en cuenta el ancho de panoja.

Si se considera que a mayor longitud de panoja habrá mayor número de granos, entonces los genotipos L7, L9, L11, L12, H14, H16, L19, L20, L23, H24 y L27 fueron los mejores, además que superaron al testigo (Anexo 5).

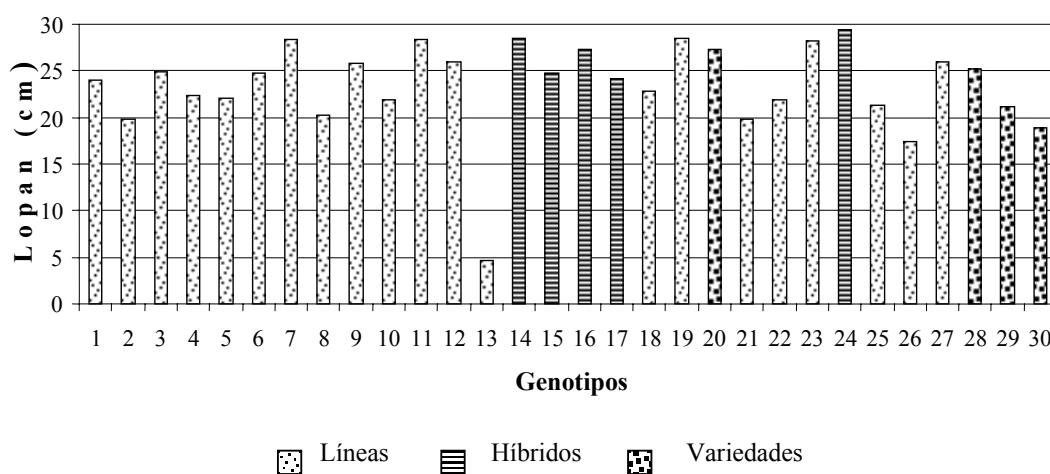


Figura 5 Representación de la longitud de panoja en 30 genotipos de sorgo. CNIA-INTA. Managua, Nicaragua. Postrera 2003.

3.1.5.-Color de nervadura (Coner)

Esta por ser una variable cualitativa, no se realizó análisis de varianza (ANDEVA), ni separación de medias, pero si se determinó el color de nervadura en cada uno de los genotipos mediante la tabla de Methuen Handbook of colour propuesta por Kornerup &

Wanscher (1984). Los diferentes colores que presentaron cada uno de los genotipos se muestran a continuación:

Tabla 2 Colores de nervaduras mostrados por 30 genotipos de sorgo. CNIA. INTA. Managua, Nicaragua. Postrera 2003.

Genotipos	Clave	Color de nervadura
L1 ICSR 9	2D4	Olivo
L2 ICSR 20	2D4	Olivo
L3 ICSR 26	1D4	Verde grisáceo
L4 ICSR 29	1E4	Olivo
L5 ICSR 41	2E5	Olivo
L6 ICSR 101	2E5	Olivo
L7 ICSR 161	2B2	Amarillento grisáceo
L8 ICSR LM 89003	2D4	Olivo
L9 ICSR LM 98048	2E5	Olivo
ICSL10 R LM 89064	2D5	Olivo
L11 ICSR LM 90005	2E5	Olivo
L12 ICSR LM 90011	1A1	Blanco
L13 ICSR LM 92502	1D4	Verde grisáceo
H14 ICSA 602 x RTX-2784	2E5	Olivo
H15 ICSA 275 x RTX-2784	2D4	Olivo
H16 ICSA 541-P1 x RTX-2784	2D4	Olivo
H17 ICSA 88003 x RTX-2784	2E5	Olivo
L18 BF 93-24/51-2-1	1E4	Olivo
L19 ICI 730	2E5	Olivo
V20 Makanudo	1C4	Verde grisáceo
L21 BF 92-4/21-1-1	2B2	Amarillento
L22 BF 92-4/31-1-1	1E	Olivo
L23 BF 97-5/1N Rojo	2E5	Olivo
H24 ICSA 361x RTX-2784	1E4	Olivo
L25 ICSR 31	1C4	Verde grisáceo
L26 ICSR LM 89025	1D4	Verde grisáceo
L27 ICSR 93	1C4	Verde grisáceo
V28 Pinolero 1	2E5	Olivo
V29 Sureño	1E4	Olivo
V30 INTA CNIA	1E7	Olivo

Fuente: Tabla de Methuen Handbook of colour.

En la tabla 2 se refleja que el 70 % de los genotipos presentó una nervadura color olivo, un 20 % nervadura color verde grisáceo y el 10 % de los genotipos restantes una nervadura que va del color blanco al amarillento.

En base a los resultados obtenidos se puede decir que el 90% de los genotipos estudiados presentaron tallos jugosos y el 10 % tallos secos, ya que según Poehlman (1985), las plantas cuya nervadura central es de color verde u opaca presentan tallos jugosos y en aquellas que la nervadura es blanca o amarilla el tallo es seco. Esta característica es muy importante en la alimentación animal, ya que según Duthil (1990), las plantas con tallos acuosos son más apetecibles por el ganado en períodos secos y las plantas con tallos no acuosos son preferidas en períodos húmedos.

3.1.6.-Días a floración (Diflo)

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 de una o varias espiguillas (Somarriba, 1995).

La primera flor que se abre es la terminal o la segunda de la rama más alta en la panícula. La florescencia continúa hacia abajo de una manera bastante regular, y en general, las que están en un mismo plano horizontal a través de la panícula se abren al mismo tiempo. Todas las flores en la panícula terminan de abrirse en un lapso de 6 a 15 días (generalmente de 6 a 9) dependiendo de la variedad, tamaño de panoja, temperatura, la humedad y otros factores. Al alcanzarse el 50% de la floración, aproximadamente una mitad de la materia seca total se ha producido y la absorción de nutrientes ha alcanzado casi 70, 60 y 80% de las cantidades totales de NPK, respectivamente. El peso de las hojas es máximo en este momento, mientras que el de la caña alcanza su máximo alrededor de 5 días más tarde (Compton, 1990).

En el presente estudio, el ANDEVA mostró diferencias altamente significativas entre genotipos como entre repeticiones, a excepción de los bloques que no mostraron diferencias significativas (Anexo 4).

La separación de medias por Tukey, revela que el genotipo L19 fue el más precoz con un promedio de 52 días, siendo esto una ventaja, ya que debido a su precocidad puede ser utilizado en lugares de poca precipitación. En cambio los genotipos L13 y el testigo V28 han sido catalogados como los más tardíos, floreciendo ambos a los 70 días (Figura 6), encontrándose una diferencia de 18 días entre el genotipo más precoz y los más tardíos.

Los resultados obtenidos para esta variable pudieron ser afectados no solo por la temperatura, sino también por la interacción de otros factores ambientales, nutricionales, además de la respuesta genética de cada genotipo.

Es evidente que los datos obtenidos para esta variable se relacionan de manera proporcional con los días a madurez fisiológica y número de hojas (Figura 7 y 9), puesto que la mayoría de los genotipos con el mayor número de días a floración resultaron ser los más tardíos respecto a la madurez fisiológica y en algunos casos presentaron el mayor número de hojas. También es importante destacar que los resultados de días a floración tienen un comportamiento inverso a la excerción de panoja (Figura 4), ya que la tendencia es que a medida que aumenta los días a floración disminuye la excerción de panoja.

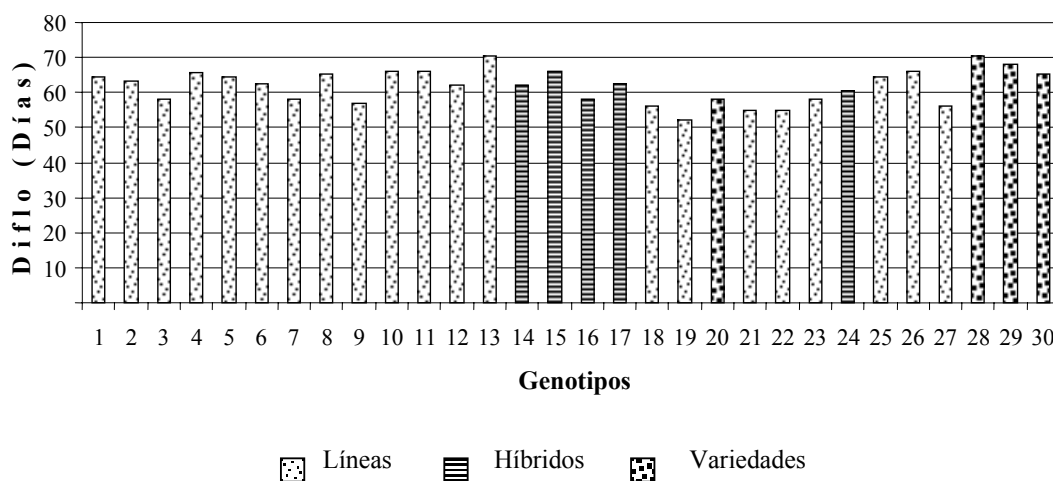


Figura 6 Comportamiento de 30 genotipos de sorgo en la variable días a floración. CNIA-INTA. Managua, Nicaragua. Postrera 2003.

3.1.7.-Días a madurez fisiológica (Dimaf)

En esta etapa la planta ha logrado su mayor peso seco y rendimiento de grano. Este momento se reconoce por la formación de un punto negro en el grano al lado opuesto del embrión y es alcanzado entre 80-120 días. El contenido de humedad del grano cuando la planta alcanza su madurez fisiológica varía, pero normalmente es de un 25 a 35 %. Para obtener los máximos rendimientos es necesario cosechar lo más pronto posible después de la madurez fisiológica (Somarriba, 1997).

