



Universidad
Nacional
de Loja

Universidad Nacional de Loja

Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables

Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia

**Características de crecimiento de gramíneas tropicales en banco
de germoplasma en la estación experimental “El Padmi” de la
UNL.**

Trabajo de titulación previo a la obtención del
título de Médico Veterinario Zootecnista

AUTOR:

José Luis Maldonado Jaramillo

DIRECTOR:

Dr. Luis Antonio Aguirre Mendoza, PhD.

Loja - Ecuador
2024

Certificación

Loja, 23 de abril del 2023

Dr. Luis Antonio Aguirre Mendoza, PhD.

DIRECTOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN

C E R T I F I C O:

Que he revisado y orientado todo el proceso de elaboración del Trabajo de Titulación denominado: **Características de crecimiento de gramíneas tropicales en banco de germoplasma en la estación experimental “El Padmi” de la UNL**, previo a la obtención del título de **Médico Veterinario Zootecnista**, de la autoría del estudiante **José Luis Maldonado Jaramillo**, con **cédula de identidad Nro. 1104124803**, una vez que el trabajo cumple con todos los requisitos exigidos por la Universidad Nacional de Loja, para el efecto, autorizo la presentación del mismo para su respectiva sustentación y defensa.

Dr. Luis Antonio Aguirre Mendoza, PhD.

DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Autoría

Yo, **José Luis Maldonado Jaramillo**, declaro ser autor del presente trabajo de titulación y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos de posibles reclamos y acciones legales, por el contenido de la misma. Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja la publicación de mi tesis en el Repositorio Digital Institucional – Biblioteca Virtual.



Firma: _____

Cédula de Identidad: 1104124803

Fecha: 09 de octubre de 2024

Correo electrónico: jose.l.maldonado@unl.edu.ec

Teléfono o Celular: 0986332618

Carta de autorización por parte del autor (a) para la consulta de producción parcial o total, y publicación electrónica de texto completo, del Trabajo de Titulación

Yo **José Luis Maldonado Jaramillo** declaro ser autor del trabajo de titulación denominado: **Características de crecimiento de gramíneas tropicales en banco de germoplasma en la estación experimental “El Padmi” de la UNL** como requisito para optar el título de **Médico Veterinario Zootecnista** autorizo al sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que, con fines académicos, muestre la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera en el Repositorio Institucional.

Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo en el Repositorio Institucional, en las redes de información del país y del exterior con las cuales tenga convenio la Universidad.

La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copia de la tesis que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Loja, a los doce días del mes de agosto de dos mil veinticuatro

Firma:



Autor: José Luis Maldonado Jaramillo

Cédula: 1104124803

Dirección: Barrio Los Eucaliptos

Correo electrónico: jose.l.maldonado@unl.edu.ec

Teléfono celular: 0986332618

DATOS COMPLEMENTARIOS

Director de Tesis: Dr. Luis Antonio Aguirre Mendoza PhD.

Dedicatoria

La presente investigación quiero dedicarla primeramente a Dios y a la Virgencita por siempre ayudarme a elegir el camino indicado.

A mis Padres Luis Maldonado y Rosa Jaramillo quienes gracias a su esfuerzo y apoyo incondicional se han convertido en un pilar fundamental en mi vida, aconsejándome y ayudándome a conseguir metas en mi vida, gracias por siempre confiar en mí.

Principalmente todo este esfuerzo lo dedico a Daniela mi esposa y a mis hijas Emily y Grecia quienes desde que ingresé a la Universidad han sido mi mayor motivación para superarme y ser cada día mejor, estoy muy agradecido de tenerlas siempre a mi lado en las buenas y en las malas.

Algo también muy importante es reconocer a mis compañeritos de 4 patas quienes me han ayudado a cumplir a algunos trabajos importantes de la universidad, les dedico a Layla, Werita, Chiquis y mi angelito Canelo que desde que te tuve has dejado una huella imborrable en mi vida.

José Luis Maldonado Jaramillo

Agradecimiento

A Dios por darme la vida permitiéndome llegar a este grato momento, junto a las personas que más amo en este mundo.

A la Universidad Nacional de Loja, por permitirme estudiar en sus gloriosas aulas, a la Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables y a la Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia por ayudarme a cumplir un sueño tan anhelado y por ponerme en mi camino a personas tan maravillosas tanto en conocimiento como en personalidad de igual manera al personal administrativo y trabajadores de la Quinta Experimental “El Padmi” quienes me abrieron las puertas para poder desarrollar mi trabajo con total plenitud y sin inconvenientes.

A mi familia quienes fueron mi motor fundamental en toda esta trayectoria de estudio y siempre estuvieron ahí cuando más necesitaba de un apoyo.

De la misma manera le agradezco a mi director de tesis el Dr. Luis Antonio Aguirre Mendoza PhD. quien me ha brindado todo su apoyo y conocimiento en la realización de esta investigación.

De una manera muy especial a todo el personal de la Clínica Veterinaria “Emergencias Veterinarias” y a su propietario el Dr. Dalton Enríquez por siempre brindarme su apoyo, por regalarme consejos y su grata amistad, gracias a ustedes nunca hubiese llegado a ser lo que soy hoy.

José Luis Maldonado Jaramillo

Índice de Contenidos

Portada	i
Certificación	ii
Autoría	iii
Carta de autorización	iv
Dedicatoria	v
Agradecimiento	vi
Índice de Contenidos	vii
Índice de Tablas	ixx
Índice de Figuras	x
Índice de Anexos	xii
1. Título	1
2. Resumen	2
Abstract.....	3
3. Introducción	4
4. Marco Teórico	6
4.1. Gramíneas Forrajeras Tropicales.....	6
4.1.1. Características generales.....	6
4.1.2. Eco-fisiología de las gramíneas forrajeras (pastos C4).....	7
4.1.3. Clasificación botánica.....	8
4.2. Gramíneas Forrajeras en la Amazonia Ecuatoriana	9
4.2.1. Axonopus.....	9
4.2.2. Pennisetum	10
4.2.3. Brachiaria.....	10
4.2.4. Setaria	11
4.2.5. Panicum	12
4.2.6. Echinochloa	13
4.2.7. Tripsacum	13
4.3. Factores que influyen en el Crecimiento y Producción de los Pastos	13
4.3.1. Factores edáficos	14

4.3.2.	Factores climáticos	15
4.4.	Características de Crecimiento	15
4.4.1.	Desarrollo de la raíz.....	16
4.4.2.	Crecimiento vegetativo.....	16
4.4.3.	Fotosíntesis y producción de biomasa	16
4.4.4.	Reproducción y ciclo de vida	17
5.	Metodología.....	18
5.1.	Ubicación.....	18
5.2.	Procedimiento.....	19
5.2.1.	Establecimiento y manejo del banco de germoplasma.....	19
5.2.2.	VARIABLES EN ESTUDIO.....	19
5.2.3.	Toma y registro de datos	19
5.2.4.	Análisis Estadístico	20
6.	Resultados	21
6.1.	Características de Crecimiento	21
6.1.1.	Altura de planta	21
6.1.2.	Número de tallos.....	22
6.1.3.	Número de hojas.....	23
6.1.4.	Porcentaje de cobertura	25
6.2.	Producción de forraje.....	26
6.2.1.	Producción de forraje verde.....	26
6.2.2.	Contenido de materia seca.....	27
6.2.3.	Producción de materia seca	28
7.	Discusión.....	30
7.1.	Características de crecimiento	30
7.2.	Producción de forraje.....	32
8.	Conclusiones.....	33
9.	Recomendaciones.....	34
10.	Bibliografía.....	35
11.	Anexos.....	37

Índice de Tablas

Tabla 1. Clasificación botánica de las gramíneas forrajeras... ..	8
Tabla 2. Altura de planta (cm) en gramíneas forrajeras tropicales cultivadas en la estación experimental "El Padmi" de la UNL.....	21
Tabla 3. Número de tallos por planta en gramíneas forrajeras tropicales cultivadas en la estación experimental "El Padmi", de la UNL.....	23
Tabla 4. Número de hojas por tallo en gramíneas tropicales en banco de germoplasma de la estación experimental El Padmi de la UNL.....	24
Tabla 5. Porcentaje de cobertura de gramíneas forrajeras tropicales cultivadas en la estación experimental "El Padmi", de la UNL.....	25
Tabla 6. Producción de forraje verde (t/ha/corte) en gramíneas forrajeras tropicales cultivadas en la estación experimental "El Padmi", de la UNL.....	26
Tabla 7. Contenido de materia seca en gramíneas forrajeras tropicales cultivadas en la estación experimental "El Padmi" de la UNL.....	28
Tabla 8. Producción de materia seca (t/ha/corte) en gramíneas forrajeras tropicales cultivadas en la estación experimental "El Padmi" de la UNL.....	29

Índice de Figuras

Ilustración 1. Mapa de ubicación de la quinta experimental "EL PADMI".....	18
Ilustración 2. Preparación de terreno.....	37
Ilustración 3. Terreno preparado para toma de datos.....	37
Ilustración 4. Fertilización con gallinaza	38
Ilustración 5. Toma de datos a los 30 días	38
Ilustración 6. Toma de datos a los 60 días.....	39
Ilustración 7. Toma de datos a los 90 días.....	39
Ilustración 8. Recolección y pesaje de muestras.....	40
Ilustración 9. Determinación de materia seca en estufa.....	40
Ilustración 10. Pesaje de materia seca para su respectivo registro.....	41

Índice de Anexos

Anexo 1. Fotografías del trabajo de campo.....37

Anexo 2. Certificado de idioma inglés.....42

1. Título

Características de crecimiento de gramíneas tropicales en banco de germoplasma en la estación experimental “El Padmi” de la UNL.

2. Resumen

El crecimiento y producción de los pastos depende de factores edafoclimáticos como textura, fertilidad y pH del suelo, temperatura, precipitación y luminosidad. El objetivo del presente trabajo fue evaluar las características de crecimiento y producción de gramíneas forrajeras tropicales en condiciones edafoclimáticas de la Amazonía sur ecuatoriana. Para el efecto, se estableció un banco de germoplasma con 20 especies, en la quinta experimental “El Padmi” de la Universidad Nacional de Loja; se tomaron y registraron datos de altura de planta, número de tallos, número de hojas, porcentaje de cobertura, producción de forraje verde, contenido de materia seca y rendimiento de materia seca, a los 30, 60 y 90 días de edad; los datos se sometieron a análisis de varianza mediante diseño completamente aleatorizado y prueba de Tukey al 0,05 de significación. Los resultados mostraron diferencia estadística de acuerdo a la edad, en todas las variables. Los pastos King grass (*P. purpureum* x *P. tyloide*), Elefante (*Penisetum purpureum*), Maralfalfa (*Penisetum* sp.) y Cuba OM-22 (*Penisetum* sp), alcanzaron los mayores promedios a los 90 días de edad, con valores de 3,4 m para altura de planta; 40,9 número de tallos por planta; 15,8 número de hojas por tallo; 100% de cobertura; 102,7 t/ha/corte de forraje verde y 22,1 t/ha/corte de materia seca. Se concluye que las especies del género *Penisetum* se adaptan mejor a las condiciones edafoclimáticas de la región; por lo que constituyen una buena alternativa como bancos forrajeros para complementar la alimentación del ganado bovino en la provincia de Zamora Chinchipe.

