



UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ

Trabajo de Titulación – Modalidad Proyecto de Investigación

Título:

“Determinación del periodo óptimo de ocupación en potreros con pasto saboya (*Megathyrsus maximus*) en un sistema de pastoreo rotacional en el cantón Chone”

Autora:

Moreira Saldarriaga Paula María

Unidad Académica:

Extensión Chone

Carrera:

Agropecuaria

Tutor:

Ing. Juan Ramon Moreira Saltos, Mg.

Chone-Manabí-Ecuador

2026

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

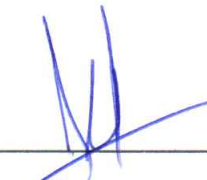
Ing. Juan Ramon Moreira Saltos, Mg.; docente de la Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí, Extensión Chone, en calidad de Tutor.

CERTIFICO:

Que el presente proyecto integrador con el título: "Determinación del periodo óptimo de ocupación en potreros con pasto saboya (*Megathyrsus maximus*) en un sistema de pastoreo rotacional en el cantón Chone" ha sido exhaustivamente revisado en varias sesiones de trabajo, está listo para su presentación y apto para su defensa.

Las opiniones y conceptos vertidos en este documento son fruto de la perseverancia y originalidad de su autora Moreira Saldarriaga Paula María

Siendo de su exclusiva responsabilidad.



Ing. Juan Ramon Moreira Saltos, Mg.

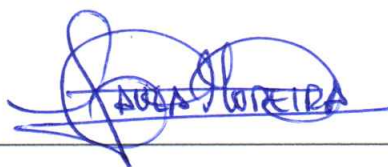
TUTOR

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Quien suscribe la presente:

Srta. Moreira Saldarriaga Paula María

Estudiante de la Carrera de **Ingeniería Agropecuaria**, declaro bajo juramento que el presente proyecto integrador cuyo título: "Determinación del periodo óptimo de ocupación en potreros con pasto saboya (*Megathyrus maximus*) en un sistema de pastoreo rotacional en el cantón Chone", previa a la obtención del Título de Ingeniero Agropecuario, es de autoría propia y ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros y consultando las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.



Srta. Moreira Saldarriaga Paula María

CI. 080323036-6

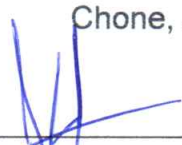


APROBACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Los miembros del Tribunal Examinador aprueban el Trabajo de Titulación con modalidad Proyecto de investigación, titulado: "Determinación del periodo óptimo de ocupación en potreros con pasto saboya (*Megathyrus maximus*) en un sistema de pastoreo rotacional en el cantón Chone" de su autora: Moreira Saldarriaga Paula María de la Carrera "Ingeniería Agropecuaria", y como Tutor del Trabajo el Ing. Juan Ramon Moreira Saltos, Mg.

Chone, Julio del 2026


Lcda. Rocío Bermúdez Cevallos,
Mg.


Ing. Juan Ramon Moreira Saltos,
Mg.

DECANA


Ing. Rubén Darío Rivera
Fernández, Mg

TUTOR


Ing. Macario Jesus Figueroa Vélez,
Mg.

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

MIEMBRO DEL TRIBUNAL


Lcda. Indira Zambrano Cedeño, Mg.

SECRETARIA

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradezco profundamente a Dios, fuente de mi fortaleza y guía constante, por iluminar cada etapa de este camino académico y personal.

A mis dos hijas, quienes son mi mayor inspiración y motivo de esfuerzo diario. Cada sacrificio y dedicación han tenido sentido gracias a su amor y compañía.

A mi madre, por su apoyo incondicional, sus enseñanzas y su ejemplo de perseverancia, que han sido fundamentales para alcanzar este logro.

A mis docentes y compañeros de la carrera de Ingeniería Agropecuaria, por compartir conocimientos, experiencias y motivación que enriquecieron mi formación profesional.

Finalmente, a todas las personas que, de una u otra manera, brindaron su respaldo y aliento durante este proceso, contribuyendo a que hoy pueda culminar con éxito esta meta

Moreira Saldarriaga Paula María

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a Dios, por ser mi guía y fortaleza en cada etapa de este camino académico, iluminando mis pasos y dándome la perseverancia necesaria para superar las dificultades.

A mis hijas, Paulethe y Mia, quienes son mi mayor inspiración y motivo de esfuerzo constante. Cada logro alcanzado lleva implícito el amor y la esperanza de brindarles un futuro lleno de oportunidades.

Este título representa no solo la culminación de un proceso académico, sino también la recompensa al sacrificio, la fe y el amor que han acompañado cada paso de mi vida

Moreira Saldarriaga Paula María

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo evaluar el efecto de diferentes períodos de ocupación sobre el manejo del pasto Saboya (*Megathyrsus maximus*) en un sistema de pastoreo rotacional, con la finalidad de determinar su influencia en la producción y aprovechamiento del forraje. El estudio se desarrolló en la finca Tigrillo de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, extensión Chone, mediante un Diseño Completamente al Azar con tres tratamientos correspondientes a períodos de ocupación de dos, tres y cuatro días, cada uno con tres repeticiones y dos ciclos experimentales. Se evaluaron las variables análisis de suelo, altura del pasto, período de recuperación, relación hoja/tallo, producción de biomasa, calidad nutricional del forraje, consumo de materia seca y porcentaje de aprovechamiento del forraje. Los datos fueron analizados mediante análisis de varianza (ANOVA) y prueba de comparación de medias de Tukey al 5% de probabilidad. Los resultados evidenciaron diferencias significativas entre tratamientos ($p < 0,05$), destacándose el tratamiento de dos días por presentar mayor altura residual, mejor relación hoja/tallo y mayor producción de biomasa, mientras que el tratamiento de cuatro días registró el mayor consumo de materia seca y porcentaje de aprovechamiento. Se concluye que un menor período de ocupación favorece la recuperación del pastizal y contribuye a un manejo más eficiente y sostenible del pasto Saboya.

PALABRAS CLAVES

Biomasa, recuperación, forraje, bovinos, aprovechamiento.

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the effect of different grazing periods on the management of Saboya grass (*Megathyrsus maximus*) in a rotational grazing system, with the aim of determining their influence on forage production and utilization. The study was conducted at the Tigrillo farm of the Laica Eloy Alfaro University of Manabí, Chone extension, using a completely randomized design with three treatments corresponding to grazing periods of two, three, and four days, each with three replicates and two experimental cycles. The following variables were evaluated: soil analysis, grass height, recovery period, leaf-to-stem ratio, biomass production, forage nutritional quality, dry matter intake, and forage utilization rate. The data were analyzed using analysis of variance (ANOVA) and Tukey's test for comparing means at a 5% significance level. The results showed significant differences among treatments ($p < 0.05$), with the two-day treatment standing out for having greater residual height, a better leaf-to-stem ratio, and higher biomass production, while the four-day treatment recorded the highest dry matter intake and forage utilization percentage. It is concluded that a shorter grazing period promotes pasture recovery and contributes to more efficient and sustainable management of Savoy grass.

KEYWORDS

Biomass, recovery, forage, cattle, utilization.

ÍNDICE

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR.....	I
DECLARACIÓN DE AUTORÍA.....	II
APROBACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN.....	III
AGRADECIMIENTO	IV
DEDICATORIA.....	V
RESUMEN	VI
ABSTRACT	VII
ÍNDICE	VIII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XI
ÍNDICE DE TABLAS	XII
ÍNDICE DE GRÁFICOS	XIII
ÍNDICE DE ANEXOS.....	XIV
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO	5
1.1 Pastoreo rotacional.....	5
1.1.1 Importancia del pastoreo rotacional.....	5
1.1.2 Principios del pastoreo rotacional.....	6
1.1.3 Periodo de ocupación del ganado	7
1.1.4 Periodo de descanso del pasto	7
1.1.5 Relación suelo-planta-animal.....	8
1.1.6 Carga animal y capacidad de carga	9
1.1.7 Altura de entrada y salida del pasto	9
1.1.8 Manejo del pastoreo rotacional en sistemas tropicales.....	10
1.1.9 Intensidad de defoliación	11
1.2 Dinámica de crecimiento del pasto Saboya	11
1.2.1 Adaptación del pasto Saboya en zonas tropicales.....	12
1.2.2 Factores que influyen en el crecimiento del pasto	13
1.2.3 Etapas de crecimiento del pasto.....	13
1.2.4 Curva sigmoidea de crecimiento de las gramíneas.....	14
1.2.5 Índice de área foliar (IAF)	15

1.2.6	Producción de biomasa y materia seca	15
1.2.7	Altura y tasa de crecimiento del pasto	16
1.2.8	Eficiencia de utilización del forraje	16
1.2.9	Recuperación del pasto después del pastoreo	17
1.2.10	Capacidad de rebrote	18
1.2.11	Calidad nutricional del pasto Saboya	18
1.2.12	Dinámica de reservas de carbohidratos	19
1.2.13	Importancia del pasto Saboya en sistemas ganaderos del Ecuador 20	
CAPÍTULO II: METODOLOGÍA		21
2.1	Ubicación, y descripción del área o sujeto en estudio	21
2.2	Descripción del tipo de estudio	22
2.3	Manejo del trabajo de titulación	22
2.4	Variables a medir	24
2.4.1	Análisis de suelo	24
2.4.2	Altura del pasto (cm)	25
2.4.3	Periodo de recuperación del pasto	25
2.4.4	Relación hoja/tallo	25
2.4.5	Producción de biomasa (kg MS/ha)	25
2.4.6	Calidad nutricional del forraje	26
2.4.7	Consumo de materia seca (CMS)	26
2.4.8	Porcentaje de aprovechamiento del forraje	26
2.5	Análisis estadístico	27
CAPÍTULO III: RESULTADOS Y/O PRODUCTO ALCANZADO		28
3.1	Análisis de suelo	28
3.2	Altura del pasto (cm)	29
3.3	Periodo de recuperación del pasto	32
3.4	Relación hoja/tallo	35
3.5	Producción de biomasa (kg MS/ha)	38
3.6	Calidad nutricional del forraje	41
3.7	Consumo de materia seca (CMS)	42

3.8 Porcentaje de aprovechamiento de forraje	45
CAPITULO IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	49
4.1. Conclusiones	49
4.2. Recomendaciones	50
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	51
ANEXOS	60

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Imagen satelital del sector La Chorrera, parroquia Canuto, cantón Chone.....	21
---	----

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Taxonomía del pasto Saboya (<i>Megathyrsus maximus</i>).....	12
Tabla 2. Características químicas del suelo del área experimental.	28
Tabla 3. Altura inicial y final (cm) del pasto Saboya.	30
Tabla 4. ANOVA para la altura del pasto (altura final).	31
Tabla 5. Prueba de Tukey ($\alpha = 0,05$) para la altura final del pasto.....	32
Tabla 6. Período de recuperación del pasto Saboya hasta alcanzar la altura de ingreso (días).	33
Tabla 7. ANOVA para el período de recuperación.....	34
Tabla 8. Prueba de Tukey ($\alpha = 0,05$) para período de recuperación.	35
Tabla 9. Relación hoja/tallo del pasto Saboya.	36
Tabla 10. ANOVA para la relación hoja/tallo.....	37
Tabla 11. Prueba de Tukey ($\alpha = 0,05$) para la relación hoja/tallo).	38
Tabla 12. Producción de biomasa obtenida mediante aforos de 1m ² (kg MS/m ²).	39
Tabla 13. ANOVA para la producción de biomasa (kg MS/ha).....	40
Tabla 14. Prueba de Tukey ($\alpha = 0,05$) para la producción de biomasa).	41
Tabla 15. Calidad nutricional del pasto Saboya.....	41
Tabla 16. Consumo de materia seca (kg MS/ha).....	43
Tabla 17. ANOVA para el consumo de materia seca.	44
Tabla 18. Prueba de Tukey ($\alpha = 0,05$) para el consumo de materia seca.	45
Tabla 19. Porcentaje de aprovechamiento del forraje.	46
Tabla 20. ANOVA para el porcentaje de aprovechamiento.	47
Tabla 21. Prueba de Tukey ($\alpha = 0,05$) para el porcentaje de aprovechamiento del forraje.	48

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Altura inicial y altura final del pasto Saboya en los dos ciclos experimentales bajo diferentes tiempos de ocupación.	31
Gráfico 2. Período de recuperación del pasto Saboya durante los dos ciclos experimentales según los tratamientos evaluados.....	34
Gráfico 3. Relación hoja/tallo del pasto Saboya en los ciclos experimentales bajo diferentes tiempos de ocupación.	37
Gráfico 4. Producción de biomasa del pasto Saboya promedio expresada en kg de materia seca por hectárea (kg MS/ha) durante los ciclos experimentales...	40
Gráfico 5. Consumo de materia seca (kg MS/ha) del pasto Saboya durante los dos ciclos experimentales según los tratamientos evaluados.....	44
Gráfico 6. Porcentaje de aprovechamiento del forraje del pasto Saboya durante los dos ciclos experimentales bajo diferentes tiempos de ocupación.	47

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Bovinos experimentales.....	61
Anexo 2. Medición de la variable altura del pasto (cm).	61
Anexo 3. Toma de muestra con cuadro de aforo.	61
Anexo 4. Determinación de la variable relación hoja/tallo.	62
Anexo 5. Determinación de producción de biomasa (kg MS/ha).	62

INTRODUCCIÓN

A nivel mundial, la producción ganadera enfrenta el desafío de incrementar la eficiencia en el uso de los recursos forrajeros sin comprometer la sostenibilidad ambiental de los sistemas productivos. Dentro de este contexto, las pasturas constituyen la principal fuente de alimentación para los bovinos, por lo que su adecuado manejo resulta fundamental para garantizar la productividad y permanencia de los sistemas ganaderos. El crecimiento y la recuperación de las especies forrajeras dependen de factores relacionados con las condiciones climáticas, la fertilidad del suelo y las prácticas de manejo implementadas por los productores. Por esta razón, la planificación adecuada del pastoreo se considera una herramienta esencial para optimizar la relación suelo-planta-animal y mejorar la eficiencia de los sistemas pecuarios (Baronti *et al.*, 2022; Sanguinetti *et al.*, 2025).

En América Latina y otras regiones tropicales, gran parte de la actividad ganadera continúa desarrollándose bajo sistemas tradicionales de manejo, donde los tiempos de ocupación y descanso de las pasturas son establecidos de manera empírica. Esta situación ha favorecido la aparición de problemas asociados al sobrepastoreo, la disminución de la capacidad de rebrote de las plantas y la reducción de la productividad de las praderas. Frente a esta problemática, el pastoreo rotacional ha demostrado ser una alternativa eficiente para mejorar el aprovechamiento del forraje, favorecer la recuperación de las especies forrajeras y mantener la estabilidad productiva de los sistemas ganaderos (Loera *et al.*, 2025; Whitt y Wallander, 2022).

El pastoreo rotacional se fundamenta en la regulación de los periodos de ocupación y descanso de los potreros, permitiendo que las plantas recuperen sus reservas energéticas y restablezcan su capacidad fotosintética antes de ser nuevamente consumidas por el ganado. La correcta determinación del tiempo de permanencia de los animales en cada potrero constituye uno de los aspectos más importantes dentro de este sistema, ya que influye directamente sobre la persistencia de las pasturas, la disponibilidad de biomasa y la sostenibilidad del sistema de producción (Pereira *et al.*, 2020). Un manejo inadecuado del periodo

de ocupación puede provocar consumo repetido de los rebrotes, disminución del crecimiento vegetal y deterioro progresivo de las praderas (Mochi *et al.*, 2026).

