



Por un Desarrollo Agrario  
Integral y Sostenible

# UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

## CENTRO REGIONAL UNA- JUIGALPA

### Trabajo de tesis

**Evaluación agronómica de 15 genotipos de sorgo (*Sorghum almum*  
parodi) y su efecto bajo condiciones edafoclimáticas en la ciudad  
de Juigalpa, chontales, 2021-2022**

#### Autores

**Br. Juan Gabriel Castro Téllez.**

**Br. Bernald Yasser García Sobalvarro.**

#### Asesores

**MSc. Jorge Luis Sobalvarro Mena.**

**MSc. Noel Rivas Duarte.**

**Juigalpa-Chontales, Nicaragua 2023**

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
CENTRO REGIONAL UNA-JUIGALPA**



**Trabajo de tesis**

**Evaluación agronómica de 15 genotipos de sorgo (*Sorghum almum*  
parodi) y su efecto bajo condiciones edafoclimáticas en la ciudad  
de Juigalpa, chontales, 2021-2022**

**Autores**

**Br. Juan Gabriel Castro Téllez.**

**Br. Bernald Yasser García Sobalvarro.**

**Asesores**

**MSc. Jorge Luis Sobalvarro Mena.**

**MSc. Noel Rivas Duarte.**

**Juigalpa-Chontales, Nicaragua 2023**

## Hoja de aprobación del Tribunal Examinador

Este trabajo de graduación fue evaluado y aprobado por el honorable comité evaluador designado por la dirección del Centro Regional UNA-Juigalpa como requisito final para optar al título profesional de:

**Ingeniero Agrónomo**

---

**Miembros del Honorable Comité Evaluador**

---

**Presidente (Grado académico y nombre)**

---

**Secretario (Grado académico y nombre)**

---

**Vocal (Grado académico y nombre)**

**Lugar y Fecha:** \_\_\_\_\_

## **AGRADECIMIENTO**

A **Dios** por la vida, salud, sabiduría y la fortaleza para hacer mi trabajo de la mejor manera posible

A la **Universidad Nacional Agraria, sede Juigalpa Jofiel Acuña Cruz**, por abrirme las puertas y brindarme la oportunidad de avanzar en mi carrera profesional, los equipos, herramientas e insumos necesarios para llevar a cabo este trabajo y a todos los docentes que compartieron sus conocimientos en nuestra formación profesional.

A nuestros asesores **MSc. Jorge Luis Sobalvarro Mena** y **MSc. Noel Duarte Rivas**, por haber depositado su confianza en nuestro trabajo, además por su apoyo en el trayecto del ensayo que han sido fundamentales para la finalización de esta tesis.

A mi amigo, compañero y colega del trabajo de investigación experimental **Juan Gabriel Castro Téllez**, por todo el tiempo compartido a lo largo de la carrera.

A los compañeros que aportaron su conocimiento y apoyo en el establecimiento y manejo del ensayo destacando a **Thais Moncada** y **Medardo Campos** quienes fueron piezas fundamentales del equipo de trabajo en campo.

**Br. Bernald Yasser García Sobalvarro**

## **DEDICATORIA**

A Dios sobre todas las cosas, por lo que soy lo que tengo y su infinita bondad.

A mis grandes mentores, pilares y mis héroes mi padre **Marvin García Pérez (q.e.p.d)** que desde el cielo me ilumina para seguir adelante con mis proyectos. A mi madre **Martha Maryin Sobalvarro Gutiérrez**, por guiarme, por su amor incondicional, sus consejos y apoyarme en todas mis decisiones y que estoy seguro siempre están orgullosos de mí.

A mi hija **Alondra María García Loaisiga** quien es mi motivación de siempre seguir mis estudios y ser un ejemplo para ella.

A **Alfredo García** por su apoyo incondicional, amistad, cariño y calidad de compañía. A mi familia y todas las personas que de una u otra manera influyeron y están relacionado durante esta etapa y siempre dándome motivación de seguir a delante

**Br. Bernald Yasser García Sobalvarro**

## **AGRADECIMIENTO**

A **Dios** sobre todas las cosas por darme la vida, salud, sabiduría y la fortaleza para seguir adelante en la vida misma y culminar mi formación profesional.

A la **Universidad Nacional Agraria, sede Juigalpa Jofiel Acuña Cruz**, por brindar los equipos, herramientas e insumos necesarios para llevar a cabo dicho trabajo y a todos los docentes que compartieron sus conocimientos en nuestra formación profesional.

A nuestros asesores **MSc. Jorge Luis Sobalvarro Mena** y **MSc. Noel Duarte Rivas**, por haber depositado su confianza en nuestro trabajo, además por su apoyo en el trayecto del ensayo.

A mi amigo, compañero y colega del trabajo de investigación experimental **Bernald Yasser García Sobalvarro**, por todo el tiempo compartido a lo largo de la carrera.

A los compañeros que aportaron su granito de arena en el establecimiento y manejo del ensayo cabe destacar a **Thais Moncada** y **Medardo Campos** quienes fueron piezas fundamentales del equipo de trabajo en campo.

A todas las personas que de una u otra manera siempre me motivan a seguir adelante.

**Br. Juan Gabriel Castro Téllez.**

## **DEDICATORIA**

A **Dios** por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de formación profesional, por haberme permitido llegar hasta este punto y brindarme salud para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor.

A mi familia especialmente a mis padres; **Juan Dionisio Castro Amador** y **Gabriela Míguela Téllez Cundano** que siempre me apoyaron y confiaron en mi bajo cualquier circunstancia, por su comprensión y paciencia.

A mis abuelos paternos; **Juan Dionisio Castro Castilla** y **Gilma Amador Obando**, de igual manera mi abuela materna; **María Duarte Téllez** por haber infundado en mí el conocimiento y amor a Dios, por sus consejos de vida para perseverar y alcanzar mis metas, por su amor y por ser un pilar fundamental en mi vida.

A mis hermanos **Eliezer Antonio**, **Christofer Josué** y **Enyel Dionisio** todos de apellidos **Castro Téllez**, quienes generan motivación extra para cumplir mis metas.

A mis amigos con quienes he compartido distintas situaciones en la vida pero que también he aprendido que nunca se debe dejar de luchar por tus sueños siendo un honor compartir de esta manera con todos vosotros uno de los logros más importantes en mi vida.

**Br. Juan Gabriel Castro Téllez.**

## INDICE DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTO .....	i
DEDICATORIA .....	ii
AGRADECIMIENTO .....	iii
DEDICATORIA .....	iv
INDICE DE CUADROS .....	v
INDICE DE FIGURA .....	vi
INDICE DE ANEXO .....	vii
RESUMEN .....	viii
ABSTRACT .....	ix
I INTRODUCCION .....	1
II OBJETIVOS .....	3
2.1 General .....	3
2.2 Específicos .....	3
III MARCO DE REFERENCIA .....	4
3.1 Origen y distribución geográfica del del cultivo de sorgo.....	4
3.2 Origen del sorgo negro sorgo ( <i>Sorghum x alnum Parodi</i> ).....	4
3.3 Morfología sorgo negro ( <i>Sorghum x alnum Parodi</i> ).....	4
3.4 Fenología sorgo negro ( <i>Sorghum x alnum Parodi</i> ).....	5
3.5 Condiciones agroecológicas y manejo del cultivo .....	6
3.5.1 Exigencias del cultivo de sorgo negro ( <i>Sorghum x alnum Parodi</i> ) .....	6
3.5.1.1 Suelo .....	6
3.5.1.2 Humedad .....	6
3.5.1.3 Temperatura .....	6
3.5.2 Manejo del cultivo .....	6
3.5.2.1 Preparación del suelo .....	6
3.5.2.2 Época de siembra .....	7
3.5.2.3 Distancia y densidad .....	7
3.5.2.4 Fertilización .....	7
3.5.2.5 Control de maleza .....	7
3.5.2.6 Control de plaga y enfermedades .....	7
3.6 Métodos de mejoramiento genético .....	8
3.6.1 selección masal .....	8
3.6.2 Selección visual individual (SVI) .....	8
3.6.3 Prueba de progenie .....	8
3.7 Producción de biomasa.....	8

3.8 Riesgos de toxicidad .....	9
3.9 Nitrógeno orgánico y químico en sorgo negro con cobertura permanente de maní forrajero. Características nutritivas y de producción. ....	10
3.10 Consumo de sorgo negro forrajero ( <i>Sorghum alnum</i> ) en cabras. ....	10
3.11 Calidad y consumo de sorgo negro forrajero ( <i>Sorghum alnum</i> ), ramio ( <i>Bohemeria nivea</i> (L) Gaud) y mezcla de ambos. ....	11
IV. DISEÑO METODOLOGICO .....	12
4.1 Ubicación del estudio.....	12
4.2 Condiciones edafoclimáticas del área de estudio .....	12
4.2.1 Temperatura, clima, precipitación y humedad relativa .....	12
4.2.2 Tipo de suelo del área del experimento .....	12
4.3 Control de maleza.....	13
4.4 Fertilización.....	13
4.5 Control de plagas y enfermedades .....	14
4.6 Diseño experimental.....	14
4.7 Modelo aditivo lineal .....	14
4.8 Tratamientos.....	15
4.9 Variables a evaluar.....	15
4.9.1 Variables de crecimiento y desarrollo .....	15
4.9.2 Días a Flor (Días) .....	16
4.9.3 Variables de rendimiento .....	16
4.10 Procesamiento y análisis de datos .....	19
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	20
5.1 Altura de planta (M) de 15 genotipos de sorgo negro ( <i>S. alnum</i> Parodi) y sorgo sureño ( <i>S. bicolor</i> L.) como testigo .....	20
5.2 Diametro de tallo (milimetro) de 15 genotipos de sorgo negro ( <i>S. alnum</i> Parodi) y sorgo sureño ( <i>S. bicolor</i> L.) como testigo.....	22
5.3 Longitud de la hoja (centímetro) de 15 genotipos de sorgo negro ( <i>S. alnum</i> Parodi) y sorgo sureño ( <i>S. bicolor</i> L.) como testigo.....	24
5.4 Ancho de la hoja (milimetro) de 15 genotipos de sorgo negro ( <i>S. alnum</i> Parodi) y sorgo sureño ( <i>S. bicolor</i> L.) como testigo.....	26
5.5 Numero de hojas (unidades) de 15 genotipos de sorgo negro ( <i>S. alnum</i> Parodi) y sorgo sureño ( <i>S. bicolor</i> L.) como testigo.....	28
5.6 Días a Flor (Días) de 15 genotipos de sorgo negro ( <i>S. alnum</i> Parodi) y sorgo sureño ( <i>S. bicolor</i> L.) como testigo.....	30
5.7 Producción de forraje verde (kg ha <sup>-1</sup> ) por componentes de la planta a los 79 días de 15 genotipos de sorgo negro( <i>S. alnum</i> Parodi) y sorgo sureño ( <i>S. bicolor</i> L.) como testigo	32
5.8 Porcentaje de materia seca de 15 genotipos de sorgo negro ( <i>S. alnum</i> Parodi) y sorgo sureño ( <i>S. bicolor</i> L.) como testigo.....	33

5.9 Produccion de materia seca (kg ha <sup>-1</sup> ) de 15 genotipos de sorgo negro ( <i>S. almum</i> Parodi) y sorgo sureño ( <i>S. bicolor</i> L.) como testigo.....	35
5.10 Contenido de proteina cruda de 15 genotipos de sorgo negro ( <i>S. almum</i> Parodi) y sorgo sureño ( <i>S. bicolor</i> L.) como testigo.....	37
5.11 Produccion de proteina cruda (kg ha <sup>-1</sup> ) de 15 genotipos de sorgo negro ( <i>S. almum</i> Parodi) y sorgo sureño ( <i>S. bicolor</i> L.) como testigo.....	39
5.12 Proporción de los componentes de la planta y relación hoja-tallo de los 15 genotipos de sorgo negro( <i>S. almum</i> Parodi) y sorgo sureño ( <i>S. bicolor</i> L.) como testigo .....	40
5.13 Diferencia de la produccion de materia seca (kg ha <sup>-1</sup> ) de 15 genotipos de sorgo negro ( <i>S. almum</i> Parodi) y sorgo sureño ( <i>S. bicolor</i> L.) como testigo .....	42
5.14 Diferencia de la produccion de proteina cruda (kg ha <sup>-1</sup> ) de 15 genotipos de sorgo negro( <i>S. almum</i> Parodi) y sorgo sureño ( <i>S. bicolor</i> L.) como testigo .....	44
VI. CONCLUSIONES.....	46
VII. RECOMENDACIONES.....	47
VIII. LITERATURA CITADA .....	48
IX. ANEXOS.....	53

## INDICE DE CUADROS

Cuadro	Pagina
1. Genotipos de sorgo negro a evaluar	15
2. Altura (m) a partir de 22 días después de la emergencia, ciclo de primera 2021	20
3. Diámetro de tallo (mm) a partir de 22 días después de la emergencia, ciclo de primera 2021	22
4. Longitu de la hoja (cm) a partir de 22 días después de la emergencia, ciclo de primera 2021	24
5. Ancho de la hoja (mm) a partir de 22 días después de la emergencia, ciclo de primera 2021	26
6. Numero de hojas de la planta a partir de 22 días después de la emergencia, ciclo de primera 2021	28
7. Dias a flor a partir de los 50 días después de la emergencia, ciclo de primera 2021	30
8. Producción de forraje verde (kg ha <sup>-1</sup> ), a los 79 días después de la emergencia, ciclo de primera 2021	32
9. Porcentaje de materia seca a los 79 días después de la emergencia, ciclo de primera 2021	33
10. Produccion de materia seca (kg ha <sup>-1</sup> ), a los 79 días después de la emergencia, ciclo de primera 2021	35
11. contenido de proteína cruda a los 79 días después de la emergencia, ciclo de primera 2021	37
12. Producción de proteína cruda (kg ha <sup>-1</sup> ), a los 79 días después de la emergencia, ciclo de primera 2021	39
13. Produccion del peso de los componentes de la planta a los 79 días después de la emergencia, ciclo de primera 2021	40
14. Diferencia sobre el testigo de la produccion de materia seca (kg ha <sup>-1</sup> ), a los 79 días después de la emergencia, ciclo de primera 2021	42
15. Diferencia sobre el testigo de la produccion de proteina cruda (kg ha <sup>-1</sup> ), a los 79 días después de la emergencia, ciclo de primera 2021	44

## INDICE DE FIGURA

<b>Figuras</b>	<b>Pagina</b>
1. Universidad Nacional Agraria sede Juigalpa-Chontales	12

## INDICE DE ANEXO

<b>Anexo</b>	<b>Pagina</b>
1. Cronograma de actividades	53
2. Presupuesto	56
3. Mapa estructural de diseño en bloques completo al azar (BCA)	59
4. Preparación del terreno, área de fitomejoramiento. Universiada Nacional Agraria (UNA), sede-Juigalpa	60
5. Sistema radicular de genotipos de sorgo negro con alta capacidad de rizomas de crecimiento	61
6. Procesó de contenido de materia seca, en el laboratorio de la UNA sede Juigalpa, en horno de circulación forzada de aire a 70°C durante 96hrs	62
7. Establecimiento del ensayo de genotipos de sorgo negro en comparación con su testigo sorgo sureño a los 50 días después de la siembra	63

## RESUMEN

El objetivo del estudio fue evaluar 15 genotipos de sorgo negro (*Sorghum almum* Parodi) y su efecto sobre la producción biomasa y calidad nutricional, bajo condiciones de clima y suelo en el municipio de Juigalpa, Chontales. La investigación se dividió en 3 etapas, la primera consistió en seleccionar de una población de 8 ha, 300 plantas elites en el 2019. La segunda en 2020, se evaluaron 92 genotipos (G) mediante prueba de progenie para mejora genética. En la tercera etapa se evaluaron los 15 mejores G de sorgo negro y sorgo sureño como testigo (GT) mediante un diseño de bloques completos al azar (DBCA) con 4 repeticiones por G. Los datos agronómicos y de calidad nutricional fueron sometidos a análisis de varianza (ANDEVA), prueba de separación de medias mediante con la técnica Duncan ( $p > 0.05$ ). Con respecto a las variables de crecimiento a los 92 dds después de la emergencia, en AP sobresalen los genotipo G110, G171, G239 y G256 el cual presento la mayor altura siendo de 4.32 m, en DT los genotipos G151, G239, G256 y G171, presento el mejor diámetro con 16.92 mm, superando al GT con 14.42 en un 17%, en LH los genotipos G69, G110, G171, G256, G283 y G239 el que encabezó la mayor longitud, superando al GT con 104.33 cm en un 12.4%, el mayor AH lo presentan el GT con 78.67 cm seguido por los G110, G151 con 74.08 y 73.00 cm respectivamente, el porcentaje de plantas florecidas se midió en tres momentos. La primera como plantas precoces, la segunda intermedias y la tercera planta tardías, con intervalo de 15 días, el GT con 69.15 % y el G110 con 33.73% entre los 50 y 80 días, la producción de forraje verde ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) a los 79 días el genotipo G256 obtuvo en hoja 17560,7, en tallo 39477,2, en panoja 3748,7 y planta entera para un total de 60786,6 ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) de forraje verde, en la producción de materia seca el G256 en los componentes de hoja con 5174,4 y en panoja con 1762,4  $\text{kg ha}^{-1}$  mientras que el G172 con 8337.8  $\text{kg ha}^{-1}$  en el tallo y para planta entera, los genotipos G46, G110, G172 y el G256 siendo el mayor con un total de 14760  $\text{kg ha}^{-1}$ , en producción de proteína cruda los genotipos G110, G182, G239 y G256 superior en hoja con 609,83  $\text{kg ha}^{-1}$ , en tallo los genotipos G46, G69 y G110 siendo mayor con 418,95  $\text{kg ha}^{-1}$ , en panoja el G256 con 176.24  $\text{kg ha}^{-1}$  y en planta entera los G110 y G256 con un total de 1111,41  $\text{kg ha}^{-1}$  y 1145,41  $\text{kg ha}^{-1}$  de proteína cruda, estos resultados son valiosos para la mejora genética del sorgo negro en Nicaragua.