La madurez sigue la secuencia de la florescencia, de arriba hacia abajo de la panícula. Después de la madurez fisiológica, las hojas funcionales que quedan se mantienen verdes o bien mueren. Cuando los granos empiezan a secarse, puede haber desecación y desprendimiento de cuatro o cinco de las hojas inferiores, presentando diferencias varietales en la tasa de senectud del resto de las hojas (House, 1985).

Para la variable días a madurez fisiológica, después de realizarse el análisis de varianza se encontró que existen altas diferencias significativas entre genotipos y entre repeticiones, no así para los bloques, ya que no mostraron diferencias significativas (Anexo 4).

La separación de medias por Tukey, mostró diferencias numéricas entre los genotipos, dentro de los cuales se destacaron como los más precoces: L18, L19, L21 y L22 con valores de 84, 83, 83, y 83 días, respectivamente. Los más tardíos fueron: el testigo V28, L13, L10, L26 y H15 con 99, 97, 97, 97 y 96 días, respectivamente, teniendo un comportamiento intermedio los genotipos restantes, encontrándose estos en un rango de 96 a 87 días (Figura 7).

Los genotipos que se destacaron por su precocidad, pueden ser apreciados por los productores de sorgo, ya que por su capacidad de permanecer menos tiempo en el campo, es menor su exposición a plagas y a enfermedades, lo que trae como resultado mayor productividad por hectárea.

En cuanto a los genotipos que se comportaron como los más tardíos, estos pudieran ser utilizados en áreas o lugares donde las fuertes lluvias durante la estación del cultivo impiden la cosecha de variedades tempranas, además de que presentan una buena producción de grano. Para este caso los genotipos que presentaron esta combinación fueron: L18, L21 y L22 (Figura 7 y 16).

Es importante mencionar que el momento óptimo de recolección lo determina la madurez fisiológica; siempre que la cosecha se realice en el momento más apropiado se alcanzarán mejores rendimientos, que cuando se realiza en momentos inoportunos.

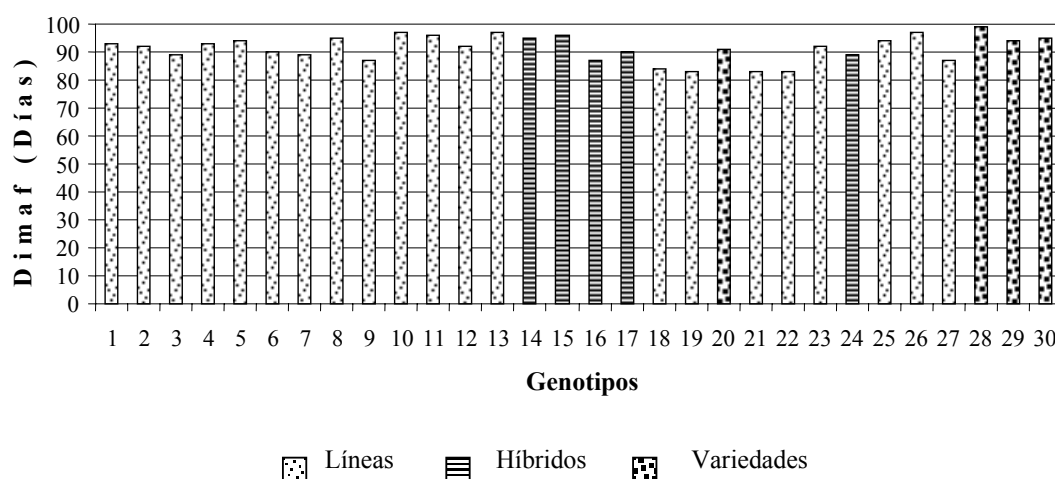


Figura 7 Respuesta de 30 genotipos de sorgo en la variable días a madurez fisiológica. CNIA-INTA. Managua, Nicaragua. Postrera 2003.

3.1.8.-Grados Brix (Grbx)

El contenido de azúcar en el tallo está determinado por el contenido de sólidos solubles que se encuentran en el, estos pueden medirse haciendo uso de un Hidrómetro Baume o Brix, o refractómetro.

El contenido de los distintos azúcares varía al madurar la planta. El aumento en azúcar total entre la etapa de grano pastoso y la madurez es casi el doble que entre las etapas de grano lechoso a pastoso (Webster et al, 1948).

La cantidad y composición de los jugos y azúcares del tallo maduro cambian según la variedad o el híbrido. Los forrajes de sorgos dulces pueden contener 21% de azúcar total sobre la base del peso seco, mientras que en los forrajes de sorgos graníferos varía entre 5 y 6%. El sumo de los tallos de sorgos azucarados y de algunos graníferos es dulce. El contenido total de azúcar en las variedades azucaradas generalmente oscila entre un 10 a 20% (Wall & Ross).

El análisis de varianza para esta variable indica que existen diferencias altamente significativas entre genotipos, mientras que para las repeticiones y los bloques no se encontraron diferencias significativas (Anexo 6).

Según la separación de medias por Tukey, el mayor contenido de azúcar lo presentaron los genotipos: L13, L10 y los testigos V28 y V29 con valores de 15.10, 12.45, 11.87, 12.90%, respectivamente. Los genotipos que mostraron el menor contenido de azúcar fueron: L6, L8, L19, H17 y L20 con 4.97, 4.93, 4.67, 4.53 y 4.45%, correspondientemente, presentando valores intermedios los 21 genotipos restantes, ubicándose en un rango de 10.95 a 5.22 % (Figura 8). En cuanto al testigo V30, fue superado por los cuatro genotipos que obtuvieron el mayor contenido de azúcar, ya que este presentó una aptitud intermedia con un valor de 8.98 %.

Es probable que los resultados obtenidos se debieron a la variabilidad genética que existe entre los genotipos. Tomando en cuenta lo dicho por Wall y Ross (1975), que el contenido total de azúcar en las variedades azucaradas oscila entre 10 y 20 %, se puede decir que los genotipos promisorios respecto a esta variable fueron: L13, L10, los testigos V28 y V29, los híbridos H16, H15 y H24, ya que mostraron valores de: 15.10, 12.45, 11.87, 12.90, 10.95, 10.22 y 10.02 %, respectivamente. Esta característica además de tener importancia comercial como fuente de melaza, también contribuye a la calidad del forraje (Wall & Ross, 1975).

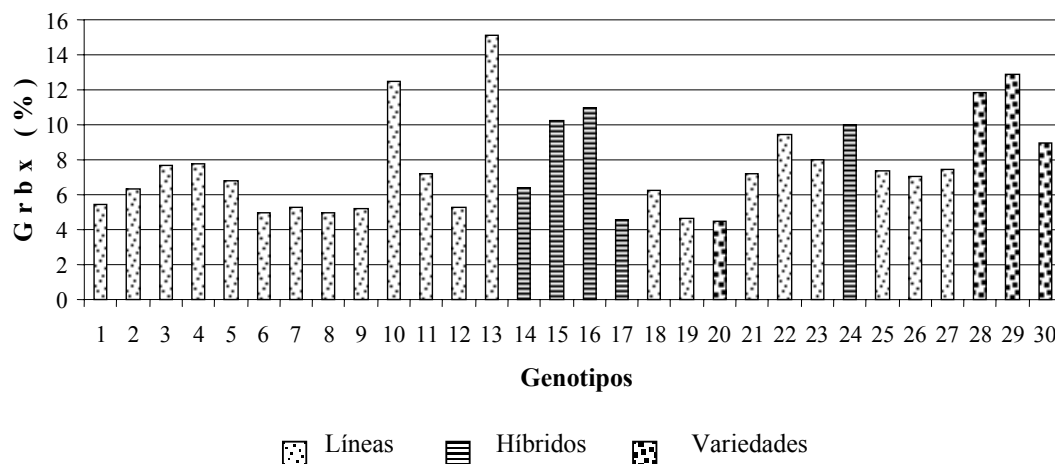


Figura 8 Valores de grados brix presentados por 30 genotipos de sorgo. CNIA-INTA. Managua, Nicaragua. Postrera 2003.

3.1.9.-Número de hojas (Nuhoj)

Todos los nudos del tallo (aproximadamente 8 a 10 de ellos son subterráneos) producen una hoja cada uno. Su número está correlacionado con la extensión del período de crecimiento vegetativo. La cantidad total de hojas por tallo suele ser de 13 a 40 o más en las variedades o híbridos, mientras que en las zonas templadas oscilan entre 15 y 30, incluyendo las 8 a 10 hojas subterráneas (Sienglinger, 1936).

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).

El número de hojas varía de 7 a 24 según la variedad y longitud del período de crecimiento. La última hoja producida es la hoja bandera y su vaina protege la inflorescencia que está emergiendo (Compton, 1990).

El ANDEVA realizado para esta variable muestra que existen diferencias altamente significativas entre genotipos y entre repeticiones y de manera significativa para los bloques (Anexo 6).

En la Figura 9 se observa que los genotipos que obtuvieron el mayor número de hojas fueron: el testigo V30 con 12 hojas, seguido por L2, L4 y H15 con 11 hojas. Por el contrario, los genotipos con el menor número de hojas han sido: L13 con 8 hojas, seguido por L22 y el testigo V29 ambos con 7 hojas. En cuanto al testigo V28, este fue superado por los genotipos que presentaron el mayor número de hojas, mostrando un promedio de 10 hojas por planta.

Para el primer caso donde se presentó el mayor número de hojas por planta, posiblemente se debió a que los genotipos mostraron un largo ciclo vegetativo, coincidiendo con lo dicho por Compton (1990), quien explica que un tiempo más prolongado en la etapa vegetativa (EC1), aumenta el número de hojas. Caso contrario pudo haber ocurrido en aquellos genotipos que obtuvieron la menor cantidad de hojas.