En Ecuador, la ganadería representa una de las principales actividades productivas del sector agropecuario; sin embargo, gran parte de las explotaciones bovinas presentan limitaciones relacionadas con el manejo de los recursos forrajeros (Saquicela *et al.*, 2022). La escasa aplicación de criterios técnicos para establecer los tiempos adecuados de ocupación y recuperación de las pasturas genera desequilibrios entre la oferta de forraje y la demanda animal, afectando la productividad y sostenibilidad de los sistemas productivos. En este escenario, las gramíneas tropicales desempeñan un papel fundamental debido a su capacidad para producir biomasa y adaptarse a las condiciones climáticas predominantes del país (Joslin, 2021).

Según Pitman (2021) entre las especies forrajeras más utilizadas en los sistemas ganaderos ecuatorianos destaca el pasto Saboya (*Megathyrsus maximus*), debido a su elevada producción de forraje, rápido crecimiento, buena capacidad de recuperación y adaptación a diferentes condiciones edafoclimáticas. Además, Loskutova *et al.* (2024) señalan que esta gramínea presenta una adecuada calidad nutricional cuando es aprovechada en estados óptimos de crecimiento, convirtiéndose en una alternativa importante para la alimentación de bovinos destinados a la producción de carne y leche. No obstante, el potencial productivo de esta especie depende en gran medida de la implementación de estrategias de manejo que permitan optimizar su utilización y recuperación después del pastoreo.

En la provincia de Manabí, la actividad ganadera constituye una de las principales fuentes de sustento económico para la población rural. Sin embargo, la productividad de las pasturas se ve frecuentemente afectada por factores como la variabilidad climática, la carga animal inadecuada y la limitada aplicación de tecnologías de manejo. En muchos sistemas productivos, los animales permanecen periodos prolongados dentro de los potreros, provocando compactación del suelo, disminución de la cobertura vegetal y reducción de la capacidad de recuperación de las especies forrajeras. Estas condiciones limitan

la eficiencia del sistema y afectan la disponibilidad de alimento para el ganado (Pérez *et al.*, 2025; Santos y Rocha, 2025).

Particularmente en el cantón Chone, donde la producción bovina constituye una actividad económica de gran importancia, el manejo de las pasturas continúa realizándose principalmente bajo criterios empíricos. A pesar de que el pasto Saboya presenta una excelente adaptación a las condiciones tropicales de la zona y una elevada capacidad de producción de biomasa, la falta de información técnica relacionada con el periodo óptimo de ocupación de los potreros limita su aprovechamiento eficiente (Mosquera *et al.*, 2025). La permanencia excesiva del ganado puede afectar la estructura vegetativa del pasto, disminuir la calidad de forraje y comprometer la recuperación de las praderas, reduciendo progresivamente la productividad del sistema ganadero (Vera *et al.*, 2024).

En este contexto surge la siguiente interrogante de investigación: ¿Cuál es el periodo óptimo de ocupación en potreros con pasto Saboya (*Megathyrsus maximus*) bajo un sistema de pastoreo rotacional que permita mejorar el aprovechamiento del forraje y mantener la productividad de las pasturas en el cantón Chone? El objeto de estudio corresponde al manejo del pasto Saboya dentro de sistemas de pastoreo rotacional, mientras que el campo de acción se enfoca en la determinación del tiempo de ocupación del ganado en potreros destinados a la producción forrajera.

El objetivo general de la investigación consiste en evaluar el periodo óptimo de ocupación en potreros con pasto Saboya (*Megathyrsus maximus*) bajo un sistema de pastoreo rotacional en el sector La Chorrera, perteneciente a la parroquia Canuto, cantón Chone, provincia de Manabí, Ecuador.

Como objetivos específicos se plantean:

- Medir el consumo en peso (kg) y porcentaje (%) del pasto Saboya en diferentes periodos de ocupación.
- Analizar las características vegetativas del pasto Saboya en función del tiempo de ocupación.

- Determinar las características nutricionales del pasto Saboya previo al ingreso del ganado bovino.

La hipótesis de investigación establece que la aplicación de diferentes periodos de ocupación del ganado en potreros con pasto Saboya (*Megathyrsus maximus*) influye significativamente sobre la producción de biomasa, recuperación y calidad nutricional del forraje.

Desde el punto de vista metodológico, la investigación se desarrollará bajo un enfoque experimental utilizando un Diseño Completamente al Azar (DCA), en el cual se evaluarán tres periodos de ocupación del ganado correspondientes a dos, tres y cuatro días de permanencia en los potreros. Las variables de estudio incluyen consumo del pasto, características vegetativas, producción de biomasa, recuperación del forraje y calidad nutricional.

Los resultados esperados permitirán establecer criterios técnicos para la determinación del periodo óptimo de ocupación en potreros con pasto Saboya bajo condiciones tropicales. Asimismo, contribuirán al fortalecimiento de la producción ganadera mediante un uso más eficiente de las pasturas, favoreciendo la sostenibilidad productiva y económica de los sistemas de pastoreo rotacional implementados en el cantón Chone.

CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO

1.1 Pastoreo rotacional

El pastoreo rotacional es un sistema de manejo ganadero que consiste en dividir el área de pastoreo en varios potreros, permitiendo que el ganado permanezca en cada uno durante un tiempo determinado y posteriormente se trasladado a otro potrero. Este sistema permite que el forraje tenga un periodo de descanso y recuperación antes de ser nuevamente consumido por los animales. Además, contribuye al mejor aprovechamiento del pasto, mejora de productividad del sistema ganadero y favorece la conservación del suelo (Cruz *et al.*, 2026).

Según Loera *et al.* (2025) el pastoreo rotacional constituye una estrategia de manejo que contribuye a reducir el sobrepastoreo, debido a que permite establecer periodos de ocupación y descanso en las praderas. Este sistema evita que los animales consuman constantemente los rebrotes antes de que las plantas recuperen sus reservas nutritivas y su capacidad de crecimiento. Además, favorece la persistencia del forraje, mejora la composición botánica y mantiene una mayor productividad de las pasturas. Un manejo inadecuado de la frecuencia e intensidad del pastoreo puede disminuir la velocidad de rebrote y afectar la calidad del pasto.

El pastoreo rotacional es considerado una estrategia de manejo sostenible que permite mejorar el aprovechamiento del forraje y optimizar la producción de los sistemas ganaderos. Este sistema favorece la recuperación de las praderas mediante periodos de descanso adecuados, evitando el deterioro del suelo y la pérdida de cobertura vegetal. Además, contribuye a disminuir los efectos negativos del sobrepastoreo y promueve una mayor eficiencia en el uso de los recursos naturales dentro de las explotaciones pecuarias. También facilita una mejor distribución del ganado y una mayor persistencia de las especies forrajeras (Jordon *et al.*, 2022).

1.1.1 Importancia del pastoreo rotacional

El pastoreo rotacional representa una práctica importante para incrementar la sostenibilidad de los sistemas ganaderos, debido a que mejora la productividad

vegetal y favorece la conservación del suelo. Este tipo de manejo contribuye a reducir la compactación, aumentar la infiltración de agua y disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero. Permite mantener una adecuada cobertura vegetal y mejorar las condiciones del ecosistema en áreas de producción pecuaria. La implementación de planes de pastoreo adecuados favorece el equilibrio entre producción animal y conservación ambiental (Baronti *et al.*, 2022).

El pastoreo rotacional ha adquirido relevancia en los sistemas bovinos debido a su capacidad para mejorar la salud del suelo, la productividad de las pasturas y el manejo eficiente de los recursos forrajeros. Diversos estudios demostraron que este sistema favorece la disponibilidad de nutrientes, mejora la dinámica del agua en el suelo y mantiene una producción vegetal más estable en comparación con sistemas continuos de pastoreo. Además, puede contribuir a reducir impactos ambientales relacionados con la actividad ganadera y fortalecer la sostenibilidad productiva en diferentes regiones climáticas (Sanguinetti *et al.*, 2025).

1.1.2 Principios del pastoreo rotacional

Uno de los principios fundamentales del pastoreo rotacional consiste en controlar el tiempo de permanencia del ganado en cada potrero para evitar el consumo excesivo del rebrote de las plantas. Este manejo permite que las especies forrajeras dispongan de un periodo adecuado de recuperación antes de ser nuevamente pastoreadas. Además, la rotación favorece una utilización más uniforme del forraje, mejora la persistencia de las praderas y contribuye a mantener la productividad animal a largo plazo. La correcta planificación de los periodos de ocupación y descanso resulta esencial para garantizar la sostenibilidad del sistema ganadero (Whitt y Wallander, 2022).

Los principios del pastoreo rotacional también se basan en mantener un equilibrio entre la disponibilidad del forraje y las necesidades nutricionales del ganado. La rotación de potreros permite regular la intensidad de pastoreo y evitar daños en la estructura del suelo y en el crecimiento de las plantas. Este sistema busca maximizar la eficiencia de utilización del pasto mediante descansos

adecuados que favorezcan el rebrote y la conservación de las reservas energéticas de las especies forrajeras. Un manejo apropiado contribuye al mejoramiento de la productividad y estabilidad de los sistemas pecuarios (Chenais *et al.*, 2023)

1.1.3 Periodo de ocupación del ganado

El periodo de ocupación del ganado constituye un componente fundamental dentro del manejo del pastoreo rotacional, ya que determina el tiempo que los animales permanecen en cada potrero antes de ser trasladados a otra área de pastoreo. Un tiempo de ocupación adecuado permite optimizar el aprovechamiento del forraje sin afectar la capacidad de recuperación de las plantas. Además, contribuye a mantener la persistencia de las especies forrajeras y mejorar la eficiencia productiva del sistema ganadero. Cuando el tiempo de permanencia es excesivo, puede producirse en consumo repetido de los rebrotes, afectando el crecimiento y la productividad de las pasturas (Pereira *et al.*, 2020).

El manejo apropiado del periodo de ocupación también influye directamente sobre la calidad del suelo, la distribución del estiércol y la sostenibilidad de las praderas. La regulación del tiempo permanencia del ganado permite reducir la compactación del suelo y favorecer una utilización más uniforme del forraje disponible. La combinación adecuada entre ocupación y descanso contribuye a mejorar la eficiencia del pastoreo y la conservación de los recursos naturales en sistemas ganaderos tropicales. Un manejo equilibrado favorece tanto la productividad animal como la estabilidad ecológica del sistema de producción (Mochi *et al.*, 2026)

1.1.4 Periodo de descanso del pasto

El periodo de descanso del pasto constituye una fase fundamental dentro del manejo del pastoreo rotacional, ya que permite la recuperación fisiológica de las plantas después del consumo animal. Durante este tiempo, el pasto restablece sus reservas nutritivas, favorece el rebrote foliar y mejora la persistencia de la pradera. Un descanso adecuado contribuye a mantener la productividad del

forraje y evita el debilitamiento de las especies forrajeras causado por el sobrepastoreo. Además, la correcta planificación de los periodos de reposo influye directamente en la calidad y disponibilidad del alimento para el ganado (Derichs *et al.*, 2021).

El manejo apropiado del periodo de descanso también permite optimizar la relación entre crecimiento vegetal y aprovechamiento animal dentro de los sistemas ganaderos. Cuando el tiempo de recuperación es suficiente, las plantas alcanzan un mejor desarrollo estructural y una mayor capacidad fotosintética, favoreciendo la acumulación de biomasa. Asimismo, el descanso adecuado ayuda a conservar la cobertura vegetal y protege el suelo frente a procesos de erosión y compactación. La duración del reposo debe ajustarse según las condiciones climáticas, la especie forrajera y la intensidad del pastoreo aplicada en cada sistema de producción (Andrade y Murillo, 2023).

1.1.5 Relación suelo-planta-animal

La relación suelo-planta-animal constituye la base fundamental de los sistemas ganaderos, debido a que existe una interacción permanente entre estos tres componentes dentro de las praderas. El suelo proporciona los nutrientes y condiciones necesarias para el desarrollo de las especies forrajeras, mientras que las plantas sirven como fuente principal de alimentación para el ganado. A su vez, los animales contribuyen al reciclaje de nutrientes mediante la deposición de estiércol y orina, favoreciendo la fertilidad del suelo. Un manejo equilibrado de esta relación permite mejorar la productividad, sostenibilidad y conservación de los sistemas pastoriles (Nachiyar *et al.*, 2025).

La interacción entre suelo, planta y animal también influye directamente sobre la calidad del forraje, la capacidad de carga y el rendimiento productivo de los bovinos. Las características físicas y químicas del suelo determinan el crecimiento de las plantas forrajeras y su valor nutricional, afectando el comportamiento alimenticio y desempeño del ganado. Un manejo inadecuado del pastoreo puede provocar compactación del suelo, disminución de cobertura vegetal y deterioro de las praderas. Por ello, la integración adecuada de estos

componentes resulta esencial para mantener sistemas ganaderos sostenibles y eficientes (Salazar *et al.*, 2024).

1.1.6 Carga animal y capacidad de carga

La carga animal y la capacidad de carga son componentes fundamentales en el manejo de sistemas de pastoreo, ya que permiten establecer el número adecuado de animales que puede sostener una pradera sin afectar su productividad y recuperación. La carga animal hace referencia a la cantidad de unidades animales presentes en una superficie determinada durante un periodo específico, mientras que la capacidad de carga corresponde al potencial productivo del pastizal para mantener dichos animales de forma sostenible. Un manejo equilibrado de estos factores contribuye a mejorar el aprovechamiento de forraje y evitar problemas de sobrepastoreo (Pérez *et al.*, 2025).

La adecuada relación entre carga animal y capacidad de carga también influye sobre la conservación del suelo, la persistencia de las especies forrajeras y el rendimiento productivo del ganado. Cuando la cantidad de animales supera la disponibilidad de forraje, se generan efectos negativos como disminución de cobertura vegetal, compactación del suelo y reducción del rebrote de las plantas. Por el contrario, un ajuste adecuado favorece una utilización eficiente de las pasturas y mejora la sostenibilidad de los sistemas ganaderos. La planificación del manejo debe considerar factores como disponibilidad de biomasa, condiciones climáticas y requerimientos nutricionales del ganado (Castellaro *et al.*, 2026).

1.1.7 Altura de entrada y salida del pasto

La altura de entrada y salida del pasto constituye una herramienta fundamental para el manejo eficiente de las praderas en sistemas de pastoreo rotacional. La altura de entrada determina el momento óptimo en el que el forraje presenta una adecuada proporción de hojas verdes y un alto valor nutricional para el consumo animal. Por otra parte, la altura de salida permite conservar suficiente área foliar residual para favorecer el rebrote y la recuperación de las plantas después del pastoreo. Un manejo adecuado de estas alturas contribuye a mejorar la

productividad del forraje, la persistencia de las pasturas y el rendimiento animal (Mosquera *et al.*, 2025).

El control de la altura de entrada y salida también influye directamente sobre la calidad estructural del pasto y la eficiencia de utilización por parte del ganado. Cuando los animales ingresan en alturas superiores a las recomendadas, aumenta la presencia de tallos y material senescente, reduciendo la calidad nutritiva del forraje. Un pastoreo excesivo que disminuya demasiado la altura residual puede afectar la capacidad fotosintética y retrasar el rebrote de las especies forrajeras. Por ello, el monitoreo constante de la altura del pasto permite optimizar el manejo de las praderas y mantener sistemas ganaderos más sostenibles y productivos (Giles *et al.*, 2026).

1.1.8 Manejo del pastoreo rotacional en sistemas tropicales

El manejo del pastoreo rotacional en sistemas tropicales constituye una estrategia importante para mejorar la productividad ganadera y conservar los recursos naturales. Este sistema permite controlar el tiempo de permanencia del ganado en los potreros y garantizar periodos adecuados de recuperación para las especies forrajeras. Además, favorece una utilización más eficiente del forraje disponible, reduce el sobrepastoreo y mejora las condiciones físicas y biológicas del suelo. En ambientes tropicales, donde las altas temperaturas y precipitaciones influye directamente en el crecimiento del pasto, la correcta planificación del pastoreo resulta esencial para mantener la estabilidad productiva. Asimismo, el manejo adecuado contribuye a incrementar la sostenibilidad y resiliencia de los sistemas pecuarios (Hayatu y Abubakar, 2021).

