



Por un Desarrollo Agrario  
Integral y Sostenible

# UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

## FACULTAD DE CIENCIA ANIMAL

### Trabajo de Tesis

**Características morfológicas de tres cultivares de *Pennisetum purpureum* sp Cv. OM- 22; CT-169; Maralfalfa, bajo dos métodos de siembra y dos momentos de cosecha, Managua, 2022**

**Autor(es)**

**Br. Hellen María Castro Méndez**

**Asesor(es)**

**MSc. Marcos Jiménez Campos**

**MSc. Rosario Rodríguez Pérez**

**Ing. Kevin Howard Barberena Ruiz**

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

**Managua, Nicaragua  
junio, 2023**

Este trabajo de graduación fue evaluado y aprobado por el honorable comité evaluador designado por la decanatura de la Facultad de Ciencia Animal como requisito final para optar al título profesional de:

Ingeniero en Zootecnia

Miembros del Comité Evaluador

PhD. Lester Raúl Rocha Molina

Presidente

MSc. Wendell Mejía Tinoco

Secretario

MSc. Marlon Hernández Baca

Vocal

Managua, Nicaragua, 27/junio/2023

## **DEDICATORIA**

Con orgullo y amor sincero quiero dar gracias a Jehová mi padre celestial por ser la luz que ha guiado mi camino durante la realización de este trabajo investigativo, gracias por brindarme sabiduría, paciencia y perseverancia ya que son puntos claves que definen el éxito de una investigación.

A mi madre Dulce María Méndez Fonseca por darme la vida por inculcarme valores y principios por apoyarme económica y emocionalmente durante los 5 años de estudio para formarme como profesional del agro. Así mismo Gracias al motivarme día a día y darme las fuerzas que necesitaba para cumplir con esta meta profesional, este logro es su logro.

Gracias a mi padre José Erick Castro al no limitar mis sueños y anhelos, por no privarme de la libertad de tomar mis propias decisiones, igualmente por estar presente en los buenos y malos momentos porque a pesar de todo has demostrado tu preocupación, amor y orgullo hacia tu prole.

Gracias a mi hermano Erick Rafael Castro Méndez por que en cada etapa ha estado presente apoyando y celebrando junto a mi cada uno de mis logros y aciertos, así como en las tristezas, gracias por cada palabra de aliento, por cada gesto y por cada demostración de amor en sus diferentes formas.

Gracias a mis amigos, Walkiria Castro, Inoha Morales, Elían Loaisiga, Yassir Lopez, Maykel Garcia y María Corea, gracias a cada uno de ellos porque han jugado un papel importante en mi vida y en la realización de esta investigación, gracias por el regalo de su amistad, por compartir conmigo buenos y malos momentos, gracias por brindarme sus consejos, un hombro para llorar, palabras de aliento, risas en los momentos de ansiedad y estrés, gracias por celebrar mis triunfos y por siempre demostrar su cariño hacia mi persona. Que Jehová los bendiga y los guie para que cumplan cada una de sus metas.

**Br. HELLEN MARIA CASTRO MENDEZ**

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco profundamente a mis asesores de tesis por transmitirme sus conocimientos, por el tiempo dedicado en la elaboración de esta investigación, sin sus correcciones y su experiencia adquirida durante los años de formación profesional nada de esto sería posible. Me complace saber que depositaron la confianza en mi persona para hacer sus ideas tangibles, por confiar en mis destrezas y habilidades para desarrollar esta investigación científica,

Gracias a mi alma mater Universidad Nacional Agraria por regalarme los mejores años de mi vida al permitirme conocer personas maravillosas y vivir experiencias que me permitieron mejorar como persona, gracias por albergarme dentro de tus aulas de clases para formarme profesionalmente, por cada día producir profesionales de calidad que juegan un papel importante dentro de la sociedad nicaragüense

Honro a cada uno de mis docentes, por su dedicación y el tiempo dedicado dentro de las aulas de clases lo cual era clave para llegar hasta donde estoy hoy, gracias porque sus enseñanzas siempre harán eco en mi corazón.

Y finalmente agradezco a la DIEP por incluirnos dentro de sus proyectos de investigación, y beneficiándonos de manera económica para cubrir con algunas necesidades económicas.

**Br. HELLEN MARIA CASTRO MENDEZ**

## ÍNDICE DE CONTENIDO

SECCIÓN	PÁGINA
<b>DEDICATORIA</b>	<b>i</b>
<b>AGRADECIMIENTO</b>	<b>ii</b>
<b>ÍNDICE DE CONTENIDO</b>	<b>iii</b>
<b>ÍNDICE DE CUADROS</b>	<b>vi</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b>	<b>vii</b>
<b>ÍNDICE DE ANEXOS</b>	<b>viii</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>ix</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>x</b>
<b>I. INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>II. OBJETIVOS</b>	<b>3</b>
2.1 Objetivo general	3
2.2 Objetivos específicos	3
<b>III. MARCO DE REFERENCIA</b>	<b>4</b>
3.1 Sistemas ganaderos tropicales en Nicaragua	4
3.2 Gramíneas forrajeras	5
3.2.1 Cultivar OM-22 ( <i>Pennisetum Purpureum</i> x <i>Pennisetum Glaucum</i> )	5
3.2.2 Cultivar CT-169 ( <i>Pennisetum purpureum</i> x <i>Pennisetum tiphoides</i> )	6
3.2.3 Cultivar Mararlalfa ( <i>Pennisetum purpureum</i> x <i>Pennisetum glaucum</i> )	6
3.3 Manejo agronomico de las gramineas de corte.	7
3.3.1 Selección del terreno	7
3.3.2 Preparacion del suelo	7
3.3.3 Siembra de material vegetativo	8

3.3.4 Epoca de siembra	8
3.3.5 Siembra con material vegetativo	8
3.3.6 Manejo de las gramíneas después de la siembra	9
3.3.6.1 Resiembra	9
3.3.6.2 El control de las malezas	9
3.3.6.3 Fertilización	9
3.3.6.4 Manejo de plagas	10
<b>IV. MATERIALES Y MÉTODOS</b>	<b>12</b>
4.1 Ubicación del estudio	12
4.1.1 Tipo de suelo	12
4.1.2 Clima	12
4.2 Diseño metodológico, diseño experimental o diseño de tratamientos	12
4.2.1 Modelo utilizado modelo lineal mixto	13
4.3. Manejo del ensayo y metodología	14
4.3.1 Manejo agronómico	14
4.3.1.1 Preparación del suelo	14
4.3.1.2 Preparación de la semilla	14
4.3.1.3 Siembra	14
4.3.1.4 Control de malezas	14
4.3.1.5 Fertilización	14
4.3.1.6 Aporque	15
4.3.1.7 Levantamiento de datos	15
4.4 Variables evaluadas	15
4.4.1 Altura de planta (cm)	15

4.4.2 Número de nudos por tallo	15
4.4.3 Número de hojas	15
4.4.4 Ancho de hoja	15
4.4.5 Largo de hoja	15
4.4.6 Grosor de tallo	16
4.4.7 Número de tallos	16
4.4.8 Distancia entre el tercero y cuarto nudo	16
4.4.9. Rendimiento de biomasa en base seca	16
4.5 Análisis de datos	16
<b>V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	<b>18</b>
5.1 Altura de la planta	18
5.2 Largo de Hoja	19
5.3 Ancho de hoja	21
5.4 Número de hojas	22
5.5. Número de nudos por planta	23
5.6. Número de tallos por planta	24
5.7. Distancia entre nudo (cm)	25
5.8. Diámetro de tallo (cm)	26
5.9. Rendimiento de biomasa en base seca	27
<b>VI. CONCLUSIONES</b>	<b>29</b>
<b>VII. RECOMENDACIONES</b>	<b>30</b>
<b>VIII. LITERATURA CITADA</b>	<b>31</b>
<b>IX. ANEXOS</b>	<b>41</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO	PÁGINA
1. Dimensiones de parcelas en estudio de tres cultivares de <i>Pennisetum purpureum</i> (cv OM-22, cv CT-19 y cv Maralfalfa), Managua 2022.	13
2. Rendimiento de biomasa en base seca en dos tipos de siembra y dos periodos de cortes de <i>Pennisetum purpureum</i> sp. cv OM-22, CT-169 y Maralfalfa.	28

## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA		PÁGINA
1.	Altura de la planta de tres cultivares de <i>Pennisetum purpureum</i> sp. cv. OM-22, CT-169 y Maralfalfa, Managua 2022	18
2.	Largo de hojas de la planta de tres cultivares de <i>Pennisetum purpureum</i> sp. (OM-22, CT-169 y Maralfalfa)	20
3.	Ancho de hoja de las plantas de <i>Pennisetum purpureum</i> sp. cv. OM-22, CT-169 y Maralfalfa	21
4.	Número de hojas de tres cultivares de <i>Pennisetum purpureum</i> sp. cv. OM-22, CT-169 y Maralfalfa.	23
5.	Número de nudos por plantas de <i>Pennisetum purpureum</i> sp. cv. OM-22, CT-169 y Maralfalfa	24
6.	Números de tallos por plantas de <i>Pennisetum purpureum</i> sp. cv. OM-22, CT-169 y Maralfalfa	25
7.	Distancia entre nudos por plantas de <i>Pennisetum purpureum</i> sp. cv. OM-22, CT-169 y Maralfalfa.	26
8.	Diámetro del tallo por plantas de <i>Pennisetum purpureum</i> sp. cv. OM-22, CT-169 y Maralfalfa.	27

## ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO		PÁGINA
1.	Medición de terreno y delimitación de parcela	41
2.	Selección de semilla vegetativa	41
3.	Siembra de tres cultivares de <i>Pennisetum Purpureum</i> sp.	42
4.	Reparación de cerco del área experimental	42
5.	Crecimiento de los cultivares a los 27 días.	43
6.	Desarrollo de los pastos a los 32 días	43
7.	Limpieza de maleza	44
8.	Medición de plantas	44
9.	Fertilización de tres cultivares de <i>Pennisetum purpureum</i> sp	45
10.	Preparación para corte de los cultivares	45
11.	Corte a los 80 días	46
12.	Pesaje de biomasa	46
13.	Corte de cultivares de <i>Pennisetum</i> sp a los 90 días	47

## RESUMEN

Se realizó una investigación con el objetivo de generar información de las características morfológicas de tres cultivares de *Pennisetum purpureum* sp. Cv. OM-22, CT-169 y Maralfalfa, bajo dos métodos de siembra y cosecha. El ensayo se ejecutó en la finca Santa Rosa propiedad de la Universidad Nacional Agraria, Nicaragua. Los métodos de siembra utilizados fueron traslape y doble, considerando 80 y 90 días para el momento de cosecha. Las variables de crecimiento fenológico evaluadas fueron; altura de la planta, número de nudos por tallo, número de hojas, ancho de hoja, largo de hoja, grosor del tallo, número de tallos, distancia entre el tercer y cuarto nudo. Igualmente, la variable rendimiento de biomasa en base seca. Se utilizó un diseño completamente al azar (DCA), con modelos lineales mixtos y modelos lineales mixtos generalizados, donde los factores de efectos fijos son los métodos de siembra y los tipos de cultivares, y los factores de efectos aleatorios son las subparcelas y las mediciones repetidas en el tiempo. Se utilizó la prueba honesta de Tukey para las separaciones de media. En los resultados obtenidos no se encontró diferencia significativa ( $p>0.05$ ) entre el tipo de siembra y tipo de pasto para las características de las variables; altura de planta, Largo de hoja, Ancho de hoja, número de hoja, número de tallo por planta y diámetro del tallo, sin embargo, hay diferencia significativa ( $p<0.05$ ) para tipo de pasto en la variable número de nudo por planta. Determinando que las diferencias presentadas son propias de cada cultivo. El rendimiento de biomasa en base seca fue mayor para el tipo de siembra doble en los cortes de 80 y 90 días. Siendo el CT-169 a los 80 días el que obtiene mayores valores con 14,049 kg MS ha<sup>-1</sup>corte, seguido por OM-22 con 11,719 kg MS ha<sup>-1</sup>corte y Maralfalfa con 8873 kg MS ha<sup>-1</sup>corte. Para los cortes de 90 días fue similar comportamiento entre los cultivares obteniendo valores de 25,135, 20,647 y 16,797 kg MS ha<sup>-1</sup>corte para CT-169, OM-22 y Maralfalfa respectivamente.

