



Por un Desarrollo Agrario
Integral y Sostenible

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
CENTRO UNIVERSITARIO REGIONAL UNA- JUIGALPA

Trabajo de Tesis

**Selección de genotipos de sorgo negro (*Sorghum x
almum* Parodi) con alto rendimiento de forraje a
partir del método prueba de progenie, Juigalpa-
Chontales, 2020**

Autor

Br. Robert Osmagni García Téllez

Asesores

M.Sc. Jorge Luis Sobalvarro Mena
M.Sc. Noel Duarte Rivas

Presentado a la consideración del honorable comité
evaluador como requisito final para optar al grado de
Ingeniero Agrónomo

Juigalpa, Nicaragua
Marzo, 2024



Por un Desarrollo Agrario
Integral y Sostenible

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
CENTRO UNIVERSITARIO REGIONAL UNA- JUIGALPA

Trabajo de Tesis

**Selección de genotipos de sorgo negro (*Sorghum x
almun Parodi*) con alto rendimiento de forraje a partir
del método prueba de progenie, Juigalpa-Chontales,
2020**

Autor

Br. Robert Osmagni García Téllez

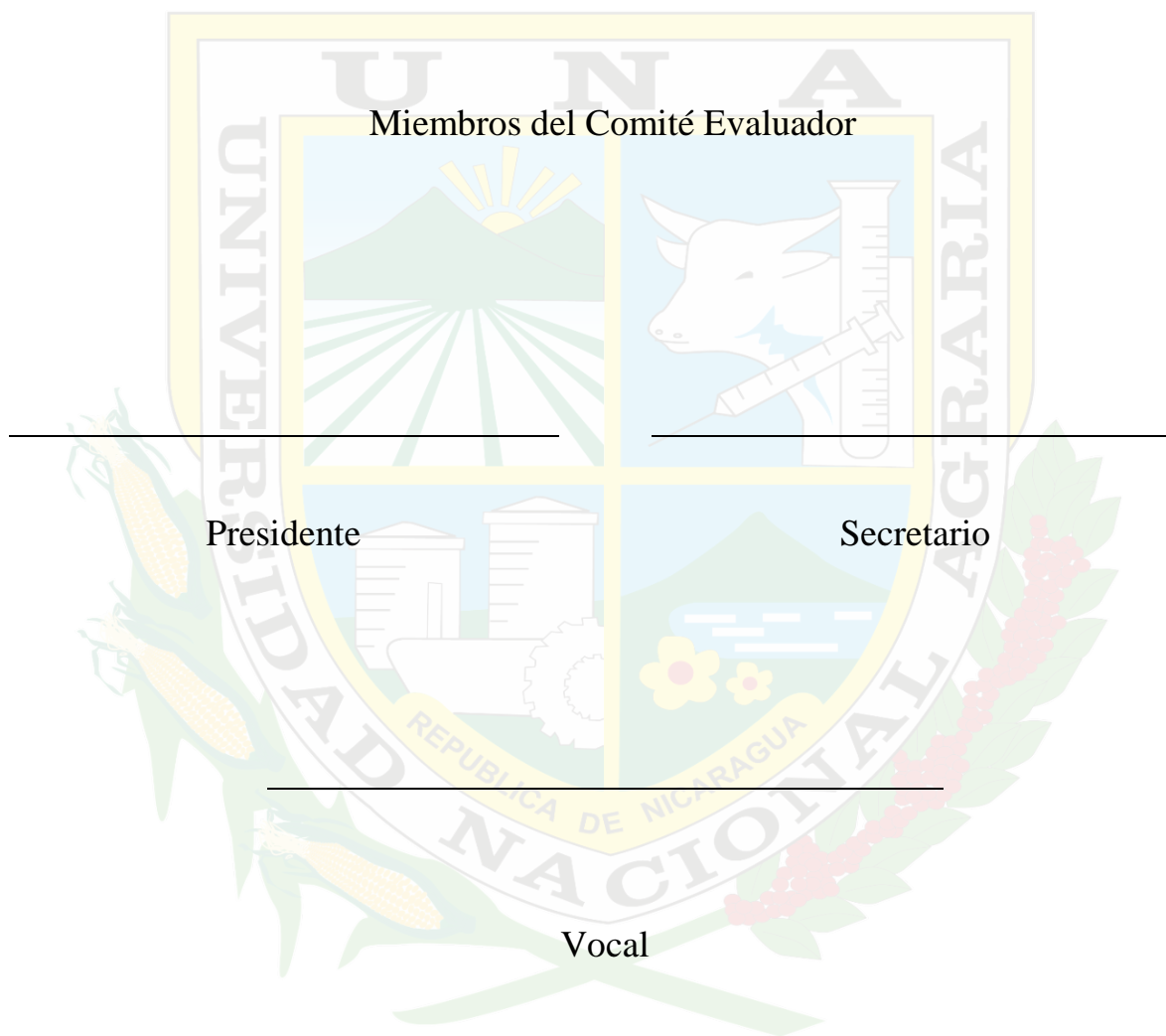
Asesores

M.Sc. Jorge Luis Sobalvarro Mena
M.Sc. Noel Duarte Rivas

Presentado a la consideración del honorable comité
evaluador como requisito final para optar al grado de
Ingeniero Agrónomo

Juigalpa, Nicaragua
Marzo, 2024

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



Universidad Nacional Agraria, Juigalpa, Chontales, Nicaragua 23 marzo 2024.

DEDICATORIA

A **Dios** por haberme permitido la vida y la fuerza para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseado.

A mi padre **Virgilio Roberto García Urbina**, que ha sido uno de los grandes motores de impulso en mi vida, desde mi infancia hasta la actualidad, por todos sus buenos consejos, los valores transmitidos y el ejemplo que para mí es. A mi madre **Martina del Rosario Téllez Obregón** por su apoyo incondicional.

A mis **hermanos** por haberme apoyado, por estar siempre presentes, acompañándome y por el apoyo moral, que me brindaron a lo largo de esta etapa de mi vida.

Br. Robert Osmagni García Téllez

AGRADECIMIENTO

A **Dios** por su infinito amor que gracias a él logre culminar mis estudios universitarios.

A demás quiero agradecer a mis tutores M.Sc. **Jorge Luis Sobalvarro Mena** y M.Sc. **Noel Duarte Rivas**, quien con sus conocimientos y apoyo me guiaron a través de cada una de las etapas de este proyecto para alcanzar los resultados que buscaba.

También quiero agradecer la **Universidad Nacional Agraria** por brindarme todos los recursos y herramientas que fueron necesarios para llevar a cabo el proceso de investigación. No hubiese podido arribar a estos resultados de no haber sido por su incondicional ayuda.

Por último, quiero agradecer a todos **mis compañeros** y a **mi familia**, por apoyarme aun cuando mis ánimos decaían. En especial, quiero hacer mención de **mis padres**, que persistentemente estuvieron ahí para darme palabras de apoyo y un abrazo reconfortante para renovar energías.

Br. Robert Osmagni García Téllez

ÍNDICE DE CONTENIDO

SECCIÓN	PÁGINA
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	ii
ÍNDICE DE CUADROS	v
ÍNDICE DE FIGURAS	vii
ÍNDICE DE ANEXOS	viii
RESUMEN	ix
ABSTRACT	x
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	3
2.1. Objetivo General	3
2.2. Objetivos Específicos	3
III. MARCO DE REFERENCIA	4
3.1. Origen y Distribución Geográfica del Sorgo Negro (<i>Sorghum x Alnum</i> Parodi)	4
3.2. Descripción	4
3.3. Nombres Comunes	4
3.4. Morfología	5
3.5. Ecología	5
3.6. Manejo del Cultivo	5
3.7. Propiedades Forrajeras del Sorgo Negro	6
3.8. Métodos de Mejoramiento Genético	6
3.8.1. La Selección	6
3.8.2. Selección Masal	6
3.8.3. La Selección Visual Individual	7
3.8.4. Selección de Plantas Individuales con Prueba de Progenie	7
IV. MATERIALES Y MÉTODOS	8
4.1. Ubicación del Estudio	8
4.2. Fecha de Inicio y Finalización de la Investigación	9
4.3. Diseño Experimental	9
4.4. Diseño de Tratamientos	9
4.5. Manejo del Ensayo	11
4.5.1. Preparación del Terreno	11

4.5.2.	Siembra	11
4.5.3.	Fertilización	11
4.5.4.	Control de Plagas y Enfermedades	11
4.5.5.	Control de Malezas	11
4.5.6.	Riego	11
4.6.	Datos o Variables Evaluados	12
4.6.1.	Variables Durante el Crecimiento del Cultivo	12
4.6.2.	Variables de Rendimiento	12
4.7.	Análisis de Datos	13
V.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	14
5.1.	Selección de Genotipos Mediante Prueba de Progenie	15
5.1.1.	Altura de Planta	15
5.1.2.	Diámetro de Tallo	17
5.1.3.	Número de Hojas	20
5.1.4.	Ancho de Hojas	22
5.1.5.	Longitud de Hoja	24
5.1.6.	Producción de Forraje Verde (kg ha ⁻¹)	26
5.1.7.	Porcentaje de Materia Seca	28
5.1.8.	Producción de Forraje en Base a Materia Seca (kg ha ⁻¹)	31
5.1.9.	Diferencia de los 15 Genotipos de Sorgo Negro Seleccionados Contra el Testigo con Respecto al Rendimiento de Materia Seca	34
5.1.10.	Diferencias en las Características Morfoagronómicas, Porcentaje de Materia Seca, Producción de Biomasa Verde y Seca de 15 Genotipos de Sorgo Negro Seleccionados	35
VI.	CONCLUSIONES	37
VII.	RECOMENDACIONES	38
VIII.	LITERATURA CITADA	39
IX.	ANEXOS	45

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO	PÁGINA
1. Datos de ambientes en donde se estableció el ensayo	8
2. Genotipos seleccionados para la evaluación prueba de progenie	10
3. Comportamiento presentado de 91 genotipos de sorgo negro (<i>Sorghum x almum</i> Parodi) y sorgo sureño (<i>Sorghum bicolor</i> L.), para la variable altura de planta	16
4. Estadística descriptiva para la variable altura de planta	17
5. Comportamiento presentado de 91 genotipos de sorgo negro (<i>Sorghum x almum</i> Parodi) y sorgo sureño (<i>Sorghum bicolor</i> L.) para la variable diámetro de tallo	19
6. Estadística descriptiva para la variable diámetro de tallo	20
7. Comportamiento presentado de 91 genotipos de sorgo negro (<i>Sorghum x almum</i> Parodi) y sorgo sureño (<i>Sorghum bicolor</i> L.) para la variable número de hojas	21
8. Estadística descriptiva para la variable número de hojas	22
9. Comportamiento presentado de 91 genotipos de sorgo negro (<i>Sorghum x almum</i> Parodi) y sorgo sureño (<i>Sorghum bicolor</i> L.) para la variable ancho de hojas	23
10. Estadística descriptiva para la variable ancho de hoja	24
11. Comportamiento presentado de 91 genotipos de sorgo negro (<i>Sorghum x almum</i> Parodi) y sorgo sureño (<i>Sorghum bicolor</i> L.) para la variable largo de hoja	25
12. Estadística descriptiva para la variable largo de hoja	26
13. Producción de forraje verde de 91 genotipos de sorgo negro (<i>Sorghum x almum</i> Parodi) y sorgo sureño (<i>Sorghum bicolor</i> L.) como testigo, sobre la producción de forraje verde (kg ha ⁻¹) a los 100 días después de la emergencia, Juigalpa, Chontales.	27

14.	Estadística descriptiva para la variable producción de forraje verde kg ha ⁻¹	28
15.	Porcentaje de materia seca de componentes de la planta y planta entera de 91 genotipos de sorgo negro (<i>Sorghum x almum</i> Parodi) y sorgo sureño (<i>Sorghum bicolor</i> L.) como testigo, sobre el porcentaje de materia seca a los 100 días después de la emergencia, Juigalpa, Chontales	30
16.	Estadística descriptiva para la variable porcentaje de materia seca	31
17.	Producción de materia seca de los componentes de la planta y planta entera de 91 genotipos de sorgo negro (<i>Sorghum x almum</i> Parodi) y sorgo sureño (<i>Sorghum bicolor</i> L.) como testigo, sobre la producción de materia seca (kg ha ⁻¹) a los 100 días después de la emergencia, Juigalpa, Chontales	32
18.	Estadística descriptiva para la variable producción de materia seca kg ha ⁻¹	33
19.	Diferencias de los 15 genotipos de sorgo negro seleccionados contra testigo y media	34
20.	Características de 15 genotipos de sorgo negro seleccionados a partir de variables de crecimiento y rendimiento	36

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA		PÁGINA
1.	Esquematización con prueba de progenie	7
2.	Ubicación de ensayo, prueba de progenie, Juigalpa. Tomada desde el portal app Google maps en línea (2020)	8

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO		PÁGINA
1.	Plantas seleccionadas por altura de planta y diámetro de tallo bajo la metodología de mejoramiento selección de plantas individuales	45
2.	Cronograma de actividades	48
3.	Diseño de campo de ensayo prueba de progenie	51
4.	Presupuesto total del proyecto	52
5.	Imágenes de la toma de las variables en ensayo prueba de progenie en Juigalpa, Chontales	54
6.	Registro de caracterización de las variables (Altura de planta, ancho de hoja, largo de hoja, número de plantas y diámetro de tallo), que fueron evaluadas	54
7.	Registro de la toma de datos en rendimiento de forraje verde y rendimiento de biomasa seca	55

RESUMEN

Con el objetivo de seleccionar genotipos de sorgo negro (*Sorghum x almun* Parodi) de alto rendimiento de forraje a través del método prueba de progenie, se llevó el presente estudio Juigalpa, Chontales, 2020. Se registraron variables agronómicas relacionadas con el rendimiento forrajero, producción forrajera y variabilidad en las variables evaluadas de los 91 genotipos de sorgo negro. Para obtener el efecto de las variables de crecimiento y la medición de la variabilidad de los genotipos en estudio, se utilizó el programa Microsoft Excel. A los 100 días después de la emergencia altura de planta (**AP**), sobresalieron los genotipos G110 con 3.99 m, G256 con 3.89 m, diámetro de tallo (**DT**) destacaron G256 con 16.50 mm, G110 con 16.30 mm, número de hojas (**NH**) G69 con 13.7 hojas, G110 con 12.10 hojas y G256 con 11.7 hojas, el testigo registro 8 hojas, ancho de hoja (**AH**) sobresalieron G276 con 7.20 cm, G238 con 7.07 cm, el testigo presento 3.90 cm y largo de hoja (**LH**) destacaron G238 con 98.00 cm, G110 con 97.00 cm y G256 con 96.00 cm, en la producción de **forraje verde (kg ha⁻¹)** a los 100 días G110, G256 y el G46, mostraron los registros con 32,157.96 kg ha⁻¹, 31,548.11 kg ha⁻¹ y 31,328.47 kg ha⁻¹ respectivamente, en **porcentaje de materia seca** G286 y el G256 mostraron mayor contenido con 44.04% y 43.86 % respectivamente, el testigo presento 37.00 %, y en producción de **materia seca (kg ha⁻¹)** sobresalen G256, G110 y el G46 con 13,837 kg ha⁻¹, 13,233 kg ha⁻¹ y 12,876 kg ha⁻¹ respectivamente, superando al testigo que registró 9,011.1 kg ha⁻¹. Las variables con mayor variabilidad fueron altura de planta 0.34 m, diámetro de tallo 1.56 mm, ancho de hoja 0.73 cm, producción de forraje verde 4,995.88 kg ha⁻¹ y producción de materia seca 1,778.23 kg ha⁻¹, los que presentaron una intermedia variabilidad fueron número de hojas y porcentaje de materia seca y los que presentaron una baja fue longitud de hoja. Con base en las variables evaluadas los genotipos G284, G283, G276, G256, G239, G238, G221, G182, G181, G172, G171, G151, G110, G69 y G46, presentaron mejores rendimientos de materia seca que el resto de genotipos lo se propone utilizarse en los siguientes procesos de mejora genética.

Palabras clave: Sorgo negro, genotipo, selección, prueba de progenie, forraje, rendimiento.