Es importante señalar que los genotipos L9 y L22 a pesar que presentaron la menor cantidad de hojas, en relación al rendimiento de grano obtuvieron los mejores valores (Figura 9 y 16). Esto se debió a que los genotipos quizás presentaron un mayor diámetro y longitud de hoja y por ende mayor área foliar, lo cual pudo haber originado que estas aprovecharan mejor la radiación solar incidente y de esta manera realizar mayor fotosíntesis.

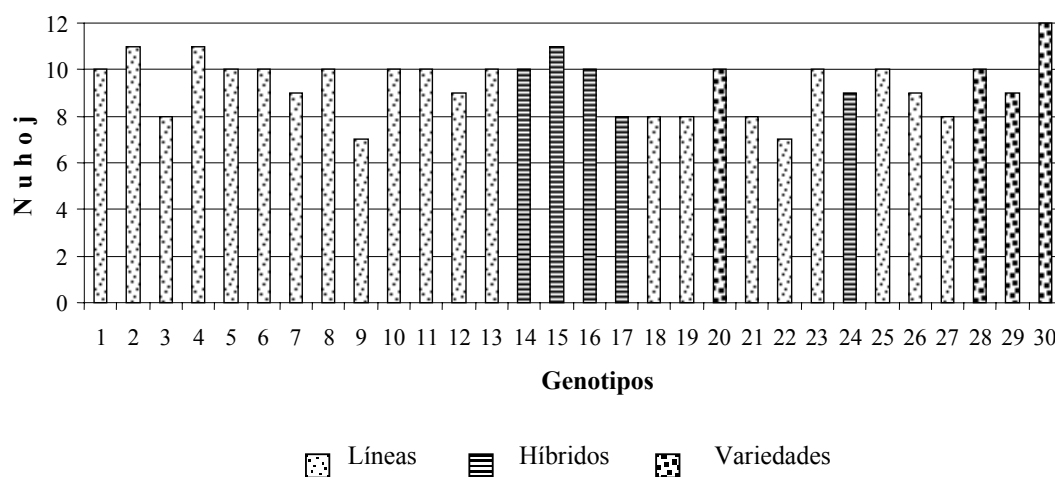


Figura 9 Actitud de 30 genotipos de sorgo en la variable número de hojas por planta. CNIA-INTA. Managua, Nicaragua. Postrera 2003.

3.1.10.-Senescencia foliar (Sefol)

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 (House, 1982).

La hoja adulta se mantiene verde durante un tiempo limitado (puede ser de sólo tres semanas), después empieza a amarillear y finalmente, muere. La senescencia empieza por la punta del limbo (que es la parte más vieja) y se extiende hacia abajo.

Al efectuarse el análisis de varianza los resultados mostraron que existen diferencias altamente significativas entre genotipos, sin embargo no se encontraron diferencias relevantes tanto entre repeticiones como entre bloques (Anexo 6).

De acuerdo a la separación de medias por Tukey, los genotipos que presentaron el mayor porcentaje de senescencia foliar fueron: L19, L7, L27, L11, L3 y L1 con 68.19, 56.41, 54.30, 53.24, 52.49 y 52.15%, respectivamente. Los genotipos que obtuvieron los menores valores fueron: el testigo V28 y los genotipos L10, H24 y H16 con 30.59, 30.47, 17.99 y 16.55 %, correspondientemente, mostrando una respuesta intermedia los 20 genotipos restantes, ubicándose estos en un rango de 48.90 a 32.03 % (Figura 10). El testigo V30 presentó una senectud de 42.89 %, ubicándose dentro de los genotipos que mostraron una respuesta intermedia, encontrándose por encima de los 3 genotipos con los menores valores.

Los genotipos que presentaron los mayores porcentajes de senescencia foliar (L19, L7, L27, L11, L3 y L1) podrían tener poca importancia en la alimentación animal, ya que la planta en esas condiciones ha perdido gran parte del agua y los 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.

En cuanto a los genotipos destacados con los menores porcentajes de senescencia (testigo V28, L10, H24 y H16) podrían ser mejor apreciados por los productores por presentar el mayor porcentaje de materia foliar verde consumible para el ganado, ya que según Duthil (1980), el animal consume tanta más hierba cuanto mayor es su contenido acuoso y más joven y tierna sea esta.

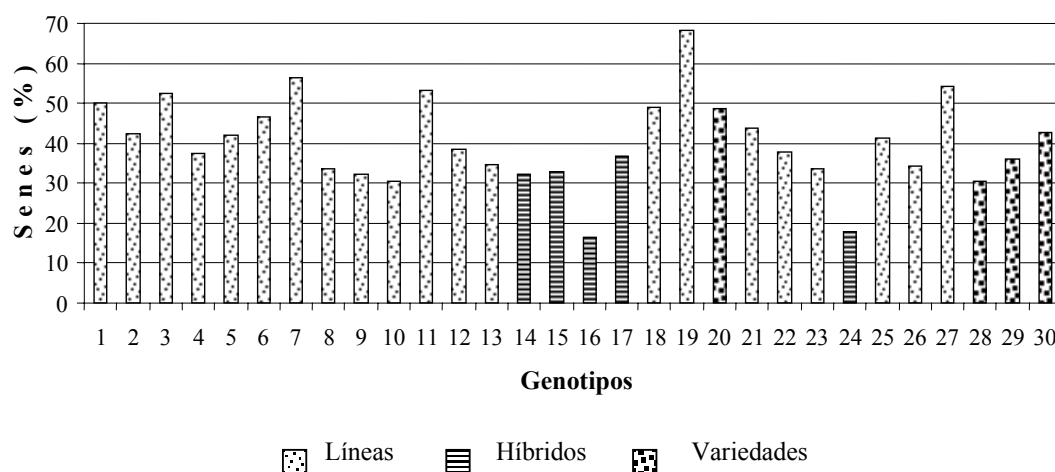


Figura 10 Respuesta de 30 genotipos de sorgo en la variable senescencia foliar a la madurez fisiológica del grano. CNIA-INTA. Managua, Nicaragua. Postrera 2003.

3.2.-Variables del componente rendimiento

3.2.1.-Plantas acamadas (Placa)

El acame de plantas se produce como 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; los mejoradores han formado genotipos resistentes a este carácter, lo que ha permitido la obtención de mayores rendimientos evitando la pérdida de granos por volcamiento de la planta (Phoelman, 1985).

Si un híbrido o variedad presenta acame es considerado no adecuado para su implementación en el país (Pineda, 1982). Los tallos volcados aumentan el trabajo y el costo de la cosecha y disminuyen la calidad, salvo que las plantas estén maduras al producirse el vuelco (Wall & Ross, 1975).

Los resultados estadísticos obtenidos demuestran claramente que existen diferencias con un alto margen de significancia entre los genotipos, sin embargo no se encontró significancia entre bloques, ni entre repeticiones (Anexo 8).

Una vez determinada la prueba de rangos múltiples por Tukey, se encontró que los genotipos L21 y L22 fueron los que presentaron el mayor porcentaje de acame con 98.52 y 88.50 % respectivamente, superando a los 20 genotipos con los menores porcentajes de acame, encontrándose estos en un rango de 11.66 a 0.00 % (Figura 11), siendo estos estadísticamente iguales.

La razón por la cual los genotipos que presentaron el mayor número de plantas acamadas (L21 y L22) pudo haberse debido a que estos alcanzaron alturas promedio de 229.7 y 238.8 cm (Figura 2), lo que conllevó a favorecer su volcamiento. Esto concuerda con lo descrito por Poehlman (1985), quien afirma que existen genotipos con tallos muy altos, delgados y débiles los que con vientos fuertes con facilidad se acaman.

También el diámetro de estos genotipos probablemente favoreció los resultados obtenidos, ya que estos mostraron grosores de 1.2 a 1.3 cm lo que contribuyó a obtener los respectivos valores de acame (Figura 3). Esto concuerda con lo dicho por Wall y Ross (1975), quienes plantean que los tallos de diámetro menor tienen mayor tendencia al vuelco que los gruesos. Respecto a las genotipos que obtuvieron los porcentajes más bajos, quizás se debió a que mostraron diámetros comprendidos entre 1.9 a 1.3 cm.

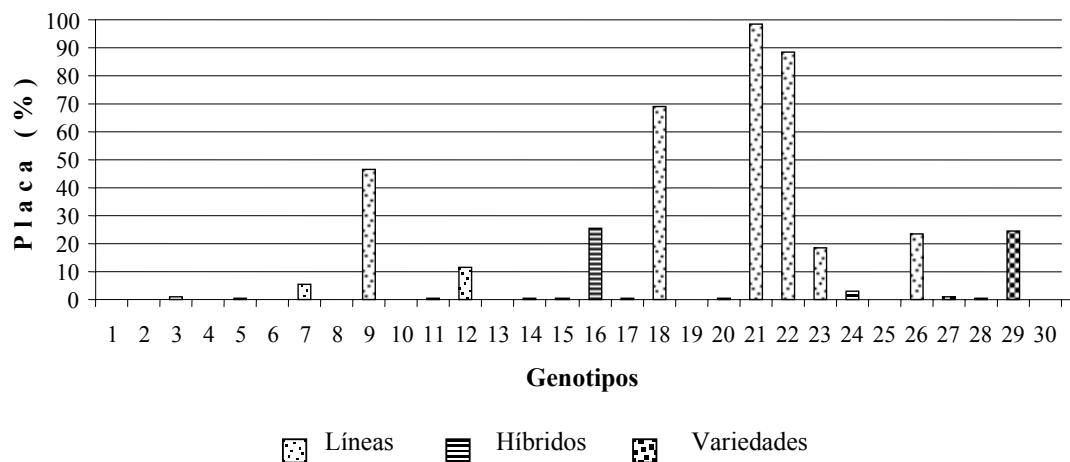


Figura 11 Respuesta al acame de 30 genotipos de sorgo. CNIA-INTA. Managua, Nicaragua. Postrera 2003.