Palabras claves: genotipos, sorgo negro, producción de materia seca, forraje.

## ABSTRACT

The objective of the study was to evaluate 15 genotypes of black sorghum (*Sorghum alnum Parodi*) and their effect on biomass production and nutritional quality, under climate and soil conditions in the municipality of Juigalpa, Chontales. The research was divided into 3 stages, the first consisted of selecting 300 elite plants from a population of 8 ha in 2019. The second in 2020, 92 genotypes (G) were evaluated by progeny testing for genetic improvement. In the third stage, the 15 best Gs of black sorghum and southern sorghum were evaluated as a control (GT) using a randomized complete block design (DBCA) with 4 repetitions per G. The agronomic and nutritional quality data were subjected to analysis of variance (ANDEVA), mean separation test using the Duncan technique ( $p > 0.05$ ). With respect to the growth variables at 92 days after emergence, in AP the genotypes G110, G171, G239 and G256 stand out, which presented the highest height being 4.32 m, in DT the genotypes G151, G239, G256 and G171 stand out. , presented the best diameter with 16.92 mm, surpassing the GT with 14.42 by 17%, in LH the genotypes G69, G110, G171, G256, G283 and G239 led the longest, surpassing the GT with 104.33 cm in 12.4%, the highest AH is presented by the GT with 78.67 cm followed by the G110, G151 with 74.08 and 73.00 cm respectively, the percentage of flowered plants was measured at three times. The first as early plants, the second as intermediate plants and the third as late plants, with an interval of 15 days, the GT with 69.15% and the G110 with 33.73% between 50 and 80 days, the production of green forage (kg ha<sup>-1</sup>) At 79 days, the G256 genotype obtained 17560.7 in leaf, 39477.2 in stem, 3748.7 in panicle and whole plant for a total of 60786.6 (kg ha<sup>-1</sup>) of green forage, in the production of matter dry the G256 in the leaf components with 5174.4 and in panicle with 1762.4 kg ha<sup>-1</sup> while the G172 with 8337.8 kg ha<sup>-1</sup> in the stem and for whole plant, the genotypes G46, G110, G172 and the G256 being the largest with a total of 14760 kg ha<sup>-1</sup>, in crude protein production the genotypes G110, G182, G239 and G256 are superior in leaf with 609.83 kg ha<sup>-1</sup>, in stem the genotypes G46, G69 and G110 being largest with 418.95 kg ha<sup>-1</sup>, in panicle G256 with 176.24 kg ha<sup>-1</sup> and in whole plant G110 and G256 with a total of 1111.41 kg ha<sup>-1</sup> and 1145.41 kg ha<sup>-1</sup> of crude protein , these results are valuable for the genetic improvement of black sorghum in Nicaragua.

Keywords: genotypes, black sorghum, dry matter production, forage.

## I INTRODUCCION

El sorgo negro (*S. alnum* Parodi), también conocido como Sorghum grass o Columbus Grass, es un híbrido que se desarrolló de forma natural y fue descubierto en Argentina hace aproximadamente 25 años, según lo mencionado por Smith (1960) esta planta es perenne, posee características notables, como rizomas gruesos y cortos, hojas anchas y cerosas, y una inflorescencia que forma una gran panícula piramidal.

Elizondo (2004) señaló en el ámbito de la producción pecuaria, el sorgo negro ha demostrado ser una opción valiosa, ya que permite realizar de cuatro a cinco cortes al año mientras conserva sus cualidades positivas de alta aceptabilidad y consumo por parte de los animales y como lo expresaron Carrasco, Zamora y Melin (2011) Su versatilidad también se refleja en la variedad de usos que ofrece en la alimentación ganadera, incluyendo pastoreo directo, diferido, verdeo, henificado y concentrado.

El contexto agropecuario en Nicaragua, según los datos del IV Censo Nacional Agropecuario (CENAGRO, 2011), muestra una población de ganado en constante aumento, alcanzando los 4,136,422 cabezas de ganado y 136,687 sistemas de explotación. Esta creciente población resalta la importancia de mejorar la alimentación animal para aumentar los rendimientos de leche y carne. Además, las estadísticas del Ministerio Agropecuario Nicaragüense (MAG, 2022) reportan una cifra aún mayor, llegando a los 6,000,000 cabezas de ganado.

En Nicaragua, factores como la escasez de alimentos durante la época seca contribuyen a la disminución en la producción de leche y carne e índices reproductivos. La alimentación del ganado se basa principalmente en la utilización de pastos y forraje de bajos rendimientos y aporte nutritivo, lo que destaca la necesidad de buscar nuevas alternativas alimenticias. En este contexto, el sorgo negro surge como una solución prometedora.

El Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA 2002) enfatiza la importancia de preparar reservas forrajeras para transferir excedentes de materia seca a la época seca, lo que ayuda a mantener la carga animal a lo largo del año. Es en este punto donde el sorgo negro se presenta como una opción beneficiosa debido a su alta producción de forraje, resistencia a plagas y enfermedades, ciclos de cosecha cortos y bajo costo de manejo, menos requerimiento de agua y excelente ganancia nutritiva.

El cultivo de sorgo negro, según Wing Ching, Rojas y Quan (2005), se presenta como una alternativa prometedora en sistemas de producción ganadera de (leche y carne) debido a sus características favorables. Sin embargo, la sostenibilidad de este forraje depende del manejo agronómico adecuado, como subraya el (INIA, 2002).

En términos de mejoramiento genético, la selección masal ha sido una técnica efectiva utilizada en el desarrollo de variedades vegetales mejoradas. Sobalvarro et al. (2019) realizaron una selección masal en una plantación de sorgo negro, identificando genotipos destacados en términos de crecimiento y producción de materia seca. García (2020) continuó este proceso con pruebas de progenie, aislando genotipos superiores en producción y destacándose el genotipo G110.

A lo largo de estas etapas, la investigación se enfocó en evaluar y comparar las selecciones de los genotipos en términos de variables de crecimiento, desarrollo, producción de Kg MS ha<sup>-1</sup> y proteína cruda, siguiendo los procesos de mejoramiento genético descritos por Vallejo y Estrada (2002) donde describe que, en la segunda etapa, las progenies de las plantas individuales se siembran para su evaluación y eliminación de las plantas con características no deseadas. En la tercera etapa, los experimentos con diseños experimentales, repeticiones y testigos se realizan para comparar las selecciones en cuanto a rendimiento y otros caracteres.

Mediante el proceso de mejoramiento genético se realizó una investigación para mejorar la producción en materia seca y proteína cruda de forraje de sorgo negro el estudio se llevó a cabo en la estación experimental de fitomejoramiento de sorgo en la Universidad Nacional Agraria Juigalpa, Chontales en época de siembra primera del 2021.

La caracterización de los 15 genotipos de sorgo negro fue realizada mediante un diseño de bloques completos al azar con 4 repeticiones por genotipo y se utilizó el sorgo sureño como testigo. Se registraron variables de crecimiento de la planta, porcentaje de plantas florecidas, y la producción en Kg MS ha<sup>-1</sup> de proteína cruda y de biomasa, por ende, mejorar el comportamiento general de una población mediante estos procesos de selección genera la multiplicación de genotipos superiores.

## II OBJETIVOS

### 2.1 General

- Identificar genotipos promisorios de sorgo negro (*S. almum* Parodi) a través de variables crecimiento, desarrollo, producción de biomasa y de proteína cruda con fines de mejora genética para la producción forrajera bajo las condiciones edafoclimáticas de la ciudad de Juigalpa departamento de Chontales, 2021.

### 2.2 Específicos

- Caracterizar las etapas fenológicas de 15 genotipos de sorgo negro (*S. almum* Parodi) con fines de mejora genética para la producción de forraje.
- Cuantificar la producción forrajera de 15 genotipos de sorgo negro (*S. almum* Parodi) y su proporción de componentes de la planta hoja-tallo para la mejora genética con fines forrajeros.
- Evaluar el porcentaje y la producción de proteína cruda con 15 genotipos de sorgo negro (*S. almum* Parodi) con fines de mejora genética para la producción de forraje.

### III MARCO DE REFERENCIA

#### 3.1 Origen y distribución geográfica del del cultivo de sorgo

Como expresa Boschini (2019), las variedades de sorgo tienen gran variedad, tales como producir grano (sorgos graneros), producir forraje (sorgos forrajeros), doble propósito (grano y forraje) y los dulces (sorgos sileros). Entre estos últimos se encuentran los sorgos BMR.

Según Boschini (2019), actualmente existen más de 500 variedades e híbridos, el cultivo está distribuido en todas las zonas tropicales y subtropicales, su mayor superficie de cultivo está en la India, los mayores rendimientos en Estados Unidos y la Argentina y China es el mayor comprador.

Tal como expresa Demanet y Canales (2020) el sorgo forrajero, en su mayoría son el resultado del cruzamiento entre *Sorghum drummondii* (Steud.) Millsp. & Chase (pasto sudan) y *Sorghum bicolor* x *S. bicolor* var. Sudanese (pasto sudan híbrido), son plantas frondosas que tienen la capacidad de rebrotar.

#### 3.2 Origen del sorgo negro sorgo (*Sorghum x almum Parodi*)

De acuerdo a la información brindada por Celdran (2017). El sorgo negro (=sorgo de cuatro años = garaví =Columbus grass) es un probable híbrido natural de *Sorghum halepense* (L.) Pers. x *S. bicolor* (L.) Moench, descrito y descubierto en Argentina por Parodi en 1943.

#### 3.3 Morfología sorgo negro (*Sorghum x almum Parodi*)

Según Gutiérrez (2003), expresa que las raíces son adventicias, fibrosas y desarrollan numerosas laterales. La profusa ramificación y amplia distribución del sistema radicular es una de las razones por las cuales el sorgo es tan resistente a la falta de agua.

La planta de sorgo negro posee gran capacidad es su sistema radicular aun a los 50 días después de la siembra, (Anexo 5). Por ende, posee resistencia al acame y a la sequía causada por factores climáticos externos como vientos y escasas de lluvia.

La floración de sorgo negro, en su desarrollo reproductivo es una planta predominantemente de polinización cruzada de días cortos. Puede comenzar a florecer 7-8 semanas después de la siembra, (Anexo 7).

Según Smith E. (1960), el sorgo negro es una planta perenne de hasta 4,5 m de altura con rizomas gruesos y cortos y hojas anchas y cerosas, la inflorescencia es una gran panícula piramidal con ramas secundarias y terciarias que caen a medida que madura la semilla.

### **3.4 Fenología sorgo negro (*Sorghum x alnum Parodi*)**

La fenología del sorgo negro (*Sorghum x alnum Parodi*) abarca distintos estadios de crecimiento en su ciclo de vida. Este tipo de sorgo es un cereal ampliamente cultivado en todo el mundo por su valor en alimentación humana y animal, así como su resistencia a condiciones climáticas adversa y de acuerdo a Pérez et al. (2018) Los principales estadios fenológicos del sorgo negro son:

1. Germinación y emergencia: La semilla germina bajo condiciones adecuadas y emerge como plántula.
2. Desarrollo vegetativo: Se enfoca en el crecimiento foliar y radicular para fortalecer la planta.
3. Formación de inflorescencias: La planta inicia la formación de estructuras portadoras de flores.
4. Floración: Las flores de las inflorescencias se abren, permitiendo la polinización.
5. Formación de granos: Tras la polinización, los granos comienzan a desarrollarse.
6. Maduración: Los granos cambian de color y se vuelven más duros mientras la planta madura.
7. Cosecha: Los granos maduros se cosechan según el propósito de cultivo.
8. Senescencia y descanso: Después de la cosecha, la planta entra en senescencia y descanso.

La duración de cada etapa puede variar según condiciones climáticas y prácticas agrícolas. La fenología del sorgo negro sigue un patrón general similar a otros sorgos y plantas cereales.

### **3.5 Condiciones agroecológicas y manejo del cultivo**

#### **3.5.1 Exigencias del cultivo de sorgo negro (*Sorghum x alnum Parodi*)**

Entre los requerimientos ambientales para la producción satisfactoria de forraje, se encuentran tres factores edafoclimáticos más importantes para el cultivo de sorgo negro siendo, suelo, humedad y temperatura.

##### **3.5.1.1 Suelo**

El sorgo puede sembrarse en suelos de diversas texturas, desde arenosos hasta arcillosos. La mayor producción, puede obtenerse en suelos de texturas francos arcillosos (Zúniga, Maliaños y Navarro, 2017).

“Los suelos arcillosos, aunque pueden proporcionar buenos rendimientos, tienen el inconveniente de la sequía hace daños en el sistema radicular, al agrietarse el terreno por lo que hay que recurrir al agua de riego en los casos extremos” (Gutiérrez, 2003, p. 22).

Teniendo en cuenta a Martínez, Silva y Cuéllar (2005), recomiendan que el sorgo requiere de suelos bien drenados y un PH entre 5.5 y 8.5. O sea aquellos que van desde ligeramente ácidos o ligeramente alcalinos, para que exprese su potencial de rendimiento.

##### **3.5.1.2 Humedad**

Según Zúniga, Maliaños y Navarro (2017) los requerimientos hídricos ideales para un buen desarrollo de la planta son: 25 a 35 mm después de la siembra, 375 a 500 mm durante el desarrollo vegetativo.

##### **3.5.1.3 Temperatura**

De acuerdo con Demanet y Canales (2020), la temperatura ideal es de 16 °C, donde se espera que germine sin dificultad el 75% de las semillas y la mínima de 13°C, temperaturas inferiores cesan el crecimiento, los rendimientos más altos ocurren cuando las temperaturas están entre 24 y 28 °C.

### **3.5.2 Manejo del cultivo**

#### **3.5.2.1 Preparación del suelo**

Gutiérrez (2003) plantea que el objetivo principal es el de proporcionar a la semilla un buen ambiente al momento de depositar la semilla sobre el suelo, ya que de una buena preparación del suelo depende en gran medida el éxito de la germinación primero que nada y posteriormente su desarrollo.

