



**Por un Desarrollo
Agrario Integral
y Sostenible**

**UNIVERSIDAD NACIONAL
AGRARIA**

SEDE JUIGALPA

TRABAJO DE GRADUACIÓN

**Evaluación de doce materiales genéticos
de sorgo de grano blanco (*Sorghum
bicolor* (L) Moench) en la comunidad de
Aguas Buenas, Municipio de Juigalpa en
postrera 2008**

AUTORES:

**Br. Vielka Azucena Galeano Acuña
Br. José Antonio Palacios Solís**

ASESORES:

**Dr. Oscar Gómez Gutierrez
Ing. Luz Maria Flores Guzmán**

**JUIGALPA, NICARAGUA
OCTUBRE, 2011**



“Por un Desarrollo Agrario
Integral y Sostenible”

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

SEDE JUIGALPA

TRABAJO DE GRADUACIÓN

**Evaluación de doce materiales genéticos de sorgo
de grano blanco (*Sorghum bicolor* (L) Moench) en
la comunidad de Aguas Buenas, Municipio de
Juigalpa en postrera 2008**

AUTORES:

**Br. Vielka Azucena Galeano Acuña
Br. José Antonio Palacios Solís**

ASESORES:

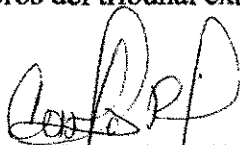
**Dr. Oscar Gomez Gutierrez
Ing. Luz Maria Flores Guzman**

Sometido a la consideración del excelentísimo tribunal
examinador como requisito parcial para optar al título de
Ingeniero Agrónomo.

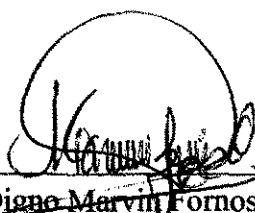
**JUIGALPA, NICARAGUA
OCTUBRE. 2011**

Este trabajo de graduación fue evaluado y aprobado por el honorable tribunal examinador designado por el director de sede: Ing. José Anibal Montiel Urbina como requisito parcial para optar al título profesional de: Ingeniero Agrónomo

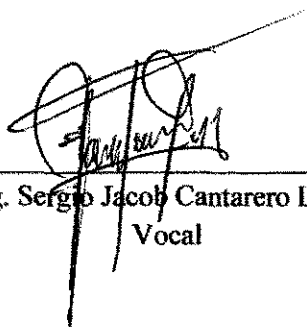
Miembros del tribunal examinador



Ing. Carlos José Ruiz Fonseca MSc.
Presidente



Ing. Digno Marvin Fornos Reyes MSc.
Secretario



Ing. Sergio Jacob Cantarero López
Vocal

Juigalpa, Chontales 29 de octubre de 2011

INDICE DE CONTENIDO

| SECCIÓN | PÁGINA |
|---|-----------|
| Dedicatoria | i |
| Agradecimiento | ii |
| Índice de Cuadros | iii |
| Resumen | iv |
| Abstract | v |
| I. INTRODUCCIÓN | 1 |
| II. OBJETIVOS | 2 |
| 2.1 Objetivo General | 2 |
| 2.2 Objetivos Específicos | 2 |
| III. MATERIALES Y MÉTODOS | 3 |
| 3.1 Ubicación del Ensayo | 3 |
| 3.2 Diseño Metodológico | 3 |
| 3.3 Manejo del ensayo | 5 |
| 3.4 Variables evaluadas | 7 |
| 3.4.1 Vigor a Emergencia | 7 |
| 3.4.2 Senectud foliar | 7 |
| 3.4.3 Uniformidad de planta | 8 |
| 3.4.4 Aspecto de la planta | 8 |
| 3.4.5 Daño por tizón de la hoja (<i>Helminthosporium turcicum</i> Pass.) | 8 |
| 3.4.6 Tipo de panoja | 9 |
| 3.4.7 Acame de Plantas | 9 |
| 3.4.8 Días a Floración | 9 |
| 3.4.9 Altura de planta | 9 |
| 3.4.10 Longitud de excursión de panoja | 9 |
| 3.4.11 Número plantas cosechadas | 9 |
| 3.4.12 Longitud de panoja | 9 |
| 3.4.13 Número de panojas por hectárea | 10 |
| 3.4.14 Rendimiento de grano | 10 |
| IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN | 11 |
| 4.1 Comportamiento de doce materiales genéticos de sorgo para variables medidas cualitativamente. | 11 |
| 4.1.1 Vigor a Emergencia | 11 |
| 4.1.2 Senectud foliar | 11 |
| 4.1.3 Uniformidad de planta | 12 |
| 4.1.4 Aspecto de la planta | 12 |
| 4.1.5 Daño por tizón de la hoja (<i>Helminthosporium turcicum</i> Pass.) | 13 |
| 4.1.6 Tipo de panoja | 13 |
| 4.1.7 Acame de Plantas | 13 |

| | | |
|-------|--|----|
| 4.2 | Comportamiento de doce materiales genéticos de sorgo con relación a siete variables medidas cuantitativamente. | 14 |
| 4.2.1 | Días a Floración | 15 |
| 4.2.2 | Altura de planta | 16 |
| 4.2.3 | Longitud de excursión de panoja | 16 |
| 4.2.4 | Número plantas cosechadas | 17 |
| 4.2.5 | Longitud de panoja | 17 |
| 4.2.6 | Número de panojas por hectárea | 18 |
| 4.2.7 | Rendimiento de grano | 18 |
| V. | CONCLUSIONES | 22 |
| VI. | RECOMENDACIONES | 23 |
| VII. | LITERATURA CITADA | 24 |

DEDICATORIA

A DIOS
Creador inigualable, sustento de todo

A nuestros padres,
Apoyo incondicional

A la comunidad universitaria de la sede Juigalpa
Dedicación esmerada en nuestra formación integral

A nuestros asesores
Facilitadores de conocimientos

José Antonio Palacios Solís

Vielka Galeano Acuña

AGRADECIMIENTO

Después de muchos esfuerzos de todas las partes involucradas en esta idea de investigación, es difícil recordar con exactitud todo aquel aporte que de una u otra manera se fundió en una sola estructura que forma parte de este esfuerzo, pero a grandes rasgos procedemos a recordar algunos de ellos:

En primer lugar, agradecemos a DIOS por darnos la vida a diario, entendimiento y sabiduría para realizar este trabajo, a toda la comunidad universitaria de la sede Juigalpa de la Universidad Nacional Agraria, que con sangre y sudor han levantado cada ladrillo, que nos protege de la intemperie de la ignorancia.

En segundo lugar, agradecemos a nuestros padres por guiarnos en este mundo, además de darnos su apoyo incondicional tanto económico como moral y espiritual en todos los menesteres que conlleva una investigación.

En tercer lugar, agradecemos a nuestros asesores Dr. Oscar Gómez Gutiérrez e Ing. Luz María Flores Guzmán, por su invaluable colaboración, por haber compartido sus experiencias y por habernos permitido madurar esta idea que a partir de este día comenzará a dar sus frutos.