Palabras claves: bancos forrajeros, gramíneas tropicales, edafoclimáticas, producción forrajera.

Abstract

The growth and production of grasses depends on edaphoclimatic factors such as soil texture, fertility, and pH, as well as temperature, precipitation and light. The objective of this study was to evaluate the growth and production characteristics of tropical forage grasses under the edaphoclimatic conditions of southern Ecuadorian Amazonia. To this end, a germplasm bank with 20 species was established at the experimental farm “El Padmi” of the National University of Loja. Data on plant height, number of stems, number of leaves, coverage percentage, green forage production, dry matter content, and dry matter yield were collected and recorded at 30, 60, and 90 days of age. The data were analyzed using analysis of variance with a completely randomized design and Tukey’s test at a 0.05 significance level. The results showed statistical differences according to age for all variables. The grasses King Grass (*P. purpureum* x *P. tyloide*), Elephant Grass (*Pennisetum purpureum*), Maralfalfa (*Pennisetum* sp.), and Cuba OM-22 (*Pennisetum* sp.) achieved the highest averages at 90 days of age, with values of 3.3 m for plant height; 40.5 stems per plant; 15.8 leaves per stem; 100% coverage; 102.7 t/ha/cut of green forage; and 22.1 t/ha/cut of dry matter. It is concluded that species of the genus *Pennisetum* adapt better to the edaphoclimatic conditions of the region, making them a good alternative as forage banks to supplement cattle feeding in the province of Zamora-Chinchipe.

Keywords: *forage banks, tropical grasses, edaphoclimatic, forage production.*

3. Introducción

En el Ecuador, al igual que en la mayoría de países tropicales, los pastos y forrajes constituyen la principal fuente de alimentación para el ganado bovino. La Amazonía sur ecuatoriana y particularmente la provincia de Zamora Chinchipe, presenta condiciones edafoclimáticas favorables para el cultivo de pastizales; sin embargo, las malas prácticas de manejo no han permitido alcanzar buenos niveles de producción y más bien han contribuido a agudizar los procesos de deforestación que afectan al cambio climático (INIAP, 2011).

Las gramíneas forrajeras desempeñan un rol importante en las ganaderías bovinas de la Amazonía sur ecuatoriana, ya que proporcionan alimento de bajo costo, contribuyen a la preservación del suelo y mantenimiento de los ecosistemas. Son esenciales para la sostenibilidad de los sistemas de producción bovina ya que no solo proporcionan alimento para el ganado, sino que también mejoran la estructura del suelo y previenen la erosión. Una de las características más destacadas de las gramíneas tropicales es su capacidad de adaptación a suelos pobres y condiciones climáticas extremas. (Rodríguez et al., 2019; García et al., 2021). Así mismo, la gran diversidad de especies, ha permitido generar variedades específicas para determinadas condiciones del suelo, clima y resistencia a plagas y enfermedades (Martínez y Pérez, 2020).

Las gramíneas forrajeras más difundidas en la provincia de Zamora Chinchipe son: Merquerón (*Setaria splendida*), pasto Dallis (*Brachiaria decumbens*), Gramalote (*Axonopus scoparius*), pasto Alemán (*Echinochloa polystachya*) y pasto Chilena (*Panicum maximum*); se caracterizan por su bajo contenido de proteína y alto contenido de fibra (Zúñiga, 2013); por lo que no satisfacen las necesidades nutritivas del ganado bovino, siendo necesario buscar alternativas mediante el establecimiento de bancos forrajeros con especies de corte para complementar los requerimientos de energía y proteína (Zúñiga, 2013)

El crecimiento y producción de los pastos están fuertemente influenciados por factores edáficos como textura, fertilidad y pH del suelo y climáticos como temperatura, precipitación, luz solar, etc. El estudio de estos factores y sus interacciones es esencial para el manejo sostenible de los pastizales y la optimización de la producción forrajera en regiones tropicales; los factores edafoclimáticos no actúan de manera aislada, su interacción puede tener efectos sinérgicos o antagónicos en el crecimiento de los pastos, por ejemplo, la fertilidad del suelo puede compensar

parcialmente la baja precipitación, y la textura del suelo puede moderar los efectos de la temperatura extrema (García, et al., 2021).

Las gramíneas forrajeras presentan buenas características de crecimiento que las hacen altamente eficaces para la producción de forraje en diversas condiciones ambientales; su adaptabilidad, eficiencia fotosintética y capacidad de producir grandes cantidades de biomasa las convierten en un recurso invaluable para la ganadería y la agricultura sostenible (López et al., 2022). No obstante, en la provincia de Zamora Chinchipe, no se han realizado estudios para introducir y evaluar nuevas especies de gramíneas como alternativa para mejorar los niveles de eficiencia y sostenibilidad de las ganaderías bovinas de carne y leche; por tanto, el presente trabajo se orientó al estudio de las características de crecimiento de 20 especies de gramíneas, mediante el establecimiento de un banco de germoplasma en la estación experimental “El Padmi” de la Universidad Nacional de Loja; para el efecto, se plantearon los siguientes objetivos:

- Determinar el efecto de la edad de corte en las características de crecimiento de las gramíneas tropicales, en la estación experimental “El Padmi”, Zamora Chinchipe.
- Establecer la edad de corte óptima en la producción de gramíneas tropicales, en la estación experimental “El Padmi”, Zamora Chinchipe.

4. Marco Teórico

4.1. Gramíneas Forrajeras Tropicales

4.1.1. Características generales

Las gramíneas pertenecen a la familia Poaceae, desempeñan un papel crucial en la alimentación animal, preservación del suelo y mantenimiento de los ecosistemas; se destacan por su alta capacidad para producir forraje a bajos costos para la alimentación del ganado en regiones cálidas y húmedas (Rodríguez et al., 2019). Son esenciales para la sostenibilidad de los sistemas de producción bovina en regiones tropicales ya que no solo proporcionan alimento para el ganado, sino que también mejoran la estructura del suelo y previenen la erosión. Una de las características más destacadas de las gramíneas tropicales es su capacidad de adaptación a suelos pobres y condiciones climáticas extremas. (Rodríguez et al., 2019; García et al., 2021).

Las gramíneas forrajeras abarcan una diversidad de especies, lo que ha permitido generar variedades específicas según las condiciones del suelo y clima. La diversidad genética también es crucial para el desarrollo de cultivares resistentes a enfermedades y plagas (Martínez y Pérez, 2020).

El valor nutricional de las gramíneas tropicales es apreciable por su aporte de proteínas, minerales y fibra. El manejo adecuado es crucial para maximizar su potencial, lo que incluye la rotación, el control de la carga animal, fertilización y control de plagas y enfermedades; el uso de técnicas de manejo sostenible puede aumentar la producción de biomasa y prolongar la vida útil de los pastizales (Fernández y Ramírez (2023). Las gramíneas forrajeras presentan características morfológicas generales, que se describen a continuación:

Raíces: Generalmente presentan sistemas radiculares fibrosos que pueden ser superficiales o profundos, dependiendo de la especie. Este tipo de raíces les permite anclarse firmemente al suelo y absorber agua y nutrientes de manera eficiente.

Tallos: son típicamente cilíndricos y huecos con nudos sólidos. Pueden ser erectos o rastreros, dependiendo de la especie. En muchas especies, los tallos pueden formar estolones o rizomas, lo que facilita su propagación vegetativa.

Hojas: están dispuestas alternadamente a lo largo del tallo y son alargadas y estrechas. Están divididas en una lámina y una vaina que envuelve el tallo. En la base de la lámina, muchas gramíneas tienen una lígula (una estructura membranosa o pelosa) que ayuda a distinguir diferentes especies.

Inflorescencias: son muy diversas y pueden presentarse en forma de espigas, racimos o panículas; están compuestas por espiguillas que contienen una o más flores pequeñas y discretas. Las espiguillas están protegidas por glumas, y cada flor está protegida por una lema y una pálea.

Frutos: es un cariósipide también conocida como grano, en el que la semilla está fusionada con el pericarpio. Este tipo de fruto es característico de muchos cultivos importantes como el trigo, el arroz y el maíz.

4.1.2. Eco-fisiología de las gramíneas forrajeras (pastos C4)

De acuerdo a las rutas fotosintéticas, los pastos se dividen en dos categorías: pastos C3 (gramíneas de clima templado y leguminosas) y pastos C4 (gramíneas tropicales y subtropicales). Los pastos C3 comienzan a crecer a temperaturas de 7°C, con un crecimiento óptimo entre 16–24 °C, mientras los C4 comienzan a crecer a 15°C, con óptimo crecimiento entre 32 y 35°C. Desde el punto de vista nutricional, los pastos C3 son superiores a los C4, al ser más digestibles y aportar mayores valores de energía y proteína. Sin embargo, los pastos C4 presentan mayor rendimiento de biomasa que los pastos C3 (Longland, 2013).

Los pastos presentan un potencial crecimiento y producción en dependencia de la vía metabólica utilizada para llevar a cabo la fotosíntesis; es decir que la productividad depende de la eficiencia de conversión del CO₂ atmosférico, los nutrientes, la humedad de los suelos y la energía solar en biomasa aprovechable.

Los pastos C4 poseen una estructura foliar conocida como anatomía de Kranz, que se caracteriza por tener las células del mesófilo dispuestas en corona alrededor de la vaina de los haces vasculares, las cuales poseen paredes celulares gruesas con cloroplastos de mayor tamaño; en los que tiene lugar una primera fijación del CO₂ mediante la enzima fosfoenol-pirúvico-carboxilasa (PEPC) en ácidos dicarboxílicos tetracarbonados, el cual es transportado hacia las

células de los haces vasculares, donde tiene lugar la descarboxilación, la concentración del CO₂ y una fijación vía ciclo de Calvin Benson.

Los carbonos restantes (alanina o pirúvico) regresan al mesófilo, donde se completa su conversión en molécula aceptora primaria (PEPC). A esta distribución funcional entre los dos tipos de células se le denomina fotosíntesis cooperativa. Existen tres grupos metabólicos a los que se les nombra según la enzima que cataliza la descarboxilación (NADP-enzima málico, NAD-enzima málico y PEP-carboxiquinasa).

Otras de las características bioquímicas que posee este grupo de plantas son la alta afinidad de la enzima PEPC por el CO₂ y la mayor actividad carboxilasa de la enzima RUBISCO en las células del haz vascular, que permiten que el proceso fotosintético sea, aparentemente, insensible a los cambios de concentración de O₂ atmosférico y respondan de forma positiva al aumento de la concentración de CO₂ atmosférico, lo cual garantiza que la fotosíntesis se desarrolle bajo condiciones más estables, siempre que no exista inhibición enzimática por altas o bajas de temperaturas (Ugarte,2019).