**Palabras Claves:** Pastos de cortes, cultivares cubanos, traslape de esqueje, doble esqueje.

## ABSTRACT

An investigation was made with the objective of generating information on the morphological characteristics of three cultivars of *Pennisetum purpureum* sp. cv. OM-22, CT-169 and Maralfalfa, under two methods of sowing and harvesting. The trial was carried out at the Santa Rosa farm owned by the National Agrarian University, Nicaragua. The sowing methods used were overlapping and double sowing, considering 80 and 90 days for harvesting. The phenological growth variables evaluated were: plant height, number of nodes per stem, number of leaves, leaf width, leaf length, stem thickness, number of stems, distance between the third and fourth node. Likewise, the variable biomass yield on a dry basis. A completely randomized design (CRD) was used, with linear mixed models and generalized linear mixed models, where the fixed effect factors are planting methods and cultivar types, and the random effect factors are subplots and repeated measurements over time. In the results obtained, no significant difference ( $p>0.05$ ) was found between the type of sowing and type of grass for the characteristics of the variables; plant height, leaf length, leaf width, leaf number, number of stems per plant and stem diameter, however, there is a significant difference ( $p<0.05$ ) for type of grass in the variable number of nodes per plant. It was determined that the differences presented are specific to each crop. The biomass yield in dry basis was higher for the double sowing type in the 80 and 90 days cut. CT-169 at 80 days obtained the highest values with 14,049 kg DM ha<sup>-1</sup>cut, followed by OM-22 with 11,719 kg DM ha<sup>-1</sup>cut and Maralfalfa with 8873 kg DM ha<sup>-1</sup>cut. For the 90-day cuts, there was similar behavior among the cultivars, obtaining values of 25,135, 20,647 and 16,797 kg DM ha<sup>-1</sup>cut for CT-169, OM-22 and Maralfalfa, respectively.

**Key words:** Cutting grasses, Cuban cultivars, cuttings overlap, double cuttings.

## I. INTRODUCCIÓN

Los pastos y forrajes son una fuente principal de alimentos para las diferentes especies animales que son capaces de procesar y utilizar este alimento para su crecimiento, desarrollo y producción de carne, leche u otras formas aprovechables por el hombre. Miranda (2009), refiere que los pastos son el alimento de mayor importancia en la dieta de los animales herbívoros al ser más económicos y básicos al suministrarse diariamente al ganado en pastoreo. (p.1).

Cabe mencionar que a pesar de ser pastos muy utilizados y que ofrecen diferentes bondades en los sistemas ganaderos no hay información afondo acerca del comportamiento de dichos pastos en las diferentes zonas del país como su fenología y comportamiento productivo, lo cual limita aplicar el manejo adecuado como la aplicación de los cortes en el momento óptimo de cosecha para aprovechar la mayor concentración de nutrientes y hacer uso del material en el mejor momento para su conservación.

Por dichas razones nos hemos planteado conocer las características morfológicas y rendimiento productivo de estos cultivos que se encuentran y utilizan en la zona seleccionada para el estudio, con el propósito de ofrecer información apropiada para que el productor tenga una referencia idónea del manejo adecuado y conseguir un mejor aprovechamiento del forraje para la dieta del ganado.

Es importante recalcar que los pastos y forrajes son un grupo de plantas que según (Cárdenas, 2022), estas pueden clasificarse de acuerdo con su forma de crecimiento; erectas, rastreras o semi erectas, además por el ciclo vegetativo; anuales, bianuales y perennes y por su uso como corte y pastoreo.

Refiriéndonos a los pastos de corte son una alternativa para suplementar al ganado en pastoreo y principalmente en época seca ya que pueden ser almacenados a través de las diferentes técnicas de conservación de forraje para cubrir y suplir con las demandas alimenticias del hato durante este periodo de escases debido a las bajas precipitaciones pluviales.

Existen diferentes pastos de corte entre ellos del género *Pennisetum purpureum* como los pastos CT-169, OM-22 y Maralfalfa, los cuales se pueden describir como pastos perennes de crecimiento erecto, robustos y vigorosos con alta producción de biomasa. Son cultivares que al compartir el mismo género nos indica que sus características de adaptación, desarrollo y calidad nutricional son similares al poseer algunos genes en común.

## II. OBJETIVOS

### 2.1 Objetivo general

Evaluar las características morfológicas y rendimiento productivo de tres cultivares de *Pennisetum purpureum* sp cv. OM 22; cv. CT-169; cv. Maralfalfa, bajo dos métodos de siembra y dos momentos de cosecha

### 2.2 Objetivos específicos

Analizar los valores de las variables; altura de la planta, largo de hoja, ancho de hoja, número de hojas, número de nudos por planta, número de tallos por planta, distancia entre nudo, diámetro de tallo de tres cultivares de *Pennisetum purpureum* sp; cv OM 22, cv. CT-169 y cv Maralfalfa.

Comparar el rendimiento productivo de tres cultivares de *Pennisetum purpureum* sp; cv OM 22, cv. CT-169 y cv Maralfalfa. A los 80 y 90 días.

### III. MARCO DE REFERENCIA

#### 3.1 Sistemas ganaderos tropicales en Nicaragua

De acuerdo a la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación la Agricultura (FAO, s.f), “el sector agropecuario ha aportado el 31% al producto interno bruto (PIB) siendo unos de los sectores más importantes después del sector agrícola. Por ejemplo, la producción bovina se encuentra dentro de las actividades económicas de mayor importancia en el país por su contribución en el producto interno bruto en las exportaciones y también es una de las actividades que se destacan en los sistemas agropecuarios del país” (p. 5-6). FAO (s.f) indica que:

La producción ganadera vacuna de Nicaragua se basa en la utilización extensiva del recurso tierra en los diferentes sistemas de producción fundamental para el pastoreo como fuente principal de alimentación del ganado. El aprovechamiento de la tierra es relativamente bajo teniéndose una carga animal de 0.5 cabezas por hectáreas” (p. 6).

Los sistemas ganaderos dentro del país son muy amplios según datos obtenidos de la federación de asociaciones ganaderas de Nicaragua (FAGANIC, 2019), ya que describe el perfil del sector pecuario de Nicaragua, indicando que alrededor de 136,600 fincas en el país son ganaderas, existen 138,000 ganaderos siendo el 85% pequeños y medianos y que 5,600,000 manzanas son dedicadas en total a la ganadería (p. 2).

Debemos de tomar en cuenta que a pesar que los pequeños y medianos productores dependen de los pastos y forrajes como alimentación principal en la dieta de los animales domésticos no siempre tienen acceso a un alimento de calidad. Según López (2014), destaca que el progreso ganadero no solo se logra con animales que posean un alto valor genético si no que a su vez se debe garantizar una alimentación que cubra con los requerimientos nutricionales de los animales ya que ese potencial se llegaría a perder con una alimentación deficiente (p. 2)

Palma y Raudez (2018), describen que la baja producción de forraje en el verano es provocada por las bajas precipitaciones obteniendo como resultado la escasez de forraje, lo cual llega afectar la capacidad de rebrote, perdidas de tallos y macollas ya existentes, teniendo como consecuencia la degradación de las pasturas y disminuyendo la cantidad de forraje (p. 1).

Sin embargo, los productores siempre están en busca de aplicar las diferentes alternativas que les permita aprovechar y conservar los forrajes para lograr tener alimento de calidad en cualquier momento del año, una de esas alternativas que se destacan es establecer pastos de cortes cubanos los cuales son conocidos por tener una producción de forraje de buena calidad y materia seca bajo ciertas condiciones edafoclimáticas y de manejo.

### **3.2 Gramíneas forrajeras**

Se puede describir a las gramíneas forrajeras a los pastos que son cosechados en determinado periodo para ser suministrados directamente en los comederos de los animales ya sea como material fresco, seco o que haya pasado por un proceso de transformación y conservación como el ensilaje, heno, rastrojo, sacharina y amonificación, tal como lo menciona el Instituto Nacional Tecnológico (INATEC, 2016).

Existen un sin número de gramíneas de corte entre las que podemos mencionar los siguientes pastos que destaca Campo (2012): pasto Elefante, King Grass, Caña forrajera, Imperial, Cuba 22, Maralfalfa, Taiwán, CT-169, CT-115, entre otros. (p. 2,9).

#### **3.2.1 Cultivar OM-22 (*Pennisetum Purpureum x Pennisetum glaucum*)**

El pasto OM-22 es un híbrido el cual fue el resultado del cruce entre el CT169 (*Pennisetum purpureum*) y un (*Pennisetum glaucum tiffon*) de donde surgió la hierba elefante cuba OM-22. Clavijo (2016) describe a esta variedad como un pasto con características de resistencia a la sequía, con tallos altamente desarrollados, hojas lisas y no contiene vellosidades (P. 9).

Clavijo (2016) describe que el crecimiento de este pasto es erecto y tiende a doblarse desde edades muy tempranas debido a su alta producción de biomasa y se caracteriza por tener una altura entre los 1,5 y 1,8 metros de altura. tiene tallos gruesos y su producción se encuentra entre las 70 y 180 toneladas de forraje fresco por hectárea al año y los días indicados del primer corte es a los 90 días y entre corte a los 45 y 60 días (p. 9).

Maldonado et al. (2019) describen que el cultivar OM-22 bajo las condiciones del trópico alcanzaron a los 110 días la mayor producción 38,600 kg MS ha<sup>-1</sup> y 435 kg MS ha<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup> correspondientemente. (p. 18).

### **3.2.2 Cultivar CT-169 (*Pennisetum purpureum x Pennisetum tiphoides*)**

Se caracteriza según lo expuesto por Ramírez y Verdecía (2008), por ser un pasto que ofrece buenas bondades al ser utilizado como forrajes gracias a su adecuada altura, hojas anchas y largas, por tener un buen rendimiento y resistencia a la sequía (p. 3).

Martínez et al., (2010), recomiendan el cultivar CT.169 por su acelerado crecimiento, productividad y bondadoso contenido proteico. A las 26 semanas el cultivar acumulo de 27 a 28 t MS/ha respectivamente teniendo mejor calidad a los 44 días y mayor cantidad de biomasa a los 70 días (p. 189). Datos en los que difiere Horak et al. (2018), ya que según una investigación realizada bajo las condiciones edafoclimaticas de México los investigadores mencionan que dicho cultivar produjo la mayor cantidad de biomasa a los 120 días.

### **3.2.3 Cultivar Maralfalfa (*Pennisetum purpureum sp.*)**

Cerda (2015), expresa que es un pasto perenne con alta productividad, con raíces fibrosas y tienen la particularidad de formar raíces adventicias que surgen de los nudos inferiores de las cañas, los entre nudos en la base del tallo son muy cortos y la parte superior son más largos, llega a producir alrededor de 60 toneladas de biomasa seca por hectárea, se desarrolla bien en altitudes inferiores de los 2600msnm y con precipitaciones entre los 100 y 400mm (p. 126).

Martínez y Leiva (2018) refieren que:

El cultivar Maralfalfa puede llegar alcanzar una altura entre los dos y tres metros, las hojas llegan a medir entre los 30 a 70 cm de largo, la vaina de hoja surge de un nudo de la caña cubriéndola de manera ceñida, los bordes de la vaina están generalmente libres y se traslapan es muy común encontrar bordes pilosos, siendo una de las características importante en su clasificación. En el caso del pasto Maralfalfa (*Pennisetum sp*) su inflorescencia la presenta en forma de panícula (p. 1)

### **3.3 Manejo agronómico de las gramíneas de corte.**

Sánchez y Alvares (2003), El manejo de las gramíneas de corte implica una serie de actividades que nos llevarán al éxito de su establecimiento y cosecha. Para empezar, se debe tomar en cuenta la preparación del suelo adecuada a las características edafoclimáticas de la zona, así como la preparación de la semilla o el origen, ya que debe ser una semilla vegetal de calidad, es importante garantizar una adecuada humedad del suelo para que la semilla se encuentre bajo las condiciones necesarias para su crecimiento, desarrollo y fertilidad, etc. Debido a que cada una de estas actividades brindan un punto clave que garantizarán resultados positivos (p. 81,82).