INDICE DE CUADROS

| CUADRO | PÁGINA |
|--|--------|
| 1. Nomenclatura y procedencia del material genético de sorgo de grano blanco utilizado en el ensayo de campo Juigalpa , 2008 | 4 |
| 2. Dimensiones del área experimental del ensayo de campo de sorgo de grano blanco realizado en el municipio de Juigalpa, postrera 2008 | 4 |
| 3. Escala utilizada para evaluar el vigor a emergencia | 7 |
| 4. Escala utilizada para medir la senectud foliar | 7 |
| 5. Escala utilizada para medir la uniformidad de las plantas | 8 |
| 6. Escala utilizada para medir el aspecto de las plantas | 8 |
| 7. Escala utilizada para medir el daño por tizón de la hoja | 8 |
| 8. Escala utilizada para medir el tipo de panoja | 9 |
| 9. Scores registrados visualmente en diferentes variables de 12 genotipos de sorgo evaluados en el Municipio de Juigalpa en época de postrera 2008 | 14 |
| 10. Análisis de varianza de las siete variables medidas cuantitativamente | 14 |
| 11. Separación de medias para días a floración por el método de tukey al 5% | 15 |
| 12. Valores promedios de doce genotipos para siete variables cuantitativas, evaluados en el Municipio de Juigalpa en época de postrera 2008 | 19 |

RESUMEN

El sorgo se cultiva en diferentes zonas de nuestro país, con mayor intensidad en la zona del pacífico norte y en la zona central del país, específicamente en las zonas marginales. Los principales problemas de la producción son la irregularidad y escasez de las lluvias, la baja fertilidad de los suelos, el bajo acceso a los insumos, los daños causados por plagas y enfermedades. Por esta razón se estableció este ensayo en la comunidad de Aguas Buenas del Municipio de Juigalpa, cuyo objetivo fue el de determinar genotipos de sorgo de grano blanco de buen rendimiento de grano y adaptables a las condiciones de la zona. El ensayo consistió en un experimento unifactorial en un diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones y 12 tratamientos. Se evaluaron variables de rendimiento, tolerancia a enfermedades y adaptación vegetativa. Los datos de campo de las variables días a floración, altura de planta, excerción de panoja, número de plantas cosechadas, longitud de panoja, número de panoja por hectárea, acame de planta y rendimiento de grano, se sometieron al análisis de varianza y, las variables vigor, senescencia, uniformidad de plantas, aspecto de planta e incidencia de enfermedades a un análisis descriptivo. No se encontraron diferencias estadísticas entre materiales genéticos para el rendimiento de grano ni para el resto de variables cuantitativas, con excepción de días a floración. En cuanto a rendimiento de grano los valores oscilaron entre 4,502.3 y 5,969.5 kg ha⁻¹, muy superiores al rendimiento promedio nacional. Por otro lado, las variables cualitativas permitieron la identificación de variantes entre los materiales genéticos evaluados. En la mayoría de los genotipos la uniformidad y aspecto de plantas fue regular debiéndose probablemente a factores ambientales. En conclusión en este ensayo las evidencias encontradas no fueron suficientes para rechazar la hipótesis nula planteada inicialmente aunque tres genotipos, MLT-NIC-118, ICSV-LM-93077 y ICSV-LM-89537, resultaron promisorios, destacándose en cuanto a rendimiento de grano y precocidad el último material genético de los antes mencionado.

ABSTRACT

The identification of genetic materials adapted to the ecological conditions prevailing in a particular location is a constant search. For this reason this trial was established in the community of Aguas Buenas Juigalpa Township, with the objective of determining genotypes of white grain sorghum grain efficient and adaptable to the conditions of the area. The trial consisted of a single-factor experiment in a randomized block design with four replications and 12 treatments. Performance variables, disease tolerance and vegetative adaptation were assessed. The field data of the variables days to flowering, plant height, panicle excretion, number of harvested plants, panicle length, panicle number per hectare, plant lodging and grain yield were subjected to analysis of variance and four variables, senescence, plant uniformity, appearance and incidence of plant diseases to a descriptive analysis. There were no statistical differences for the variables. In terms of grain yield for all genotypes behaved similarly statistically with values ranging between 4,502.3 and 5,969.5 kg ha⁻¹. In conclusion, the trial did not allow statistical differentiation of the treatments in terms of the variables under study. However, the genotypes MLT-NIC-118, ICSV-LM-93077 y ICSV-LM-89537 had good grain yield, disease tolerance and adaptability vegetative.

I. INTRODUCCIÓN

En Nicaragua el cultivo de sorgo de grano blanco (*Sorghum bicolor* (L) Moench), es de mucha importancia ya que se utiliza en la elaboración de alimentos para la industria avícola, porcina y bovina, y también para el consumo humano como sustituto del maíz (Pineda, 1997). Este cultivo se siembra en diferentes zonas de nuestro país, aunque mayormente en la zona del pacífico norte y en la zona central. En dichas zonas el cultivo de maíz no prospera dado las limitantes ambientales, siendo ocupado dicho espacio por el sorgo que presenta una alta adaptabilidad a condiciones ambientales de pocas precipitaciones y suelos de baja fertilidad. Del total del área destinada al cultivo de granos básicos (arroz, maíz, frijol), el sorgo, que también forma parte del grupo antes mencionado, ocupa 16 % de dicha área Pineda, 1997. El 83% del área destinada al cultivo de sorgo son manejados por medianos y grandes productores, los que utilizan alta tecnología (Álvarez y Talavera, 1991).

En los últimos años el Instituto Nicaragüense de Tecnologías Agropecuarias (INTA) se ha dedicado, en parte, a la evaluación de genotipos de sorgo de alto rendimiento. Anualmente se evalúan varias decenas de materiales genéticos procedentes de diferentes instituciones, entre las que se pueden mencionar el Centro Nacional de Tecnología Agropecuario y Forestal (CENTA), el CIRAD y de TEXAS A & M. En particular en el Municipio de Juigalpa, se han establecido diversos ensayos de evaluación, los que han permitido la identificación de genotipos de sorgo promisorios para dicha zona (INTA CNIA, PINOLERO 1, CENTA Soberano, BF-94-6/46K-1K-1K-1F, MLT – NIC 115 y MLT- NIC- 107) con rendimientos promedios de grano que oscilaron desde 3,161.2 hasta 4,894.6 kg ha⁻¹. Dos de los genotipos antes mencionados (INTA CNIA y el CENTA Soberano) más otros producidos en el CENTA, (El Salvador) y en el INTA de Nicaragua fueron de nuevo evaluados en el presente ensayo.

Los estudios anteriores más el actual están orientados a la identificación de materiales genéticos de sorgo de grano blanco adaptados a las condiciones agroecológicas y de manejo de los agricultores de Aguas Buenas, perteneciente al municipio de Juigalpa del Departamento de Chontales. Dado que la mayoría de los materiales genéticos de sorgo de grano blanco son de reciente introducción en el municipio de Juigalpa, se consideró oportuno el establecimiento de este estudio considerando los objetivos generales y específicos que se describen a más adelante.

II. OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

Evaluar el crecimiento, desarrollo y rendimiento de los materiales genéticos de sorgo de grano blanco bajo las condiciones ambientales muy particulares del municipio de Juigalpa.

