



UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ

Trabajo de Titulación – Modalidad Proyecto de Investigación

Título:

“Diseño de un plan de pastoreo racional basado en la dinámica de crecimiento del pasto *Megathyrsus maximus* cv. Saboya en el cantón Chone”

Autora:

Cevallos Ortiz Shirley Nahomy

Unidad Académica:

Extensión Chone

Carrera:

Agropecuaria

Tutor:

Ing. Jesús Macario Figueroa Vélez, Mg.

Chone-Manabí-Ecuador

2026

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

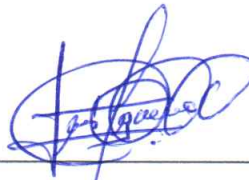
Ing. Jesús Macario Figueroa Vélez, Mg.; docente de la Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí, Extensión Chone, en calidad de Tutor.

CERTIFICO:

Que el presente proyecto integrador con el título: "Diseño de un plan de pastoreo racional basado en la dinámica de crecimiento del pasto *Megathyrus maximus* cv. Saboya en el cantón Chone" ha sido exhaustivamente revisado en varias sesiones de trabajo, está listo para su presentación y apto para su defensa.

Las opciones y conceptos vertidos en este documento son fruto de la perseverancia y originalidad de su autora Cevallos Ortiz Shirley Nahomy

Siendo de su exclusiva responsabilidad.



Ing. Jesús Macario Figueroa Vélez, Mg.

TUTOR

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Quien suscribe la presente:

Srta. Cevallos Ortiz Shirley Nahomy

Estudiante de la Carrera de **Ingeniería Agropecuaria**, declaro bajo juramento que el presente proyecto integrador cuyo título: "Diseño de un plan de pastoreo racional basado en la dinámica de crecimiento del pasto *Megathyrus maximus* cv. Saboya 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.

Cevallos Shirley

Srta. Cevallos Ortiz Shirley Nahomy

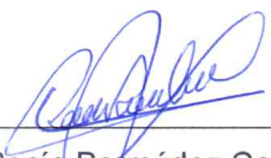
CI. 1317813960



APROBACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

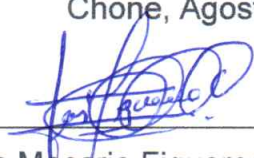
Los miembros del Tribunal Examinador aprueban el Trabajo de Titulación con modalidad Proyecto de investigación, titulado: "Diseño de un plan de pastoreo racional basado en la dinámica de crecimiento del pasto *Megathyrsus maximus* cv. Saboya en el cantón Chone" de su autora: Cevallos Ortiz Shirley Nahomy de la Carrera "**Ingeniería Agropecuaria**", y como Tutor del Trabajo el Ing. Jesús Macario Figueroa Vélez, Mg.

Chone, Agosto del 2026



Lcda. Rocío Bermúdez Cevallos,
Mg.

DECANA



Ing. Jesús Macario Figueroa Vélez,
Mg.

TUTOR



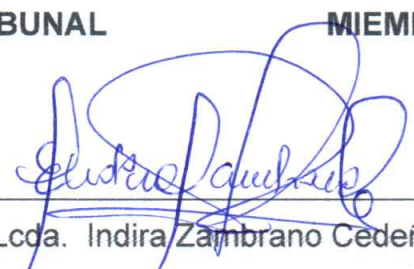
Ing. Juan Ramón Moreira Saltos,
Mg.

MIEMBRO DEL TRIBUNAL



Ing. Rubén Darío Rivera
Fernández, Mg.

MIEMBRO DEL TRIBUNAL



Lcda. Indira Zambrano Cedeño, Mg.

SECRETARIA

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradezco a Dios por darme la vida, la salud, la fortaleza y la sabiduría necesaria para culminar esta importante etapa de mi formación profesional.

Expreso mi más profundo agradecimiento a mi esposo, Darío José Delgado Zambrano, por su amor, apoyo incondicional, comprensión y confianza durante todo el transcurso de mi carrera. Gracias por ser mi refugio en los momentos difíciles y por motivarme constantemente a seguir adelante en la búsqueda de mis sueños.

Agradezco también a mi padre, a mis tías y a toda mi familia, quienes con su cariño, consejos y respaldo me acompañaron a lo largo de este camino. Gracias por enseñarme que la constancia, el esfuerzo y la dedicación son fundamentales para alcanzar cualquier meta.

Mi gratitud se extiende a mis compañeros y docentes, quienes compartieron sus conocimientos, experiencias y enseñanzas, contribuyendo significativamente a mi crecimiento académico y personal.

Finalmente, agradezco a mi ángel en el cielo, cuya presencia espiritual ha sido una guía constante en mi vida. Su recuerdo me ha brindado fortaleza, esperanza y la inspiración necesaria para superar los desafíos y alcanzar este logro tan importante.

Cevallos Ortiz Shirley Nahomy

DEDICATORIA

Dedico esta tesis, en primer lugar, a mí misma, por la responsabilidad, el esfuerzo, la perseverancia y la dedicación demostrados durante todo ese proceso. Por haber confiado a mis capacidades, enfrentar cada desafío con valentía y no rendirme ante las dificultades y obstáculos que se presentaron en el camino.

A mi familia, por ser mi fuente constante de motivación, apoyo y fortaleza. Gracias por su amor incondicional, por acompañarme en cada etapa de mi vida y por celebrar conmigo cada una de mis logros.

A mi compañero de vida, por su amor, comprensión y confianza. Gracias por cada palabra de aliento, por estar presente en los momentos más difíciles y por impulsarme a seguir adelante cuando más lo necesitaba.

A mi tutor de tesis, Ing. Jesús Macario Figueroa Vélez, por su orientación, paciencia, dedicación y valiosos conocimientos compartidos durante el desarrollo de este trabajo. Su apoyo fue fundamental para la culminación de esta investigación.

Finalmente, dedico este logro a todas aquellas personas que, de una u otra manera, brindaron su apoyo, confianza y motivación para continuar luchando por mis metas y hacer realidad este sueño profesional.

Cevallos Ortiz Shirley Nahomy

RESUMEN

La ganadería del cantón Chone presenta limitaciones en el aprovechamiento de las pasturas debido al manejo empírico del pastoreo, lo que ocasiona baja productividad y deterioro de los recursos forrajeros. En este contexto, la presente investigación tuvo como objetivo diseñar un plan de pastoreo racional basado en la dinámica de crecimiento del pasto *Megathyrsus maximus* cv. Saboya, con el propósito de mejorar el aprovechamiento del forraje y la eficiencia productiva del sistema ganadero. Se desarrolló un estudio experimental bajo un Diseño Completamente al Azar, evaluando tres alturas de entrada al pastoreo (80, 90 y 100 cm), y un tratamiento testigo manejado bajo las condiciones habituales del productor (70 cm) con tres repeticiones por tratamiento. Se analizaron variables como altura del pasto, producción de forraje verde, reproducción de materia seca, cobertura vegetal, tasa de crecimiento y altura residual. Los resultados evidenciaron diferencias significativas entre tratamientos, destacándose la altura de entrada de 100 cm, que registró los mayores valores de producción de forraje verde (3,67 kg/m²), materia seca (0,92 kg MS/m²), cobertura vegetal (94%) y tasa de crecimiento (70,7 kg MS/ha/día). Se concluye que el manejo basado en alturas de entrada constituye una alternativa eficiente para optimizar la producción forrajera, regular los períodos de descanso y aprovechamiento, y contribuir a la sostenibilidad de los sistemas ganaderos en condiciones tropicales.

PALABRAS CLAVES

Biomasa, cobertura, residual, productividad, sostenibilidad.