### 3.5.2.2 Época de siembra

El Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal (CENTA, 2007) señala cuales son las tres épocas de siembra: primera, al establecerse las lluvias (entre la segunda quincena de mayo y primera de junio, postrera, en la primera quincena de agosto, para cosecharlo en época seca sin necesidad de secado artificial, apante, la primera quincena de diciembre a más tardar a principios de enero.

### 3.5.2.3 Distancia y densidad

De acuerdo con (CENTA, 2007) propone que la población adecuada de plantas permite obtener mejores rendimientos si el recurso suelo favorece las labores de cultivo. Los distanciamientos a 0.80 m entre surco no ocasionan problemas para efectuar estas labores.

### 3.5.2.4 Fertilización

Tratamientos de fertilización nitro fosfatada evaluados en sorgo

almum para la región de Derramadero, Saltillo Coah. Ciclo Abril – Julio 2007.

Tratamiento	N1	P2O5	K
T1	00	00	00
T2	20	40	00
T3	40	40	00
T4	60	40	00
T5	80	40	00
T6	100	40	00
T7	120	40	00

N1= unidades de Nitrógeno/ha aplicados (Urea)

P2O5 = Unidades de fosforo/ha aplicados (superfosfato triple de calcio)

### 3.5.2.5 Control de maleza

Pérez, et al. (2010) describe como las plántulas de sorgo son débiles y crecen muy lentamente durante las primeras dos semanas después de la germinación, el efecto de la competencia con malezas durante las primeras 3 ó 4 semanas después de la emergencia puede ser devastador. Por lo tanto, es el período en que debe mantenerse limpia ya sea de forma mecánica o en forma química.

### 3.5.2.6 Control de plaga y enfermedades

La guía tecnológica del sorgo (INTA, 2009) indica lo siguiente para el control de plagas y enfermedades:

El sorgo puede ser atacado por insectos y enfermedades, por lo que es importante controlarlos adecuadamente. No siempre es necesario usar insecticidas, ya que aumentan los costos y dañan el medio ambiente. Identificar

las plagas temprano es clave para un control eficaz. Las enfermedades del sorgo también afectan su rendimiento y calidad, y su gravedad varía. Según estudios, el control químico de estas enfermedades no es viable, excepto por tratamiento de semillas. Métodos culturales pueden ser útiles en un programa integral de manejo de cultivos.

### **3.6 Métodos de mejoramiento genético**

#### **3.6.1 selección masal**

Milton y Allen (2002) Consiste en la selección visual de plantas individuales por sus características deseables, y las semillas que se cosechan de las plantas seleccionadas se mezclan para hacer crecer la siguiente generación, sin ninguna forma de evaluación de la progenie. La selección masal es un proceso continuo en favor de un carácter específico que posee una alta heredabilidad y puede evaluarse visiblemente; entre ellos la floración temprana o precoz, altura de planta y mazorca.

#### **3.6.2 Selección visual individual (SVI)**

De acuerdo con Vega (1972) La selección visual individual es un método que implica la evaluación y elección de individuos para la reproducción basándose en características fenotípicas observables. Aunque puede ser menos precisa que otros métodos, sigue siendo una herramienta valiosa, especialmente en poblaciones donde no hay mucha información.

#### **3.6.3 Prueba de progenie**

Según Camarena et al. (2014) Se entiende por prueba de progenie lo siguiente.

Es un método en agricultura y cría de plantas que implica evaluar la descendencia de plantas parentales según sus características y rendimiento. Se cultiva y analiza la progenie para identificar plantas con rasgos deseables, como alto rendimiento, resistencia a enfermedades y adaptabilidad ambiental. Esta técnica es crucial en la mejora genética de cultivos, permitiendo la selección de variedades más productivas y resistentes. También se aplica en la cría de animales para mejorar características en el ganado y otras especies.

### **3.7 Producción de biomasa**

De acuerdo con Pérez et al. (2018), el análisis de crecimiento es una aproximación cuantitativa de descripción e interpretación del desarrollo vegetal, determinado por

condiciones genético-ambientales, con el fin de determinar la producción y momento óptimo de corte.

Según Vargas (2005), tiene gran capacidad de rebrote logrando que el cultivo prolongue su vida productiva por cinco años, con manejo y fertilización adecuados, sobresale por sus rendimientos en cuanto a producción de kg MS ha<sup>-1</sup>, es un forraje de alta palatabilidad por su alto contenido de azúcares.

Como expresan Amador y Boschini (2000), el sorgo negro a los 57 días el rendimiento de materia seca fue de 1,395 kg MS ha<sup>-1</sup>, compuesto por 50% de hojas y 50% de tallos, a los 94 días la panoja con un aporte inicial de 50 kg MS ha<sup>-1</sup>, y de 2,588 kg MS ha<sup>-1</sup> a los 150 días.

Celdrán (2017) realizó tres cortes de sorgo negro cada 42 días, obteniendo en el primer corte 1,485 kg MS ha<sup>-1</sup>, el segundo corte 4,087 ms/ha<sup>-1</sup> y el tercer corte 2,425 Kg MS ha<sup>-1</sup>, con una productividad de 12.970 kg MS ha<sup>-1</sup>.

Según (INIA, 2002) revisaron rendimientos de los últimos 15 años de sorgos forrajeros (SF), en distintos ensayos y ambientes con manejo similar, encontrando los máximos y mínimos promedios, bajo manejo de cortes vario de 8 a 20 tt/ha<sup>-1</sup>, de materia seca.

### **3.8 Riesgos de toxicidad**

“Un aspecto importante a considerar en el uso del forraje en pastoreo, causados por ácido prúsico o cianhídrico. Deberá evitarse el corte de forraje y el pastoreo cuando las plantas sean menores a 1.0 metro de altura” (Martínez, Silva y Cuéllar, 2005, p. 10).

Como manifiesta INIA (2002), la mayoría de variedades implica un pastoreo después de los 30 días post siembra, con un adecuado manejo evitando pastorear los rebrotes de rápido crecimiento y luego de algún tipo de estrés.

Demagnet y Canales (2020), mencionan las causas predisponentes para que los glucósidos cianogénicos de las plantas se transformen en peligro para los animales, son el consumo de:

- “Plantas provenientes de un rápido rebrote, tras un periodo prolongado de sequía.
- Plantas afectadas por heladas.
- Plantas tratadas con herbicidas.

- Plantas sometidas a fertilizaciones con altas dosis de nitrógeno, especialmente, en suelos con bajo fósforo.
- Plantas consumidas durante la mañana con exceso de rocío” (p. 13).

Como plantean Martínez, Silva y Cuéllar (2005), otro riesgo puede ser cuando la planta haya presentado la enfermedad conocida como "Ergot del Sorgo" y al ser consumida por el ganado en grandes cantidades puede presentarse síntomas de toxicidad.

### **3.9 Nitrógeno orgánico y químico en sorgo negro con cobertura permanente de maní forrajero. Características nutritivas y de producción.**

De acuerdo con WingChing, Rojas y Quan (2005) la evaluación con las diferentes aplicaciones de fertilizantes obtuvo los siguientes resultados:

Los mejores rendimientos de MV, MS y digestible se obtuvieron con la fertilización química (300 kg ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> de N) y con la aplicación de 225 kg ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> de N con base en la fertilización orgánica (12,8 t ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>), sin cuantificar diferencias estadísticas entre sí. Dosis de 300 kg ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> de N orgánico se asociaron con reducciones en el rendimiento del cultivo del sorgo. La presencia de 2 condiciones climatológicas (invierno y verano) provocan una reducción en el rendimiento de la producción de la MV ha<sup>-1</sup> de 39,71% en promedio y entre periodos de invierno se encontró una merma de 3,12% en promedio. El efecto de la fuente nitrogenada (química u orgánica), presenta influencia sobre el contenido de proteína, pero no sobre la composición de la pared celular y la cantidad de MO digestible (pp. 37-38).

### **3.10 Consumo de sorgo negro forrajero (*Sorghum alnum*) en cabras.**

Según Elizondo (2004) la aceptabilidad en el consumo de materia fresca mostro distintos resultados:

El consumo de sorgo negro forrajero en base fresca varió desde 2,43 hasta 3,19 kg/animal/día para el rebrote de 84 y 56 días respectivamente. El consumo de materia seca fue ligeramente superior cuando los animales consumieron el forraje con 84 días de rebrote, sin embargo, fue ahí donde se dio el consumo más bajo de proteína cruda, llegando a ser 22,2% inferior a los requerimientos de mantenimiento. El sorgo negro presentó niveles adecuados de proteína cruda para las tres edades de rebrote, pero los niveles de materia seca siempre fueron inferiores al 18%. Los niveles de fibra neutra detergente, como en la mayoría de

forrajes tropicales, siempre fue superior al 66%, tanto en el forraje ofrecido como en el consumido (p. 80).

### **3.11 Calidad y consumo de sorgo negro forrajero (*Sorghum almum*), ramio (*Bohemeria nivea* (L) Gaud) y mezcla de ambos.**

De igual manera Elizondo (2005) evaluó el consumo de sorgo negro de una manera diferente:

Las tres dietas evaluadas presentaron valores inferiores al 16% de materia seca y superiores al 12,5% de proteína cruda, el consumo de forraje fresco correspondiente a la mezcla de sorgo negro más ramio fue el mayor consumo, tanto en forraje verde como seco (9,60 y 1,65%, respectivamente, con base al peso vivo de los animales). Con dietas de ramio y mezcla de sorgo negro más ramio los animales sobrepasaron los requerimientos de proteína cruda para el mantenimiento en 28 y 51 g, respectivamente. La utilización de ramio y la mezcla de sorgo negro más ramio en la alimentación de las cabras representa una buena alternativa, principalmente para ofrecer una ración con un adecuado nivel de proteína cruda, no se recomienda utilizar el sorgo negro como ingrediente único en la dieta, pues con los consumos realizados los animales no llegarían a cubrir los requerimientos de proteína cruda para el mantenimiento (p. 251)

## IV. DISEÑO METODOLÓGICO

### 4.1 Ubicación del estudio

La investigación se llevó a cabo en el campo experimental de la universidad nacional agraria, en la ciudad de Juigalpa chontales, esta constituye un área aproximada de 0.77 ha, teniendo las siguientes coordenadas X (679203) Y (1336804) ubicada a 70 Msnm.

**Figura 1.** Universidad Nacional Agraria sede juigalpa-Chontales.



Google maps (2022)

### 4.2 Condiciones edafoclimáticas del área de estudio

#### 4.2.1 Temperatura, clima, precipitación y humedad relativa

La temperatura media anual en la ciudad de Juigalpa se presenta las siguientes isotermas: 24°C – 26°C. Los meses más calientes de marzo a mayo y los meses más fríos diciembre y enero presentan un clima caliente y subhúmedo con lluvias en verano y su estación seca de noviembre a diciembre y la lluviosa de mayo a octubre. Registra una precipitación mínima de 1400 mm y una máxima de 1800 mm y su humedad relativa es de 75%-80%.

#### 4.2.2 Tipo de suelo del área del experimento

Esta presenta un tipo de suelo arcilloso con una pendiente de 5% según análisis que se han elaborado por estudiantes de la carrera de Ing. Agronómica en la asignatura de conservación de suelo y agua.

### 4.3 Control de maleza

Se considero utilizar labranza cero, remoción de suelo y levantamiento de surcos con azadón. Anexo 4.

### 4.4 Fertilización

Se realizo una fertilización completa (12-30-10), a los dos días después de la siembra y respectivamente a los 21 y 45 días (dds), se aplicó urea (46%) utilizando 100 kg por ha en dichas fechas de fertilización. Cabe recalcar que se le realizo el mismo manejo agronómico a los genotipos de sorgo negro, como al testigo sorgo sureño. Después de cada corte se recomienda aplicación de 100 kg de nitrógeno por hectárea.

Está basado esta dosis de fertilización de acuerdo a los estudios de suelo que se han realizado

Análisis de suelo del área experimental

Muestra	análisis de rutina				Bases disponibles			Textura
	ph H2O	MO %	N	P-disp ppm	CE	K Meq/100 g suelo	CIC	
Suelo 1 A	6.72	3.57	0.18	2.39	77.3	0.3	36.6	Arcilloso
Suelo 1 F	6.79	2	0.1	2.58	87.4	0.43	35.19	Arcilloso
Suelo 3 FA	6.91	1.049	0.07	1.02	170.8	0.36	36.05	Arcilloso

Los datos del análisis de suelo muestran que este suelos se considera pobre en nitrógeno, fosforo e intermedio en potasio. Con textura arcillosa con capacidad de intercambio catiónico intermedia.

#### **4.5 Control de plagas y enfermedades**

Se realizó muestreo de suelo 20 días antes de la siembra y 7 días después de la siembra, 20 días después de la germinación se comenzaron los monitoreos de plagas (gusano cogollero). Anexo 5. Y pulgón amarillo a los 60 días después de la siembra. Anexo 6. Las enfermedades causadas por patógenos como (*Fusarium verticillioides*) si el umbral económico de dichas plagas y enfermedades sobre pasaba sus niveles se aplicaba productos químicos de acción sistémica y de contacto, de etiqueta verde.

#### **4.6 Diseño experimental**

Se utilizó un diseño en bloques completo al azar (BCA). Se estableció un área experimental de 736 m<sup>2</sup>, el ensayo contando de 4 bloques, cada bloque experimental era de 180 m<sup>2</sup> (5 m de ancho X 32 m de largo) con separación de un metro entre bloque. La parcela útil correspondía a los dos surcos de cada parcela, dejando un metro lineal de cada surco, respondiendo específicamente a las mediciones (1 m de ancho X 1 m de largo) para obtener un área de parcela útil de 1 m<sup>2</sup>. En cada bloque los tratamientos correspondientes a los 15 genotipos de sorgo negro más el testigo sorgo (sureño), fueron elegidos al azar y se estableció con el mismo manejo agronómico en cada bloque. De la parcela útil se tomaron los datos de las variables a evaluar tales como crecimiento, desarrollo y producción en kg MS/ha<sup>-1</sup>.

#### **4.7 Modelo aditivo lineal**

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \epsilon_{ij}$$

**En donde:**

$\mu$  = Parámetro, efecto medio

$\tau_i$  = Parámetro, efecto del tratamiento I

$\beta_j$  = Parámetro, efecto del bloque j

$\epsilon_{ij}$  = valor aleatorio, error experimental de la u.e. i,j

$Y_{ij}$  = Observación en la unidad experimental

## 4.8 Tratamientos

**Cuadro 1. Evaluación de 15 genotipos de sorgo negro (*Sorghum x alnum* Parodi) más el sorgo sureño *Sorghum bicolor* (L.)**

Tratamientos	Genotipos
1	G284
2	G283
3	G276
4	G256
5	G239
6	G238
7	G221
8	G182
9	G181
10	G172
11	G171
12	G151
13	G110
14	G69
15	G46
16	(T) Sureño

G (genotipo)

## 4.9 Variables a evaluar

Para evaluar las siguientes variables se tomaron el número de plantas al azar dentro de la parcela útil, en la etapa de crecimiento, desarrollo y producción de los genotipos de sorgo negro. Las variables a medir se tomaron de las propuestas por el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT, 1988).

### 4.9.1 Variables de crecimiento y desarrollo

Estas variables se realizaron a partir de los 22, 36, 50, 64, 78 y 92 días después de la siembra con intervalo de 14 días para cada toma de datos.

**Altura de la planta (AP):** medida en metro desde la superficie de suelo hasta el último nudo del tallo principal, muy cerca de la hoja bandera.

**Número de hoja (NH):** medido en el tallo principal de la planta, se mide en unidades.

**Diámetro del tallo (DT):** medido en mm, en la parte media de los primeros entrenudos.

**Ancho de la hoja (AH):** medida en mm en la parte media de la segunda hoja de parte de arriba asía abajo.

**Longitud de la hoja (LH):** medida en cm desde la lígula hasta el extremo de la hoja respectivamente. Contando a partir de la segunda hoja de arriba hacia abajo, se utilizó cinta métrica para medir esta variable.