ABSTRACT

With the objective of selecting genotypes of black sorghum (*Sorghum x almun Parodi*) with high forage yield through the progeny test method, this study was carried out Juigalpa, Chontales, 2020. Agronomic variables related to forage yield, production forage and variability in the evaluated variables of the 91 black sorghum genotypes. To obtain the effect of the growth variables and the measurement of the variability of the genotypes under study, the Microsoft Excel program was used. At 100 days after emergence, plant height (**AP**), genotypes G110 stood out with 3.99 m, G256 with 3.89 m, stem diameter (**DT**), G256 stood out with 16.50 mm, G110 with 16.30 mm, number of leaves (**NH**) G69 with 13.7 leaves, G110 with 12.10 leaves and G256 with 11.7 leaves, the control recorded 8 leaves, leaf width (**AH**) stood out G276 with 7.20 cm, G238 with 7.07 cm, the control presented 3.90 cm and leaf length (**LH**) G238 stood out with 98.00 cm, G110 with 97.00 cm and G256 with 96.00 cm, in the production of **green forage** (kg ha⁻¹) at 100 days G110, G256 and G46, showed the records with 32,157.96 kg ha⁻¹, 31,548.11 kg ha⁻¹ and 31,328.47 kg ha⁻¹ respectively, in **percentage of dry matter** G286 and G256 showed higher content with 44.04 % and 43.86 % respectively, the control presented 37.00 %, and in **dry matter production** (kg ha⁻¹) G256, G110 and G46 stand out with 13,837 kg ha⁻¹, 13,233 kg ha⁻¹ and 12,876 kg ha⁻¹ respectively, surpassing the control that registered 9,011.1 kg ha⁻¹. The variables with the greatest variability were plant height 0.34 m, stem diameter 1.56 mm, leaf width 0.73 cm, green forage production 4,995.88 kg ha⁻¹ and dry matter production 1,778.23 kg ha⁻¹, which presented intermediate variability. were number of leaves and percentage of dry matter and those that presented a decrease were leaf length. Based on the variables evaluated, genotypes G284, G283, G276, G256, G239, G238, G221, G182, G181, G172, G171, G151, G110, G69 and G46, presented better dry matter yields than the rest of the genotypes. It is proposed to be used in the following genetic improvement processes.

Keywords: Black sorghum, genotype, selection, progeny test, forage, performance.

I. INTRODUCCIÓN

El sorgo es una gramínea de origen tropical que ha sido adaptada, a través del mejoramiento genético, a una gran diversidad de ambientes, siendo considerado uno de los cultivos mundiales de seguridad alimentaria (Carrasco y Zamora, 2011, p.7). Además, se utiliza para la alimentación ganadera ya sea como verdeo de verano bajo pastoreo directo diferido, como reserva en forma de silo de grano húmedo y de planta entera o como concentrado.

En Nicaragua, la ganadería posee una gran importancia, dada su contribución significativa en la economía del país, con un hato de cerca de seis millones de cabeza de ganado (MAG, 2022). A la par del incremento sostenido del número de cabezas de ganado también surge la necesidad de asegurar y mejorar la alimentación animal para alcanzar altos niveles productivos y de reproducción de manera sostenible (Vargas, 2008, p.233).

Una alternativa para mejorar la disponibilidad de alimentos es el sorgo negro (*Sorghum x almun* Parodi). Amador y Boschini-Figueroa (2000) en su trabajo sobre calidad nutricional de la planta de sorgo negro forrajero (*sorghum x almun* Parodi) para alimentación animal reportaron un rendimiento de 38 y 10.4 t/ha de forraje verde y seco, respectivamente a los 108 días después de la siembra. (p.81)

El incremento en la demanda de productos alimenticios, la expansión de la frontera agrícola y ganadera, la erosión del suelo y la contaminación de las aguas, el crecimiento estacional de los pastos debido a la estacionalidad de las lluvias, son algunos de los factores que han dirigido la investigación hacia la búsqueda de métodos alternos de producción de alimentos. Igualmente, Herrera-Campos et al. (2009) brindaron los siguientes contenidos en sorgo negro: materia seca (22.5%), proteína cruda (10.3%), extracto etéreo (1.5%), cenizas (8.2%), fibra neutro detergente (69.7%), fibra ácido detergente (43.5%), lignina (11.3%), celulosa (32.2%) y hemicelulosa (26.5%). (p.384)

Los resultados anteriores y otros (Wing-Ching, Rojas y Quan (2005) reflejan que el sorgo negro puede ser utilizado como insumo de bajo costo en los sistemas de producción lechera y engorde ganadero por su alta producción forrajera durante varios ciclos productivos, ciclos de cosecha cortos, resistencia a sequías y perfil nutricional. (p.30)

Sobalvarro et al. (2019), en Tipitapa, Managua de una plantación de 7.75 ha, de 300 plantas en este estudio se utilizaron los 91 genotipos superiores seleccionadas de 10 subparcelas del lote por altura de planta, diámetro de tallo y panojas libres de daños por ergot (*Claviceps purpurea*).

La caracterización de los 91 genotipos de sorgo negro fue realizada mediante la prueba de progenie y se utilizó el sorgo sureño como testigo. Se registraron variables de crecimiento de la planta, producción en forraje verde por hectárea en kilogramos (kg FV ha⁻¹), porcentaje de materia seca (% MS) y producción de forraje seco (kg MS ha⁻¹), mediante estos procesos de selección se obtienen genotipos promisoros.

Con la identificación de genotipos sobresalientes en las características asociadas a la producción de forraje, se pretende tener bases para continuar los procesos de mejoramiento genético del sorgo negro, con genotipos mejor adaptados y de mayor rendimiento forrajero.

II. OBJETIVOS

2.1. Objetivo General

Seleccionar genotipos de sorgo negro (*Sorghum x almum* Parodi), con alto rendimiento de forraje a través del método de mejora prueba de progenie, Juigalpa-Chontales, 2020.

2.2. Objetivos Específicos

Registrar características morfoagronómicas de las plantas relacionadas con la producción de forraje en 91 genotipos de sorgo negro a 100 días postemergencia.

Determinar la variabilidad de las variables en estudio de los 91 genotipos de sorgo negro con fines de selección de genotipos promisorios.

Identificar 15 genotipos con mayor producción de forraje y características morfoagronómicas superiores sobre la variedad sorgo sureño utilizado como testigo.

III. MARCO DE REFERENCIA

3.1. Origen y Distribución Geográfica del Sorgo Negro (*Sorghum x Alnum Parodi*)

Unos de los primeros escritores en publicar sobre el *sorghum x alnum* Parodi fue Smith (1960), en el cual detalla en su publicación:

Esta especie, detectada por primera vez en Argentina, se considera un híbrido natural entre *Sorghum halepense* (L.) Pers. (*Pasto Johnson*) y *Sorghum bicolor* (L.) Moench (sorgo en grano). Descubierta en Argentina hace unos 20 años, se ha cultivado en Australia, Nueva Zelanda y Sudáfrica, y se introdujo en los Estados Unidos a mediados de 1940. En el inicio el principal comercializador de semillas fue Australia y Nueva Zelanda en 1952. Además se ha introducido en algunos países del sudeste asiático, en particular Tailandia, pero solo de forma muy limitada. (p. 1)

A partir de 1970, el sorgo negro forrajero se extendió en la franja centroamericana, particularmente entre Panamá y Honduras. (Villegas, 1990, p.84).

3.2. Descripción

El sorgo negro es una planta perenne alta, que logra una altura de hasta 4,5 m. Con rizomas gruesos cortos, hojas anchas y cerosas. La inflorescencia es una panícula piramidal con ramas secundarias y terciarias. Pertenece a la familia de las Poaceae (alt. Gramineae), subfamilia: Panicoideae, tribu: Andropogoneae, subtribu: Sorghinae. (Smith, 1960).

3.3. Nombres Comunes

Al igual que ocurre con las especies vegetales, en América Latina su nombre común muestra una amplia variación sobresaliendo los siguientes nombres: capim cebada, capim masambará (portugués); alnum, garaví, garaví perenne, pasto Colón, pasto Columbus, pasto sorgo alnum, sorgo alnum, sorgo de cuatro años, sorgo negro, sorgo negro argentino, sorgo perenne, Sudán negro, Sudán perenne (Bruce, et al., 2005). Igualmente, su nombre común variará en dependencia de las traducciones que se realicen en cada país.

3.4. Morfología

El sorgo negro es una planta de vida corta con dos a tres macollos, de 2-4 m de altura y rizomas cortos, gruesos y curvados hacia arriba que producen nuevos brotes cerca del grupo parental (Heuzé et al., 2015, p.15), con tallos sólidos y concisos, de hasta 1 cm de grosor, en su mayoría sin ramificar; ganglios glabros o finamente pubescentes. Las láminas de las hojas son lineales con ápice ahusado, de 30 a 100 cm de largo, y de 0.5 a 4.0 cm de ancho. Las hojas y vainas son, generalmente, glabras excepto por los pelos cerca de la lígula membranosa. La panícula es piramidal, de 20 a 60 cm de largo y de 8 a 25 cm de ancho. Se pueden contabilizar de 130,000 a 180,000 semillas/kg.

Por otro lado, el sorgo negro presenta raíces adventicias, el tipo de la raíz es fibrosa. 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 (Gutiérrez, 2003, p.15), el sistema radicular está bien establecido de tal manera que para la época de madurez las raíces abastecen el área foliar y así permanecer latente durante largos periodos de sequía sin que las partes florales en desarrollo mueran.

3.5. Ecología

El sorgo negro, se adapta bien a suelos arcillosos pesados y áreas que reciben de 500 a 800 mm de lluvia. Puede tolerar la sequía y salinidad, siendo intolerante a los suelos anegados (Hacker, 1992, p.205). Este mismo autor menciona que crece mejor en suelos más pesados y bien drenados. El pH óptimo para sorgo negro oscila entre 5.0 y 8.5 y se comporta como una planta perenne de corta duración en suelos de baja fertilidad. Continuando, este autor resalta los contenidos razonablemente altos de nitrógeno en las hojas (3%).

3.6. Manejo del Cultivo

Es una planta predominantemente de polinización cruzada de días cortos. Puede comenzar a florecer 7-8 semanas después de la siembra y semillas abundantemente. Los informes sobre la capacidad de retención de semillas varían. (Heuzé et al., 2015, p.15), se menciona también que es apto para pastoreo rotativo ya que resiste el pisoteo. Valorado por su buena producción de semillas, facilidad de establecimiento. Produce abundante hierba de buena calidad, apta para heno, ensilaje o pastoreo.

3.7. Propiedades Forrajeras del Sorgo Negro

El sorgo negro proporciona un valioso forraje fresco que se utiliza como pasto o en sistemas de corte y transporte. Debe cortarse a 5 cm cada 6 a 12 semanas (Eurocrop, 2010), siendo un material resistente que permite la conservación, debido al alto contenido de sustancias solubles. Además, posee una gran habilidad para recuperarse de la sequía, es decir generar rebrotes (Owen y Moline, 1970, p.230). Esto último, permite varias cosechas (Araya, et al., 1997, p.91) y, por ende, una mayor disponibilidad y una mejor alimentación del ganado en los períodos secos del trópico.

Algo muy importante que describe Bruce et al., (2005), el sorgo negro es una especie de rápido crecimiento y alto rendimiento que se debilitará en 3 años. Produce heno y ensilado de buena calidad, aunque grueso, siempre que se corte en la etapa madura. Las semillas rinden de 0,3 a 1,6 t ha⁻¹.

3.8. Métodos de Mejoramiento Genético

El mejoramiento genético, se define como el conjunto de operaciones que partiendo de un grupo de individuos cuyas cualidades no se encuentran en una condición requerida, permite obtener otro grupo capaz de reproducirse (Nakayama, et al., 2018, p.9). Los métodos generales de mejoramiento son introducción, selección e hibridación. En lo que sigue se ampliará lo relacionados con los métodos de mejoramiento por selección.

3.8.1. La Selección

La selección, como método de mejoramiento, es un procedimiento que sigue el mejorador para separar los mejores genotipos de los menos favorecidos. Es un proceso discriminatorio de reproducción diferencial de determinados genotipos (Vallejo y Estrada, 2002, pp.203-204). Existen varios métodos de mejora de plantas por selección. En lo que sigue se describen brevemente algunos de ellos.

3.8.2. Selección Masal

Consiste en la selección visual de plantas particulares por sus características deseables, y las semillas que se cosechan de las plantas selectas se mezclan para hacer crecer la siguiente generación (Milton y Allen, 2002).

3.8.3. La Selección Visual Individual

Es una técnica que involucra la valoración y elección de individuos para la reproducción apoyándose en características fenotípicas observables (Vega, 1972).

3.8.4. Selección de Plantas Individuales con Prueba de Progenie

La selección de plantas individuales con prueba de progenie ha sido muy utilizada en la producción de nuevas variedades de especies autógamas, a partir de variedades locales antiguas, mantenidas por los agricultores durante muchas generaciones (Vallejo y Estrada, 2002, pp210-211.).

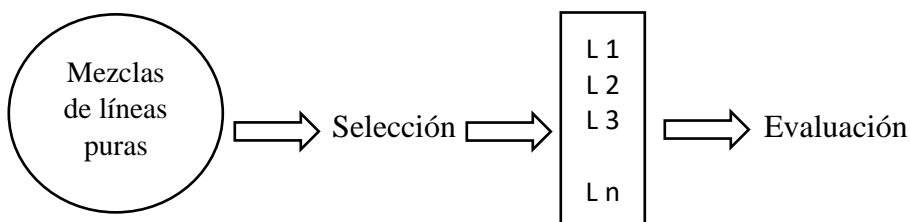


Figura 1. Esquematización del método de selección individual con prueba de progenies.

Las líneas componentes de una variedad local pueden ser muy semejantes en cuanto a su morfología, pero ser diferentes en cuanto a su valor agrícola. Lo anterior constituye la base para la selección de una nueva variedad estable. La selección de plantas individuales con prueba de progenie generalmente incluye tres etapas diferentes:

Primera etapa: Selección de un gran número de plantas individuales (líneas) dentro de la población original.

Segunda etapa: Siembra de las progenies de las plantas individuales seleccionadas con el fin de proceder a la evaluación.

Tercera etapa: se realizan experimentos con diseños experimentales, con repeticiones y testigo.

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Ubicación del Estudio

La evaluación de las 91 plantas individuales seleccionadas mediante la prueba de progenie, se realizó en el ciclo agrícola de primera del 2020, en el campo experimental de la Universidad Nacional Agraria, sede Juigalpa (Figura 2). Las características ambientales y geográficas del sitio de evaluación se presentan en el cuadro siguiente:

Cuadro 1. Variables ambientales y geográficas prevalecientes en el sitio de evaluación.

Ambiente	Temperatura promedio histórica (° C)	Precipitación acumulada 2019 (mm)	Altura (msnm)	Tipo de suelo	Coordenadas geográficas	
					Latitud Norte	Latitud Oeste
Juigalpa	26.4	1,184	130	Franco arcilloso	12° 06'	85° 22'

Datos tomados desde la aplicación de libre uso [app Handy GPS (free)] e Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER, 2019).

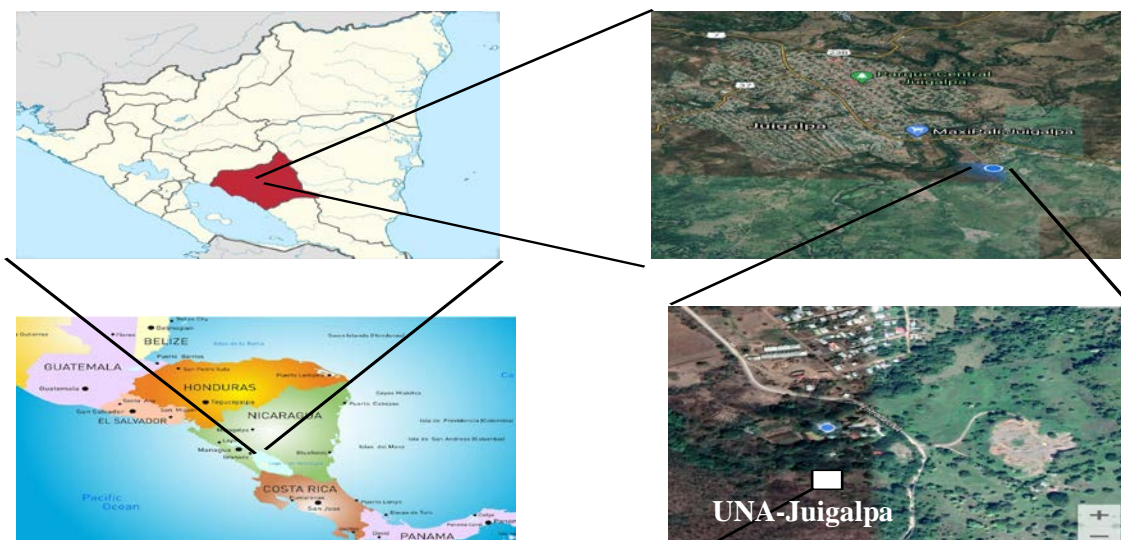


Figura 2. Ubicación de ensayo, prueba de progenie, Juigalpa. Tomada desde la aplicación móvil (app Google maps, 2020).

4.2. Fecha de Inicio y Finalización de la Investigación

Esta investigación inicio en el mes de mayo 2020 y finalizo en el mes de agosto 2021.

4.3. Diseño Experimental

Este estudio tiene un enfoque experimental ya que el objeto de estudio ha sido seleccionado por el investigador y, además, es de nivel explicativo ya que se pretende asociar el buen rendimiento de forraje a causas genéticas.