4.1.3. Clasificación botánica

Las gramíneas son plantas monocotiledóneas con espiga de flor poco vistosa, frutos harinosos reducidos a simples granos, tallos herbáceos y cilíndricos, raíces adventicias y hojas alargadas con nervaduras paralelas, pertenecen a la familia de las Poaceas, consta de 700 géneros y unas 12000 especies. Se calcula que las gramíneas suponen un 20% de la superficie vegetal del mundo. A ellas pertenecen alrededor del 75% de los pastos cultivados (Bonifaz, Leon, & Gutiérrez, 2018).

Tabla 1, Clasificación botánica de las gramíneas forrajeras **Fuente:** (Bonifaz, Leon, & Gutiérrez, 2018)

Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Liliopsida (monocotiledóneas)
Subclase	Commelinidae
Orden	Poales
Familia:	Poaceas

4.2. Gramíneas Forrajeras en la Amazonia Ecuatoriana

En la Amazonia ecuatoriana se contabilizan alrededor de 40 especies de gramíneas forrajeras, la mayoría de ellas introducidas, las cuales se agrupan en los siguientes géneros:

4.2.1. *Axonopus*

Originario de América tropical y subtropical (Ecuador, Colombia), es una gramínea suculenta de crecimiento erecto, tallos frondosos y muy fuertes que pueden llegar a medir 1,5 m de altura, su calidad nutritiva es media pero su palatabilidad y aceptabilidad son altas. Incluye hierbas perennes, raras veces anuales, se adapta a una amplia gama de condiciones ambientales, desde áreas húmedas hasta suelos pobres y arenosos, son comunes en pastizales, praderas y áreas perturbadas. Las hojas son planas y alargadas, de textura suave, su color varía del verde claro al verde oscuro, los tallos rastreros que pueden enraizar en los nudos, lo que facilita su propagación vegetativa, presentan inflorescencias en forma de espiga o panícula, con pequeñas espiguillas que contienen las flores y semillas (Gomes, 2022).

La principal especie de este género son el *Axonopus scoparius*, *Hitchc* (gramalote blanco o pasto imperial), caracterizada por producir estolones extensos y robustos; sus tallos son erectos, frondosos, sólidos, suculentos, comprimidos, estriados, glabros, que pueden llegar a medir hasta 1,5 m de altura, ocasionalmente son ramificados; con sólidos entrenudos, que tienen un espesor de 7 mm; sus vainas quilladas no están comprimidas fuertemente, las vainas inferiores están estrechamente imbricadas, glabras, pero en ocasiones en la parte próxima a la lígula, son ciliadas. La lígula es una membrana de tamaño grueso, que esta arqueada y presenta una línea de vellosidades cortas, rígidas, que miden de largo entre total de 1 – 2,7 mm; con cuello conspicuo, de color amarillento. Sus hojas de largo miden entre 10 – 60 centímetros y de ancho entre 5 – 35 milímetros, son de forma plana, pero son erectas en la nervadura central (Gomes, 2022)

Se puede establecer en suelos de textura que van de moderadamente liviana hasta moderadamente pesado, con pH neutro hasta muy ácido, que tengan un buen drenaje a imperfecto. Se puede establecer en alturas entre 600 – 2500 msnm, precipitaciones anuales 1000 – 2500 mm (milímetros), resiste largos períodos de sequía de 1 – 5 meses con temperaturas 14 – 26°C.

4.2.2. *Pennisetum*

Son plantas perennes, muy similares a la caña de azúcar, que alcanzan una altura de 3 m, pero con tallos y sus raíces, forman cepas muy compactas y sólidas que pueden alcanzar hasta 2 m de profundidad, prospera bien en suelo de mediana a alta fertilidad, produce abundante forraje, se recomienda su uso para el corte, pero lo usan al pastoreo. (FAO, 2002) (Arias, 2012). Presentan rendimientos de 40 t materia verde ha/corte y más de 120 t de materia verde ha/año con porcentajes de proteína que oscilan entre 6 y 8,5%. (Pizarro, 2001) (Arias, 2012). Es moderadamente tolerante a la sombra. Con precipitaciones anuales de 1000 – 4000 mm. Tolerante a la sequía. (kdgonzalez, 2019)

Las especies más importantes son: *Pennisetum purpureum* (pasto elefante), tiene tallos gruesos y hojas largas y anchas. Sus inflorescencias son panículas densas y cilíndricas. Es muy productivo y se utiliza tanto para pastoreo como para forraje cortado. *Pennisetum glaucum*, tiene hojas más estrechas y es conocido por su capacidad de crecimiento rápido y alta tolerancia a la sequía.

4.2.3. *Brachiaria*

El género *Brachiaria* es fundamental en la producción ganadera en regiones tropicales debido a su alta adaptabilidad, productividad y calidad nutricional. Las diferentes especies ofrecen opciones variadas para satisfacer las necesidades específicas de los sistemas de pastoreo y las condiciones ambientales. Un manejo adecuado, que incluya prácticas de rotación de pastos, fertilización y control de plagas, es crucial para maximizar los beneficios de estas gramíneas forrajeras.

Las especies de *Brachiaria* poseen un sistema radicular fibroso y profundo, lo que les permite acceder a agua y nutrientes de las capas más profundas del suelo, pueden crecer en una variedad de suelos, incluidos aquellos con baja fertilidad y alta acidez. Las hojas son generalmente largas, anchas y lanceoladas, con una textura que varía de suave a áspera según la especie, están dispuestas en forma alterna a lo largo del tallo y son importantes para la fotosíntesis y la producción de biomasa. Los tallos son robustos y pueden ser erectos o decumbentes (rastreros), dependiendo de la especie, esta estructura permite la formación de densas coberturas vegetales.

Pueden propagarse vegetativamente a través de estolones y rizomas, además de la reproducción por semillas. La inflorescencia es una panícula abierta o compacta, con espiguillas que contienen las flores, la forma y densidad de la inflorescencia pueden variar entre especies.

Las especies de *Brachiaria* son conocidas por su alta producción de biomasa, lo que las hace ideales para la alimentación del ganado; ofrecen un buen balance de proteínas, fibra y minerales esenciales, aunque la calidad puede variar según la especie y las condiciones de crecimiento. Son particularmente adaptadas a climas tropicales y subtropicales, soportando temperaturas altas y condiciones de alta humedad. Gracias a su sistema radicular profundo, pueden resistir períodos de sequía, aunque su productividad puede disminuir bajo condiciones extremas de estrés hídrico. La rotación de pastos es esencial para evitar el sobrepastoreo y permitir la recuperación de las plantas. Las *Brachiarias* pueden soportar una alta carga animal, pero es importante manejar adecuadamente la intensidad del pastoreo para mantener la productividad y la salud del pastizal.

Aunque pueden crecer en suelos de baja fertilidad, la aplicación de fertilizantes (especialmente nitrógeno) puede mejorar significativamente su productividad y calidad nutricional. Tienen resistencia a plagas y enfermedades, pero es importante monitorear y manejar posibles problemas fitosanitarios para asegurar la salud del pastizal.

Las especies más conocidas son: *Brachiaria brizantha*, presenta hojas largas y anchas, con una textura áspera, se caracteriza por sus tallos robustos y su capacidad de formar densas coberturas vegetales, es resistente a la sequía y se adapta bien a suelos de baja fertilidad. *Brachiaria decumbens*, tiene hojas más cortas y suaves, sus tallos son rastreros y forman estolones, lo que facilita su propagación vegetativa, es tolerante a la sombra y adecuada para suelos ácidos. *Brachiaria humidicola*, presenta hojas finas, alta tolerancia a suelos encharcados y mal drenados, ideal para áreas propensas a inundaciones y suelos pesados (Espinoza, Hernandez, & Morales, 2013).

4.2.4. *Setaria*

Son plantas anuales o perennes; láminas planas o plegadas; inflorescencia en panícula espiciforme densa, representada por una fila de pelos; Espiguillas con numerosas setas rígidas

(INaturalistEC, 2013). El establecimiento por semilla es el procedimiento más utilizado y se requiere de 8 – 10 kg/ha al voleo; vegetativamente se utiliza esquejes o tallos enraizados. EL tiempo de establecimiento es de 3 – 4 meses. Crece en cualquier clase de suelo, desde los arenosos hasta los arcillosos pesados, pero con fertilización adecuada. No se desarrolla bien en suelo pobres. Se muestra tolerante a suelos con mal drenaje, pero no soporta el empantanamiento. (Rivera, 2015)

Crece en un clima tropical y subtropical. Se los puede cultivar desde el nivel del mar hasta los valles bajos de la sierra. La experiencia indica que siembras de diciembre y enero con lluvias oportunas han sido exitosas. Las heladas detienen el crecimiento y dañan parcialmente la planta, particularmente las láminas con mayor exposición, manteniéndose verdes las partes más protegidas por el mismo follaje. (Rivera, 2015)

4.2.5. *Panicum*

Se adapta a un rango altitudinal de 0 a 1100 msnm y temperaturas entre 20 a 35 °C. Es un pasto que se adapta a suelos fértiles, puede prosperar con buena fertilización, prefiere los suelos sin encharcamiento. Su densidad de siembra va de 5kg de semilla/Hectárea. (Flores, 2012)

Es un pasto que soporta hasta 6 meses de sequía y después e la cual presenta un excelente rebrote. También prefiere suelos areno – arcillosos, bien drenados. Se adapta bien a regiones de clima caliente, con precipitación pluvial superior a 1000 mm y situadas entre 0 y 2000 m de altitud. Tolera heladas leves y esporádicas. (Flores, 2012)

Panicum maximum: Conocido por sus hojas largas y anchas, este pasto puede alcanzar alturas de hasta 2 metros. Sus inflorescencias son panículas grandes y abiertas. Es altamente productivo y tiene un alto valor nutritivo.

Panicum virgatum: Posee hojas más estrechas y erguida estructura de crecimiento. Es valorado por su resistencia a la sequía y su capacidad de crecer en suelos arenosos y pobres en nutrientes.

4.2.6. *Echinochloa*

Es originaria de América del Norte, Mesoamérica, América del Sur, Naturalizado en África tropical y meridional, Asia Tropical, sur de América del Sur y Hawaii. Es un pasto perenne acuático o semiacuático. Forma masas densas en zonas pantanosas y a lo largo de riberas de cursos de agua (Kunth, 2012)

Los pastos *Echinochloa* se propagan cuando los tallos rotos, los estolones y las raíces se mueven en el agua. Generalmente no crece en condiciones secas a menos que haya un nivel freático alto, generalmente es una especie de alto rendimiento con rendimientos promedio de MS de 8 a 12 t/ha en América del Sur. (Kunth, 2012). Se disemina fácilmente por el viento, agua o suelos contaminados, mezclado entre semillas de cultivo y en maquinaria agrícola. (CABI, 2016)

Prospera bajo un sol abundante, pero también puede soportar entornos moderadamente sombreados. Soporta la falta de luz (Espinoza, Hernandez, & Morales, 2013).