#### **4.9.2 Días a Flor (Días)**

La precocidad fue evaluada mediante la observación de las primeras plantas que florecieron (por cada genotipo), se marcara con una cinta el número del día que tenga la planta después de la emergencia, una vez que la panoja tenga más de 10 cm de emergencia.

Esta variable fue registrada en tres etapas a partir de la primera floración a los 50 días después de la siembra en lapsos de 10 días definiendo la primera etapa como precoz, la segunda semi precoz y la tercera como tardías.

#### **4.9.3 Variables de rendimiento**

**Peso fresco de la planta entera (PFPE):** se tomó una muestra de 4 plantas aleatoriamente que se encuentra dentro de la parcela útil, se pesaron tres plantas completas y una planta para separar fracción hoja, tallo y panoja.

**Peso fresco de la hoja (PFH):** de una planta se separó la fracción hoja y se pesaron por una planta de cada muestra y se pesaron con una balanza electrónica, para utilizar el peso promedio de hojas, por plantas en mg y kilogramos, por cada parcela.

**Peso fresco del tallo (PFT):** de una planta se separó la fracción tallo, se pesaron por una planta de cada muestra y se pesaron con una balanza electrónica, cada planta para utilizar el peso promedio de tallo por planta en mg y en kilogramos, por cada parcela.

**Peso fresco de la panoja (PFP):** de una planta se separó la fracción panoja, se pesaron por una planta de cada muestra y se pesaron con una balanza electrónica, para obtener el peso promedio de panojas por planta en mg y en kilogramos, por cada parcela.

**Relación de los componentes de la planta:** del peso de las hojas, tallos y panojas, promedio de cada parcela, separados cada uno de ellos se calculó la relación con respecto al peso de la planta, a expresarse en porcentaje para luego relacionarlo la producción de biomasa cosechado de sorgo sureño en el ensayo y por cada genotipo de sorgo negro

**Producción (kg ha<sup>-1</sup>) de forraje verde total (PFVT):**

para obtener el rendimiento de materia verde total kg ha<sup>-1</sup> se efectuó el corte de biomasa de cada parcela útil a una altura de 10cm del suelo. Se peso todo lo colectado y se registró. Para estimar la producción de materia fresca total por hectárea, se usa la siguiente formula:

$$PFVT = \frac{PFVT \text{ (kg)} \times 10,000 \text{ m}^2}{\text{Área de la parcela útil m}^2}$$

**Contenido de materia seca a los 79 días de la emergencia (%MS):** del número de plantas en la parcela útil a las cuales se separaron los componentes de hojas tallos y panojas se obtuvieron una muestra no mayor de 200gr de biomasa fresca de cada componente por parcela la cual se utilizó para determinar el contenido de materia seca.

La muestra se procesó en el laboratorio de la UNA sede Juigalpa, se secó en horno de circulación forzada de aire a 70°C durante 96hrs, posteriormente el material se pesa y se almacena en bolsas Kraft y bolsas plásticas debidamente identificado

$$\text{Contenido de humedad} = \frac{\text{Peso inicial de muestra (g)} - \text{peso final de la muestra (g)}}{\text{Peso inicial de la muestra (g)}} \times 100$$

$$\text{Contenido de materia seca (\%)} = 100 - \% \text{ humedad}$$

**Producción (kg ha<sup>-1</sup>) de materia seca total (PMST)** se determinó a partir de la producción de forraje verde total y el porcentaje de materia seca que se obtenga en cada parcela.

Para esta variable se utiliza la siguiente ecuación:

$$\text{PMST} = \frac{\text{PFVT (kg)} \times (\% \text{ de MS})}{100\%}$$

**Producción (kg ha<sup>-1</sup>) de materia seca de hojas (PMSH):** el rendimiento de biomasa seca de hojas se determinó a partir del rendimiento de materia fresca de hojas y el % de materia seca que se obtenga de la muestra de hojas en cada parcela mediante la siguiente ecuación.

$$\text{PMSH} = \frac{\text{PFH (kg)} \times (\% \text{ de MS})}{100}$$

**Producción (kg ha<sup>-1</sup>) de materia seca de tallos (PMST):** el rendimiento de biomasa seca de tallos se determinó a partir del rendimiento de materia fresca de tallos y el % de materia seca que se obtenga de la muestra de tallos en cada parcela mediante la siguiente ecuación.

$$\text{PMST} = \frac{\text{PFT (kg)} \times (\% \text{ de MS})}{100}$$

**Producción (kg ha<sup>-1</sup>) de materia seca de panojas (PMSP):** el rendimiento de biomasa seca de panojas se determinó a partir del rendimiento de materia fresca de panojas y el % de materia seca que se obtenga de la muestra de panojas en cada parcela mediante la siguiente ecuación.

$$\text{PMSP} = \frac{\text{PFP (kg)} \times (\% \text{ de MS})}{100\%}$$

**Análisis bromatológico:** se realizó a partir de las muestras de materia seca de los componentes fraccionados de las plantas de sorgo negro, almacenado en bolsas Kraft y bolsas plásticas debidamente identificado, para luego ser enviadas al laboratorio de suelos y agua LABSA – UNA, Managua, Nicaragua.

### **Porcentaje de proteína cruda**

**Producción (kg ha<sup>-1</sup>) de proteína cruda de hoja.**

$$\text{PPCH} = \frac{\text{MSH (kg ha}^{-1}\text{)} \times (\% \text{ de PCH})}{100\%}$$

### **Producción (kg ha<sup>-1</sup>) de proteína cruda de tallo.**

$$PPCT = \frac{MST \text{ (kg ha}^{-1}\text{) x (\% de PCT)}}{100\%}$$

### **Producción (kg ha<sup>-1</sup>) de proteína cruda de panoja.**

$$PPCP = \frac{MSP \text{ (kg ha}^{-1}\text{) x (\% de PCP)}}{100\%}$$

### **Producción (kg ha<sup>-1</sup>) de proteína cruda de planta entera.**

$$PPCPE = \frac{MSPE \text{ (kg ha}^{-1}\text{) x (\% de PCPE)}}{100\%}$$

Los porcentajes de proteína se extrajeron de las muestras de tallos, hojas y panojas de materia seca que fueron enviadas al laboratorio y de ahí se extrae el porcentaje de proteína de cada una de las proporciones de la planta.

#### **4.10 Procesamiento y análisis de datos**

Los datos experimentales que se obtuvieron de las variables a evaluar, fueron sometidos a un análisis de variancia (ANDEVA) utilizando el programa estadístico InfoStat (2019) y la técnica de separación de medias a través del método de Duncan ( $p > 0.05$ )

## V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación presentamos resultados de nuestras variables de los 15 genotipos de sorgo negro.

### 5.1 Altura de planta (M) de 15 genotipos de sorgo negro (*S. alnum* Parodi) y sorgo sureño (*S. bicolor* L.) como testigo

Los genotipos de sorgo negro y sorgo sureño como testigo presentaron diferencias estadísticas ( $p < 0.05$ ), para altura de planta (Cuadro 2). Sobresalen los genotipos G110, G171, G239 y G256 el cual presentó la mayor altura siendo de 4.32 metros a los 92 dds. Cabe mencionar que este genotipo en los primeros 36 dds presentó un crecimiento lento lo que hace que sus valores registrados en esta variable sean menores a los otros genotipos. En el caso del testigo sorgo sureño fue el genotipo que presentó la menor altura a los 92 dds con 2.68 metros.

**Cuadro 2.** Comportamiento presentado de 15 genotipos de sorgo negro (*S. alnum* Parodi) y sorgo sureño (*S. bicolor* L.) como testigo, sobre la altura de planta a partir de los 22 hasta los 92 dds después de la emergencia con intervalos de 14 dds entre cada toma de datos. Juigalpa, Chontales. Primera 2021.

Genotipos	AP22	AP36	AP50	AP64	AP78	AP92
<b>G284</b>	0.36 d	0.89 e	1.80 bc	2.68 b	3.14 c	3.60 b
<b>G283</b>	0.51 abc	1.12 abcd	2.02 ab	2.99 ab	3.53 abc	4.06 ab
<b>G276</b>	0.51 abc	1.08 abcde	2.13 ab	3.04 ab	3.44 abc	3.88 abc
<b>G256</b>	0.45 bc	1.20 abc	2.30 a	3.30 a	3.81 a	4.32 a
<b>G239</b>	0.48 abc	1.21 ab	2.28 a	3.27 a	3.67 ab	4.15 a
<b>G238</b>	0.50 abc	1.28 ab	2.24 a	3.12 ab	3.48 abc	3.88 abc
<b>G221</b>	0.46 bc	1.05 bcde	2.09 ab	3.02 ab	3.47 abc	3.93 abc
<b>G182</b>	0.44 bcd	1.09 abcde	2.07 ab	2.89 ab	3.36 bc	3.84 abc
<b>G181</b>	0.48 abc	1.31 c	2.26 a	3.17 a	3.58 ab	4.01 ab
<b>G172</b>	0.54 ab	1.32 a	2.29 a	3.05 ab	3.45 abc	3.90 abc
<b>G171</b>	0.42 cd	0.98 cde	2.08 ab	3.14 a	3.69 ab	4.31 a
<b>G151</b>	0.49 abc	1.25 ab	2.22 a	3.16 a	3.56 ab	3.92 ab
<b>G110</b>	0.56 a	1.31 a	2.30 a	3.21 a	3.68 ab	4.17 a
<b>G69</b>	0.46 bc	1.14 abcd	2.23 a	3.19 a	3.65 ab	4.10 ab
<b>G46</b>	0.47 abc	1.14 abcd	2.04 ab	3.02 ab	3.43 abc	3.89 abc
<b>(T) sureño</b>	0.43 cd	0.96 de	1.65 c	2.24 c	2.45 d	2.68 c

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ ) según el método de Duncan

De acuerdo con Mesa (2004) reporta que a los 86 días el sorgo negro presenta una altura de 3 M, Amador y Boschini (2000), manifiesta que a los 94 dds después de la germinación la altura promedio de las plantas de sorgo negro es de 2.29 M, Cheves y Espinoza (2010) sostienen que obtuvieron la mayor altura en promedio 2.06 metros, a los 69 dds.

Si comparamos los datos de estudios anteriores con los presentados el presente estudio se evidencia que los genotipos de sorgo negro son superior en 1.32 metros de altura.

La altura de la planta nos permite cuantificar el crecimiento del cultivo y la producción de forraje ya que está determinada por diferentes factores entre ellos; temperaturas altas, pH del suelo, exceso de humedad y textura del suelo, teniendo en cuenta a Mengel y Kirkby (2000) los que plantean que la fertilización nitrogenada juega un importante papel en la altura de las plantas.

Desde el punto de vista de Fundación Antama (2022) una planta puede alcanzar diferentes alturas dependiendo del ambiente. Analizar solo los rasgos finales de las plantas ofrece una imagen incompleta de la plasticidad. El efecto de las temperaturas diurnas puede producir plantas más pequeñas. Los genes que expresan la altura de una planta en realidad interactúan con los estímulos ambientales y controlan la tasa máxima de crecimiento.

## 5.2 Diámetro de tallo (milímetro) de 15 genotipos de sorgo negro (*S. alnum* Parodi) y sorgo sureño (*S. bicolor* L.) como testigo

Los datos de diámetro de tallo (Cuadro 3), en el cual podemos ver diferencias estadísticas ( $p < 0.05$ ) entre los tratamientos evaluados. A los 92 dds después de la emergencia los genotipos G151, G239, G256 y G171, presento el mejor diámetro de tallo con 16.92 milímetros, superando al GT con 14.42 en un 17% más de grosor del tallo, observando que existe una diferencia estadística entre los genotipos de sorgo negro evaluados.

**Cuadro 3.** Diámetro de tallo (mm) de 15 genotipos de sorgo negro (*S. alnum* Parodi) y sorgo sureño (*S. bicolor* L.) como testigo, a partir de los 22 hasta los 92 dds después de la emergencia con intervalos de 14 dds entre cada toma de datos. Juigalpa, Chontales. Primera 2021.

Genotipos	DT22	DT36	DT50	DT64	DT78	DT92
<b>G284</b>	6.58 ab	11.00 b	13.33 abc	13.92 abc	14.92 abc	14.92 abc
<b>G283</b>	7.33 ab	12.83 ab	14.58 abc	14.92 abc	15.92 abc	15.92 abc
<b>G276</b>	7.50 ab	11.83 ab	13.42 abc	14.00 abc	15.00 abc	15.00 abc
<b>G256</b>	7.42 ab	12.83 ab	14.67 abc	15.67 ab	16.67 ab	16.67 ab
<b>G239</b>	8.17 ab	13.75 a	15.33 a	15.67 ab	16.67 ab	16.67 ab
<b>G238</b>	7.67 ab	12.08 ab	12.75 bc	12.75 c	13.67 c	13.67 c
<b>G221</b>	7.08 ab	12.33 ab	13.92 abc	14.25 abc	15.17 abc	15.17 abc
<b>G182</b>	7.00 ab	11.17 b	12.42 c	12.67 c	13.67 c	13.67 c
<b>G181</b>	7.25 ab	12.67 ab	13.58 abc	14.00 abc	14.92 abc	14.92 abc
<b>G172</b>	7.92 ab	11.83 ab	12.67 c	13.08 c	14.08 c	14.08 c
<b>G171</b>	7.58 ab	12.58 ab	15.17 ab	15.92 a	16.92 a	16.92 a
<b>G151</b>	7.92 ab	13.08 ab	15.42 a	15.67 ab	16.67 ab	16.67 ab
<b>G110</b>	8.33 a	12.75 ab	13.92 abc	14.25 abc	15.25 abc	15.25 abc
<b>G69</b>	7.17 ab	11.58 ab	14.25 abc	14.50 abc	15.50 abc	15.50 abc
<b>G46</b>	7.67 ab	11.75 ab	13.00 abc	13.17 bc	14.17 bc	14.17 bc
<b>(T) sureño</b>	6.75 a	11.67 ab	13.33 abc	13.42 c	14.42 c	14.42 c

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ ) según el método de Duncan

De acuerdo con Valle y Toledo (2003), En una evaluación de 24 líneas de sorgo granífero, a los 73 días después de la siembra, el mejor genotipo presentó un diámetro de 13.7 milímetros. Luna y Laguna (2004) evaluaron 30 genotipos de sorgo forrajero a los 70 días después de la germinación, el mayor diámetro que presentaron fue de 19 mm. Según Enríquez y Torrez (2010) señalan que a los 45 días después de la siembra, 10 líneas de sorgo granífero promediaron 17 mm.

Los resultados obtenidos señalan que el diámetro presenta una tendencia inversamente proporcional a la altura. Haciendo referencia a los genotipos con los mayores diámetros. Esto explica que en nuestro estudio los diámetros de los genotipos fueron menores porque las plantas presentaron mayor altura.

### 5.3 Longitud de la hoja (centímetro) de 15 genotipos de sorgo negro (*S. alnum* Parodi) y sorgo sureño (*S. bicolor* L.) como testigo

Se muestra la longitud de la hoja de las plantas de sorgo negro (Cuadro 4). Apareciendo diferencias estadísticas ( $p < 0.05$ ), entre los tratamientos evaluados. Siendo los genotipos G69, G110, G171, G256, G283 y G239 el que encabezó la mayor longitud a partir de los 64 dds después de la emergencia, superando al GT con 104.33 cm en un 12.4% mayor de longitud de la hoja el G239 con respecto al GT a los 92 dds después de la emergencia, presenta una hoja corta al inicio de su crecimiento, que al madurar la planta pierde la capacidad de tener mayores longitudes de hoja.

**Cuadro 4.** Longitud de la hoja (cm) de 15 genotipos de sorgo negro (*S. alnum* Parodi) y sorgo sureño (*S. bicolor* L.) como testigo, a partir de los 22 hasta los 92 dds después de la emergencia con intervalos de 14 dds entre cada toma de datos. Juigalpa, Chontales. Primera 2021.