En campo se prepararon 100 surcos de 5 metros de longitud y separados a 1 m. El total de surcos se distribuyó en 4 parcelas de 25 surcos cada una y en ellos se sembró la semilla de cada uno de los 91 genotipos seleccionados incluyendo los surcos ocupados por la variedad testigo, sorgo sureño (*Sorghum bicolor* L). Los dos surcos de la variedad testigo se distribuyeron cada 10 surcos ocupados por los genotipos sujetos a evaluación. En cada surco se depositaron 250 semillas (50 x metro lineal). El área total del ensayo fue de 621 metros cuadrados (27 x 23 metros).

4.4. Diseño de Tratamientos

Los tratamientos o genotipos se obtuvieron en 2019, de la selección de plantas individuales en una población de sorgo negro originaria de Tipitapa, Managua. En esta población sembrada en 7.7 ha, se seleccionaron inicialmente 300 genotipos (ver anexo 1), en base a dos criterios: altura de planta y diámetro de tallo, dado que estas dos variables se correlacionan al rendimiento de forraje. La semilla de las plantas seleccionadas se guardó de manera individual en bolsas de papel Kraft. De las plantas antes seleccionadas se realizó una segunda selección en base a un tercer criterio: tolerancia a ergot (*claviceps purpurea*), algunas plantas presentaban afectación por este hongo y otras no, resultando en 91 genotipos (cuadro 2.) que son el objeto de estudio de esta investigación cuyas características se describen en el cuadro siguiente:

Cuadro 2. Genotipos seleccionados para su evaluación mediante prueba de progenie.

Gen	A P	D T	Gen	A P	D T	Gen	A P	D T
	(cm)	(mm)		(cm)	(mm)		(cm)	(mm)
G3	415	15	G167	470	17	G233	460	15
G10	424	17	G166	448	14	G234	417	15
G11	425	19	G158	480	15	G236	452	15
G15	415	17	G155	418	16	G238	447	15
G18	425	16	G152	480	16	G239	466	16
G23	424	17	G151	500	18	G244	410	15
G24	450	16	G150	467	15	G251	435	16
G37	440	20	G148	460	17	G256	475	16
G44	450	16	G142	432	14	G286	498	18
G46	467	16	G139	454	18	G284	460	17
G48	426	15	G138	500	16	G283	459	16
G63	466	17	G132	450	16	G282	455	16
G69	458	15	G131	437	16	G279	430	16
G91	460	16	G130	430	17	G278	475	14
G92	460	16	G126	450	16	G277	450	16
G101	456	16	G189	453	14	G276	450	16
G105	448	15	G190	458	16	G275	450	16
G107	480	17	G192	400	16	G274	460	15
G110	490	16	G194	436	18	G273	465	15
G111	470	15	G197	460	15	G269	450	16
G113	450	15	G206	474	16	G268	460	17
G114	475	17	G207	477	17	G267	480	15
G115	490	16	G210	453	25	G266	475	16
G187	445	17	G212	485	17	G264	480	15
G184	420	14	G215	430	15	G263	405	18
G182	464	14	G221	490	18	G262	455	15
G181	458	16	G227	480	16	G259	435	18
G173	460	15	G228	430	16	G254	450	15
G172	465	17	G229	460	16	G253	465	16
G171	450	19	G230	480	16	G252	475	18
G170	515	20						

Gen= Genotipos

AP (cm)= Altura de planta en centímetros

DT (mm)= Diametro de tallo en milímetro

4.5. Manejo del Ensayo

4.5.1. Preparación del Terreno

La preparación del terreno se realizó una semana antes de la siembra, utilizando el método de labranza mínima, este consistió en levantar los surcos con azadón y piochas. Al mismo tiempo se midió y estaquilló el terreno para el establecimiento de los surcos de cada genotipo.

4.5.2. Siembra

Antes de la siembra a las semillas de cada genotipo se aplicó Blindage® 60 FS (5 ml/kg). Posteriormente se sembraron manualmente en surcos distanciados a 1 m. En cada surco se depositaron 250 semillas.

4.5.3. Fertilización

Se aplicó abono completo 12-30-10 (dosis 60 kg/ha), una semana después de la siembra, posteriormente a los 25 días se aplicó la primera aplicación de urea y a los 50 días la última aplicación de urea (dosis 50 kg/ha).

4.5.4. Control de Plagas y Enfermedades

El control se realizó en la etapa más crítica de ataque de cogollero (*spodoptera frugiperda*), realizando un muestreo para luego aplicar adecuadamente la cantidad óptima del producto químico. Se aplicó winner™ 6 SC (Suspensión concentrada, Spinetoram 60 g/L) a razón 7 ml por bomba de 20 litros.

4.5.5. Control de Malezas

El control de malezas se realizó de manera manual con machete en dos momentos: a los 20 y 50 días después de la siembra.

4.5.6. Riego

El sistema de riego que se utilizó fue por goteo, utilizando una manguera por surco y una manguera por calle. El riego se aplicó de manera complementaria con 1 a 2 horas diario por día, en los momentos que fue requerido.

4.6. Datos o Variables Evaluados

4.6.1. Variables Durante el Crecimiento del Cultivo

La muestra estuvo constituida por 3 plantas tomadas al azar de la parcela útil de cada surco (3 metros lineales). Las mediciones se realizaron en cuatro momentos: a los 58, 71, 84 y 100 días después de la emergencia (dde) de las plántulas, cuando apareciendo las plantas sobre la superficie del suelo (4 días después de la siembra). Los datos se generaron sobre las mismas plantas las cuales se marcaron previamente con una cinta negra.

Altura de Planta (cm). Esta variable se registró midiendo con una cinta métrica la distancia la desde la base de la planta hasta la curvatura de la última hoja (antes de la floración) o la última espiguilla (durante la floración).

Número de Hojas (unidad). Se contabilizó la cantidad de hojas de cada una de las tres plantas que conformaban la muestra de estudio.

Diámetro de Planta (mm). Se registró con un pie de rey en la parte media de la planta en el centro del entrenudo, para esto se midió la altura total de la planta y se restó la mitad del valor.

Longitud de Hoja (cm). La longitud de la lámina de la hoja se registró en la cuarta hoja contándolas de arriba hacia abajo (antes que saliera la hoja de bandera) y contando la hoja de bandera hacia abajo, midiendo con una cinta métrica desde el punto A hasta B.

Ancho de Hoja (cm). Se midió la misma hoja que se tomó el dato de longitud de hoja, en la parte centro de la hoja, calculando el punto más ancho utilizando la misma cinta métrica que se usó en la toma de datos en las demás variables.

4.6.2. Variables de Rendimiento

Los datos de las variables que se describen a continuación se generaron una sola vez a los 100 días dde.

Rendimiento Forraje Verde (FV; kg ha⁻¹). Para esto se cortaron utilizando un machete, las tres plantas de la muestra a una altura de 5 cm sobre el nivel del suelo. Después se pesaron y se calculó la producción de biomasa verde total. Con esta información se calculó el valor promedio por planta. Seguidamente se calculó la densidad de plantas en la parcela útil en un área de 1 m². La cantidad de biomasa verde por parcela (o genotipo) se obtuvo al multiplicar

la cantidad de plantas/m² por la biomasa promedio por planta. Posteriormente el resultado se extrapoló a hectárea.

Rendimiento de Forraje en Base a Materia Seca (MS; kg ha⁻¹). Esta variable se calculó en una muestra de 200g obtenida de la cantidad total de forraje verde por genotipo (o parcela). Dicha muestra se secó en un horno a 70 °C, por un tiempo de 72 horas (tres días) posteriormente se pesó extrapolarlo su resultado a hectárea.

Porcentaje de Materia Seca (%). Para su cálculo se utilizó la siguiente ecuación

$$MS(\%) = \left(\frac{\text{Peso inicial de la muestra (g)} - \text{Peso final de la muestra (g)}}{\text{Peso inicial de la muestra (g)}} \right) \times 100$$

4.7. Análisis de Datos

El análisis de datos se realizó con Microsoft Excel, utilizados en las diferentes variables.

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la presente investigación se logró resolver los objetivos planteados, de 300 genotipos originales, se inició seleccionando 91 genotipos con características deseables que presentaban mayor altura de planta, mayor diámetro de tallo y mejor tolerancia a ergot (*claviceps purpurea*), posteriormente se sometieron a la técnica prueba de progenie, en la cual se identificaron los que aportaron mayor producción de forraje.

Se usan estrategias para lograr incrementos productivos, sustentadas en rendimiento y mejoramiento genético de especies forrajeras, algunos de estos métodos son selección basada en el fenotipo, conjuntamente con pruebas de progenies. (Andrés, 2005, p.1).

5.1. Selección de Genotipos Mediante Prueba de Progenie

A continuación, se presentan los resultados de las variables de los 91 genotipos de sorgo negro.

5.1.1. Altura de Planta

Según los resultados, los genotipos de sorgo negro que presentaron mayor altura a los 100 días fueron el G256 y G110 con 3.9 m y 3.9 m. Cabe de mencionar que estos dos genotipos siempre presentaron mayor altura de planta desde los 58 a los 100 días después de la emergencia, el testigo presentó una altura de planta de 2.44 m, los 15 genotipos que presentaron mayor altura al final del estudio (100 dde), fueron G256, G110, G151, G69, G46, G172, G239, G171, G284, G238, G283, G181, G276, G221 y G131 (cuadro 3.).

El análisis de la desviación estándar de los datos a los 100 días después de la emergencia. Los datos encontrados sugieren que los genotipos en estudio presentaron una alta variabilidad en cuanto altura de planta (cuadro 4.). Lo anterior es beneficioso en un programa de mejora genética utilizando el método de selección ya que fácilmente se pueden identificar individuos sobresalientes, considerando que, a mayor altura de las plantas, se registra mayor producción de forraje. (Moliterno, 1997, p.3).

En Cartago, Costa Rica a 1,542 msnm fueron registrados valores de altura de la planta sorgo negro de 2.74 m a los 150 días (Amador y Boschini, 2000, p.82), solamente 12 de los genotipos no superaran en valor reportado, considerando a la vez que el registro más tardío de este estudio fue a los 100 días y el reportado de 150 días, indicando que esta población supera en su mayoría en altura.

En Durango, México, a 1,100 msnm con la variedad de sorgo Silo Miel, se registraron valores de 3.4 m a los 105 días después de la emergencia (Granados, et al., 2020, p.12), 79 de estos genotipos fueron inferiores en esta variable a los genotipos evaluados, 12 genotipos fueron más altos en este estudio y a los valores de 3.13 m de las variedades de sorgo doble propósito CENTA S-2. CENTA S-3 y RCV a 90 días de evaluación cultivadas a 117 msnm en San Miguel, El Salvador, 14 de estos genotipos superaron los reportados por (Avilés y Guevara, 2007, p.92).

Cuadro 3. Comportamiento presentado de 91 genotipos de sorgo negro (*Sorghum x alnum* Parodi) y sorgo sureño (*Sorghum bicolor* L.), para la variable altura de planta.

genot ipo	altura de planta en m				Geno tipo	altura de planta en m				genot ipo	altura de planta en m			
	58 días	71 días	84 días	100 días		58 días	71 días	84 días	100 días		58 días	71 días	84 días	100 días
G3	1.7	2.1	2.3	2.8	G167	2.4	2.7	2.8	2.8	G234	2.0	2.5	2.7	2.9
G10	1.9	2.6	2.8	2.9	G166	2.1	2.7	2.8	2.9	G236	2.2	2.7	2.9	2.9
G11	2.1	2.8	2.8	2.8	G158	2.5	2.7	2.7	2.9	G238	2.5	2.6	2.9	3.6
G15	1.9	2.7	2.8	2.8	G155	2.2	2.6	2.8	2.9	G239	2.2	2.6	2.6	3.8
G18	1.8	2.5	2.6	2.4	G152	2.2	2.6	2.7	2.8	G244	2.0	2.5	2.6	2.9
G23	1.4	2.3	2.4	2.8	G151	2.4	2.6	2.7	3.8	G251	2.0	2.7	2.8	2.8
G24	1.2	2.2	2.7	2.8	G150	1.9	2.5	2.6	2.8	G256	1.8	2.5	3.1	3.9
G37	1.0	1.8	2.2	2.8	G148	2.1	2.6	2.6	2.8	G286	1.7	2.5	2.7	2.9
G44	1.6	2.4	2.6	2.7	G142	2.2	2.6	2.7	2.7	G284	1.6	2.3	2.6	3.6
G46	1.4	2.3	2.5	3.8	G139	2.1	2.8	2.8	2.9	G283	1.9	2.7	2.7	3.5
G48	2.4	2.5	2.5	2.7	G138	2.2	2.4	2.8	2.9	G282	2.1	2.5	2.7	2.9
G63	2.4	2.6	2.7	2.7	G132	2.2	2.5	2.8	2.9	G279	1.9	2.7	2.8	2.8
G69	2.3	2.8	3.0	3.8	G131	1.9	2.2	2.4	2.9	G278	2.2	2.4	2.9	2.9
G91	2.3	2.7	2.8	2.8	G130	2.1	2.8	2.9	2.9	G277	1.9	2.2	2.5	2.8
G92	2.2	2.7	2.7	2.8	G126	2.1	2.2	2.5	2.8	G276	1.8	2.5	2.7	3.3
G101	2.3	2.5	2.6	2.8	G189	1.8	2.3	2.4	2.4	G275	2.4	2.7	2.7	2.9
G105	2.2	2.7	2.8	2.9	G190	1.8	2.3	2.6	2.9	G274	2.1	2.7	2.8	2.8
G107	1.9	2.6	2.6	2.8	G192	1.7	2.2	2.4	2.9	G273	2.1	2.8	2.8	2.9
G110	2.3	2.4	2.6	3.9	G194	2.2	2.7	2.8	2.9	G269	2.2	2.7	2.8	2.8
G111	1.7	2.8	2.8	2.9	G197	1.9	2.1	2.6	2.9	G268	2.1	2.6	2.7	2.9
G113	2.0	2.5	2.9	2.9	G206	2.4	2.7	2.7	2.8	G267	2.3	2.7	2.7	2.9
G114	1.9	2.7	2.8	2.9	G207	2.3	2.6	2.7	2.8	G266	2.2	2.7	2.7	2.8
G115	1.7	2.6	2.6	2.8	G210	2.5	2.7	2.8	2.9	G264	2.1	2.6	2.9	2.9
G187	1.7	2.2	2.7	2.7	G212	2.4	2.7	2.9	2.9	G263	1.9	2.4	2.6	2.8
G184	2.0	2.3	2.3	2.4	G215	2.1	2.6	2.8	2.8	G262	1.8	2.4	2.7	2.8
G182	2.1	2.5	2.8	2.9	G221	2.1	2.5	2.9	3.0	G259	1.6	2.2	2.5	2.5
G181	1.8	2.4	2.7	3.3	G227	2.4	2.8	2.8	2.9	G254	1.7	2.2	2.7	2.8
G173	2.5	2.8	2.9	2.9	G228	2.5	2.6	2.7	2.8	G253	1.5	2.0	2.4	2.9
G172	2.1	2.5	2.6	3.8	G229	2.1	2.6	2.7	2.8	G252	1.4	1.7	2.0	2.5
G171	2.2	2.8	3.0	3.8	G230	1.7	2.2	2.3	2.7	test	1.7	2.4	2.5	2.4
G170	2.4	2.7	2.8	2.8	G233	2.0	2.5	2.7	2.8					

Cuadro 4. Estadística descriptiva para la variable altura de planta.

estadística	AP58	AP 71	AP84	AP100
promedio (m)	2.02	2.52	2.69	2.94
mínimo (m)	1	1.7	2	2.4
máximo (m)	2.5	2.8	3.1	3.9
desviación estándar (m)	0.31	0.30	0.18	0.34

AP= Altura de planta a los 58 días AP= Altura de planta a los 71 días

AP= Altura de planta a los 84 días AP= Altura de planta a los 100 días

5.1.2. Diámetro de Tallo

Los genotipos de sorgo negro que presentaron mayor diámetro de tallo a los 100 días fueron el G256 y G110 con 16.50 mm y 16.30 mm (cuadro 5.), cabe mencionar que ambos genotipos al inicio presentaron un diámetro de tallo intermedio, entre los 84 y 100 días se evidencia un mayor diámetro de estos genotipos en comparación a los restantes 89 genotipos.

La desviación estándar de la variable diámetro de tallo a 100 días después de la emergencia (cuadro 6.), indican que los genotipos en estudio, registraron una alta variabilidad en cuanto al diámetro de tallo, de esta población pueden seleccionarse los genotipos sobresalientes en esta variable.

En la variedad de sorgo granífero Luna y Laguna (2004), registraron diámetros de tallo de 12 mm a 19 mm en 30 genotipos de sorgo granífero, un resultado de 12 mm a 19 mm de diámetro, a 70 días después de emergencia (p.13), en este estudio a 70 días el registro osciló entre 6 mm y 13.3 mm (cuadro 6.).