2.2 Objetivo específico

1. Describir el comportamiento agronómico de los materiales genéticos de sorgo en base a variables de crecimiento y desarrollo
2. Comparar los materiales genéticos de sorgo de grano blanco en cuanto a rendimiento de grano bajo las condiciones agroecológicas y de manejo agronómico brindado por los agricultores de Aguas Buenas, Juigalpa durante la postrera del 2008.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Ubicación del ensayo

El ensayo se estableció el 17 de Septiembre del 2008 en la finca del Sr. Juan Suárez, agente de extensión del INTA, ubicada en la Comunidad de Aguas Buenas del Municipio de Juigalpa, Departamento de Chontales. Dicho municipio está ubicado en la parte central del territorio de Nicaragua, entre la costa nororiental del lago Cocibolca, la cordillera de Amerrisque y los valles que trazan su descenso hacia el lago. Tiene una extensión territorial de 1,037 km², está ubicado entre las coordenadas 12° 06' latitud norte y 85° 22' longitud oeste. La temperatura media oscila entre los 25° y los 27° C, con una precipitación promedio anual de 1000 mm. El municipio de Juigalpa se caracteriza por tener clima de sabana tropical; localmente el clima es cálido y seco, siendo los meses más fríos de Noviembre a Enero con vientos predominantes del Noreste con velocidad desde 2.2 a 3.6 m/s. (www.inifom.gob.ni/municipios/documentos/CHONTALES/Juigalpa).

3.2 Diseño Metodológico

El ensayo de campo consistió en un experimento unifactorial siendo el arreglo de los tratamientos (doce materiales genéticos de sorgo de grano blanco) en campo el de Bloques Completos al Azar (BCA) con cuatro repeticiones. Los datos de campo se analizaron en base al modelo Aditivo Lineal siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}, \text{ en donde:}$$

μ : Representa la media poblacional, de los tratamientos.

τ_i : Representa el efecto de los tratamientos.

β_j : Representa el efecto de los bloques.

ε_{ij} : Representa el error aleatorio.

En este trabajo se evaluaron 12 materiales genéticos de sorgo de grano blanco provenientes de diferentes centros de investigación como son el: INTA Nicaragua, CENTA, El Salvador Texas A&M, Estados Unidos de Norte América. Dentro de los materiales genéticos evaluados se encuentra la variedad INTA CNIA que se utilizó como testigo.

Cuadro 1. Nomenclatura y procedencia del material genético de sorgo de grano blanco utilizado en el ensayo de campo. Juigalpa, 2008

| Tratamiento | Material genético | Procedencia |
|-------------|-------------------|--------------------|
| 1 | ICSV-LM-939 | CENTA, El Salvador |
| 2 | ICSV-LM-89524 | CENTA, El Salvador |
| 3 | ICSV-LM-89537 | CENTA, El Salvador |
| 4 | ICSV-LM-90510 | CENTA, El Salvador |
| 5 | ICSV-LM-90520 | CENTA, El Salvador |
| 6 | ICSV-LM-93077 | CENTA, El Salvador |
| 7 | MLT-NIC-118 | TEXAS A & M |
| 8 | MLT-NIC-129 | TEXAS A & M |
| 9 | MLT-Texas-136 | TEXAS A & M |
| 10 | AFRICANA | TEXAS A & M |
| 11 | CENTA –Soberano | CENTA, El Salvador |
| 12 | INTA-CNIA | Nicaragua |

Las dimensiones del área experimental y plano de campo para la evaluación de los 12 materiales genéticos de sorgo de grano blanco se describen a continuación:

Cuadro 2. Dimensiones del área experimental del ensayo de campo de sorgo de grano blanco realizado en el Municipio de Juigalpa, Postrera, 2008

| Descripción | Dimensiones |
|--|-------------|
| Distancia entre surcos (m) | 0.8 |
| Área de parcela experimental (m ²) | 16.8 |
| Número de plantas por surco de cinco metros de largo | 90.0 |
| Área del ensayo (m ²) | 957.6 |
| Área parcela útil (m ²) | 156.0 |

En la figura siguiente se puede observar el plano de campo del ensayo. En la parte superior izquierda de cada parcela se representa el número de parcela, en la parte inferior derecha se representa el material genético utilizado (tratamiento) en dicha parcela de acuerdo al Cuadro 1.

| | | Parcelas | | | | | | | | | | | |
|----------|--|----------|----------|----------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|----------|----------|
| Bloque 4 | | 12 03 | 11 11 | 10 05 | 9 04 | 8 01 | 7 03 | 6 07 | 5 06 | 4 10 | 3 08 | 2 02 | 1 09 |
| Bloque 3 | | 1 01 | 2 06 | 3 08 | 4 03 | 5 05 | 6 11 | 7 09 | 8 02 | 9 04 | 10 12 | 11 07 | 12 10 |
| Bloque 2 | | 12 12 | 11 02 | 10 09 | 9 10 | 8 07 | 7 05 | 6 04 | 5 11 | 4 06 | 3 01 | 2 03 | 1 08 |
| Bloque 1 | | 1 01 | 2 08 | 3 07 | 4 09 | 5 06 | 6 11 | 7 12 | 8 05 | 9 10 | 10 04 | 11 02 | 12 03 |

Figura 1. Plano de campo de los materiales genéticos de sorgo de grano blanco evaluados en el Municipio de Juigalpa. Postrera 2008.

Después de recolectar los datos de cada parcela útil éstos fueron procesados utilizando el programa SPSS versión 15.0 Copyright, © (2006). Se realizó el análisis de varianza (ANDEVA) y en el caso de aquellas variables en las que se detectaron diferencias significativas entre tratamientos se procedió a la separación de medias mediante la prueba de Tukey al 5%. Las variables cualitativas se analizaron mediante el uso de estadísticas descriptivas.

3.3 Manejo del ensayo

3.3.1 Selección del terreno

Se seleccionó un área donde el agricultor dueño del ensayo cultiva periódicamente sorgo criollo (millón) con características de buena pendiente (5% - 8%) con textura franco arcilloso y buena fertilidad.

El ensayo se estableció en campo en un área en la finca del agricultor donde éste cultiva periódicamente variedades locales de sorgo. En general, el área en mención presenta una pendiente del 5 al 8% de inclinación, con textura franco arcilloso. El análisis de suelo mostró los resultados siguientes: Materia orgánica 3%, fosforo 5.2 ppm, potasio 0.35 y un pH de 5.8)

3.3.2 Siembra

La siembra se realizó el 17 de septiembre del 2008 en la época de postrera, cuando el suelo presentaba una humedad de capacidad de campo. La siembra se realizó al espeque a una profundidad 2 cm y una distancia aproximada entre surcos de 80 cm y entre golpe y golpe 20 cm aproximadamente. La cantidad de semilla depositada por golpe fue de 4 a 5 granos para obtener una densidad de 20 a 25 plantas por metro lineal aproximadamente. Según Ramoa, Sánchez (1998) este ensayo se establece bajo el sistema de siembra labranza cero.

3.3.3 Fertilización

La fertilización del cultivo de sorgo se realizó a los ocho días después de la siembra, utilizando la fórmula completa de N-P-K 10-30-10 en dosis de 128 kg ha⁻¹ equivalente a una aplicación de nitrógeno de 38.4 kg ha⁻¹. El fertilizante se aplicó en la superficie del suelo a una distancia de 2,5 cm de la base de la planta.