4.2.7. *Tripsacum*

Es una gramínea perenne, crece erecta y en macollas, puede medir hasta 3 metros de alto, sus tallos son gruesos con abundantes hojas color verde oscuro alargado con pocos vellos. Se puede utilizar principalmente para corte y acarreo, para lo cual es muy recomendable realizarle cortes dependiendo de la época del año (KdGonzalez, Info Pastos y Forrajes.com, 2019)

Se puede establecer en suelos con un buen drenaje, de baja fertilidad a media Ph 4.0 – 5.5. Alturas sobre el nivel del mar de 0 – 2000 msnm. (Bonifaz, Leon, & Gutiérrez, 2018). Soporta una temperatura de 18 a 30 °C, con precipitaciones anuales de 800 a 2000 mm, en suelos con buen drenaje y húmedos, tolera la acidez, mas no soporta inundaciones. (Bonifaz, Leon, & Gutiérrez, 2018).

4.3. Factores que influyen en el Crecimiento y Producción de los Pastos

El crecimiento y producción de los pastos están fuertemente influenciados por una variedad de factores edafoclimáticos, incluidos la textura y fertilidad del suelo, el pH, la temperatura, la

precipitación y la luz solar. Comprender estos factores y sus interacciones es esencial para el manejo sostenible de los pastizales y la optimización de la producción forrajera en regiones tropicales. Las prácticas de manejo que consideran estos factores pueden mejorar significativamente la productividad y la sostenibilidad de los sistemas de producción animal.

Los factores edafoclimáticos no actúan de manera aislada; su interacción puede tener efectos sinérgicos o antagónicos en el crecimiento de los pastos. Por ejemplo, la fertilidad del suelo puede compensar parcialmente la baja precipitación, y la textura del suelo puede moderar los efectos de la temperatura extrema.

4.3.1. Factores edáficos

a. Textura del suelo

La textura del suelo, que se refiere a la proporción de arena, limo y arcilla, afecta significativamente la capacidad del suelo para retener agua y nutrientes. Los suelos arenosos, aunque bien drenados, tienden a tener baja retención de agua y nutrientes, lo que puede limitar el crecimiento de los pastos. Por otro lado, los suelos arcillosos pueden retener más agua y nutrientes, pero pueden presentar problemas de drenaje y compactación (García, M., et al., 2021).

b. Fertilidad del suelo

La fertilidad del suelo, medida por la presencia de nutrientes esenciales como nitrógeno, fósforo y potasio, es crucial para el crecimiento de los pastos. La disponibilidad de estos nutrientes influye directamente en el desarrollo de la biomasa y la calidad nutricional de los forrajes (López, R., et al., 2022).

c. pH del suelo

El pH del suelo afecta la disponibilidad de nutrientes y la actividad microbiana. Los pastos generalmente prefieren suelos con pH neutro a ligeramente ácido (pH 5.5-7.0). Suelos demasiado ácidos o alcalinos pueden limitar la absorción de nutrientes y el crecimiento de las plantas (Martínez, L. y Pérez, J., 2020).

4.3.2. Factores climáticos

a. Temperatura

La temperatura es un factor crítico que afecta la tasa de crecimiento de los pastos. La mayoría de las gramíneas tropicales crecen óptimamente a temperaturas entre 25°C y 35°C. Temperaturas extremas, tanto altas como bajas, pueden reducir la tasa de fotosíntesis y afectar negativamente el crecimiento (Rodríguez, A., et al., 2019).

b. Precipitación y disponibilidad de agua

La disponibilidad de agua es uno de los factores más importantes para el crecimiento de los pastos. La precipitación adecuada y bien distribuida a lo largo del año asegura el suministro continuo de agua, esencial para la fotosíntesis y el transporte de nutrientes. La escasez de agua puede llevar a estrés hídrico, reduciendo la producción de biomasa (Fernández, C. y Ramírez, P., 2023).

c. Luz Solar

La luz solar es esencial para la fotosíntesis, el proceso mediante el cual las plantas convierten la luz en energía. La duración y la intensidad de la luz solar afectan directamente la tasa de fotosíntesis y, por ende, el crecimiento de los pastos. Las gramíneas tropicales suelen prosperar en condiciones de luz solar intensa y abundante (García, et al., 2021).

4.4. Características de Crecimiento

Las gramíneas forrajeras poseen una serie de características de crecimiento que las hacen altamente eficaces para la producción de forraje en diversas condiciones ambientales. Su adaptabilidad, eficiencia fotosintética y capacidad de producir grandes cantidades de biomasa las convierten en un recurso invaluable para la ganadería y la agricultura sostenible. Las semillas de gramíneas forrajeras son generalmente pequeñas y requieren una buena preparación del suelo para asegurar una correcta germinación. La profundidad de siembra y la humedad del suelo son críticos

para el éxito del establecimiento; la germinación puede variar de unos pocos días a un par de semanas, dependiendo de la especie y las condiciones ambientales; temperaturas cálidas y suficiente humedad del suelo aceleran este proceso.

4.4.1. Desarrollo de la raíz

Las gramíneas forrajeras desarrollan sistemas radiculares fibrosos que se expanden ampliamente en el suelo. Este sistema les permite absorber eficientemente agua y nutrientes, y contribuye a la estabilidad del suelo y la prevención de la erosión. Las raíces pueden ser superficiales o profundas, dependiendo de la especie y las condiciones del suelo. Por ejemplo, especies como *Brachiaria* tienen raíces profundas que les permiten acceder a agua en capas más profundas del suelo.

4.4.2. Crecimiento vegetativo

Las hojas de las gramíneas son alargadas y estrechas, dispuestas en una estructura alterna a lo largo del tallo. La cantidad y tamaño de las hojas pueden variar según la especie y las condiciones de crecimiento. Los tallos pueden ser erectos o rastreros, y en algunas especies pueden formar estolones o rizomas, lo que facilita su propagación vegetativa. Los tallos huecos y segmentados por nudos son característicos de las gramíneas.

4.4.3. Fotosíntesis y producción de biomasa

La mayoría de las gramíneas forrajeras utilizan el ciclo fotosintético C₄, lo que les permite ser más eficientes en la utilización de la luz solar y el agua, especialmente en condiciones de alta temperatura y luz intensa. La eficiencia fotosintética se traduce en una alta producción de biomasa. Las gramíneas C₄ pueden crecer rápidamente y producir grandes cantidades de forraje en condiciones óptimas.

4.4.4. Reproducción y ciclo de vida

Las gramíneas producen inflorescencias en forma de espigas, panículas o racimos. La floración es un indicador de madurez y puede influir en la calidad del forraje. Dependiendo de la especie, las gramíneas pueden ser anuales o perennes. Las perennes tienen la ventaja de una producción continua a lo largo de varios años sin necesidad de replantar (López et al., 2022; Fernández y Ramírez, 2023).

5. Metodología

5.1. Ubicación

El presente proyecto se llevó a cabo en la estación experimental “El Padmi”, de la Universidad Nacional de Loja, ubicada en la parroquia Los Encuentros, cantón Yantzaza, provincia de Zamora Chinchipe. La estación experimental “El Padmi” tiene una extensión de 102,95 ha y se encuentra a una altitud que va de 775 a 1150 msnm, presenta clima tropical húmedo, con una precipitación de 948 mm/añual y una temperatura media añual de 22,8°C (Climate-Data.Org 2015).

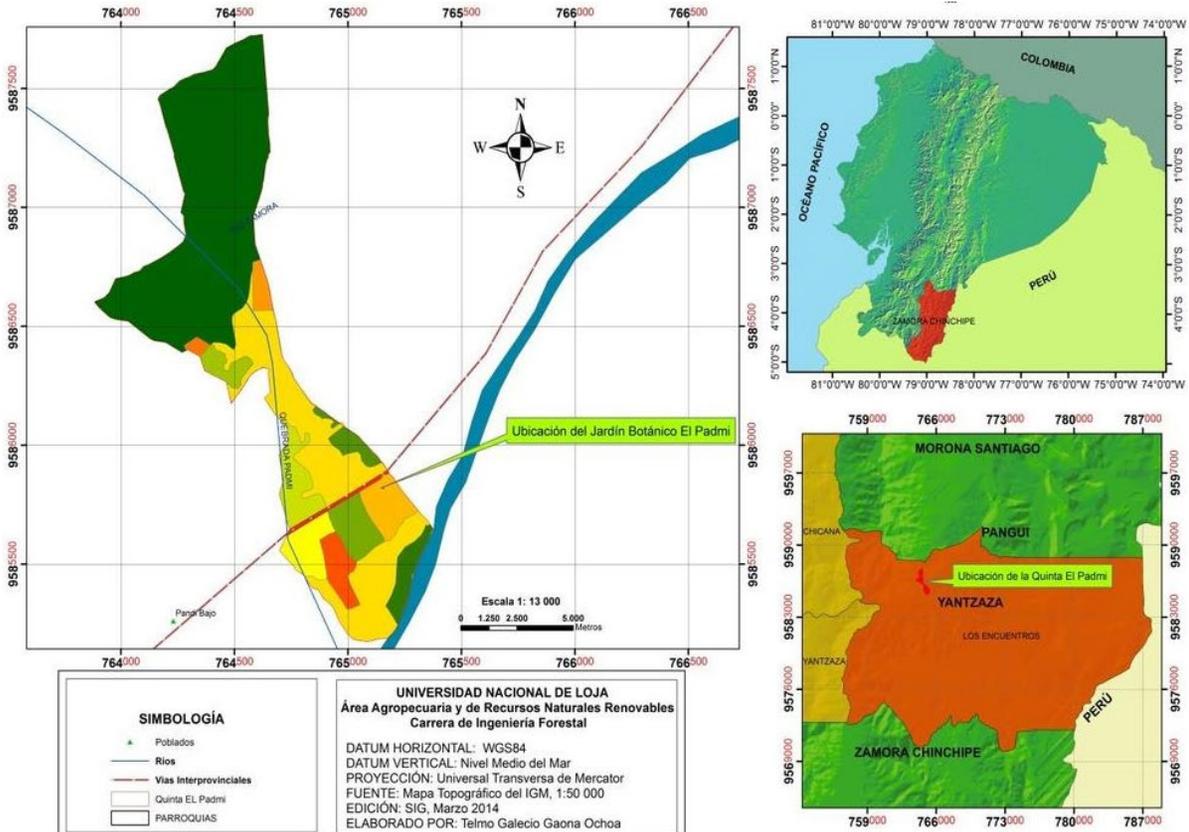


Ilustración 1, Mapa de ubicación de la quinta experimental "EL PADMI"; *Fuente*: UNL

5.2. Procedimiento

5.2.1. Establecimiento y manejo del banco de germoplasma

Una vez identificada el área experimental, se procedió a realizar la eliminación manual de malezas, se dejó un tiempo de reposo y se procedió delimitar 20 parcelas de 8 m² cada una (2 m de ancho por 4 m de largo), previa a la siembra se aplicó 4 sacos (40 kg) de fertilizante orgánico (pollinaza) por parcela. La siembra de las 20 especies de gramíneas seleccionadas para el estudio se realizó con material vegetativo (estacas de 30 a 40 cm de largo); se realizó control quincenal de malezas. La toma y registro de datos se realizó a los 30, 60 y 90 días después de la siembra.