Genotipos	LH22	LH36	LH50	LH64	LH78	LH92
<b>G284</b>	40.88 c	76.33 de	93.33 b	98.50 cd	101.58 c	107.00 abc
<b>G283</b>	50.27 ab	86.83 abc	99.83 ab	108.42 a	112.42 a	116.08 a
<b>G276</b>	50.75 ab	82.58 abcd	93.33 b	99.33 cd	103.33 bc	107.67 abc
<b>G256</b>	51.11 ab	92.00 a	101.58 a	107.75 ab	112.00 a	116.00 a
<b>G239</b>	49.82 abc	89.96 ab	100.17 ab	109.50 a	113.67 a	117.25 a
<b>G238</b>	48.30 abc	89.17 ab	95.08 ab	99.92 cd	103.92 bc	107.92 abc
<b>G221</b>	49.00 abc	78.25 cd	85.83 c	97.00 cd	102.33 bc	105.50 bc
<b>G182</b>	50.77 ab	85.75 abcd	93.25 b	100.33 bcd	104.17 bc	100.92 c
<b>G181</b>	50.61 ab	83.63 abcd	95.08 ab	102.33 abcd	106.92 abc	110.17 abc
<b>G172</b>	55.71 a	84.58 abcd	93.46 b	99.83 cd	103.08 bc	107.33 abc
<b>G171</b>	42.76 bc	80.92 bcd	93.25 b	102.83 abcd	107.25 abc	111.25 ab
<b>G151</b>	50.80 ab	85.67 abcd	93.50 b	102.08 abcd	106.92 abc	110.25 abc
<b>G110</b>	52.40 a	82.92 abcd	94.92 ab	104.75 abc	109.92 ab	114.00 ab
<b>G69</b>	46.75 abc	85.50 abcd	95.08 ab	104.25 abc	108.00 abc	112.08 ab
<b>G46</b>	50.51 abc	84.42 abcd	94.92 c	100.42 d	106.17 c	110.25 bc
<b>(T) sureño</b>	48.73 ab	69.42 e	85.00 ab	95.58 bcd	100.25 abc	104.33 abc

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ ) según el método de Duncan

Tomando en cuenta a Quiñones (1998) quien da a conocer que este sorgo granífero a los 80 días, el largo de la hoja promedio es de 79.63 cm. De acuerdo con Mesa (2004) indica que a los 86 dds el sorgo negro obtuvo una longitud de hoja 78.5 cm, Ávila y Pérez (2017) determinaron que cultivares de sorgo forrajero a los 70 dds después de la siembra presentaron 74.95cm de largo de la hoja.

Si bien es cierto que los estudios anteriores reportan menores longitudes de hoja con menor número de días, los datos del presente estudio muestran que los genotipos de sorgo negro evaluados superan en más de 35 centímetros el largo de hoja a los genotipos evaluados por otros autores esto indica que nuestros genotipos están presentando buena adaptación a las condiciones de clima y suelo del sitio donde se establecieron. La mayor longitud de hoja aporta mayor forraje por planta y por unidad de superficie.

#### 5.4 Ancho de la hoja (milimetro) de 15 genotipos de sorgo negro (*S. alnum* Parodi) y sorgo sureño (*S. bicolor* L.) como testigo

El ancho de la hoja de los tratamientos evaluados de sorgo negro (Cuadro 5). Los genotipos presentaron diferencias estadísticas ( $p < 0.05$ ) a partir de los 50 dds a los 92 dds después de la emergencia. El mayor ancho de hoja lo presentan el testigo sorgo sureño con 78.67 cm seguido por los G110, G151 con 74.08 y 73.00 cm respectivamente.

**Cuadro 5.** Ancho de la hoja (mm) de 15 genotipos de sorgo negro (*S. alnum* Parodi) y sorgo sureño (*S. bicolor* L.) como testigo, a partir de los 22 hasta los 92 dds después de la emergencia con intervalos de 14 dds entre cada toma de datos. Juigalpa, Chontales. Primera 2021.

Genotipos	AH22	AH36	AH50	AH64	AH78	AH92
<b>G284</b>	26.00 a	49.42 a	56.17 bc	60.00 b	64.00 bc	67.92 b
<b>G283</b>	27.67 a	53.50 a	58.17 abc	63.33 ab	67.00 abc	70.33 ab
<b>G276</b>	28.75 a	51.00 a	60.92 abc	65.33 ab	67.33 abc	71.58 ab
<b>G256</b>	30.58 a	54.25 a	57.67 abc	59.92 b	63.58 bc	67.25 b
<b>G239</b>	30.75 a	52.92 a	61.42 abc	66.17 ab	69.50 abc	72.92 ab
<b>G238</b>	30.25 a	48.75 a	55.25 bc	58.42 b	62.33 bc	64.67 b
<b>G221</b>	27.92 a	49.17 a	56.17 bc	59.58 b	63.83 bc	67.75 b
<b>G182</b>	28.50 a	47.17 a	53.67 c	58.00 b	60.17 c	63.42 b
<b>G181</b>	29.75 a	48.67 a	56.83 abc	61.92 ab	64.83 abc	68.58 ab
<b>G172</b>	29.25 a	48.75 a	52.50 c	57.33 b	61.17 bc	64.42 b
<b>G171</b>	25.58 a	50.17 a	61.83 abc	66.75 ab	69.42 abc	72.42 ab
<b>G151</b>	29.42 a	51.00 a	63.67 ab	66.08 ab	69.92 abc	73.00 ab
<b>G110</b>	30.67 a	50.08 a	59.75 abc	66.50 ab	70.75 ab	74.08 ab
<b>G69</b>	27.33 a	48.33 a	55.92 bc	59.92 b	62.00 bc	65.33 b
<b>G46</b>	30.58 a	48.83 a	53.92 bc	59.67 b	63.08 bc	65.92 b
<b>(T) sureño</b>	30.00 a	50.67 a	66.25 a	70.67 a	74.17 a	78.67 a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ ) según el método de Duncan

De acuerdo con Mesa (2004), indica que a los 86 dds el sorgo negro obtuvo un ancho de hoja de 58 mm, Ávila y Pérez (2017), expresa que a los 70 dds los cultivares de sorgo forrajero presentaron 75.4 mm, Quiñones (1998) indica que el sorgo granífero a los 80 dds el ancho de la hoja promedio es de 97.6 mm.

Cuando comparamos nuestros datos y los reportados por otros autores encontramos similitud para esta variable. Martín y Rivera (2004) plantean que este indicador es de gran importancia unido al largo de la hoja ya que en dependencia del área foliar de la planta se define la fotosíntesis que se realiza por las plantas. Esto incrementara la producción de biomasa por planta y por unidad de superficie.

### 5.5 Numero de hojas (unidades) de 15 genotipos de sorgo negro (*S. alnum* Parodi) y sorgo sureño (*S. bicolor* L.) como testigo

El número de hojas de los tratamientos evaluados de sorgo negro se presenta en el (Cuadro 6). Se encontró diferencia estadística ( $p < 0.05$ ) entre los genotipos de sorgo negro y el testigo sorgo sureño. Los genotipos G256 y G151 con 11.58 unidades de hojas a los 92 días fue el que obtuvo la mayor media, superando en más de una hoja al genotipo G284.

**Cuadro 6.** Numero de hojas de las plantas de 15 genotipos de sorgo negro (*S. alnum* Parodi) y sorgo sureño (*S. bicolor* L.) como testigo, a partir de los 22 hasta los 92 dds después de la emergencia con intervalos de 14 dds entre cada toma de datos. Juigalpa, Chontales. Primera 2021.

Genotipos	NH22	NH36	NH50	NH64	NH78	NH92
<b>G284</b>	5.58 b	6.42 C	7.92 b	8.92 b	9.92 b	9.92 b
<b>G283</b>	5.75 ab	6.92 abc	8.25 ab	9.17 ab	10.17 ab	10.17 ab
<b>G276</b>	5.67 ab	7.00 abc	8.42 ab	9.92 ab	10.83 ab	10.83 ab
<b>G256</b>	6.08 ab	7.75 A	9.25 a	10.42 a	11.42 a	11.42 a
<b>G239</b>	6.17 ab	7.42 Ab	9.17 a	10.17 ab	11.17 ab	11.17 ab
<b>G238</b>	5.58 b	6.67 Bc	8.67 ab	10.00 ab	11.00 ab	11.00 ab
<b>G221</b>	5.75 ab	7.50 Ab	8.75 ab	10.33 ab	11.33 ab	11.33 ab
<b>G182</b>	5.92 ab	7.17 abc	8.50 ab	9.75 ab	10.75 ab	10.75 ab
<b>G181</b>	6.00 ab	7.33 Ab	8.92 ab	10.00 ab	11.00 ab	11.00 ab
<b>G172</b>	5.75 ab	7.42 Ab	8.42 ab	9.58 ab	10.58 ab	10.58 ab
<b>G171</b>	5.75 ab	7.17 abc	9.00 ab	10.33 ab	11.33 ab	11.33 ab
<b>G151</b>	6.50 a	7.42 Ab	9.42 a	10.50 a	11.58 a	11.58 a
<b>G110</b>	5.92 ab	7.25 abc	9.33 a	9.83 ab	10.83 ab	10.83 ab
<b>G69</b>	6.25 ab	7.33 Ab	9.08 ab	10.33 ab	11.33 ab	11.33 ab
<b>G46</b>	5.58 ab	7.08 Ab	8.58 ab	9.83 ab	10.83 ab	10.83 ab
<b>(T) sureño</b>	6.00 b	7.42 abc	8.83 ab	9.75 ab	10.75 ab	10.75 ab

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ ) según el método de Duncan

Quiñones (1998) indica que a los 80 dds el número de hoja promedio del sorgo granífero 12 hojas. Según Enriquez y Torrez (2010) señalan que a los 45 días después de la siembra 10 líneas de sorgo granífero promediaron 8 hojas. Kapanigowda et al. (2013) alude que 18 líneas híbridas de sorgo granífero a los 30 días después de la emergencia promediaban 7 hojas.

El número de hoja es una importante variable, en la producción de sorgos forrajeros, ya que incrementa la porción de la planta donde se acumulan los mayores contenidos de proteína. Para las variables de crecimiento destaca el genotipo G256, lo que se refleja en mayor rendimiento de forraje verde (cuadro 8) y materia seca reportado (cuadro 10).

### 5.6 Días a Flor (Días) de 15 genotipos de sorgo negro (*S. alnum* Parodi) y sorgo sureño (*S. bicolor* L.) como testigo

El porcentaje de plantas florecidas de 15 genotipos de sorgo negro y el testigo sorgo sureño (Cuadro 7). Existe diferencia estadística ( $p < 0.05$ ), midió esta variable en tres momentos. La primera se clasifico como plantas precoces, la segunda intermedias y la tercera planta tardías, están clasificadas con intervalo de 15 días. Según su porcentaje de floración se puede observar que hubo diferencia estadística siendo el GT quien obtuvo mayor porcentaje de plantas precoces con 69.15 % y el G110 que presento un 33.73% entre los 50 y 80 días. Los genotipos que fueron más tardíos en su floración fueron los G283 y G284 con 92.71 y 98.48 % de plantas florecidas después de los 80 dds.

**Cuadro 7.** Registro del porcentaje de plantas florecidas de 15 genotipos de sorgo negro (*S. alnum* Parodi) y sorgo sureño (*S. bicolor* L.) como testigo, a partir de los 50 dds hasta los 75 dds después de la emergencia con intervalos de 15 días entre cada toma de datos. Juigalpa, Chontales. Primera 2021.

Genotipo	% de floración	% de floración	% de floración
	(50-65) días	(66-80) días	(81- a más) días
<b>G284</b>	0.22 e	1.29 g	98.48 a
<b>G283</b>	0.54 e	6.75 fg	92.71 ab
<b>G276</b>	3.37 cde	13.64 cdef	82.99 bcd
<b>G256</b>	2.96 cde	14.15 cdef	82.88 bcd
<b>G239</b>	0.84 e	9.15 efg	90.01 abc
<b>G238</b>	3.50 cde	19.43 bcd	77.08 def
<b>G221</b>	3.00 cde	16.88 bcde	80.13 cde
<b>G182</b>	0.50 e	8.90 efg	90.6 abc
<b>G181</b>	5.64 c	17.83 bcde	76.53 def
<b>G172</b>	5.30 cd	23.45 b	71.25 ef
<b>G171</b>	1.35 cde	9.62 efg	89.03 abc
<b>G151</b>	2.18 cde	11.30 def	86.51 bcd
<b>G110</b>	11.2 b	22.53 bc	66.26 f
<b>G69</b>	0.91 e	14.82 bcdef	84.27 bcd
<b>G46</b>	1.65 cde	15.52 bcdef	82.84 bcd
<b>(T) sureño</b>	16.08 a	53.07 a	30.84 g

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ ) según el método de Duncan

González et al. (2005), reportan que la floración de nueve cultivares de sorgo forrajero varió entre 46-63 dds. Kapanigowda et al. (2013) al evaluar 48 líneas híbridas de sorgo granífero, reportan la floración entre los 67 a 95. Pérez et al. (2018) reportó que la floración de sorgo forrajero es entre 95 a 114 días. Con respecto a los resultados anteriores, éstos reportan edades diferentes en cuanto al inicio de la etapa reproductiva. De los genotipos de sorgo negro el genotipo G110 es el que presenta mayor precocidad.

### 5.7 Producción de forraje verde (kg ha<sup>-1</sup>) por componentes de la planta a los 79 días de 15 genotipos de sorgo negro (*S. alnum* Parodi) y sorgo sureño (*S. bicolor* L.) como testigo

Los genotipos de sorgo negro, difirieron estadísticamente ( $p < 0.05$ ). Con respecto a la producción de forraje verde, de los componentes de planta (cuadro 8). Se encontró que el genotipo G256 obtuvo en hoja 17560,7, en tallo 39477,2, en panoja 3748,7 y planta entera para un total de 60786,6 (kg ha<sup>-1</sup>), siendo el genotipo con mayor producción de forraje verde.

**Cuadro 8.** Producción de forraje verde de componentes planta y planta entera de 15 genotipos de sorgo negro (*S. alnum* Parodi) y sorgo sureño (*S. bicolor* L.) como testigo, sobre la producción de forraje verde (kg ha<sup>-1</sup>) a los 79 dds después de la emergencia. Juigalpa, Chontales. Primera 2021.

Genotipos	Forraje verde (kg ha <sup>-1</sup> )			
	Hoja	Tallo	Panoja	Planta entera
<b>G284</b>	13381,2 ab	17444,5 d	0 e	30825,7 d
<b>G283</b>	15161,3 ab	26395,3 bcd	0 e	41556,6 bcd
<b>G276</b>	11794 b	22567,6 bcd	0 e	34361,6 cd
<b>G256</b>	17560,7 a	39477,2 a	3748,7 a	60786,6 a
<b>G239</b>	16813,1 ab	27390,1 bc	877,9 cde	45081,1 bcd
<b>G238</b>	14617,6 ab	23778,5 bcd	488,4 de	38884,5 bcd
<b>G221</b>	14023,7 ab	21924,7 cd	1408,3 cde	37356,7 bcd
<b>G182</b>	14669,3 ab	27734,9 bc	616,5 de	43020,7 bcd
<b>G181</b>	13696,4 ab	25945,7 bcd	1541,9 cd	41184 bcd
<b>G172</b>	16312,3 ab	32517,5 ab	714,9 de	49544,7 abc
<b>G171</b>	14206,5 ab	28252,1 bc	822,7 de	43281,3 bcd
<b>G151</b>	16533,1 ab	31107,1 abc	1294,5 cde	48934,7 abc
<b>G110</b>	16222,4 ab	28076,3bc	2209,9 bc	46508,6 bc
<b>G69</b>	15732,3 ab	28959,3 bc	1294,3 cde	45985,9 bc
<b>G46</b>	16891,2 ab	31086,3 abc	1850,3 cd	49827,8 ab
<b>(T) Sureño</b>	16508,7 ab	26764,3 bcd	3442,1 ab	46715,1 bc

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ ) según el método de Duncan

### 5.8 Porcentaje de materia seca de 15 genotipos de sorgo negro (*S. alnum* Parodi) y sorgo sureño (*S. bicolor* L.) como testigo.