A los 30 días después de la siembra, se realizó la fertilización nitrogenada, utilizando 29.44 kg ha⁻¹ de nitrógeno. Posteriormente, durante el periodo lechoso del grano se realizaron aplicaciones foliares del fertilizante antes señalado. Según Fontanetto y Keller (S .f.). esta fertilización equivale al 50% de los requerimientos de Nitrógeno y 70 % de fósforo necesarios para producir 3000 kg/ha de sorgo.

3.3.4 Control de plagas

Para el control del Chinche pata de hoja (*Leptoglossus zonatus* Dallas) se realizaron dos aplicaciones de cypermetrina durante el estado lechoso del grano a razón de 1cc /l de agua.

3.3.5 Control de malezas

Para el control de maleza se realizó una aplicación de Glifosato (Round up) como pre emergente un día después de la siembra. A los 30 días se realizó un control de maleza de hoja ancha, aplicando 2-4-D a razón de 70cc/bomba de 20 l.

3.4 Variables evaluadas

En todas aquellas variables en donde se utilizó una escala de medición, se tomó como referencia la guía del CIMMYT “Sistema Estándar para la Evaluación del Sorgo” (2006).

3.4.1 Vigor a Emergencia: Al hincharse la semilla, el tegumento se rompe y la radícula y el pequeño coleóptilo emergen. El coleóptilo aparece por primera vez arriba del suelo tres a cuatro días después del inicio de la imbibición (Compton, 1990).

Se evaluó visualmente a los ocho días después de la siembra usando una escala de uno a cinco tal y como se indica en el cuadro 3.

Cuadro 3. Escala utilizada para evaluar el vigor a emergencia

| Escala | Equivalencia |
|--------|--------------|
| 1 | Excelente |
| 2 | Bueno |
| 3 | Intermedio |
| 4 | Débil |
| 5 | Malo |

3.4.2 Senectud foliar: Esta variable se registró, de forma visual, a la madurez fisiológica. Para su evaluación se utilizó la escala que se muestra en el cuadro 4.

Cuadro 4. Escala utilizada para medir la senectud foliar

| Escala | Equivalencia |
|--------|------------------------------|
| 1 | 0 % de hojas muertas |
| 2 | 1 – 25% de hojas muertas |
| 3 | 26 – 50% de hojas muertas |
| 4 | 51 – 75 % de hojas muertas |
| 5 | más del 75% de hojas muertas |

3.4.3 Uniformidad de las plantas: Se midió de manera visual al momento de la cosecha. En la parcela útil se prestó atención a la presencia o no de plantas atípicas y a la uniformidad en el desarrollo de las plantas. Se aplicó la escala que se observa en el cuadro 5.

Cuadro 5. Escala utilizada para medir la uniformidad de las plantas

| Escala | Equivalencia |
|--------|--------------|
| 1 | Excelente |
| 2 | Bueno |
| 3 | Regular |
| 4 | Malo |

3.4.4 Aspecto de las plantas: Para evaluar la variable se tomo en cuenta el vigor, color y estructura de la planta de manera visual y se empleó la escala que se muestra en el cuadro 6.

Cuadro 6. Escala utilizada para medir el aspecto de las plantas

| Escala | Equivalencia |
|--------|--------------|
| 1 | Excelente |
| 2 | Bueno |
| 3 | Regular |
| 4 | Malo |

3.4.5 Daño por tizón de la hoja (*Helminthosporium turcicum* Pass.): El daño ocasionado por esta enfermedad que se manifestó durante el crecimiento y desarrollo del cultivo se evaluó mediante inspecciones visuales empleando la escala que se describe en el cuadro 7.

Cuadro 7. Escala utilizada para medir el daño por tizón de la hoja

| Escala | Equivalencia |
|--------|---------------------------------|
| 1 | 0 % de plantas afectadas |
| 2 | 1- 10% de plantas afectadas |
| 3 | 11 – 25% de plantas afectadas |
| 4 | 26 – 40% de plantas afectadas |
| 5 | más de 40% de plantas afectadas |

3.4.6 Tipo de panoja: esta variable se midió visualmente al momento de la cosecha en los dos surcos centrales de cada parcela útil. Del total de panojas de la parcela útil se contabilizaron los diferentes tipos presentes. La escala utilizada para medir esta variable se puede observar en el cuadro 8.

Cuadro 8. Escala utilizada para medir el tipo de panoja

| Escala | Equivalencia |
|--------|--------------|
| 1 | Abierta |
| 2 | Semi abierta |
| 3 | Cerrada |

3.4.7 Acame de Plantas: Se determinó de forma directa a la cosecha en la parcela útil contando el número de plantas acamadas por parcela útil.

3.4.8 Días a Floración: Esta variable fue tomada contabilizando los días transcurridos desde la siembra hasta cuando el 50% de las plantas de la parcela útil se encontraban en la fase de floración o espigas emergidas.

3.4.9 Altura de planta: Se midió en centímetros desde la base del tallo hasta el extremo superior de la panoja antes de la cosecha en cinco plantas de la parcela útil tomadas al azar.

3.4.10 Longitud de excursión de panoja: esta variable se midió en centímetros desde el cuello de la hoja bandera hasta la base de la panoja (nudo ciliar) al momento de la cosecha tomando 10 plantas de la parcela útil.

3.4.11 Número plantas cosechadas: Al momento de la cosecha se registró por cada parcela útil el número de plantas cosechadas.

3.4.12 Longitud de panoja: Se midió en centímetros desde la primera ramilla de la panoja hasta su ápice, al momento de la cosecha de las plantas de los dos surcos centrales de cada parcela útil. El tamaño de muestra consistió en 10 panojas por parcela útil.

3.4.13 Número de panojas por hectárea: Esta variable se midió al momento de la cosecha por medio del conteo de las panojas de la parcela útil luego se traspoló a número de panojas por hectárea.

3.4.14 Rendimiento de grano: se determinó mediante la cosecha de todas las panojas de los dos surcos centrales de cada parcela útil y Una vez determinado el rendimiento del grano por parcela útil, éste se estandarizó hasta un 15% empleando la igualdad siguiente: $P_f (100 - H_f) = P_i (100 - H_i)$, Por último el rendimiento de grano se traspoló a kg ha^{-1} con la siguiente formula $\text{Kg ha}^{-1}: (\text{peca m}^2/\text{A.U}) * 10000 * 0.80 (100-\% H)/85$, donde:

Kg ha^{-1} : Rendimiento de grano

Peca m^2 : peso de campo de la parcela útil

A.U: es el área de la parcela útil

0.80: es el porcentaje de desgrane de las panojas

$(100-\% H)/85$: humedad de los granos ajustados al 15 %.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Comportamiento de doce materiales genéticos de sorgo para variables medidas cualitativamente.