3.2.2.-Rendimiento fresco de biomasa foliar (Rfbfo)

En el presente estudio el ANDEVA encontró que hay diferencias altamente significativas entre repeticiones y entre los genotipos, no así para los bloques que no mostraron diferencias estadísticas.

La separación de medias encontró que el rendimiento fresco de biomasa foliar presentó diferencias estadísticas altamente significativas, siendo los genotipos L10, L4, el testigo V30, L13, L23 y H15 los que obtuvieron los mayores rendimientos, mostrando promedios de 12,800, 12,800, 11,200, 10,400, 10,400 y 10400 kg/ha, respectivamente. Los genotipos que presentaron los rendimientos más bajos fueron L27, L7, L19, L9, L3, L21 y L18 con valores de 4,800, 4,800, 4000, 4000, 3,200, 3,200 y 3,200 kg/ha, respectivamente. Los 17 genotipos restantes mostraron rendimientos intermedios entre 9,600 a 5,600 (Figura 12).

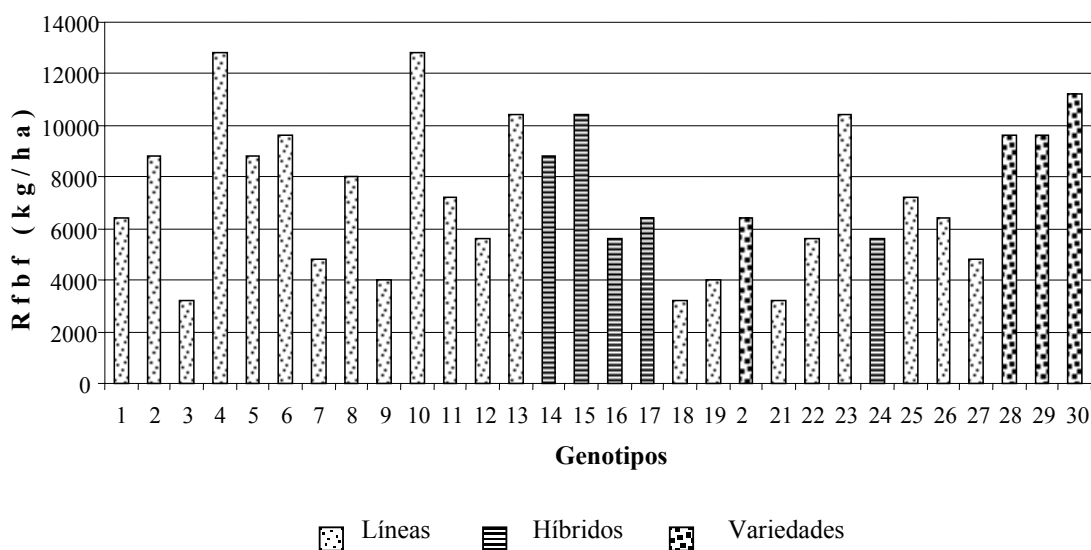


Figura 12 Comportamiento de 30 genotipos de sorgo en el rendimiento fresco de biomasa foliar. CNIA-INTA. Managua, Nicaragua. Postrera 2003.

3.2.3.-Rendimiento fresco de biomasa tallo (Rfbta)

El análisis de varianza indica que los genotipos mostraron efectos altamente significativos sobre el rendimiento fresco de biomasa tallo, para las repeticiones se encontró diferencias significativas, no así para los bloques, ya que no mostraron variaciones estadísticas considerables (Anexo 7).

La separación de medias por Tukey indica que los genotipos con los mayores rendimientos frescos de biomasa tallo han sido: el testigo V29, H15 y H16 con valores de 61,267, 60,800 y 60,533 kg/ha, respectivamente. Los genotipos con los menores rendimientos fueron: L3, L18, L19 y L21 con valores de 28,800, 23,200, 20,800 y 19,200 kg/ha, sucesivamente (Figura 13).

Haciendo una comparación entre los resultados de rendimiento fresco de biomasa tallo y total, se encontró que existe correlación proporcional entre estas dos variables (Figura 14), puesto que los genotipos de mayor rendimiento de tallo presentaron el mayor rendimiento

fresco de biomasa total y de igual manera para los genotipos que obtuvieron los menores rendimientos.

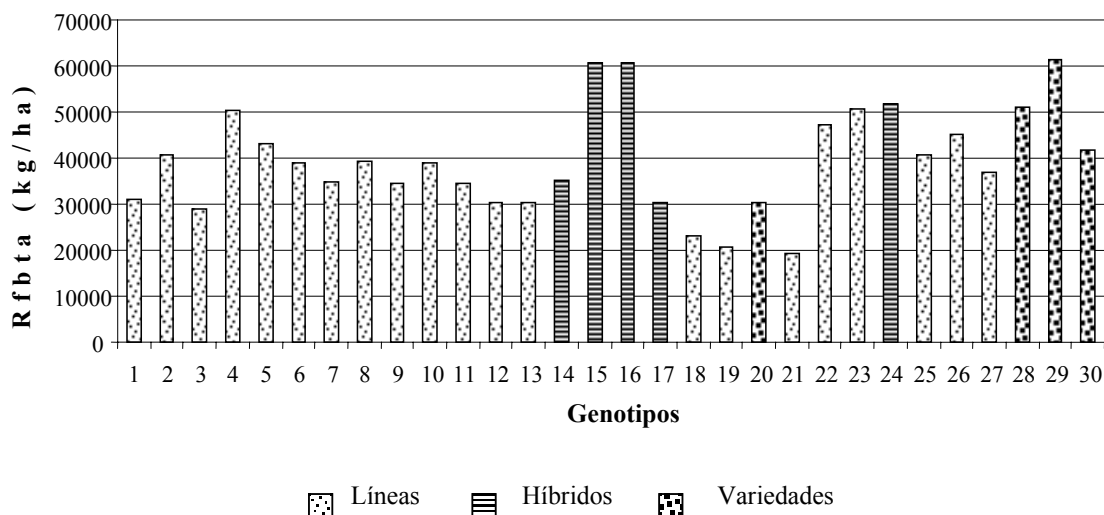


Figura 13 Valores de rendimiento fresco de biomasa tallo mostrados por 30 genotipos de sorgo. CNIA-INTA. Managua, Nicaragua. Postrera 2003.

3.2.4.-Rendimiento fresco de biomasa total. (Rfbto)

Los rendimientos de forraje fresco de sorgo pueden alcanzar de 50 a 60 v , se puede mejorar la calidad del forraje mediante varias prácticas agronómicas tales como la aplicación de fertilizantes, riego y otras (Compton, 1990).

Para obtener altos rendimientos la elección de la variedad debe basarse en la adaptación a las condiciones locales (climáticas y de suelo), en particular el lapso del período de crecimiento y la humedad del suelo; además debe ser resistente a enfermedades locales y al vuelco (Wall & Ross).

El anexo 7 muestra que los genotipos presentaron efectos altamente significativos sobre el rendimiento fresco de biomasa total y de igual manera las repeticiones. Finalmente los bloques no mostraron diferencias significativas sobre dicha variable.

La separación de medias por Tukey, determinó que los genotipos con los mayores rendimientos han sido: H15, H16, L4, L23 y los testigos V29 y V28, mostrando valores de 71,200, 66,133, 63,133, 61,067, 70,867 y 60,800 kg/ha, respectivamente, superando al

testigo V30, ya que éste, siendo catalogado como intermedio presentó un rendimiento de 52,800 kg/ha, en cambio los genotipos que mostraron los rendimientos más bajos fueron: L3, L18, L19 y L21 con valores de 32,000, 26,400, 24,800 y 22,400 kg/ha, sucesivamente. Los genotipos restantes catalogados como intermedios mostraron cifras entre 57,333 y 32,000 kg/ha (Figura 14).

Es muy importante resaltar que los genotipos con los mayores valores de rendimiento representan una mayor reserva de alimento para el ganado sobre todo en aquellas épocas en que el alimento escasea por falta de lluvia.

Es evidente que los datos obtenidos para esta variable se relacionan de manera proporcional con el diámetro de tallo, días a madurez fisiológica, número de hojas y rendimiento fresco de biomasa tallo (Figura 3, 7, 9 y 13), ya que los genotipos con los mejores rendimientos frescos de biomasa total resultaron ser los que obtuvieron mayores valores en las variables antes mencionadas. Es importante resaltar que la senescencia (Figura 10) mostró un comportamiento inverso a esta variable (Figura 14), ya que a medida que disminuye el porcentaje de senescencia aumenta el rendimiento fresco de biomasa total.