#### **3.3.1 Selección del terreno**

Es importante conocer las características del terreno donde se establecerá la especie forrajera, tomando en cuenta la topografía del terreno, el drenaje del suelo y la fertilidad. Se debe considerar que para conocer dichas características se recomienda hacer un muestreo de suelo del área seleccionada ya que la información obtenida nos permitirá tomar decisiones sobre las prácticas correctas para la adecuación del terreno.

#### **3.3.2 Preparación del suelo**

Mena (2015) “indica que la preparación del suelo puede realizarse en forma mecanizada o sin mecanización, el uso de una u otra forma depende de la disponibilidad de recursos financieros, topografía del terreno y características del suelo” (p. 47).

Manqui et al., (2012) describe que

El criterio para realizar estas actividades depende de factores como: tipo de suelo ya sea arenoso, limoso o arcilloso, humedad del suelo, pendiente del terreno y época de laboreo. Se estima que el momento que presenta las condiciones óptimas de trabajo se obtienen cuando el contenido de humedad del suelo es suficiente para permitir el desplazamiento de las partículas del suelo sin que esta pierda su adherencia del suelo a los implementos utilizados (p. 3).

### **3.3.3 Siembra de material vegetativo**

Enfocándonos en los pastos de corte en la siembra se utiliza la semilla asexual o también llamada semilla vegetativa entre otros nombres comunes como: estolón, cepa o macolla (Bernal y Moreno, 1980, p. 30), la cual debe de cosecharse de plantas aptas que estén sanas y vigorosas con puntos de crecimientos viables, deben conservarse frescas y ser sembradas en el menor tiempo posible (Gutiérrez et al., 2018, p. 7).

Mena (2015) señala:

En el caso de los pastos de corte es recomendable que se realice en suelos educadamente preparados mediante labranza mecanizada. La distancia entre surco depende de la especie; por ejemplo, en las variedades parientes del Taiwán se recomienda una distancia de 30 a 36 pulgadas entre surco, las estacas se colocan en forma continua en el fondo del surco, ya sea en doble línea o dejando las puntas traslapadas. La cantidad del material de siembra que se requiere para sembrar una manzana varía entre 1.5 y 3.5 toneladas por manzanas en dependencia de la especie. (p. 77).

### **3.3.4 Época de siembra**

Gutiérrez et al. (2018) explican que es necesario conocer el comportamiento climático de la región para evitar siembras tempranas que coincidan con el periodo de verano, ya que las plántulas que no hayan terminado de desarrollar su sistema radicular, no tolerarían las altas temperaturas y la poca humedad del suelo (p. 7).

La prensa (2020) Expresa que los meses ideales para la siembra son el mes de mayo, luego sucede el segundo ciclo agrícola conocido como postrera lo cual sucede a mediados de agosto, continuando la siembra de apante durante los últimos 15 días de noviembre (parr.6).

### **3.3.5 Siembra con material vegetativo**

Bernal y Moreno (1980) Frecuentemente se usan tres tipos de semillas vegetativas para multiplicar los pastos y tienen la ventaja sobre la semilla sexual que las plantas se desarrollen más rápidamente (p. 32).

Sánchez y Álvarez (2003), expresa que Se deben utilizar una semilla vegetativa que cumpla con una edad apropiada para la siembra, lo ideal es que tenga entre 80 y 90 días de edad para asegurar una buena calidad. La cantidad depende del sistema de siembra: si es doble chorro se requieren 5 ton/ha, y si es traslapado se requieren 3,5 ton/ha. Se recomienda una distancia entre surcos de 0,80 metros, pero se ha observado que si se reduce a 0,40 metros se mejora la calidad de los tallos, aumenta la producción/m<sup>2</sup> y se aumenta el control de malezas (p. 82).

### **3.3.6 Manejo de las gramíneas después de la siembra**

#### **3.3.6.1 Resiembra**

Mena (2015) indica que “se deben hacer visita periódica en el campo para poder detectar oportunamente cualquier situación no deseable que ponga en riesgo el establecimiento. La siembra puede ser parcial o manual reemplazando el material que no haya rebrotado” (p. 83).

Para realizar esta actividad se debe preparar la cantidad del material vegetativo a utilizar, eliminar la maleza del área, elaborar los surcos y prepararlos a la profundidad de siembra definida y garantizar que quede el material cubierto adecuadamente, verificando que el suelo tenga una humedad adecuada para asegurar la germinación.

#### **3.3.6.2 El control de las malezas**

Bernal y Moreno (1980) mencionan que existen diferentes controles de maleza como el control químico el cual se efectúa por medio de la aplicación de herbicidas, es necesario solicitar ayuda técnica para seleccionar un herbicida adecuado, saber aplicarlo y cuál es el equipo adecuado. En cambio, el control mecánico y cultural que se lleva a cabo mediante el uso de azadones, machetes o ya sea directamente a mano (p. 43,44).

#### **3.3.6.3 Fertilización**

Pezo (2018) Nos describe que en la mayor parte de los suelos tropicales el nitrógeno (N), el potasio (K) y el fósforo (P) son los nutrientes con mayor demanda por las pasturas y esta demanda es mayor a medida que se incrementa la intensificación del sistema (p. 9).

### 3.3.6.4 Manejo de plagas

Martínez (2009):

Las plagas en general, abarcan grupos de patógenos como hongos, bacterias, nematodos, grupos de artrópodos como ácaros e insectos, así como al grupo de los virus. También existen otros grupos importantes de plagas que generalmente son menos estudiadas, como son: roedores, aves, moluscos, etc. Todos estos organismos compiten con el hombre por la alimentación, de manera que si el hombre no realiza control no sería posible obtener cosechas exitosamente. Los síntomas de una planta dañada ayudan a determinar el tipo de plaga; el diagnóstico además debe considerar el tipo de insecto, su tamaño, forma y color. Para controlar una plaga se deberán desarrollar acciones de protección del cultivo y del producto cosechado y almacenado (p. 14).

Martínez (2009) menciona que:

Existen diversos tipos de tácticas que pueden actuar preventiva y/o curativamente las cuales son: Control Cultural: Preparación de suelo, ajuste de fechas de siembra, rotación de cultivos, eliminación de malezas (hospedantes), actividades sanitarias, etc. El desarrollo de variedades resistentes constituye un elemento importante para el control, pero resulta muy costoso y se requiere de mucho tiempo para su obtención (p. 22)

Control Mecánico: colecta manual y destrucción de plagas, tales como: insectos, ratas, malas hierbas. Esta es posible donde existe abundante mano de obra y que sea de bajo costo (Martínez, 2009, p. 22).

Control químico: El uso de plaguicidas es uno de los métodos comunes para el control de plagas por su efectividad en el manejo de plagas, enfermedades y malezas, sin embargo, poseen ventajas negativas en cuanto a contaminación ambiental, agroecológica y en la salud como; intoxicaciones agudas, crónicas y problemas de resistencia (Martínez, 2009, p. 23).

Martínez y flores (2014) “describen la Mosca pinta o Salivazo (*Aeneolamia* spp.) *Hemiptera: Cercopidae*. La salivita es una plaga de amplia distribución, la mayoría de las especies de *Aeneolamia* están adaptadas a los cultivos de corte” (p. 187).

Chávez (2017) nos dice que:

La gallina ciega (*phyllophaga* sp.) es un insecto de ciclo de vida complejo dividido en cuatro etapas: huevo, larva y adulto. La larva se desarrolla por medio de tres instares, en el tercer y el ultimo es que se alimenta de las raíces durante 4 a 5 meses, periodo en el que provoca daños secundarios debido a que son una vía de introducción de patógenos del suelo, como bacterias y hongos lo que causa daños en la raíz pivotante y ausencia de pelos absorbentes por lo tanto las hojas se tornan de un color verde pálido y de verde pálido a amarillo en medida que el daño aumenta el número de hojas disminuye (p. 29).

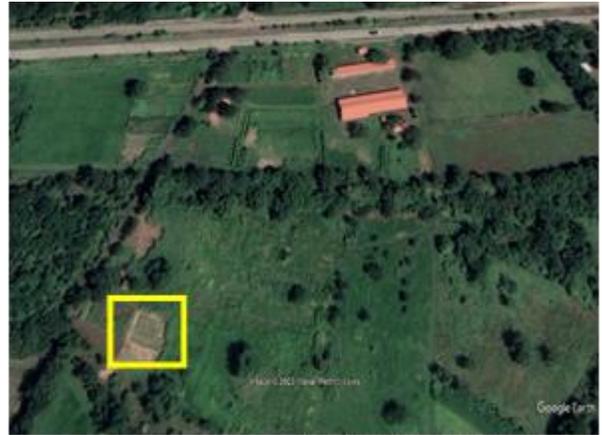
Gómez (2017), describe que las hormigas cortadoras de hojas (*Hymenoptera: Formicidae*) son un grupo de insectos plaga en Sudamérica, debido a que se alimentan de un hongo por ellas fabricado de sustratos vegetales, que obtienen cortando hojas en su mayoría de plantas cultivadas, pastos y plantas ornamentales” (p. 19).

## IV. MATERIALES Y MÉTODOS

### 4.1 Ubicación del estudio

El estudio se realizó en el departamento de Managua en el centro CAFoP ovino-caprino de la finca Santa Rosa propiedad de la Universidad Nacional Agraria (UNA).

Alma (2000), indica que “está situada entre los meridianos 86° 40' y 86° 16' longitud Oeste y los paralelos 12° 7' y 11° 43' latitud Norte” (Citado por Castellón y Silva, 2017, p.11)



Fuente: Google Earth (2022)

#### 4.1.1 Tipo de suelo

“Presenta un suelo con topografía plana de origen volcánico, un pH de 6.88 (neutro), 3.21 a 4.70% de materia orgánica (medio-alto), 0.20% de nitrógeno N (alto), 67.8ppm de fósforo P (alto) y 4.23 meq/100gr de suelo en cuanto al potasio K” (Pascua, 2014, p. 15).

#### 4.1.2 Clima

La cantidad anual de precipitación oscila entre 1000 mm y 2000 mm con temperatura media de 33.5 °C (INETER, 2022).

### 4.2 Diseño metodológico, diseño experimental o diseño de tratamientos

El estudio se estableció el mes de octubre del año 2022 y finalizó el mes de febrero del año 2023, en un área experimental de 432 m<sup>2</sup>, área que se subdividió en 12 parcelas de 36 m<sup>2</sup> (7.20 m x 5 m).

Cuadro 1. Dimensiones de parcelas en estudio de tres cultivares de *Pennisetum purpureum* (cv OM-22, cv CT-19 y cv Maralfalfa), Managua 2022.

Tratamientos	Dimensiones/parcela	Dimensiones/sub parcelas	Unidad de medida
OM-22	7.20x10	7.20x5	m
CT-169	7.20x10	7.20x5	m
Maralfalfa	7.20x10	7.20x5	m

Se utilizó un diseño completamente al azar (DCA) con modelo lineales mixtos, Todos los análisis fueron realizados con el software estadístico R (R Core Team 2023)

#### 4.2.1 Modelo utilizado modelo lineal mixto

$$Y = Xb + Zu + e$$

Dónde:

Y: es el vector de respuesta (datos)

X y Z son matrices de diseño

b: es un vector de parámetros fijos

u: efectos aleatorios

e: error

### **4.3. Manejo del ensayo y metodología**

#### **4.3.1 Manejo agronómico**

##### **4.3.1.1 Preparación del suelo**

Le preparación del suelo se llevó a cabo de manera mecanizada; se utilizó tres pases con la grada niveladora pesada con intervalos de 8 días cada una, posteriormente se elaboraron 12 surcos de forma manual con azadones a una profundidad de 10 cm y con una distancia entre surco de 60cm.