Se determino el porcentaje de materia seca de los genotipos de sorgo negro (Cuadro 9). Obteniendo diferencia estadística ( $p < 0.05$ ). De tal forma, para la fracción hoja el genotipo G181 obtuvo 31%, para el tallo 32,1%, para la panoja el 54.7% mientras que para la panoja el G221 con 56.1%. Con respecto a la planta entera el G221 (30,8%) y G181 (30,6%), siendo igual estadísticamente, pero si presentando una diferencia numérica. Para esta variable siendo los dos genotipos de sorgo negro más superiores, superando al GT con 20.5 % de materia seca en un 49.3 %.

**Cuadro 9.** Porcentaje de materia seca de componentes de la planta y planta entera de 15 genotipos de sorgo negro (*S. alnum* Parodi) y sorgo sureño (*S. bicolor* L.) como testigo, sobre el porcentaje de materia seca a los 79 dds después de la emergencia. Juigalpa, Chontales. Primera 2021.

Genotipos	Porcentaje (%) de materia seca			
	Hoja	Tallo	Panoja	Planta entera
<b>G284</b>	28,3 abcd	27,9 abcd	0 e	27,7 bcd
<b>G283</b>	27,3 cd	20,6 efg	0 e	21,4 e
<b>G276</b>	30,3 ab	26,3 abcde	0 e	27,4 bcd
<b>G256</b>	29,3 abcd	19,6 fg	47,1 b	24,2 cde
<b>G239</b>	28,4 abcd	29,2 abc	38 cd	29,4 abc
<b>G238</b>	29,9 abc	26,8 abcde	43,8 bc	26,7 bcde
<b>G221</b>	28,2 bcd	31,5 ab	56,1 a	30,8 a
<b>G182</b>	30 abc	22,9 cdef	37,2 cd	24,8 cde
<b>G181</b>	31 a	32,1 a	54,7 a	30,6 a
<b>G172</b>	30,7 ab	25,6 bcdef	39,8 cd	27,3 bcd
<b>G171</b>	29 abcd	22,6 def	39,3 cd	25,1 cde
<b>G151</b>	27 d	24,7 cdef	36,8 cd	23,1 de
<b>G110</b>	29,2 abcd	31 ab	49,9 ab	30,3 ab
<b>G69</b>	29,8 abcd	28,2 abcd	50 ab	28,8 abcd
<b>G46</b>	27,3 cd	26,7 abcde	47,5 b	26,8 bcde
<b>(T) Sureño</b>	24,3 e	16,7 g	35,1 d	20,5 g

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ ) según el método de Duncan

El porcentaje de materia seca se calculó a partir de las muestras de forraje verde, se secó en horno de circulación forzada de aire a 70°C durante 96hrs (Anexo 6). Posteriormente el material se pesó y almaceno en bolsas Kraft y bolsas plásticas debidamente identificadas.

### 5.9 Producción de materia seca (kg ha<sup>-1</sup>) de 15 genotipos de sorgo negro (*S. alatum* Parodi) y sorgo sureño (*S. bicolor* L.) como testigo

Los resultados de la producción de materia seca kg ha<sup>-1</sup>, de los genotipos de sorgo negro (Cuadro 10). Presentaron diferencias estadísticas ( $p < 0.05$ ), el G256 en los componentes de hoja con 5174,4 y en panoja con 1762,4 kg ha<sup>-1</sup> mientras que el G172 con 8337,8 kg ha<sup>-1</sup> en el tallo y para planta entera los genotipos G46, G110, G172 y el G256 siendo el mayor con un total de 14760 kg ha<sup>-1</sup>.

**Cuadro 10.** Producción de materia seca de los componentes de la planta y planta entera de 15 genotipos de sorgo negro (*S. alatum* Parodi) y sorgo sureño (*S. bicolor* L.) como testigo, sobre la producción de materia seca (kg ha<sup>-1</sup>) a los 79 dds después de la emergencia. Juigalpa, Chontales. Primera 2021.

Genotipos	Materia seca (kg ha <sup>-1</sup> )			
	Hoja	Tallo	Panoja	Planta entera
<b>G284</b>	3788,5 ab	4754,2 cd	0 e	8542,7 e
<b>G283</b>	4068,2 ab	4864,9 cd	0 e	8933,1 de
<b>G276</b>	3579,9 b	5853,9 bcd	0 e	9433,8 de
<b>G256</b>	5174,4 a	7822,8 ab	1762,4 a	14760 a
<b>G239</b>	4813,1 ab	8141,2 ab	333,9 de	13288,4 abc
<b>G238</b>	4177,7 ab	6008,8 abcd	214,1 de	10400,6 bcde
<b>G221</b>	3904,5 ab	6818,3 abc	791,4 bcd	11514,2 abcde
<b>G182</b>	4351,4 ab	6093,7 abcd	229,3 de	10674, 4 bcde
<b>G181</b>	4164,1 ab	7660 ab	807,8 bcd	12632 abcd
<b>G172</b>	4931,2 ab	8337,8 a	284,9 de	13554 ab
<b>G171</b>	4118,7 ab	6447,8 abcd	324,1 de	10891 abcde
<b>G151</b>	4371,4 ab	6498,5 abcd	477,1 cde	11347 abcde
<b>G110</b>	4767,3 ab	8093,3 ab	1107,1 bc	13968 ab
<b>G69</b>	4539,4 ab	8106,3 ab	642,8 bcde	13288,5 abc
<b>G46</b>	4597,7 ab	7888,9 ab	885 bcd	13371,6 abc
<b>(T) Sureño</b>	4035,3 ab	4372,8 d	1203,6 ab	9611,7 cde

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ ) según el método de Duncan

Amador y Boschini (2000) manifiestan que a los 94 dds después de la germinación los rendimientos de materia verde de sorgo negro son de 30,590 kg ha<sup>-1</sup>. EL porcentaje de

materia seca presentado es de 19.77. El rendimiento por área fue de 6,050 kg MS ha<sup>-1</sup>. Cheves y Espinoza (2010) encontraron que el rendimiento de materia seca de sorgo forrajero a los 69 dds fue de 13,453 kg ha<sup>-1</sup>. El rendimiento de materia seca de sorgo forrajero a los 85 dds fue de 13, 940 kg ha<sup>-1</sup>, (Gonzales et al, 2005).

Los resultados del rendimiento de materia seca en kg ha<sup>-1</sup>, presentados por los diferentes autores varían de acuerdo a las edades de la planta.

Tomando en cuenta la producción de forraje verde kg ha<sup>-1</sup> y porcentajes de materia seca, con una misma edad de las plantas cosechadas, encontrados en el presente estudio de igual manera presentaron variabilidad en sus resultados.

De tal manera como se hace notar el G256, siendo superior en forraje verde (Cuadro 8). En cambio los G221 y G181 presentaron mayores resultados en porcentaje de materia seca (Cuadro 9). Cabe destacar que el G256 tan solo fue inferior en un 6,6% de materia seca, de lo contrario el G221 y el G181 fueron superados en rendimiento de forraje verde con 23429,9 kg ha<sup>-1</sup> y 19602,6 kg ha<sup>-1</sup> por el G256 (Cuadro 8). Por ende, se muestra la superioridad de dicho genotipo (Cuadro 10). La producción de materia seca está influenciada por el % de materia seca.

Según Carrillo y Ruiz (2004) plantean que los factores ambientales y genéticos afectan directamente la cantidad de materia seca producida por la planta. Estos son: Luz, CO<sub>2</sub>, temperatura, humedad y nutrientes, genéticos como la eficiencia de fotosíntesis, la estructura del dosel y el índice de área foliar.

### 5.10 Contenido de proteína cruda de 15 genotipos de sorgo negro (*S. alnum* Parodi) y sorgo sureño (*S. bicolor* L.) como testigo

Los resultados bromatológicos se obtuvieron, a partir de las muestras de materia seca de los componentes fraccionados de las plantas de sorgo negro (Cuadro 11). Del cual presentaron diferencia estadística ( $p < 0.05$ ), en la hoja el genotipo G182 presento 14,16% de proteína cruda, el (T) Sureño con 5,33% y el G284 con 5.23% de proteína cruda en el tallo, con respecto a la planta entera los genotipos G182 y G284 con 8.66% y 8.42% de proteína cruda respectivamente. Siendo los superiores en dichos componentes.

**Cuadro 11.** Contenido de proteína cruda de los componentes de la planta y planta entera de 15 genotipos de sorgo negro (*S. alnum* Parodi) y sorgo sureño (*S. bicolor* L.) como testigo, sobre el porcentaje de proteína cruda a los 79 dds después de la emergencia. Juigalpa, Chontales. Primera 2021.

Genotipos	% de proteína cruda		
	Hoja	Tallo	Planta entera
<b>G284</b>	12,35 cd	5,23 ab	8,42 a
<b>G283</b>	13,50 b	3,98 e	8,32 ab
<b>G276</b>	12,58 c	3,11 g	6,87 ef
<b>G256</b>	11,92 cde	4,63 d	7,83 c
<b>G239</b>	11,99cde	2,63 h	6,22 g
<b>G238</b>	11,64 def	5,08 bc	7,87c
<b>G221</b>	12,27 cd	3,48 f	6,85 ef
<b>G182</b>	14,16 a	4,67 d	8,66 a
<b>G181</b>	11,04 f	2,54 h	5,80 h
<b>G172</b>	11,02 f	4,55 d	7,02 ef
<b>G171</b>	11,33 ef	4,09 e	7,20 de
<b>G151</b>	11,88 cde	4,52 d	7,60 cd
<b>G110</b>	12,23 cd	5,16 bc	7,98 bc
<b>G69</b>	11,97 cde	5 c	7,61 cd
<b>G46</b>	8,41 h	5,08 bc	6,62 f
<b>(T) Sureño</b>	9,35 g	5,33 a	7,58 cd

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ ) según el método de Duncan

El sorgo negro de una plantación de tres años, con diferentes edades de rebrote presento a los 56 días 15,02%, 70 días 12,76% y 84 días 12,47% de proteína cruda, argumenta Elizondo (2004). Siendo superiores con respecto a los porcentajes de planta entera de los genotipos de sorgo negro evaluados. De acuerdo con Vargas (2005) el contenido de proteína cruda, presentó valores desde 10,86% hasta 14,77% (promedio 12,65%), muy similar a lo expuesto por Elizondo (2004). La diferencia con respecto a los genotipos de sorgo negro se puede atribuir a la madurez del forraje y a un cambio en la relación hoja: tallo.

### 5.11 Producción de proteína cruda (kg ha<sup>-1</sup>) de 15 genotipos de sorgo negro (*S. alnum* Parodi) y sorgo sureño (*S. bicolor* L.) como testigo

De acuerdo a los porcentajes de proteína cruda (Cuadro 11), más la producción de materia seca kg ha<sup>-1</sup> (Cuadro 10). Se encuentran directamente relacionados con los resultados de la producción de proteína cruda kg ha<sup>-1</sup> (Cuadro 12). Que presentaron diferencias estadísticas ( $p < 0.05$ ), en el cual los genotipos G110, G182, G239 y G256 superior en hoja con 609,83 kg ha<sup>-1</sup>, en tallo los genotipos G46, G69 y G110 siendo mayor con 418,95 kg ha<sup>-1</sup>, en panoja el G256 con 176,24 kg ha<sup>-1</sup> y en planta entera los G110 y G256 con un total de 1111,41 kg ha<sup>-1</sup> y 1145,41 kg ha<sup>-1</sup> de proteína cruda.

**Cuadro 12.** Producción de proteína de los componentes de la planta y planta entera de 15 genotipos de sorgo negro (*S. alnum* Parodi) y sorgo sureño (*S. bicolor* L.) como testigo, sobre la producción de proteína cruda (kg ha<sup>-1</sup>) a los 79 dds después de la emergencia. Juigalpa, Chontales. Primera 2021.

Genotipos	Proteína cruda (kg ha <sup>-1</sup> )			
	Hoja	Tallo	Panoja	Planta entera
<b>G284</b>	470,07 abc	245,72 def	0 e	715,79 de
<b>G283</b>	549,17 ab	192,57 ef	0 e	741,74 cde
<b>G276</b>	449,57abc	180,87 f	0 e	630,44 e
<b>G256</b>	609,83 a	359,34 abc	176,24 a	1145,41 a
<b>G239</b>	574,59 a	211,91 def	33,39 de	819,89 cde
<b>G238</b>	481,85 abc	306,48 bcd	21,42 de	809,75 cde
<b>G221</b>	477,71 abc	236,73 def	79,14 bcd	793,59 cde
<b>G182</b>	613,97 a	284,68 bcde	22,94 de	921,58 abcd
<b>G181</b>	464,02 abc	195,48 ef	80,79 bcd	740,29 cde
<b>G172</b>	542,50 ab	378,68 ab	28,50 de	949,67 abcd
<b>G171</b>	467,40 abc	263,20 cdef	32,41 de	763,01 cde
<b>G151</b>	527,04 abc	290,50 bcde	47,71 cde	865,25 bcde
<b>G110</b>	581,89 a	418,95 a	110,71 bc	1111,54 ab
<b>G69</b>	546,68 ab	406,20 a	64,29 bcde	1017,17 abc
<b>G46</b>	388,87 bc	403,34 a	88,50 bcd	880,71 bcde
<b>(T) Sureño</b>	368,38 c	235,21 def	120,36 ab	723,95 de

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ ) según el método de Duncan

**5.12 Proporción de los componentes de la planta y relación hoja-tallo de los 15 genotipos de sorgo negro (*S. alnum* Parodi) y sorgo sureño (*S. bicolor* L.) como testigo**

La relación hoja-tallo de los genotipos de sorgo negro (Cuadro 12). Fue definido por el peso del porcentaje de dichos componentes, que presentaron diferencias estadísticas ( $p < 0.05$ ), los genotipos G284 y G283 con 45,7% y 44,6%, el (T) sureño con 41,2%, en hoja, en tallo los G69, G1812, G239, G276 y G172 siendo el mayor con 61,4% respectivamente en tallo y panoja con 45,7% y 13,1 respectivamente en sus componentes, lo cual hace indicar que produjo la mejor relación hoja-tallo con 0,9%.

**Cuadro 13.** Proporción de los componentes de la planta y relación hoja-tallo de la planta de 15 genotipos de sorgo negro (*S. alnum* Parodi) y sorgo sureño (*S. bicolor* L.) como testigo con respecto al porcentaje del peso de los componentes hoja-tallo, a los 79 días después de la emergencia. Juigalpa, Chontales. Primera 2021.

<b>Porcentaje del peso de los componentes de la planta</b>				
<b>Genotipos</b>	<b>Hoja</b>	<b>Tallo</b>	<b>Panoja</b>	<b>Relación hoja-tallo</b>
<b>G284</b>	44,6 ab	55,4 cd	0 d	0,8 abc
<b>G283</b>	45,7 a	54,3 cd	0 d	0,8 ab
<b>G276</b>	39,6 bcde	60,4 ab	0 d	0,7 cdefgh
<b>G256</b>	35,1 def	52,9 d	12, a	0,7 cdefgh
<b>G239</b>	36,4 cdef	60,9 ab	2,7 bcd	0,6 efgh
<b>G238</b>	40,3 bcd	57,6 abc	2,1 cd	0,7 bcdef
<b>G221</b>	34,6 def	60,1 ab	5,3 bc	0,6 fgh
<b>G182</b>	41,1 abc	57 bc	2 cd	0,7 bcd
<b>G181</b>	33,3 f	60,9 ab	5,7 bc	0,5 h
<b>G172</b>	36,5 cdef	61,4 a	2,1 cd	0,6 efgh
<b>G171</b>	39,4 bcde	57,8 abc	2,7 bcd	0,7 cdefg
<b>G151</b>	39,5 bcde	57,9 abc	2,6 bcd	0,7 bcde
<b>G110</b>	35 def	58 abc	7 b	0,6 defgh
<b>G69</b>	34,4 ef	61,1 ab	4,5 bcd	0,5 gh
<b>G46</b>	37,1 cdef	57,7 abc	5,2 bc	0,7 cdefgh
<b>(T) Sureño</b>	41,2 abc	45,7 e	13,1 a	0,9 a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ ) según el método de Duncan

La difusión del cultivo de sorgo negro, se apoya en sus altos rendimientos de materia seca (MS)  $\text{ha}^{-1}$ . Además de la importancia de obtener un buen volumen de forraje, no menos relevante es la calidad que produce basándose en la relación hoja- tallo de las plantas.