ABSTRACT

Livestock farming in the Chone canton faces limitations in pasture utilization due to empirical grazing management, which results in low productivity and the degradation of forage resources. In this context, the objective of this study was to design a rational grazing plan based on the growth dynamics of the forage grass *Megathyrsus maximus* cv. Saboya, with the goal of improving forage utilization and the productive efficiency of the livestock system. An experimental study was conducted using a completely randomized design, evaluating three grazing entry heights (80, 90, and 100 cm) and a control treatment managed under the farmer's usual conditions (70 cm), with three replicates per treatment. Variables such as grass height, green forage production, dry matter yield, vegetation cover, growth rate, and residual height were analyzed. The results showed significant differences among treatments, with the 100-cm entry height standing out as it recorded the highest values for green forage production (3.67 kg/m²), dry matter (0.92 kg DM/m²), vegetation cover (94%), and growth rate (70.7 kg DM/ha/day). It is concluded that management based on initial cutting height is an efficient alternative for optimizing forage production, regulating rest and utilization periods, and contributing to the sustainability of livestock systems under tropical conditions.

KEYWORDS

Biomass, canopy cover, residues, productivity, sustainability

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.....	X
ÍNDICE DE TABLAS	XI
ÍNDICE DE GRÁFICOS	XII
ÍNDICE DE ANEXOS.....	XIII
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO	5
1.1 Pastoreo racional.....	5
1.1.1 Importancia del pastoreo racional en la producción ganadera.....	5
1.1.2 Principios de pastoreo racional.....	6
1.1.3 Período de ocupación y período de descanso	7
1.1.4 Carga animal y capacidad de carga	8
1.1.5 Altura de entrada y salida del pasto	8
1.1.6 Ventajas de manejo racional del pastoreo en Ecuador.....	9
1.2 Dinámica de crecimiento del pasto <i>Megathyrsus maximus</i> cv. Saboya	10
1.2.1 Características botánicas del pasto <i>Megathyrsus maximus</i>	10
1.2.2 Adaptación del pasto Saboya en zonas tropicales.....	11
1.2.3 Factores que influyen en el crecimiento del pasto	12
1.2.4 Etapas de crecimiento del pasto.....	12
1.2.5 Curva sigmoidea de crecimiento de las gramíneas.....	13
1.2.6 Producción de biomasa o materia seca.....	14
1.2.7 Índice de área foliar (IAF)	15

1.2.8	Altura y tasa de crecimiento del pasto	15
1.2.9	Fisiología de rebrote	16
1.2.10	Reservas de carbohidratos.....	17
1.2.11	Recuperación del pasto después del pastoreo	17
1.2.12	Eficiencia de utilización del forraje	18
1.2.13	Importancia del pasto Saboya en sistemas ganaderos del Ecuador	18
CAPÍTULO II: METODOLOGÍA		20
2.1	Ubicación, y descripción del área o sujeto en estudio	20
2.2	Descripción del tipo de estudio.....	20
2.3	Manejo del trabajo de titulación.....	21
2.4	Variables a medir	21
2.4.1	Altura del pasto (cm).....	21
2.4.2	Producción de forraje verde (kg/m ²)	21
2.4.3	Producción de materia seca (kg/m ²).....	21
2.4.4	Cobertura del pasto (%).....	21
2.4.5	Tasa de crecimiento (kg MS/ha/día).....	22
2.4.6	Altura de entrada y salida de la cobertura	22
2.5	Análisis estadístico	22
CAPÍTULO III: RESULTADOS Y/O PRODUCTO ALCANZADO		23
3.1	Altura del pasto (cm).....	23
3.2	Producción de forraje verde (kg/m ²).....	24
3.3	Producción de materia seca (kg/m ²)	26
3.4	Cobertura del pasto (%)	28
3.5	Tasa de crecimiento (kg MS/ha/día)	30
3.6	Altura de entrada y salida de la cobertura.....	33
CAPITULO IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		34
4.1.	Conclusiones	34
4.2.	Recomendaciones	35
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		36
ANEXOS		44

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Imagen satelital del sitio Bravos chico, Chone-Manabí.....	20
---	----

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Altura promedio del pasto (cm) registrada cada 10 días después del corte de igualación de 30 cm.	23
Tabla 2. Producción de forraje verde (kg/m ²) por tratamiento, parcela y ciclo de evaluación.	25
Tabla 3. Análisis de varianza para producción de forraje verde (kg/m ²).	25
Tabla 4. Producción de materia seca (kg MS/m ²) por tratamiento, parcela y ciclo de evaluación.	27
Tabla 5. Análisis de varianza para producción de materia seca (kg MS/m ²). ..	27
Tabla 6. Cobertura del pasto (%) por tratamiento, parcela y ciclo de evaluación.	29
Tabla 7. Análisis de varianza para cobertura del pasto (%).	29
Tabla 8. Tasa de crecimiento del pasto (kg MS/ha/día) entre ciclos de evaluación.	31
Tabla 9. Análisis de varianza para tasa de crecimiento (kg MS/ha/día).	31
Tabla 10. Altura de entrada y salida del pasto por tratamiento.	33

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Prueba Tukey para producción de forraje verde (kg/m ²).....	26
Gráfico 2. Prueba Tukey para materia seca (kg/m ²).	28
Gráfico 3. Prueba Tukey para cobertura del pasto (%).	30
Gráfico 4. Prueba Tukey para tasa de crecimiento (kg MS/ha/día).	32

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Área experimental.....	45
Anexo 2. Organización de las parcelas experimentales.....	45
Anexo 3. Parcelas experimentales listas para medir las diferentes variables..	46
Anexo 4. Medición de altura (cm) y cobertura del pasto (%).	46
Anexo 5. Corte de igualación y toma de muestra para la determinación de la producción de forraje verde y seco (kg/m ²).....	46
Anexo 6. Determinación del peso de forraje verde (kg/m ²).	47
Anexo 7. Determinación del peso de forraje seco (kg/m ²).	47

INTRODUCCIÓN

A nivel mundial, la producción ganadera enfrenta el desafío de incrementar su eficiencia sin comprometer la sostenibilidad de los recursos naturales, especialmente en sistemas tropicales donde la disponibilidad de forraje depende de factores climáticos y de manejo. El uso adecuado de las pasturas constituye un elemento clave para garantizar la productividad del sistema, ya que el crecimiento de las gramíneas está condicionado por factores como la temperatura, la humedad, la fertilidad del suelo y las prácticas de manejo aplicadas (Pinela *et al.*, 2025). Por ello, el manejo planificado del pastoreo se presenta como estrategia fundamental para optimizar la relación suelo-planta-animal y mejorar la producción de biomasa en sistemas ganaderos.

En América Latina y regiones tropicales, el manejo de pasturas continúa realizándose, en muchos casos, bajo esquemas tradicionales que no consideran la dinámica de crecimiento de las especies forrajeras, lo que conlleva a problemas de sobrepastoreo y baja productividad. El pastoreo racional surge como una alternativa eficiente que permite equilibrar los ciclos del suelo, las plantas y el ganado, mediante la aplicación de principios técnicos basados en tiempos de ocupación y descanso de las pasturas (Bautista *et al.*, 2022). Este sistema favorece la recuperación del pasto, mejora la fertilidad del suelo y optimiza la producción forrajera, contribuyendo a la sostenibilidad de la actividad ganadera (Pacheco *et al.*, 2023).

En Ecuador, la ganadería constituye una actividad económica relevante, sin embargo, presenta limitaciones asociadas al manejo empírico de los recursos forrajeros. La mayoría de los productores no aplican criterios técnicos para determinar el momento adecuado de pastoreo, lo que genera un desequilibrio entre la oferta de forraje y la demanda animal, afectando la productividad del sistema (Vera *et al.*, 2024). El pasto Saboya (*Megathyrsus maximus* cv.) se destaca como una gramínea de alto potencial productivo y adaptabilidad a condiciones tropicales, siendo ampliamente utilizada en sistemas ganaderos por su capacidad de producción de biomasa y su valor nutritivo (Rubira *et al.*, 2023).