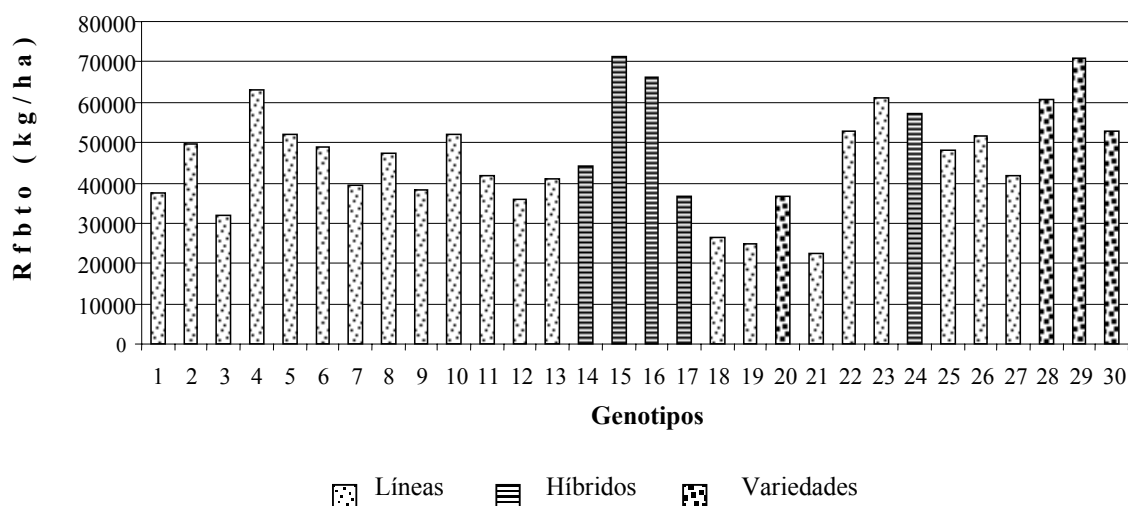


Figura 14 Respuesta de 30 genotipos de sorgo al rendimiento fresco de biomasa total. CNIA-INTA. Managua, Nicaragua. Postrera 2003.

3.2.5.-Plantas cosechadas (Plcos)

Las variedades y los híbridos de sorgo difieren en su capacidad para tolerar distintas poblaciones de plantas, distintos niveles de fertilización y de riego. Como estos genotipos responden de distintas maneras a las condiciones difíciles y a la tecnología de producción, sus rendimientos también serán variados (Miller, 1980).

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, debiendo tomarse en cuenta la utilización de un método adecuado de siembra, dosis de siembra óptima entre otros (Somarriba, 1997).

Puede observarse en el anexo 8 (según el ANDEVA) que existen diferencias altamente significativas en los genotipos y de forma significativa en las repeticiones, en cambio no se encontraron diferencias estadísticas para los bloques.

Según la separación de medias por Tukey con 95% de confianza, de los genotipos evaluados el que presentó el mayor número de plantas cosechadas fue L18 con 228,444 plantas ha, superando en 198,222 plantas a L13, presentando este último el menor valor de plantas por hectárea (Figura 15).

De acuerdo a los datos obtenidos, se puede decir que el genotipo L18 sobresalió con la mayor cifra de plantas cosechadas. Esto se debió posiblemente a que este presentaba una alta densidad de plantas, lo que conllevó a estos resultados. En cambio L13 presentando la misma densidad que L18, obtuvo el menor número de plantas cosechadas (Anexo 8), debido a que el 47 % de sus panojas no emergieron, lo que produjo estos valores, ya que el número de panojas tiene estrecha relación con las plantas a cosechar.

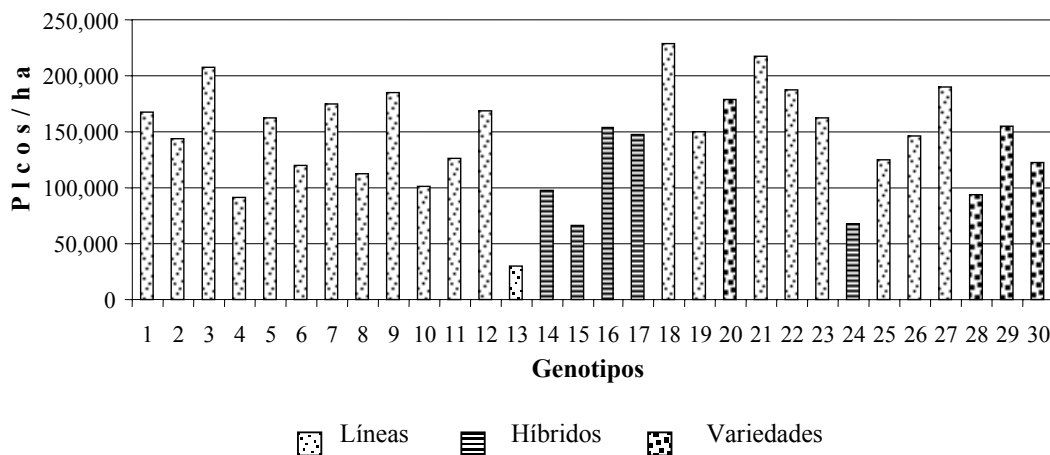


Figura 15 Número de plantas cosechadas de 30 genotipos de sorgo. CNIA-INTA. Managua, Nicaragua. Postrera 2003.

3.2.6.-Rendimiento de grano (Rg)

El rendimiento es el producto del número y peso de granos por unidad de área de terreno. El número de granos está frecuentemente más fuerte correlacionado con el rendimiento final del grano y está influenciado por el número de inflorescencia, de espiguillas por inflorescencia, florecillas por espiguillas y por la proporción de florecillas que llegan a producir granos. El desarrollo de la panícula desde su iniciación hasta la antesis (etapa reproductiva o EC₂), es muy importante en la determinación del rendimiento final, ya que el límite más alto al número de granos se establece durante este período (Evans & Wardlaw, 1976).

El rendimiento de grano es el resultado de un sinnúmero de factores biológicos y ambientales que se correlacionan para luego expresarse en producción por hectárea (Compton, 1985).

La ingesta de nutrientes es indispensable para la planta y para su rendimiento final. En general la fertilidad natural no es suficiente para mantener la producción máxima de un cultivo (Miller, 1980).

En la etapa reproductiva (EC_2) la expansión de las hojas, el desarrollo del follaje, la extensión de las raíces, la acumulación de materia seca y el establecimiento del número potencial de semilla en el meristema apical que se está diferenciando, son procesos de crecimiento que afectan el rendimiento (Compton, 1990).

A través del análisis estadístico realizado, se determinó que existen diferencias altamente significativas entre genotipos y entre repeticiones, no así para los bloques, los cuales no mostraron variaciones estadísticas significativas (Anexo 8).

Dentro de los genotipos evaluados, respecto al mayor rendimiento se destacaron L18, L21, el testigo V29, L22, L12 y L20 mostrando valores de 7,796, 7,116.4, 6,633.8, 6,699.2, 6,165 y 6,108.2 kg/ha, respectivamente, superando a los testigos V28 y V30, que mostraron valores de 3,983.8 y 3,657.4 kg/ha, sucesivamente. Los menores rendimientos lo presentaron L4, H15, H17, H24 y L13 con 2,708.7, 2,648, 2,327.8, 2,120.5 y 518.6 kg/ha correspondientemente. Los 19 genotipos restantes mostraron un rendimiento intermedio, presentando valores de 5,962.9 a 3,234.7 kg/ha (Figura 16).

El genotipo L18 se destacó como el mejor respecto a esta variable, ya que este presentó el mayor número de plantas cosechadas, coincidiendo con lo expresado por López (1993), quien plantea que el número de plantas cosechadas es uno de los componentes que ayuda a determinar el rendimiento de un cultivo.

Haciendo referencia a lo planteado por Poehlman (1985), que las plantas acamadas constituyen un medio favorable para el desarrollo de hongos y enfermedades, lo cual viene a disminuir el rendimiento, es de mucha importancia resaltar que L21, L22 y L18 obtuvieron los mayores porcentajes de acame, pero aún así este último logró el mayor valor respecto a esta variable (rendimiento de grano), sin disminuir su calidad, ya que las plantas estaban maduras al producirse el acame, coincidiendo con lo dicho por Wall & Ross (1975) quienes argumentan que los tallos volcados disminuyen la calidad del grano, salvo que las plantas estén maduras al producirse el vuelco.

Respecto a L13 a pesar que presentó uno de los más bajos porcentajes de acame, no obtuvo un buen rendimiento debido probablemente a la poca cantidad de plantas cosechadas y a factores genéticos negativos, ya que su panoja no lograba emerger, sino que florecía dentro de la hoja bandera, lo cual quizás favoreció el ataque de hongos en la panoja, teniendo como consecuencia dichos resultados.

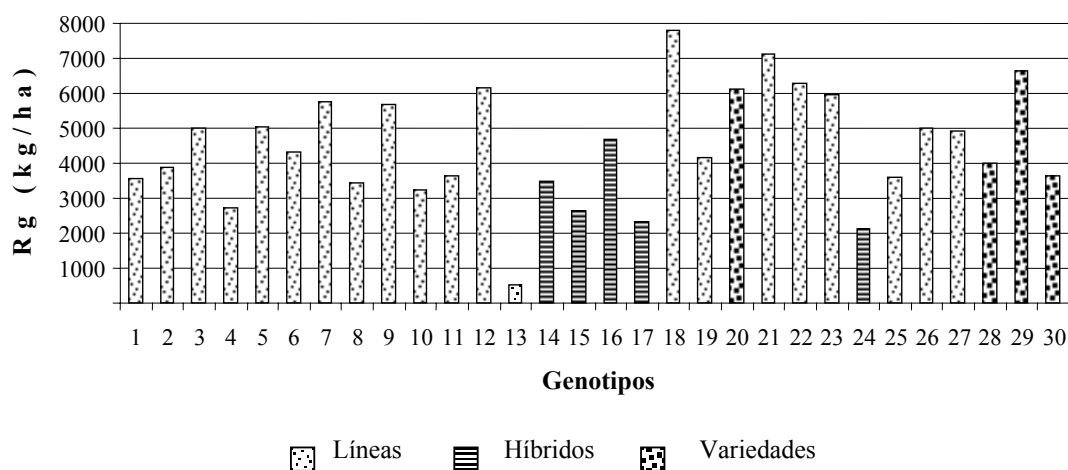


Figura 16 Valores de rendimiento de grano en 30 genotipos de sorgo. CNIA-INTA. Managua, Nicaragua. Postrera 2003.