### 5.13 Diferencia de la producción de materia seca (kg ha<sup>-1</sup>) de 15 genotipos de sorgo negro (*S. alnum* Parodi) y sorgo sureño (*S. bicolor* L.) como testigo

Los genotipos de sorgo negro evaluados en el presente estudio (Cuadro 14). Superan en producción de materia seca al testigo sorgo sureño, excepto los genotipos G284, G283 y G276 que fueron inferiores hasta en un 11%, equivalente 1069 kg ha<sup>-1</sup> de materia seca, pero en cambio el G256 fue superior en 53,6% equivalente a 5148,3 kg ha<sup>-1</sup> de materia seca.

**Cuadro 14.** Diferencia de la producción de materia seca de la planta entera (kg ha<sup>-1</sup>) de 15 genotipos de sorgo negro (*S. alnum* Parodi) y sorgo sureño (*S. bicolor* L.) como testigo, a los 79 dds después de la emergencia. Juigalpa, Chontales. Primera 2021.

Genotipos	Materia seca	Diferencia del rendimiento de	
	(kg ha <sup>-1</sup> )	materia seca con respecto al testigo	
	Planta entera	(kg ha <sup>-1</sup> )	(%)
<b>G284</b>	8542,7 e	-1069	-11,1
<b>G283</b>	8933,1 de	-678,6	-7,1
<b>G276</b>	9433,8 de	-177,9	-1,9
<b>G256</b>	14760 a	5148,3	53,6
<b>G239</b>	13288,4 abc	3676,7	38,3
<b>G238</b>	10400,6 bcde	788,9	8,2
<b>G221</b>	11514,2 abcde	1902,5	19,8
<b>G182</b>	10674, 4 bcde	1062,7	11,1
<b>G181</b>	12632 abcd	3020,3	31,4
<b>G172</b>	13554 ab	3942,3	41
<b>G171</b>	10891 abcde	1279,3	13,3
<b>G151</b>	11347 abcde	1735,3	18,1
<b>G110</b>	13968 ab	4356,3	45,3
<b>G69</b>	13288,5 abc	3676,8	38,3
<b>G46</b>	13371,6 abc	3759,9	39,1
<b>(T) Sureño</b>	9611,7 cde	0,0	0,0

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ ) según el método de Duncan

Los genotipos de evaluados en el presente estudio superan en producción de materia seca al sorgo sureño excepto los antes mencionados. La producción de biomasa esta influenciada por la altura de planta (Cuadro 2), grosor de tallo (Cuadro 3), longitud de hojas (Cuadro 4), y ancho de hojas (Cuadro 5).

#### 5.14 Diferencia de la producción de proteína cruda (kg ha<sup>-1</sup>) de 15 genotipos de sorgo negro (*S. alnum* Parodi) y sorgo sureño (*S. bicolor* L.) como testigo

Los genotipos de sorgo negro evaluados en el presente estudio (Cuadro 15). Superan en producción de proteína cruda al testigo sorgo sureño, excepto los genotipos G284 y G276 que fueron inferiores hasta en un 12,9%, equivalente 93,5 kg ha<sup>-1</sup> de proteína cruda, pero en cambio el G256 fue superior en 58,2% equivalente a 421,5 kg ha<sup>-1</sup> de proteína cruda.

**Cuadro 15.** Diferencia de la producción de proteína cruda de la planta entera (kg ha<sup>-1</sup>) de 15 genotipos de sorgo negro (*S. alnum* Parodi) y sorgo sureño (*S. bicolor* L.) como testigo, a los 79 dds después de la emergencia. Juigalpa, Chontales. Primera 2021.

Genotipos	Proteína cruda	Diferencia del rendimiento de proteína	
	(kg ha <sup>-1</sup> )	cruda con respecto al testigo	
	Planta entera	(kg ha <sup>-1</sup> )	(%)
<b>G284</b>	715,79 de	-8,2	-1,1
<b>G283</b>	741,74 cde	17,8	2,5
<b>G276</b>	630,44 e	-93,5	-12,9
<b>G256</b>	1145,41 a	421,5	58,2
<b>G239</b>	819,89 cde	95,9	13,3
<b>G238</b>	809,75 cde	85,8	11,9
<b>G221</b>	793,59 cde	69,6	9,6
<b>G182</b>	921,58 abcd	197,6	27,3
<b>G181</b>	740,29 cde	16,3	2,3
<b>G172</b>	949,67 abcd	225,7	31,2
<b>G171</b>	763,01 cde	39,1	5,4
<b>G151</b>	865,25 bcde	141,3	19,5
<b>G110</b>	1111,54 ab	387,6	53,5
<b>G69</b>	1017,17 abc	293,2	40,5
<b>G46</b>	880,71 bcde	156,8	21,7
<b>(T) Sureño</b>	723,95 de	0,0	0,0

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ ) según el método de Duncan

Por ende, al comparar la producción de proteína cruda  $\text{kg ha}^{-1}$  de los genotipos evaluados con respecto al sorgo sureño debemos de tomar en cuenta el porcentaje de proteína que estos producen dado que el G283 obtuvo  $678,6 \text{ kg ha}^{-1}$  de materia seca menos con respecto al testigo (Cuadro 14), pero produjo  $17,8 \text{ kg ha}^{-1}$  de proteína cruda más (Cuadro 15).

## VI. CONCLUSIONES

Se identifico a los genotipos G110, G171, G239 y G256 el cual presento la mayor altura siendo de 4.32 m, en DT los genotipos G151, G239, G256 y G171, presento el mejor diámetro con 16.92 mm, superando al GT con 14.42 en un 17%, en LH los genotipos G69, G110, G171, G256, G283 y G239 el que encabezó la mayor longitud, superando al GT con 104.33 cm en un 12.4%, el mayor AH lo presentan el GT con 78.67 cm seguido por los G110, G151 con 74.08 y 73.00 cm respectivamente, combinando estas características de crecimiento permitiéndoles presentar buena producción de forraje.

De los genotipos de sorgo negro con mayor precocidad está el G110, esto permite al genotipo alcanzar una mayor producción de materia seca antes de los 80 días.

En cuanto a la producción de materia seca el G256 en los componentes de hoja con 5174,4 y en panoja con 1762,4 kg ha<sup>-1</sup> mientras que el G172 con 8337.8 kg ha<sup>-1</sup> en el tallo y para planta entera los genotipos G46, G110, G172 y el G256 siendo el mayor con un total de 14760 kg ha<sup>-1</sup> supero en 53.6 % al sorgo sureño utilizado como testigo. En el caso del genotipo G110 presentó un incremento de materia seca sobre el testigo de 45.3%, en la producción de materia seca con 13,968 kg ha<sup>-1</sup>, en planta entera.

En el porcentaje de proteína cruda en la hoja el genotipo G182 presento 14,16% de proteína cruda, el (T) Sureño con 5,33% y el G284 con 5,23% de proteína cruda en el tallo, con respecto a la planta entera los genotipos G182 y G284 con 8,66% y 8,42% de proteína cruda respectivamente. Siendo los superiores en dichos componentes.

En la producción de proteína cruda en el cual los genotipos G110, G182, G239 y G256 superior en hoja con 609,83 kg ha<sup>-1</sup>, en tallo los genotipos G46, G69 y G110 siendo mayor con 418,95 kg ha<sup>-1</sup>, en panoja el G256 con 176,24 kg ha<sup>-1</sup> y en planta entera los G110 y G256 con un total de 1111,41 kg ha<sup>-1</sup> y 1145,41 kg ha<sup>-1</sup> de proteína cruda.

Podemos concluir que estos genotipos de sorgo negro presentan buenas características agronómicas, producción de forraje y calidad nutricional, siendo superiores al testigo.

## **VII. RECOMENDACIONES**

Establecer diseños en bloques completos al azar (DBCA) con estos genotipos en ambientes diferentes al de Juigalpa Chontales, para estudiar la interacción genotipo ambiente.

Registrar datos agronómicos, producción de materia seca y calidad nutricional en las zonas donde se llevarán a cabo los estudios los cuales serán en comunidades de los municipios de Acoyapa, Comalapa, Cuapa, La Libertad, Santo Tomás y Villa Sandino.

Lo anterior permitirá identificar genotipos adaptados a cada condición edafoclimática existente en la zona centro sur de Nicaragua.

De tal forma también implementar el conocimiento de esta variedad de sorgo negro a productores ganaderos de leche y carne de la región y la aceptabilidad en el consumo de esta alternativa alimenticia en el hato ganadero.

### VIII. LITERATURA CITADA

- Amador, A. L. y Boschini, C. (2000). Calidad nutricional de la planta de sorgo negro forrajero (*Sorghum alnum*) para alimentación animal. *Agronomía Mesoamericana*, 11(2), 79-84.
- Ávila, L. y Pérez, J. C. (2017). *Evaluación de cultivares de sorgo (Sorghum vulgares, l. Moench) en la ccs "José Manuel Rodríguez" del municipio Jesús Menéndez*. *Revista Digital de Medio Ambiente "Ojeando la agenda"*, 1989-6794, 47.
- Boschini, C. (2019). *Sorgo Forrajero para la alimentación del ganado lechero*. IV Congreso Nacional Forrajero presentado en el Centro de Convenciones Hotel Wyndham San José, Costa Rica.
- Camarena Mayta, F., Chura Chuquiya, J. y Blas Sevillano. (2014). *Mejoramiento genético y biotecnológico de plantas*. Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima-Perú
- Carrasco, N., Zamora, M. y Melin, A. (2011). Manual de sorgo. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). *Proyecto Regional Desarrollo de una Agricultura Sustentable en los Territorios del CERBAS*. Ministerio de Asuntos Agrarios. Buenos Aires, Argentina.
- Carrillo, J. y R, J. (2004). *Producción de forraje en sorgo y mijo: variables de crecimiento*. *Agronomía mesoamericana*. 15(1): 69-76.
- Censo nacional agropecuario (2011). *Informe final*. Nicaragua. Autor.
- Centro nacional de tecnología agropecuaria y forestal. (2007). *Guía técnica del cultivo de sorgo*. El Salvador: Autor.
- Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (1988). *La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos: Un manual metodológico de evaluación económica*. Edición completamente revisada. México D.F., México
- Celdran, D.J. (2017). *Ángel o Demonio: el sorgo negro surge como alternativa para ganaderos de zonas serranas*. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Villa Mercedes, San Luis, Argentina.
- Chevez Sanabria, E. y Espinoza Treminio, A. (2010). Efecto de cuatro densidades de siembra y niveles de fertilización nitrogenada sobre el rendimiento de biomasa

seca del sorgo forrajero. variedad inta forrajero en el periodo comprendido 2008 – 2009. (Tesis inédita de Ingeniería en Agroecología Tropical). Universidad Nacional Autónoma De Nicaragua, León, Nicaragua.

Demagnet Filippi, R., y Canales Cartes, C. (2020). *Manual: Cultivo del Sorgo Forrajero*. Universidad de la frontera, Chile.

Elizondo, J. (2004). *Consumo de sorgo negro forrajero (Sorghum alnum) en cabras*. *Agronomía Mesoamericana*, 15(1), 77-80.  
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=43715111>

Elizondo, J. (2005). *Calidad y consumo de sorgo negro forrajero (Sorghum alnum), ramio (Bohemeria nivea (L) Gaud) y mezcla de ambos*.  
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=269121675008>

Enrique, F. D. y Torres, N. J. (2010). *Comportamiento agronómico de 10 líneas precoces de sorgo negro (Sorghum bicolor (L.) Moench), Centro Experimental del Valle de Sébaco (CEVAS\_INTA), primera 2010*. Universidad Nacional Agraria, Nicaragua.

Fundación Antama (2022). *Estudio analiza cómo interactúa el medio ambiente y el genoma en el desarrollo de las plantas*. Universidad estatal de IOWA. Estados Unidos.

García, R. (2020). *Selección de 92 genotipos de líneas de sorgo negro (Sorghum x alnum Parodi) con alto rendimiento de forraje a partir de selección de progenie en Juigalpa-Chontales, 2020*. [Tesis de graduación no publicada]. Universidad Nacional Agraria, Juigalpa – Chontales, Nicaragua.

González, R. O., Sequera, W. Y. y Graterol, E. Y. (2005). *Comportamiento De Nueve Cultivares De Sorgo Forrajero En portuguesa*, Venezuela. *Pastos*, (2), 151-162.

Gutiérrez Trinidad, J. M. (2003). *El cultivo de sorgo (Sorghum vulgare spp.)*. (Monografía para optar al título de: Ingeniero Agrónomo en producción. Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro” División De Agronomía, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

- Información estadística (2019). *Software para análisis estadístico*.
- Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria. (2002). *Sorgo: Destino Forrajero*. Montevideo, Uruguay: Autor.
- Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria. (2009). *Guía tecnología del cultivo del sorgo*. Nicaragua: autor.
- Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. (2011). *Proyecto Regional Desarrollo de una Agricultura Sustentable en los Territorios del CERBAS*. Argentina: Autor.
- Kapanigowda, M. H., Aiken, R. M., Herald, T., Bean, S. y Little, C. R. (2013). *Analyses of sorghum [Sorghum bicolor (L.) Moench] lines and hybrids in response to early-season planting and cool conditions*. Canadian Journal of Plant Science, 93(773):78.
- Luna, H. A. y Laguna, R. J. (2004). *Evaluación preliminar de 30 genotipos de sorgo (Sorghum Bicolor L. Moench) para grano y forraje*. trabajo de tesis para optar al grado de Ingeniero Agrónomo Generalista. Universidad Nacional Agraria, Nicaragua.
- Ministerio Agropecuario y Forestal (2022). *Estudio nacional hato bovino 2022*. Nicaragua: autor.
- Martín, G. y Rivera, R. (2004). *Mineralización Del Nitrógeno De La Canavalia Ensiformis En Un Suelo Ferralítico Rojo De La Habana*. Cultivos Tropicales, 25(3),83-88. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193217916012>.
- Martínez Villa, J., Silva Sáenz, R. A. y Cuéllar Villarreal, E. (2005). *Guía para cultivar sorgo forrajero de riego para pastoreo, verdeo y henificado en el norte y centro de Coahuila*. Elaborado en el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias Centro de Investigación Regional del Noreste Campo Experimental Zaragoza, México.
- Márquez Sánchez, F. (1992). *Genotecnia vegetal, método teoría resultados, tomo 1*. Argentina
- Mengel, K. y Kirkby, E. (2000). *Principios de nutrición vegetal*. Instituto Internacional del Potasio. Basilea, Suiza.