Enríquez y Torres, (2010) en un estudio realizado de 10 líneas precoces de sorgo (*sorghum bicolor* (L) Moench), se obtuvo una media 17.8 mm a los 45 días después de germinado (pp.13-14.), superando los diámetros de tallos encontrados en el estudio, en sorgos con características diferentes a las de sorgo negro.

Los valores de diámetro de tallo medio registrado en este estudio oscilaron en los 91 genotipos evaluados a 58 días 5.7 mm a 12.7 mm, 71 días 6 mm a 13.3, 84 días 6.7 mm a 13.7 mm y 100 días 7.7 a 10.52 mm, se encuentran en concordancia con los encontrados por Amador y Boschini (2000), en cual registro valores de diámetro basal y apical de 10.83 mm y 6.75 mm a los 66 días,

10.68 mm y 5.78 mm, a 80 días, 13.20 mm y 6.75 mm a los 66 días, 10.68 mm y 5.78 mm a 80 días, 11.44 mm y 4.69 mm a 94 días y 13.20 mm y 3.70 mm a 108 días (p.82), entre la población de genotipos evaluados en el presente estudio superan los valores reportados por estos autores.

La variable diámetro del tallo explica la capacidad productiva de forraje verde y forraje seco de los genotipos de sorgo negro, los genotipos evaluados fueron seleccionados por su superioridad en diámetro de tallo y altura de planta, que estimulan mayor peso verde y peso seco en las plantas seleccionadas, sin embargo, debe considerarse el tipo de sorgo, dado que sorgos granífero de menor altura, poseen tallos con mayor diámetro y los sorgos forrajeros o doble propósito se caracterizan por tener alturas medias o altas y establecer a densidades de siembra mayores, que estimulan que el diámetro de tallo se reduzca y aumente la altura de planta en la búsqueda de luz. Los 15 genotipos que más sobresalieron en diámetro de tallo a los 100 dde fueron G256, G110, G46, G239, G182, G172, G221, G238, G284, G276, G181, G283, G69, G171 y G151 (cuadro 5).

Cuadro 5. Comportamiento presentado de 91 genotipos de sorgo negro (*Sorghum x alnum* Parodi) y sorgo sureño (*Sorghum bicolor* L.) para la variable diámetro de tallo.

genot ipo	diámetro de tallo en mm				genot ipo	diámetro de tallo en mm				genot ipo	diámetro de tallo en mm			
	58 días	71 días	84 días	100 días		58 días	71 días	84 días	100 días		58 días	71 días	84 días	100 días
G3	7.0	7.0	7.3	10.0	G167	9.3	9.7	10.3	10.3	G234	7.7	8.0	8.3	10.0
G10	9.0	9.3	9.6	10.3	G166	9.7	10.0	10.3	10.3	G236	8.3	8.7	9.0	10.7
G11	9.0	9.3	9.7	10.7	G158	9.3	9.3	10.0	10.7	G238	10.0	10.0	11.3	14.7
G15	9.0	9.7	10.0	10.3	G155	7.0	7.3	7.7	9.7	G239	10.3	10.7	11.7	14.9
G18	8.0	8.0	8.0	8.0	G152	6.7	7.3	8.0	10.0	G244	6.7	7.0	7.3	8.3
G23	9.0	9.3	10.0	10.3	G151	10.7	11.3	11.7	13.7	G251	8.0	8.0	8.7	8.7
G24	9.3	9.7	10.0	10.3	G150	7.7	8.7	8.7	9.7	G256	8.0	8.7	10.3	16.5
G37	9.7	10.0	10.3	10.3	G148	7.7	8.3	8.7	10.0	G286	8.3	8.7	10.0	10.0
G44	8.7	8.7	9.0	9.3	G142	7.3	7.7	8.0	9.3	G284	9.3	9.7	10.3	14.7
G46	7.0	9.7	10.0	15.3	G139	9.0	9.3	10.0	10.0	G283	10.0	10.3	10.7	13.9
G48	9.0	9.3	9.7	10.0	G138	8.0	8.0	8.3	8.7	G282	7.7	8.0	8.3	8.3
G63	9.3	10.0	10.3	10.3	G132	8.7	8.9	9.0	9.0	G279	9.0	9.3	9.7	9.7
G69	8.3	8.7	8.7	13.7	G131	7.7	7.7	8.0	9.3	G278	7.3	7.7	8.3	10.0
G91	6.7	7.0	7.7	10.0	G130	9.3	9.7	10.0	10.0	G277	7.0	7.0	7.7	10.1
G92	7.7	8.7	9.3	9.3	G126	8.0	8.3	8.7	8.7	G276	7.0	7.3	8.0	14.3
G101	8.0	8.3	8.3	9.0	G189	7.7	8.3	8.3	8.7	G275	8.3	8.7	8.7	9.0
G105	9.0	9.3	9.3	10.3	G190	8.7	8.7	9.0	9.7	G274	9.0	9.3	9.7	10.0
G107	7.0	8.0	10.0	10.4	G192	6.7	8.0	8.0	10.0	G273	8.3	9.3	9.7	10.3
G110	8.3	9.0	9.0	16.3	G194	12.7	13.3	13.7	10.3	G269	8.7	8.7	9.0	9.0
G111	8.3	8.3	8.7	10.0	G197	6.7	7.0	8.0	9.0	G268	8.0	8.3	9.3	10.3
G113	9.0	9.0	10.0	10.0	G206	10.0	10.0	10.0	10.3	G267	9.0	9.0	9.3	10.0
G114	8.0	8.3	9.7	10.0	G207	9.0	9.3	9.7	10.0	G266	8.7	8.7	9.0	9.3
G115	8.3	8.7	8.7	9.7	G210	9.0	9.0	9.7	10.0	G264	9.0	9.3	10.7	9.7
G187	8.0	8.1	8.7	9.0	G212	7.0	7.7	8.0	10.7	G263	7.0	7.3	7.7	10.3
G184	8.3	8.7	9.0	9.3	G215	8.3	8.3	9.0	9.7	G262	8.3	8.7	9.3	9.7
G182	8.3	8.7	9.0	14.7	G221	8.3	8.3	8.7	14.7	G259	8.7	8.7	8.7	8.7
G181	6.7	6.7	8.7	14.1	G227	8.0	9.3	9.7	10.0	G254	7.3	7.3	8.0	10.0
G173	7.0	7.7	7.7	8.0	G228	9.0	9.3	9.7	9.7	G253	7.0	8.0	9.0	10.0
G172	7.3	7.7	9.7	14.7	G229	8.0	9.3	9.7	10.0	G252	5.7	6.0	6.7	7.7
G171	9.0	9.3	9.7	13.7	G230	6.7	7.0	8.7	9.7	test	11.2	10.7	11.2	10.0
G170	8.5	9.3	9.7	9.7	G233	8.0	8.3	8.7	10.0					

Cuadro 6. Estadística descriptiva para la variable diámetro de tallo.

estadística	DT58	DT71	DT84	DT100
promedio (mm)	8.28	8.66	9.19	10.52
mínimo (mm)	5.7	6	6.7	7.7
máximo (mm)	12.7	13.3	13.7	16.5
desviación estándar (mm)	1.12	1.10	1.10	1.56

DT= Diámetro de tallo a los 58 días DT= Diámetro de tallo a los 71 días

DT= Diámetro de tallo a los 84 días DT= Diámetro de tallo a los 100 días

5.1.3. Número de Hojas

En esta variable los genotipos que presentaron mayores números de hojas a los 100 días, fueron el G69, G110 y G256 con 13.7 hojas, 12.10 hojas y 11.7 hojas respectivamente, como comparación 89 genotipos de sorgo fueron superiores al testigo que obtuvo un valor de 8 hojas a los 100 días. Cabe de mencionar que el G69 siempre obtuvo el mayor número de hojas desde los 58 días hasta los 100 días, en cambio el G110 y el G256 presentaron un número de hojas lento, desde los 48 y 84 días. Los 15 genotipos superiores en esta variable a 100 dde son G69, G110, G256, G46, G276, G239, G151, G284, G238, G182, G171, G172, G283, G252 y G230 (cuadro 7.).

Como resultado la desviación estándar (cuadro 8.) a los 100 días después de la emergencia. Los datos indican que los genotipos en estudio, mostraron una moderada variabilidad en cuanto al número de hoja, lo que indica que en esta variable no es tan recomendada usarse para procesos de selección de genotipos destinados a la producción de forraje.

En un estudio realizado de 30 genotipos de sorgo CNIA-INTA, con características forrajeras, se obtuvieron un resultado como promedio de 10 hojas (Luna y Laguna, 2004, p.24), se puede apreciar que en este estudio el promedio fue de 8.75 considerando que se están evaluando 91 genotipos y en el trabajo que presentan los autores anteriores son 30 genotipos, mientras que Esparza, (2008), obtuvo de 7.5 hojas por planta a los 75 días y en este estudio a los 71 días se logró como promedio 7.93 hojas por planta (cuadro 8.), siendo más superiores los genotipos de sorgo negro, además, Pérez y Suarez (2003), consiguieron en su estudio 8 hojas como promedio a los 56 días después de germinado (p.26), teniendo mucha similitud con este estudio que obtuvo 7.52 hojas por plantas a los 58 días. Otros estudios como Berna et al. (2014) el número de hojas

fue de 10 (p.43), además, Parra (1990), hace una mención que la mayoría de las especies de sorgo forrajeros pueden oscilar entre 6 a 10 hojas por planta (p.12) y en otro estudio una variedad de sorgo forrajero, obtuvo 7.4 hojas a los 145 días después de la siembra. (Pérez et al., 2007, p.18), se puede apreciar que en estos estudios los resultados son muy similares al de este trabajo.

Cuadro 7. Comportamiento presentado de 91 genotipos de sorgo negro (*Sorghum x alnum* Parodi) y sorgo sureño (*Sorghum bicolor* L.) para la variable número de hojas.

genot ipo	número de hojas en unidades				genot ipo	número de hojas en unidades				genot ipo	número de hojas en unidades			
	58 días	71 días	84 días	100 días		58 días	71 días	84 días	100 días		58 días	71 días	84 días	100 días
G3	6.7	8.3	8.7	8.7	G167	7.3	8.0	8.3	8.3	G234	7.0	8.0	8.3	8.3
G10	8.0	8.0	8.3	8.3	G166	7.7	7.7	8.0	8.6	G236	7.3	8.0	8.3	8.3
G11	7.0	7.7	8.0	8.0	G158	7.3	8.0	8.3	8.3	G238	10.3	10.6	10.6	11.0
G15	8.3	8.3	8.3	8.7	G155	8.0	8.3	8.3	8.4	G239	8.7	9.7	9.7	11.7
G18	7.3	8.0	8.0	8.7	G152	8.0	8.0	8.7	8.7	G244	7.3	7.7	8.0	8.0
G23	6.7	7.0	7.7	8.0	G151	10.0	10.0	10.0	11.3	G251	7.7	7.7	8.3	8.3
G24	7.0	7.0	7.7	8.3	G150	7.7	7.7	8.1	8.2	G256	8.3	8.5	8.6	11.7
G37	6.7	7.3	8.0	8.3	G148	6.7	7.0	8.0	8.7	G286	8.3	8.3	8.3	8.7
G44	7.0	8.0	8.1	8.7	G142	7.7	7.7	8.0	8.3	G284	7.3	8.7	9.0	11.0
G46	6.3	7.7	8.7	11.7	G139	7.7	7.7	8.0	8.4	G283	8.7	8.7	9.0	9.3
G48	8.0	8.0	8.3	8.3	G138	7.7	8.0	8.7	8.7	G282	8.3	8.3	8.3	8.7
G63	8.0	8.3	8.3	8.7	G132	7.7	8.0	8.7	8.4	G279	7.0	7.7	7.7	8.0
G69	9.3	11.0	11.3	13.7	G131	8.0	8.0	8.0	8.1	G278	8.0	8.0	8.3	8.3
G91	8.0	8.3	8.7	8.7	G130	6.7	7.0	7.0	7.7	G277	7.0	7.7	8.0	8.3
G92	8.0	8.0	8.3	8.4	G126	7.7	8.0	8.3	8.6	G276	6.7	8.0	8.3	11.7
G101	7.6	8.0	8.3	8.7	G189	7.7	8.0	8.3	8.3	G275	7.7	8.0	8.0	8.3
G105	7.0	7.3	8.0	8.3	G190	7.0	7.7	7.7	8.0	G274	8.0	8.0	8.3	8.7
G107	7.3	7.3	8.0	8.7	G192	7.0	8.0	8.0	8.3	G273	7.7	8.0	8.3	8.7
G110	8.7	8.7	9.0	12.1	G194	8.3	8.3	8.3	8.7	G269	7.0	7.0	7.7	8.0
G111	7.7	7.7	7.7	8.0	G197	7.3	7.7	8.3	8.7	G268	7.0	7.3	7.7	8.7
G113	7.0	7.3	8.0	8.7	G206	8.3	8.3	8.7	8.7	G267	7.7	8.0	8.0	8.7
G114	7.0	7.0	7.7	7.7	G207	7.3	7.3	8.0	8.0	G266	7.0	7.7	8.0	8.0
G115	7.3	7.3	7.3	8.0	G210	7.0	7.3	8.0	8.7	G264	7.0	7.3	7.3	8.7
G187	7.0	7.7	8.3	8.3	G212	8.0	8.0	8.3	8.3	G263	8.0	8.0	8.3	8.3
G184	7.0	7.3	7.7	8.4	G215	7.0	7.3	7.7	8.7	G262	7.0	8.3	8.3	8.3
G182	7.7	8.0	9.0	10.0	G221	8.3	8.3	8.3	8.7	G259	7.7	8.7	8.7	8.7
G181	7.0	8.3	8.3	8.7	G227	7.7	8.0	8.0	8.3	G254	7.3	7.3	7.7	8.0
G173	7.7	8.0	8.0	8.7	G228	7.0	7.7	8.7	8.7	G253	8.0	8.3	8.3	8.7
G172	7.1	7.3	9.3	9.3	G229	7.3	7.7	7.7	8.0	G252	6.0	6.7	7.7	8.7
G171	6.7	7.7	8.7	9.7	G230	6.3	7.3	8.3	8.7	test	7.0	7.0	7.3	8.0
G170	7.7	7.7	7.7	8.7	G233	7.3	7.7	7.7	8.3					

Cuadro 8. Estadística descriptiva para la variable número de hojas.

estadística	NH58	NH71	NH84	NH100
promedio (unidad)	7.53	7.93	8.27	8.80
mínimo (unidad)	6	6.7	7	7.7
máximo (unidad)	10.3	11	11.3	13.7
desviación estándar (unidad)	0.71	0.73	0.67	1.00

NH= Número de hojas a los 58 días NH= Número de hojas a los 71 días

NH= Número de hojas a los 84 días NH= Número de hojas a los 100 días

5.1.4. Ancho de Hojas

En esta variable los genotipos que sobresalieron fueron G276, G238 y G46 con 7.20 cm, 7.07 cm y 6.73 cm (cuadro 9.), en cambio el testigo presentó 3.90 cm de ancho de hoja, sin embargo, G276 y G238, siempre fueron superiores desde los 58 a 100 días, por otro lado, G46 presentó datos inferiores a los demás genotipos desde 58 a 84 días, destacándose a los 100 días, los 15 genotipos superiores en ancho de hoja son G262, G276, G238, G46, G284, G239, G283, G171, G182, G151, G69, G256, G172, G110 y G221.

El análisis de la desviación estándar a 100 después de la emergencia (cuadro 10.) muestran una alta variabilidad de los datos en cuanto a la variable ancho de hoja, indicando que se pueden realizar procesos de selección de genotipos, en este caso con alta posibilidad de producción de forraje.

Un sorgo forrajero híbrido dio como resultado un promedio de 4.5 cm de ancho de hojas a los 75 días (Bianco, 2023, p.20), si comparamos, en este estudio los 91 genotipos dieron como promedio 3.93 cm a los 71 días (cuadro 10.), un poco más inferior que el anterior estudio tratándose de solo un solo tratamiento evaluado, mientras que en otro estudio, se concluye que a los 70 días los cultivares de sorgo forrajero presentaron 7.5 cm (Ávila y Pérez, 2017, p.8), muy similar a lo que se indica que el sorgo granífero a los 80 días el ancho de la hoja promedio es de 8.7 cm. (Quiñones, 1998, p.39), en este trabajo presento 4.24 cm como promedio de 91 genotipos de sorgo negro a los 100 días después de la emergencia, aunque se destacaron 15 genotipos de sorgo negro que están entre los rangos de 4.5 cm a 7.3 cm ancho de hoja. Cabe de mencionar que en esta variable la hoja que se tomó los datos fue la misma que se utilizó en longitud de hoja.