4.1.1 Vigor a Emergencia: El vigor es el reflejo de un conjunto de características que determina el potencial para la emergencia rápida y uniforme de plántulas normales en una amplia diversidad de condiciones ambientales. Por este motivo se torna difícil el desarrollo de un solo test de vigor que nos indique con razonable precisión el potencial de desempeño de las semillas expresando características tan distintas e intentar relacionarlas con lo que va a ocurrir en el campo y/o durante el almacenamiento. No es una sola propiedad medible sino que es un concepto que describe diversas características que determinan el nivel de actividad y el comportamiento de un amplio rango de ambientes. Los resultados de esta variable se reflejan en el Cuadro 9. La mayoría de los materiales genéticos, presentaron valores entre 1 y 2 lo que corresponde a un vigor de excelente a Bueno, respectivamente. Entre dichos materiales cabe destacar los siguientes el tratamiento 6, 7 y 9 que mostraron un excelente vigor. El material genético que se utilizó como testigo (tratamiento 12) resultó con un vigor a la emergencia de bueno (2).

En general estos materiales emergieron con un buen vigor lo que pudo ser debido a la buena adaptabilidad de los mismos a las condiciones agroecológicas y de manejo brindado por los agricultores de la zona.

4.1.2 Senectud foliar: La senectud foliar es un carácter que se ha asociado con la tolerancia o estrés hídrico en el cultivo del sorgo, es un proceso complejo y altamente coordinado. Es un mecanismo integrador que involucra numerosos procesos que pueden ser afectados por señales autónomas y ambientales, factores ambientales como la luz. La senescencia foliar no es más que la maduración y caída de las hojas inferiores de la planta de sorgo una vez que la semilla alcanza su madurez fisiológica, el porcentaje varía de acuerdo a la variedad establecida y en menor escala por el ambiente. Esta es una característica importante por que influye en la calidad del guate para alimentación bovina.

En el presente ensayo todos los materiales genéticos, con excepción de el tratamiento 5 y 9, presentaron, según la escala de evaluación del CIMMYT (2006), un valor de 3, lo que corresponde a un porcentaje de hojas muertas entre el 25 y el 50% del total de hojas que presentaban las plantas de sorgo de grano blanco al momento de la madurez fisiológica (Cuadro 9). Los materiales que mostraron el menor porcentaje de hojas muertas (del 1 al 25%) fueron los siguientes tratamiento 5 y 9 que tuvieron un valor según la escala utilizada de 2.

Los materiales genéticos presentaron una buena tolerancia hacia el estrés hídrico, permitiendo así un mayor aprovechamiento de la luz solar, al tener más área foliar expuesta que aquellos materiales que aquellas plantas.

La senescencia foliar es un proceso complejo y altamente coordinado (Gan y Amasino, 1997). Aunque sus síntomas han sido explorados, los procesos involucrados y los mecanismos que la controlan todavía no son bien comprendidos (Buchanan-Wollaston *et al.*, 2003). El síntoma inicial y distintivo de la senescencia foliar es la degradación de los cloroplastos, por lo que la disminución en el contenido de clorofila se constituye en un indicador básico del proceso (Hörtensteiner, 2006). La disminución de la tasa fotosintética (Ding *et al.*, 2004), o de la concentración de azúcares en la hoja (Rajcan *et al.*, 1999) también son citados como indicadores del avance de la senescencia foliar en maíz. Por el contrario, en otras especies el comienzo de la senescencia estaría relacionada con una acumulación de azúcares en la hoja (Yoshida, 2003).

4.1.3 Uniformidad de plantas: Con relación a esta variable los materiales genéticos se clasificaron en dos categorías (Cuadro 9): aquellos que presentaron una buena uniformidad (Categoría 2) y los que mostraron una uniformidad regular (Categoría 3). Como se aprecia en el Cuadro 9 la mayoría de los materiales genéticos, con excepción del tratamiento 4, 5 y 11, se agruparon en la última categoría.

4.1.4 Aspecto de la planta: En cuanto a la evaluación de esta variable sólo tres materiales genéticos presentaron un aspecto Bueno (Escala 2), el resto mostró un aspecto de planta Regular (Escala 3).

4.1.5 Daño por tizón de la hoja (*Helminthosporium turcicum* Pass.): Se puede decir que en términos generales no se presentaron problemas de esta enfermedad ya la mayoría de los materiales genéticos presentaron 0% de plantas afectadas (Escala 1). El único material genético que resultó levemente afectado fue el tratamiento 2 con un porcentaje de plantas afectadas entre 1 y 10% (Escala 2).

4.1.6 Tipo de panoja: Para esta variable se registraron únicamente dos variantes: panojas abiertas y semiabiertas, para el productor el mejor tipo de panoja es la cerrada, pues es la que tiene menor espacio para que los pájaros picoteen y provoquen pérdidas en grano y así poder tener un mejor rendimiento. En el cuadro 9 se puede observar los tipos de panoja que se presentaron en el ensayo.

4.1.7 Acame de plantas: Es la capacidad de anclaje de cada una de las variedades, es una característica que puede ser influenciada por otros factores como el viento la lluvia y la variedad. En este ensayo los materiales genéticos no hubo mucha diferencia para la variable acame de plantas, aunque de manera general, todos los materiales genéticos introducidos, con excepción de Africana, tendieron a presentar un menor número de plantas acamadas.

En el Cuadro 9 se presenta un análisis descriptivo de las principales variables evaluadas para determinar adaptabilidad de los genotipos de sorgo de grano blanco establecido en la época de postrera en la comunidad de aguas buenas del municipio de Juigalpa en el 2008.

En términos generales, los resultados reflejan que los materiales genéticos de sorgo presentaron un vigor de bueno a excelente (Escala 1-2) con excepción del tratamiento 1, que mostró un vigor intermedio. Además, mostraron una uniformidad mala (Valor 4) lo que se reflejó en un aspecto regular de la planta (Valor 3). Para la variable enfermedades se utilizó una escala de afectación basado en la longitud de las lesiones que ocasiona el tizón de la hoja, según Williams (2009) existen muchas escalas para medir afectación de enfermedades en sorgo entre estas tenemos longitud de la lesión, número de entrenudos afectados y % de tejido inter nodal afectado, en este ensayo los materiales genéticos prácticamente no resultaron afectados por el tizón de la hoja (Cuadro 9) y presentaron, en su mayoría, entre el 26 y 50%

de hojas muertas a la madurez fisiológica, momento que se evaluó la senectud foliar. En cuanto al acame de plantas todos los genotipos, con excepción de los tratamiento 10 y 12, buena resistencia la acame (Valores entre 1 y 2)

Cuadro 9. Scores registrados visualmente en diferentes variables de 12 genotipos de sorgo evaluados en el Municipio de Juigalpa en época de postrera 2008

| Tratamientos | Vigor | Senectud foliar | Uniformidad de las plantas | Aspecto de la planta | Tizón de la hoja | Tipo panoja | Nº/P/a cama. |
|--------------|-------|-----------------|----------------------------|----------------------|------------------|-------------|--------------|
| 1 | 3 | 3 | 3 | 3 | 1 | 1 | 1 |
| 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 2 | 1 | 1 |
| 3 | 2 | 3 | 3 | 2 | 1 | 2 | 3 |
| 4 | 2 | 3 | 2 | 3 | 1 | 1 | 1 |
| 5 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 |
| 6 | 1 | 3 | 3 | 2 | 1 | 1 | 3 |
| 7 | 1 | 3 | 3 | 3 | 1 | 1 | 1 |
| 8 | 2 | 3 | 3 | 3 | 1 | 2 | 1 |
| 9 | 1 | 2 | 3 | 3 | 1 | 2 | 1 |
| 10 | 2 | 3 | 3 | 3 | 1 | 1 | 6 |
| 11 | 2 | 3 | 2 | 3 | 1 | 2 | 2 |
| 12 | 2 | 3 | 3 | 3 | 1 | 1 | 4 |

4.2 Comportamiento de doce materiales genéticos de sorgo con relación a siete variables medidas cuantitativamente.

Los datos de campo de las variables cuantitativas fueron sometidos al análisis de varianza no encontrándose diferencias significativas en los valores promedios entre genotipos para la mayoría de las variables estudiadas con excepción de días a floración. El análisis de varianza realizado a las variables cuantitativas se presenta en el Cuadro 10.