En la provincia de Manabí-Ecuador, la ganadería se desarrolla bajo un sistema de pastoreo tradicional, caracterizado por una alta dependencia de las condiciones climáticas y una limitada aplicación de tecnologías de manejo. La producción de pasto está condicionada por la estacionalidad de las lluvias, lo que reduce la disponibilidad de forraje durante gran parte del año, afectando la producción de carne y leche. Además, el uso inadecuado de las pasturas y la falta de correspondencia entre la carga animal y la capacidad de carga del sistema ocasionan una baja eficiencia productiva y económica (Reyes *et al.*, 2022).

En el cantón Chone, estas limitaciones se evidencian con mayor intensidad, debido a que los sistemas ganaderos continúan manejándose de forma empírica, sin considerar la dinámica de crecimiento del pasto Saboya. Esta situación provoca sobrepastoreo, disminución de la calidad nutritiva del forraje y pérdida de persistencia de las pasturas, afectando directamente la productividad animal (Amangandi *et al.*, 2023). A pesar de que el pasto Saboya presenta un rápido crecimiento y alta capacidad de producción de biomasa, su aprovechamiento eficiente depende del establecimiento de un plan de pastoreo basado en indicadores técnicos como la altura de entrada y salida, los días descanso y la tasa de crecimiento (Castro *et al.*, 2021).

En este contexto, se formula el siguiente problema de investigación: ¿Cómo influye el diseño de un plan de pastoreo racional basado en la dinámica de crecimiento del pasto Saboya (*Megathyrsus maximus cv*) en el aprovechamiento del forraje y la eficiencia productiva en sistemas ganaderos del cantón Chone? El objeto de estudio corresponde al manejo del pasto Saboya, mientras que el campo de acción se enfoca en el diseño de sistemas de pastoreo racional en condiciones tropicales.

El objetivo general de la investigación consiste en diseñar un plan de pastoreo fundamentado en la dinámica de crecimiento de pasto Saboya (*Megathyrsus maximus cv*. Saboya), que permita mejorar el aprovechamiento del forraje y la eficiencia productiva en sistemas ganaderos. Para ello, se evaluará la altura de la planta y la producción de materia verde y materia seca en diferentes intervalos

de tiempo, con el propósito de establecer la tasa de crecimiento y determinar el punto óptimo de entrada y salida del pastoreo. Asimismo, la información obtenida servirá de base para proponer un plan de pastoreo racional orientado a optimizar la carga animal y la oferta forrajera, favoreciendo un uso más eficiente y sostenible del recurso forrajero. Este enfoque permitirá reducir pérdidas ocasionadas por el sobrepastoreo o subpastoreo, mejorar la capacidad de recuperación de la pradera y contribuir a una mayor productividad animal. Además, los resultados generarán criterios técnicos aplicables a sistemas ganaderos de la zona, promoviendo prácticas de manejo que fortalezcan la sostenibilidad económica y ambiental de la producción bovina.

La hipótesis de investigación establece que el diseño de un plan de pastoreo racional ajustado a la dinámica de crecimiento del pasto Saboya (*Megathyrus maximus* cv. Saboya) influye significativamente en el aprovechamiento del forraje, la conservación de su calidad nutritiva y el incremento de la eficiencia productiva del sistema ganadero por unidad de superficie. En este contexto, la variable independiente corresponde al diseño del plan de pastoreo racional basado en la dinámica de crecimiento del pasto, mientras que la variable dependiente está representada por el nivel de utilización del forraje, el mantenimiento de su calidad nutricional y la productividad ganadera obtenida en el sistema de pastoreo.

Desde el punto de vista metodológico, la investigación de desarrollo bajo un enfoque experimental, utilizando un Diseño Completamente al Azar (DCA) con diferentes tratamientos basados en alturas de entrada del pasto. La población de estudio está constituida por las parcelas establecidas con pasto Saboya, en las cuales se evalúan variables como altura de la planta, producción de forraje verde y seco, tasa de crecimiento y cobertura vegetal.

Los resultados científicos esperados de la investigación se orientan a establecer parámetros técnicos que permitan definir el momento óptimo de pastoreo, mejorar la eficiencia en el uso del recurso forrajera y contribuir al diseño de sistemas ganaderos más sostenibles. De esta manera, el estudio aporta conocimiento aplicable a las condiciones locales del cantón Chone, fortaleciendo

la producción ganadera mediante el uso eficiente del pasto Saboya y promoviendo la adopción de prácticas de manejo racional basadas en criterios científicos.

La presente investigación se estructuró en cuatro capítulos que permitieron desarrollar de manera ordenada el estudio sobre el manejo integrado de pasturas en sistemas ganaderos. En el Capítulo I se expone el marco teórico, elaborado a partir de información científica actualizada relacionada con el manejo de pasturas, crecimiento del pasto Saboya (*Megathyrsus maximus cv.*), producción de biomasa, capacidad de carga y prácticas de pastoreo racional, sustentando la investigación con aportes de diversos autores.

En el Capítulo II se describe la metodología empleada para el desarrollo del estudio, detallando el tipo de investigación, el diseño experimental, la ubicación del área de estudio, los tratamientos evaluados, las variables analizadas y los procedimientos utilizados para la recolección y análisis de los datos obtenidos durante el trabajo de campo.

En el Capítulo III se presentan los resultados obtenidos durante la evaluación de las variables productivas y de crecimiento del pasto, los cuales fueron analizados e interpretados con base en la información recopilada y contrastados con antecedentes científicos relacionados con el manejo de pasturas tropicales.

Finalmente, en el Capítulo IV se exponen las conclusiones y recomendaciones derivadas de la investigación, las cuales permiten establecer criterios técnicos que contribuyan a mejorar el manejo de las pasturas, optimizar la producción de forraje y favorecer la sostenibilidad de los sistemas ganaderos bajo las condiciones de la zona de estudio.

CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO

1.1 Pastoreo racional

El pastoreo racional es un sistema eficiente de manejo del ganado y los recursos naturales. Este sistema busca un equilibrio entre los ciclos del suelo, las plantas y el ganado implementando cuatro leyes descritas; las dos primeras estipulan los tiempos de ocupación (pastoreo) y descanso (recuperación de las pasturas) para un uso planificado de los recursos forrajeros (comunidad vegetal). Mientras que las otras dos estipulan el manejo nutricional del ganado basado en el pastoreo (ley de los rendimientos máximos y ley de los rendimientos regulares). La correcta aplicación de las dos primeras leyes garantiza la restauración de la fertilidad de los suelos y la productividad del sitio en el tiempo, y en su conjunto contribuyen a otros beneficios del sistema completo (Bautista *et al.*, 2022).

Es un sistema de pastoreo racional, se basa en la rotación planificada de los potreros y el manejo adecuado de los mismos para mejorar la productividad de la tierra y el bienestar animal, esto mediante parcelas divididas al interior de los potreros empleados normalmente. Este enfoque no solo aumenta la producción de forraje por hectárea y reduce costos, sino que también mejora la fertilidad del suelo, protege el medio ambiente y promueve una producción ganadera más eficiente y sostenible (Tatés y Balarezo, 2025).

1.1.1 Importancia del pastoreo racional en la producción ganadera

El Pastoreo Racional es un procedimiento agroecológico que minimiza las labores en el suelo, elimina la fertilización química y reduce el uso de antiparasitarios y antibiótico. La baja capacidad de carga es un indicador del inadecuado manejo de la tierra y pastizales; siendo el Pastoreo Racional el método de manejo del suelo con mayor beneficio real, porque los costos unitarios son menores, y hay una protección y mejoramiento del capital básico constituido por el suelo y demás recursos naturales (Reyes *et al.*, 2022).