El pastoreo rotacional en sistemas tropicales también favorece la conservación ambiental y equilibrado entre suelo, planta y animal dentro de las explotaciones ganaderas. La implementación de periodos de ocupación cortos y descansos adecuados permite mejorar la cobertura vegetal, aumentar la infiltración de agua y disminuir los procesos de erosión y compactación del suelo. Además, este manejo contribuye a una distribución más uniforme del estiércol y optimiza el reciclaje de nutrientes dentro de las praderas. Diversos estudios señalan que la rotación de potreros puede incrementar la calidad del suelo y mejorar la

persistencia de las especies forrajeras tropicales. Por ello, el manejo planificado del pastoreo representa una alternativa sostenible para fortalecer la producción bovina en regiones tropicales (Santos y Rocha, 2025).

1.1.9 Intensidad de defoliación

La intensidad de defoliación se refiere al grado de remoción del tejido foliar que experimenta una planta durante el pastoreo. Este factor influye directamente en la capacidad de recuperación del pasto y en su productividad futura. Una defoliación moderada permite mantener suficiente área foliar para la fotosíntesis, mientras que una defoliación excesiva puede comprometer el crecimiento y las reservas energéticas de la planta. En el pasto Saboya, este equilibrio es fundamental para su sostenibilidad (Ruolo *et al.*, 2022).

Cuando la intensidad de defoliación es elevada, se reduce la capacidad de rebrote y se incrementa el tiempo de recuperación de la pastura. Esto puede generar disminución en la producción de biomasa y deterioro progresivo del sistema forrajero. Por el contrario, una defoliación controlada mediante sistemas de pastoreo rotacional favorece la estabilidad del ecosistema pastoril. Este manejo permite optimizar la relación entre consumo animal y recuperación vegetal (Carneiro *et al.*, 2021).

1.2 Dinámica de crecimiento del pasto Saboya

El pasto Saboya (*Megathyrsus maximus*) es una gramínea perenne de crecimiento cespitoso ampliamente utilizada en sistemas ganaderos tropicales debido a su elevada producción de forraje. Se caracteriza por presentar tallos erectos, hojas largas y lanceoladas de color verde intenso, además de un sistema radicular profundo que favorece la absorción de agua y nutrientes. Su estructura vegetativa le permite adaptarse eficientemente a diferentes condiciones ambientales (Wiewióra y Żurek, 2023).

Desde el punto de vista morfológico, esta especie desarrolla macollos vigorosos que contribuyen a una rápida recuperación después del pastoreo o corte. Sus hojas poseen una lámina ancha y flexible que mejora la aceptabilidad por parte

del ganado. Produce inflorescencias en forma de panículas abiertas que facilitan su reproducción y dispersión en áreas de producción pecuaria (Birer, 2023).

Otra característica relevante del pasto Saboya es su capacidad para alcanzar alturas superiores a 1m bajo condiciones favorables de manejo y fertilidad. Su elevado potencial de producción de biomasa y su persistencia en el campo lo convierten en una de las especies forrajeras más utilizadas en regiones tropicales y subtropicales. Además, presenta una buena respuesta al manejo rotacional y a diferentes intensidades de pastoreo (Swacha *et al.*, 2024).

Tabla 1. Taxonomía del pasto Saboya (*Megathyrsus maximus*).

Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Liliopsida
Orden	Poales
Familia	Poaceae
Subfamilia	Panicoidae
Tribu	Paniceae
Género	<i>Megathyrsus</i>
Especie	<i>Maximun</i>

Fuente: (Guerrero, 2021)

1.2.1 Adaptación del pasto Saboya en zonas tropicales

El pasto Saboya (*Megathyrsus maximus*) presenta una excelente adaptación a las condiciones climáticas de las zonas tropicales, donde predominan temperaturas elevadas y regímenes variables de precipitación. Su capacidad de crecimiento en ambientes cálidos le permite mantener una producción constante de forraje durante gran parte del año. Además, posee un sistema radicular profundo que facilita la absorción de agua y nutrientes en períodos de limitada disponibilidad hídrica. Estas características favorecen su establecimiento y persistencia en diferentes ecosistemas tropicales. Asimismo, muestra una buena tolerancia a diversas condiciones de manejo ganadero (Wang *et al.*, 2023).

La adaptación del pasto Saboya también está relacionada con su capacidad para responder favorablemente a prácticas de fertilización, pastoreo y recuperación después del corte. Esta especie puede desarrollarse en una amplia variedad de

suelos, aunque alcanza su máximo potencial productivo en terrenos con buena fertilidad y drenaje adecuado. Su elevada producción de biomasa y rápida tasa de rebrote contribuye a satisfacer los requerimientos alimenticios del ganado en sistemas tropicales. Además, mantiene una adecuada cobertura vegetal que ayuda a conservar el suelo y reducir procesos erosivos. Por estas razones, es considerada una de las gramíneas más importantes para la producción pecuaria en regiones tropicales (Pitman, 2021).

1.2.2 Factores que influyen en el crecimiento del pasto

El crecimiento del pasto Saboya está condicionado por diversos factores ambientales que determinan su desarrollo y productividad. Entre los más importantes se encuentran la temperatura, la disponibilidad de agua, la radiación solar y la fertilidad del suelo. Las temperaturas cálidas favorecen la actividad fisiológica de la planta y estimulan la producción de biomasa. De igual manera, una adecuada humedad en el suelo permite un crecimiento continuo y una mayor capacidad de recuperación después del pastoreo. La interacción de estos factores influye directamente en el rendimiento de la especie (Gros *et al.*, 2023).

Los factores de manejo también desempeñan un papel fundamental en el crecimiento del pasto Saboya. La fertilización adecuada, los periodos de descanso, la carga animal y la frecuencia de pastoreo pueden favorecer o limitar su desarrollo. Un manejo eficiente permite mantener una mayor proporción de hojas verdes, mejorar la captación de nutrientes y estimular el rebrote. Por el contrario, prácticas inadecuadas como el sobrepastoreo pueden reducir la producción y persistencia de la pastura. Por ello, el crecimiento óptimo del pasto depende tanto de las condiciones ambientales como de las estrategias de manejo implementadas en el sistema ganadero (Čarni *et al.*, 2021).

1.2.3 Etapas de crecimiento del pasto

El crecimiento del pasto Saboya se desarrolla a través de diferentes etapas fisiológicas que determinan su rendimiento y calidad nutricional. La primera fase corresponde a la germinación y establecimiento, durante la cual la planta desarrolla un sistema radicular y las primeras hojas necesarias para iniciar la

fotosíntesis. En esta etapa, las condiciones de humedad, temperatura y fertilidad del suelo son determinantes para lograr un adecuado desarrollo inicial. Un establecimiento exitoso favorece la persistencia y productividad futura de la pastura. Además, permite una mejor adaptación a las condiciones del entorno (Rouet *et al.*, 2022).

La planta entra en la etapa de crecimiento vegetativo, caracterizada por una rápida producción de hojas y macollos que incrementan la acumulación de biomasa. Durante esta fase se alcanza la mayor calidad nutricional del forraje debido a la elevada proporción de tejido foliar joven. Finalmente, el pasto llega a la etapa reproductiva, donde se desarrolla la inflorescencia y aumenta la proporción de tallos. Aunque la producción de materia seca continúa incrementándose, la calidad nutritiva tiende a disminuir por el aumento de fibra estructural. Por ello, el manejo del pastoreo debe orientarse a aprovechar el forraje antes de que alcance una madurez avanzada (Rouet *et al.*, 2021).

1.2.4 Curva sigmoidea de crecimiento de las gramíneas

El crecimiento de las gramíneas presenta un comportamiento sigmoideo o en forma de “S”, el cual se caracteriza por tres fases bien definidas: fase de establecimiento, fase exponencial y fase de madurez. En la primera etapa el crecimiento es lento debido a la adaptación inicial de la planta al medio. Posteriormente, en la fase exponencial, la tasa de crecimiento se incrementa de manera acelerada debido a la alta actividad fotosintética y la expansión foliar. Finalmente, en la fase de madurez, el crecimiento se estabiliza y tiende a disminuir debido al envejecimiento de los tejidos. Este patrón es fundamental para comprender el comportamiento productivo de las pasturas (Castillo *et al.*, 2023).

La curva sigmoidea permite el momento óptimo de aprovechamiento del forraje, ya que en la fase media se obtiene la mayor relación entre calidad nutricional. En gramíneas tropicales como el pasto Saboya, este comportamiento es clave para planificar el pastoreo rotacional. Un manejo adecuado basado en esta curva contribuye a evitar el sobrepastoreo y el consumo de tejidos inmaduros o excesivamente maduros. Además, permite mejorar la eficiencia productiva del

sistema ganadero mediante un uso más racional del forraje disponible (Villalobos y Jones, 2023).

1.2.5 Índice de área foliar (IAF)

El índice de área foliar (IAF) es una variable que representa la relación entre el área total de las hojas de una planta y la superficie del suelo que ocupa. Este indicador es fundamental para evaluar la capacidad fotosintética de las pasturas, ya que determina la cantidad de radiación solar interceptado por el dosel vegetal. En el pasto Saboya, un IAF adecuado permite maximizar la producción de biomasa y mejorar la eficiencia en el uso de la luz. Valores bajos limitan la producción, mientras que valores excesivos pueden generar sombreado interno (Wang *et al.*, 2023).

El IAF está directamente relacionado con el manejo del pastoreo y la frecuencia de defoliación. Cuando el pasto es aprovechado en el momento adecuado, se mantiene un equilibrio entre crecimiento foliar y rebrote eficiente. En sistemas de pastoreo rotacional, este indicador permite determinar la capacidad de recuperación de la pradera después del consumo animal. Por ello, se monitorea es esencial para garantizar la sostenibilidad productiva y mantener la estabilidad del sistema forrajero (Birrer, 2023).

1.2.6 Producción de biomasa y materia seca

La producción de biomasa constituye uno de los principales indicadores utilizados para evaluar el rendimiento de las especies forrajeras en sistemas ganaderos. Esta variable representa la cantidad total de material vegetal generado por la planta durante un periodo determinado de crecimiento. En el caso del pasto Saboya, la producción de biomasa está influenciada por factores como la fertilidad del suelo, la disponibilidad de agua, la temperatura y las prácticas de manejo aplicadas. Una mayor acumulación de biomasa permite incrementar la oferta de alimento para el ganado y mejorar la capacidad productiva de las praderas (Pantoja *et al.*, 2025).

La materia seca corresponde a la fracción del forraje que permanece después de eliminar completamente el contenido de agua de la planta. Este parámetro es

fundamental para determinar la cantidad real de nutrientes disponibles para los animales y evaluar el potencial productivo de las pasturas. En gramíneas tropicales como el pasto Saboya, la producción de materia seca suele incrementarse conforme avanza la madurez de la planta, aunque puede presentarse una disminución de la calidad nutricional del forraje. Por ello, el momento de aprovechamiento resulta determinante para optimizar la relación entre cantidad y calidad del alimento producido (Villalobos y Jones, 2023).

1.2.7 Altura y tasa de crecimiento del pasto

La altura del pasto constituye un indicador práctico y confiable para evaluar el estado de desarrollo de las praderas y determinar el momento adecuado para el ingreso o salida del ganado. En el pasto Saboya, la altura está directamente relacionada con la acumulación de biomasa y la disponibilidad de forraje para el consumo animal. Un crecimiento adecuado permite alcanzar niveles óptimos de producción sin comprometer la capacidad de recuperación de la planta. Además, el monitoreo frecuente de esta variable facilita la toma de decisiones dentro de los sistemas de pastoreo rotacional (Portner *et al.*, 2023).

La tasa de crecimiento del pasto se refiere a la velocidad con la que la planta produce nuevo tejido vegetal durante un periodo determinado. Este proceso está influenciado por factores como la temperatura, la humedad del suelo, la fertilidad y la intensidad del pastoreo. En condiciones favorables, el pasto Saboya presenta una rápida producción de hojas y macollos, lo que favorece una mayor disponibilidad de forraje. Sin embargo, variaciones climáticas o prácticas de manejo inadecuadas pueden reducir significativamente su crecimiento. Por ello, el conocimiento de la tasa de crecimiento resulta fundamental para planificar eficientemente el uso de las pasturas y optimizar la productividad ganadera (Popp *et al.*, 2021).

1.2.8 Eficiencia de utilización del forraje

La eficiencia de utilización del forraje hace referencia a la proporción de biomasa disponible que es efectivamente consumida por el ganado dentro de un sistema de pastoreo. Este indicador permite evaluar el grado de aprovechamiento de las

pasturas y la eficiencia del sistema productivo. En sistemas de pastoreo rotacional, esta eficiencia suele ser mayor debido a la regulación del tiempo de ocupación y descanso de los potreros. Un adecuado manejo evita pérdidas por pisoteo, desperdicio o sobre madurez del forraje (Yamaguchi *et al.*, 2022).

Una alta eficiencia de utilización contribuye directamente al incremento de la productividad animal y a la sostenibilidad del sistema ganadero. Cuando el forraje es consumido a su estado óptimo, se mejora la conversión alimenticia y se reduce la necesidad de suplementos externos. Sin embargo, una utilización inadecuada puede provocar degradación de la pastura y disminución progresiva de la producción. Por ello, este indicador es clave para la toma de decisiones en el manejo de sistemas de producción bovina (Zhu *et al.*, 2023).

1.2.9 Recuperación del pasto después del pastoreo

La recuperación del pasto después del pastoreo es un proceso fisiológico mediante el cual la planta restablece su estructura foliar y sus reservas energéticas tras el consumo realizado por los animales. Durante esta etapa, el pasto utiliza los carbohidratos almacenados en raíces y tallos para producir nuevos brotes y hojas. Una recuperación adecuada permite mantener la producción de la pradera y asegurar una oferta constante de forraje. Además, favorece la persistencia de las especies forrajeras dentro del sistema de producción ganadera (Vera *et al.*, 2024).

La velocidad de recuperación del pasto depende de diversos factores, entre ellos la especie forrajera, las condiciones climáticas, la fertilidad del suelo y la intensidad del pastoreo aplicado. Cuando se respetan los periodos de descanso adecuados, el pasto Saboya logra regenerar su área foliar y recuperar su capacidad fotosintética de manera eficiente. Por el contrario, un pastoreo excesivo o periodos de recuperación insuficiente pueden disminuir el crecimiento y afectar la producción de biomasa. Por ello, el manejo apropiado de los tiempos de descanso constituye un elemento fundamental para garantizar la sostenibilidad y productividad de las praderas (Ouedraogo *et al.*, 2024).

1.2.10 Capacidad de rebrote

La capacidad de rebrote se define como la habilidad de las plantas forrajeras para generar su biomasa foliar después del pastoreo o corte. Este proceso depende principalmente de las reservas de carbohidratos almacenadas en raíces y tallos, así como de la integridad de los meristemos de crecimiento. En el pasto Saboya, esta capacidad es alta cuando se respetan los periodos adecuados de descanso. Un rebrote eficiente garantiza la continuidad productiva de la pradera (Merino *et al.*, 2024).