Cuadro 10. Análisis de varianza de las siete variables medidas cuantitativamente

| Fv | Df | Ap | Lp | Ep | Pha | Panha | Rend |
|----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Tratamientos | ** | ns | ns | ns | ns | ns | ns |
| Bloque | ns | ** | * | ns | ** | ** | ** |
| CV (%) | 2.95 | 12.97 | 24.19 | 65.32 | 27.98 | 26.44 | 34.54 |
| R ² | 0.495 | 0.505 | 0.489 | 0.266 | 0.596 | 0.6 | 0.708 |

Df: Días a floración, Ap: Altura de planta, Lp: longitud de panoja, Ep: exorcion de panoja, Pha: Plantas cosechadas por hectárea, Panha: Panojas cosechadas por hectárea, Rend: Rendimiento. * Significativo ** altamente significativo

4.2.1 Días a Floración: La inflorescencia del sorgo usualmente empieza con la dehiscencia de las anteras y salidas del polen, cuando el pedúnculo ha terminado la elongación la panícula empieza a florear de la parte superior y después hacia abajo (Martínez 2,002). En la evaluación de esta variable, se obtuvo una media general de 66 días. Los materiales genéticos que resultaron significativamente ($p = 0.01$) más tardíos con relación al resto fueron los siguientes: tratamiento 10, 9, 7 y 6. Para esta variable el coeficiente de variación resultó ser del 2.95%. Ver cuadro 12

En el Cuadro 11 se presenta el resultado de la prueba de separación de medias de Tukey (5%) para la variable días a floración (para el resto de variables no se aplicó dicha prueba ya que no se detectaron diferencias significativas en el valor promedio de los materiales genéticos de sorgo) por esa razón sólo se presentan sus valores promedios. En general los genotipos estudiados son de floración intermedia resultando los tratamientos 6 y 7 significativamente más tardíos (67 días a floración) los demás genotipos mostraron una floración entre los 62 a 64 días.

Cuadro 11. Separación de medias para días a floración por el método de tukey al 5%

| Tratamientos | Días a floración | separación |
|--------------|------------------|------------|
| 9 | 67.50 | a |
| 10 | 67.25 | a |
| 6 | 67.00 | a |
| 7 | 67.00 | a |
| 4 | 66.50 | ab |
| 2 | 66.25 | ab |
| 5 | 66.25 | ab |
| 12 | 66.00 | ab |
| 8 | 65.75 | ab |
| 11 | 65.00 | ab |
| 1 | 64.50 | ab |
| 3 | 62.50 | b |

Esta variable es de suma importancia pues es un factor que determina el periodo de llenado de grano, hay que resaltar que los materiales más precoces son los que presentaron mayor rendimiento como se puede apreciar en los cuadros 11 y 12, esto se pudo haber debido a que el periodo de llenado de grano fue superior al de los otros materiales genéticos,

4.2.2 Altura de planta: La altura de la planta de sorgo es afectada también por la respuesta foto periódica dado que la activación de la floración reduce el crecimiento vegetativo (Compton, 1990). Tanto el porte como el tamaño son considerados factores de mucha importancia, ya que los sorgos altos son preferidos para forraje y producción de grano (Álvarez y Talavera, 1990). Con relación a esta variable todos los materiales genéticos evaluados presentaron una altura de planta estadísticamente similar ($p = 0.3$) con valores que oscilaron entre 103.55 y 121.25 cm. En general todos los materiales genéticos introducidos, con excepción del tratamiento 1, tendieron a ser más altos que el material genético nacional tratamiento 12. En esta variable se registró un coeficiente de variación de 12.97%. Ver cuadro 12

4.2.3 Longitud de excersión de panoja

La longitud de excersión de panoja es considerada de gran importancia en la recolección mecanizada si se tiene un genotipo con poca excersión de panoja, al cosecharse se corta la hoja y el tallo de la planta, lo cual ocasiona una mayor cantidad de material extraño, ocasionando una baja en la calidad de grano (Compton, 1985) Una buena excersión permite que los granos queden fuera la vaina de la hoja bandera y entonces se reduce el daño por plaga y enfermedades en la parte inferior de la panoja. (Gutiérrez ,2004)

La excersión de panoja es una prolongación del eje vegetativo llamado pedúnculo y que se encuentra entre la panoja y el tallo .se inicia a partir de la hoja bandera y termina en la primera ramilla de la panoja (Álvarez y Talavera, 1990).

En el cuadro 12 se encuentran los resultados de la variable longitud de panoja No se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos, sin embargo 4 de los tratamientos se encuentran por encima de la media general, contrario a los 8 tratamientos restantes. Donde se destaco el tratamiento 3 con la mayor longitud de panoja de 27.25 cm, superando al testigo

(tratamiento 12) con 4.6 cm. De igual manera se determinó que el tratamiento con menor longitud de panoja fue el tratamiento 2 con 17.30 cm, quedando con 9.95 cm por debajo del tratamiento de mayor longitud de panoja.

En lo general, los genotipos estudiados presentan una buena Excursión de panícula lo que puede resultar ventajoso cuando las precipitaciones son abundantes ya que la incidencia de enfermedades fúngicas en la base de la panícula es menor. La altura del tallo la determina la longitud de los entrenudos que es controlada por cuatro genes recesivos, dw_1 , dw_2 , dw_3 y dw_4 , que actúan de manera independiente sin afectar el número de hojas o la duración del período de crecimiento. La altura promedio de las variedades de sorgo depende del número de estos genes presente Gutiérrez, N. (2004), En este ensayo las plantas se pueden considerar como de intermedias a bajas lo que es bien calificado por los productores ya que permite reducir los porcentajes de plantas acamadas por razones diversas.

4.2.4 Número de plantas cosechadas: Miller y Barnes (1980) plantea que existe relación directamente proporcional entre el número de plantas por unidad de área y rendimiento de grano hasta una densidad óptima, a partir de la cual esta relación se vuelve inversamente proporcional. En el Cuadro 12 se puede notar que no hubieron diferencias significativas ($p = 0.4$) entre materiales genéticos para el número de plantas cosechadas a la cosecha. En esta variable el coeficiente de variación fue un poco más alto que en las variables anteriores: 30%. En general el número de plantas cosechadas por hectárea osciló entre 174,286 y 241,429 plantas.

4.2.5 Longitud de panojas: 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. Panojas de mayor tamaño tienen un mayor número de espiguillas y por tanto un mayor número de granos (Monterrey, 1997).