En el pastoreo racional el manejo del pastoreo se planifica para ofrecer una nutrición de alta calidad a partir de pastos multiespecie, y los potreros se diseñan para tener agua y sombra disponibles en todo momento, minimizando el efecto

del dominio animal sobre los recursos, es decir, los recursos se colocan de manera que maximicen el acceso de los animales subordinados. Por lo tanto, los animales pueden satisfacer sus necesidades etológicas de pastoreo y acceso al aire libre formando vínculos sociales y aseándose libremente, un comportamiento que es muy valioso para algunas especies de rumiantes (Pinheiro *et al.*, 2021)

El pastoreo racional representa una estrategia fundamental para mejorar la sostenibilidad de los sistemas ganaderos, ya que permite un manejo adecuado de la relación suelo, planta y animal. Este sistema se basa en la rotación planificada del ganado entre potreros, lo que favorece el descanso y la recuperación de las praderas, incrementando la producción de forraje. Además, contribuye a la regeneración del suelo mediante el aporte de materia orgánica proveniente de las excretas del ganado. De esta manera, se optimiza el uso de los recursos naturales y se reduce el impacto ambiental asociado a la ganadería convencional. Por ello, el pastoreo racional se considera una herramienta importante para lograr sistemas productivos más eficientes y sostenibles (Pacheco *et al.*, 2023).

1.1.2 Principios de pastoreo racional

Según Orozco (2024), los principios de pastoreo racional dentro de la ganadería bovina son:

- El primer principio convincentes por las cuales se debe comenzar a trabajar con este tipo de pastoreo es que se centra en el manejo adaptativo del pastoreo.
- El segundo principio es que al adaptar el pastoreo según las necesidades del pasto y del ganado, el enfoque de Voisin busca maximizar la producción de leche y carne.
- El tercer principio es que con el uso estratégico de cercas eléctricas en el pastoreo racional Voisin se permite un control preciso del movimiento del ganado.
- El cuarto principio es que la flexibilidad del pastoreo racional Voisin es una ventaja clave.

- El quinto principio es que, al maximizar el uso de pasto fresco y saludable, el pastoreo racional Voisin puede reducir los costos.
- El sexto principio está basado en la gestión consciente del pastoreo en el pastoreo racional Voisin no solo beneficia al ganado y al pasto, sino que también tiene un impacto positivo en la biodiversidad.

1.1.3 Período de ocupación y período de descanso

El sistema de pastoreo racional se estructura alrededor de cuatro leyes, las cuales están diseñadas específicamente para las plantas y los animales. En el caso de las plantas, estas leyes se centran en la gestión del tiempo de descanso y recuperación del pasto, promoviendo así la salud y el crecimiento sostenible de la vegetación. Por otro lado, para los animales, las leyes se fundamentan en la obtención de rendimientos máximos y regulares, proporcionando directrices claras para el manejo de la carga animal y garantizando un equilibrio óptimo entre la alimentación y la capacidad de regeneración del pastizal (Palma *et al.*, 2024).

El pastoreo racional, los periodos de ocupación y descanso son fundamentales para el manejo sostenible de los pastizales. El periodo de ocupación es el tiempo en que los animales permanecen en un potrero consumido en forraje, el cual debe ser corto para evitar el sobrepastoreo y el daño al rebrote de las plantas. En cambio, el periodo de descanso es el tiempo que se deja reposar el potrero después del pastoreo para permitir la recuperación y crecimiento del pasto. La duración de ambos periodos depende del clima, la especie forrajera y la carga animal. Un manejo adecuado de estos periodos mejora la producción de forraje y la producción del sistema ganadero (Castro *et al.*, 2021).

De acuerdo con Castro *et al.* (2021) en el pastoreo racional, los periodos de ocupación y descanso son esenciales para el manejo eficiente de los pastizales. El periodo de ocupacion es el tiempo en que los animales permanecen en un potrero consumiendo el forraje disponible, procurando que sea corto para evitar el sobrepastoreo y el consumo de rebrotes. El periodo de descanso corresponde al tiempo en que el potretro se deja sin anmales para permitir la recuperacion y

crecimiento de las plantas. Durante este tiempo las especies forrajeras generan hojas y recuperan sus reservas. Un manejo adecuado de ambos periodos favorece la productividad del pasto y la sostenibilidad del sistema ganadero.

1.1.4 Carga animal y capacidad de carga

La carga animal es el número de animales que pastorean en un área determinada o por un tiempo en específico, antes que cualquier cosa se debe definir qué es Unidad animal (UA) que equivale es una vaca adulta con un peso entre 400 y 450 kg, durante la preñez o mantenimiento debe cubrir sus necesidades nutricionales y respetar la función ganadera, con un 3% de forraje debido a su peso vivo, basado en el consumo diario de materia seca y para ser utilizado como una referencia de animales más grandes o más pequeños. Las experiencias locales han determinado una de las necesidades del descarte de hasta un 25% de la carga animal, con el mejoramiento en el manejo de pastos, para alcanzar un punto de equilibrio en los precios de producción y reducir las presiones sobre el ambiente (Zambrano, 2023).

La capacidad de carga está definida como el número de unidades animales que pueden ser sostenidas en un área dada por un tiempo dado sin que se incurra en daños a la persistencia del pastizal. La capacidad de carga está referida a la disponibilidad de la oferta forrajera para un tiempo dado. Está se expresa en U.A./ha/año o si el caso es una oferta temporal, por ejemplo, las sabanas estacionales que tienen oferta forrajera por 6 meses, la capacidad de carga quedaría definida como las U.A./ha/6 meses (Rincón, 2021).

1.1.5 Altura de entrada y salida del pasto

La altura de entrada y salida del pasto es un criterio fundamental en el manejo eficiente de los sistemas de pastoreo. La altura de entrada corresponde al tamaño o crecimiento que debe alcanzar la pastura antes de que los animales ingresen a consumir el forraje, asegurando una adecuada producción y calidad nutricional. Por su parte, la altura de salida corresponde a nivel de pasto que debe quedar después del pastoreo, evitando el sobrepastoreo y permitiendo la recuperación de la planta. Mantener estas alturas dentro de rangos

recomendados favorece el rebrote, la persistencia de la pastura y la productividad del sistema ganadero. De esta manera, el control de la altura del pasto mejora el aprovechamiento del forraje y la eficiencia del manejo del pastoreo (Oliveira y Doneda, 2023).

En el manejo del pasto saboya (*Megathyrsus maximus cv*) dentro de sistemas de pastoreo racional, la altura del pasto es un indicador importante para determinar el momento adecuado de pastoreo. Se recomienda que el ganado ingrese al potrero cuando la pastura alcance aproximadamente 80 a 90 cm de altura, ya que en esta etapa presenta mayor proporción de hojas y buen valor nutritivo. Después del pastoreo, es conveniente dejar una altura de 30 a 40 cm para evitar el sobrepastoreo. Esto permite que la planta mantenga suficiente área foliar para realizar la fotosíntesis y favorecer su recuperación. Un manejo adecuado de estas alturas mejora la producción de forraje y la eficiencia del sistema ganadero (Menegazzi *et al.*, 2025)

1.1.6 Ventajas de manejo racional del pastoreo en Ecuador

El manejo racional del pastoreo ofrece múltiples ventajas para los sistemas ganaderos, especialmente en contextos tropicales como el ecuatoriano. Este enfoque permite mejorar el aprovechamiento de los pastizales mediante una adecuada planificación del uso del suelo y del movimiento del ganado, lo que contribuye a incrementar la capacidad de carga de los potreros. Además, reduce los costos de producción al disminuir la dependencia de fertilizantes químicos, antiparasitarios y antibióticos. Asimismo, favorece la conservación y el mejoramiento del suelo, considerado un recurso fundamental para la sostenibilidad productiva. En conjunto, estas ventajas favorecen la eficiencia y sostenibilidad de la ganadería (Reyes *et al.*, 2022).

El manejo racional del pastoreo presenta importantes ventajas para la producción ganadera, ya que permite mejorar la eficiencia en el uso de los recursos forrajeros y mantener la productividad de las praderas. Este sistema se basa en estrategias que favorecen la recuperación del pasto, optimizan la producción de forraje y contribuyen al equilibrio del ecosistema productivo. Además, promueve una relación adecuada entre suelo, planta y animal, lo que

favorece una producción más sostenible. De igual manera, contribuye a reducir los costos de producción y mejorar la calidad de los sistemas de alimentación del ganado. En conjunto, estas prácticas fortalecen la sostenibilidad y eficiencia de la producción pecuaria (Amangandi *et al.*, 2023).