Factores como la intensidad del pastoreo, la fertilidad del suelo y las condiciones climáticas influyen directamente en la velocidad de recuperación del forraje. Un manejo inadecuado puede reducir significativamente la capacidad de rebrote, afectando la persistencia de la pastura. Por el contrario, un sistema de pastoreo rotacional bien planificado favorece la regeneración rápida del pasto y mantiene su productividad en el tiempo. Este proceso es clave para la sostenibilidad de los sistemas ganaderos tropicales (Ouedraogo *et al.*, 2024).

1.2.11 Calidad nutricional del pasto Saboya

La calidad nutricional del pasto Saboya (*Megathyrsus maximus*) constituye un factor determinante para el desempeño productivo del ganado, ya que influye directamente en el consumo voluntario, la digestibilidad y el aporte de nutrientes. Esta gramínea se caracteriza por presentar niveles adecuados de proteínas, energía y minerales cuando es aprovechada en estados tempranos de crecimiento. Además, posee una buena proporción de hojas, lo que favorece una mayor palatabilidad y aprovechamiento por parte de los animales. Estas características convierten al pasto Saboya en una alternativa importante para la alimentación de bovinos en sistemas tropicales (Loskutova *et al.*, 2024).

La composición nutricional del pasto puede variar según la edad de la planta, las condiciones ambientales y las prácticas de manejo implementadas. A medida que el forraje madura, aumenta el contenido de fibra estructural y disminuye la concentración de proteína y la digestibilidad de la materia seca. Por esta razón, el manejo adecuado de los periodos de pastoreo y descanso permite mantener

una mejor calidad nutricional y optimizar el valor alimenticio del forraje. Un aprovechamiento oportuno contribuye a mejorar la productividad animal y la eficiencia de los sistemas ganaderos basados en pasturas (Hennessy *et al.*, 2025).

La calidad nutricional del pasto Saboya también está estrechamente relacionada con la proporción de hojas y tallos presentes en la planta. Las hojas contienen mayores concentraciones de proteína y compuestos altamente digestibles, mientras que los tallos presentan un contenido más elevado de fibra estructural. Por esta razón, las pasturas con una mayor relación hoja/tallo ofrecen un mejor valor nutritivo para el ganado y favorecen un mayor consumo de materia seca. El mantenimiento de esta característica mediante un adecuado manejo del pastoreo contribuye a mejorar la eficiencia alimenticia y el rendimiento productivo de los animales (Iglesias *et al.*, 2024).

1.2.12 Dinámica de reservas de carbohidratos

Las reservas de carbohidratos en las gramíneas representan la principal fuente de energía utilizada por la planta durante la fase de rebrote después del pastoreo. Estos compuestos se almacenan principalmente en raíces y bases de los tallos, y son fundamentales para sostener el crecimiento inicial cuando la capacidad fotosintética aún es limitada. En el pasto Saboya, estas reservas determinan en gran medida su capacidad de recuperación y persistencia en el tiempo (Tejera y Walker, 2023).

La dinámica de acumulación y utilización de carbohidratos está influenciada por la intensidad del pastoreo, la frecuencia de defoliación y las condiciones ambientales. Cuando el pastoreo es excesivo o muy frecuente, las reservas disminuyen, afectando el vigor de la planta. En cambio, periodos adecuados de descanso permiten la recuperación de estas reservas, favoreciendo un rebrote más rápido y vigoroso. Este proceso es esencial para mantener la productividad en sistemas de pastoreo rotacional (Haghighatjoo *et al.*, 2024).

1.2.13 Importancia del pasto Saboya en sistemas ganaderos del Ecuador

El pasto Saboya (*Megathyrsus maximus*) es una de las especies forrajeras más utilizadas en los sistemas ganaderos del Ecuador debido a su elevada capacidad de producción de forraje y adaptación a las condiciones climáticas tropicales. Su establecimiento en las praderas permite garantizar una fuente constante de alimento para el ganado durante gran parte del año. Además, presenta buena respuesta a prácticas de manejo como fertilización, corte y pastoreo rotacional. Estas características favorecen el incremento de la producción pecuaria y contribuyen a la sostenibilidad de las explotaciones ganaderas. Por ello, su uso se ha extendido ampliamente en diversas regiones del país (Saquicela *et al.*, 2022)

La importancia de esta gramínea también radica en su capacidad para mejorar la eficiencia de los sistemas de producción bovina destinados a carne y leche. Su elevada producción de biomasa y aceptable calidad nutricional permite cubrir parte significativa de los requisitos alimenticios de los animales. Asimismo, contribuye a la conservación del suelo mediante una adecuada cobertura vegetal y reducción de los procesos erosivos. La implementación de pasturas de Saboya favorece la estabilidad productiva de las fincas ganaderas y fortalece la seguridad alimentaria del sector pecuario ecuatoriano (Joslin, 2021).

El pasto Saboya desempeña un papel fundamental en los sistemas ganaderos del Ecuador debido a su capacidad para producir grandes volúmenes de forraje bajo condiciones tropicales. Esta característica permite mantener una alimentación más estable para el ganado, especialmente durante las épocas de mayor crecimiento vegetativo. Además, su adaptabilidad a diferentes tipos de suelo y condiciones climáticas favorece su utilización en diversas regiones del país. Su presencia en las praderas contribuye a reducir los costos asociados con la suplementación alimenticia y mejora la rentabilidad de las explotaciones pecuarias. Por estas razones, es considerado un recurso forrajero de gran valor para el desarrollo de la ganadería ecuatoriana (Gómez *et al.*, 2021).

CAPÍTULO II: METODOLOGÍA

2.1 Ubicación, y descripción del área o sujeto en estudio

El estudio se realizó en el sector La Chorrera, perteneciente a la parroquia Canuto, cantón Chone, provincia de Manabí, Ecuador. Esta zona se caracteriza por desarrollar actividades agropecuarias, principalmente relacionadas con la producción ganadera y el establecimiento de pasturas tropicales destinadas a la alimentación bovina. El área de estudio presenta condiciones favorables para el crecimiento de especies forrajeras debido a la disponibilidad de recursos naturales y a la tradición pecuaria existente en la localidad. El estudio se desarrolló durante la época lluviosa/seca del año 2026, período caracterizado por condiciones climáticas que favorecen el crecimiento del pasto Saboya (*Megathyrsus maximus*).

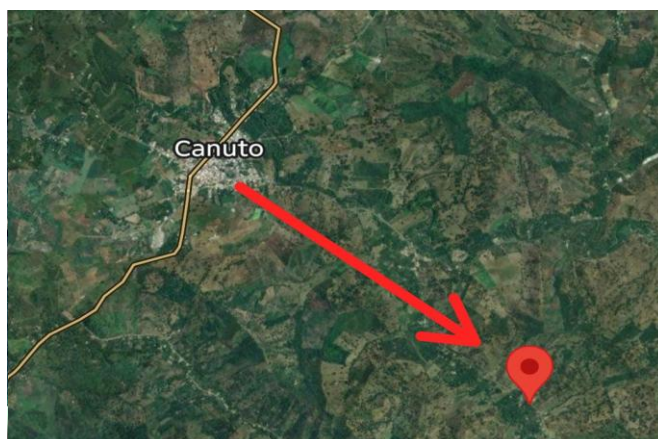


Figura 1. Imagen satelital del sector La Chorrera, parroquia Canuto, cantón Chone.

Fuente: (Google Earth, 2026)

La zona presenta un clima tropical, con una temperatura media anual que oscila entre 25 y 27 °C, humedad relativa promedio cercana al 80% y precipitaciones anuales superiores a 1.100 mm. Estas condiciones climáticas favorecen el crecimiento y desarrollo de gramíneas tropicales como el pasto Saboya (*Megathyrsus maximus*). El área se localiza dentro de la región costera ecuatoriana y posee características edafoclimáticas adecuadas para la implementación de sistemas de pastoreo rotacional y producción ganadera sostenible.

2.2 Descripción del tipo de estudio

La investigación fue de tipo experimental, bajo a que se manipuló directamente la variable independiente correspondientes a los diferentes periodos de ocupación del pasto Saboya (*Megathyrsus maximus*) bajo un sistema de pastoreo rotacional, con el propósito de evaluar su efecto sobre la productividad y recuperación del forraje.

Los tratamientos evaluados estuvieron relacionados con el periodo de ocupación del ganado en las parcelas experimentales:

T1: Ocupación de 2 días

T2: Ocupación de 3 días

T3: Ocupación de 4 días

Cada tratamiento contó con tres repeticiones bajo un Diseño Completamente al Azar (DCA), debido a que las unidades experimentales presentaron condiciones homogéneas y permitieron asignar los tratamientos de manera aleatoria, reduciendo el efecto de factores externos y facilitando la comparación del comportamiento del pasto Saboya bajo los diferentes periodos de ocupación evaluados.

2.3 Manejo del trabajo de titulación

El manejo del ensayo inició con la delimitación del área experimental total de 2,25 ha, equivalente a 22 500 m², previamente establecida con pasto saboya (*Megathyrsus maximus*) en condiciones uniformes y con alturas entre 80 y 95 cm. Esta superficie fue distribuida en nueve parcelas experimentales de 2,500 m² cada una, correspondientes a tres tratamientos de acuerdo con el período de ocupación del ganado: T1 (2 días), T2 (3 días) y T3 (4 días), con tres repeticiones por tratamiento. Las parcelas fueron delimitadas mediante estacas y cinta métrica para establecer correctamente los linderos experimentales y garantizar la distribución de las unidades experimentales.

Previo al establecimiento de los tratamientos, se realizó un muestreo del suelo utilizando un barreno a una profundidad de 30 cm. Se tomaron 30 submuestras distribuidas aleatoriamente en el área experimental, las cuales fueron

homogenizadas para obtener una muestra compuesta de aproximadamente 1 kg. Posteriormente, la muestra fue enviada a laboratorio para determinar parámetros químicos como pH, materia orgánica, nitrógeno, fósforo y potasio.

Después del análisis del suelo se efectuó un corte de igualación en todas las parcelas con la finalidad de uniformizar el rebrote y sincronizar la edad fisiológica del pasto al inicio del experimento.

Se realizó un manejo sanitario previo al ingreso de los animales, que incluyó desparasitación interna y externa de los bovinos, con el fin de garantizar condiciones homogéneas de salud durante el ensayo.

No se realizó aplicación de fertilizante durante el periodo experimental, con el objetivo de evaluar el comportamiento del pasto Saboya bajo condiciones naturales del sistema.

Para el desarrollo del ensayo se utilizaron 14 bovinos mestizos producto del cruce de Brahman x Pardo Suizo, con edades entre 18 y 24 meses de pesos vivos entre 300 y 400 kg. Los animales correspondieron aproximadamente a 0,8-1,0 Unidad Animal (UA). La asignación de los animales a los tratamientos se realizó de manera homogénea, considerando el peso vivo para reducir la variabilidad experimental y garantizar condiciones similares entre las unidades de estudio. Los animales ingresaron a las parcelas experimentales de acuerdo con los tratamientos establecidos y los períodos de ocupación evaluado. Cada parcela tuvo un área aproximada de 2500 m².

Los 14 bovinos constituyeron el lote experimental utilizado para evaluar los diferentes períodos de ocupación. Los animales fueron movilizados entre las parcelas de acuerdo con el esquema de pastoreo rotacional establecido para cada tratamiento, respetando los tiempos de permanencia y descanso definidos en el diseño experimental. Por lo tanto, los animales no permanecieron simultáneamente en todas las parcelas, sino que fueron trasladados de manera programada conforme a la secuencia de ocupación correspondiente a cada unidad experimental.

La permanencia de los animales en cada parcela fue previamente establecida de acuerdo con el tratamiento asignado. El ingreso de los bovinos se realizó cuando el pasto alcanzó aproximadamente 80 cm de altura y, a partir de ese momento, se contabilizó el tiempo de ocupación correspondiente: 2 días para T1, 3 días para T2 y 4 días para T3. Una vez cumplido el tiempo establecido para cada tratamiento, los animales fueron retirados de la parcela y trasladados a la siguiente unidad experimental conforme a la secuencia programada. Posteriormente, se inició el período de recuperación de cada parcela, el cual se contabilizó desde la salida de los animales hasta que el pasto alcanzó nuevamente la altura establecida para el ingreso.

El experimento tuvo una duración total de 3 meses, considerando los ciclos de ocupación y recuperación del pasto Saboya. Se realizaron 2 ciclos de evaluación, cada uno correspondiente a un periodo de ocupación y recuperación del pasto Saboya bajo condiciones de pastoreo rotacional.

El eje central del experimento fue la aplicación de diferentes periodos de ocupación del ganado sobre el pasto mientras se mantiene un período de reposo de 30 días para todas las parcelas. El ingreso de los animales se realizó cuando el pasto alcanzó una altura aproximada de 80 cm y la salida dependió del tiempo de ocupación asignado para cada tratamiento. La eficiencia de los tratamientos fue evaluada mediante mediciones de altura residual post-pastoreo, producción de biomasa y calidad nutricional del forraje.

2.4 Variables a medir

2.4.1 Análisis de suelo

El análisis de suelo se realizó antes del ingreso de los bovinos a las parcelas experimentales. Se tomaron 30 submuestras al azar para conformar una muestra compuesta de 1 kg, la cual fue enviada a laboratorio para determinar pH, materia orgánica, nitrógeno, fósforo y potasio.

2.4.2 Altura del pasto (cm)

La altura del pasto se midió utilizando un flexómetro desde la base del tallo hasta el ápice de la lámina foliar. En cada parcela se seleccionaron aleatoriamente 10 plantas y se calculó el promedio.

2.4.3 Periodo de recuperación del pasto

El periodo de recuperación se calculó contabilizando el número de días transcurridos desde la salida del ganado hasta que el pasto alcanzó nuevamente la altura de ingreso establecida entre 80 y 90 cm.

2.4.4 Relación hoja/tallo

Previo al pastoreo se tomaron muestras representativas de forraje por parcela mediante cuadros de muestreo o corte de macollas seleccionadas al azar. Posteriormente se separaron hojas y tallos para determinar su relación proporcional.

Para determinar esta relación se utilizó la siguiente fórmula:

$$\text{Relación hoja/tallo} = \frac{\text{Peso seco de hojas}}{\text{Peso seco de tallos}}$$

2.4.5 Producción de biomasa (kg MS/ha)

La producción de biomasa se determinó mediante aforos utilizando cuadros de 1 m² colocados aleatoriamente dentro de cada parcela. El material cosechado fue pesado para obtener el peso fresco (PF) y posteriormente se tomó una submuestra que fue secada en estufa a 65 °C hasta alcanzar peso constante para determinar el contenido de materia seca.

El porcentaje de materia seca (%MS) se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$\%MS = \frac{\text{Peso seco}}{\text{Peso fresco}} * 100$$

Posteriormente, la producción de materia seca por unidad de superficie se estimó mediante la fórmula:

$$kg\ MS/ha = \text{Peso fresco (kg/m}^2\text{)} * (\%MS/100) * 10\ 000$$

Donde:

- **Peso fresco (kg/m²)** = biomasa cosechada en el área de muestreo.
- **%MS** = porcentaje de materia seca obtenido en laboratorio.
- **10 000** = factor de conversión de metros cuadrados a hectárea.

Los resultados fueron expresados en kilogramos de materia seca por hectárea (kg MS/ha).

2.4.6 Calidad nutricional del forraje

La calidad nutricional del pasto se evaluó mediante análisis bromatológico realizados en laboratorio. Se determinaron variables como proteína cruda (PC) mediante el método Kjeldahl y fibra detergente neutra/fibra detergente ácida (FDN/FDA) mediante el método de Van Soest.