En este ensayo no se encontraron diferencias significativas ($p = 0.67$) entre los materiales genéticos estudiados. El valor del coeficiente de variación para esta variable fue de 23%. Los valores promedios obtenidos por los diferentes materiales genéticos oscilaron entre 17.3 y 27.3 cm. Ver cuadro 12

4.2.6 Número de panojas por hectárea: Esta variable mostró un comportamiento similar a la anterior en el sentido de que los diferentes materiales genéticos en estudio mostraron un número de panojas por hectárea. Los valores promedios para esta variable entre los diferentes materiales genéticos considerados fluctuó entre 238,214 y 170,357 con un coeficiente de variación de 27%. Ver cuadro 12

4.2.7 Rendimiento de grano: Miller y Barnes (1980) plantearon que después de la polinización el peso del grano aumenta enormemente, a veces a un ritmo más rápido que la acumulación de materia seca. Esto se reduce en menor peso del tallo ya que los materiales nutritivos almacenados pasan de este a semilla. El número de grano esta frecuentemente más correlacionado con el rendimiento final del grano y está influenciado por el número de inflorescencia, de espiguilla por inflorescencia, florecillas por espiguillas y por la proporción de florecillas que llegan a producir grano (Evans & Wardlaw, 1976). El rendimiento determina la eficiencia en la utilización que las plantas hacen de los recursos existentes en el medio, unido también al potencial genético que estas tengan. En el Cuadro 12 se reflejan los resultados obtenidos de la variable rendimiento de grano. No se encontraron diferencias significativas ($p = 0,7$) entre los materiales genéticos estudiados cuyos valores promedios oscilaron entre 4,502.3 y 5,969.5 kg ha⁻¹.

Cuadro 12. Valores promedios de doce genotipos para siete variables cuantitativas, evaluados en el Municipio de Juigalpa en época de postrera 2008

| Tratamientos | Días a floración (d) | Altura de planta (cm) | Exerción de panoja (cm) | Plantas cosechadas/ ha (No) | Longitud de panoja (cm) | Panojas cosechadas/ha (No) | Rendimiento (kg/ha) |
|--------------|----------------------|-----------------------|-------------------------|-----------------------------|-------------------------|----------------------------|---------------------|
| 1 | 64.50 | 103.55 | 17.95 | 189,643 | 21.00 | 187,500 | 4,549.5 |
| 2 | 66.25 | 113.75 | 9.85 | 228,929 | 17.30 | 225,714 | 4,911.3 |
| 3 | 62.50 | 111.55 | 16.80 | 226,429 | 27.25 | 223,214 | 5,969.5 |
| 4 | 66.50 | 120.50 | 10.15 | 174,286 | 19.60 | 171,428 | 4,502.3 |
| 5 | 66.25 | 121.25 | 10.70 | 188,214 | 17.90 | 170,357 | 4,804.8 |
| 6 | 67.00 | 112.45 | 7.15 | 232,857 | 19.90 | 231,786 | 5,660.3 |
| 7 | 67.00 | 106.95 | 11.45 | 241,429 | 17.45 | 236,786 | 5,559.5 |
| 8 | 65.75 | 108.55 | 11.00 | 221,429 | 22.60 | 214,643 | 5,086.8 |
| 9 | 67.50 | 113.45 | 10.10 | 240,714 | 17.75 | 238,214 | 5,261.5 |
| 10 | 67.25 | 110.50 | 8.80 | 202,143 | 18.70 | 193,527 | 5,117.0 |
| 11 | 65.00 | 110.40 | 7.70 | 201,429 | 19.65 | 199,643 | 5,018.5 |
| 12 | 66.00 | 106.55 | 11.55 | 194,643 | 22.65 | 194,643 | 5,530.3 |

Con relación a los componentes del rendimiento (Cuadro 12) y el rendimiento mismo, todos los genotipos mostraron valores estadísticamente similares. Un aspecto interesante es el mostrado por el tratamiento 3. Este resultó ser el más precoz de los evaluados y sin embargo, fue el que presentó un mayor rendimiento (aunque no significativamente diferente del resto). La alta capacidad de producción del tratamiento 3 pudo ser debido a una mayor longitud de sus panojas (27.2 cm) y a un número de panojas por hectárea relativamente alto (223.2) en comparación con el resto de materiales genéticos, sin embargo, estadísticamente no se diferencian del resto de valores mostrados por los otros materiales genéticos, sin embargo Según (Miller 1980) la longitud de panoja está influenciada por factores ambientales y nutricionales en que se desarrolla el cultivo. Panojas de mayor tamaño tienen un mayor número de espiguillas y por tanto un mayor número de granos (Monterrey, 1997).

Cabe señalar que aunque no encontramos diferencias estadísticas para la variable rendimiento de grano entre los materiales genéticos evaluados, sin embargo, algunos de ellos tendieron a producir más grano que el testigo nacional (tratamiento 12), en particular el tratamiento 3 que presentó un rendimiento de grano de 5969.5 kg/ha. Este rendimiento grano, en comparación con los rendimientos promedios observados a nivel nacional (2259 kg /ha) y local representa un incremento de 164%. Con relación al rendimiento obtenido con algunos híbridos en Nicaragua, los resultados de rendimiento de grano obtenidos en este ensayo son relativamente bajos ya que Clara, Téllez, Obando, Gutiérrez, Zeledón, Velázquez, Ramírez y Gordon, (2010) .reporta rendimientos de grano en híbridos de hasta 8.4 t /ha.

En general, en este ensayo y en base a las evidencias registradas se puede decir que los materiales genéticos de sorgo resultaron estadísticamente similares en sus valores promedios para la mayoría de los caracteres registrados en este estudio. Una posible razón es el número limitado de genotipos en evaluación (12) y la procedencia de los mismos (Cuadro 1). En la práctica todos los materiales evaluados proceden de dos programas de mejoramiento genético (CENTA y TEXAS A&M) lo que, probablemente hace que dichos materiales de acuerdo a su lugar de procedencia tengan un grado de similitud genética bastante alta y por ende no difieran mucho entre si para las características fenotípicas evaluadas. Es posible que al

incrementar el número de los materiales genéticos a evaluar se podrían tener más posibilidades de identificar materiales genéticamente diferentes.

Otra posible razón por las cuales en este ensayo no se pudieron detectar diferencias significativas para ciertas variables (esto no significa, desde luego, que no existan) fue que el ensayo se estableció en una sola localidad y en un solo ciclo agrícola. Al no poder separar el efecto de las variables independientes (factores) antes mencionadas (localidad y ciclo agrícola) pudo haber incrementado la variación no explicada por el ensayo y en consecuencia no poder detectar diferencias significativas entre los materiales genéticos estudiados.

Basado en los resultados antes señalados en este ensayo no se encontraron evidencias suficientes para rechazar la hipótesis nula planteada al inicio de la investigación, aunque desde el punto de vista agronómico se identificaron tres materiales genéticos de sorgo (tratamiento 3, 6 y 7) que tuvieron un rendimiento de grano superior al testigo nacional INTA CNIA. Se debe enfatizar en particular, el comportamiento del tratamiento 3 que superó el promedio nacional de rendimiento de grano en sorgo, que es de 2259 kg, en un 64%. Con relación al testigo nacional este mismo material fue superior en un 8%.