IV.-CONCLUSIONES

Existen diferencias entre los genotipos estudiados, ya que estos mostraron un comportamiento muy distinto en las variables tanto de crecimiento, desarrollo y rendimiento. Todo hace indicar que hay variabilidad entre los genotipos.

En las variables de crecimiento como altura de planta los genotipos H16 y H24 mostraron los mayores valores con 303.21 y 274.82 cm, respectivamente, en relación al diámetro de tallo se destacaron L13 y H15 con 1.87 y 1.94 cm, sucesivamente, en cuanto a longitud de panoja resaltaron L7, L9, L11, L12, H14, H16, L19, L20, L23, H24 y L27, ubicándose éstos en un rango de 24.87 a 29.35 cm, superando de esta manera a los testigos V28, V29 y V30, para la variable excerción de panoja L3 mostró el mayor valor con 18.7 cm.

En las variables de desarrollo como días a floración, resaltó L13 con 70 días, mostrando el mismo valor que V28 (testigo) y superando a los testigos V29 y V30, respecto a días a madurez fisiológica los genotipos más precoces fueron L18, L19, L21 y L22 con 83 días, siendo superado por los testigos V28, V29 y V30, en cuanto al porcentaje de senescencia foliar el menor valor fue presentado por los genotipos H16 y H24 con 16.55 % y 17.99 %, respectivamente, en relación al contenido de azúcar L13 obtuvo el mayor valor con 15.10 %, finalmente para el número de hojas, los genotipos que presentaron la mayor cantidad fueron: L2, L4 y H15 con 11 hojas, siendo superados por el testigo V30, ya que este presentó 12 hojas.

Respecto a las variables de rendimiento, los genotipos que sobresalieron en rendimiento de grano con los mayores valores fueron: L18 y L21 con 7,796.00 y 7,116.40 kg/ha, respectivamente, superando a los testigos V28, V29 y V30. En cuanto al rendimiento fresco de biomasa total los genotipos destacados fueron: H15, H16, L4 y L23 con 71,200, 66,133, 63,133 y 61,067 kg/ha, sucesivamente, ubicándose por encima de los testigos V28 y V30.

Los genotipos que presentaron características promisorias para grano y forraje fueron: L10, H15, H16, los testigos V28 y V29, ya que se destacaron con las cualidades antes mencionadas.

V.-RECOMENDACIONES

Someter a estudios los genotipos evaluados en diferentes estaciones experimentales y en localidades del país, para determinar su adaptabilidad a distintas condiciones climáticas.

Efectuar estudios en los genotipos de sorgo para valorar su resistencia a plagas y enfermedades en diferentes estaciones experimentales y localidades del país.

Realizar un estudio completo de caracterización varietal de los genotipos, para su posible incorporación en programas de mejoramiento genético.

Conformar investigaciones multidisciplinarias con los genotipos promisorios sobre manejo agronómico en aspectos como: niveles de fertilización, épocas y densidades de siembra.

Determinar mediante futuras investigaciones la calidad nutricional de la planta de sorgo en la alimentación animal, evaluando para ello los mismos genotipos usados en el presente trabajo.

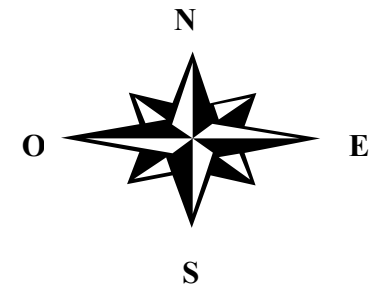
VI.-Referencias bibliográficas

- Aguilar, C. & Barrera, A.** 2002. Evaluación preliminar de 19 genotipos de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) por reacción a las principales plagas: cogollero (*Spodoptera frugiperda* J.E. Smit), mosquita del sorgo (*Contarinia sorghicola* coquillet) y enfermedades. Tesis. En: Universidad Nacional Agraria Managua, Nicaragua. 47 p.
- Alemán, F.; Tercero, I.** 1991. Inventario de Información Generada en Agronomía (relaciones clima-suelo-planta-hombre) en granos básicos: arroz, maíz, sorgo y frijol en Nicaragua. Priag. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 72 p.
- Álvarez, M. y Talavera, T.** 1991. Efecto de cuatro densidades poblacionales y cuatro niveles de nitrógeno en el rendimiento del sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) variedad Pinolero 1. II Seminario del programa ciencias de las plantas. Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias.
- Banco Central de Nicaragua.** 2003. Informe anual 2003. Managua, Nicaragua. 244 p.
- Barahona, O. W; Gago, H.F.** 1996. Evaluación de diferentes prácticas culturales en soya (*Glycine max* L. Merr.) y ajonjolí (*Sesamun indicum* L.) y su efecto sobre la cenosis de las malezas. Tesis Ing. Agr. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 69 p.
- Compton, L. Paul.** 1985. La producción de sorgo y mijo. ICRISAT CIMMYT. México.
- Compton, L. Paul.** 1990. Agronomía del sorgo. Instituto Internacional para la Investigación en Cultivos para los Trópicos Semi-áridos (ICRISAT) y Comisión Latinoamericana de Investigación en Sorgo (CLAIS). Pantacheru, India. 301 p.
- Cristianini, A. J.** 1987. Instructivo: Cultivo de sorgo. Pág. 5.
- Damon, E. G.** 1962. The cultivated sorghums of Ethiopia. Ethiopian Coll. Agr. Mech. Arts Expt. Sta. Bull. 6.
- Duthil, J.** 1990. Producción de forrajes. 3^{era} ed. Ediciones MUNDI-PRENSA. Madrid, España. 416 p.
- Evans, L.T., and Wardlaw, I.F.** 1976. Aspects of the comparative physiology of grain yield in cereals. Adv. Agron. 28: 301-359.
- Evelyn S. H.** 1951. Sorghum breeding in the Sudan. World Crops 3,65-68.

- García C., G.** 1989. Evaluación de 15 genotipos comerciales y experimentales de sorgo granífero (*Sorghum bicolor* L. Moench). Tesis Ing. Agr. Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias. Escuela de Producción Vegetal. Departamento de Cultivos anuales. Managua, Nicaragua. 35 p.
- Holdridge, L.** 1982. Ecología basada en zonas de vidas. IICA. San José, Costa Rica. 216 pp.
- House L.R.** 1982. El sorgo: Guía para su mejoramiento genético. Grupo editorial GACETA. 432 p.
- House, L.R.** 1985. A guide to *sorghum* breeding. 2nd ed: ICRISAT, India.
- Ibar, L.** 1987. Sorgo cultivo y aprovechamiento. Editorial AEDOS. Barcelona, España. 168 p.
- INETER.** 2004. Dirección General de Meteorología. Resumen Meteorológico Diario del 2003. Estación las Mercedes. Managua, Nicaragua.
- Kornerup, A. & Wanscher, J. H.** 1984. Methuen Handbook of colour. Third edition. Text printed in Great Britain by Fletcher & son Ltd., Norwich, Denmark. 252 p.
- Krieg, D.R.** 1983. *Sorghum*. In: Teare, I.D., and Peet, M.M. (eds) 1983. Crop – water relations: John Wiley and Sons. 547 p.
- León, L.** 1987. Fundamentos botánicos de los cultivos tropicales. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA. San José, Costa Rica.
- López, J. A., Galeato, A. J.** 1982. Efecto de competencia en distintos estados de crecimiento en sorgo (*Sorghum vulgare*). Santa Fe, Argentina. Estación Experimental Regional Agropecuaria. 24 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 (*Sesamun indicum* L.). Trabajo de diploma, Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 60 p.
- Martín, J. H.** Sorghum and pearl millet. In Handbook of plant Breeding 2nd Edition, Vol. 2, H. kappert, and W. Rudorf (Editors). Paul Parey, Berlin 565-587. (German).

- Miller, F.R.** 1980. Crecimiento y desarrollo del sorgo en producción y protección vegetal. Introducción al control integrado de plagas de sorgo. Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación. Italia. No. 19, pág. 7-19.
- 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, Nicaragua. 44 p.
- Pineda, J. M.** 1988. Resumen de la situación de la producción de sorgo granífero en Nicaragua. 10 p.
- Pineda, L.** 1982. Efecto de la interacción variedad por distanciamiento y densidad en el rendimiento del grano de la variedad de sorgo granífero D – 8244. Santa Rosa “La Calera”. Dirección General de Técnicas Agropecuarias. 10 p.
- Poelhman, J. M.** 1985. Mejoramiento genético de la cosecha de sorgo. Universidad de Missouri. Editorial Limusa, México, DF. 302 p.
- Pujol P., M.** 1997. Gramíneas: Aplicaciones agronómicas. Ediciones UPC. Barcelona, España. 219 p.
- Sieglinger, J. B.** 1936. Leaf number of *sorghum* stalks, J. Am. Soc. Agron. 28, 636-642.
- Somarriba R., C.** 1997. Texto: Granos Básicos. Universidad Nacional Agraria (UNA). Managua, Nicaragua. 197 p.
- Somarriba, R. C.** 1995. Granos Básicos, Texto Básico. Universidad Nacional Agraria. Facultad de Agronomía. Managua, Nicaragua.
- Vavilov, N. I.** 1949, 1950. The origin variation immunity, and breeding of cultivated plants. Chronica Bot 13, No 1,38.
- Wall J.S., Ross W.M.** 1975. Producción y usos del sorgo. 1^{era} ed. Editorial Hemisferio Sur. Buenos Aires, Argentina. 399 p.
- Webster, J. E., Sieglinger, J. and Davies, F.** 1948. Chemical Composition of sorghum plants of various stages of growth and relation of composition to chich bug injury. Oklahoma Agr. Expt. St. Tech. Bull. T-30.