5.2.2. Variables en estudio

- Altura de Planta
- Número de tallos
- Número de hojas
- Cobertura vegetal
- Producción de forraje verde
- Contenido de materia seca
- Producción de materia seca

5.2.3. Toma y registro de datos

a. Altura de planta (cm)

En cada una de las parcelas, se procedió a seleccionar al azar 5 plantas, con la ayuda de un flexómetro se procedió a medir su altura en centímetros, desde el nivel del suelo hasta la yema terminal de la planta.

b. Número de tallos (rebrotos)

En cada una de las matas seleccionadas, se contó el número de tallos o rebrotos presentes, los datos se registraron en el formulario correspondiente.

c. Número de hojas

Se separaron cinco tallos de las matas seleccionadas y se contabilizaron el número de hojas funcionales (verdes) presentes en cada uno ellos, los datos se anotaron en el registro correspondiente.

d. Cobertura vegetal

En cada una de las parcelas, se observó el nivel de prendimiento de la especie cultivada, luego se estimó el porcentaje del área cubierta.

e. Producción de forraje verde

La producción forraje verde se determinó mediante método invasivo, con la ayuda de un cuadrante de madera de 0,50 m² que fue lanzado al azar en 5 lugares diferentes de la parcela, se cortó el forraje a 10 cm de altura y se procedió a pesar; con el valor promedio por metro cuadrado se calculó la producción por hectárea y por corte;

f. Contenido de materia seca

Se determinó en el laboratorio de bromatología de la Universidad Nacional de Loja, en estufa de aire forzado por un periodo de 24 horas.

g. Producción de materia seca

La producción de materia seca se determinó multiplicando la producción de forraje verde por el contenido de materia seca para cada de las especies, en los tres periodos de estudio.

5.2.4. Análisis Estadístico

Se realizó análisis de varianza en cada una de las variables en estudio, según diseño completamente aleatorizado (DCA). Para la comparación de medias se aplicó la prueba de Tukey ($P < 0.05$) con la ayuda del programa estadístico Infostat (versión 2020).

6. Resultados

6.1. Características de Crecimiento

Se tomaron y registraron datos de las variables de crecimiento: altura de planta, número de tallos, número de hojas y porcentaje de cobertura, de cada una de las especies de gramíneas cultivadas. Los resultados se detallan a continuación.

6.1.1. Altura de planta

La altura de planta (tabla 2) presentó diferencia estadística ($p \leq 0,0001$) entre los días de corte, con marcada tendencia a ser mayor a los 90 días, en la totalidad de especies estudiadas.

Tabla 2. Altura de planta (cm) en gramíneas forrajeras tropicales cultivadas en la estación experimental "El Padmi" de la UNL

Especies		Edad del pasto (días)			EE	P-valor
Nombre común	Nombre científico	30	60	90		
Gramalote blanco	<i>Anoxopus scoparius</i> Hitch	47,6	112,6	147,4	6,44	0,0001
Gramalote morado	<i>A. scoparius</i> var. Morado	55,2	139,8	208,0	7,49	0,0001
Pasto mikay	<i>Anoxopus mikay</i>	98,6	166,4	191,4	9,72	0,0001
Gramalote híbrido	<i>A. scoparius</i> var. Híbrido	117,6	302,0	327,0	5,86	0,0001
Maralfalfa verde	<i>Pennisetum</i> sp.	116,4	291,6	384,4	8,98	0,0001
Maralfalfa roja	<i>Pennisetum</i> sp.	121,4	303,0	367,0	4,37	0,0001
King Grass	<i>P. purpureum</i> x <i>P. typoide</i>	151,0	291,0	342,4	6,79	0,0001
Elefante	<i>Pennisetum purpureum</i>	102,6	262,0	347,8	7,17	0,0001
Cuba OM-22	<i>P. purpureum</i> x <i>P. glaucum</i>	83,2	258,0	292,4	9,99	0,0001
Mulato	<i>B. decumbens</i> var. Mulato	42,6	58,4	101,4	2,83	0,0001
Dallis	<i>Brachiaria decumbens</i>	56,0	135,6	175,2	8,35	0,0001
Marandú	<i>Brachiaria brizantha</i>	39,0	148,6	148,8	2,85	0,0001
Ruzi	<i>Brachiaria ruzizensis</i>	64,2	135,0	165,8	5,00	0,0001
Tanner	<i>Brachiaria arrecta</i>	84,0	165,4	170,8	3,44	0,0001
Melqueron	<i>Setaria splendida</i>	68,2	156,4	198,2	4,71	0,0001
Setaria	<i>Setaria sphacelata</i>	69,6	178,2	166,0	10,20	0,0001
Tanzania	<i>P. máximo</i> var. Tanzania	105,0	312,0	300,0	9,53	0,0001
Chilena	<i>Panicum máximo</i>	87,8	279,0	294,0	4,57	0,0001
Alemán	<i>Echinochloa polystachya</i>	108,8	242,6	251,0	6,16	0,0001
Cariamanga	<i>Tripsacum Laxum</i>	80,6	173,2	220,6	6,93	0,0001

Se observó mayor ritmo de crecimiento en las especies del género *Pennisetum*, con alturas de planta que superaron los 3,5 m a los 90 días de edad; siendo más notoria la diferencia en los

pastos *Penissetum* sp. (Maralfalfa verde y Maralfalfa rojo) con respecto a los pastos Elefante y Cuba OM-22. A continuación se ubicaron los pastos Cariamanga, Alemán Chilena y Tanzania con valores que oscilaron entre 220 a 300 cm a los 90 días de edad. Los pastos del género *Axonopus*, presentaron crecimiento moderado, siendo *Axonopus scoparius* (Gramalote híbrido) el que alcanzó mayor altura de planta con 107,6; 302 y 327 cm, a los 30, 60 y 90 días respectivamente; mientras que *Axonopus scoparius* Hicic (Gramalote blanco) con valores que oscilaron entre 47,6 a los 30 días y 147,4 a los 90 días, presentó la menor tasa de crecimiento. Los pastos del género *Brachiaria* presentaron menor ritmo de crecimiento con valores promedios de 60,8; 128,6 y 152,4 cm a los 30, 60 y 90 días respectivamente. Los pastos *Setaria splendida* (Merqueron) y *Setaria sphacelata* (Setaria) presentaron una tasa de crecimiento ligeramente superior a las *Brachiarias* con una diferencia promedio de 20 cm a los 90 días de corte. Finalmente, los pastos *Echinochloa polystachya* (pasto Alemán) y *Tripsacum dactyloides* (pasto Cariamanga) alcanzaron buena altura de planta en las tres etapas de estudio, con valores promedios de 251 y 220,6 cm a los 90 días de corte, respectivamente.

6.1.2. Número de tallos

En la tabla 3 se observa que el número de tallos (macollos) por planta presentó diferencia estadística ($p \leq 0,0001$) de acuerdo a la edad, en la mayoría de especies estudiadas. En los primeros 30 días, el proceso de macollamiento fue menor, luego se incrementó significativamente a los 60 días y se mantuvo estable hasta los 90 días. Los pastos del género *Penissetum* presentaron mayor número de tallos por planta en la etapa inicial del estudio con valores promedios de 21,3; siendo mayor en el pasto *Penissetum* sp. (Maralfalfa roja) con 22,8. Similar comportamiento se observó en las especies de las *Setarias*, con predominio de *Setaria sphacelata* y en el pasto Alemán (*Echinochloa polystachya*). El grupo de las *Brachiarias* presentó un macollamiento moderado con valores que oscilaron entre los 14,6 para *Brachiaria brizantha* y 22,6 tallos por planta en la *Brachiaria arrecta*. Mientras que los Gramalotes verde y morado registraron la menor cantidad de tallos por planta a los 30 días con valores de 7,6 y 10,8 respectivamente.

Tabla 3. Número de tallos por planta en gramíneas forrajeras tropicales cultivadas en la estación experimental "El Padmi", de la UNL.

Especies		Edad del pasto (días)			E.E.	P-valor
Nombre común	Nombre científico	30	60	90		
Gramalote blanco	<i>Anoxopus scoparius</i> Hitch	7,6	11,0	13,2	1,83	0,8652
Gramalote morado	<i>A. scoparius</i> var. Morado	10,8	16,6	24,5	2,43	0,0017
Pasto mikay	<i>Anoxopus mikay</i>	15,4	23,4	26,8	2,23	0,1707
Gramalote híbrido	<i>A. scoparius</i> var. Híbrido	17,4	24,2	31,2	2,32	0,0014
Maralfalfa verde	<i>Pennisetum</i> sp.	19,2	30,2	38,6	1,41	0,0001
Maralfalfa roja	<i>Pennisetum</i> sp.	22,8	32,2	42,0	4,42	0,0002
King Grass	<i>P. purpureum</i> x <i>P. tyoide</i>	20,8	34,8	46,3	3,22	0,0093
Elefante	<i>Pennisetum purpureum</i>	21,4	26,2	39,6	1,25	0,0001
Cuba OM-22	<i>P. purpureum</i> x <i>P. glaucum</i>	20,0	32,4	35,8	2,00	0,0070
Mulato	<i>B. decumbens</i> var. Mulato	18,4	27,4	30,6	7,28	0,0690
Dallis	<i>Brachiaria decumbens</i>	15,6	28,6	30,4	4,02	0,0001
Marandú	<i>Brachiaria brizantha</i>	14,6	21,8	31,6	2,62	0,0001
Ruzi	<i>Brachiaria ruzizensis</i>	21,6	27,0	32,2	4,24	0,0001
Tanner	<i>Brachiaria arrecta</i>	22,4	35,8	36,8	2,42	0,0019
Melqueron	<i>Setaria splendida</i>	20,0	24,4	31,0	5,14	0,0001
Setaria	<i>Setaria sphacelata</i>	22,6	29,2	30,0	5,67	0,0003
Tanzania	<i>P. máximo</i> var. Tanzania	19,0	25,4	28,0	2,36	0,0001
Chilena	<i>Panicum máximo</i>	14,8	20,4	33,8	2,76	0,0012
Alemán	<i>Echinochloa polystachya</i>	21,0	27,4	32,2	1,68	0,0010
Cariamanga	<i>Tripsacum Laxum</i>	16,4	27,2	29,8	2,48	0,0001

A los 60 días de edad, el número de tallos por planta se incrementó significativamente, con valores promedio cercanos a los 30 tallos, manteniéndose la tendencia observada en la etapa inicial. A los 90 días se observó mayor macollamiento en el pasto Elefante con 46,3 tallos por planta, seguido de *Pennisetum* sp. (Maralfalfa roja) con 42 tallos; mientras que los Gramalotes blanco y morado se mantuvieron por debajo del promedio, con valores de 13,2 y 24,5 respectivamente.