Cuadro 9. Comportamiento presentado de 91 genotipos de sorgo negro (*Sorghum x alnum* Parodi) y sorgo sureño (*Sorghum bicolor* L.) para la variable ancho de hojas.

genot ipo	ancho de hoja en cm				genot ipo	ancho de hoja en cm				genot ipo	ancho de hoja en cm			
	58 días	71 días	84 días	100 días		58 días	71 días	84 días	100 dia		58 días	71 días	84 días	100 días
G3	3.4	3.4	3.6	3.9	G167	3.7	3.9	3.9	4.0	G234	3.9	3.9	3.9	4.0
G10	3.7	3.7	3.7	4.0	G166	3.8	3.9	3.9	4.0	G236	3.7	3.7	3.8	3.8
G11	3.7	3.7	3.7	4.0	G158	3.8	3.9	3.9	4.0	G238	5.0	5.2	5.4	7.1
G15	3.7	3.7	3.7	4.0	G155	3.7	3.8	3.8	3.9	G239	5.0	5.1	5.4	6.2
G18	3.3	3.8	3.9	4.0	G152	3.7	3.7	3.8	3.9	G244	3.7	3.9	4.0	4.0
G23	3.6	3.7	3.7	4.0	G151	5.0	5.1	5.2	5.5	G251	3.8	3.8	3.9	4.0
G24	3.7	3.9	4.0	4.0	G150	3.7	3.8	3.9	3.9	G256	4.0	4.3	4.7	5.1
G37	3.6	3.6	3.7	4.0	G148	3.3	3.7	3.9	4.0	G286	3.8	3.8	3.9	3.9
G44	3.7	3.9	3.9	4.0	G142	3.2	3.7	3.9	3.9	G284	4.4	4.9	5.1	6.4
G46	2.8	4.4	5.1	6.7	G139	3.7	3.9	3.9	4.0	G283	5.1	5.1	5.4	5.6
G48	3.6	3.7	3.9	3.9	G138	3.6	3.8	3.9	3.9	G282	3.8	3.9	3.9	3.9
G63	3.7	3.8	3.9	4.0	G132	3.7	3.7	3.8	4.0	G279	3.7	3.8	3.9	4.0
G69	4.2	4.3	4.5	5.2	G131	3.7	3.7	3.7	3.8	G278	3.8	3.9	3.9	3.9
G91	3.3	3.9	3.9	4.0	G130	3.8	3.9	3.9	3.9	G277	3.4	3.9	3.9	4.0
G92	3.6	3.7	3.9	3.9	G126	3.7	3.7	3.7	3.9	G276	4.0	4.3	4.4	7.2
G101	3.7	3.9	3.9	4.0	G189	3.8	3.9	4.0	4.0	G275	3.7	3.9	3.9	4.0
G105	3.8	3.9	3.9	4.0	G190	3.8	3.8	3.9	4.0	G274	3.7	3.8	3.8	3.9
G107	3.5	3.8	3.9	4.0	G192	3.7	3.7	3.8	3.9	G273	3.7	3.9	3.9	4.0
G110	4.0	4.2	4.3	4.5	G194	3.8	3.9	3.9	3.9	G269	3.7	3.9	3.9	4.0
G111	3.7	3.7	4.0	4.0	G197	3.3	3.7	3.8	3.8	G268	3.8	3.8	3.9	3.9
G113	3.7	3.7	3.8	3.9	G206	3.7	3.7	3.9	4.0	G267	3.7	3.8	3.8	3.9
G114	3.7	3.8	3.9	3.9	G207	3.7	3.7	3.8	3.9	G266	3.7	3.8	3.8	3.9
G115	3.8	3.8	3.9	3.9	G210	3.8	3.9	3.9	4.0	G264	3.8	3.9	4.0	4.0
G187	3.6	3.8	3.9	4.0	G212	3.7	3.8	3.8	3.9	G263	3.7	3.8	3.8	3.9
G184	3.7	3.7	3.8	3.8	G215	3.7	3.8	3.9	3.9	G262	3.9	3.9	3.9	6.3
G182	4.8	5.4	5.5	5.5	G221	4.3	4.4	4.4	4.5	G259	3.8	3.8	3.9	3.9
G181	3.4	3.9	4.0	4.0	G227	3.8	3.9	3.9	3.9	G254	3.7	3.7	3.9	3.9
G173	3.8	3.9	3.9	4.0	G228	3.9	3.9	4.0	4.0	G253	3.8	3.8	3.9	4.0
G172	3.8	3.9	4.0	4.5	G229	3.8	3.9	4.0	4.0	G252	2.9	3.2	3.3	4.0
G171	3.9	4.6	4.6	5.5	G230	3.7	3.7	3.8	3.8	test	3.8	3.8	3.9	3.9
G170	3.7	3.8	3.9	3.9	G233	3.7	3.8	3.8	3.9					

Cuadro 10. Estadística descriptiva para la variable ancho de hoja.

estadística	AH58	AH71	AH84	AH100
promedio (cm)	3.77	3.93	4.01	4.24
mínimo (cm)	2.8	3.2	3.3	3.8
máximo (cm)	5.1	5.4	5.5	7.2
desviación estándar (cm)	0.37	0.38	0.42	0.73

AH= Ancho de hoja a los 58 días AH= Ancho de hoja a los 71 días

AH= Ancho de hoja a los 84 días AH= Ancho de hoja a los 100 días

5.1.5. Longitud de Hoja

Se muestra longitud de hoja de los 91 genotipos más el testigo (cuadro 14.), los genotipos que presentaron los valores superiores fueron G238, G110 y G256 con 98.00 cm, 97.00 cm y 96.00 cm respectivamente, estos 3 genotipos desde 58 a 100 días se mantuvieron como superiores, sobresaliendo a los demás genotipos. Los 15 genotipos con mayor longitud de hoja a los 100 dde son G238, G110, G256, G181, G46, G171, G172, G239, G276, G283, G182, G221, G69, G151 y G284.

La variabilidad de la característica longitud de hoja fue la menor, entre las variables evaluadas en este estudio, dado que solo a los 58 días después de la emergencia, obtuvo 10.99 cm, después en las otras tres tomas de datos osciló entre 5.77 cm a 5.32 cm (cuadro 12.), mostrando que esta variable no es indicador para selección en procesos de mejoramiento genético en este estudio.

En su investigación al cultivo de sorgo documento que la longitud de la hoja madura es de 30 a 135 cm al alcanzar su madurez fisiológica (Álvarez, 2018, p.8), en este estudio hubieron 15 genotipos que sobrepasaron 98 cm y para ser más específicos, Mesa (2004), indica que a los 86 días el sorgo negro obtuvo una longitud de hoja 78.5 cm, y en este estudio a los 84 días, 19 genotipos sobrepasaron esta cifra, habiendo 8 genotipos que se destacaron con más de 90 cm, teniendo en cuenta que los datos tomados en la hojas en estos estudios y en los anteriores se realizaron en la parte mediana de la planta, esto tiene mucha importancia a la hora de evaluar esta variable ya que, las hojas nacen de diferentes ángulos del tallo, las hojas en la sección mediana baja pueden ser tan largas o ligeramente más largas que las de la base y llegan a medir hasta un metro. (Morán, 2023, p.6)

Cuadro 11. Comportamiento presentado de 91 genotipos de sorgo negro (*Sorghum x alnum* Parodi) y sorgo sureño (*Sorghum bicolor* L.) para la variable longitud de hoja.

geno tipo	longitud de hoja en cm				geno tipo	longitud de hoja en cm				genot ipo	longitud de hoja en cm			
	58 días	71 días	84 días	100 días		58 días	71 días	84 días	100 días		58 días	71 días	84 días	100 días
G3	78.3	78.3	78.7	79.0	G167	70.5	73.7	75.3	79.7	G234	70	73.7	74.0	78.0
G10	70.0	74.0	75.7	78.3	G166	72.8	74.4	76.4	78.3	G236	71.7	73.4	74.4	76.4
G11	70.0	75.3	75.3	76.7	G158	68.7	70.0	70.7	77.3	G238	94.3	96.3	98.0	98.0
G15	75.0	76.3	78.7	79.7	G155	72.4	75.3	77.4	78.4	G239	91.3	91.3	91.7	92.0
G18	70.1	70.7	75.4	78.7	G152	71.3	74.0	74.4	76.3	G244	71.3	72.4	74.4	76.0
G23	74.3	75.2	78.7	78.9	G151	85.7	85.7	87.7	88.0	G251	70.5	72.4	74.9	79.4
G24	74.7	75.3	79.3	79.7	G150	70.5	71.4	74.4	75.0	G256	86.3	90.7	91.3	96.0
G37	72.0	75.7	77.3	78.7	G148	70.4	75.3	77.5	78.4	G286	70.0	70.3	70.3	75.7
G44	74.3	74.3	75.7	78.7	G142	72.4	74.3	75.4	77.4	G284	80.3	87.0	87.0	87.7
G46	70.3	90.3	92.7	93.0	G139	70.7	75.3	75.3	78.9	G283	85.3	88.7	90.0	90.5
G48	70.0	70.3	74.7	76.7	G138	70.3	75.0	75.9	79.0	G282	70.4	73.5	74.4	75.7
G63	73.3	75.3	77.7	78.0	G132	70.4	72.3	74.0	74.7	G279	73.0	74.2	76.5	78.4
G69	83.0	84.0	86.3	88.0	G131	71.7	75.0	76.5	78.7	G278	71.4	73.4	75.7	77.0
G91	72.3	75.7	76.7	79.3	G130	71.4	75.7	76.8	77.4	G277	70.0	73.7	75.7	78.4
G92	74.7	75.3	77.7	78.7	G126	72.0	72.0	78.3	79.4	G276	80.3	85.3	88.0	90.5
G101	73.3	74.5	75.7	79.3	G189	69.7	74.1	75.4	76.4	G275	74.4	75.0	77.7	78.3
G105	70.0	75.0	75.3	78.4	G190	71.0	71.0	75.3	78.0	G274	67.4	72.5	73.0	75.4
G107	72.0	72.3	75.7	77.7	G192	70.0	70.7	74.3	75.0	G273	73.7	75.4	77.7	78.4
G110	80.7	82.7	95.3	97.0	G194	74.4	75.4	77.0	78.4	G269	71.0	72.6	78.4	79.6
G111	70.0	72.4	75.0	75.4	G197	69.3	70.3	72.0	72.0	G268	70.0	72.5	75.4	78.7
G113	75.3	76.6	77.8	79.0	G206	72.4	75.0	76.3	79.5	G267	68.5	74.4	76.4	78.3
G114	73.0	74.3	75.8	76.4	G207	69.0	75.4	77.0	78.3	G266	65.9	73.7	75.5	79.4
G115	73.8	75.5	76.3	78.4	G210	71.4	75.0	78.4	79.0	G264	78.3	78.7	78.7	79.0
G187	73.7	74.4	75.0	75.4	G212	70.5	75.0	75.4	77.7	G263	72.3	75.4	77.7	79.5
G184	73.0	75.2	77.4	78.3	G215	73.7	74.5	77.4	79.7	G262	74.0	77.5	78.0	78.7
G182	80.3	85.0	85.7	90.3	G221	75.0	78.7	70.3	88.0	G259	70.3	75.7	77.7	79.0
G181	88.7	90.7	90.3	95.7	G227	73.0	74.3	75.9	77.0	G254	71.0	72.3	75.7	77.3
G173	72.3	75.3	77.3	78.7	G228	75.0	75.0	77.4	78.5	G253	70.3	73.7	75.7	79.4
G172	91.3	92.0	93.0	93.0	G229	73.8	75.0	75.4	77.4	G252	70.7	72.3	74.3	78.0
G171	80.3	83.3	85.0	93.0	G230	72.5	74.0	75.7	78.7	test	74.7	77.3	78.4	90.0
G170	70.3	76.0	76.3	77.7	G233	69.4	76.4	77.0	79.0					

Cuadro 12. Estadística descriptiva para la variable longitud de hoja.

Estadística	LH58	LH71	LH84	LH100
promedio (cm)	73.69	76.36	78.15	80.26
mínimo (cm)	65.9	70	70.3	72
máximo (cm)	94.3	96.3	98	98
desviación estándar (cm)	10.99	5.77	5.59	5.32

LH= Longitud de la hoja a los 58 días LH= Longitud de la hoja a los 71 días
LH= Longitud de la hoja a los 84 días LH= Longitud de la hoja a los 100 días

5.1.6. Producción de Forraje Verde (kg ha⁻¹)

La producción de forraje verde, en los procesos de mejora genética es de suma importancia, cuando se tiene como objetivo generar variedades forrajeras. En el presente estudio se evaluó la producción forrajera, cosechando la biomasa aérea a 10 cm sobre el suelo a 100 días después de la emergencia. Los mejores resultados fueron registrados en los genotipos G110, G256 y G46, con 32,157.96 kg ha⁻¹, 31,548.11 kg ha⁻¹ y 31328.47 kg ha⁻¹ respectivamente, de forraje verde. Los mismos genotipos superiores en altura de planta y diámetro del tallo, también mostraron los mayores rendimientos en producción de forraje verde correspondiente a G256 Y G110. Los 15 mejores genotipos en producción de forraje verde fueron G110, G256, G46, G172, G239, G151, G69, G181, G182, G238, G171, G221, G276, G283 y G284 (cuadro 13.).

Los valores de forraje verde producido por los genotipos evaluados se encuentran dentro de los rangos de producción reportados de otras especies de sorgo. García (1982), hace referencia al obtener 14,000 kg/ha en seco y 40,000 kg/ha en regadío. (p.20), por otra parte, Tecnología Agrícola para la producción sostenible, destaca que la especie de sorgo forrajero puede llegar a producir alrededor de 30 ton/ha de forraje verde en el primer corte, 50 días después de la siembra. (PROAIN, 2020, par.2).

En Costa Rica el Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnologías Agropecuarias, describe que la variedad de sorgo forrajero INTA. HENSILAJE puede producir como mínimo 40 ton/ha de forraje verde por cada corte (INTA, 2005, p.1) y, por último, Martínez, et al. (2005), nos muestra que un sorgo forrajero dulce produce entre 30 y 45 ton/ha de forraje verde, con un corte entre los 80 y 100 días después de la siembra. (p.4), en este estudio el genotipo quemas sobresalió en la producción de forraje verde fue G110 con 32,157.96 kg ha⁻¹.

Cuadro 13. Producción de forraje verde de 91 genotipos de sorgo negro (*Sorghum x alnum* Parodi) y sorgo sureño (*Sorghum bicolor* L.) como testigo, sobre la producción de forraje verde (kg ha⁻¹) a los 100 días después de la emergencia, Juigalpa, Chontales.

forraje verde (kg ha⁻¹)					
genotipos	kg FV ha⁻¹	genotipo	kg FV ha⁻¹	genotipos	kg FV ha⁻¹
		s			
G3	24157.73	G167	18775.51	G234	21689.35
G10	22439.33	G166	23337.87	G236	19836.02
G11	21683.64	G158	17621.17	G238	27958.01
G15	15472.62	G155	19939.01	G239	30348.36
G18	17850.76	G152	21117.82	G244	18897.84
G23	17760.15	G151	29971.39	G251	19775.84
G24	16842.84	G150	22767.18	G256	31548.11
G37	17551.51	G148	22597.16	G286	17506.81
G44	15716.56	G142	22458.26	G284	20803.50
G46	31328.47	G139	17148.36	G283	21332.71
G48	23462.12	G138	15357.52	G282	18628.19
G63	20337.69	G132	20071.90	G279	19693.79
G69	29272.96	G131	22375.31	G278	16425.11
G91	19410.32	G130	17777.12	G277	16523.82
G92	20481.18	G126	21464.95	G276	26300.62
G101	19547.68	G189	23421.05	G275	21970.05
G105	17637.41	G190	19263.57	G274	22636.97
G107	16267.33	G192	17453.85	G273	25507.89
G110	32157.96	G194	19212.62	G269	23479.65
G111	18798.80	G197	20332.36	G268	22745.58
G113	18726.99	G206	21751.82	G267	23452.03
G114	18016.97	G207	19779.66	G266	20993.29
G115	16661.90	G210	16964.94	G264	22870.40
G187	19500.27	G212	22843.26	G263	26272.63
G184	18423.36	G215	19148.39	G262	23025.31
G182	28284.21	G221	27463.16	G259	13417.40
G181	28885.37	G227	21617.52	G254	25465.60
G173	17582.42	G228	21249.30	G253	25618.20
G172	30932.33	G229	18884.00	G252	25630.43
G171	27505.39	G230	18792.80	testigo	24354.32
G170	21718.75	G233	19574.98		

El análisis de la desviación estándar de los datos de forraje verde (cuadro 14.), cosechados a los 100 días después de la emergencia, nos da una alta variabilidad en los datos de rendimiento de forraje verde comprendido en 4,995.88 Kg FV ha⁻¹. Lo cual resulta que los datos nos muestran que esta variable puede ser determinante en la selección de genotipos.