2.4.7 Consumo de materia seca (CMS)

El consumo de materia seca se estimó mediante la diferencia entre la biomasa disponible antes del proyecto y la biomasa residual después del pastoreo. Para ello se utilizó la siguiente formula:

$$CMS = \text{Biomasa pre} - \text{pastoreo} \left(kg \frac{MS}{ha} \right) - \text{Biomasa poste} - \text{pastoreo} \left(kg \frac{MS}{ha} \right)$$

Donde:

- **CMS** = consumo de materia seca del forraje.
- **Biomasa pre-pastoreo** = disponibilidad de forraje antes del ingreso de los bovinos.
- **Biomasa post-pastoreo** = forraje residual después del pastoreo.

2.4.8 Porcentaje de aprovechamiento del forraje

El porcentaje de aprovechamiento del forraje se determinó relacionado la materia seca consumida con la materia seca disponible antes del pastoreo, mediante la siguiente fórmula:

$$\% \text{Aprovechamiento} = (CMS / \text{Biomasa pre} - \text{pastoreo}) * 100$$

Donde:

- **CMS** = consumo de materia seca
- **Biomasa pre-pastoreo** = disponibilidad inicial de forraje

Esta variable permitió determinar la eficiencia del uso del pasto Saboya bajo los diferentes periodos de ocupación evaluados.

2.5 Análisis estadístico

Los datos obtenidos durante la investigación fueron organizados en tablas y sometidos a un análisis de varianza (ANOVA) bajo un Diseño Completamente al Azar (DCA), con tres tratamientos y tres repeticiones por tratamiento, el modelo estadístico utilizado fue:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

- **Y_{ij}** = variable respuesta
- **μ** = media general
- **T_i** = efecto del tratamiento
- **ε_{ij}** = error experimental

Previo al análisis de varianza, se verificaron los supuestos de normalidad de los datos mediante la prueba de Shapiro-Wilk y homogeneidad de varianzas mediante la prueba de Levene.

Cuando se encontraron diferencias significativas ($p < 0,05$), se aplicó la prueba de comparación de medias de Tukey al 5% de probabilidad.

El procesamiento de los datos se realizó mediante el software estadístico InfoStat. Los resultados se presentaron en tablas comparativas y gráficos, y su interpretación se realizó en función de los objetivos de la investigación y la literatura científica consultada.

CAPÍTULO III: RESULTADOS Y/O PRODUCTO ALCANZADO

3.1 Análisis de suelo

En la Tabla 2 se presentan los resultados del análisis físico-químico del suelo realizado antes del establecimiento del ensayo, con el propósito de conocer las condiciones edáficas del área experimental. Los valores obtenidos permitieron caracterizar la fertilidad del suelo, aportando información sobre parámetros como pH, materia orgánica, macronutrientes y micronutrientes. Esta evaluación constituyó una base importante para interpretar posteriormente el comportamiento productivo del pasto Saboya durante el desarrollo de la investigación.

Tabla 2. Características químicas del suelo del área experimental.

Parámetros	Unidad	Resultados	Interpretación
pH	-	6,2	Ligeramente ácido
Materia orgánica	%	3,8	Medio
Nitrógeno (N)	%	0,18	Bajo
Fósforo (P)	mg/kg	14,6	Medio
Potasio (K)	cmol(+)/kg	0,42	Medio

Los resultados del análisis de suelo evidenciaron que el área experimental presentó condiciones adecuadas para el establecimiento y desarrollo del pasto Saboya, favoreciendo su crecimiento durante los dos ciclos de evaluación. Estos resultados concuerdan con lo reportado por Castillo *et al.* (2021), quienes indican que la fertilidad del suelo constituye uno de los factores más importantes para la producción de gramíneas tropicales, debido a su influencia sobre la disponibilidad de nutrientes y el desarrollo radicular. De igual manera, Bautista y Arévalo (2021) mencionan que parámetros como pH, el contenido de materia orgánica y la concentración de macronutrientes condicionan la respuesta productiva de las pasturas, determinando su capacidad de recuperación y acumulación de biomasa. En este sentido, un suelo con características apropiadas favorece un crecimiento uniforme y permite expresar de mejor manera el potencial productivo de las especies forrajeras bajo condiciones de pastoreo.

De acuerdo con las observaciones realizadas durante el experimento, las condiciones del suelo permitiendo que el establecimiento y desarrollo del pasto fueran homogéneos en todas las parcelas experimentales. Esto facilitó que las diferencias observadas entre tratamientos estuvieran relacionadas principalmente con los tiempos de ocupación evaluados y no con variaciones importantes en las características edáficas, aportando mayor confiabilidad de los resultados obtenidos durante la investigación.

3.2 Altura del pasto (cm)

En la Tabla 3 se presentan los valores correspondientes a la altura inicial y altura final del pasto Saboya registrados durante los dos ciclos experimentales para los tres tratamientos evaluados. Se observa que la altura inicial fue muy similar entre tratamientos, lo que evidencia que las parcelas iniciaron el ensayo bajo condiciones homogéneas de crecimiento. No obstante, al finalizar cada período de ocupación se registró una reducción progresiva de la altura residual conforme aumentó el tiempo de permanencia de los animales, siendo el tratamiento de cuatro días el que presentó la menor altura final como consecuencia de una mayor intensidad de pastoreo.

Tabla 3. *Altura inicial y final (cm) del pasto Saboya.*

Tratamiento	Parcela	Altura inicial (cm)	Altura final (cm)
Primer Ciclo			
T1 (2 días)	P1	88,5	52,3
	P2	89,7	53,1
	P3	87,9	51,8
T2 (3 días)	P1	88,2	46,5
	P2	89,1	45,8
	P3	88,6	47,2
T3 (4 días)	P1	87,8	40,4
	P2	88,4	39,6
	P3	89,0	41,1
Segundo Ciclo			
T1 (2 días)	P1	88,8	52,7
	P2	89,3	52,9
	P3	88,1	51,9
T2 (3 días)	P1	88,5	46,9
	P2	89,0	46,2
	P3	88,8	47,0
T3 (4 días)	P1	88,0	40,8
	P2	88,6	40,1
	P3	89,2	41,3

La Figura 1 permite apreciar de manera comparativa en comportamiento de altura inicial y final del pasto Saboya en los dos ciclos experimentales. En ambos ciclos se mantiene la misma tendencia, observándose que el tratamiento con dos días de ocupación conservó una mayor altura residual, mientras que el tratamiento con cuatro días registró la menor altura al finalizar el pastoreo. Este comportamiento evidencia que el incremento del tiempo de ocupación favorece una mayor utilización del forraje disponible por parte de los animales.

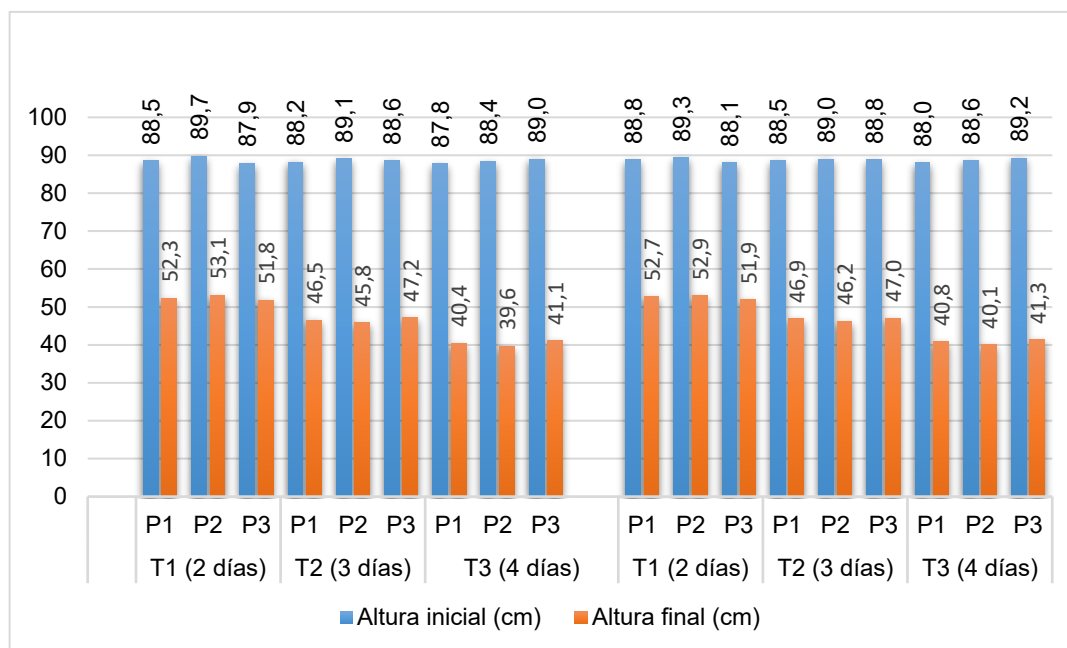


Gráfico 1. *Altura inicial y altura final del pasto Saboya en los dos ciclos experimentales bajo diferentes tiempos de ocupación.*

Los resultados del análisis de varianza de la Tabla 4 evidenciaron diferencias altamente significativas entre los tratamientos ($p < 0,0001$), indicando que el tiempo de ocupación ejerció un efecto significativo sobre la altura residual del pasto Saboya. Este resultado demuestra que las diferencias observadas no se atribuyen al azar, sino al efecto del manejo aplicado en cada tratamiento. Por tanto, el período de permanencia de los animales constituye un factor determinante en la cantidad de biomasa residual que permanece después del pastoreo.

Tabla 4. *ANOVA para la altura del pasto (altura final).*

Fuente de variación	GL	SC	CM	F	p-valor
Tratamientos	2	549,37	274,68	276,55	<0,0001
Error	15	14,90	0,99		
Total	17	564,27			

La prueba de comparación múltiple de Tukey representada en la Tabla 5 permitió separar los tratamientos en tres grupos estadísticamente diferentes. El tratamiento con dos días de ocupación obtuvo la mayor altura residual, seguido del tratamiento con tres días, mientras que el tratamiento con cuatro días presentó el menor valor. Este comportamiento se explica porque una menor

permanencia de los animales reduce la intensidad de defoliación y permite conservar una mayor cantidad de tejido foliar, mientras que un tiempo prolongado de ocupación incrementa el consumo del forraje y disminuye la altura residual del pastizal.

Tabla 5. Prueba de Tukey ($\alpha = 0,05$) para la altura final del pasto.

Tratamiento	Promedio (cm)	Grupo
T1 (2 días)	52,45	a
T2 (3 días)	46,60	b
T3 (4 días)	40,55	c

Los resultados obtenidos para la altura del pasto demostraron que el tiempo de ocupación influyó significativamente sobre la altura residual registrada después del pastoreo, observándose mayores valores en el tratamiento con menor permanencia de los animales. Estos resultados coinciden con lo señalado por Portner *et al.* (2023), quienes afirman que la regulación del pastoreo mediante alturas de entrada y salida permite conservar una adecuada superficie foliar para favorecer el rebrote de las gramíneas tropicales. Asimismo, Guerrero (2021) indica que una menor intensidad de defoliación mejora la capacidad fotosintética de la planta, incrementando su velocidad de crecimiento y reducción de estrés ocasionado por el aprovechamiento continuo. Bajo estas condiciones, el manejo adecuado del tiempo de ocupación contribuye a mantener una mayor disponibilidad de forraje y una mejor persistencia del pastizal.

3.3 Periodo de recuperación del pasto

La Tabla 6 reúne los días requeridos para que el pasto Saboya alcanzara nuevamente la altura de ingreso al pastoreo durante los dos ciclos experimentales. Los resultados muestran que el tiempo de recuperación aumentó conforme se incrementó el período de ocupación de los animales. Esta tendencia fue consistente en ambos ciclos, evidenciando que una mayor intensidad de utilización del forraje retrasa el proceso de rebrote y prolonga el tiempo necesario para que la pradera recupere su capacidad productiva.

Tabla 6. *Período de recuperación del pasto Saboya hasta alcanzar la altura de ingreso (días).*

Tratamiento	Parcela	Periodo de recuperación (días)
Primer Ciclo		
T1 (2 días)	P1	23
	P2	24
	P3	25
T2 (3 días)	P1	27
	P2	28
	P3	29
T3 (4 días)	P1	32
	P2	33
	P3	34
Segundo Ciclo		
T1 (2 días)	P1	24
	P2	25
	P3	24
T2 (3 días)	P1	28
	P2	29
	P3	28
T3 (4 días)	P1	33
	P2	34
	P3	33

La Figura 2 permite visualizar de forma comparativa el comportamiento del período de recuperación entre los tratamientos evaluados. Se observa una respuesta creciente desde el tratamiento de dos días hasta el de cuatro días de ocupación, manteniéndose una tendencia similar en ambos ciclos experimentales. Esta representación gráfica facilita identificar el efecto del tiempo de permanencia de los animales sobre la velocidad de recuperación del pastizal.

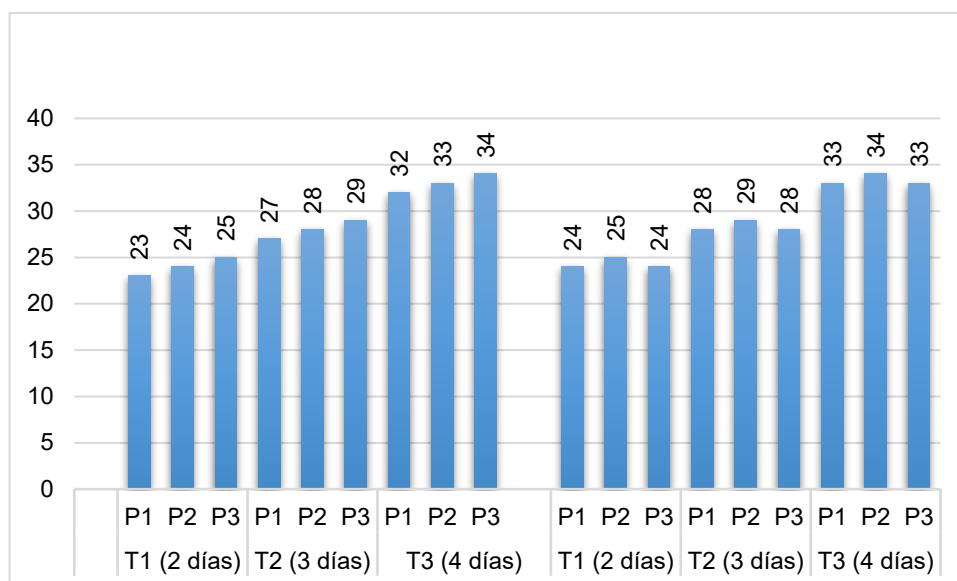


Gráfico 2. *Período de recuperación del pasto Saboya durante los dos ciclos experimentales según los tratamientos evaluados.*

El análisis de varianza de la Tabla 7 mostró diferencias altamente significativas entre los tratamientos ($p < 0,0001$), demostrando que el período de ocupación influyó directamente sobre el tiempo de recuperación del pasto Saboya. Estos resultados evidencian que el manejo del pastoreo constituye un factor determinante en la capacidad de rebrote de la pradera, ya que una utilización más intensa incrementa el tiempo requerido para alcanzar nuevamente la altura óptima de ingreso.

Tabla 7. *ANOVA para el período de recuperación.*

Fuente de variación	GL	SC	CM	F	p-valor
Tratamientos	2	246,11	123,06	184,32	<0,0001
Error	15	10,01	0,670		
Total	17	256,12			

La prueba de Tukey en la Tabla 8 permitió diferenciar estadísticamente los tres tratamientos evaluados. El tratamiento con dos días presentó el menos período de recuperación, mientras que el tratamiento con cuatro días registró el mayor número de días para alcanzar nuevamente la altura de pastoreo. Este comportamiento puede atribuirse a que una mayor intensidad de defoliación reduce la superficie foliar remanente u obliga a la planta a destinar mayor

cantidad de reservas fisiológicas para regenerar nuevos tejidos antes de reiniciar un crecimiento activo.