##### **4.3.1.2 Preparación de la semilla**

La siembra se realizó con semilla asexual, seleccionada de un área de la finca Santa Rosa, con una edad de 90 días, al extraer las cañas se eliminaron los tres primeros nudos de la parte superior e inferior de la caña y se seleccionaron esquejes de 40 cm de longitud con cuatro nudos.

##### **4.3.1.3 Siembra**

Se usó dos métodos de siembras colocando pares de esquejes separados a 30cm entre sí y traslapando los últimos nudos de los esquejes a una profundidad de 10cm.

##### **4.3.1.4 Control de malezas**

El control de maleza se realizó de forma manual una vez por semana con ayuda de azadones dejando libre de maleza entre calle y surco para que las plantas puedan desarrollarse eficientemente sin tener que competir por nutrientes.

##### **4.3.1.5 Fertilización**

Se utilizó un fertilizante inorgánico (completo 12-30-10) aplicándose a los 30 días después de la siembra y a los 50 días después de la siembra se fertilizo con urea (46 %)

#### **4.3.1.6 Aporque**

Esta actividad cultural se realizó en conjunto con la fertilización, para proporcionar a la planta mayor humedad, resistencia al viento y permitiendo el control de arvenses (maleza).

#### **4.3.1.7 Levantamiento de datos**

Previo al levantamiento de datos se elaboró un formato de campo considerando las variables fenológicas, los materiales que se utilizaron para la recopilación de datos agronómicos fueron los siguientes: Cinta métrica, vernier o pie de rey, tabla de campo y lápiz. La toma de datos se realizaba cada 7 días.

### **4.4 Variables evaluadas**

#### **4.4.1 Altura de planta (cm)**

Se midió la planta en centímetros con ayuda de una cinta métrica desde la base del tallo hasta el primer doble de la hoja apical en centímetros.

#### **4.4.2 Número de nudos por tallo**

Se realizó el conteo del número de nudos desde la base del tallo hasta el meristemo apical.

#### **4.4.3 Número de hojas**

Se contaron todas las hojas de la planta, exceptuando las que se encontraban marchitas o que no se encontraban completas.

#### **4.4.4 Ancho de hoja (cm)**

El ancho se midió utilizando una cinta métrica tomando la parte central de la lámina de la hoja.

#### **4.4.5 Largo de hoja (cm)**

Se seleccionó la cuarta hoja de la planta midiendo desde la lígula hasta el ápice de la misma con ayuda de una cinta métrica, utilizando la unidad de medida de centímetro.

#### **4.4.6 Grosor de tallo (mm)**

Con un vernier se midió el diámetro del tallo entre el tercer y el cuarto nudo en milímetros.

#### **4.4.7 Número de tallos**

Se contó el número de tallo proveniente de cada macolla.

#### **4.4.8 Distancia entre el tercero y cuarto nudo (cm)**

Se midió con una cinta métrica la longitud del tercer y cuarto nudo de la planta. Utilizando como unidad de medida centímetro.

#### **4.4.9. Rendimiento de biomasa en base seca**

Se tomaron muestras al azar de 1 kilogramo de forraje verde de cada cultivar, las cuales fueron picadas y depositadas en bolsas de papel Kraft, las cuales se identificaron por cada tratamiento con los siguientes datos: peso, fecha de corte, edad del cultivar y tipo de cultivar.

Para obtener la MS se preparan 500mg de la muestra, llevándolas al horno a una temperatura de 65°C por un tiempo de 48 horas, donde se obtiene la materia seca parcial, una vez deshidratado se pulveriza de 6 a 12 mm de tamaño de la muestra, luego se toma un 1 gramo y se lleva al horno a una temperatura de 100°C durante 48 horas, al estar listas las muestras se trasladan al secador durante 15 a 36 minutos, utilizándose un horno de convección forzada.

#### **4.5 Análisis de datos**

Para evaluar el efecto del método de siembra y el tipo de cultivar sobre las características morfológicas y el rendimiento de *Pennisetum purpureum*, se utilizó modelos lineales mixtos y modelos lineales mixtos generalizados, Bandera-Fernández y Pérez-Pelea (2018), donde los factores de efectos fijos son los métodos de siembra y los tipos de cultivares, y los factores de efectos aleatorios son las subparcelas y las mediciones repetidas en el tiempo. Para cada variable, el modelo completo consistió en el ajuste de todos los efectos principales e

interacciones. Se utilizó la Prueba de Razón de Verosimilitud y el Criterio de Información de Akaike como métodos para seleccionar el modelo adecuado mínimo. Después del ajuste de cada modelo, se realizaron análisis de residuales por medio de inspección visual de gráficos para detectar violaciones a los supuestos de homocedasticidad, normalidad e independencia.

En los casos de heterocedasticidad, el modelo incluyó una estructura de función de varianza que permitiera diferentes varianzas por estrato (distancia entre nudo) y una función de varianza de potencia ( altura de planta, ahoja, diámetro del tallo), y en los casos de presencia autocorrelación serial, se incluyó una estructura de correlación auto regresiva de primer orden (largo de hoja) y una estructura de promedio móvil (altura de planta, ancho de hoja, diámetro del tallo, distancia entre nudo).

Se utilizó modelos lineales mixtos generalizados con una función de error Poisson para número de hoja y tallo por plan, y con una función de error Poisson Truncada para número de nudo. Para las pruebas de separaciones de media se utilizó la prueba honesta de tukey.

Todos los análisis fueron realizados con el software estadístico R (R Core Team 2023).

## V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 5.1. Altura de la planta

Para la variable altura de la planta, no se encontró diferencia significativa ( $p>0.05$ ) relacionada con el tipo de siembra y tipo de pasto. En la gráfica 1 se observa que un crecimiento ascendente de los diferentes cultivares de *Pennisetum*, sin embargo, OM-22 y CT-169 fueron los que obtuvieron los mejores valores al final de la investigación (77 días) seguido de Maralfalfa. Este comportamiento según García et al., (2014, p 415), el comportamiento de todos los pastos y está relacionada con la producción de biomasa.

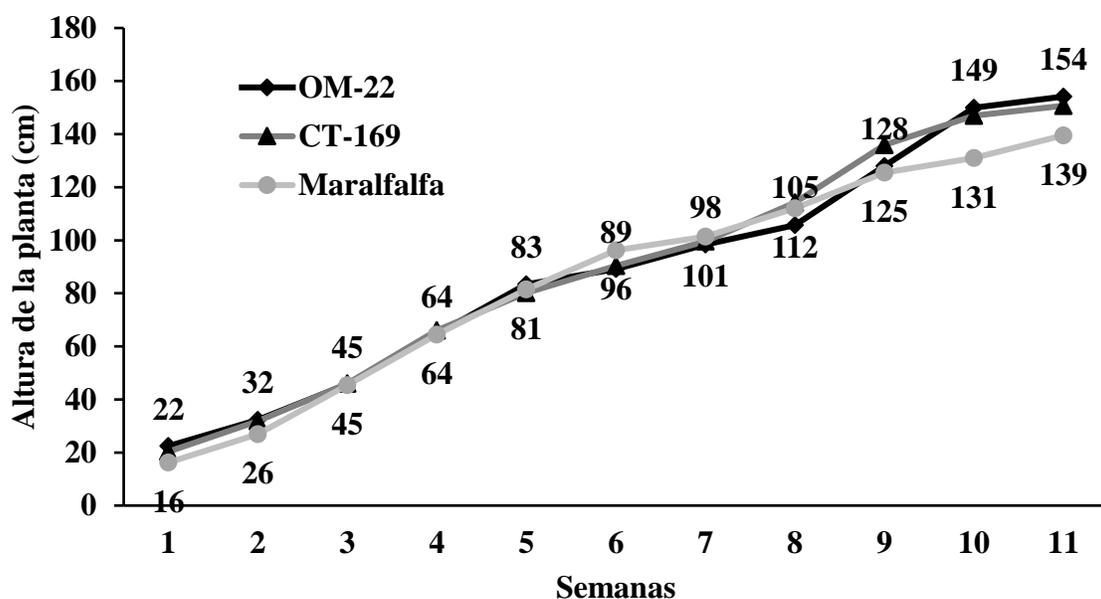


Figura 1. Altura de la planta de tres cultivares de *Pennisetum purpureum* sp. cv. OM-22, CT-169 y Maralfalfa, Managua 2022

Investigaciones realizadas por Madera et al. (2013), en cultivares de *Pennisetum purpureum* indican que a mayor edad del pasto se obtienen niveles más alto en altura y Verdecía et al. (2011), demostraron que diversos factores como pluviosidad, temperatura, radiación solar, o la humedad relativa, pueden afectar de manera significativa la producción y calidad de los forrajes.

En investigaciones realizadas por Palma y Raudez (2018, p. 6), encontraron mayores valores siendo 176 cm de altura para el CT-169 y 161cm para el OM-22 a los 49 días. (Herrera et al, 2016, p. 39), menciona que la altura de los pastos está influenciada por los factores climáticos.

Martínez y Leiva (2019, p. 3), refieren que el cultivar Maralfalfa puede llegar alcanzar una altura entre los dos y tres metros. No obstante, son valores que difieren a los de la presente investigación.

Tomando en cuenta los factores climáticos Kin y Ledent (2003), argumentan que:

El viento ejerce numerosas respuestas en las plantas. Estos daños pueden tener diferentes implicancias en la fisiología de la planta; podrían afectar la integridad de la superficie foliar a través del desgaste y rasgado, reduciendo el área verde de la hoja disponible para la fotosíntesis, lo que probablemente influye en la tasa de pérdida de agua y también pueden causar reducciones en el crecimiento (p. 46).

## **5.2 Largo de Hoja**

Al realizar los análisis estadísticos en la variable largo de hoja no se encontró diferencia significativa ( $p > 0.05$ ) para los métodos de siembra y cosecha. Las hojas en las gramíneas emergen en los nudos de los tallos de manera opuesta y una en cada nudo según aportes de Carballo et al. (2005). Igualmente hay escritos que consideran que la hoja es una de las partes de la planta más nutritiva y de mejor provecho para alimentar a los animales y que su aprovechamiento se da en la fase vegetativa, Contexto ganadero (2019).

En la variable largo de hoja, podemos observar mediante la figura 2 que el cultivar que presento mayor valor es OM-22 durante el periodo de evaluación, seguido de CT-169 y Maralfalfa, respectivamente.

Investigaciones realizadas por Medina et al. (2017, p 3), en el crecimiento negativo de pastos *Pennisetum purpureum* por radiación solar, demostró que las plantas que son expuestas a mayor radiación solar pueden alterar el ADN y crear resequead, impidiendo crecimiento rápido de las plantas y provoca menor longitud de hojas.