La producción de forraje verde es solo un componente de la producción de materia seca de un material forrajero, por lo que debe considerarse el porcentaje de materia seca, para concluir sobre su capacidad de producción, dado que hay materiales genéticos productivos en forraje verde, pero al tener contenidos bajos de materia seca su rendimiento forrajero real se ve reducido.

Cuadro 14. Estadística descriptiva para la variable producción de forraje verde kg ha⁻¹.

Estadística	kg FV ha⁻¹
Promedio	21,486.84
Mínimo	13,417.4
Máximo	32,157.96
desviación estándar	4,995.88

FV= Forraje verde a los 100 días después de la emergencia

5.1.7. Porcentaje de Materia Seca

El porcentaje de materia seca de las plantas forrajeras nos indican que el grado de madurez o senectud de la plante, así también el aporte de componentes de la planta que conforman el contenido nutricional de las fibras de la pared celular y los nutrientes presentes en el contenido celular, azúcares, proteínas, grasas y demás, materiales con bajos contenidos de materia seca, aunque estos produzcan similares cantidades de forrajes verde, aquellos materiales con altos contenido de materia seca nos indican que ha sido cosechados en etapas de madurez tardía, reducen el aporte de nutrientes del contenido celular y aumentan el contenido de fibra detergente neutro por su mayor proporción de pared celular al momento de cosecharse tardíamente.

Los genotipos de sorgo negro fueron evaluados a 100 días, para conocer su contenido de materia seca, el porcentaje de materia se encontró entre 24.19 % en G252 a 44.04 % en G286, y un promedio de 35.08 % en los genotipos 91 genotipos, el testigo registro 37 %. Los genotipos sobresalientes en esta característica porcentaje de materia seca fueron el G286 y el G256 con 44.04 % y 43.86 % respectivamente, y los genotipos con menor contenido de materia seca G253

y el G252 que presentaron 25.72 % y 24.19 %, que nos indica diferencias en el momento de madurez o senectud a los 100 días entre los genotipos evaluados. Los 15 genotipos con mayor porcentaje de materia seca son G286, G256, G278, G110, G46, G172, G239, G181, G282, G69, G244, G259, G230, G113 y G192 (cuadro 15.).

En Costa Rica a 150 msnm, en zona húmeda con 2,000 mm anuales, se cosechó un sorgo negro a 75 días después de la emergencia, este concentró 29.5 % de materia seca. (Orozco y Sánchez, 2009, p.47), mientras que en este trabajo 83 genotipos de sorgo negro superaron este dato que va de 29.8 % a 44.04 %, teniendo en cuenta los 25 días de diferencia entre ambos estudios, además, en otro estudio realizado en Buenos Aires, Argentina a 253 msnm, realizado al rendimiento y calidad de sorgos forrajeros (sudán, BMR y talismán), se logró el resultado de 29.9 % de materia seca, como promedio en tres cortes, iniciando a los 45 días después de la siembra, posteriormente cada 45 días, completando así los tres cortes del ensayo. (Gonzales, 2013, par.22), así mismo en México nos muestra a un estudio de sorgo forrajero (*sorghum vulgare* pers) se obtuvo un 27 % de materia seca. (Pereira-Crespo, et al., 2018, p.4), el promedio de este estudio fue de 35.08 %, Escobar (2020), a lo largo del año el contenido de materia seca en un sitio cambia, además varía también según el estado de la planta, en estado vegetativo a reproductivo los contenidos de materia seca oscilan en 16 a 25 %, y en estado de floración puede llegar de 25 % a 27 %. (p.1)

En el cuadro 16. muestra el análisis de la desviación estándar del porcentaje de materia seca a los 100 días después de la emergencia. Los datos indican que los genotipos en estudio, mostraron una intermedia variabilidad en cuanto a esta variable.

Cuadro 15. Porcentaje de materia seca de componentes de la planta y planta entera de 91 genotipos de sorgo negro (*Sorghum x alnum* Parodi) y sorgo sureño (*Sorghum bicolor* L.) como testigo, sobre el porcentaje de materia seca a los 100 días después de la emergencia, Juigalpa, Chontales.

porcentaje (%) de materia seca					
genotipos	% MS	genotipos	% MS	genotipos	% MS
G3	31.70	G167	31.85	G234	33.80
G10	31.73	G166	29.36	G236	37.81
G11	27.50	G158	35.90	G238	38.10
G15	34.70	G155	36.07	G239	41.05
G18	32.43	G152	33.10	G244	39.74
G23	32.77	G151	38.45	G251	37.92
G24	35.76	G150	33.03	G256	43.86
G37	33.49	G148	32.42	G286	44.04
G44	37.61	G142	32.34	G284	34.00
G46	41.10	G139	36.33	G283	37.00
G48	32.87	G138	37.48	G282	40.02
G63	31.39	G132	33.38	G279	36.25
G69	39.75	G131	27.87	G278	43.33
G91	32.56	G130	33.74	G277	37.57
G92	35.33	G126	28.67	G276	37.39
G101	34.71	G189	30.78	G275	31.39
G105	36.57	G190	38.70	G274	33.22
G107	38.23	G192	39.00	G273	29.14
G110	41.15	G194	35.18	G269	31.21
G111	33.30	G197	34.30	G268	32.78
G113	39.12	G206	34.25	G267	30.33
G114	35.35	G207	35.40	G266	29.80
G115	34.93	G210	38.22	G264	30.17
G187	37.22	G212	32.92	G263	29.27
G184	34.25	G215	38.75	G262	32.79
G182	38.00	G221	38.00	G259	39.65
G181	41.00	G227	35.61	G254	28.78
G173	37.31	G228	35.86	G253	25.72
G172	41.08	G229	36.38	G252	24.19
G171	37.12	G230	39.43	testigo	37.00
G170	32.00	G233	37.41		

Cuadro 16. Estadística descriptiva para la variable porcentaje de materia seca.

estadística	% MS
promedio	35.08
mínimo	24.19%
máximo	44.04%
desviación estándar	4.11

%MS= Porcentaje de materia seca a los 100 días después de emergencia

5.1.8. Producción de Forraje en Base a Materia Seca (kg ha⁻¹)

Podemos apreciar los resultados de la producción de materia seca kg ha⁻¹ de los genotipos de sorgo negro (cuadro 17.), sobresalen el G256, G110 y el G46 con 13,837 kg ha⁻¹, 13,233 kg ha⁻¹ y 12,876 kg ha⁻¹ respectivamente, el testigo obtuvo un rendimiento de 9,011.1 kg ha⁻¹. Esto indica también que el rendimiento está correlacionado a las variables altura de planta y diámetro de tallo, dado que los genotipos que siempre obtuvieron mayores alturas y diámetro de tallo fueron el G256, G110 y el G46 además el G46 fue el genotipo que más número de hoja presentó. Los 15 mejores genotipos de esta variable son G256, G110, G46, G172, G239, G181, G69, G151, G182, G238, G221, G171, G276, G283 y G284.

Resultados de producción de materia seca de diferentes variedades superiores a 10 toneladas por hectárea, en sorgo forrajero (*sorghum vulgare* pers.), a 56 días en el primer corte obtuvo 11.8 ton ha⁻¹ y en el segundo corte 10.2 ton ha⁻¹, (Ramos y Vargas, 1990, p.21), mientras que Rivera y Taborda (1995), reportaron cosechando a 70 días 10.70 ton ha⁻¹, en este estudio 15 genotipos promediaron 11.25 ton ha⁻¹. Variedades e híbridos de sorgos evaluadas en Costa Rica, considerando al sorgo negro como testigo, reportan valores de producción de materia seca sin diferencias estadísticas con respecto al sorgo negro con 5.5 ton MS ha⁻¹ respecto a Sweet Grazer 5.6 ton MS ha⁻¹ y 5.4 ton MS ha⁻¹ en CENTA-S3, produciendo más que las variedades Pacific BMR, RCV, CENTA S-2 y Cowly que produjeron 3.9 ton MS ha⁻¹ a 1.2 ton MS ha⁻¹. (Orozco y Sánchez, 2009, p.48), valores por debajo de la producción de materia seca de forraje en los genotipos evaluados en el presente estudio y en el estudio realizado por Pereira-Crespo, et al. (2018), se obtuvo un rendimiento de materia seca de 10,095 kg MS ha⁻¹ a una altura de 2 metros. (p.8)

Cuadro 17. Producción de materia seca de los componentes de la planta y planta entera de 91 genotipos de sorgo negro (*Sorghum x alnum* Parodi) y sorgo sureño (*S. bicolor* L.) como testigo, sobre la producción de materia seca (kg ha⁻¹) a los 100 días después de la emergencia, Juigalpa, Chontales.

producción de materia seca (kg ha ⁻¹)					
genotipos	kg MS ha ⁻¹	genotipos	kg MS ha ⁻¹	genotipos	kg MS ha ⁻¹
G3	7658	G167	5980	G234	7331
G10	7120	G166	6852	G236	7500
G11	5963	G158	6326	G238	10652
G15	5369	G155	7192	G239	12458
G18	5789	G152	6990	G244	7510
G23	5820	G151	11524	G251	7499
G24	6023	G150	7520	G256	13837
G37	5878	G148	7326	G286	7710
G44	5911	G142	7263	G284	7718.1
G46	12876	G139	6230	G283	9066.4
G48	7712	G138	5756	G282	7455
G63	6384	G132	6700	G279	7139
G69	11636	G131	6236	G278	7117
G91	6320	G130	5998	G277	6208
G92	7236	G126	6154	G276	9833.8
G101	6785	G189	7209	G275	6896.4
G105	6450	G190	7455	G274	7520
G107	6219	G192	6807	G273	7433
G110	13233	G194	6759	G269	7328
G111	6260	G197	6974	G268	7456
G113	7326	G206	7450	G267	7113
G114	6369	G207	7002	G266	6256
G115	5820	G210	6484	G264	6900
G187	7258	G212	7520	G263	7690
G184	6310	G215	7420	G262	7550
G182	10748	G221	10436	G259	5320
G181	11843	G227	7698	G254	7329
G173	6560	G228	7620	G253	6589
G172	12707	G229	6870	G252	6200
G171	10210	G230	7410	testigo	9011.1
G170	6950	G233	7323		

El cuadro 18. muestra el análisis de la desviación estándar de los datos de Kg MS ha⁻¹, cosechados a los 100 días después de la emergencia. Los datos sugieren que los genotipos en estudio presentaron una alta variabilidad en cuanto al rendimiento de materia seca. Lo cual es beneficioso en un programa de mejora genética utilizando el método de selección ya que fácilmente se pueden identificar individuos sobresalientes.

Cuadro 18. Estadística descriptiva para la variable producción de materia seca kg ha⁻¹.

estadística	kg MS ha⁻¹
promedio	7,558.70
mínimo	5,320
máximo	13,837
desviación estándar	1,778.23

MS= Materia seca a los 100 días después de la emergencia

5.1.9. Diferencia de los 15 Genotipos de Sorgo Negro Seleccionados Contra el Testigo con Respecto al Rendimiento de Materia Seca

Se realizó las diferencias de los 91 genotipos de sorgo negro en cuanto a la media poblacional de los 91 genotipos (cuadro 19.) presentando 7,558.7 kg MS ha⁻¹, los 15 genotipos seleccionados sobrepasaron este dato, sobresaliendo G256, G110 y G46 con 83.1 %, 75.1 % y 70.3 % equivalentes a 6,278.3 kg MS ha⁻¹, 5,674.3 kg MS ha⁻¹ y 5,317.3 kg MS ha⁻¹.

La media poblacional de los 91 genotipos en cuanto al testigo, al menos 14 genotipos superaron al testigo sorgo sureño que mostró 7,558.7 kg MS ha⁻¹, superando solo al G284 con 7,718.1 kg MS ha⁻¹ en cuanto a producción de materia seca (cuadro 19.), destacándose el G256, G110 y G46, con 53.6 %, 46.9 % y 42.9 % equivalente a 4,825.9 kg MS ha⁻¹, 4,221.9 kg MS ha⁻¹ y 3,864.9 kg MS ha⁻¹, cada uno por encima del testigo.

Cuadro 19. Diferencias de los 15 genotipos de sorgo negro seleccionados contra testigo y media

genotipos	kg MS ha ⁻¹	diferencia media kg MS ha ⁻¹	diferencia media %	diferencia testigo kg MS ha ⁻¹	diferencia testigo %
G256	13837	6278.3	83.10%	4825.9	53.60%
G110	13233	5674.3	75.10%	4221.9	46.90%
G46	12876	5317.3	70.30%	3864.9	42.90%
G172	12707	5148.3	68.10%	3695.9	41.00%
G239	12458	4899.3	64.80%	3446.9	38.30%
G181	11843	4284.3	56.70%	2831.9	31.40%
G69	11636	4077.3	53.90%	2624.9	29.10%
G151	11524	3965.3	52.50%	2512.9	27.90%
G182	10748	3189.3	42.20%	1736.9	19.30%
G238	10652	3093.3	40.90%	1640.9	18.20%
G221	10436	2877.3	38.10%	1424.9	15.80%
G171	10210	2651.3	35.10%	1198.9	13.30%
G276	9833.8	2275.1	30.10%	822.7	9.10%
G283	9066.4	1507.7	19.90%	55.3	0.60%
G284	7718.1	159.4	2.10%	-1293	-14.30%
G259	5320	genotipo inferior			
media S.N.	7558.7	media poblacional sorgo negro			
Sureño	9011.1	Testigo			

5.1.10. Diferencias en las Características Morfoagronómicas, Porcentaje de Materia Seca, Producción de Biomasa Verde y Seca de 15 Genotipos de Sorgo Negro Seleccionados

Se generó la media poblacional total de los 91 genotipos de sorgo negro evaluados más el testigo por cada variable evaluada. En las variables de crecimiento y rendimiento los datos reflejados (cuadro 20.) son a los 100 días después de la emergencia, teniendo en cuenta que fue el último dato tomado en el ensayo.

Se seleccionaron 15 mejores genotipos (cuadro 20.) en cuanto al rendimiento de materia seca, dado que esta variable indica la cantidad de nutrientes que están disponibles en los forrajes para el ganado, además estos mismo genotipos estuvieron entre los primeros 15 genotipos en cada una de las variables evaluadas, en altura de planta estuvieron 14, diámetro de tallo se presentaron los 15, número de hojas 12, ancho de hoja quedaron 13, longitud de hoja se presentaron los 15, forraje verde estuvieron 13 y en porcentaje de materia seca 7.

Se analizó las diferencias entre la media poblacional de los 91 genotipos con respecto a los 15 seleccionados como sobresalientes y al testigo, resultando en variables de crecimiento, como en altura de planta rangos de 2.9 m a 3.9 m, datos que fueron superiores a la media poblacional que fue de 2.94 m y al testigo con 2.4 m, en diámetro de tallo con datos que van de 13.7 mm a 16.5 mm estos genotipos también fueron superiores a la media poblacional que fue de 10.52 mm y al testigo con 10 mm, en número de hojas que van de 8.7 hojas a 13.7 hojas, en donde solo un genotipo G181 con 8.7 hojas fue inferior a la media poblacional con 8.8 hojas pero no al testigo que obtuvo con 8 hojas, en ancho de hoja los genotipos oscilaron entre 4.5 cm a 7.2 cm, también el G181 con 4 cm fue inferior a la media poblacional que presentó 4.24 cm, pero no al testigo que presentó 3.9 cm y en longitud de hoja con 87.7 cm a 98 cm, ningún genotipo fue inferior a la media poblacional que presentó 80.26 cm, sin embargo, cuatro genotipos presentaron datos inferiores a las del testigo que obtuvo 90 cm.

En las variables de rendimiento, materia seca fue la variable clave en la selección de los 15 genotipos, dado que en ella representa el peso total del alimento menos su contenido de agua, se encontró que todos los genotipos con valores de 7,718.1 Kg MS ha⁻¹ a 13,837 Kg MS ha⁻¹ fueron superiores a la media poblacional que fue de 7,558.7 Kg MS ha⁻¹, el testigo con 9,011.1 Kg MS ha⁻¹ supero solo a un genotipo de sorgo negro, en porcentaje de materia seca los datos

de los 15 genotipos oscilan entre 34 % a 43.86 %, en donde solo un genotipo G284 con 34 % estuvo por debajo de la media poblacional presento 35.08 %, el testigo obtuvo un porcentaje alto de materia seca con 37 %, superando siempre al genotipo G284 que obtuvo 34 % y en cuanto al forraje verde los rendimientos anduvieron entre 20,803.5 Kg FV ha⁻¹ a 32,157.96 Kg FV ha⁻¹, en donde solo dos genotipos fueron inferiores G284 con 20,803.5 Kg FV ha⁻¹ y G283 con 21,332.71 Kg FV ha⁻¹ a la media poblacional que presento 21,486.84 Kg FV ha⁻¹, mientras tanto el testigo con 24,354.32 Kg FV ha⁻¹ supero también a estos mismos genotipos.