V. CONCLUSIONES

Del trabajo realizado se ha concluido lo siguiente:

- ❖ En este ensayo los materiales genéticos de sorgo de grano blanco resultaron estadísticamente muy similares en cuanto a su rendimiento de grano, aunque agronómicamente se identificaron materiales de buen potencial de rendimiento entre ellos los siguientes: MLT-NIC-118, ICSV-LM-93077 y ICSV-LM-89537.
- ❖ El genotipo ICSV-LM-89537 fue el de mayor rendimiento de grano y, además, el más precoz, combinación muy apreciada en la agricultura
- ❖ Se observaron diferentes variantes entre los materiales genéticos de sorgo para todas las variables cualitativas (Cuadro 9) y para una cuantitativa (días a floración).

VI. RECOMENDACIONES

Después de haber realizado este trabajo se recomienda:

- ❖ Pasar a la etapa de validación los genotipos ICSV-LM-89537, ICSV-LM-93077 y MLT-Texas-136 en un número mayor de ambientes (localidades y años) por su buen comportamiento en cuanto a rendimiento, tolerancia a enfermedades y adaptabilidad vegetativa. De esta manera se puede tener una mejor valoración de adaptabilidad y estabilidad de su rendimiento.

VII. LITERATURA CITADA

Álvarez, M. y Talavera, E. (1990), (eds.) Efecto de cuatro densidades poblacionales y cuatro niveles de nitrógeno en el rendimiento de sorgo. Vr. Pinolero-1. In: Alemán, F. Juárez, G. Pérez F (1996) labranza y manejo químico de maleza en sorgo granífero (*Sorghum Bicolor* (L) Moench, efecto sobre las malezas y rendimiento del cultivo NITLAPAN UCA.

Alcaldía de Juigalpa, (n.d.). Características edafoclimáticas del municipio de Juigalpa. Obtenida el 24 de Marzo 2011, de Ficha Municipal de Juigalpa www.inifom.gob.ni/municipios/documentos/CHONTALES/juigalpa.

Buchanan - Wollaston, V., Earl, S., Harrison, E., Mathas, E., Navabpour, S., Page, T., y Pink, D. 2003. The molecular analysis of leaf senescence: a genomics approach. *Plant Biotech. J.* 1: 3-22.

Centro Internacional de mejoramiento de maíz y trigo (2006) "Sistema Estándar para la Evaluación del Sorgo. CIMMYT. México

Compton L.P, (1985). La investigación en sistema de producción con sorgo en Honduras. Aspectos Agronómicos. INISOKM, CIMMYT, México, D.F. 35 p.

Compton L.P. (1990). (Eds.) Agronomía del sorgo. Programa de Mejoramiento de Sorgo para América Latina (LASIP). In: Gutiérrez, N. (2004). Caracterización del Fotoperiodo y Agro morfología de 14 variedades de Sorgo Millón (*Sorghum bicolor* L. Moench) en tres épocas de siembra. UNA, Managua, CNIA.

Clara, R., Téllez, D., Obando, R., Gutiérrez, N., Zeledón, S., Velázquez, R., Ramírez, J., y Gordon, R., (2010). (n.d.) Comportamiento de los sorgos híbridos para grano dentro de los ensayos uniforme de PCCMCA 2009. Obtenida el 24 de Marzo 2011 <http://www.engormix.com/MA-agricultura/maiz/articulos/comportamiento-sorgos-hibridos-grano-t2944/417-p0.htm>.

Ding, L., Wang, K.J., Jiang, G.M., Liu, M.Z., Niu, S.L. y Gao, L.M., 2005. Post-anthesis changes in photosynthetic traits of maize hybrids released in different years. *Field Crops Res.*, 93: 108-115.

Evans L.T. & Wardlaw I.F, 1976. Aspects of the comparative physiology of grain Yield in Cereals, *Adv. Agron.* 28: p 301- p 359.

Fontanetto, H. & Keller, O. (S. f.). Fertilización de sorgo. Obtenida el 22 de Abril 2011, de www.fertilizando.com/articulos/FertilizacionEnSorgo.pdf

Gan, S. y Amasino, R.M., 1997. Molecular genetic regulation and manipulation of leaf senescence. *Plant Physiol.*, 113: 313-319.

Gutiérrez, N. (2004). Caracterización del Fotoperiodo y Agro morfología de 14 variedades de Sorgo Millón (*Sorghum bicolor* L Moench) en tres épocas de siembra. UNA, Managua, CNIA.

Hörtensteiner, S., 2006. Chlorophyll degradation during senescence. *Annu. Rev. Plant Biol.* 57: 55-77.

Martínez F, 2002. Análisis de los sistemas de cultivo a base de sorgo para la construcción de un programa de Mejoramiento Genético Participativo en Madriz, Nicaragua. Tesis de Master of Science. CNEARC. 156 p.

Miller, F. R. y Barnes, D.K. (1980). (Eds). Crecimiento y desarrollo del sorgo. En producción y protección vegetal. In: Gutiérrez, N. (2004). Caracterización del Fotoperiodo y Agro morfología de 14 variedades de Sorgo Millón (*Sorghum bicolor* L Moench) en tres épocas de siembra. UNA, Managua, CNIA.

Monterrey, C. (1997). (Eds). Dosis y Momento de Aplicación de fertilizante Nitrogenado: Efectos sobre el crecimiento y rendimiento en el cultivo del sorgo granifero. In: Gutiérrez, N. (2004). Caracterización del Fotoperiodo y Agro morfología de 14 variedades de Sorgo Millón (*Sorghum bicolor* L Moench) en tres épocas de siembra. UNA, Managua, CNIA.

Pineda, L. (1997). Manejo de la Fertilización de sorgo Granífero (*Sorghum bicolor* L Moench) en Nicaragua. La Calera Volumen: 43-45. UNA Managua.

Pineda, L. (1997). (Eds). Manejo de la Fertilización de sorgo Granífero (*Sorghum bicolor* L Moench) en Nicaragua. In: Fonseca, A. & López, L. (2004). Evaluación del comportamiento agronómico y la eficiencia de nitrógeno para doce líneas de sorgo en el municipio de San Ramón Matagalpa. UNA, Managua, Nicaragua.

Ramoa A, Sánchez, M. (1998) Cultivo de sorgo granífero. Obtenido el 23 de Abril 2011 de <http://www.monografias.com/trabajos/sorgo/sorgo.shtml>

Rajcan, I., Dwyer, L.M. y Tollenaar, M., 1999. Note on relationship between leaf soluble carbohydrate and chlorophyll concentrations in maize during leaf senescence. *Field Crops Res.*, 63: 13-17.

Somarriba C, 1997. Granos básicos. Texto, 1997. Escuela de producción vegetal, UNA. Managua, Nicaragua. 197p.

Williams, H. (2009) evaluación de híbridos de sorgo para resistencia a pudrición carbonosa (*Macrophomina phaseolina* (Tassi). *Revista Mexicana de fitopatología* Volumen 27 nº 1. Tamaulipas México.

Yoshida, S. 2003. Molecular regulation of leaf senescence. *Curr. Opin. Plant Biol.*, 6: 79-84.