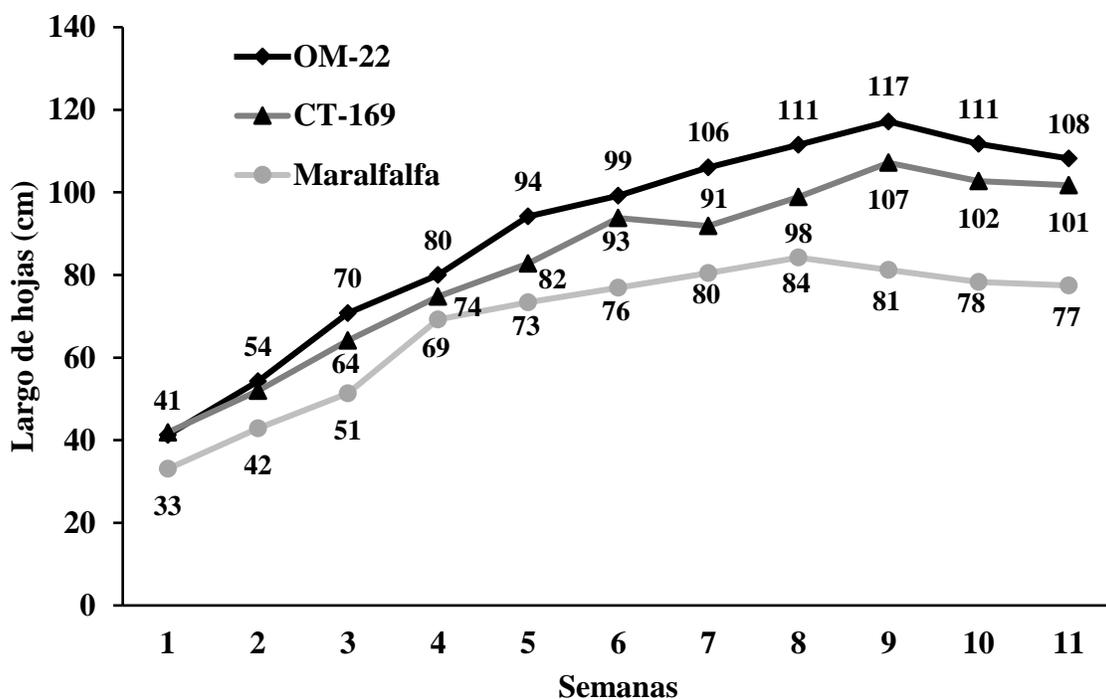


Figura 2. Largo de hojas de la planta de tres cultivares de *Pennisetum purpureum* sp. (OM-22, CT-169 y Maralfalfa)

En investigaciones realizadas por Madera et al. (2013), bajo condiciones ambientales de clima subhúmedo de región Centro Norte del estado de Yucatán México, utilizando fertilizante orgánico en el pasto Morado (*Pennisetum purpureum*) obtuvieron resultados para la variable largo de hoja a los 75 días de madurez valores de  $73.25 \pm 2.17$ .

Al investigar las características fenotípicas de OM-22 y CT-169, Pastrana y Alonso (2015), encontraron valores de 120 cm a los 84 días después de la siembra, siendo menor los resultados de esta investigación.

### 5.3. Ancho de hoja

El ancho de hoja al igual que las variables anteriores no presentó diferencia significativa ( $p>0.05$ ) relacionada al método de siembra y tipo de pasto. En la figura 3 podemos observar que el cultivar OM-22 es el que presenta mayores valores, luego CT-169 y Maralfalfa que presenta los valores más bajos. La característica de ancho de hoja que presenta el OM-22 fue reportado por Padilla et al. (2010), menciona que presenta hojas más anchas que su progenitor, igualmente lo afirma Cerdas et al. (2021).

Palma y Raudez (2018), reflejan en su estudio, que el pasto OM-22 obtiene valores más altos (6cm) a los 91 días en comparación al CT-169 (4.9cm), Sin embargo, Moya (2017), obtuvo un valor de ancho de hoja 2.37cm a la edad de 75 días para cultivar Maralfalfa.

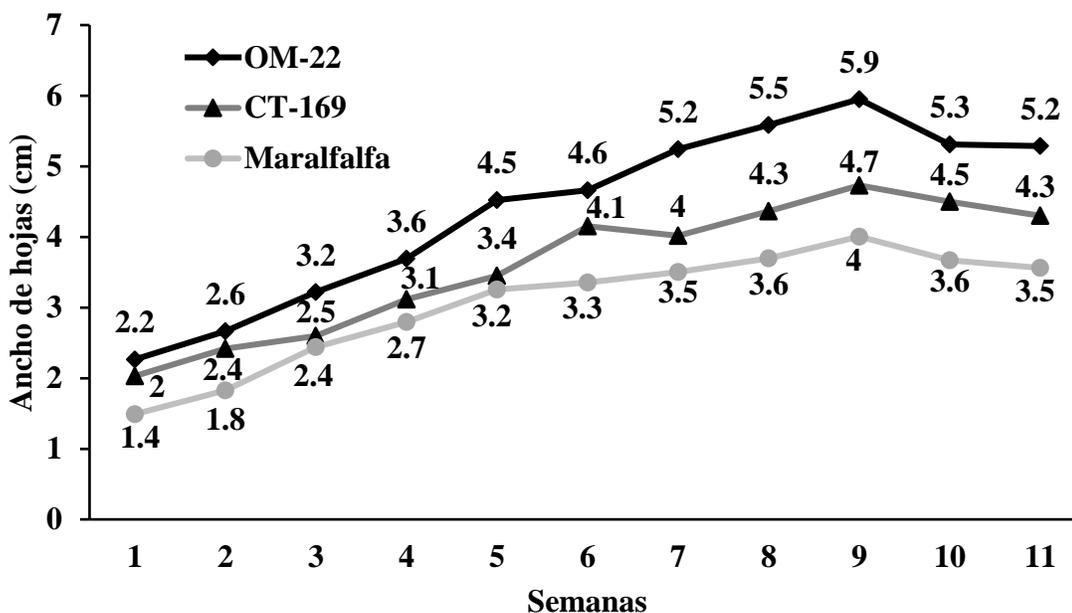


Figura 3. Ancho de hoja de las plantas de *Pennisetum purpureum* sp. cv. OM-22, CT-169 y Maralfalfa

Investigaciones realizadas por Martínez et al. (2010, p-5), descubrió que los clones OM-22 y CT-169 se caracterizan por tener hojas más larga y ancha con respecto al Kin Grass, por tanto, mayor cantidad de hoja para alimentar.

En la semana diez y once se observa una disminución de valores para los tres cultivares, este comportamiento lo menciona Morales et al. (2014), y lo relaciona con los cambios fisiológicos de importancia que es caracterizada por la transición del desarrollo vegetativo a la etapa reproductiva.

#### **5.4 Número de hojas**

Descripciones realizadas por Tovar O. (1993) menciona que la hoja de la gramínea es dística y que posee un peciolo modificado conocido como vaina; tiene la lígula situada entre la vaina y la lámina membranácea o pubescente, que se encuentra raramente ausente (p. 11).

Los análisis realizados a la variable número de hojas, reportan diferencia significativa ( $p < 0.05$ ) para tipos de pasto, siendo Maralfalfa con respecto a OM-22 pero no con CT-169 y de igual manera se encontró diferencia entre el método de siembra en Maralfalfa con relación a OM-22, caso contrario con CT-169.

En la figura 4 se observa un aumento del número de hoja en los tres cultivares en estudio hasta la novena semana, siendo OM-22 el que obtiene mayor cantidad de hojas seguido de CT-169 y Maralfalfa respectivamente. Sin embargo, al finalizar el estudio en la semana 11 se observó que Maralfalfa presenta la mayor cantidad de hoja seguido de OM-22 y CT-169 respectivamente.

Herrera et al. (2012), indica que a medida que se incrementa la población de pasto, aumenta el número de hojas muertas, en especial en los estratos verticales más próximos al suelo. Lo que indica que a mayor población menor número de hojas funcionales.

Datos obtenidos por Gómez et al. (2015), bajo condiciones de época de lluvia y diferentes estados de madurez describen que a los 30 días de madurez del pasto obtuvieron un conteo de (8.92) hojas para el pasto Maralfalfa.

En investigaciones realizadas por Martínez et al. (2010), encontró que el híbrido Cuba OM-22 presenta mayor proporción de hoja y lo recomienda utilizar en explotaciones donde se necesite mayor cantidad de nutrientes digestibles, también porque la hoja no presenta vellosidad para el corte manual.

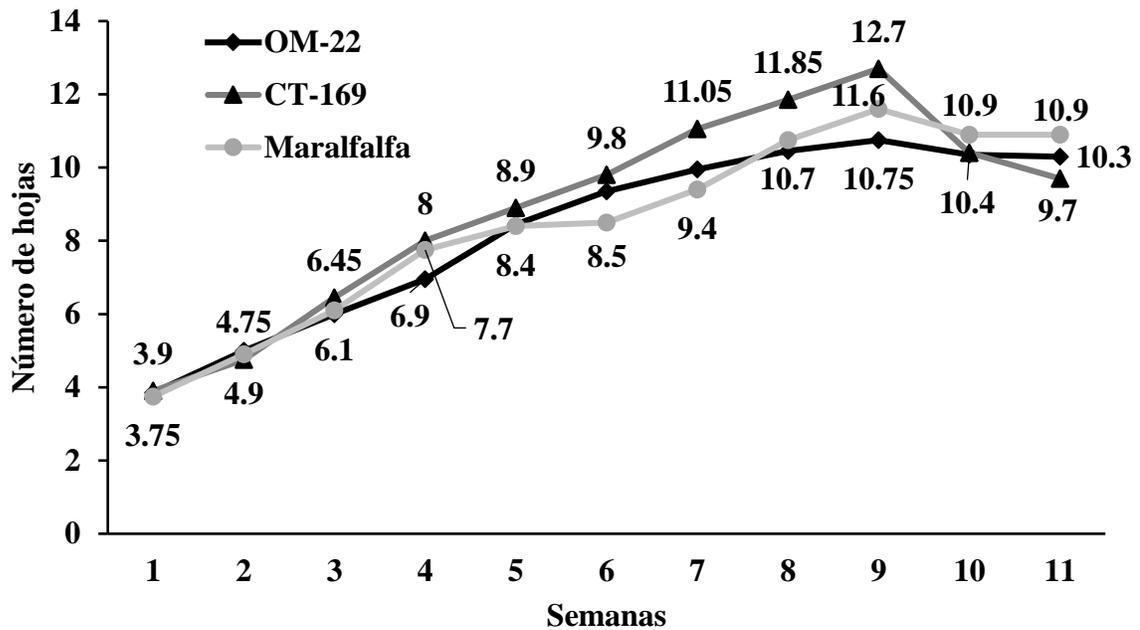


Figura 4. Número de hojas de tres cultivares de *Pennisetum purpureum* sp. cv. OM-22, CT-169 y Maralfalfa.

El número de hoja se ve afectado por efectos limitantes, como la precipitación, esto impide el uso adecuado del agua por los procesos metabólicos que garantizan el crecimiento y desarrollo de las plantas (Ramírez et al. (2011) citado por Palma y Raudez (2018, p 9).

### 5.5. Número de nudos por planta

El número de nudos presenta diferencia significativa ( $p < 0.05$ ) entre los cultivares Maralfalfa con OM-22 y CT-169, sin embargo, no presentaron diferencia entre OM-22 con CT-169. Con relación al método de siembra en estudio.

La figura 5, presenta el comportamiento de la variable número de nudo, siendo medida a partir que se presentaron los nudos en la planta a las cinco semanas, para el cultivar Maralfalfa y en la semana seis para los cultivares OM-22, CT-169.

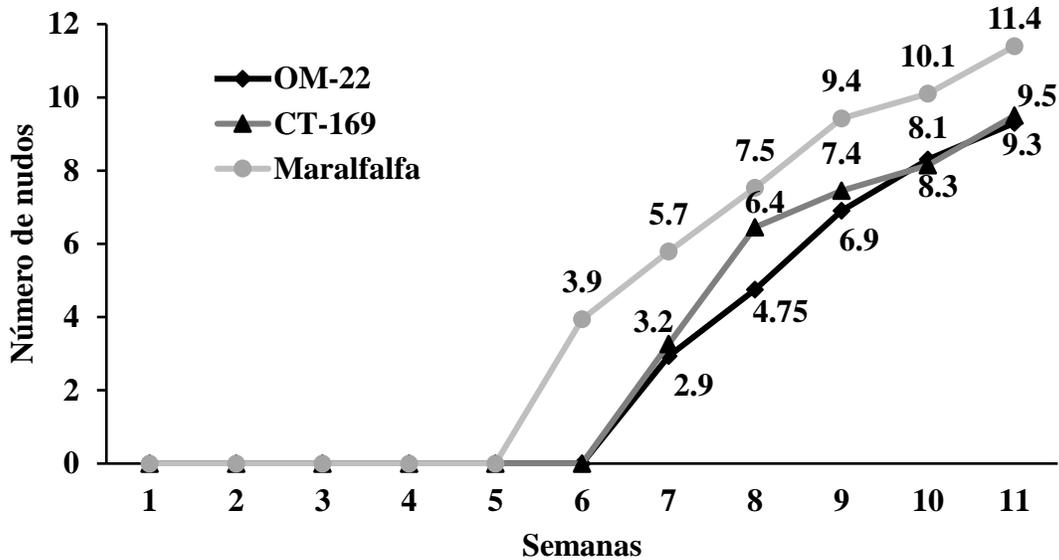


Figura 5. Número de nudos por plantas de *Pennisetum purpureum* sp. cv. OM-22, CT-169 y Maralfalfa.