Cuadro 20. Características de 15 genotipos de sorgo negro seleccionados a partir de variables de crecimiento y rendimiento.

Genotipos	variables de crecimiento					variables de rendimientos		
	altura planta (m)	diámetro del tallo (mm)	número de hojas (unidad)	ancho de hoja (cm)	longitud de hoja (cm)	Kg MS ha ⁻¹	% MS	Kg FV ha ⁻¹
G256	3.9	16.5	11.7	5.1	96	13837	43.86	31548.11
G110	3.9	16.3	12.1	4.5	97	13233	41.15	32157.96
G46	3.8	15.3	11.7	6.7	93	12876	41.1	31328.47
G172	3.8	14.7	9.3	4.5	93	12707	41.08	30932.33
G239	3.8	14.9	11.7	6.2	92	12458	41.05	30348.36
G181	3.3	14.1	8.7	4	95.7	11843	41	28885.37
G69	3.8	13.7	13.7	5.2	88	11636	39.75	29272.96
G151	3.8	13.7	11.3	5.5	88	11524	38.45	29971.39
G182	2.9	14.7	10	5.5	90.3	10748	38	28284.21
G238	3.6	14.7	11	7.1	98	10652	38.1	27958.01
G221	3	14.7	8.7	4.5	88	10436	38	27463.16
G171	3.8	13.7	9.7	5.5	93	10210	37.12	27505.39
G276	3.3	14.3	11.7	7.2	90.5	9833.8	37.39	26300.62
G283	3.5	13.9	9.3	5.6	90.5	9066.4	37	21332.71
G284	3.6	14.7	11	6.4	87.7	7718.1	34	20803.5
G259	2.5	8.7	8.7	3.9	79	5320	39.65	13417.4
media poblacional	2.94	10.52	8.8	4.24	80.26	7558.7	35.08	21,486.84
S.N.								
Sureño	2.4	10	8	3.9	90	9011.1	37	24354.32

G259= genotipo que presento el valor más bajo en rendimiento de materia seca.

VI. CONCLUSIONES

A través de las variables morfoagronómicas se registraron los genotipos que más sobresalieron, en altura de planta G110, G256 con 3.99 m y 3.89 m, en diámetro de tallo G256 y G110 con 16.50 mm y 16.30 mm, en número de hoja G69, G256 y G110 con 13.7 hojas, 12.10 hojas y 11.7 hojas, en ancho de hoja G276, G238 y G46 con 7.20 cm, 7.07 cm y 6.73 cm y en longitud de hoja G238, G110 y G256 con 98.00 cm, 97.00 cm y 96.00 cm, todas estas variables permiten aportar mayor rendimiento de forraje en los genotipos en estudio. El rendimiento de forraje verde se destacaron 15 genotipos con rendimientos de 25,630.43 kg MV ha⁻¹ a 32,157.96 kg MV ha⁻¹, en porcentaje de materia seca se destacaron G286 y el G256 con 44.04 % y 43.86 % respectivamente y en rendimiento de forraje seco se destacaron 15 genotipos sobresaliendo G256, G110 y el G46 con 13,837 kg ha⁻¹, 13,233 kg ha⁻¹ y 12,876 kg ha⁻¹, respectivamente, el testigo obtuvo un rendimiento de 9,011.1 kg ha⁻¹.

Las variables altura de planta, diámetro de tallo, ancho de hoja, en rendimiento kg FV ha⁻¹ y kg MS ha⁻¹ presentaron alta variabilidad, mientras que número de hoja y porcentaje de materia seca presentaron una moderada variabilidad y longitud de hoja baja variabilidad.

Se identificaron que los 15 genotipos superiores en producción de materia seca fueron los mismo que sobresalieron en las demás variables, en cuanto a las diferencias en producción de materia seca de forraje, los genotipos que más superaron al testigo fueron G256, G110 y G46 con 54 %, 47 %, 43 %, respectivamente, el diámetro de tallo al menos 15 genotipos superan al testigo en más de 37 %. Se concluye que los genotipos G284, G283, G276, G256, G239, G238, G221, G182, G181, G172, G171, G151, G110, G69 y G46, son los genotipos de sorgo negro identificados en este estudio superando a la media poblacional y al testigo en producción de forraje basado en materia seca y con características morfoagronómicas superiores.

VII. RECOMENDACIONES

Se recomienda:

Establecer estudios con los genotipos seleccionados caracterizando el rendimiento, proporción de componentes de la planta, composición química y valor nutricional.

Continuar el proceso de mejora genética a partir de los genotipos seleccionados en el presente para consolidar variedad de sorgo negro con características uniformes en diversidad de ambientes.

Realizar ensayos de consumo y respuesta animal en rumiantes menores y mayores

VIII. LITERATURA CITADA

- Álvarez, E. (2018). *Cultivo de sorgo (sorghum bicolor, L. Moench)*. Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal (CENTA), El salvador.
- Amador, A. L y Boschini-Figueroa, C. (2000). Calidad nutricional de la planta de sorgo negro forrajero (*sorghum almum*) para alimentación animal. *Agronomía Mesoamericana* 11(2): 80 <https://doi.org/10.15517/am.v11i2.17315>
- Andrés, A. (2005). *El mejoramiento genético de las especies forrajeras*. Manual de pasturas [Archivo PDF]. https://www.produccionanimal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pasturas%20artificiales/41-mejoramiento_genetico_forrajeras.pdf
- Araya, E., Jiménez, C., Soto, H. y Quan, A. (1997). Evaluación del potencial productivo del sorgo negro Forrajero (*Sorghum almum*). *Agronomía mesoamericana* 8(2): 90-95. 1997.
- Ávila, L. y Pérez, J. C. (2017). Evaluación de cultivares de sorgo (*Sorghum vulgares*. Moench) en la ccs “José Manuel Rodríguez” del municipio Jesús Menéndez. *Revista Digital de Medio Ambiente “Ojeando la agenda”*, 1989-6794, 47.
- Avilés, M. y Guevara, O. (2007). *Comparación del rendimiento de biomasa y calidad nutricional en tres variedades de sorgo de doble propósito (centa s-2, centa s-3 y rcv), bajo condiciones de riego por aspersión*. [Tesis de graduación, Universidad de El Salvador].
- Bernal, J., Rincón, A., Guevara, E., Hernández, R. y Flores, H. (2014). *Sorgo forrajero corpoica JJT-18. Boletín técnico*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria. <https://repository.agrosavia.com>
- Bianco, J. (2023). *Caracterización de la descendencia de un posible híbrido cultivo-silvestre entre sorgo (sorghum bicolor) y sorgo Alepo (s. halapense)*. Universidad Nacional del Sur. Buenos aires argentina.
- Bruce, C., Bruce, P, Brown, S. D, Donnelly, J., Eagles, D. A., Franco, M., Hanson, Jean, Mullen, B., Partridge, I., Peters, M. y Schultze-Kraft, R. (2005). Tropical forages.

- CSIRO, DPI&F(Qld), CIAT and ILRI, Brisbane, Australia. *Tropical forages: An interactive selection tool* (cgiar.org).
- Carmona, M. (2016). *Cornezuelo o ergot del centeno (claviceps purpurea)*. Herbario virtual-catedra de fitopatología-FAUBA.
https://herbariofitopatologia.agro.uba.ar/?page_id=15695
- Carrasco Natalia, Z. M. y Melin, A. (2011). Sorgo, fenología, manejo, implantación, fertilización, control de malezas, enfermedades, plagas, usos, raciones, cosecha. *Proyecto Regional Desarrollo de una Agricultura Sustentable en los Territorios del CERBAS*. p.7. 1ª ed.- Chacra Experimental Integrada. Barrow: ediciones INTA 2011. 105 p; 21 x 15 cm. ISBN: 978-987-679-071-0. Manual de Sorgo (infopastosyforrajes.com)
- Ecocrop (2010). Ecocrop database of FAO.
- Enríquez, F. y Torres, N. (2010). *Comportamiento agronómico de 10 líneas precoces de sorgo (sorghum bicolor (L) Moench)*. [Tesis de graduación, Universidad Nacional Agraria].
- Escobar, P., Etcheveria, P., Vial, M. y Daza, J. (2020). *Concepto de materia seca y su uso: guía práctica*. Instituto de Investigaciones Agropecuarias – Informativo N.º 119.
- Esparza, Z. (2008). *Producción de semilla de (Sorghum almum) utilizando fertilización nitrofosfatada*. [Tesis de graduación, Universidad Autónoma Agraria, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México].
- García, G. (1982). El sorgo para grano. *Ministerio de agricultura, pesca y alimentación*. I.S.B.N.: 84-341-0297-8. Madrid-19.
- Gonzales, M. (2013). *Evaluación de rendimiento y calidad de sorgos forrajeros para pastoreo directo en el sudeste de la provincia de Buenos Aires*. Biblioteca Digital de la Universidad Católica Argentina [Archivo PDF].
<http://bibliotecadigital.uca.edu.ar/repositorio/tesis/evaluacion-rendimiento-calidad-sorgos.pdf>
- Granados, J., Reta, D., Santana, O., Reyes, A., Ochoa, E., Diaz, F., Sanches, J. (2020). Efecto de la altura de corte de sorgo a la cosecha sobre el rendimiento de forraje y el valor nutritivo del ensilaje. *Revista Mexicana de ciencia pecuarias*. 12 (3).

- Gutiérrez Trinidad, J. 2003. *El cultivo de sorgo (Sorghum Vulgare Spp)*. UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA. Buenavista, saltillo, Coahuila México junio 2003.
- Hacker, J. (1992). *Sorghum alnum* Parodi: Mannetje, L.'t and Jones, R.M. (Editors). Plant Resources of South-East Asia No. 4: Forages. Pudoc, Wageningen, The Netherlands.
- Herrera-Campos, L., Vargas-Rodríguez, C., Boschini-Figueroa, C., y Chacón-Villalobos, A. (2009). variación bromatológica de la leche de cabras Lamancha alimentadas con diferentes forrajes. *Agronomía Mesoamericana*, 20(2), 381-390. 2009
- Heuzé, V., Tran, G., Baumont, R. (2015). *Columbus grass (Sorghum x alnum)*. Feedipedia, a programme by INRAE, CIRAD, AFZ and FAO. <https://www.feedipedia.org/node/378> Last updated on May 11, 2015, 14:30
- Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnologías Agropecuarias-Costa Rica. (INTA). (2005). *INTA-HENSILAJE. Sorgo forrajero para heno y silo*.
- IV CENAGRO. (2011). *Informe final con los resultados a Nivel Nacional del IV Censo Nacional Agropecuario. El Instituto Nacional de Información de Desarrollo (INIDE) y el Ministerio Agropecuario y Forestal (MAGFOR)*.
- Luna, H. y Laguna, R. (2004). *Evaluación de 30 genotipos de sorgo (sorghum bicolor L. Moench) para grano y forraje*. [Tesis de graduación, Universidad Nacional Agraria].
- Martínez, J., Silva, R. y Cuellar, E. (2005). *Guía para cultivar sorgo forrajero de riego para pastoreo, verdeo y henificado en el norte y centro de Coahuila*. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias.
- Mesa Muñoz, J. P. (2004). *Comparación de la morfología y la producción del sorgo negro forrajero (Sorghum alnum) 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.
- Ministerio Agropecuario y Forestal (2022). *Estudio nacional hato bovino 2022*. Nicaragua

- Molitero, E. (1997). *Estimación visual de la disponibilidad de forrajes en pasturas. La altura de la pastura como estimados de su producción instantánea* [Archivo PDF].
www.eemac.edu.uy
- Morán, A. (2023). *Manual para el cultivo de sorgo en Honduras*. Secretaria de agricultura y ganadería (SAG). Dirección de ciencia y tecnología agropecuaria (DICTA). Programa nacional de investigación.
- Morell, A., Alexis y Ruiz-Ávila, M. (2018). *Evaluación agroproductiva de cuatro variedades de Sorgo (Sorghum bicolor, L.) en las condiciones edafoclimáticas del municipio Jobabo*. Editorial Universitaria.
<https://elibro.net/es/ereader/unanicaragua/71709?page=5>
- Nakayama, H., González, M., Oggero, A., Britos, R., Cataldi, C., Cantero, F., Benitez, J. y López, I. (2018). *Fitomejoramiento participativo del KA" A HE" Ë. Universidad Nacional de Asunción*. ISBN 978-99967-0-678-3
- Natalia, C., Martín Z. y Ariel, M. (2011). *Manual de sorgo. Sorgo fenología, manejo, implantación, fertilización, control de malezas y enfermedades, plagas, usos, raciones, cosecha. Proyecto Regional Desarrollo de una Agricultura*. 1ª ed. Chacra Experimental Integrada Barrow: ediciones INTA 2011. 105 p; 21 x 15 cm. ISBN: 978-987-679-071-0.
- Orozco, E. y Sánchez, W. (2009). *Evaluación de variedades e híbridos de sorgo forrajero en condiciones de bosque húmedo tropical*. México.
- Owen, F.G., Moline, W.J. (1970). *Sorghum for forage; Sorghum production and utilization*. Wall & Ross. Westport, Va.
- Parra, P. (1990). *El cultivo de sorgo. Servicio Nacional de Aprendizaje*. Cúcuta, Colombia [Archivo PDF].
<https://www.sorghumcheckoff.com/wpcontent/uploads/2021/11/SpanishGuiadeproducciondeforrajeenelestesJuly2011.pdf>
- Pereira-Crespo, S. (2018). *El sorgo como alternativa forrajera al cultivo de maíz. Instituto de Ciencias Agropecuarias y Rurales*. Universidad Autónoma del Estado de México. (pp.4-8)

- Pérez, A., Quero, A., Velazquez, S., Escalante, J., Rodríguez, M. y Miranda, L. (2007). Análisis de crecimiento en sorgo forrajero en dos periodos de siembra. *Revista Mexicana de ciencia agrícolas*. ISSN 2007-0934. Vol.10 no 5.
https://scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342019000501083
- Pérez, M. y Suarez, M. (2003). *Uso eficiente del nitrógeno por cuatro variedades de sorgo granífero (sorghum bicolor L. Moench)*. Universidad Nacional Agraria.
- 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.
- Ramos, W y Vargas, R. (1990). *Efecto del nivel de fertilización nitrogenada y la edad de corte en el rendimiento y calidad del sorgo forrajero (sorghum vulgare pers.)*.
- Rivera, J. y Tabora, F. (1995). Rendimiento de materia verde, materia seca y proteína cruda del cultivo local criollo Blanco Alto. (*sorghum bicolor (L.) Moench*). Universidad del Zulia. *Revista de la Facultad de Agronomía*. 1997,14:433-438
- Rosas, J. C. y Young, R. (1992). *Principios y prácticas de Mejoramiento de plantas*. Escuela Agrícola Panamericana. Departamento de Agronomía. El Zamorano, Honduras, 1992. P.O. Box 93. Tegucigalpa, Honduras
- Smith, E. (1960). *Sorghum Grass and Perennial Sweet Sorgrass for Alabama*. Agricultural Experiment Station. Auburn University. Progress Report Series No. 78. April 1960
- 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 de plantas individuales*. [Universidad Nacional Agraria. Tipitapa-Managua, Nicaragua]
- Tecnología Agrícola para la Producción Sostenible PROAIN (2020). *Tecnologías en la producción de sorgo forrajero* [Archivo PDF]. <https://proain.com/blogs/notas-tecnicas/tecnologias-en-la-produccion-de-sorgo-forrajero>
- Vallejo, F. A. y Estrada, 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. E-mail: feriva@feriva.com. Cali-Colombia <https://toaz.info/doc-viewer>

- Vargas Rodríguez, C. F. (2008). *Comparación productiva de forraje verde hidropónico de maíz, arroz y sorgo negro forrajero*. Universidad de Costa Rica. Alajuela, Costa Rica. v19n02_233.pdf (mag.go.cr)
- Vega, P. (1972). Efecto del medio-ambiente sobre la relación altura de mazorca-altura de planta en maíz (*Zea mays* L.) *Agronomía tropical venezolana*.
- Villegas, O. (1990). *Producción y valor nutritivo de sorgos forrajeros y sus ensilados a diferentes edades de cosecha*. [Tesis de Ingeniero Agrónomo, Sede Regional de Guanacaste, Universidad de Costa Rica]. Guanacaste, Costa Rica.
- Wing-Ching, R., Rojas A. y Quan, A. (2005). *Nitrógeno orgánico y químico en sorgo negro. Características nutritivas y de producción*. Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica. 03-WING-Nitr.indd (mag.go.cr)
- Amador Altamirano, J. U. (2004). *Evaluación de dosis y momentos de aplicación del humus de lombriz sobre el crecimiento y rendimiento del cultivo del ajonjolí (*Sesamun indicum* L.) Variedad cuyumaqui*. [Tesis de Ingeniería, Universidad Nacional Agraria]. Repositorio Institucional. <https://repositorio.una.edu.ni/1928/>