1.2 Dinámica de crecimiento del pasto *Megathyrsus maximus* cv. Saboya

El pasto *Megathyrsus maximus* es una gramínea tropical caracterizada por su rápido crecimiento y alta capacidad de producción de biomasa en condiciones favorables. Su dinámica de crecimiento depende de factores como la disponibilidad de luz, agua, nutrientes y el manejo del pastoreo. Estudios señalan que esta especie mantiene una renovación constante de macollos, lo que favorece su persistencia y productividad en sistemas ganaderos. Asimismo, durante las épocas de mayor precipitación y temperatura se incrementa la tasa de crecimiento y acumulación de forraje. Por ello, comprender su dinámica de crecimiento es fundamental para establecer estrategias adecuadas de manejo y aprovechamiento del pasto (Silva *et al.*, 2021).

Por otra parte, Faria *et al.* (2023) mencionan que el desarrollo del *Megathyrsus maximus* está estrechamente relacionado con características morfológicas y fisiológicas que influyen en su productividad forrajera. Indican que esta gramínea presenta gran variabilidad en rasgos agronómicos como altura de planta, floración y arquitectura vegetal, los cuales pueden cambiar según las condiciones ambientales y el material genético evaluado. Estas diferencias fenotípicas influyen directamente en la acumulación de biomasa y en la adaptación del cultivo a distintas épocas climáticas, como estaciones húmedas o secas. Además, la identificación de estos rasgos permite seleccionar genotipos con mejor rendimiento y calidad nutricional para los sistemas ganaderos tropicales.

1.2.1 Características botánicas del pasto *Megathyrsus maximus*

El pasto *Megathyrsus maximus* es una planta de porte mediano a alto, en su estado de desarrollo avanzado puede alcanzar hasta 2,5 m de altura, su crecimiento es erecto y matoso, sus hojas son lineales lanceolada y su producción es abundante, sus medidas pueden llegar ser hasta 80 cm de largo

y 3.5 cm de ancho, cuando la panta llega a la etapa de madurez estas se vuelven ásperas. Esta especie son plantas perennes que forman macollas, su altura puede llegar ser hasta de 3 m y su diámetro de macolla entre 1 a 1,5 m. Presenta raíces fibrosas, largas y nudosas y en ocasiones tiene rizomas, lo que le da cierta tolerancia a la sequía; esta planta tiene un tallo erecto y ascendente con una vena central pronunciada. Su inflorescencia se muestra en forma de panoja abierta de 12 a 40 cm de longitud (Macias y Macias, 2025).

Para Rubira *et al.* (2023), desde una perspectiva productiva y nutricional el pasto saboya *Megathyrsus maximus* cv. Saboya es una gramínea tropical utilizada en sistemas ganaderos por su alta producción de forraje y capacidad de adaptación a diferentes condiciones ambientales. Su rendimiento está relacionado con el manejo agronómico, especialmente con la edad de rebrote o frecuencia de corte. A medida que aumenta el tiempo de crecimiento, se incrementa la producción de materia seca del pasto. Sin embargo, con la madurez también se presentan cambios en su composición química, aumentando el contenido de fibra y disminuyendo la proteína y la energía. Estos factores influyen directamente en la calidad nutricional del forraje para la alimentación animal.

1.2.2 Adaptación del pasto Saboya en zonas tropicales

Según Medeiros *et al.* (2023), el pasto saboya (*Megathyrsus maximus*) presenta una alta capacidad de adaptación a las condiciones climáticas de las zonas tropicales, lo que favorece su utilización en sistemas ganaderos. Esta gramínea se desarrolla adecuadamente en ambientes cálidos con buena disponibilidad de luz y precipitaciones moderada. Además, posee un sistema radicular profundo que le permite aprovechar mejor el agua y los nutrientes del suelo. Gracias a estas características, puede tolerar periodos cortos de sequía y mantener su producción de forraje. Por ello, se considera una especie forrajera importante para la alimentación del ganado en regiones tropicales.

El pasto (*Megathyrsus maximus*) se caracteriza por si elevada capacidad de adaptación a ecosistemas tropicales gracias a su eficiente metabolismo fotosintético tipo C4, que le permite aprovechar mejor la radiación solar y los recursos disponibles. Esta característica favorece un crecimiento rápido y una

alta producción de biomasa en ambientes cálidos. Además, si sistema radicular profundo mejora la absorción de agua y nutrientes, lo que le permite mantenerse productivo incluso en condiciones variables de humedad del suelo. También presenta gran capacidad de rebrote y regeneración después del pastoreo o corte, lo que asegura una disponibilidad constante de forraje. Estas cualidades convierten a esta gramínea en una especie clave para el desarrollo sostenible de los sistemas ganaderos tropicales (Birir, 2023).

1.2.3 Factores que influyen en el crecimiento del pasto

El crecimiento de los pastos está determinado por diversos factores ambientales y de manejo que influyen en su desarrollo y productividad. Entre los más importantes se encuentran el clima, la disponibilidad de agua y las características del suelo. La temperatura, la radiación solar y la precipitación influye directamente en procesos fisiológicos como la fotosíntesis y el crecimiento vegetativo. Asimismo, la fertilidad del suelo y el manejo del pastoreo o corte afectan la producción de biomasa. Por lo tanto, el adecuado manejo de estos factores permite mejorar el rendimiento y la calidad del forraje (Pinela *et al.*, 2025).

Los factores que influyen en el crecimiento de los pastos están asociados principalmente a las condiciones climáticas, edáficas y de manejo agronómico. Elementos como la temperatura, la humedad, la luz solar y la fertilidad del suelo influyen directamente en los procesos fisiológicos de la planta y en su capacidad de producir biomasa. Además, la disponibilidad de nutrientes y el manejo adecuado del pastoreo o corte determinan el desarrollo vegetativo del pasto. Cuando estas condiciones son favorables, las plantas logran un incremento más rápido y una mayor producción de forraje. Por ello, el equilibrio entre clima, suelo y manejo resulta fundamental para garantizar una buena productividad de las pasturas (Rubira *et al.*, 2023).

1.2.4 Etapas de crecimiento del pasto

Rouet *et al.* (2021) menciona que las etapas de crecimiento del pasto se dividen en 5 etapas:

1. Geminación

- Es la primera etapa
- Ocurre cuando la semilla absorbe agua del suelo
- Se rompe la cubierta de la semilla y aparece la raíz primaria y el primer brote
- Requiere humedad, oxígeno y temperatura adecuada

2. Emergencia

- El brote sale a la superficie del suelo
- Aparecen las primeras hojas verdaderas
- El sistema radicular empieza a desarrollarse
- La planta es muy sensible a sequía, plagas o pisoteo.

3. Macollamiento

- La planta empieza a producir nuevos tallos laterales llamados macollos
- Aumenta la densidad del pasto
- Se desarrolla más el sistema de raíces
- Es una etapa clave para lograr mayor producción de forraje

4. Crecimiento

- La planta desarrolla más hojas y tallos
- Aumenta la producción de biomasa
- Es la etapa ideal para el pastoreo o corte, porque el pasto tiene buena calidad nutritiva

5. Floración

- Se forma la inflorescencia o espigas
- La planta produce semillas
- Disminuye la calidad nutritiva del pasto (más fibra y menos proteína)
- Si no se corta o pastorea, el pasto se envejece y pierde valor forrajero

1.2.5 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).