6.1.3. Número de hojas

El crecimiento de las hojas (tabla 4) presentó una tendencia similar al crecimiento de los tallos, es decir que se incrementó a medida que avanzó la edad; los valores promedios registrados estuvieron por el orden de 5,3; 8,7 y 11,9 hojas por tallos a los 30, 60 y 90 días de edad, respectivamente.

Tabla 4. Número de hojas por tallo en gramíneas tropicales en banco de germoplasma de la estación experimental El Padmi de la UNL

Especies		Edad del pasto (días)			E.E.	P-valor
Nombre común	Nombre científico	30	60	90		
Gramalote blanco	<i>Anoxopus scoparius</i> Hitch	5,8	8,0	10,8	0,57	0,0002
Gramalote morado	<i>A. scoparius</i> var. Morado	5,8	10,0	12,1	0,56	0,0006
Pasto mikay	<i>Anoxopus mikay</i>	6,3	9,2	11,2	1,30	0,5082
Gramalote híbrido	<i>A. scoparius</i> var. Híbrido	4,8	7,2	10,6	0,69	0,0003
Maralfalfa verde	<i>Pennisetum</i> sp.	8,0	12,0	14,4	0,99	0,0022
Maralfalfa roja	<i>Pennisetum</i> sp.	8,2	12,8	20,8	0,74	0,0001
King Grass	<i>P. purpureum</i> x <i>P. tyloide</i>	8,4	12,2	16,8	1,01	0,0003
Elefante	<i>Pennisetum purpureum</i>	9,6	13,0	18,0	0,47	0,0001
Cuba OM-22	<i>P. purpureum</i> x <i>P. glaucum</i>	5,0	7,6	9,2	0,52	0,0003
Mulato	<i>B. decumbens</i> var. Mulato	3,2	4,0	6,6	0,32	0,0273
Dallis	<i>Brachiaria decumbens</i>	4,4	6,8	9,6	0,35	0,0001
Marandú	<i>Brachiaria brizantha</i>	3,4	4,6	6,4	0,36	0,0062
Ruzi	<i>Brachiaria ruziziensis</i>	3,6	6,6	8,4	0,49	0,0023
Tanner	<i>Brachiaria arrecta</i>	5,0	8,0	9,7	0,61	0,0057
Melqueron	<i>Setaria splendida</i>	4,6	9,0	10,6	1,42	0,0443
Setaria	<i>Setaria sphacelata</i>	5,0	10,4	14,6	1,08	0,0087
Tanzania	<i>P. máximum</i> var. Tanzania	3,0	7,4	10,8	0,48	0,0001
Chilena	<i>Panicum máximum</i>	3,6	8,2	12,5	0,67	0,0004
Alemán	<i>Echinochloa polystachya</i>	5,6	10,2	14,7	0,42	0,0001
Cariamanga	<i>Tripsacum Laxum</i>	4,8	6,0	9,2	0,28	0,0005

En la etapa inicial (30 días de edad), se observó que los pastos del género *Pennisetum* presentaron mayor número de hojas por tallo con un valor promedio de 8,5; siendo mayor en el pasto *Pennisetum purpureum* (Elefante) con 9,6; las demás especies mostraron valores promedios bastante uniformes que estuvieron alrededor de 5 hojas por tallo. A los 60 días de edad, el número de hojas por tallo se incrementó, con valores cercanos a 9, manteniéndose el predominio de los *Pennisetum*, sumados a ellos los pastos *Setaria sphacelata*, *Echinochloa polystachya* y *Anoxopus scoparius* var Morado. A los 90 días se observó mayor número de hojas en *Pennisetum* sp. (Maralfalfa roja) con 20,8 hojas; mientras que las *Brachiarias* se mantuvieron por debajo del promedio.

6.1.4. Porcentaje de cobertura

En la tabla 5 se observa que el porcentaje de cobertura presentó variación significativa de acuerdo a la edad del cultivo y la especie.

Tabla 5, Porcentaje de cobertura de gramíneas forrajeras tropicales cultivadas en la estación experimental “El Padmi”, de la UNL.

Especies		Edad del pasto (días)		
Nombre común	Nombre científico	30	60	90
Gramalote blanco	<i>Anoxopus scoparius</i> Hitch	20	40	50
Gramalote morado	<i>A. scoparius</i> var. Morado	50	60	70
Pasto mikay	<i>Anoxopus mikay</i>	60	90	90
Gramalote hibrido	<i>A. scoparius</i> var. Híbrido	70	85	95
Maralfalfa verde	<i>Pennisetum</i> sp.	80	95	100
Maralfalfa roja	<i>Pennisetum</i> sp.	80	90	100
King Grass	<i>P. purpureum</i> x <i>P. tyloide</i>	90	95	100
Elefante	<i>Pennisetum purpureum</i>	85	90	100
Cuba OM-22	<i>P. purpureum</i> x <i>P. glaucum</i>	70	80	100
Mulato	<i>B. decumbens</i> var. Mulato	10	20	60
Dallis	<i>Brachiaria decumbens</i>	40	80	95
Marandú	<i>Brachiaria brizantha</i>	30	70	90
Ruzi	<i>Brachiaria ruziziensis</i>	50	80	90
Tanner	<i>Brachiaria arrecta</i>	70	80	90
Melqueron	<i>Setaria splendida</i>	60	90	95
Setaria	<i>Setaria sphacelata</i>	40	50	80
Tanzania	<i>P. máximum</i> var. Tanzania	70	80	90
Chilena	<i>Panicum máximum</i>	50	70	85
Alemán	<i>Echinochloa polystachya</i>	75	90	100
Cariamanga	<i>Tripsacum Laxum</i>	50	70	80

El porcentaje de cobertura hasta los 30 días fue baja en la mayoría de las especies de gramíneas forrajeras establecidas en el banco de germoplasma, con un promedio general de 59,3%. Los pastos de corte del género *Pennisetum* mostraron mayor poder de prendimiento con valores cercanos al 80%; mientras que *Brachiaria decumbens* var. Mulato, *Anoxopus scoparius* Hitch (Gramalote blanco) y *Brachiaria brizantha* (Marandú) registraron los menores índices de cobertura, con valores de apenas el 10%, 20% y 30% respectivamente; las demás especies mostraron valores intermedios entre el 50% y 60%. A los 60 días de edad, la cobertura vegetal se incrementó al 75,8%, manteniéndose el predominio de los *Pennisetum*, sumados a ellos los pastos Mikay (*Anoxopus mikay*) y pasto Alemán (*Echinochloa polystachya*) con porcentajes de cobertura del 90%. Finalmente, a los 90 días, el promedio general de cobertura alcanzó el 86,5%;

observándose índices de cobertura del 100% en los Pennisetum; las demás especies presentaron porcentajes intermedios de hasta el 90%; mientras que el Gramalote blanco (*Anoxopus scoparius*) registro el menor índice de cobertura con el 50%.

6.2. Producción de forraje

6.2.1. Producción de forraje verde

Se estimó la cantidad de forraje verde por hectárea y por corte en cada una de las especies de gramíneas estudiadas, a los 30, 60 y 90 días, los resultados se resumen en la tabla 6.

Tabla 6, Producción de forraje verde (t/ha/corte) en gramíneas forrajeras tropicales cultivadas en la estación experimental “El Padmi”, de la UNL.

Especies		Edad del pasto (días)			E.E.	P-valor
Nombre común	Nombre científico	30	60	90		
Gramalote blanco	<i>Anoxopus scoparius</i> Hitch	4,4	7,2	15,0	5,86	0,0001
Gramalote morado	<i>A. scoparius</i> var. Morado	9,3	12,3	27,2	9,88	0,0001
Pasto mikay	<i>Anoxopus mikay</i>	10,7	13,5	22,0	4,82	0,0001
Gramalote hibrido	<i>A. scoparius</i> var. Híbrido	12,6	29,9	44,2	18,86	0,0001
Maralfalfa verde	<i>Pennisetum</i> sp.	21,3	42,0	111,3	16,87	0,0001
Maralfalfa roja	<i>Pennisetum</i> sp.	17,3	51,4	109,0	31,31	0,0001
King Grass	<i>P. purpureum</i> x <i>P. typoide</i>	18,6	56,5	116,1	42,57	0,0001
Elefante	<i>Pennisetum purpureum</i>	16,8	53,7	92,1	41,90	0,0001
Cuba OM-22	<i>P. purpureum</i> x <i>P. glaucum</i>	18,4	41,3	85,2	49,92	0,0001
Mulato	<i>B. decumbens</i> var. Mulato	7,8	14,6	35,6	45,81	0,0018
Dallis	<i>Brachiaria decumbens</i>	4,4	7,3	9,2	3,84	0,0003
Marandú	<i>Brachiaria brizantha</i>	4,2	8,2	12,1	3,96	0,0001
Ruzi	<i>Brachiaria ruzizensis</i>	5,6	9,9	12,9	7,11	0,0087
Tanner	<i>Brachiaria arrecta</i>	7,1	9,8	18,9	5,23	0,4967
Melqueron	<i>Setaria splendida</i>	16,0	29,9	49,8	21,18	0,0001
Setaria	<i>Setaria sphacelata</i>	9,9	13,8	29,6	10,68	0,0020
Tanzania	<i>P. máximo</i> var. Tanzania	9,5	28,7	45,7	16,90	0,0001
Chilena	<i>Panicum máximo</i>	15,8	25,3	39,3	10,50	0,0001
Alemán	<i>Echinochloa polystachya</i>	11,0	19,8	29,5	3,54	0,0001
Cariamanga	<i>Tripsacum Laxum</i>	12,8	28,5	40,5	11,19	0,0001

La producción de forraje verde a los 30 días alcanzó un promedio general de 11,9 t/ha/corte; siendo mayor en los pastos del género *Pennisetum* con valores que oscilaron entre 16,8 t/ha/corte en el pasto Elefante a 21,3 t/ha/corte en el pasto Maralfalfa verde; los pastos Gramalote morado, *Setaria*, Tanzania, pasto Mikay, Gramalote híbrido, Chilena, Aleman y pasto Cariamanga, alcanzaron rendimientos intermedios con valores cercanos a 10 t/ha/corte; mientras que *Anoxopus*

scoparius (Gramalote verde) y todas la Brachiarias registraron los promedios más bajos. A los 60 días, la producción de forraje verde se incrementó de manera significativa, con un promedio general de 25,2 t/ha/corte; sin embargo, la tendencia se mantuvo; es decir que las especies del género *Penissetum* alcanzaron mayor producción. A los 90 días, el promedio general de rendimiento de biomasa alcanzó las 47,3 t/ha/corte; observándose mayor producción en el pasto King Grass con 116,1 t/ha/corte, seguido del Maralfalfa roja con 111,3 t/ha/corte; mientras que *Brachiaria decumbes* (pasto Dallis) registró la menor producción con 9,2 t/ha/corte; las demás especies presentaron valores intermedios por debajo del promedio general.