VII.-ANEXOS



Anexo 1 Plano de campo CNIA-INTA. Managua, Nicaragua. Postrera 2003.

Rep

5 101	1 102	4 103	3 104	2 105	11 106	13 107	14 108	12 109	12 110	29 111	28 112	27 113	30 114	26 115
----------	----------	----------	----------	----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------

I

16 130	20 129	17 128	19 127	18 126	24 125	23 124	22 123	21 122	25 121	6 120	7 119	8 118	9 117	10 116
-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	----------	----------	----------	----------	-----------

13 201	29 202	3 203	24 204	8 205	28 206	23 207	18 208	2 209	7 210	5 211	10 212	15 213	25 214	20 215
-----------	-----------	----------	-----------	----------	-----------	-----------	-----------	----------	----------	----------	-----------	-----------	-----------	-----------

II

19 230	4 229	30 228	9 227	14 226	12 225	27 224	22 223	1 222	17 221	6 220	11 219	16 218	26 217	21 216
-----------	----------	-----------	----------	-----------	-----------	-----------	-----------	----------	-----------	----------	-----------	-----------	-----------	-----------

23 301	29 302	16 303	14 304	5 305	28 306	11 307	10 308	3 309	17 310	26 311	9 312	2 313	22 314	15 315
-----------	-----------	-----------	-----------	----------	-----------	-----------	-----------	----------	-----------	-----------	----------	----------	-----------	-----------

III

4 330	6 329	18 328	12 327	24 326	21 325	8 324	30 323	20 322	1 321	7 320	27 319	19 318	25 317	13 316
----------	----------	-----------	-----------	-----------	-----------	----------	-----------	-----------	----------	----------	-----------	-----------	-----------	-----------

Nota: El número de la parte superior izquierda indica el genotipo evaluado y el número de la parte inferior derecha la repetición y parcela.

Anexo 2: Cronograma de actividades. CNIA-INTA. Managua, Nicaragua. Postrera 2003.

Actividades	2003												2004														
	Agosto			Septiembre			Octubre			Noviembre			Diciembre			Enero			Agosto			Septiembre					
Roza			X																								
Limpia			X																								
Arado			X																								
Grada 1			X																								
Grada 2			X																								
Rayado			X																								
Fertilización 12-30-10				X																							
Siembra				X																							
Riego				X	X	X	X	X	X	X	X	X															
Control de plagas				X	X	X	X	X	X	X	X	X															
Control de malezas				X	X	X	X	X	X	X	X	X															
Fertilización urea 46%							X			X																	
Aporque							X			X																	
Toma de datos													X	X	X	X	X	X	X	X	X						
Cosecha																			X	X	X						
Análisis de información																			X	X	X	X	X	X	X	X	X

Anexo 3 Significancia estadística y separación de medias de altura de planta y diámetro de tallo en los genotipos evaluados. CNIA INTA. Managua, Nicaragua. Postrera 2003.

Genotipos	Alpla (cm)	Dital (cm)
L1 ICSR 9	146.33 lmn	1.42 cdefg
L2 ICSR 20	160.93 klm	1.71 abcd
L3 ICSR 26	208.49 cdefghi	1.43 cdefg
L4 ICSR 29	142.17 mn	1.65 abcde
L5 ICSR 41	173.20 hijklm	1.51 bcdefg
L6 ICSR 101	158.70 klmn	1.73 abcd
L7 ICSR 161	197.26 efghijk	1.51b cdefg
L8 ICSR LM 89003	149.14 lmn	1.67 abcd
L9 ICSR LM 98048	209.96 cdefgh	1.51b cdefg
ICSL10 R LM 89064	148.86 lmn	1.77 abc
L11 ICSR LM 90005	165.25 jklm	1.50 cdefg
L12 ICSR LM 90011	228.37 cdef	1.49 cdefg
L13 ICSR LM 92502	81.65 o	1.87 ab
H14 ICSA 602 x RTX-2784	192.97 fghijk	1.50 cdefg
H15 ICSA 275 x RTX-2784	202.77 defghij	1.94 a
H16 ICSA 541-P1 x RTX-2784	303.21 a	1.37 defg
H17 ICSA 88003 x RTX-2784	139.10 mn	1.26 fg
L18 BF 93-24/51-2-1	216.95 cdefg	1.37 defg
L19 ICI 730	121.70 n	1.72 abcd
V20 Makanudo	169.77 ijklm	1.51 bcdefg
L21 BF 92-4/21-1-1	229.70 cdef	1.21 g
L22 BF 92-4/31-1-1	238.78 cdef	1.30 efg
L23 BF 97-5/1N Rojo	219.97 cdefg	1.67 abcd
H24 ICSA 361x RTX-2784	274.82 ab	1.57 bcdef
L25 ICSR 31	166.89 jklm	1.60 abcdef
L26 ICSR LM 89025	235.27 cde	1.72 abcd
L27 ICSR 93	210.35 cdefgh	1.51 bcdefg
V28 Pinolero 1	181.90 ghijkl	1.63 abcde
V29 Sureño	244.60 lbc	1.39 defg
V30 INTA CNIA	146.90 lmn	1.65 abcde
DMS	38.98	0.363
Repeticiones	**	*
Bloques	NS	**
Genotipos	**	**
R ²	0.97	0.86
C.V. (%)	6.30	7.12

Anexo 4 Significancia estadística y separación de medias de días a floración y madurez fisiológica en los genotipos evaluados. CNIA INTA. Managua, Nicaragua. Postrera 2003.

Genotipos	Diflo (Días)	Dimaf (Días)
L1 ICSR 9	65 abc	93 abcdef
L2 ICSR 20	63 bcd	92 abcdef
L3 ICSR 26	58 defg	88 defgh
L4 ICSR 29	66 abc	93 abcdef
L5 ICSR 41	64 bc	94 abcde
L6 ICSR 101	63 bcde	89 bcdefgh
L7 ICSR 161	58 defg	89 cdefgh
L8 ICSR LM 89003	65 abc	95 abcd
L9 ICSR LM 98048	57 efg	87 efgh
ICSL10 R LM 89064	66 abc	96 abc
L11 ICSR LM 90005	66 abc	95 abcd
L12 ICSR LM 90011	62 cde	91 abcdef
L13 ICSR LM 92502	70 a	97 ab
H14 ICSA 602 x RTX-2784	62 cde	94 abcde
H15 ICSA 275 x RTX-2784	66 abc	96 abcd
H16 ICSA 541-P1 x RTX-2784	58 defg	86 fgh
H17 ICSA 88003 x RTX-2784	63 bcde	89 bcdefgh
L18 BF 93-24/51-2-1	56 fg	83 gh
L19 ICI 730	52 g	83 h
V20 Makanudo	58 defg	90 bcdefg
L21 BF 92-4/21-1-1	55 fg	83 h
L22 BF 92-4/31-1-1	55 fg	83 h
L23 BF 97-5/1N Rojo	58 defg	91 abcdef
H24 ICSA 361x RTX-2784	60 cdef	88 defgh
L25 ICSR 31	65 abc	94 abcdef
L26 ICSR LM 89025	66 abc	96 abc
L27 ICSR 93	56 fg	87 efgh
V28 Pinolero 1	70 a	98 a
V29 Sureño	68 ab	94 abcdef
V30 INTA CNIA	65 abc	95 abcd
DMS	5.7661	7.5613
Repeticiones	**	**
Bloques	NS	NS
Genotipos	**	**
R ²	0.94	0.89
C.V. (%)	2.84	2.53

Anexo 5 Significancia estadística y separación de medias de ejerción y longitud de panoja en los genotipos evaluados. CNIA INTA. Managua, Nicaragua. Postrera 2003.

Genotipos	Expan (cm)	Lopan (cm)
L1 ICSR 9	0.87 e	24.01 cdefghi
L2 ICSR 20	1.08 e	19.73 ijk
L3 ICSR 26	23.81 a	24.87 abcdefg
L4 ICSR 29	0.03 e	22.30 efghij
L5 ICSR 41	0.02 e	22.06 efghij
L6 ICSR 101	0.48 e	24.78b cdefgh
L7 ICSR 161	11.51 bcd	28.40 abc
L8 ICSR LM 89003	0.00 e	20.32 hijk
L9 ICSR LM 98048	15.85 abc	25.75 abcdef
ICSL10 R LM 89064	0.00 e	21.91 efghijk
L11 ICSR LM 90005	0.00 e	28.41 abc
L12 ICSR LM 90011	1.88 e	25.92 abcde
L13 ICSR LM 92502	0.00 e	4.63 l
H14 ICSA 602 x RTX-2784	2.68 e	28.48 abc
H15 ICSA 275 x RTX-2784	2.65 e	24.80 bcdefg
H16 ICSA 541-P1 x RTX-2784	6.38 de	27.30 abcd
H17 ICSA 88003 x RTX-2784	1.33 e	24.21 bcdefghi
L18 BF 93-24/51-2-1	13.64 bcd	22.85 defghij
L19 ICI 730	13.08 bcd	28.56 ab
V20 Makanudo	18.69 ab	27.25 abcd
L21 BF 92-4/21-1-1	13.81 bcd	19.77 ijk
L22 BF 92-4/31-1-1	15.92 abc	21.85 efghijk
L23 BF 97-5/1N Rojo	18.32 ab	28.27 abc
H24 ICSA 361x RTX-2784	7.81 cde	29.35 a
L25 ICSR 31	0.78 e	21.36 fghijk
L26 ICSR LM 89025	0.80 e	17.47 k
L27 ICSR 93	18.67 ab	25.89 abcdef
V28 Pinolero 1	0.00 e	25.18 abcdefg
V29 Sureño	0.13 e	21.18 ghijk
V30 INTA CNIA	0.00 e	18.83 jk
DMS	8.6388	4.5297
Repeticiones	NS	NS
Bloques	NS	NS
Genotipos	**	**
R ²	0.94	0.96
C.V. (%)	41.60	5.88

Anexo 6 Significancia estadística y separación de medias de senescencia foliar, grados brix y número de hojas en los genotipos evaluados. CNIA INTA. Managua, Nicaragua. Postrera 2003.