Tabla 8. Prueba de Tukey ($\alpha = 0,05$) para período de recuperación.

Tratamiento	Promedio (días)	Grupo
T3 (4 días)	33,17	a
T2 (3 días)	28,17	b
T1 (2 días)	24,17	c

Los resultados obtenidos evidenciaron que el período de recuperación aumentó conforme se incrementó el tiempo de ocupación de los animales, indicando que una mayor intensidad de aprovechamiento retrasa el restablecimiento del pastizal. Estos resultados concuerdan con lo reportado por Vera *et al.* (2024), quienes señalan que las gramíneas tropicales requieren un tiempo suficiente para reconstruir su área foliar después del pastoreo y restablecer sus reservas fisiológicas. De igual manera, Lucero *et al.* (2023) sostienen que el período de descanso constituye un componente esencial dentro del manejo racional de pasturas, ya que influye directamente sobre la velocidad de rebrote, la persistencia de la pradera y la producción posterior de biomasa. En consecuencia, un manejo adecuado del tiempo de recuperación favorece la sostenibilidad del sistema de producción ganadera y optimiza la utilización del recurso forrajero.

3.4 Relación hoja/tallo

En la Tabla 9 se presentan los valores correspondientes a la relación hoja/tallo del pasto Saboya obtenidos durante los dos ciclos experimentales. Se aprecia que esta relación disminuyó progresivamente conforme aumentó el tiempo de ocupación de los animales, observándose una mayor proporción de hojas en el tratamiento con dos días y una mayor presencia relativa de tallos en el tratamiento con cuatro días. Esta tendencia se mantuvo de manera uniforme durante ambos ciclos.

Tabla 9. Relación hoja/tallo del pasto Saboya.

Tratamiento	Parcela	Relación hoja/tallo
Primer Ciclo		
T1 (2 días)	P1	2,45
	P2	2,38
	P3	2,42
T2 (3 días)	P1	2,12
	P2	2,06
	P3	2,10
T3 (4 días)	P1	1,81
	P2	1,76
	P3	1,84
Segundo Ciclo		
T1 (2 días)	P1	2,47
	P2	2,41
	P3	2,44
T2 (3 días)	P1	2,14
	P2	2,09
	P3	2,12
T3 (4 días)	P1	1,84
	P2	1,79
	P3	1,86

La Figura 3 ilustra las diferencias existentes en la relación hoja/tallo entre los tratamientos con menor tiempo de ocupación conservaron una mayor cantidad de tejido foliar, mientras que los tratamientos con mayor permanencia redujeron dicha proporción. La representación gráfica facilita comprender la respuesta estructural del pasto frente a diferentes intensidades de aprovechamiento.

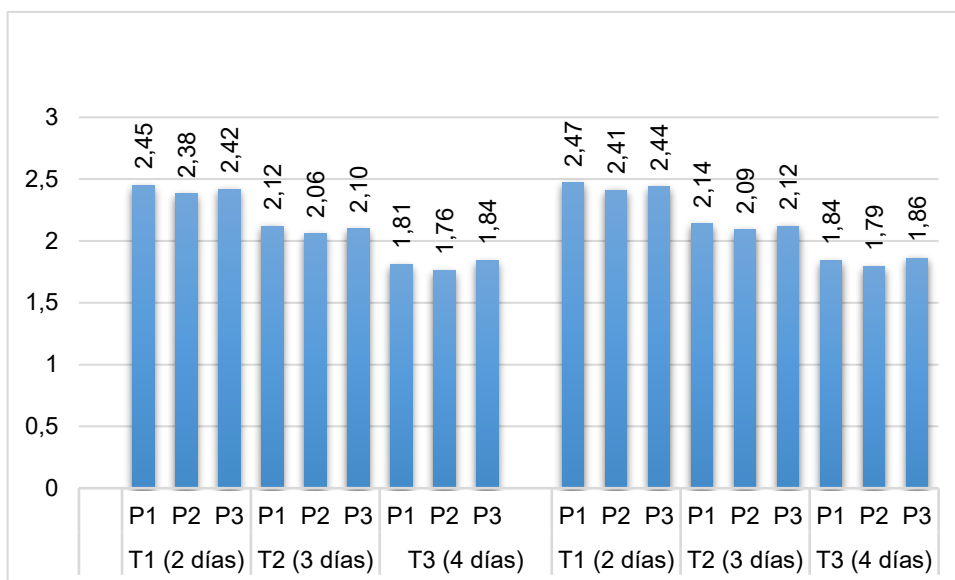


Gráfico 3. Relación hoja/tallo del pasto Saboya en los ciclos experimentales bajo diferentes tiempos de ocupación.

Los resultados del análisis de varianza en la Tabla 10 indicaron diferencias altamente significativas entre tratamientos ($p < 0,0001$), confirmando que el tiempo de ocupación modificó significativamente la relación hoja/tallo del pasto Saboya. Esto demuestra que la intensidad del pastoreo influye sobre la composición morfológica de la planta y, por consiguiente, sobre la calidad estructural del forraje disponible para el ganado.

Tabla 10. ANOVA para la relación hoja/tallo.

Fuente de variación	GL	SC	CM	F	p-valor
Tratamientos	2	1,360	0,680	214,53	<0,0001
Error	15	0,048	0,0032		
Total	17	1,408			

La prueba de Tukey de la Tabla 11 mostró diferencias estadísticas entre los tres tratamientos, ubicado al tratamiento de dos días como el de mayor relación hoja/tallo y al tratamiento de cuatro días como el de menor valor. Esta respuesta se debe a que las hojas constituyen la fracción más apetecible para los animales y son consumidas en mayor proporción cuando aumenta el tiempo de permanencia en la parcela. Como consecuencia, permanece una mayor proporción de tallos en el forraje residual.

Tabla 11. Prueba de Tukey ($\alpha = 0,05$) para la relación hoja/tallo).

Tratamiento	Promedio	Grupo
T1 (2 días)	2,43	a
T2 (3 días)	2,11	b
T3 (4 días)	1,82	c

Los resultados obtenidos para la relación hoja/tallo evidenciaron que esta variable disminuyó progresivamente conforme aumentó el tiempo de ocupación de los animales, reflejando cambios en la estructura morfológica de lasto Saboya. Estos resultados coinciden con lo descrito por Salazar *et al.* (2024), quienes manifiestan que la intensidad del pastoreo modifica la proporción entre hojas y tallos debido al mayor consumo de las fracciones más tiernas y de mayor valor nutritivo. Asimismo, Pinos (2022) sostienen que una elevada relación hoja/tallo representa un indicador de mejor calidad del forraje, ya que las hojas concentran una mayor cantidad de proteína y presentar mayor digestibilidad que los tallos. En este contexto, el manejo adecuado del período de ocupación favorece la conservación de una estructura vegetal más eficiente para el crecimiento y el consumo animal.

3.5 Producción de biomasa (kg MS/ha)

La Tabla 12 presenta la producción de biomasa obtenida mediante los aforos realizados en cuadros de un metro cuadrado durante los dos ciclos experimentales. Los resultados muestran que el tratamiento con dos días alcanzó la mayor producción de materia seca, seguido por el tratamiento con tres días, mientras que el tratamiento con cuatro días registró los menores valores. Esta respuesta fue similar en ambos ciclos, reflejando la influencia del manejo del pastoreo sobre la capacidad productiva del pastizal.

Tabla 12. Producción de biomasa obtenida mediante aforos de 1m² (kg MS/m²).

Tratamiento	Parcela	Producción (kg MS/m ²)
Primer Ciclo		
T1 (2 días)	P1	0,75
	P2	0,77
	P3	0,74
T2 (3 días)	P1	0,70
	P2	0,71
	P3	0,69
T3 (4 días)	P1	0,64
	P2	0,66
	P3	0,65
Segundo Ciclo		
T1 (2 días)	P1	0,76
	P2	0,78
	P3	0,75
T2 (3 días)	P1	0,71
	P2	0,72
	P3	0,70
T3 (4 días)	P1	0,65
	P2	0,67
	P3	0,66

La Figura 4 representa gráficamente la producción promedio de biomasa expresada en kilogramos de materia seca por hectárea. En ella se observa una disminución progresiva del rendimiento conforme aumentó el tiempo de ocupación, manteniéndose un comportamiento similar entre ambos ciclos experimentales. Estos resultados reflejan el efecto del manejo del pastoreo sobre la acumulación de biomasa disponible.

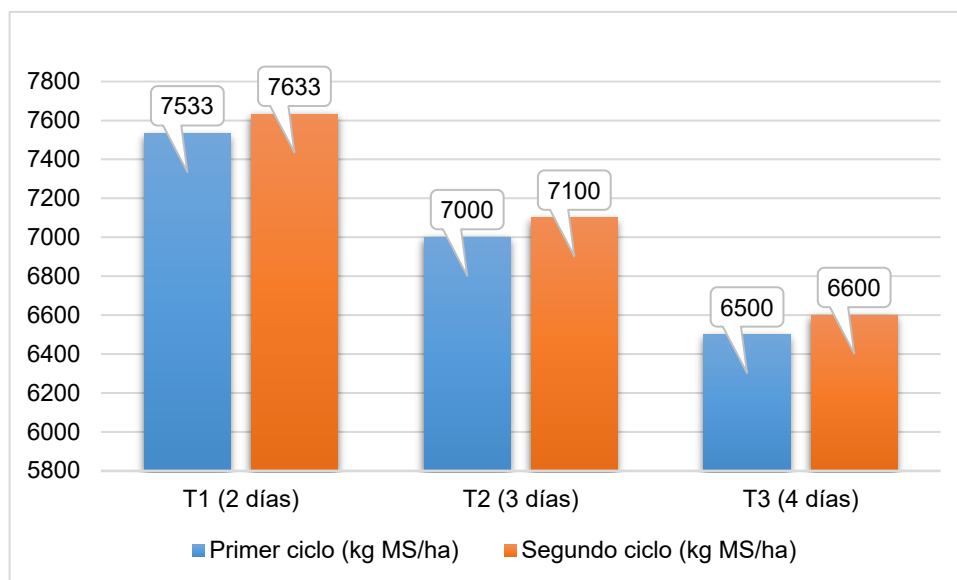


Gráfico 4. Producción de biomasa del pasto Saboya promedio expresada en kg de materia seca por hectárea (kg MS/ha) durante los ciclos experimentales.

El análisis de varianza de la Tabla 13 evidenció diferencias altamente significativas entre los tratamientos ($p < 0,0001$), indicando que el tiempo de ocupación efecto significativamente la producción de biomasa del pasto Saboya. las diferencias encontradas demuestran que la intensidad de utilización del forraje influye directamente sobre la capacidad de producción de materia seca de la pradera.

Tabla 13. ANOVA para la producción de biomasa (kg MS/ha).

Fuente de variación	GL	SC	CM	F	p-valor
Tratamientos	2	4461111	2230556	170,82	<0,0001
Error	15	195833	13056		
Total	17	4656944			

La prueba de Tukey de la Tabla 14 permitió establecer diferencias significativas entre los tres tratamientos. El tratamiento con dos días presentó la mayor producción de biomasa debido a que conservó una mayor área foliar capaz de sostener la actividad fotosintética y favorecer un rebrote más eficiente. En contraste, el tratamiento con cuatro días experimentó una extracción más intensa del forraje, reduciendo la cantidad de biomasa disponible y prolongando el proceso de recuperación de la planta.

Tabla 14. Prueba de Tukey ($\alpha = 0,05$) para la producción de biomasa).

Tratamiento	Promedio (kg MS/ha)	Grupo
T1 (2 días)	7 583	a
T2 (3 días)	7 050	b
T3 (4 días)	6 550	c

Los resultados obtenidos para la producción de biomasa demostraron que el tratamiento con dos días de ocupación alcanzó los mayores rendimientos de materia seca, mientras que el tratamiento con cuatro días presentó la menor producción. Estos resultados concuerdan con lo señalado por Pantoja *et al.* (2025), quienes indican que una menor intensidad de aprovechamiento permite conservar una mayor área foliar activa, favoreciendo la acumulación de biomasa y el crecimiento continuo de las gramíneas tropicales. De igual manera, Montezuma (2023) menciona que el manejo racional del pastoreo mejora la eficiencia fotosintética de la planta y optimiza la producción de materia seca, siempre que se respeten los períodos adecuados de ocupación y descanso. Bajo estas condiciones, la regulación del pastoreo constituye una estrategia importante para incrementar la productividad de las praderas.

3.6 Calidad nutricional del forraje

La Tabla 15 presenta la caracterización bromatológica del pasto Saboya utilizada durante el desarrollo del experimento. Los resultados obtenidos para proteína cruda, fibra detergente neutra (FDN) y fibra detergente ácida (FDA) permiten conocer la calidad nutricional del forraje ofrecido a los animales. Estos parámetros constituyen indicadores fundamentales del valor alimenticio del pasto, ya que refleja tanto su aporte proteico como el contenido de fibra asociado al consumo y la digestibilidad.

Tabla 15. Calidad nutricional del pasto Saboya.

Parámetro	Resultado (%)
Proteína cruda	11,2
Fibra Detergente Neutra (FDN)	61,8
Fibra Detergente Ácida (FDA)	35,4

La caracterización bromatológica realizada al pasto Saboya permitió evidenciar niveles de proteína cruda y contenidos de fibra acordes con los reportados para gramíneas tropicales manejadas bajo condiciones de pastoreo. Estos resultados coinciden con lo indicado por Rubira *et al.* (2023), quienes señalan que la composición nutricional del forraje depende principalmente del estado fisiológico de la planta, de las condiciones ambientales y del manejo agronómico aplicado durante su desarrollo. Asimismo, Loskutova *et al.* (2024) manifiestan que parámetros como la proteína cruda, la fibra detergente neutra y fibra detergente ácida constituyen indicadores fundamentales para evaluar el valor nutritivo y el potencial de consumo del forraje por parte de los animales. En consecuencia, el análisis bromatológico representa una herramienta indispensable para valorar la calidad del alimento disponible en los sistemas ganaderos.

3.7 Consumo de materia seca (CMS)

En la Tabla 16 se presentan los valores de consumo de materia seca registrados durante los dos ciclos experimentales para los diferentes tratamientos. Se observa que el consumo aumentó progresivamente conforme se incrementó el tiempo de ocupación de los animales, alcanzando los mayores valores en el tratamiento con cuatro días. Este comportamiento fue consistente en ambos ciclos, evidenciando una mayor utilización del forraje disponible cuando la permanencia en la parcela fue más prolongada.

Tabla 16. Consumo de materia seca (kg MS/ha).

Tratamiento	Parcela	Consumo (kg MS/ha)
Primer Ciclo		
T1 (2 días)	P1	3150
	P2	3250
	P3	3200
T2 (3 días)	P1	3550
	P2	3620
	P3	3580
T3 (4 días)	P1	3950
	P2	4050
	P3	4000
Segundo Ciclo		
T1 (2 días)	P1	3200
	P2	3300
	P3	3250
T2 (3 días)	P1	3600
	P2	3680
	P3	3630
T3 (4 días)	P1	4020
	P2	4100
	P3	4050

El Gráfico 5 muestra el comportamiento del consumo de materia seca entre los tratamientos evaluados. Se aprecia una tendencia ascendente desde el tratamiento con dos días hasta el tratamiento con cuatro días de ocupación, lo que permite identificar de manera clara el efecto del tiempo de permanencia de los animales sobre la cantidad de forraje consumido.