6.2.2. Contenido de materia seca

El contenido de materia seca (tabla 7) se modificó con la edad del cultivo y de acuerdo a las especies estudiadas. Al inicio (30 días) el contenido de materia seca registró un promedio de 17,1% siendo mayor en el pasto Melqueron (*Setaria splendida*) con el 19,1%; mientras que el pasto gramalote (*Anoxopus scoparius* Hitch) presentó mayor cantidad de humedad. A los 60 días del estudio, se observó un promedio general de 19,3% de materia seca, con valores superiores al 20% en las especies de Brachiarias; mientras que los Gramalotes se mantuvieron con los menores porcentajes que oscilaron entre 16 y 18%. Al término del estudio (90 días), la mayoría de las especies incrementó su contenido de materia seca, llegando a un promedio de 21,5%; las Brachiarias mostraron mayor estado de maduración con valores superiores al 23%, igual que los Panicum, pasto Melqueron, Setaria, Chilena y pasto Cariamanga; mientras que los gramalotes registraron los niveles más inferiores de materia seca.

Tabla 7. Contenido de materia seca en gramíneas forrajeras tropicales cultivadas en la estación experimental “El Padmi” de la UNL.

Especies		Edad del pasto (días)			E.E.	P-valor
Nombre común	Nombre científico	30	60	90		
Gramalote blanco	<i>Anoxopus scoparius</i> Hitch	13,2	15,2	16,4	0,37	0,0001
Gramalote morado	<i>A. scoparius</i> var. Morado	14,7	16,1	17,2	1,05	0,0022
Pasto mikay	<i>Anoxopus mikay</i>	15,1	17,4	18,9	0,92	0,0040
Gramalote híbrido	<i>A. scoparius</i> var. Híbrido	15,9	17,9	20,9	0,85	0,0032
Maralfalfa verde	<i>P. purpureum</i> sp.	17,1	18,6	20,5	0,73	0,0003
Maralfalfa roja	<i>P. purpureum</i> sp.	17,9	18,5	21,6	0,79	0,0004
King Grass	<i>P. purpureum</i> x <i>P. typoide</i>	18,8	19,3	21,6	0,92	0,0007
Elefante	<i>Pennisetum purpureum</i>	16,4	18,6	20,6	0,70	0,0005
Cuba OM-22	<i>P. purpureum</i> x <i>P. glaucum</i>	18,5	19,4	22,4	1,15	0,0026
Mulato	<i>B. decumbens</i> var. Mulato	17,9	18,2	20,7	1,48	0,0001
Dallis	<i>Brachiaria decumbens</i>	15,7	18,5	21,2	0,42	0,0001
Marandú	<i>Brachiaria brizantha</i>	15,9	19,5	21,8	0,63	0,0001
Ruzi	<i>Brachiaria ruzizensis</i>	17,2	19,8	22,7	0,20	0,0001
Tanner	<i>Brachiaria arrecta</i>	16,8	23,9	24,4	0,33	0,0001
Melqueron	<i>Setaria splendida</i>	19,1	21,1	23,3	0,26	0,0001
Setaria	<i>Setaria sphacelata</i>	18,4	20,1	21,3	0,41	0,0001
Tanzania	<i>P. máximo</i> var. Tanzania	17,9	21,2	23,2	2,03	0,0021
Chilena	<i>Panicum máximo</i>	18,2	20,9	24,7	0,45	0,0031
Alemán	<i>Echinochloa polystachya</i>	18,6	21,7	23,5	0,60	0,0006
Cariamanga	<i>Tripsacum Laxum</i>	17,9	19,6	22,9	0,85	0,0007

6.2.3. Producción de materia seca

En la tabla 8 se resume la producción de materia seca registrada en cada una de las especies de gramíneas forrajeras tropicales cultivadas en la estación experimental “El Padmi” de la UNL. A los 30 días se alcanzó un promedio general de 2,1 t/ha/corte; siendo mayor en los pastos del género *Pennisetum* con valores que oscilaron entre 2,94 t/ha/corte en el pasto Maralfalfa roja a 3,72 t/ha/corte en el pasto Elefante; los pastos Gramalote morado, Setaria, Tanzania, pasto Mikay, Gramalote híbrido, Chilena, Aleman y pasto Cariamanga, alcanzaron rendimientos intermedios con valores cercanos a las 2,5 t/ha/corte; mientras que *Anoxopus scoparius* (Gramalote verde) y todas la *Brachiarias* registraron los promedios más bajos.

Tabla 8. Producción de materia seca (t/ha/corte) en gramíneas forrajeras tropicales cultivadas en la estación experimental “El Padmi” de la UNL.

Especies		Edad del pasto (días)			E.E.	P-valor
Nombre común	Nombre científico	30	60	90		
Gramalote blanco	<i>Anoxopus scoparius</i> Hitch	0,58	1,09	2,52	0,76	0,0001
Gramalote morado	<i>A. scoparius</i> var. Morado	1,36	1,99	4,68	0,92	0,0001
Pasto mikay	<i>Anoxopus mikay</i>	1,61	2,35	4,16	0,77	0,0001
Gramalote híbrido	<i>A. scoparius</i> var. Híbrido	2,00	5,35	9,23	3,80	0,0001
Maralfalfa verde	<i>Penissetum</i> sp.	3,36	7,81	22,82	3,67	0,0001
Maralfalfa roja	<i>Penissetum</i> sp.	2,94	9,51	23,54	3,18	0,0001
King Grass	<i>P. purpureum</i> x <i>P. typoide</i>	3,49	10,91	25,87	4,29	0,0001
Elefante	<i>Penissetum. purpureum</i>	3,72	9,98	18,97	4,12	0,0001
Cuba OM-22	<i>P. purpureum</i> x <i>P. glaucum</i>	3,41	8,01	19,08	4,97	0,0001
Mulato	<i>B. decumbens</i> var. Mulato	2,40	2,65	7,37	1,54	0,0018
Dallis	<i>Brachiaria decumbens</i>	0,69	1,34	1,95	0,39	0,0003
Marandú	<i>Brachiaria brizantha</i>	0,66	1,60	2,64	0,31	0,0001
Ruzi	<i>Brachiaria ruzizensis</i>	0,97	1,96	2,92	0,73	0,0087
Tanner	<i>Brachiaria arrecta</i>	1,19	2,15	4,61	0,83	0,4967
Melqueron	<i>Setaria splendida</i>	3,23	6,31	11,61	3,12	0,0001
Setaria	<i>Setaria sphacelata</i>	1,81	2,77	6,31	3,09	0,0020
Tanzania	<i>P. máximo</i> var. Tanzania	1,69	6,08	10,60	3,65	0,0001
Chilena	<i>Panicum máximo</i>	2,63	5,29	8,93	2,07	0,0001
Alemán	<i>Echinochloa polystachya</i>	2,04	4,29	6,93	3,54	0,0001
Cariamanga	<i>Tripsacum Laxum</i>	2,29	5,59	9,28	1,12	0,0001

A los 60 días, la producción de materia seca se duplicó 4,9 t/ha/corte; sin embargo, la tendencia se mantuvo; es decir las especies del género *Penissetum* registraron mayor producción. A los 90 días, el promedio general de rendimiento de biomasa en base seca alcanzó las 10,2 t/ha/corte, observándose mayor producción en el pasto King Grass con 25,87 t/ha/corte, seguido del Maralfalfa roja con 23,54 t/ha/corte; mientras que *Brachiaria decumbes* (pasto Dallis) registró la menor producción con 1,95 t/ha/corte; las demás especies presentaron valores intermedios por debajo del promedio general.

7. Discusión

7.1. Características de crecimiento

Las gramíneas forrajeras tropicales se destacan por su alta capacidad de adaptación y producción en suelos pobres y condiciones climáticas extremas; por lo que desempeñan un papel crucial en la sostenibilidad de los sistemas de producción bovina en regiones tropicales. A más de proporcionar alimento de bajo costo para el ganado, contribuyen a mejorar las características físico-químicas del suelo y a prevenir la erosión (Rodríguez et al., 2019; García et al., 2021). Las gramíneas forrajeras abarcan una diversidad de especies, lo que ha permitido generar variedades que se adaptan a diversas condiciones de clima y suelo (Martínez y Pérez, 2020).

El crecimiento y producción de los pastos están fuertemente influenciados por factores de carácter extrínseco (edafoclimáticos) como textura, fertilidad y pH del suelo, temperatura, precipitación y luz solar; el conocimiento y manejo adecuado de estos factores y sus interacciones es esencial para alcanzar mayores niveles de sostenibilidad en los sistemas ganaderos de las regiones tropicales (López, et al., 2022). Así mismo, algunas características propias de la planta como especie, variedad, edad de corte; también están relacionadas con su comportamiento agronómico.

En el presente estudio se constató que la edad del cultivo influyó de manera significativa sobre las características de crecimiento y producción en 20 especies de gramíneas tropicales, pertenecientes a 8 géneros, mantenidas en un banco de germoplasma en condiciones de trópico húmedo. A los 90 días del cultivo, la altura de planta alcanzó valores superiores en las especies del género *Penisetum*, con predominio de Maralfalfa verde y Maralfalfa roja con 384,4 cm y 367,0 cm respectivamente; resultados superiores a los 151,9 cm reportados por Maldonado-Quíñonez et. (2021 en el estudio del rendimiento de Maralfalfa a diferentes edades en el Estado de Durango, México; superior también a los 98,5 cm alcanzado por Benítez et al. (2017) en la Región Sur Amazónica Ecuatoriana.

El número de tallos, está relacionado con el poder de macollamiento de la planta y se incrementa con la edad del cultivo. Los pastos del género *Penisetum* presentaron mayor número de tallos a los 90 días, con valores promedios de 46,3 para el pasto Elefante (*P. purpureum* x *P.*

typoide) y 42 para el pasto Maralfalfa roja (*Penissetum* sp.); resultados superiores a los reportados por Benítez et al. (2017) que estuvieron por el orden de los 10 brotes por planta, esta diferencia podría estar relacionada con la respuesta a la fertilización orgánica (gallinaza) que se aplicó en nuestro estudio. El crecimiento de las hojas presentó una tendencia similar al crecimiento de los tallos, es decir que se incrementó a medida que avanzó la edad. A los 90 días se observó mayor número de hojas en Maralfalfa roja con 20,8 hojas; mientras que las Brachiarias se mantuvieron por debajo del promedio.