Genotipos	Sefol (%)	Grbx (%)	Nuhoj
L1 ICSR 9	50.15 abc	5.47 bc	10 abcdef
L2 ICSR 20	42.21 bcd	6.30 bc	11 abc
L3 ICSR 26	52.49 abc	7.72 abc	8 def
L4 ICSR 29	37.51 bcde	7.80 abc	11 ab
L5 ICSR 41	41.96 bcd	6.78 bc	10 abcde
L6 ICSR 101	46.46 abc	4.97 bc	10 abcde
L7 ICSR 161	56.41 ab	5.30 bc	9 abcdef
L8 ICSR LM 89003	33.55 bcde	4.93 bc	10 abcde
L9 ICSR LM 98048	32.03 bcde	5.22 bc	7 f
ICSL10 R LM 89064	30.47 cde	12.45 abc	10 abcde
L11 ICSR LM 90005	53.24 abc	7.22 abc	10 abcdef
L12 ICSR LM 90011	38.61 bcde	5.32 bc	9 abcdef
L13 ICSR LM 92502	34.57 bcde	15.10 a	10 abcd
H14 ICSA 602 x RTX-2784	32.19 bcde	6.37 bc	10 abcdef
H15 ICSA 275 x RTX-2784	33.04 bcde	10.22 abc	11 a
H16 ICSA 541-P1 x RTX-2784	16.55 e	10.95 abc	10 abcdef
H17 ICSA 88003 x RTX-2784	36.61 bcde	4.53 c	8 bcdef
L18 BF 93-24/51-2-1	48.90 abc	6.28 bc	8 cdef
L19 ICI 730	68.19 a	4.67 c	8 bcdef
V20 Makanudo	48.66 abc	4.45 c	10 abcdef
L21 BF 92-4/21-1-1	43.84 abc	7.17 abc	8 cdef
L22 BF 92-4/31-1-1	37.83 bcde	9.47 abc	7 ef
L23 BF 97-5/1N Rojo	33.55 bcde	7.98 abc	10 abcd
H24 ICSA 361x RTX-2784	17.99 de	10.02 abc	9 abcdef
L25 ICSR 31	41.21 bcde	7.40 abc	10 abcde
L26 ICSR LM 89025	34.31 bcde	7.03 abc	9 abcdef
L27 ICSR 93	54.30 abc	7.47 abc	8 bcdef
V28 Pinolero 1	30.59 cde	11.87 abc	10 abcde
V29 Sureño	35.90 bcde	12.90 ab	9 abcdef
V30 INTA CNIA	42.87 bcd	8.98 abc	12 a
DMS	25.182	8.0862	2.6855
Repeticiones	NS	NS	**
Bloques	NS	NS	*
Genotipos	**	**	**
R ²	0.82	0.75	0.83
C.V. (%)	19.13	31.89	8.70

Anexo 7 Significancia estadística y separación de medias de rendimiento fresco de biomasa foliar, tallo y total en los genotipos evaluados. CNIA INTA. Managua, Nicaragua. Postrera 2003.

Genotipos	Rsbfo (kg/ha)	Rsbta(kg/ha)	Rsbto (kg/ha)
L1 ICSR 9	6,400 bcde	31,200 cdef	37,600 bcdefg
L2 ICSR 20	8,800 abcde	40,800 abcdef	49,600 abcdef
L3 ICSR 26	3,200 e	28,800 cdef	32,000 defg
L4 ICSR 29	12,800 a	50,333 abc	63,133 abc
L5 ICSR 41	8,800 abcde	43,200 abcde	52,000 abcdef
L6 ICSR 101	9,600 abcd	39,133 abcdef	48,733 abcdef
L7 ICSR 161	4,800 cde	34,800 cdef	39,600 efg
L8 ICSR LM 89003	8,000 abcde	39,200 abcdef	47,200 abcdef
L9 ICSR LM 98048	4,000 de	34,400 cdef	38,400 bcdefg
ICSL10 R LM 89064	12,800 a	39,133 abcdef	51,933 abcdef
L11 ICSR LM 90005	7,200 abcde	34,400 cdef	41,600 abcdefg
L12 ICSR LM 90011	5,600 bcde	30,400 cdef	36,000 cdefg
L13 ICSR LM 92502	10,400 abc	30,400 cdef	40,800 bcdefg
H14 ICSA 602 x RTX-2784	8,800 abcde	35,200 cdef	44,000 abcdefg
H15 ICSA 275 x RTX-2784	10,400 abc	60,800 a	71,200 a
H16 ICSA 541-P1 x RTX-2784	5,600 bcde	60,533 ab	66,133 ab
H17 ICSA 88003 x RTX-2784	6,400 bcde	30,400 cdef	36,800 bcdefg
L18 BF 93-24/51-2-1	3,200 e	23,200 def	26,400 fg
L19 ICI 730	4,000 cde	20,800 ef	24,800 fg
V20 Makanudo	6,400 bcde	30,400 cdef	36,800 bcdefg
L21 BF 92-4/21-1-1	3,200 e	19,200 f	22,400 g
L22 BF 92-4/31-1-1	5,600 bcde	47,200 abc	52,800 abcdef
L23 BF 97-5/1N Rojo	10,400 abc	50,667 abc	61,067 abcd
H24 ICSA 361x RTX-2784	5,600 bcde	51,733 abc	57,333 abcde
L25 ICSR 31	7,200 abcde	40,800 abcdef	48,000 abcdef
L26 ICSR LM 89025	6,400 bcde	45,333 abcd	51,733 abcdef
L27 ICSR 93	4,800 cde	36,800 bcdef	41,600 abcdefg
V28 Pinolero 1	9,600 abcd	51,200 abc	60,800 abcd
V29 Sureño	9,600 abcd	61,267 a	70,867 a
V30 INTA CNIA	11,200 ab	41,600 abcdef	52,800 abcdef
DMS	4,766.7	12,308	13,403
Repeticiones	**	*	**
Bloques	NS	NS	NS
Genotipos	**	**	**
R ²	0.69	0.85	0.83
C.V. (%)	40.81	24.12	21.37

Anexo 8 Significancia estadística y separación de medias de plantas cosechadas por hectárea, porcentaje de plantas acamadas y rendimiento de grano en los genotipos evaluados. CNIA INTA. Managua, Nicaragua. Postrera 2003.

Genotipos	Plcos	Placa (%)	Rg (kg/ha)
L1 ICSR 9	167,555 abcdef	0.00 d	3,550.40 defgh
L2 ICSR 20	143,555 abcdefg	0.00 d	3,875.50 cdefgh
L3 ICSR 26	208,000 abc	0.93 d	4,998.90 bcdefg
L4 ICSR 29	90,666 fgh	0.00 d	2,708.70 ghi
L5 ICSR 41	162,666 abcdef	0.55 d	5,057.10 abcdefg
L6 ICSR 101	119,556 cdefgh	0.18 d	4,302.20 cdefgh
L7 ICSR 161	175,111 abcdef	5.37 d	5,778.60 abcdef
L8 ICSR LM 89003	112,889 defgh	0.18 d	3,442.20 efgh
L9 ICSR LM 98048	185,333 abcde	46.66 bc	5,666.30 abcdef
ICSL10 R LM 89064	101,778 defgh	0.00 d	3,234.70 fghi
L11 ICSR LM 90005	125,778 bcdefg	0.37 d	3,639.10 defgh
L12 ICSR LM 90011	168,889 abcdef	11.66 d	6,165.00 abcde
L13 ICSR LM 92502	30,222 h	0.00 d	518.50 i
H14 ICSA 602 x RTX-2784	97,778 defgh	0.56 d	3,495.30 efgh
H15 ICSA 275 x RTX-2784	66,667 gh	0.37 d	2,648.00 ghi
H16 ICSA 541-P1 x RTX-2784	153,334 abcdefg	25.74cd	4,662.60 bcdefgh
H17 ICSA 88003 x RTX-2784	147,111 abcdefg	0.37 d	2,327.80 ghi
L18 BF 93-24/51-2-1	228,444 a	68.87 ab	7,796.00 a
L19 ICI 730	150,222 abcdefg	0.00 d	4,169.80 cdefgh
V20 Makanudo	178,667 abcdef	0.55 d	6,108.20 abcde
L21 BF 92-4/21-1-1	217,778 ab	98.52 a	7,116.40 ab
L22 BF 92-4/31-1-1	187,111 abcde	88.50 a	6,299.20 abcd
L23 BF 97-5/1N Rojo	162,667 abcdef	18.51 cd	5,962.90 abcdef
H24 ICSA 361x RTX-2784	67,556 hg	2.78 d	2,120.50 hi
L25 ICSR 31	124,444 bcdefg	0.18 d	3,584.80 defgh
L26 ICSR LM 89025	146,222 abcdefg	23.50 cd	4,992.30 bcdefg
L27 ICSR 93	189,778 abcd	0.92 d	4,935.20 bcdefg
V28 Pinolero 1	94,222 efgh	0.37 d	3,983.80 cdefgh
V29 Sureño	154,667 abcdefg	24.63 cd	6,633.80 abcd
V30 INTA CNIA	123,111 cdefgh	0.18 d	3,657.40 defgh
DMS	93381	34.102	2760
Repeticione	*	NS	**
Bloques	NS	NS	NS
Genotipos	**	**	**
R ²	0.86	0.93	0.89
C.V. (%)	19.98	74.31	18.58