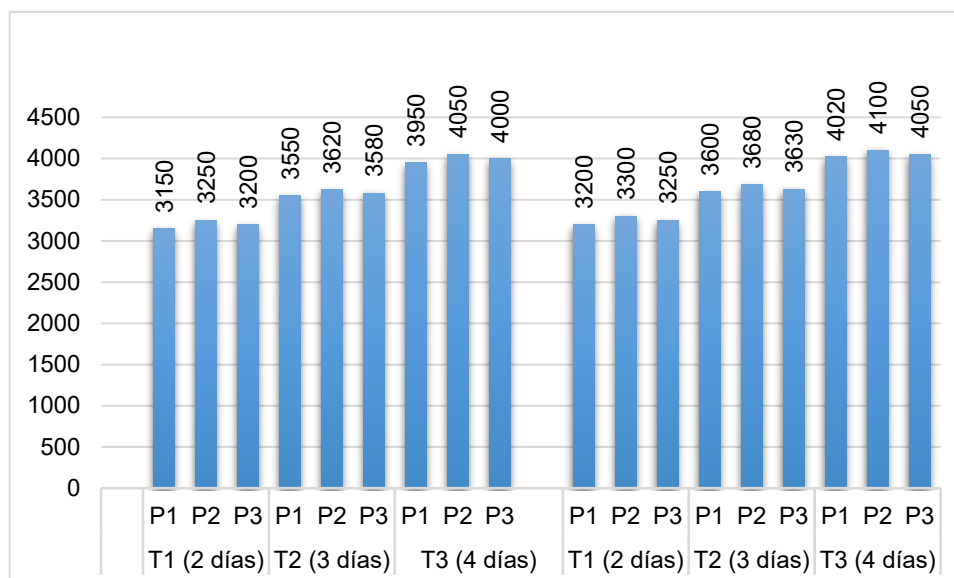


Gráfico 5. Consumo de materia seca (kg MS/ha) del pasto Saboya durante los dos ciclos experimentales según los tratamientos evaluados.

El análisis de varianza de la Tabla 17 indicó diferencias altamente significativas entre los tratamientos ($p < 0,0001$), demostrando que el tiempo de ocupación influyó significativamente sobre el consumo de materia seca. Estos resultados evidencian que el aumento en la permanencia de los animales incrementó la cantidad de forraje aprovechado durante el período de pastoreo.

Tabla 17. ANOVA para el consumo de materia seca.

Fuente de variación	GL	SC	CM	F	p-valor
Tratamientos	2	2386111	1193056	153,41	<0,0001
Error	15	116667	7778		
Total	17	2502778			

La prueba de Tukey de la Tabla 18 permitió diferenciar estadísticamente los tres tratamientos evaluados. El tratamiento con cuatros días registró el mayor consumo de materia seca debido a que los animales permanecieron más tiempo en la parcela, incrementando la utilización del forraje disponible. En contraste, el tratamiento con dos días presentó el menor consumo como consecuencia de una menor duración del pastoreo y de una mayor cantidad de biomasa residual al finalizar la ocupación.

Tabla 18. Prueba de Tukey ($\alpha = 0,05$) para el consumo de materia seca.

Tratamiento	Promedio (kg MS/ha)	Grupo
T3 (4 días)	4 028	a
T2 (3 días)	3 610	b
T1 (2 días)	3 225	c

Los resultados obtenidos para el consumo de materia seca evidenciaron un incremento conforme aumentó el tiempo de ocupación de los animales, registrándose los valores en el tratamiento con cuatro días de permanencia. Estos resultados coinciden con lo reportado con Villalobos y Jones (2023), quienes señalan que el consumo de forraje depende de la disponibilidad de biomasa, el tiempo de acceso al pastizal y las características estructurales del alimento ofrecido. Asimismo, ArunKumar *et al.* (2025) indican que una mayor permanencia de los animales en las parcelas incrementa la utilización del recurso forrajero, favoreciendo un mayor consumo total de materia seca. Sin embargo, también destacan que un consumo elevado debe mantenerse dentro de límites que no comprometan la capacidad de recuperación de la pradera ni afecten su productividad en los ciclos posteriores.

3.8 Porcentaje de aprovechamiento de forraje

La Tabla 19 presenta el porcentaje de aprovechamiento del forraje obtenido durante los dos ciclos experimentales para cada uno de los tratamientos evaluados. Los resultados evidencian un incremento gradual del aprovechamiento conforme aumentó el tiempo de ocupación, alcanzándose los mayores porcentajes en el tratamiento con cuatro días. Esta respuesta refleja una utilización más intensiva del recurso forrajero por parte de los animales.

Tabla 19. Porcentaje de aprovechamiento del forraje.

Tratamiento	Parcela	Aprovechamiento (%)
Primer Ciclo		
T1 (2 días)	P1	42,0
	P2	42,2
	P3	43,2
T2 (3 días)	P1	50,7
	P2	51,0
	P3	51,9
T3 (4 días)	P1	61,9
	P2	61,4
	P3	61,5
Segundo Ciclo		
T1 (2 días)	P1	42,1
	P2	42,3
	P3	43,3
T2 (3 días)	P1	50,7
	P2	51,1
	P3	51,9
T3 (4 días)	P1	61,8
	P2	61,2
	P3	61,4

El Gráfico 6 resume el comportamiento del porcentaje de aprovechamiento del forraje entre los estudiados. La representación gráfica evidencia una tendencia creciente desde el tratamiento con dos días hasta el de cuatro días de ocupación, mostrando una respuesta uniforme durante ambos ciclos experimentales y facilitando la comparación del nivel de utilización del pastizal.

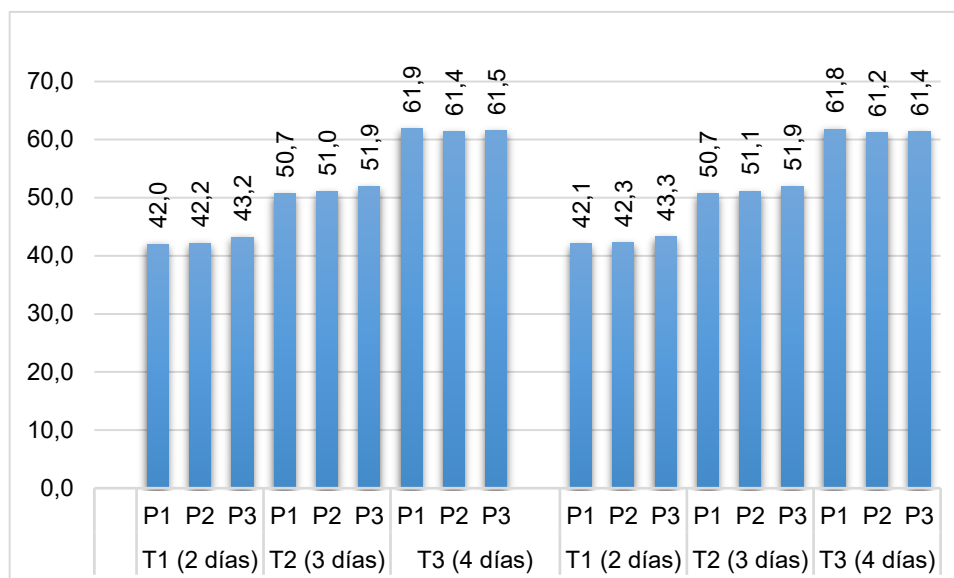


Gráfico 6. Porcentaje de aprovechamiento del forraje del pasto Saboya durante los dos ciclos experimentales bajo diferentes tiempos de ocupación.

El análisis de varianza de la Tabla 20 mostró diferencias significativas entre tratamientos ($p < 0,0001$), indicando que el tiempo de ocupación tuvo un efecto significativo sobre el porcentaje de aprovechamiento del forraje. Este resultado confirma que el manejo del pastoreo influye directamente en la eficiencia con la que los animales utilizan la biomasa disponible.

Tabla 20. ANOVA para el porcentaje de aprovechamiento.

Fuente de variación	GL	SC	CM	F	p-valor
Tratamientos	2	1188,64	594,32	428,91	<0,0001
Error	15	20,79	1,23		
Total	17	1209,43			

La prueba de Tukey de la Tabla 21 permitió separar los tratamientos en tres grupos estadísticos diferentes, siendo el tratamiento con cuatro días el que presentó el mayor porcentaje de aprovechamiento del forraje. Este comportamiento se explica porque una mayor permanencia de los animales incrementa el tiempo disponible para consumir el material vegetal, reduciendo la cantidad de biomasa remanente. En cambio, el tratamiento con dos días dejó una mayor proporción de forraje residual, favoreciendo la conservación de la pradera y proporcionando mejores condiciones para un rebrote rápido y vigoroso.

Tabla 21. Prueba de Tukey ($\alpha = 0,05$) para el porcentaje de aprovechamiento del forraje.

Tratamiento	Promedio (%)	Grupo
T3 (4 días)	61,53	a
T2 (3 días)	51,23	b
T1 (2 días)	42,52	c

Los resultados obtenidos para el porcentaje de aprovechamiento de forraje demostraron que esta variable aumentó progresivamente conforme se incrementó el tiempo de ocupación de los animales, alcanzando los mayores valores en el tratamiento con cuatro días. Estos resultados concuerdan con lo señalado por Yamaguchi *et al.* (2022), quienes indican que la eficiencia de utilización del forraje depende principalmente del manejo del pastoreo, de la permanencia de los animales y de la disponibilidad de biomasa existente en cada parcela. De igual manera, Velasco *et al.* (2022) mencionan que un mayor porcentaje de aprovechamiento incrementa la eficiencia inmediata de utilización del recurso, aunque puede disminuir la cantidad de biomasa residual necesaria para favorecer un rebrote rápido y sostenido. Por ello, el manejo racional del pastoreo busca mantener un equilibrio entre la eficiencia del consumo y la persistencia de la pradera a largo plazo.

CAPITULO IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

Los diferentes períodos de ocupación evaluados influyeron en la productividad del pasto Saboya (*Megathyrus maximus*) evidenciándose que el tratamiento con mejor desempeño favoreció una mayor producción de biomasa y una recuperación más eficiente del forraje. Estos resultados demuestran que la adecuada regulación del tiempo de permanencia del ganado constituye un factor determinante para optimizar el rendimiento de las pasturas, por lo que se recomienda implementar este período de ocupación en sistemas de pastoreo rotacional del cantón Chone.

El período de ocupación que presentó los mejores resultados permitió alcanzar un equilibrio entre el tiempo de utilización y el descanso del pasto, favoreciendo una recuperación adecuada antes del siguiente pastoreo. Esto confirma que la planificación de los tiempos de ocupación contribuye a mantener la persistencia de la pradera y la disponibilidad de forraje durante los ciclos de producción.

La relación hoja/tallo, el consumo de materia seca y el porcentaje de aprovechamiento del forraje reflejaron una utilización más eficiente del pasto en el tratamiento de mejor comportamiento, indicando que un manejo adecuado del período de ocupación mejora tanto la calidad como el aprovechamiento del recurso forrajero por parte de los bovinos.

La evaluación integral de la producción de biomasa, la recuperación de lasto y la calidad nutricional permitió identificar el tratamiento con mayor eficiencia técnica para el manejo del pasto Saboya bajo condiciones de pastoreo rotacional. En consecuencia, su aplicación representa una alternativa viable para mejorar la productividad de los sistemas ganaderos del cantón Chone, favoreciendo un uso más sostenible de las pasturas y una mayor eficiencia en la alimentación bovina.

4.2. Recomendaciones

Implementar un período de ocupación de 2 días (T1), debido a que presentó el mejor desempeño durante la investigación. Este tratamiento alcanzó una producción de biomasa de 7,583 kg MS/ha y un período de recuperación aproximado de 24 días. Por ello, se recomienda su aplicación en sistemas de pastoreo rotacional del cantón Chone.

Mantener un período de descanso de 30 días entre ciclos de pastoreo cuando las condiciones climáticas sean similares a las del presente estudio, permitiendo que el pasto Saboya alcance una altura de ingreso entre 80 y 90 cm, garantizando así una adecuada recuperación fisiológica y una mayor persistencia de la pradera.

Realizar investigaciones complementarias durante la época seca para evaluar el comportamiento del pasto Saboya bajo diferentes condiciones ambientales, con el fin de determinar si el período de ocupación más eficiente se mantiene o requiere ajustes de acuerdo con la disponibilidad de humedad y el ritmo de crecimiento del forraje.

Incorporar en futuras investigaciones análisis bromatológicos más amplios, incluyendo variables como digestibilidad de la materia seca, energía metabolizable, minerales y otros indicadores nutricionales, con el propósito de complementar la evaluación de la calidad del forraje y fortalecer los criterios para la toma de decisiones en el manejo del pastoreo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Andrade, V., & Murillo, R. (2023). Uso del pasto Saboya, rendimiento y calidad nutricional en diferentes frecuencias de corte en Manglaralto, Santa Elena. *Revista Multidisciplinaria de Desarrollo Agropecuario, Tecnológico, Empresarial y Humanista*, 5(2). <https://investigacion.utc.edu.ec/index.php/dateh/article/view/895>
- ArunKumar, K., Blake, N., Walker, M., Yost, T., Mata, D., Holásková, I., . . . Wilson, M. (2025). Predicción del consumo de materia seca en ganado a gran escala utilizando técnicas de regresión de potenciación de gradiente y regresión de potenciación de procesos gaussianos con explicación aditiva de Shapley, inteligencia artificial explicable, MLflow . *Journal of Animal Science*, 103. <https://doi.org/10.1093/jas/skaf041>
- Baronti, S., Ungaro, F., Maienza, A., Ugolini, F., Lagomarsino, A., Agnelli, A., . . . Primo, F. (2022). Rotational pasture management to increase the sustainability of mountain livestock farms in the Alpine region. *Regional Environmental Change*, 22(50). <https://link.springer.com/article/10.1007/s10113-022-01896-1>
- Bautista, J., & Arévalo, J. (2021). Determinación de la materia orgánica del suelo (MOS) por el método químico y por calcinación. *Revista Ingeniería y Región*, 26. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/8159796.pdf>
- Birer, S. (2023). Características de algunas plantas de pasto de clima cálido comúnmente utilizadas en cultivos de campo verde. *Bilge International Journal of Science and Technology Research*, 7(1). <https://doi.org/10.30516/bilgesci.1203138>
- Carneiro, S., Castro, M., Francklin, G., Aparecida, R., & Fischer, A. (2021). Crecimiento de *Megathyrus maximus* cv. Mombaça afectado por estrategias de pastoreo y estacionalidad ambiental. I. Dinámica del ahijamiento y estabilidad de la población. *Crop & Pasture*, 72(1), 55–65. <https://doi.org/10.1071/CP20198>

- Čarni, A., Čuk, M., Krstonošić, D., & Škvorc, Ž. (2021). Estudio de la calidad forrajera de los pastizales en el margen sur de la cuenca panónica. *Agronomy*, 11(11). <https://doi.org/10.3390/agronomy11112132>
- Castellaro, G., Morales, L., Rodrigo, P., & Fuentes, G. (2026). Carga ganadera y capacidad de carga de los pastizales naturales de la Patagonia chilena: estimación a nivel comunal. *Agro Sur*, 44(2), 11–23. <https://doi.org/10.4206/agrosur.2016.v44n2-03>
- Castillo, E., Jarillo, J., Alonso, M., Ocaña, E., & Valles, B. (2023). Curva de crecimiento de un pasto tropical de hierbas mixtas en un clima cálido y húmedo. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 26(2). <https://www.revista.ccba.uady.mx/ojs/index.php/TSA/article/view/4272>
- Castillo, X., Etchevers, J., Hidalgo, C., & Aguirre, A. (2021). Evaluación de la calidad de suelo: generación e interpretación de indicadores. *TERRA LATINOAMERICANA*, 39. <https://doi.org/10.28940/terra.v39i0.698>
- Chenais, F., Espinasse, R., & Leroux, M. (2023). Pastoreo rotacional de vacas lecheras: efecto de los intervalos de pastoreo en la producción animal y de pasto. *Annales de Zootechnie*, 44(1), 132-132. <https://doi.org/10.1051/animres:199505102>
- Cruz, G., Romero, D., Alonso, M., Fernandez, A., Vicente, J., & Pinos, J. (2026). El pastoreo rotacional: una alternativa sostenible en el control de la garrapata del bovino. *Abanico Veterinario*, 1(2). <https://doi.org/10.21929/abavet2026.6>
- Derichs, K., Mosquera, J., Ron, L. J., Puga, B., & Cueva, F. D. (2021). Intervalos de corte de pasto Saboya (*Panicum maximum* Jacq.), sobre rendimiento de materia seca y composición química de su ensilaje. *Siembra*, 8(2). <https://doi.org/10.29166/siembra.v8i2.2506>
- Giles, P., Menegazzi, G., Mattiauda, D., Utsumi, S., & Chilbroste, P. (2026). Agronomy. *Agronomy*, 16(2). <https://doi.org/10.3390/agronomy16020183>