El porcentaje de cobertura presentó variación significativa de acuerdo a la edad del cultivo y la especie; los 30 días se observó 59,3% de cobertura, a los 60 días se incrementó al 75,8% y a los 90 días fue de 86,5%; los pastos del género *Pennisetum* alcanzaron el 100% de cobertura, las demás especies presentaron porcentajes intermedios; mientras que el Gramalote blanco (*Anoxopus scoparius*) no sobrepasó el 50% de cobertura; similar comportamiento se observó en el estudio de caracterización de pastos naturalizados de la Región Sur Amazónica Ecuatoriana desarrollado por Benítez et al. (2017). El menor porcentaje de prendimiento de *Anoxopus scoparius*, podría estar relacionado con los bajos niveles de humedad del suelo, ya que esta especie se adapta mejor en suelos pantanosos.

El comportamiento de las variables de crecimiento observado en nuestro estudio se podría explicar por las características eco-fisiológicas de las gramíneas forrajeras tropicales, que pertenecen al grupo de Plantas C4. Al respecto, Ugarte (2019), señala que las hojas de estas plantas presentan las células del mesófilo dispuestas en corona alrededor de la vaina de los haces vasculares, con paredes celulares gruesas y cloroplastos de mayor tamaño, en los que tiene lugar la fijación del CO₂ mediante una serie de complejas reacciones enzimáticas. Así mismo, estas plantas presentan alta afinidad de la enzima fosfoenol-pirúvico-carboxilasa (PEPC) por el CO₂ y mayor actividad carboxilasa de la enzima RUBISCO en las células del haz vascular; lo que garantiza que el proceso fotosintético responda de forma positiva al aumento de la concentración de CO₂ atmosférico y se desarrolle en condiciones estables, siempre que no exista inhibición enzimática por las variaciones de temperatura.

7.2. Producción de forraje

La producción de forraje verde a los 90 días fue superior ($p \leq 0,001$) en el pasto King Grass con 116,1 t/ha/corte, seguido del Maralfalfa roja con 111,3 t/ha/corte; estos resultados son superiores a los 58,4 t/ha, reportados por Maldonado-Quiñonez et. (2021) para el pasto Maralfalfa en el Estado de Durango, México; superiores también a las 85,3 t/ha/cortes obtenidas por Benítez et al. (2017) para el pasto King Grass morado sembrado en condiciones edafoclimáticas de la Amazonía sur ecuatoriana.

El contenido de materia seca se modificó con la edad del cultivo y de acuerdo a las especies estudiadas; al inicio (30 días) el contenido de materia seca registró un promedio de 17,1%; a los 60 días se incrementó a 19,3% y a los 90 días fue de 21,5%. A los 90 días, las especies del género *Brachiaria* mostraron mayor estado de maduración con valores superiores al 23%, al igual que los pasos del género *Panicum*, *Melqueron*, *Setaria*, *Chilena* y pasto *Cariamanga*; mientras que los gramalotes registraron los niveles más altos de humedad.

El rendimiento de biomasa en base seca alcanzó las 10,2 t/ha/corte a los 90 días, observándose mayor producción en el pasto King Grass con 25,87 t/ha/corte, seguido del Maralfalfa roja con 23,54 t/ha/corte; estos resultados son superiores a los 11,3 t/ha/corte, reportadas por Maldonado-Quiñonez et. (2021) en el Estado de Durango, México.

Varios estudios (Ramiro et al., 2018; Ugarte, 2019), afirman que los pastos presentan un potencial crecimiento y producción en dependencia de la vía metabólica utilizada para llevar a cabo la fotosíntesis; es decir que su crecimiento y productividad depende de la eficiencia de conversión del CO₂ atmosférico, los nutrientes, la humedad del suelo y la energía solar en biomasa aprovechable. Así mismo se señala que durante el rebrote las plantas forrajeras dependen de la fotosíntesis, proceso que genera energía para el mantenimiento de la biomasa y formación de nuevos tejidos; por lo tanto, el desarrollo del área foliar es de vital importancia para interceptar la radiación incidente. La producción de forraje está relacionada y determinada por la radiación fotosintéticamente absorbida por la planta y por la eficiencia de conversión a materia seca.

8. Conclusiones

En base a los resultados obtenidos en el presente trabajo, se llega a las siguientes conclusiones:

- Las características de crecimiento: altura de planta, número de tallos, número de hojas y porcentaje de cobertura de las gramíneas forrajeras tropicales establecidas en un banco de germoplasma, presentan variación significativa en función de la edad de corte, con marcada tendencia a ser superiores a los 90 días de edad.
- Los pastos del género *Penisetum*: King Grass, Maralfalfa, Elefante y Cuba OM-22 presentan mejor adaptación a las condiciones edafoclimáticas de la región, con promedios superiores en todas las variables de crecimiento evaluadas.
- La producción de forraje verde y materia seca es superior en los pastos King Grass, Maralfalfa, Elefante y Cuba OM-22, con valores que sobrepasan las 100 t/ha/corte y las 25 t/ha/corte, respectivamente; lo que sumado a las características de crecimiento las convierte en especies promisorias como forrajes de corte, para complementar la alimentación del ganado bovino en la provincia de Zamora Chinchipe.

9. Recomendaciones

A partir de los resultados y conclusiones generados en el presente trabajo, se plantea las siguientes recomendaciones:

- Establecer bancos forrajeros utilizando pastos del género *Penisetum*: King Grass, Maralfalfa, Elefante y Cuba OM-22, para complementar la alimentación del ganado bovino en la provincia de Zamora Chinchipe, ya que presentan las mejores características de crecimiento y producción de biomasa.
- Crear nuevos bancos de germoplasma utilizando especies tropicales como las leguminosas forrajeras, los cuales nos podrá brindar nuevas alternativas para complementar la alimentación del ganado bovino.
- Realizar nuevos trabajos de investigación orientados a realizar la valoración nutricional de estas especies de gramíneas forrajeras tropicales y elaborar las correspondientes fichas de costos.

10. Bibliografía

- Benítez, E., Chamba, H., Sánchez, E., Parra, S., Ochoa, D., Sanchez, J., y Guerrero, R. (2027). Caracterización de pastos naturalizados de la Región Sur Amazónica Ecuatoriana: potenciales para la alimentación animal. *Bosques Latitud Cero* 7(2): 83-97.
- Borrajo, C., y Pizzio, R. (2006). Manual de producción y utilización de Setaria. Sitio Argentino de Producción Animal.
- Clavijo, O. (2016). Manual del forraje *Penisetum Cuba OM-22*. Centro de desarrollo Agroempresarial y Turístico de Huila, Colombia.
- Correa, H. (2009). *Pasto Maralfalfa: Mitos y Realidades*. Colanta, Colombia.
- Fernández, C. y Ramírez, P. (2023). "Manejo sostenible de pastizales tropicales". *Boletín de Agricultura Tropical*, 45(1), 33-47.
- García, M., et al. (2021). "Adaptación de gramíneas forrajeras a condiciones de sequía". *Journal of Tropical Agriculture*, 17(1), 112-127.
- Gonzales, R., Anzules, A., Vera, A., y Riera, L. (1997). *Manual de pastos tropicales para la amazonia Ecuatoriana*. Morona Santiago. RAE. Ecuador.
- León, R., Bonifaz, N. y Gutiérrez, F. (2018). *Pastos y Forrajes del Ecuador*. Cuenca: Abya - Yala.
- Longland, A. (2013). Pastures and pasture management. En: Geor RJ, Harris PA y Coenen M (eds.). *Equine Applied and Clinical Nutrition: Health, Welfare and Performance*. Elsevier. Amsterdam. pp. 332-350.
- López, R., et al. (2022). "Valor nutricional del *Panicum maximum* para el ganado". *Revista de Nutrición Animal*, 34(4), 211-224.
- Maldonado-Quiñones, H., Carrete-Carreón, F., Reyes Estrada, O., Sánchez-Arroyo, F., Murillo-Ortiz, M. y Araiza-Rosales, E. (2021). Rendimiento y valor nutricional

del pasto Maralfalfa (*Pennisetum sp.*) a diferentes edades. Rev. Fitotec. Mex. Vol. 44 (2): 143 – 149.

Martínez, L. y Pérez, J. (2020). "Diversidad genética en gramíneas tropicales". Agroecología y Sistemas de Producción, 29(3), 89-105.

Martínez, F. (2019). Pastos y Forrajes. Disponible en: <https://infopastosyforrajes.com/pasto-de-pastoreo/pasto-aleman>

Ortiz, I. (2015). Comportamiento agronómico y composición química del pasto gramalote morado (*Axonopus scoparius*) en diferentes estados de madurez en el cantón San Lorenzo, Esmeraldas. Universidad Técnica Estatal de Quevedo.

Ramiro, L., Bonifaz, N. & Gutiérrez, F., (2018) "Pastos y Forrajes del Ecuador, Siembra y producción de pasturas", Quito: Universitaria Abya-Yala.

Rodríguez, A., et al. (2019). "Importancia de las gramíneas forrajeras en la producción ganadera tropical". Revista de Agricultura Sostenible, 23(2), 45-59.

Ugarte, C. (2019). Eco-fisiología de plantas forrajeras. La_Agricultura.

11. Anexos

Anexo 1. Fotografías del trabajo de campo



Ilustración 2, Preparación de terreno



Ilustración 3, Terreno preparado para toma de datos



Ilustración 4, Fertilización con gallinaza.



Ilustración 5, Toma de datos a los 30 días.



Ilustración 6, Toma de datos a los 60 días



Ilustración 7, Toma de datos a los 90 días



Ilustración 8, Recolección y pesaje de muestras



Ilustración 9, Determinación de materia seca en estufa



Ilustración 10, Pesaje de materia seca para su respectivo registro

Anexo 2. Certificado de idioma inglés

Certificación de traducción

Loja, 14 de Agosto de 2024

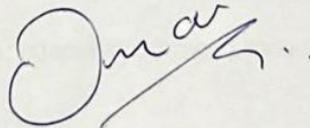
El suscrito Omar Alejandro Armijos Coronel Licenciado en Ciencias de la Educación especialidad IDIOMA INGLES, Magister en Pedagogía de la Enseñanza del Idioma Inglés a petición de la parte interesada y en forma legal.

CERTIFICA

Que la traducción del documento adjunto solicitado por el señor José Luis Maldonado Jaramillo de la carrera Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA cuyo tema de investigación se titula: Características de crecimiento de gramíneas tropicales en banco de germoplasma en la estación experimental "El Padmi" de la Universidad Nacional de Loja ha sido realizada y aprobada por mi persona: Lic. Mgs. Omar Alejandro Armijos Coronel, Docente de Educación Superior en Enseñanza del Idioma Inglés como Lengua Extranjera.

El apartado es una traducción textual del resumen aprobado en español.

Particular que comunico en honor a la verdad para los fines académicos pertinentes facultando al portador del presente documento hacer el uso legal pertinente.



Omar Alejandro Armijos Coronel

Registro SENESCYT: 1031-2018-1948832

ESL TEACHER

Omar Alejandro Armijos Coronel

WhatsApp: 0968794246

omaralejandr2@aol.com

Loja- Ecuador