IX. ANEXOS

Anexo 1. Plantas seleccionadas por altura de planta y diámetro de tallo bajo la metodología de mejoramiento selección de plantas individuales.

planta	AP (cm)	DT (mm)	ergot	planta	AP (cm)	DT (mm)	ergot	planta	AP (cm)	DT (mm)	ergot
1	458	16	P	35	370	16	P	68	438	17	P
2	400	17	P	36	390	15	P	69	458	15	A
3	415	15	A	37	440	20	A	70	476	16	P
4	413	18	P	38	405	17	P	71	460	16	P
5	395	17	P	39	420	15	P	72	452	16	P
6	400	19	P	40	372	15	P	73	467	16	P
7	417	17	P	41	385	17	P	74	476	16	P
8	430	17	P	42	430	16	P	75	470	16	P
9	424	19	P	43	477	16	P	76	519	18	P
10	424	17	A	44	450	16	A	77	490	15	P
11	425	19	A	45	455	15	P	78	484	17	P
12	442	19	P	46	467	16	A	79	470	17	P
13	400	14	P	47	424	18	P	80	492	18	P
14	388	16	P	48	426	15	A	81	482	16	P
15	415	17	A	49	450	17	P	82	479	15	P
16	400	19	P	50	410	16	P	83	510	16	P
17	407	20	P	51	485	16	P	84	436	16	P
18	425	16	A	52	475	16	P	85	465	16	P
19	410	17	P	53	526	19	P	86	495	19	P
20	380	16	P	54	458	16	P	87	438	15	P
21	408	20	P	55	480	17	P	88	435	16	P
22	430	15	P	56	525	17	P	89	467	17	P
23	424	17	A	57	470	18	P	90	477	16	P
24	450	16	A	58	485	16	P	91	460	16	A
25	407	15	P	59	474	16	P	92	460	16	A
26	458	19	P	60	500	15	P	93	420	14	P
27	377	16	P	61	463	16	P	94	450	16	P
28	410	16	P	62	423	18	P	95	503	15	P
29	400	20	P	63	466	17	A	96	400	16	P
30	418	18	P	64	470	16	P	97	484	16	P
31	451	15	P	65	485	16	P	98	432	13	P
32	410	16	P	66	470	16	P	99	468	14	P
33	375	17	P	67	460	16	P	100	460	16	P
34	400	16	P								

AP= Altura de plantas DT= Diametro de tallo A= Ausencia de ergot P= Presencia de ergot

Anexo 1. Continuación... Plantas seleccionadas por altura de planta y diámetro de tallo bajo la metodología de mejoramiento selección de plantas individuales.

Planta	A	P	D	T	Ergot	Planta	A	P	D	T	Ergot	Planta	A	P	D	T	Ergot
	(cm)		(mm)				(cm)		(mm)				(cm)		(mm)		
101	456		16		A	135	500		17		P	168	440		15		P
102	440		15		P	136	500		16		P	169	520		15		P
103	454		16		P	137	460		17		P	170	515	20			A
104	463		17		P	138	500	16			A	171	450	19			A
105	448	15			A	139	454	18			A	172	465	17			A
106	430	15			P	140	462	16			P	173	460	15			A
107	480	17			A	141	468	18			P	174	430	15			P
108	424	17			P	142	432	14			A	175	490	15			P
109	430	18			P	143	472	17			P	176	446	16			P
110	490	16			A	144	480	18			P	177	400	16			P
111	470	15			A	145	450	15			P	178	480	15			P
112	478	15			P	146	439	15			P	179	450	17			P
113	450	15			A	147	500	19			P	180	460	16			P
114	475	17			A	148	460	17			A	181	458	16			A
115	490	16			A	149	420	15			P	182	464	14			A
116	450	15			P	150	467	15			A	183	455	15			P
117	443	14			P	151	500	18			A	184	420	14			A
118	450	17			P	152	480	16			A	185	422	16			P
119	425	16			P	153	490	20			P	186	440	15			P
120	424	17			P	154	500	20			P	187	445	17			A
121	460	17			P	155	418	16			A	188	400	15			P
122	461	17			P	156	500	16			P	189	453	14			A
123	465	17			P	157	490	18			P	190	458	16			A
124	475	17			P	158	480	15			A	191	455	16			P
125	496	18			P	159	485	15			P	192	400	16			A
126	450	16			A	160	467	15			P	193	400	15			P
127	480	17			P	161	470	16			P	194	436	18			A
128	450	17			P	162	410	17			P	195	420	14			P
129	430	16			P	163	490	15			P	196	444	14			P
130	430	17			A	164	460	15			P	197	460	15			A
131	437	16			A	165	463	15			P	198	445	15			P
132	450	16			A	166	448	14			A	199	400	15			P
133	490	18			P	167	470	17			A	200	460	15			P
134	400	16			P												

AP= Altura de plantas DT= Diametro de tallo A= Ausencia de ergot P= Presencia de ergot

Anexo 1. Continuación... Plantas seleccionadas por altura de planta y diámetro de tallo bajo la metodología de mejoramiento selección de plantas individuales.

Planta	A	P	D	T	Ergot	Planta	A	P	D	T	Ergot	Planta	A	P	D	T	Ergot
	(cm)		(mm)				(cm)		(mm)				(cm)		(mm)		
201	490		16		P	235	400		15		P	268	460		17		A
202	400		15		P	236	452		15		A	269	450		16		A
203	430		15		P	237	400		15		P	270	460		15		P
204	440		20		P	238	447		15		A	271	450		16		P
205	480		16		P	239	466		16		A	272	465		17		P
206	474		16		A	240	442		17		P	273	465		15		A
207	477		17		A	241	450		16		P	274	460		15		A
208	400		15		P	242	450		16		P	275	450		16		A
209	510		18		P	243	460		15		P	276	450		16		A
210	453		25		A	244	410		15		A	277	450		16		A
211	490		17		P	245	470		15		P	278	475		14		A
212	485		17		A	246	450		16		P	279	430		16		A
213	423		16		P	247	460		15		P	280	435		16		P
214	430		15		P	248	445		15		P	281	460		15		P
215	430		15		A	249	500		16		P	282	455		16		A
216	430		14		P	250	500		16		P	283	459		16		A
217	477		16		A	251	435		16		A	284	460		17		A
218	461		16		P	252	475		18		A	285	456		14		P
219	480		15		P	253	465		16		A	286	498		18		A
220	460		17		P	254	450		15		A	287	456		16		P
221	490		18		A	255	450		14		P	288	458		15		P
222	500		18		P	256	475		16		A	289	480		15		P
223	400		15		P	257	490		16		P	290	460		15		P
224	475		16		P	258	460		14		P	291	470		16		P
225	480		16		P	259	435		18		A	292	465		14		P
226	460		16		P	260	495		15		P	293	467		19		P
227	480		16		A	261	495		16		P	294	472		18		P
228	430		16		A	262	455		15		A	295	456		15		P
229	460		16		A	263	405		18		A	296	435		15		P
230	480		16		A	264	480		15		A	297	445		16		P
231	470		15		P	265	480		16		P	298	446		16		P
232	450		15		P	266	475		16		A	299	440		16		P
233	460		15		A	267	480		15		A	300	460		14		P
234	417		15		A												

AP= Altura de plantas DT= Diametro de tallo A= Ausencia de ergot P= Presencia de ergot

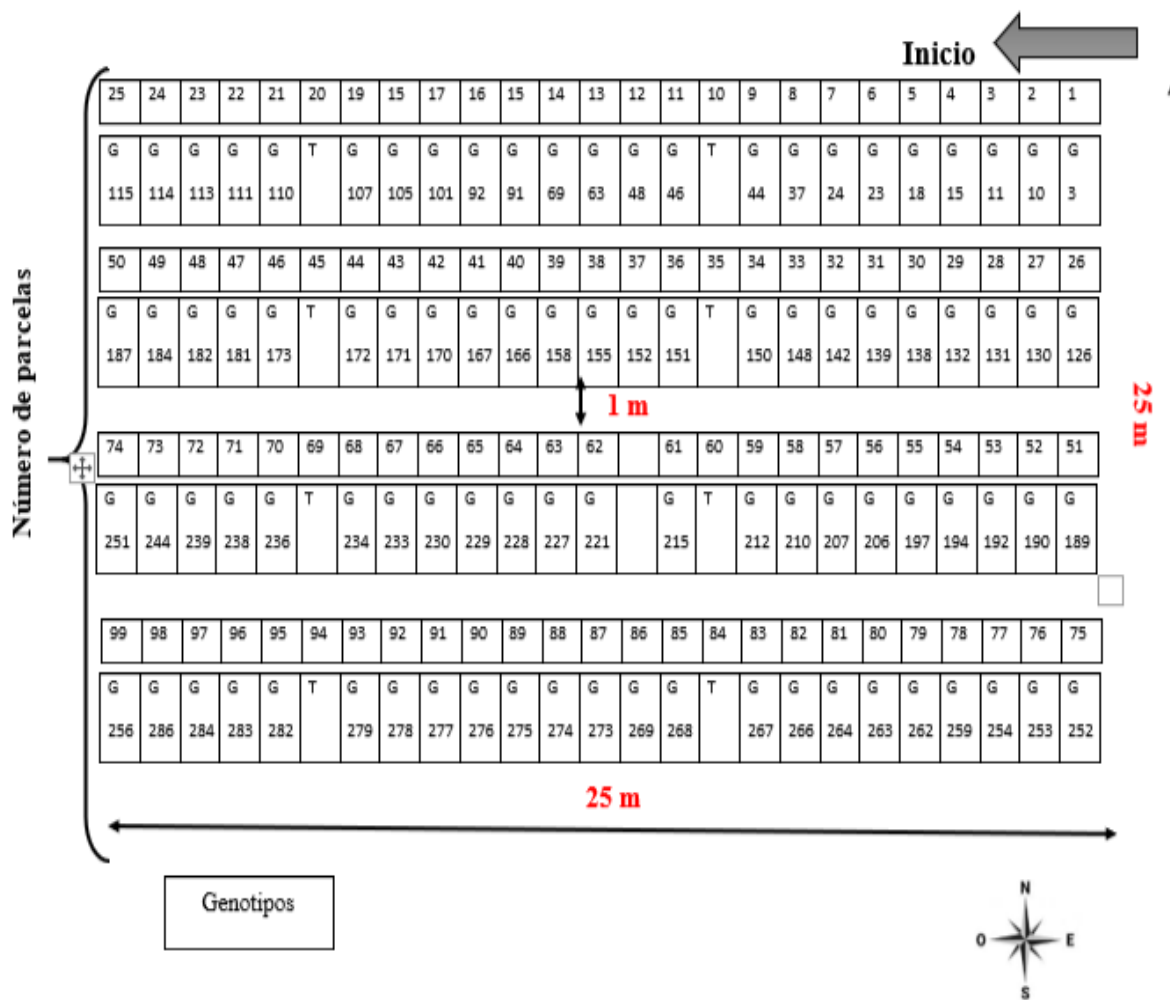
Anexo 2. Cronograma de actividades

Actividades	Año 2020-2021		Responsable
	Inicio	Finalización	
Elaboración de protocolo	01-04-2019	13-05-2019	Robert García Jorge Sobalvarro Noel Duarte
Reunión con tutor y director de sede	14-05-2019	15-05-2019	Robert García Jorge Sobalvarro Noel Duarte
Prueba de progenie sede Juigalpa			
Selección del área UNA sede Juigalpa	04-05-2020	04-05-2020	Robert García Jorge Sobalvarro Noel Duarte
Adquisición de insumos	08-05-2020	08-05-2020	Robert García Jorge Sobalvarro Noel Duarte
Muestreo de plagas	09-05-2020	09-05-2020	Robert García
Preparación del terreno			
Delimitación del terreno	11-05-2020	11-05-2020	Robert García
Macheteo	12-05-2020	12-05-2020	Robert García
Limpieza del terreno			
Aplicación de glifosato Por aspersión (Bomba mochila)	13-05-2020	13-05-2020	Robert García
Instalación de riego			
Compra de sistema de riego por goteo	14-05-2020	14-05-2020	Robert García
Transporte del sistema de riego	14-05-2020	14-05-2020	Robert García
Ubicación de las mangueras	15-05-2020	16-05-2020	Robert García

Siembra			
Transporte de semilla	20-05-2020	20-05-2020	Robert García
Sembrado manual	20-05-2020	20-05-2020	Robert García
Fertilización			
Aplicación de fertilizante	29-05-2020	29-05-2020	Robert García
Control de plagas y enfermedades			
1er muestreo	10-06-2020	10-06-2020	Robert García
2do muestreo	15-07-2020	15-07-2020	Robert García
3er muestreo	05-08-2020	05-08-2020	Robert García
Aplicación de plaguicida	10-06-2020	19-08-2020	Robert García
Control de malezas			
1er deshierbe manual (machete)	19-06-2020	19-06-2020	Robert García
2do deshierbe manual (machete)	03-07-2020	03-07-2020	Robert García
3er deshierbe manual (machete)	24-07-2020	24-07-2020	Robert García
Riego			
Control de abrir el sistema de riego cuando se necesite	20-05-2020	20-09-2020	Robert García
Reparar mangueras dañadas	20-05-2020	20-09-2020	Robert García
Caracterización			
1ra caracterización (variables de crecimiento)	22-07-2020	23-07-2020	Robert García
2da caracterización (variables de crecimiento)	01-08-2020	02-08-2020	Robert García
3ra caracterización (variables de crecimiento)	12-08-2020	13-08-2020	Robert García

4ta caracterización (variables de crecimiento)	26-08-2020	28-08-2020	Robert García
Toma de datos de forraje verde	02-09-2020	04-09-2020	Robert García
Toma de dato de materia seca	03-09-2020	04-09-2020	Robert García
Procesamiento de datos			
Type de las tomas de datos	16-10-2020	10-11-2020	Robert García
Análisis de datos (Excel, infostat...)	28-11-2020	02-12-2020	Robert García Jorge Sobalvarro Noel Duarte Julissa Sandoval
Resultados obtenidos	05-05-2021	19-05-2021	Robert García Jorge Sobalvarro Noel Duarte
Interpretación de resultados			Robert García Jorge Sobalvarro Noel Duarte
Presentación del primer borrador	14-08-2021	28-08-2021	Robert García
Presentación documento final	04-10-2021	04-10-2021	Robert García

Anexo 3. Diseño de campo de ensayo prueba de progenie



Anexo 4. Presupuesto total del proyecto

Rubro	Unidad de medida	Cantidad	Costo unitario C\$	Costo total
Semilla				
Sorghum almun	kg	10	50	500
Sub total				500
Insumos				
Herbicidas				
Glifosato	L	1	170	170
Sub total				170
Fertilizantes				
12-30-10	qq	1	950	950
Urea 46%	qq	1	900	900
Sub total				1850
Insecticida				
Muralla® Delta 19 CD	L	0.5		
Engeo 247 SC -1	L	0.5	900	450
Sub total				450
Fungicida				
Phyton 32 SC	L	0.5	1300	650
Sub total				650
Material de campo				
Mecate macen	Unidad	12	15	180
Bolsas de papel kraft	Unidad	200	2	400
Cinta adhesiva Maquintei	Unidad	20	20	400
Marcadores	Unidad	15	15	225
Hojas en blanco	Unidad	50	1	50

Cinta métrica	Unidad	1	280	280
Vernier	Unidad	1	250	250
Bitácora	Unidad	1	70	70
Sub total				1855
Equipo de campo				
Mangueras de riego	Metros	621	8	4968
Bomba mochila	Unidad	1	1800	1800
Machetes	Unidad	2	150	300
Sub total				7068
Compra de servicios				
Horno secador	Servicio (días)	24	25	600
Picadora	Servicio (días)	4	50	200
Refrigeradora	Servicio (días)	15	25	375
Análisis bromatológico	Servicio (muestras)	50	200	10000
Sub total				11175
Días jornales				
Preparación del terreno	Días	2	150	300
Limpieza del terreno	Días	1	150	150
Instalación de riego	Días	3	150	450
Siembra	Días	3	150	450
Fertilización	Días	6	150	2700
Control de plagas y enfermedades	Días	5	150	750
Control de malezas	Días	12	150	1800
Riego	Días	8	150	1200
Caracterización	Días	24	150	3600
Procesamiento de datos	Días	4	150	600
Sub total				12000
TOTAL, C\$				35,718

Anexo 5. Imágenes de la toma de las variables en ensayo prueba de progenie en Juigalpa, Chontales



Anexo 6. Registro de caracterización de las variables (Altura de planta, ancho de hoja, largo de hoja, número de plantas y diámetro de tallo), que fueron evaluadas



Anexo 7. Registro de la toma de datos en rendimiento de forraje verde y rendimiento de biomasa seca.