- Gómez, J., Vasconez, G., Torres, J., & Moran, C. (2021). Rendimiento de biomasa del pasto Saboya (*Megathyrsus maximus*) con relación a dos frecuencias de corte. *Magazine De Las Ciencias: Revista De Investigación E Innovación*, 6(2), 55–63. <https://doi.org/10.33262/rmc.v6i2.1251>
- Gros, C., Bulot, A., Aviron, S., Beaujouan, V., & Daniel, H. (2023). Tanto las prácticas de manejo como el paisaje influyen en las comunidades vegetales de los pastizales urbanos. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 11. <https://doi.org/10.3389/fevo.2023.1151913>
- Guerrero, C. (2021). *Evaluación de la frecuencia de corte del pasto Saboya (Panicum maximum) cv. Tanzania en la parroquia La Belleza, cantón Francisco de Orellana*. Repositorio Institucional ESPOCH: <https://dspace.esPOCH.edu.ec:8080/server/api/core/bitstreams/e1631386-b95b-4922-a7e4-d45a9283b68c/content>
- Haghighatjoo, F., Nikkhah, M., & Rahimpour, M. R. (2024). Caracterización y explotación de carbohidratos. *Encyclopedia of Renewable Energy, Sustainability and the Environment*, 1, 553-564. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-93940-9.00190-0>
- Hayatu, K., & Abubakar, L. (2021). Prácticas de manejo de pastizales, praderas y reservas de pastoreo para la producción ganadera en los trópicos: una revisión. *American Journal of Entomology*, 5(2), 18-26. <https://doi.org/10.11648/j.aje.20210502.11>
- Hennessy, D., Rinne, M., Eriksen, J., & Delaby, L. (2025). ¿Qué podemos hacer para mejorar la contribución de los pastizales europeos a la seguridad alimentaria neta? *Grass and Forage Science*, 80(4). <https://doi.org/10.1111/gfs.70015>
- Iglesias, W., Méndez, L., Cedeño, Á., Chávez, V., & Moran, C. (2024). Evaluación nutricional del pasto saboya (*Panicum máximum*) variedades, mombaza, tanzania y zuri, a los 35 días de cosecha. *Centrosur Agraria*, 1(22). <https://centrosuragraria.com/index.php/revista/article/view/266>

- Jordon, M., Winter, M., & Petrokofsky, G. (2022). Ventajas, desventajas y razones para no adoptar el pastoreo rotacional, los pastizales herbáceos, los árboles en las explotaciones ganaderas y las rotaciones entre pastizales y cultivos en las granjas ganaderas inglesas. *Agroecology and Sustainable Food Systems*, 47(3), 330-354. <https://doi.org/10.1080/21683565.2022.2146253>
- Joslin, A. (2021). Intersecciones entre conservación, ganadería y cultura en los pastizales del páramo de Ecuador. *Mountain Research and Development*, 41(4). <https://doi.org/10.1659/MRD-JOURNAL-D-21-00015.1>
- Loera, J., López, P., Gutiérrez, R., Carrete, F., & Quero, A. (2025). Respuesta del pastizal al pastoreo continuo y rotacional en el norte de México. *Revista Mexicana De Ciencias Pecuarias*, 16(3), 698–713. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v16i3.6827>
- Loskutova, G., Alimzhanov, K., Satayeva, Z., Zhaxybayeva, E., & Zhakupov, M. (2024). Estudio de la composición química y el valor nutritivo de los pastos. *Issues of Sustainable Development of Agriculture*, 539, 6. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202453902006>
- Lucero, J., Gómez, G., Guamán, R., Villavicencio, Á., Ulloa, S., & Romero, E. (2023). Tiempos de descanso de *Panicum maximum* y *Brachiaria brizantha* mediante tres tipos de corte. *Revista De Investigaciones Veterinarias Del Perú*, 34(5). <https://doi.org/10.15381/rivep.v34i5.24237>
- Merino, V., Aguilar, R., Piña, L., Garriga, M., Ostria, E., López, D., . . . Rivero, J. (2024). Dinámica de rebrote y características morfofisiológicas de *Plantago lanceolata* bajo diferentes frecuencias e intensidades de defoliación. *PlosOne*, 12(2). <https://doi.org/https://doi.org/10.1371/journal.pone.0310009>
- Mochi, L., Pittarello, M., Schneider, M., Nota, G., Volpe, J., Oriani, F., . . . Probo, M. (2026). El pastoreo de ganado en las tierras altas reduce la cobertura de matorrales y aumenta la diversidad vegetal en los pastos invadidos por

alisos verdes. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 397.
<https://doi.org/10.1016/j.agee.2025.110070>

Montezuma, J. (2023). *Repositorio*. Evaluación del rendimiento productivo, químico y predicción de energía metabolizable en bovinos del pasto Saboya "Panicum maximum", en la región Amazónica: <https://dspace.esPOCH.edu.ec:8080/server/api/core/bitstreams/07f8cd5d-e30c-4ee0-b070-913f7a5766e7/content>

Mosquera, D., Pilaloe, W., Fernández, M., & Inagan, J. (2025). Análisis comparativo del impacto de dos métodos de siembra sobre la productividad del pasto saboya (*Panicum maximum* Jacq.). *Científico-Académica Multidisciplinaria*, 10(11).
<https://doi.org/10.23857/pc.v10i11.10648>

Nachiyar, V., Prathiba, S., Leka, H., Parthasarathy, R., Sureshkumar, S., Kumar, R. D., & Singh, P. (2025). Efectos de las interacciones suelo-planta-animal sobre la estabilidad del microclima y el bienestar en sistemas de pastoreo de ganado. *Journal of Animal Environment*, 17(3).
<https://doi.org/10.70102/AEJ.2025.17.3.43>

Ouedraogo, S., Sanou, L., Ouattara, B., & Kiema, S. (2024). Efectos del fósforo, el calcio y el magnesio en la producción de biomasa de *Stylosanthes hamata* (L.) Taub., *Stylosanthes guianensis* (Aubl.) Sw., *Brachiaria brizantha* (Hochst. ex A. Rich.) Stapf y *Brachiaria ruziziensis* Germ. & CM Evrard en Burkina Faso. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 18(3), 1032–1045.
<https://doi.org/10.4314/ijbcs.v18i3.25>

Pantoja, C., Cruz, J., Contreras, J., Lopez, M., Pizarro, S., & Arias, A. (2025). Producción de biomasa y calidad nutricional en pastura consociada en la Sierra Central de Perú. *Revista De Investigaciones Veterinarias Del Perú*, 36(4). <https://doi.org/10.15381/rivep.v36i4.31288>

Pereira, F., Machado, L., Kazama, D., Guimarães, R., Pereira, L., & Enríquez, D. (2020). Efecto del período de recuperación de pastos mixtos sobre el

comportamiento del ganado, la producción de biomasa del pasto y el valor nutricional del pasto. *Animal*, 14(9), 1961-1968. <https://doi.org/10.1017/S1751731120000701>

Pérez, Y., Pinargote, I., Zambrano, I., Balcázar, M., & Pesantez, M. (2025). Efecto de la carga animal sobre la dinámica de malezas en pasturas de *Megathyrus maximus* en sistemas de pastoreo continuo. *Ciencias Sociales y Humanas*, 9(3), 29-41. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i3.17546

Pinos, D. (2022). *Repositorio*. Calidad del suelo a partir de indicadores físicos y químicos aplicado a tres usos de suelo para la generación de propuestas de gestión por impactos en el suelo por acciones antrópicas en el bosque y vegetación protectores de Sunsun-Yanasacha: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/21860/1/UPS-CT009562.pdf>

Pitman, W. (2021). Expectativas ecológicas y agrícolas cambiantes para los pastizales gestionados de la llanura costera de EE. UU. *Restoration Ecology*, 29(7). <https://doi.org/10.1111/rec.13436>

Popp, M., Ashworth, A., & West, C. (2021). Simulación de la viabilidad del pasto varilla de doble uso en explotaciones ganaderas de cría de vacas y terneros. *Energies*, 14(9). <https://doi.org/10.3390/en14092422>

Portner, S., Heins, B., Buchanan, E., & Reese, M. (2023). Biomasa forrajera y valor nutritivo de gramíneas y leguminosas cultivadas bajo sistemas agrovoltaicos. *AgriVoltaics Conference Proceedings*, 2. <https://doi.org/10.52825/agripv.v2i.979>

Rouet, S., Barillot, R., Leclercq, D., Bernicot, M.-H., Combes, D., Escobar, A., & Durand, J. (2021). Interacciones entre el ambiente y la diversidad genética en la fenología de las gramíneas perennes: una revisión de los procesos a escala de planta y la modelización. *Frontiers in Plant Science*, 12(2). <https://doi.org/10.3389/fpls.2021.672156>

- Rouet, S., Durand, J.-L., Leclercq, D., Bernicot, M.-H., Combes, D., Escobar, A., & Barillot, R. (2022). L-GrassF: un modelo funcional-estructural y fenológico de *Lolium perenne* que integra la morfogénesis vegetal y el desarrollo reproductivo. *in silico Plants*, 4(2). <https://doi.org/10.1093/insilicoplants/diac012>
- Rubira, C., Acosta, N., Luna, R., Quevedo, N., & Andrade, V. (2023). Uso del pasto Saboya, rendimiento y calidad nutricional en diferentes frecuencias de corte en Manglaralto, Santa Elena. *DATEH*, 14(27), 9-20. <https://investigacion.utc.edu.ec/index.php/dateh/es/article/download/895/1267?inline=1>
- Ruolo, M., Pérez, H., & Rodríguez, A. (2022). Intercepción de la luz, rendimiento, rebrote primaveral y calidad de *Chloris gayana* bajo diferentes regímenes de defoliación. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 65(6), 573-585. <https://doi.org/10.1080/00288233.2022.2038212>
- Salazar, C., Nuela, M., Masaquiza, J., & Quinteros, O. (2024). Interacción Suelo, Planta, Animal en el Contexto de Dos Sistemas Productivos Desarrollados en Ambientes Ecológicos Diferentes. *Ciencias Sociales y Humanas*, 8(1), 474-486. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i1.9431
- Sanguinetti, L., Sanguinetti, M., Remnant, J., Orsel, K., Ganshorn, H., Tang, M., & Lhermie, G. (2025). Una revisión exploratoria sobre el impacto del pastoreo rotacional en sistemas de ganado vacuno de carne en las emisiones de gases de efecto invernadero, la salud del suelo, la diversidad vegetal y los parámetros de productividad vegetal. *Canadian Journal of Animal Science*, 105. <https://doi.org/10.1139/cjas-2025-0010>
- Santos, P., & Rocha, A. (2025). Efectos del pastoreo rotacional sobre la capacidad de carga de los pastos nativos: Un análisis comparativo en sistemas ganaderos extensivos. *Revista Contemporânea*, 5(10). <https://doi.org/10.56083/RCV5N10-135>

- Saquicela, R., Useche, L., & González, A. (2022). Muestreo de la variabilidad espacial de las propiedades del suelo de los pastizales. *Minerva*, 1(Especial), 138-149. <https://doi.org/10.47460/minerva.v1iSpecial.89>
- Swacha, G., Raduła, M., Jewtich, S., Kusak, B., & Świerszcz, S. (2024). Variaciones en los patrones de composición y diversidad taxonómica y funcional de las plantas en diferentes tipos de pastizales urbanos y rurales. *Land Degradation & Development*, 35(16), 4997-5010. <https://doi.org/10.1002/ldr.5273>
- Tejera, M., & Walker, B. (2023). Una reducción del 30% en las reservas de rizomas de pasto varilla no disminuyó el rendimiento de biomasa. *GCB Bioenergy: Bioproducts for a Sustainable Bioeconomy*, 15(11), 1329-1338. <https://doi.org/10.1111/gcbb.13094>
- Velasco, S., Tadeo, M., Espinosa, A., Zaragoza, J., Canales, E., & Coutiño, B. (2022). Rendimiento de grano, forraje y calidad forrajera de nuevos híbridos de maíz de Valles Altos. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 13(1), 77-87. <https://doi.org/10.29312/remexca.v13i1.2398>
- Vera, J., Villamar, J., Coveña, F., Rivera, C., & Velasquez, E. (2024). Rendimiento de la biomasa verde y materia seca del pasto saboya (*Megathyrsus maximus*): utilizando diferentes niveles de biol orgánico. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(2), 3622-3632. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i2.10782
- Villalobos, L., & Jones, R. (2023). Estimación de la biomasa forrajera mediante una ecuación precalibrada de un medidor de placa ascendente en pastos cultivados en condiciones tropicales. *Grasses*, 2(2), 127-141. <https://doi.org/10.3390/grasses2020011>
- Wang, X., Yan, S., Wang, W., Yin, L., Li, M., Yu, Z., . . . Hou, F. (2023). Monitoreo del índice de área foliar de la mezcla de pastos sembrada a través de imágenes multiespectrales de UAV y características de textura. *Computers and Electronics in Agriculture*, 2(2).

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0168169923007214?via%3Dihub>

- Wang, Y., Dang, N., Feng, K., Wang, J., Jin, X., Yao, S., . . . Deng, Y. (2023). Redes ecológicas interdominio gramíneas-microbianas asociadas a la productividad de los pastizales alpinos. *Frontiers in Microbiology*, 14. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2023.1109128>
- Whitt, C., & Wallander, S. (2022). Adopción del pastoreo rotacional en explotaciones ganaderas de cría de vacas y terneros. *Economic Research Service*(243). <https://doi.org/10.22004/ag.econ.333532>
- Wiewióra, B., & Żurek, G. (2023). Césped ornamental: una breve introducción a las especies, sus aplicaciones y funciones. *Agronomy*, 13(4). <https://doi.org/10.3390/agronomy13041164>
- Yamaguchi, H., Yasutake, D., Hirota, T., & Nomura, K. (2022). Método de medición no destructivo del índice de área foliar mediante radiación infrarroja cercana y radiación fotosintéticamente activa transmitida a través del follaje de una planta de hoja verde. *The American Society for Horticultural Science*, 58(1), 16-22. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI16761-22>
- Zhu, X., Yang, Q., Chen, X., & Ding, Z. (2023). Un método para la estimación conjunta del índice de área foliar de pastizales y el contenido de clorofila foliar a partir de datos hiperespectrales de UAV. *Remote Sensing*, 15(10). <https://doi.org/10.3390/rs15102525>

ANEXOS

Anexo 1. Bovinos experimentales.



Anexo 2. Medición de la variable altura del pasto (cm).



Anexo 3. Toma de muestra con cuadro de aforo.



Anexo 4. Determinación de la variable relación hoja/tallo.



Anexo 5. Determinación de producción de biomasa (kg MS/ha).