Datos encontrados por Pastrana y Alonso (2015, p-14), señalan que esta variable se inició a medir a los 63 días, sin embargo, Palma y Raudez (2018, p-12) reportan que los entrenudos iniciaron a medir a los 35 días. En esta investigación se inició a medir a partir de los 42 días después de la siembra.

Al investigar la influencia de la edad de corte de *Pennisetum purpureum*, Madera et al. (2013, p-49) menciona que es importante considerar el envejecimiento de la hoja porque está relacionado con la edad fisiológica de la planta. Calzada et al. (2014) afirma que el número de nudos aumenta según la edad fisiológica de la planta hasta llegar a la madurez.

### 5.6. Número de tallos por planta

La variable número de tallo presento diferencia significativa ( $p < 0.05$ ) para OM-22 con relación a Maralfalfa y CT-169, pero no entre Maralfalfa y CT-169, de igual manera se presentó diferencia significativa en relación al método de siembra entre los cultivares OM-22 y Maralfalfa, pero no entre Maralfalfa y CT-169. (Ver figura 6). Clavijo (2016), describe entre las características del pasto OM-22 es su alta producción de follaje y al mes de siembra cuenta con 8 a 10 hijos.

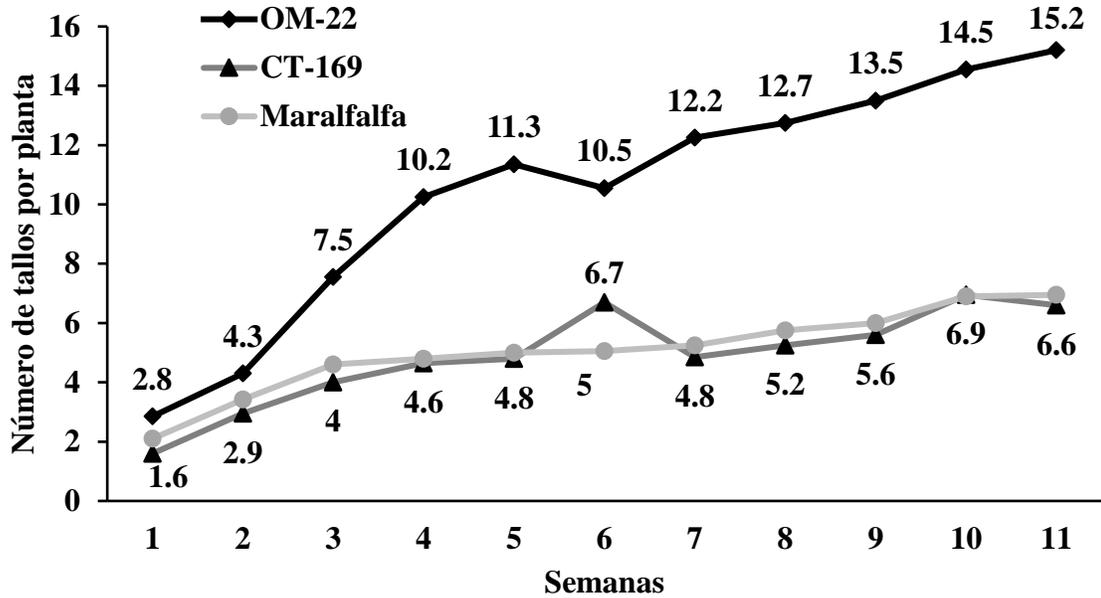


Figura 6. Números de tallos por plantas de *Pennisetum purpureum* sp. cv. OM-22, CT-169 y Maralfalfa.

De acuerdo con la investigación realizada por Palma y Raudez (2018), al caracterizar los cultivares de *Pennisetum purpureum* CT-169 y OM-22, encontraron valores similares para estos pastos a los 91 días con un número de 11 tallos.

Adicional a esto Uvidia et al. (2014) Al describir la influencia de la distancia de siembra y el número de estacas en el establecimiento del pasto Maralfalfa en condiciones de la amazonia ecuatorial, descubrieron que a las 12 semanas de desarrollo reflejo un número de 5 tallos por macolla.

La reducción observada por los cultivares OM-22 y CT-169 es debido a un mecanismo de adaptación que es utilizado por las plantas para mantener la persistencia de los tallos en condiciones de déficit hídrico (Ramírez et al. (2012), citado por Palma y Raudez (2018 p 10).

### 5.7. Distancia entre nudo (cm)

Para la variable distancia entre nudo no se presentó diferencia entre los métodos de siembra y tipos de pasto. Siendo esta variable medida a partir de la quinta semana. (Ver figura 6)

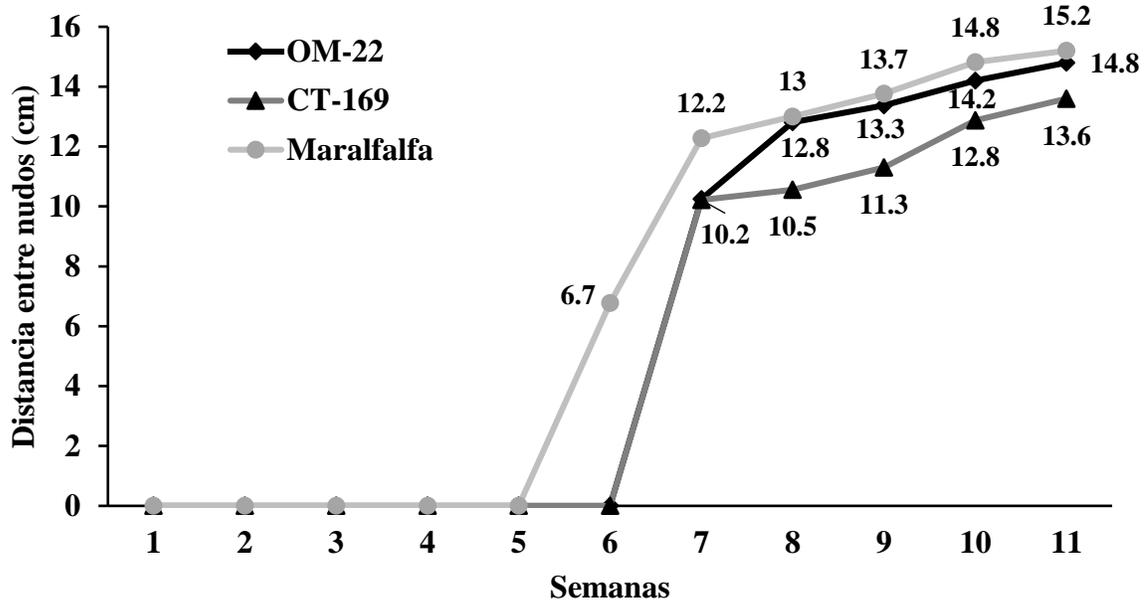


Figura 7. Distancia entre nudos por plantas de *Pennisetum purpureum* sp. cv. OM-22, CT-169 y Maralfalfa.

En investigaciones realizados por Herrera et al. (2013), determinó los indicadores en base húmeda, para explicar la variabilidad entre los clones de *Pennisetum purpureum*, obtuvieron datos para la variable largo de entre nudo de 8.1cm dato obtenido en un periodo poco lluvioso.

En cambio, palma y Raudez (2018), obtuvieron a los 84 días después de la siembra una distancia de entre nudos de 12cm para el OM-22 y 11cm para el CT-169, siendo estos valores un poco más bajos que los de la presente investigación.

### 5.8. Diámetro de tallo (cm)

En la presente investigación no se encontró diferencia en el diámetro del tallo relacionado al tipo de pasto y método de siembra, sin embargo, se observa que hay un creciente ascendente. Los datos para OM-22 y CT-169 son similares a los obtenidos por Pastrana y Rivas (2015), los cuales describen para el cultivar OM-22 1.33 a 2.08 cm de diámetro y para el CT-169 reflejan rangos entre los 1.18 a 1.91cm.

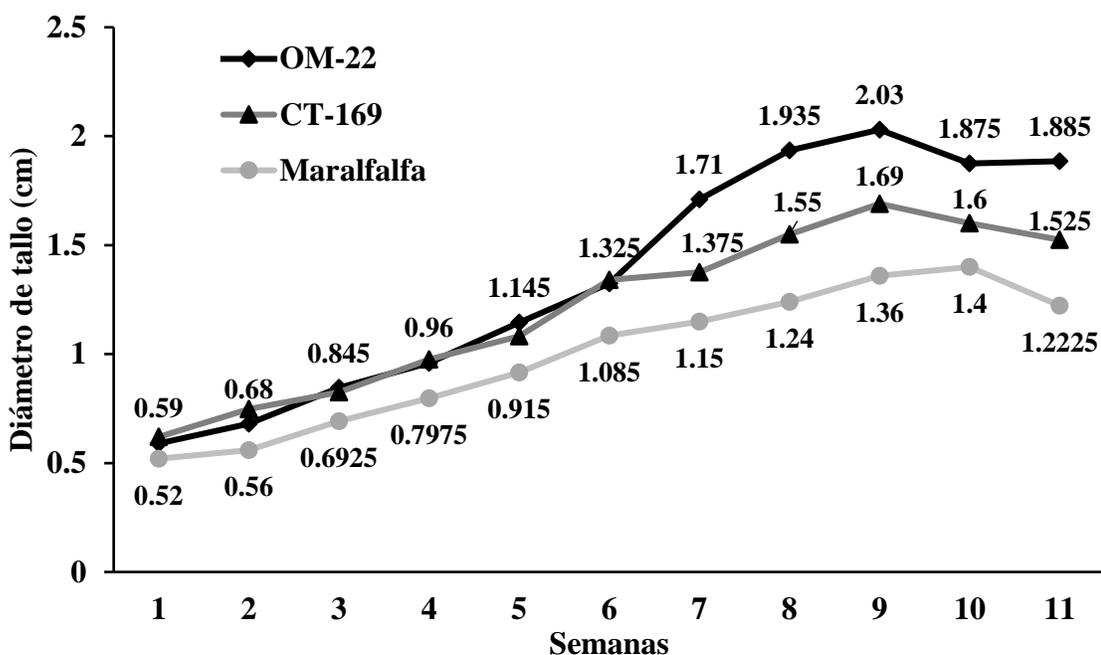


Figura 8. Diámetro del tallo por plantas de *Pennisetum purpureum* sp. cv. OM-22, CT-169 y Maralfalfa.

Herrera y Ramos (2006) citado por Herrera et al. (2012), Indica que el tallo es importante ya que en dependencia del grosor de la planta mayor en la resistencia que tiene ante el corte, al mordisco del animal y a la fuerza del viento, logrando albergar mayores sustancias lo cual resulta positivo para el rebrote de la planta y aumento el contenido de pared celular y como resultado disminuye su digestibilidad.

Chiquini et al. (2019), evaluaron la producción de biomasa para el pasto Maralfalfa cultivado en el sureste mexicano encontraron datos para la variable diámetro de tallo de 2.35cm los cuales fueron obtenidos a los 90 días de madurez con una fertilización de urea de 100 kg ha<sup>-1</sup>.

### 5.9. Rendimiento de biomasa en base seca

En el cuadro 2 se observa que CT-169 obtuvo mejores datos en el corte de 80 y 90 días para los dos métodos de siembra (traslape y doble), seguido de OM-22 y Maralfalfa respectivamente. Sin embargo, los valores de OM-22 y CT-169 son similares con respecto a Maralfalfa que obtuvo menores valores.

Cuadro 2. Rendimiento de biomasa en base seca en dos métodos de siembra y dos periodos de cortes de *Pennisetum purpureum* sp. cv. OM-22, CT-169 y Maralfalfa.