1.2.6 Producción de biomasa o materia seca

La producción de biomasa o materia seca en el pasto saboya (*Megathyrsus maximus*) es un indicador clave para evaluar la productividad de los sistemas forrajeros destinados a la alimentación del ganado. Este parámetro permite determinar la cantidad de forraje disponible y su calidad nutricional. La producción de materia seca está influenciada por factores como la fertilización, el manejo agronómico y las condiciones climáticas. La aplicación de fertilizantes orgánicos, como el biol, puede favorecer el crecimiento del pasto y mejorar su contenido de materia seca. De esta manera, un mayor rendimiento de biomasa contribuye a mejorar la eficiencia productiva en los sistemas ganaderos (Vera *et al.*, 2024).

La biomasa o materia seca en el pasto saboya (*Megathyrsus maximus*) representa la fracción del forraje que permanece después de eliminar el agua, por lo que refleja la cantidad real de nutrientes disponibles para el ganado. Este parámetro permite evaluar la eficiencia del crecimiento del pasto y su aprovechamiento dentro del sistema productivo. La acumulación de materia seca está vinculada al desarrollo foliar, la actividad fotosintética y la capacidad de la

planta para transformar nutrientes del suelo en tejido vegetal. Cuando el manejo nutricional del cultivo es adecuado, el pasto incrementa su producción de tejido estructural y foliar. Como resultado, se obtiene mayor disponibilidad de forraje con mejor valor alimenticio para los animales (Cobos *et al.*, 2022).

1.2.7 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).

1.2.8 Altura y tasa de crecimiento del pasto

La altura y la tasa de crecimiento del pasto son variables importantes para evaluar el desarrollo y la productividad de las gramíneas como *Megathyrsus maximus*. La altura de la planta refleja el crecimiento vegetativo alcanzado durante el periodo de rebrote, mientras que la tasa de crecimiento permite estimar la velocidad con la que el pasto acumula biomasa. Estas características están relacionadas con factores como la edad del rebrote, la disponibilidad de nutrientes y las condiciones climáticas. En evaluaciones realizadas con cultivares de *Megathyrsus maximus*, se han registrado incrementos progresivos en la altura de la planta conforme avanzan los días de crecimiento, alcanzando

valores superiores a 200 cm en etapas de mayor desarrollo. Este comportamiento evidencia la capacidad de adaptación y productividad de esta gramínea en sistemas de producción ganadera (Bezdrob *et al.*, 2024).

De acuerdo con Veloz (2022) el pasto saboya se caracteriza por presentar un crecimiento vigoroso y una elevada producción de forraje, lo que lo convierte en una gramínea importante en sistemas de alimentación ganadera. Esta especie puede alcanzar alturas cercanas a los 3 metros, con hojas largas y abundantes que contribuyen significativamente a la producción de biomasa. Su estructura vegetal incluye macollos que se originan en la axilas de las hojas, los cuales influyen en la densidad y productividad del pastizal. Además, posee un sistema radicular fino y ramificado que facilita una rápida absorción de agua y nutrientes del suelo, favoreciendo su desarrollo incluso bajo condiciones de lluvias ligeras o riego moderado.

1.2.9 Fisiología de rebrote

La fisiología de rebrote constituye un proceso fundamental en las gramíneas forrajeras, ya que determina la capacidad de la planta para recuperarse después del pastoreo o corte. Este proceso depende de la actividad de los meristemos basales, las reservas de carbohidratos almacenadas en tallos y raíces y de las condiciones ambientales presentes. Cuando el rebrote ocurre en condiciones adecuadas de humedad, temperatura y disponibilidad de nutrientes, la planta puede restablecer rápidamente su área foliar. De esta manera se favorece la fotosíntesis, el crecimiento vegetativo y la persistencia de la pradera en sistemas de pastoreo intensivo (Cevallos y Olmedo, 2021).

En el caso del pasto *Megathyrus maximus* cv. Saboya, el rebrote está estrechamente relacionado con la cantidad de tejido remanente que queda después del consumo animal. Una remoción excesiva reduce la capacidad fotosintética y obliga a la planta a utilizar mayores reservas energéticas para emitir nuevas hojas y tallos. Por el contrario, mantener una altura residual adecuada permite una recuperación más rápida y uniforme del forraje. Por ello, comprender la fisiología de rebrote es esencial para establecer períodos de

descanso que optimicen la producción y sostenibilidad del sistema ganadero (Silva *et al.*, 2021).

1.2.10 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).

1.2.11 Recuperación del pasto después del pastoreo

La recuperación del pasto saboya (*Megathyrsus maximus*) después del pastoreo es un proceso clave para mantener la productividad de las praderas tropicales, ya que la planta debe regenerar su biomasa foliar para restablecer su capacidad fotosintética. Tras el consumo por el ganado, el rebrote ocurre gracias a las reservas de carbohidratos almacenadas en tallos y raíces, que permiten la formación de nuevas hojas y macollos. Este proceso depende del manejo del pastoreo, especialmente del tiempo de descanso otorgado a la pastura. Un manejo adecuado evita el sobrepastoreo y favorece la rápida recuperación de la planta. De esta manera, el pasto saboya mantiene su vigor, productividad y disponibilidad de forraje para la alimentación animal (Cruz *et al.*, 2022).

Des un enfoque fisiológico y estructural Varga *et al.* (2021) mencionan que la recuperación del pasto saboya (*Megathyrsus maximus*) después del pastoreo

está estrechamente relacionada con la dinámica de la defoliación y la estructura del dosel vegetal. Cuando ocurre el pastoreo, la planta modifica procesos como la aparición de hojas, la expansión foliar y la formación de macollos para establecer su estructura productiva. La frecuencia de defoliación influye directamente en estas características morfogénicas, ya que intervalos adecuados permiten mayor acumulación de biomasa y un rebrote más vigoroso. Sin embargo, intervalos de descanso más prolongados también puede provocar cambios en la composición química del forraje y en la proporción de hojas y tallos. Por ello, el manejo del pastoreo debe equilibrar la recuperación estructural del pasto con la calidad nutricional del forraje disponible para el ganado.

1.2.12 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).

1.2.13 Importancia del pasto Saboya en sistemas ganaderos del Ecuador

El pasto saboya (*Megathyrsus maximus*) es una de las gramíneas forrajeras más importantes del Ecuador debido a su alta producción de biomasa y buen valor nutritivo. Su adaptación a climas tropicales y su capacidad de crecimiento en diferentes tipos de suelo permiten que sea ampliamente utilizado en la

alimentación del ganado bovino. Además, presenta buena palatabilidad y digestibilidad, lo que favorece el consumo por parte de los animales y mejora los niveles de producción de carne y leche. Esta especie también destaca por su rápida recuperación y persistencia en las praderas cuando se maneja adecuadamente. Por estas características, el pasto saboya constituye un recurso fundamental para fortalecer la productividad y sostenibilidad de la ganadería ecuatoriana (Cevallos, 2024).

El pasto saboya (*Megathyrsus maximus*) es una gramínea forrajera ampliamente utilizada en zonas tropicales debido a su buena adaptación a diferentes condiciones del suelo y clima. Presenta tallos erectos y hojas largas dispuestas en dos hileras, con un sistema radicular fuerte que favorece su establecimiento en praderas. Además, su crecimiento por macollos permite una rápida expansión y regeneración del cultivo. Estas características botánicas y morfológicas lo convierten en una eficiencia para la producción de forraje en sistemas ganaderos (Muñoz, 2023).

El uso del pasto saboya también representa una alternativa importante para los agricultores rurales, ya que contribuye a reducir los costos de alimentación en los sistemas pecuarios y mejora la disponibilidad de recursos para la producción animal. En muchas fincas, la producción de forrajes como el Saboya permite aprovechar recursos locales y disminuir la dependencia de alimentos balanceados comerciales. Esto favorece la economía de los pequeños productores y fortalece la seguridad alimentaria de las familias rurales, al aprovechamiento de recursos forrajeros se convierte en una estrategia productiva que apoya la sostenibilidad de la agricultura familiar (Pionce, 2025).