- Mesa Muñoz, J. P. (2004). *Comparación de la morfología y la producción del sorgo negro forrajero (Sorghum almum) con dos cultivares de sorgo blanco en El Zamorano, Honduras*. (Tesis inédita de: para optar al título de Ingeniero Agrónomo en el Grado Académico de Licenciatura) Universidad en el Zamorano, Honduras.
- Milton Phoelman, J. y Allen Sleper, D. (2002). *Mejoramiento genético de las cosechas*. Limusa-México.
- Pérez, A. Saucedo, O. Iglesias, J. Hilda, B. Wencomo, Reyes, F. Oquendo, G. y Milián, I. (2010). *Caracterización y potencialidades del grano de sorgo (Sorghum bicolor L. Moench)*. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0864-03942010000100001#:~:text=Como%20las%20pl%C3%A1ntulas%20de%20sorgo,debe%20mantenerse%20limpio%20el%20cultivo.](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03942010000100001#:~:text=Como%20las%20pl%C3%A1ntulas%20de%20sorgo,debe%20mantenerse%20limpio%20el%20cultivo.)
- Pérez Hernández, A., Quero Carrillo, A.R., Escalante Estrada, J.A., Rodríguez González, M.T., Garduño Velázquez., S. y Miranda Jiménez, L. (2018). *Fenología, biomasa y análisis de crecimiento de cultivares de sorgo forrajero en valles altos*. *Agronomía Costarricense*, 42(2): 107-117.
- Quiñones, J. (1998). *Evaluación de 23 híbridos experimentales de sorgo (Sorghum bicolor l. Moench) bajo temporal y componentes que determinan el rendimiento en Xalisco, Nayarit*. Universidad De Guadalajara, México.
- Ruiz, J. y Carrillo, J. (2004). *Producción de forraje en sorgo y mijo: variables de crecimiento*. *Agronomía Mesoamericana*, 15(1),69-76. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=43715110>.
- Sobalvarro, J., Solís. A. y Ruiz, H. (2019). *Selección de 300 plantas elites de sorgo negro (Sorghum x almun Parodi) a partir del método de selección masal visual estratificada*. Universidad Nacional Agraria. Tipitapa-Managua, Nicaragua.
- Smith, E. (1960). *Sorghum Grass and Perennial Sweet Sorgrass for Alabama*. Agricultural Experiment Station. Aunurn University. Progress Report Series No. 78. April 1960.

- Vargas Rodríguez, C. F. (2005). *Valoración nutricional y degradabilidad ruminal de genotipos de sorgo forrajero (Sorghum sp)*. *Agronomía Mesoamericana*, 16(2) ,215-223.
- Valle, K. J. y Toledo, I. C. (2003). *Evaluación agronómica de veinticuatro líneas de sorgo (Sorghum bicolor L. Moench) en el municipio de Zambrano*. Universidad nacional agraria, Managua, Nicaragua.
- Vallejo Cabrera F. A. y Estrada Salazar E. I. (2002). *Mejoramiento Genético de Plantas. Selección masal y Selección de plantas individuales con prueba de progenie*. Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira. Marzo de 2002. ISBN: 958-8095-11-5. Impreso en los talleres gráficos de Impresora Feriva S.A. Calle 18 No. 3-33. Teléfono: 883 1595. Email:feriva@feriva.com. Cali-Colombia.
- Vega, P. (1972). *Efecto del medio-ambiente sobre la relación altura de mazorca-altura de planta en maíz (Zea mays L.)* *Agronomía tropical venezolana*, 22-05.
- WingChing, R., Rojas, A. y Quan, A. (2005). *Nitrógeno orgánico y químico en sorgo negro con cobertura permanente de maní forrajero. I. Características nutritivas y de producción*. *Agronomía Costarricense*, 29(1) ,29-39.
- Zúniga Reynoza, L., Maliaños Hallensleven, M. y Navarro Pérez, J. (2017). *Análisis económico en la producción de semilla de sorgo industrial en 3 variedades: Pinolero 1, INTA-CNIA, Tortillero Precoz / Categoría básica-registrada en el INTA-CNIA /Apante/ Periodo de riego 2016-2017*. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua recinto universitario “Carlos Fonseca Amador” UNAN-RUCFA, Managua, Nicaragua.

## IX. ANEXOS

### Anexo 1. Cronograma de actividades.

Actividad	Fecha (2021)		Responsables
	Inicio	Finalización	
Limpieza del terreno (Desmacollamiento)	15 de mayo	16 de mayo	Juan castro, Bernald Sobalvarro
Muestreo de Suelo (plaga)	19 de mayo	20 de mayo	Juan castro, Bernald Sobalvarro
Aplicación de herbicida (Glifosato 120 cc + Urea 250 gr, por bombada de 20 litros)	21 de mayo	21 de mayo	Juan castro, Bernald Sobalvarro
Preparación del terreno (Medición del terreno y labranza cero)	25 de mayo	26 de mayo	Juan castro, Bernald Sobalvarro
Instalación del sistema del riego por goteo	07 de junio	07 de junio	Juan castro, Bernald Sobalvarro
Siembra (Aleatoria)	10 de junio	10 de junio	Juan castro, Bernald Sobalvarro
Fertilización (12/30/10)	12 de junio	12 de junio	Juan castro, Bernald Sobalvarro
Muestro de plagas y enfermedades (Cogollero, hongos)	17 de junio	17 de junio	Juan castro, Bernald Sobalvarro
Control de maleza (cultural y mecánico) 1er, Aporque	24 de junio	24 de junio	Juan castro, Bernald Sobalvarro
Primer raleo	24 de junio	26 de junio	Juan castro, Bernald Sobalvarro
Muestro de plagas y enfermedades (Cogollero, hongos)	29 de junio	29 de junio	Juan castro, Bernald Sobalvarro
1er fertilización nitrogenada (Urea, 2 qq /Ha)	30 de junio	30 de junio	Juan castro, Bernald Sobalvarro
Control de plagas (Winner 6 sc, 8 cc por bombada de 20 litros)	30 de junio	30 de junio	Juan castro, Bernald Sobalvarro
Aplicación de fungicida (Rumba 28 sc, 15 cc por bombada de 20 litros)	30 de junio	30 de junio	Juan castro, Bernald Sobalvarro

Control de maleza (cultural y mecánico) 2do, Aporque	04 de julio	06 de julio	Juan castro, Bernald Sobalvarro
Estaqueado y selección de plantas	05 de julio	06 de julio	Juan castro, Bernald Sobalvarro
Aplicación de fungicida (Rumba 28 sc, 20 cc por bombada de 20 litros)	06 de julio	06 de julio	Juan castro, Bernald Sobalvarro
Primer levantamiento de datos (Variables de crecimiento)	07 de julio	07 de julio	Juan castro, Bernald Sobalvarro
Aplicación de fungicida (Rumba 28 sc, 30 cc + Ultra KP 100 gr, por bombada de 20 litros)	14 de julio	14 de julio	Juan castro, Bernald Sobalvarro
Control de plagas (Winner 6 sc, 8 cc por bombada de 20 litros)	17 de julio	17 de julio	Juan castro, Bernald Sobalvarro
Segundo raleo	19 de julio	20 de julio	Juan castro, Bernald Sobalvarro
2da fertilización nitrogenada (Urea, 20 cc (1L))	20 de julio	20 de julio	Juan castro, Bernald Sobalvarro
Segundo levantamiento de datos (Variables de crecimiento)	21 de julio	21 de julio	Juan castro, Bernald Sobalvarro
Muestreo de plaga (Cogollero)	22 de julio	22 de julio	Juan castro, Bernald Sobalvarro
Aplicación de fungicida (Rumba 28 sc, 20 cc por bombada de 20 litros)	22 de julio	22 de julio	Juan castro, Bernald Sobalvarro
Muestreo de plaga (Cogollero)	29 de julio	29 de julio	Juan castro, Bernald Sobalvarro
Muestreo de plaga (Pulgón amarillo)	30 de julio	30 de julio	Juan castro, Bernald Sobalvarro
Muestreo de plaga (Pulgón amarillo)	03 de agosto	03 de agosto	Juan castro, Bernald Sobalvarro
Tercer levantamiento de datos (Variables de crecimiento)	04 de agosto	04 de agosto	Juan castro, Bernald Sobalvarro

% de precocidad (N° de floración)	04 de agosto	29 de agosto	Juan castro, Bernald Sobalvarro
Muestreo de plaga (Cogollero)	05 de agosto	05 de agosto	Juan castro, Bernald Sobalvarro
Variables de rendimiento (Bloque-I)	27 de agosto	27 de agosto	Juan castro, Bernald Sobalvarro
Muestra de (Bloque-I) al horno	28 de agosto	28 de agosto	Juan castro, Bernald Sobalvarro
Variables de rendimiento (Bloque-II)	01 de septiembre	01 de septiembre	Juan castro, Bernald Sobalvarro
Variables de rendimiento (Bloque-III)	01 de septiembre	01 de septiembre	Juan castro, Bernald Sobalvarro
Variables de rendimiento (Bloque-IV)	02 de septiembre	02 de septiembre	Juan castro, Bernald Sobalvarro
Muestra de (Bloque-II) al horno	02 de septiembre	02 de septiembre	Juan castro, Bernald Sobalvarro
Muestra de (Bloque-III) al horno	06 de septiembre	06 de septiembre	Juan castro, Bernald Sobalvarro
Muestra de (Bloque-IV) al horno	10 de septiembre	10 de septiembre	Juan castro, Bernald Sobalvarro
Análisis estadístico de datos	12 de octubre	15 de octubre	Juan castro, Bernald Sobalvarro
Análisis bromatológico de muestras de materia seca	16 de diciembre	16 de diciembre	Laboratorio de suelo y agua LABSA-UNA
Elaboración de informe	12 de octubre	20 de diciembre	Juan castro, Bernald Sobalvarro

**Anexo 2. Presupuesto.**

<b>Concepto</b>	<b>Unidad de medida</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo unitario C\$</b>	<b>Costo total C\$</b>
<b>Semilla</b>				
Sorghum almun	Kg	1	540	540
<b>Sub total</b>				<b>540</b>
<b>Insumos</b>				
Glifosato	L	1	300	300
<b>Sub total</b>				<b>300</b>
<b>Fertilizantes</b>				
12-30-10	QQ	½	1600	800
Urea 46 %	QQ	½	1500	750
Ultra KP	Gr	100	250	250
<b>Sub total</b>				<b>1800</b>
<b>Insecticida</b>				
(Winner 6 sc)	L	1	350	350
<b>Sub total</b>				<b>350</b>
<b>Fungicida</b>				
(Rumba 28 sc)	L	1	300	300
<b>Sub total</b>				<b>300</b>
<b>Materiales de campo</b>				
Mecate de pelota	Unidades	8	10	80
Hojas tamaño carta	Unidades	100	1	100
Marcadores	Unidades	4	30	120
Marquinteí	Unidades	4	35	140
Cinta métrica	Unidades	2	60	120
Vernier	Unidades	2	150	300
Tabla de bitácora	Unidades	2	120	240
<b>Sub total</b>				<b>920</b>
<b>Equipo de campo</b>				

Mangueras de riego por goteo	Rollo	1	5000	5000
Bomba de mochila	Unidad	1	2000	2000
Bomba de motor	Unidad	1	45000	45000
Machete	Unidades	2	200	400
Azadón	Unidades	2	150	300
<b>Sub total</b>				<b>52700</b>
<b>Costo de servicios</b>				
Secado de muestras	Días de servicio	10	150	1500
Refrigeración de muestras	Días de servicio	10	100	1000
Análisis bromatológico	Servicio de muestras	1	1000	1000
<b>Sub total</b>				<b>3500</b>
<b>Mano de obra</b>				
Preparación de terreno	Días	3	200	600
Limpieza de terreno	Días	2	200	400
Instalación de sistema de riego	Días	2	200	400
Siembra	Días	2	200	400
Fertilización	Días	4	200	800
Control de plagas y enfermedades	Días	3	200	600
Control de malezas	Días	3	200	600
Riego	Días	30	150	4500
Caracterización	Días	14	200	2800
Procesamiento de	Días	6	200	1200

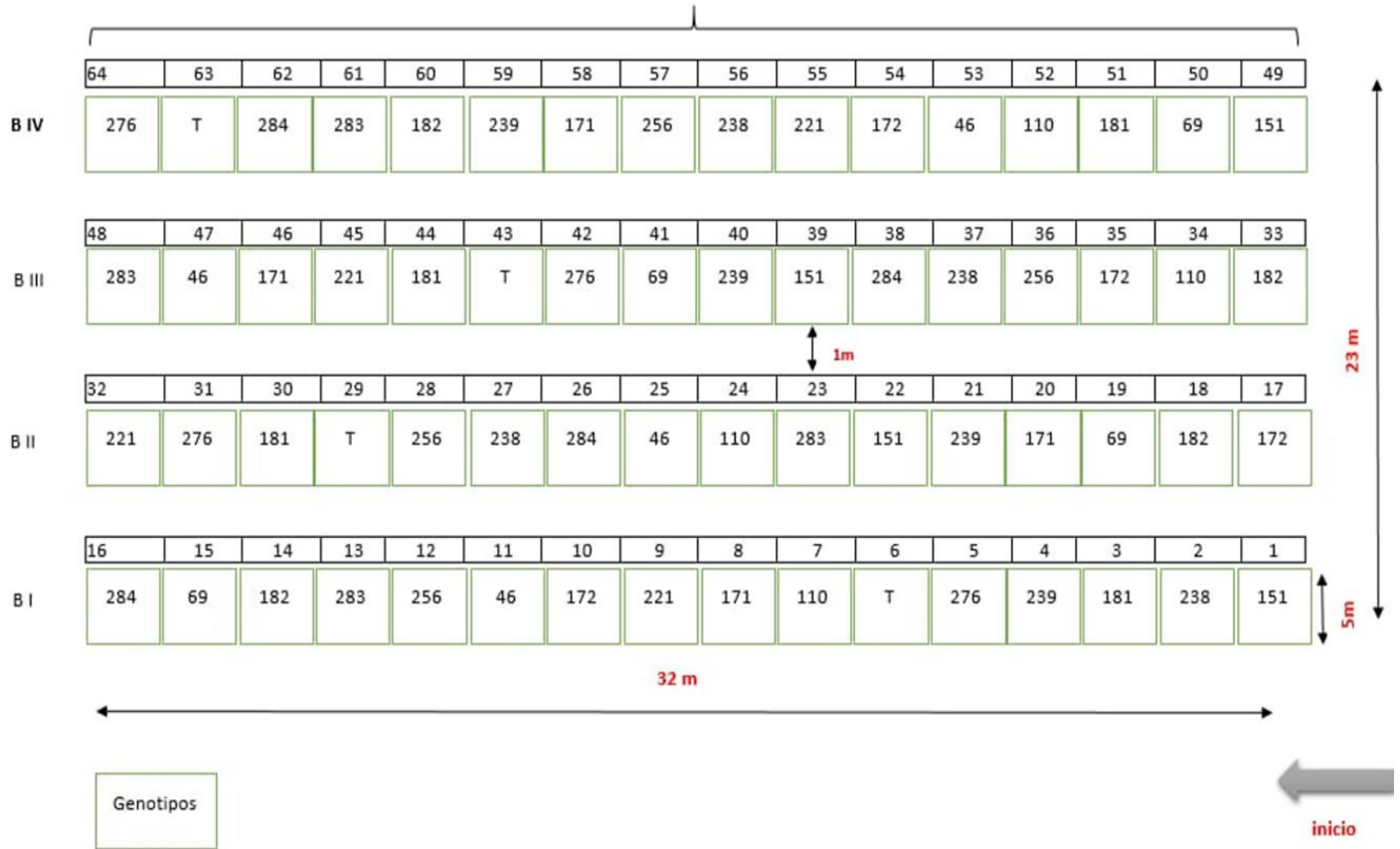
datos				
<b>Sub total</b>				<b>12300</b>
<b>Gran total</b>				<b>72710</b>

**Anexo 3.** Mapa estructural de diseño en bloques completo al azar (BCA).

**Diseño experimental**



NUMERO DE PARCELAS



**Anexo 4.** Preparacion del terreno, area de fitomejoramiento. Universiada Nacional Agraria (UNA), sede-Juigalpa.



**Anexo 5.** Sistema radicular de genotipos de sorgo negro con alta capacidad de rizomas de crecimiento.



**Anexo 6.** Procesó de contenido de materia seca, en el laboratorio de la UNA sede Juigalpa, en horno de circulación forzada de aire a 70°C durante 96hrs.



**Anexo 7.** Establecimiento del ensayo de genotipos de sorgo negro en comparación con su testigo sorgo sureño a los 50 días después de la siembra.