Cultivar	kg MS ha <sup>-1</sup> corte		kg MS ha <sup>-1</sup> corte	
	80 DDS		90 DDS	
	Traslape	Doble	Traslape	Doble
OM-22	8132	11719	18870	20647
CT-169	9319	14049	18066	25135
Maralfalfa	6129	8873	12509	16797

DDS= días después de la siembra

Estudios realizados por Ramírez et al. (2008), encontró que la producción de MS producida por CT-169 fue de 15,86 t MS ha<sup>-1</sup>corte para 75 días y 16,39 t MS ha<sup>-1</sup> corte para los 90 días y confirma que “el rendimiento de MS aumenta al envejecer la planta”. (p.5), así mismo Ramírez (2008) menciona;

Martínez et al., (1994) citado por Martínez et al., (2010) obtuvo producciones de 18.1 t/MS/ha/año al investigar al CT-169 por cuatro años.

Al evaluar los *Pennisetum purpureum*, Pastrana y Rivas (2015), encontraron valores de 26 t ha<sup>-1</sup> para OM-22, no obstante, Cerda-Ramírez et al. (2021) al estudiar el pasto Cuba OM-22 encontraron valores de 11.3 t MS ha<sup>-1</sup> corte<sup>-1</sup> a los 56 días con aplicación de 200 kg ha<sup>-1</sup> corte<sup>-1</sup> de nitrógeno.

En investigación de producción y calidad del pasto Maralfalfa Cárdenas et al. (2012), encontró valores de Maralfalfa de 6.43 t ha<sup>-1</sup> a los 60 días y 18.20 t ha<sup>-1</sup> a los 90 días. Martínez y Leiva (2018) encontraron valores de 16.7 t ha<sup>-1</sup> en cortes a los 60 días al aplicar al momento del corte de uniformidad 233.33 kg ha<sup>-1</sup> de completo (12-30-10). A los 20 ddcu 180 kg. ha<sup>-1</sup> de urea. A los 45 ddcu 96.96 kg. ha<sup>-1</sup> de urea.

## VI. CONCLUSIONES

No se encontró diferencia significativa ( $p>0.05$ ) entre el tipo de siembra y tipo de pasto para las características de las variables; altura de planta, Largo de hoja, Ancho de hoja, número de hoja, número de tallo por planta y diámetro del tallo, sin embargo, hay diferencia significativa ( $p<0.05$ ) para tipo de pasto en la variable; número de nudo por planta. Determinando que las diferencias presentadas son propias de cada cultivo.

El rendimiento de biomásas en base seca fue mayor para el tipo de siembra doble en los cortes de 80 y 90 días. Siendo el CT-169 a los 80 días el que obtiene mayores valores con 14,049 kg MS ha<sup>-1</sup>corte, seguido por OM-22 con 11,719 kg MS ha<sup>-1</sup>corte y Maralfalfa con 8873 kg MS ha<sup>-1</sup>corte. Para los cortes de 90 días fue similar comportamiento entre los cultivares obteniendo valores de 25,135, 20,647 y 16,797 kg MS ha<sup>-1</sup>corte para CT-169, OM-22 y Maralfalfa respectivamente.

## **VII. RECOMENDACIONES**

Realizar estudios con mayor duración de tiempo, para obtener el comportamiento del rendimiento de biomasa durante un año y poder tomar decisiones más precisas para su uso.

## VIII. LITERATURA CITADA

- Alemán Zeledón F. Larios González C. Balmaceda Murillo L. Herrera I. Lovo Jerez S. Arguello Murillo F. Vanegas D. Aguilar Bustamante V. Romero L. Cerda Cerda K. Vargas J. Jiménez E. Guzmán F. Mendoza F. Gómez O. Noguera A. Blandón U. López J. (2019). Guías y Normas Metodológicas de las formas de culminación de estudios. Universidad Nacional Agraria.
- Arguello H. (2017). Aspectos biológicos y de manejo de gallina ciega (*Phyllophaga sp.*), en la producción de cacao (*Theobroma Cacao*) en Rio San Juan, Nicaragua. *La Calera*, 17(29), 09-18. <https://www.camjol.info/index.php/CALERA/article/view/6526>
- Bandera-Fernández E., Pérez-Pelea L. (2018). Los modelos lineales generalizados mixtos. Su aplicación en el mejoramiento de plantas. *Cultivos Tropicales*, 39(1), 127-133. <http://scielo.sld.cu/pdf/ctr/v39n1/ctr19118.pdf>
- Bao S (2020) Diseños de experimentos: diseños factorial. [Tesis Doctoral, University Politècnica de Catalunya]. Tesis Doctoral en Xarxa.. [https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/339723/TFM\\_Fernandez\\_Bao\\_Sheila.pdf?sequence=1](https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/339723/TFM_Fernandez_Bao_Sheila.pdf?sequence=1)
- Bernal J. Moreno G. (1980). Pastos para corte y pastoreo. Editoradosmil. <https://www.cervantesvirtual.com/obras/autor/bernal-restrepo-jose-moreno-duran-gerardo-86264>
- Carballo D. Matus M. Betancourt M. Ruiz C. (2005). *Manejo de pasto I*. Universidad Nacional Agraria. <https://repositorio.una.edu.ni/2425/7/Manejo%20de%20pasto%20I.pdf>
- Cárdenas A. (2022). *Importancia de la producción de pastos y forrajes en la ganadería*. RCN Radio. <https://www.rcnradio.com/colombia/importancia-de-la-produccion-de-pastos-y-forrajes-en-ganaderia-0>

- Cartilla didáctica PREPARACION DE SUELOS.* Colombia. (2016).  
[https://www.cenicana.org/apps/pat/guias/preparacion/cartilla\\_gm\\_preparacion\\_2016.pdf](https://www.cenicana.org/apps/pat/guias/preparacion/cartilla_gm_preparacion_2016.pdf)
- Cerdas R. (2015) Comportamiento productivo del pasto Maralfalfa (*Pennisetum sp.*). Con varias dosis de fertilización nitrogenada. Intercedes: *Revista de las sedes regionales*, 16(33), 123-145. <https://www.redalyc.org/pdf/666/66638602007.pdf>
- Cerdas R. Vargas J. Vega E. (2021). Productividad del pasto OM-22 (*Pennisetum purpureum x Pennisetum glaucum*) con distintas dosis de fertilización nitrogenada. *INTERSEDES, Revista electrónica de las sedes regionales de la Universidad de Costa Rica*. 21(45) 136-161. [https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S2215-24582021000100136&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S2215-24582021000100136&script=sci_arttext)
- Chiquini R. De la cruz E. Pech N. Guerrero H. Castillo C. (2019). Desarrollo fenológico y producción de biomasa del pasto Maralfalfa (*Pennisetum sp*) cultivado en el sureste mexicano. *Agroproductividad*. 12(12), 87-92.  
<file:///C:/Users/kevin/Downloads/jocadena,+con-12.pdf>
- Clavijo O. (2006). *Manual de producción de forraje Pennisetum sp Cuba OM-22*. Centro de desarrollo agroempresarial y turístico del Huila.  
[https://repositorio.sena.edu.co/bitstream/handle/11404/3592/manual\\_produccion\\_forraje.pdf;jsessionid=8B7AFE091F2D918B7A0ACDACF3EE6F3B?sequence=1](https://repositorio.sena.edu.co/bitstream/handle/11404/3592/manual_produccion_forraje.pdf;jsessionid=8B7AFE091F2D918B7A0ACDACF3EE6F3B?sequence=1)
- CONtextoGanadero. (2019). *Conozca algunos aspectos morfológicos y fenológicos de las especies forrajeras*. <https://www.contextoganadero.com/ganaderia-sostenible/conozca-algunos-aspectos-morfologicos-y-fenologicos-de-las-especies-forrajeras>

Corporación colombiana de investigación Agropecuaria - AGROSAVIA (2022). *Factores ecológicos en la producción de forraje*. <https://agriperfiles.agri-d.net/display/AS-pub-F694B5F8F4F6A081F76FC2D46DADB55D>

Cruz A. Mendoza M. (2009) *Costo de producción de pasto mejorado en las fincas del Trébol, La Esperanza y Chepi, en el departamento de Matagalpa durante el año 2008*. [Seminario de graduación para optar al título de licenciatura en contaduría pública y finanzas, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua]. Repositorio Institucional. <https://repositorio.unan.edu.ni/6830/>

Di Rienzo J. Casanoves F. González L. Tablada E. Diaz M. Robledo C. Balzarini M. (2015) *Estadísticas para las ciencias agropecuarias 7ma edición*. Editoriales brujas. [https://books.google.com.ni/books?id=huIRHgNpqkkC&pg=PA224&lpg=PA224&dq=definicion+de+parcela+experimental&source=bl&ots=hzmohyDqK\\_&sig=ACfU3U3xASxKRfgQyVOz9nGTQu5iVljS8g&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwiVkm69\\_K32AhXBtTEKHS18Ar8Q6AF6BAguEAM#v=onepage&q=definicion%20de%20parcela%20experimental&f=false](https://books.google.com.ni/books?id=huIRHgNpqkkC&pg=PA224&lpg=PA224&dq=definicion+de+parcela+experimental&source=bl&ots=hzmohyDqK_&sig=ACfU3U3xASxKRfgQyVOz9nGTQu5iVljS8g&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwiVkm69_K32AhXBtTEKHS18Ar8Q6AF6BAguEAM#v=onepage&q=definicion%20de%20parcela%20experimental&f=false)

FAGANIC. (2019). *Contexto actual del sector Ganadero en Nicaragua. Crecimiento ganadero con cero deforestaciones*. Federación de Asociaciones Ganaderas de Nicaragua. <https://repositorio.una.edu.ni/3741/1/tnl50p171.pdf>

Fernández, J.L.; Benítez, D.E.; Gómez, I.; Souza, A. de; Espinosa, R. 2004. Rendimiento de materia seca y contenido de proteína bruta del pasto *Panicum maximum* vs *likoni* en un suelo vertisol de la provincia Granma. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 38(4), 417-421. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193017793013>

Flores J. (2019). *Rendimiento del pasto Pennisetum sp c.v. Maralfalfa y Urochloa hibrida BR02/1794 c.v. Cobra a diferentes intervalos de corte en condiciones tropicales: época seca*. Centro Universitario Regional del Litoral Atlántico Departamento de Producción Animal.

<http://apps.iica.int/pccmca/docs/MT%20Produccion%20Animal/Miercoles%2001%20mayo/6->

[Rendimiento%20y%20Morfología%20Pasto%20Cobra%20y%20Maralfalfa.pdf](#)

Franco L. Calero D. Duran C. (2016). *Manual de establecimiento de pasturas*. Centro Internacional de Agricultura Tropical Proyectos Forrajes-IPRA.

<https://es.slideshare.net/razasbovinasdecolombia/manual-de-establecimiento-de-pasturas>

García L. M., Mesa A. R., Hernández M. (2014). Potencial forrajero de cuatro cultivares de *Pennisetum purpureum* en un suelo Pardo de Las Tunas. *Pastos y forrajes*. 37(4), 413-419. <http://scielo.sld.cu/pdf/pyf/v37n4/pyf05414.pdf>

Gómez A. Loyola J. Sangines L. Gómez J. (2015). Composición química y producción del pasto *Pennisetum purpureum* en la época de lluvias y diferentes estados de madurez. *EDUCATECONCIENCIA*, 6(7), 68-74.

<https://tecnocientifica.com.mx/volumenes/V6N7A5.pdf>

Gómez B. Urbina E. (2020). *Estado fito sanitario de las pasturas en tres fincas de la comarca panamericana del municipio de Camoapa, Boaco en el periodo de septiembre a diciembre 2019*. [Trabajo de graduación, Universidad Nacional Agraria]. Repositorio Institucional.