CAPÍTULO II: METODOLOGÍA

2.1 Ubicación, y descripción del área o sujeto en estudio

El estudio se llevó a cabo en el sector Bravos Chico, perteneciente al cantón Chone, provincia de Manabí, Ecuador, cuyas coordenadas aproximadas son 0°38'15" S y 80°08'48" O. El área se caracteriza por un clima tropical húmedo, con temperaturas medias anuales que oscilan entre 25 y 27 °C y precipitaciones que superan los 1.500 mm. Los suelos de la zona presentan texturas predominantemente francas.

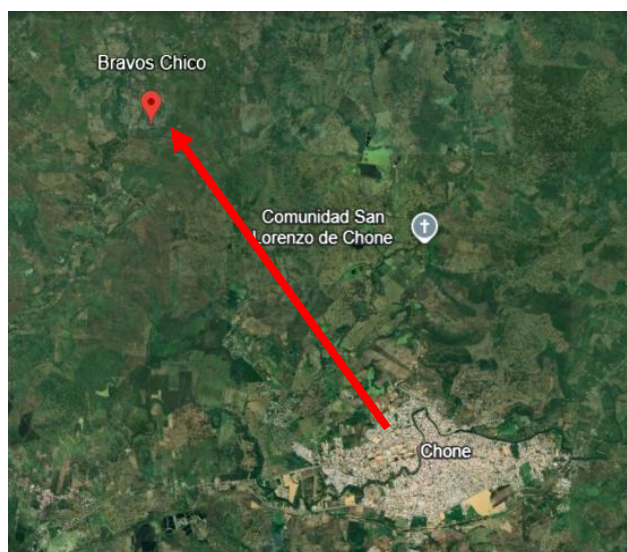


Figura 1. Imagen satelital del sitio Bravos chico, Chone-Manabí.

Fuente: (Google Earth, 2026)

2.2 Descripción del tipo de estudio

El estudio fue de tipo experimental y se aplicó un Diseño Completamente al Azar (DCA) con tres tratamientos y un testigo:

T1: altura de entrada 80 cm.

T2: altura de entrada 90 cm.

T3: altura de entrada 100 cm.

T4: Testigo de entrada 70 cm.

Cada tratamiento tuvo tres repeticiones, para un total de doce parcelas útiles de 9 m² (3m x 3m). Se consideraron bordes de protección como guardas.

2.3 Manejo del trabajo de titulación

Previo al experimento, las parcelas fueron uniformizadas mediante corte a 30 cm. Durante el periodo experimental todas las parcelas recibieron un manejo homogéneo en cuanto a riego, fertilización, y control de malezas y plagas.

Las mediciones de crecimiento del pasto se realizaron cada 10 días desde el rebrote hasta alcanzar la altura correspondiente al tratamiento. Una vez alcanzada la altura objetivo. Posteriormente, se procedió a un corte de igualación con guadaña de 30 cm para reiniciar el ciclo. Este proceso se repitió en al menos tres ciclos durante un periodo de 12 a 16 semanas, abarcando la transición de época lluviosa a seca.

2.4 Variables a medir

2.4.1 Altura del pasto (cm)

Se midió con una regla o cinta graduada en centímetros, desde la base de la cepa hasta el extremo de la hoja más alta. En cada parcela se seleccionaron 10 cepas al azar y se promedió el valor para obtener la altura representativa. Estos datos se tomaron cada 10 días.

2.4.2 Producción de forraje verde (kg/m²)

Se realizó un aforo mediante corte al ras del suelo en cuadros de 1 m² que se colocaron al azar dentro de cada parcela. El material cosechado se pesó en balanza de campo, registrando el peso fresco en kilogramos por metro cuadrado.

2.4.3 Producción de materia seca (kg/m²)

Del forraje fresco que se obtuvo en el aforo, se tomó una submuestra representativa (aprox. 300 g) cada 20 días después del corte de igualación, el mismo que se secó en estufa a 65 °C hasta peso constante. El valor de materia seca (%) se multiplicó por la producción de forraje verde para calcular la producción en kg MS/m².

2.4.4 Cobertura del pasto (%)

Se estimó visualmente o mediante cuadrícula (1 m² con subdivisiones). Se observó la proporción de suelo cubierta por hojas y tallos verdes respecto al área

total, expresada en porcentaje. Se realizaron varias lecturas al azar por parcela y se calculó el promedio.

2.4.5 Tasa de crecimiento (kg MS/ha/día)

Se determinó a partir de la diferencia de producción de materia seca entre dos cortes consecutivos (cada 20 días), dividida para el número de días transcurridos y expresada por hectárea. La fórmula es:

$$TC = \frac{MS_{t2} - MS_{t1}}{\Delta t}$$

Donde:

MS: Materia Seca (kg/ha)

t1 y t2: dos fechas consecutivas de medición

Δt: días entre ambas mediciones

2.4.6 Altura de entrada y salida de la cobertura

Altura de entrada: estuvo definida según el tratamiento (80, 90 o 100 cm de altura promedio de la macolla).

Altura de salida: correspondió a la altura residual posterior al corte, equivalente a 30 cm, medida con la misma metodología de altura inicial.

2.5 Análisis estadístico

Las variables productivas y de crecimiento fueron sometidas a análisis de varianza (ANOVA) bajo un Diseño Completamente al Azar (DCA). Cuando se detectaron diferencias significativas entre tratamientos se aplicó la prueba de Tukey al 5% de probabilidad.

Las variables relacionadas con altura de entrada y altura residual del pasto fueron analizadas de forma descriptiva, debido a que correspondieron a criterios de manejo previamente establecidos en los tratamientos experimentales.

CAPÍTULO III: RESULTADOS Y/O PRODUCTO ALCANZADO

3.1 Altura del pasto (cm)

En la Tabla 1 se presentan los valores promedios de altura del pasto *Megathyrus maximus* cv. Saboya, registrados cada 10 días después del corte de igualación realizado a 30 cm de altura. Las mediciones permitieron evaluar la dinámica de crecimiento del cultivo hasta alcanzar las alturas de entrada establecidas para cada tratamiento (80, 90 y 100 cm). Los resultados evidenciaron un incremento progresivo de la altura del pasto en todos los tratamientos conforme avanzó el período de rebrote. Durante los primeros 10 días el crecimiento fue moderado, con valores cercanos a 44 – 45 cm, mientras que a partir de los 20 y 30 días se observó un aumento más acelerado debido al desarrollo vegetativo y a la expansión foliar de las plantas.

El tratamiento T4 (testigo), manejado con una altura de entrada de 70 cm, alcanzó esta condición aproximadamente a los 30 días después de la salida del ganado por parte del dueño de la finca, registrando valores entre 70,2 y 70,5 cm. Por su parte, el tratamiento T1 alcanzó la altura obtuvo de 80 cm aproximadamente a los 40 días después del corte de igualación, registrando valores entre 80,1 y 80,4 cm en las tres parcelas evaluadas. Por su parte, el tratamiento T2 alcanzó los 90 cm alrededor de los 50 días, con alturas comprendidas entre 90,2 y 90,5 cm. Finalmente el T3 requirió un mayor período de recuperación, alcanzando la altura de entrada de 100 cm a los 60 días, con registros entre 100,3 y 100,8 cm.