<https://repositorio.una.edu.ni/4198/>

- Gutiérrez J. Hering J. Muñoz J. Enciso K. Bravo M. Hincapie B. Sotelo M. Urrea J. Burkart S. (2018). *Establecimiento y manejo de pasturas mejoradas. Centro Internacional de Agricultura Tropical*.  
[https://www.biopasos.com/biblioteca/100v%20Cartilla\\_Manejo\\_Pasturas\\_CRPLivestock\\_Final-2.pdf](https://www.biopasos.com/biblioteca/100v%20Cartilla_Manejo_Pasturas_CRPLivestock_Final-2.pdf)
- Heguy J. (s,f). *Importancia de la materia seca y como medirla*. University of California Agriculture and Nature Resources. <https://cestanislaus.ucanr.edu/files/208494.pdf>
- Herrera R. García M. Cruz A. Romero A. (2012). Evaluación de clones de *Pennisetum purpureum* obtenidos por cultivos de tejidos in vitro. *Revista cubana de ciencias agrícolas*. 46(4) 427-433. <https://www.redalyc.org/pdf/1930/193027579015.pdf>
- Herrera R. García M. Cruz A. Romero A. Fortes D. (2013). Determinación de indicadores, en base húmeda, para explicar la variabilidad entre clones de *Pennisetum purpureum*. *Revista cubana de ciencias agrícolas*. 47(2), 195-199.  
<https://www.redalyc.org/pdf/1930/193028751015.pdf>
- Horak J. Velasco R. García F. Wild-Santamaria C. Leija A. (2018). Producción de biomasa del pasto OM-22, CT-169 y Maralfalfa en cuatro periodos de recuperación en el norte de Veracruz, México. *Avances de investigación Agropecuaria*. 22(1), 41-42.  
<https://www.redalyc.org/journal/837/83757427017/83757427017.pdf>
- Instituto de Estudios Territoriales, INETER (2022). *Meteorología*.  
<https://www.ineter.gob.ni/met.html>

- Instituto Nacional Tecnológico Dirección general de formación profesionales, INATEC. (2016). *Manual del protagonista pastos y forrajes*.  
<https://drive.google.com/file/d/1PxH2l9M4oXZlW5gkhP1jcpvrxpb53g3t/view>
- Jiménez M. Rodríguez O. (2014). *Insectos Plagas de cultivos en Nicaragua*. Universidad Nacional Agraria. <https://repositorio.una.edu.ni/2700/1/NH10J61ip.pdf>
- Kin A. Ledent J. (2003). *Efecto del viento sobre las plantas*.  
[https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta\\_-\\_viento\\_\\_\\_4.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_-_viento___4.pdf)
- La Prensa. (2020). *Ciclo Agrícola de Nicaragua favorecido con un buen invierno, pero no hay suficiente financiamiento*. <https://www.laprensani.com/2020/05/21/economia/2676164-ciclo-agricola-de-nicaragua-favorecido-con-un-buen-invierno-pero-no-hay-financiamiento#:~:text=La%20siembra%20de%20primera%20inicia,últimos%2015%20días%20de%20noviembre.>
- López O. (2014). *Manejo de pastos y sistemas silvopastoril “estrategias para el manejo sustentable de la ganadería”*. Universidad Popular de Nicaragua.  
<https://es.slideshare.net/otoniellalopez/pastos-y-forrajes-uponic>
- Madera N. Ortiz B. Bacab H. Magaña H. (2013), Influencia de la edad de corte del pasto morado (*Pennisetum purpureum*) en la producción y la digestibilidad in vitro de la materia seca. *AVANCES EN INVESTIGACION AGROPECUARIA*, 17(2), 41-52.  
<https://www.redalyc.org/pdf/837/83726339005.pdf>
- Maldonado M. Rojas A. Sánchez P. Bottini M. Torrez N. Ventura J. Cancino S. Guerrero M. (2019). Análisis de crecimiento de pasto Cuba OM-22 (*Pennisetum purpureum* x

- Pennisetum glaucum*) en el trópico seco. *Agro Productividad*, 12(8), 17-22.  
<https://revista-agroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/view/1445>
- Martínez D. Leiva K. (2019). *Efecto del biol sobre la producción de biomasa y calidad del pasto Maralfalfa (Pennisetum sp), en un segundo rebrote, Centro Experimental El plantel, 2018*. [trabajo de tesis para Ingeniero Agrónomo, Universidad Nacional Agraria]. Repositorio Institucional. <https://repositorio.una.edu.ni/4067/>
- Martínez D. Leiva K. (2019). *Efectos del biol sobre la producción de biomasa y calidad del pasto Maralfalfa (Pennisetum sp), en un segundo rebrote, centro experimental El plantel 2018*. [Trabajo de tesis, Universidad Nacional Agraria]. Repositorio Institucional. <https://repositorio.una.edu.ni/4067/1/tnf04m385e.pdf>
- Martínez E. Rodríguez O. (2014). *Insectos plagas de cultivos en Nicaragua*. Universidad Nacional Agraria. [file:///C:/Users/DELL%201121/Downloads/NH10J61ip%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/DELL%201121/Downloads/NH10J61ip%20(1).pdf)
- Martínez F. (2019). *Pasto Maralfalfa (Pennisetum violaceum o Pennisetum sp)*. infopastos.com. <https://infopastosyforrajes.com/pasto-de-corte/pasto-maralfalfa/>
- Martínez R. Tuero O. Torres R. Verena. Herrera R. (2010). Modelos de acumulación de biomasa y calidad en las variedades de hierba elefante, Cuba CT-169, OM-22 y King Grass durante la estación lluviosa en el occidente de cuba. *Revista Cubana de ciencias agrícolas*, 44 (2), 189-193. <https://www.redalyc.org/pdf/1930/193015662016.pdf>
- Mena M. (2015). *Pastos y forrajes*. CATHOLIC RELIEF SERVICES.
- Miranda H. (2009) *Adaptación y productividad de seis gramíneas forrajeras en Puerto Diaz Chontales, Nicaragua, 2007* [Trabajo de Graduación, Universidad Nacional Agraria]. Repositorio Institucional. <https://repositorio.una.edu.ni/2084/1/tnf30m672a.pdf>

- Moya J. (2015). *Familia Gramíneas I*. SlidePlayer. <https://slideplayer.es/slide/4427129/>
- Moya O. (2017). *Estudio de producción y calidad de forraje de tres cultivares de pasto Pennisetum purpureum schum, para aprovechar su potencia forrajero, en el Centro Nacional de Investigación Agropecuaria (CNIA) Managua ,2017*. [Tesis para optar al grado de master en ciencias, Universidad Nacional Agraria]. Repositorio Institucional. <https://repositorio.una.edu.ni/3715/1/tnf01m938.pdf>
- Muños N. (2017). *Hormigas cortadoras de hojas en el departamento de Vaupes, Colombia. Una propuesta de manejo integrado*. VAUPES INNOVA. <https://repositorio.sena.edu.co/bitstream/handle/11404/6742/Revista%20Vaup%C3%A9s%20Innova-19-42.pdf?sequence=1>
- Murcia M. Burbano O. Bayona A. Sanabria E. Mora M. (2010) *Establecimiento de cultivo y levante de socas. Corporación Colombiana de investigación agropecuaria*. [https://www.unipamplona.edu.co/unipamplona/portalIG/home\\_4/mod\\_virtuales/modulo1/index.html](https://www.unipamplona.edu.co/unipamplona/portalIG/home_4/mod_virtuales/modulo1/index.html)
- Olivares A. (s.f). *La morfología de especies forrajeras como base del manejo de pastizales*. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agronómicas, Departamento de producción animal. [https://www.produccion-animal.com.ar/produccion\\_y\\_manejo\\_pasturas/pastoreo%20sistemas/114-morfosiologia.pdf](https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pastoreo%20sistemas/114-morfosiologia.pdf)
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (s,f). *Informe sobre el estado de los recursos zoogenéticos de Nicaragua*. <https://www.fao.org/3/a1250e/annexes/CountryReports/Nicaragua.pdf>

- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (s,f). *Mecanización Agrícola Sostenible*. <https://www.fao.org/sustainable-agricultural-mechanization/guidelinesoperations/cropproduction/es/>
- Palma D. Raudez M. (2018). *Caracterización de dos cultivares de Pennisetum sp. Cuba CT-169 (Pennisetum purpureum x Pennisetum tiphoides) y Cuba OM-22 (Pennisetum purpureum x Pennisetum glaucum) Managua, 2016*. [trabajo de graduación para Ingeniero Zootecnista, Universidad Nacional Agraria]. Repositorio Institucional. <https://repositorio.una.edu.ni/3741/1/tnl50p171.pdf>
- Pascua González, K. (2014). *Ensayo de cuatro procedencias de Marango (Moringa oleífera Lam.) en la Finca Santa Rosa Universidad Nacional Agraria, Nicaragua* [Tesis para optar al título de Ingeniera forestal]. Repositorio Institucional. <https://repositorio.una.edu.ni/2784/1/tnk10p281.pdf>
- Pastrana C. Rivas L. (2015). *Caracterización fenotípica de dos variedades de pasto, Pennisetum Purpureum x Pennisetum glaucum (Cuba OM-22) y Pennisetum purpureum (Cuba CT-169), en condiciones del tropico seco, El plantel-2014*. [Trabajo de graduación, Universidad Nacional Agraria]. Repositorio Institucional. <https://cenida.una.edu.ni/Tesis/tnf01p293.pdf>
- Ramírez J. Verdecia D. (2008). Rendimiento y caracterización química del *Pennisetum* Cuba CT 169 en un suelo pluvisol. *Revista electrónica de veterinaria*, 9,(5), 1-10. <https://www.redalyc.org/pdf/636/63611397007.pdf>
- RCN Radio (6 de noviembre 2020). *Importancia de la producción de pastos en la ganadería*. <https://normas-apa.org/wp-content/uploads/Guia-Normas-APA-7ma-edicion.pdf>

- Rodríguez L. Torrez V. Martínez R. Jay O. Noda Aida. Herrera M. (2011). Modelos para estimar la dinámica de crecimiento de *Pennisetum purpureum* vc. Cuba CT-169. *Revista Cubana de Ciencias Agrícolas*, 45,(4), 349-354.  
<https://www.redalyc.org/pdf/1930/193022260002.pdf>
- Sánchez. Álvarez. (2003). *Gramíneas de corte*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. <https://www.fao.org/3/a1564s/a1564s04.pdf>
- Sandino V. Valle N. (2009) “*Método de control de Plagas*” Universidad Nacional Agraria.
- The R Project for Statistical Computing. <https://www.r-project.org/>
- Tovar O. (1993). *LAS GRAMÍNEAS (POACEAE) DEL PERU*. FARESO, S.A.(Madrid).  
[https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=CHFjWTVw\\_oAC&oi=fnd&pg=PA9&dq=morfologia+de+las+gramineas&ots=662jLdB7su&sig=76qCP5\\_omLhOUGq9LzoRdtnZJj4#v=onepage&q&f=false](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=CHFjWTVw_oAC&oi=fnd&pg=PA9&dq=morfologia+de+las+gramineas&ots=662jLdB7su&sig=76qCP5_omLhOUGq9LzoRdtnZJj4#v=onepage&q&f=false)
- Uvieda H. Buestan D. Leonard I. Robalino T. Benítez D. (2014). Distancia de siembra y el número de estacas en el establecimiento de (*Pennisetum purpureum*) en condiciones de la amazonia ecuatoriana. *Revista electrónica de veterinaria*. 15(7), 1-8.  
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5271955>
- Villalobos L. (s,f). “*Pasto de altura y manejo basado en fenología*”. Universidad de Costa Rica.  
<http://proleche.com/wp-content/uploads/2019/11/9.-DR.-Luis-Villalobos-Pastos-de-altura-y-pastoreo-con-base-en-la-edad-fenol%C3%B3gica.pdf>

## IX. ANEXOS

### Anexo 1. Medición de terreno y delimitación de parcela



### Anexo 2. Selección de semilla vegetativa



Anexo 3. Siembra de tres cultivares de *Pennisetum Purpureum* sp.



Anexo 4. Reparación de cerco del área experimental



Figura 5. Crecimiento de los cultivares a los 27 días.



Figura 6. Desarrollo de los pastos a los 32 días



Figura 7. Limpieza de maleza



Anexo 8. Medición de plantas



Anexo 9. Fertilización de tres cultivares de *Pennisetum purpureum* sp.



Anexo 10. Preparación para corte de los cultivares



Anexo 11. Corte a los 80 días



Anexo 12. Pesaje de biomasa



Anexo 13. Corte de cultivares de *Pennisetum sp*  
a los 90 días