Tabla 1. *Altura promedio del pasto (cm) registrada cada 10 días después del corte de igualación de 30 cm.*

Tratamiento	Parcela	0 días	10 días	20 días	30 días	40 días	50 días	60 días
T1 (80 cm)	Parcela 1	30,0	45,3	61,4	74,5	80,1	-	-
	Parcela 2	30,0	44,8	60,9	75,0	80,4	-	-
	Parcela 3	30,0	45,1	61,7	74,8	80,3	-	-
T2 (90 cm)	Parcela 1	30,0	44,5	60,2	73,6	85,7	90,2	-
	Parcela 2	30,0	44,9	60,8	74,1	86,2	90,5	-
	Parcela 3	30,0	44,7	60,5	73,9	85,9	90,4	-
T3 (100 cm)	Parcela 1	30,0	43,9	59,5	72,2	84,1	95,7	100

T4 (Testigo 70 cm)	Parcela 2	30,0	44,2	59,9	72,8	84,8	96,1	101
	Parcela 3	30,0	44,0	59,7	72,5	84,4	95,9	101
	Parcela 1	30,0	45,1	60,8	70,2	-	-	-
	Parcela 2	30,0	44,7	60,4	70,5	-	-	-
	Parcela 3	30,0	44,9	60,6	70,3	-	-	-

Estos resultados obtenidos concuerdan con lo señalado por Guilherme *et al.* (2020), quienes indican que las gramíneas tropicales incrementan progresivamente su altura conforme disponen de mayores períodos de recuperación, favoreciendo el desarrollo foliar y la acumulación de biomasa. Asimismo, Carneiro *et al.* (2021) mencionan que el manejo basado en alturas de entrada constituye una estrategia eficiente para regular el crecimiento del pasto y optimizar el aprovechamiento del forraje en sistemas de pastoreo racional.

De manera general, la dinámica observada durante las evaluaciones demuestra que el pasto Saboya presentó una recuperación gradual después del corte de igualación, observando las alturas de manejo propuestas en tiempos diferenciados para cada tratamiento, lo que confirma la importancia del período de descanso sobre el crecimiento y la disponibilidad de forraje en sistemas ganaderos tropicales.

3.2 Producción de forraje verde (kg/m²)

En la Tabla 2 se muestran los valores correspondientes a la producción de forraje verde obtenidos durante el desarrollo del experimento. Se observó un incremento en la producción conforme aumentó la altura de entrada al pastoreo.

El tratamiento T3 alcanzó los mayores valores de producción de forraje verde en las diferentes repeticiones evaluadas, evidenciando una mayor acumulación de biomasa como resultado del mayor tiempo de recuperación antes del aprovechamiento. Por el contrario, el tratamiento T4 (testigo) presentó los menores rendimientos, debido a que fue un manejo con una altura de entrada de 70 cm, lo que redujo el periodo de crecimiento y la acumulación de tejido vegetal. Los tratamientos T1 y T2 mostraron valores intermedios, observándose un incremento progresivo de la producción de forraje verde conforme aumentó la altura de entrada del pasto.

Tabla 2. Producción de forraje verde (kg/m²) por tratamiento, parcela y ciclo de evaluación.

Tratamientos	Parcelas	Repetición 1	Repetición 2	Repetición 3
T1 (80 cm)	Parcela 1	2,28	2,42	2,56
	Parcela 2	2,35	2,47	2,60
	Parcela 3	2,31	2,45	2,58
T2 (90 cm)	Parcela 1	2,91	3,08	3,21
	Parcela 2	2,96	3,14	3,26
	Parcela 3	2,94	3,11	3,24
T3 (100 cm)	Parcela 1	3,42	3,67	3,83
	Parcela 2	3,48	3,73	3,88
	Parcela 3	3,45	3,70	3,85
T4 (Testigo 70 cm)	Parcela 1	1,98	2,10	2,24
	Parcela 2	2,02	2,15	2,27
	Parcela 3	2,00	2,13	2,25

El análisis estadístico de la Tabla 3 evidenció diferencias significativas entre tratamientos para la producción de forraje verde. Los resultados obtenidos demuestran que la altura de entrada influyó directamente sobre la cantidad de biomasa producida por el pasto.

Tabla 3. Análisis de varianza para producción de forraje verde (kg/m²).

Fuente de variación	GL	SC	CM	F	p-valor
Tratamientos	3	4,68	1,56	86,73	<0,0001
Error	8	0,14	0,018		
Total	11	4,82			

La prueba Tukey presentada gráficamente en el Gráfico 1 permitió identificar diferencias entre las medias de los tratamientos evaluados. Los resultados obtenidos para la producción de forraje verde evidenciaron que el incremento en la altura de entrada favoreció la acumulación de biomasa en el pasto *Megathyrus maximus* cv. Saboya. El tratamiento T3 presentó los mayores rendimientos durante los ciclos de evaluación, seguido por T2 y T1, mientras que el tratamiento T4 (testigo) registró los valores más bajos de producción. Este comportamiento demuestra que períodos de descanso más prolongados permiten una mayor acumulación de hojas y tallos, incrementando la disponibilidad de forraje. Asimismo, los resultados indican que el manejo

tradicional aplicado por el productor, basado en una altura de entrada de 70 cm, limita la producción de biomasa en comparación con los tratamientos que permitieron una mayor recuperación del pasto antes de su aprovechamiento.

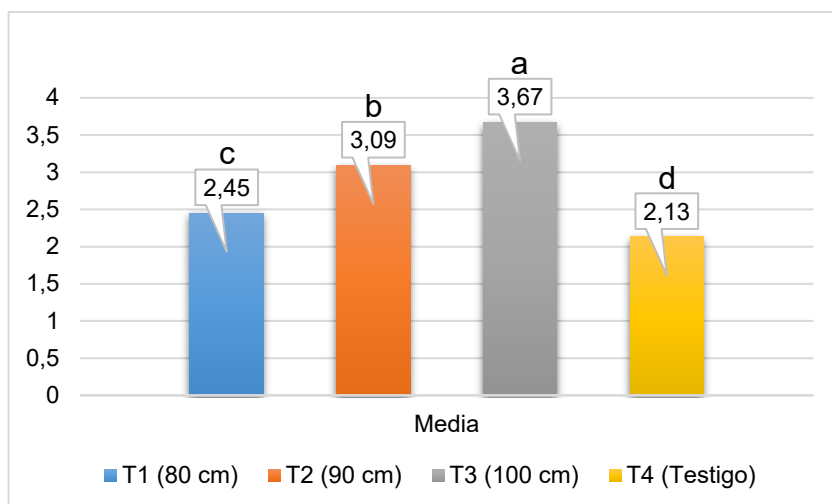


Gráfico 1. Prueba Tukey para producción de forraje verde (kg/m²).

Los datos obtenidos concuerdan con lo señalado por Gómez *et al.* (2021), quien manifiesta que el aumento en la altura de aprovechamiento incrementa significativamente la disponibilidad de forraje verde por unidad de superficie, debido a la mayor acumulación de tejido vegetal. De igual manera, Amesty *et al.* (2022) sostiene que sistemas de pastoreo manejados con mayores tiempos de rebrote favorecen la producción de biomasa, especialmente en gramíneas tropicales adaptadas a climas tropicales y húmedos. Sin embargo, aunque el tratamiento T3 presentó mayor producción de forraje, es importante considerar que mayores alturas también implican un tiempo más prolongado entre aprovechamientos, lo cual podría influir sobre la eficiencia del sistema de pastoreo dependiendo de las necesidades de carga animal y disponibilidad de área forrajera.

3.3 Producción de materia seca (kg/m²)

En la Tabla 4 se presentan los resultados obtenidos para la producción de materia seca durante los ciclos experimentales. Se observó que el contenido de materia seca aumentó progresivamente en todos los tratamientos. El tratamiento T3 registró valores más altos debido al mayor tiempo de desarrollo del pasto

antes del corte, mientras que T4 (testigo) presentó menores acumulaciones por la mayor frecuencia de aprovechamiento.

Tabla 4. Producción de materia seca (kg MS/m²) por tratamiento, parcela y ciclo de evaluación.

Tratamientos	Parcelas	Repetición 1	Repetición 2	Repetición 3
T1 (80 cm)	Parcela 1	0,52	0,58	0,63
	Parcela 2	0,54	0,60	0,65
	Parcela 3	0,53	0,59	0,64
T2 (90 cm)	Parcela 1	0,67	0,74	0,80
	Parcela 2	0,69	0,76	0,82
	Parcela 3	0,68	0,75	0,81
T3 (100 cm)	Parcela 1	0,83	0,91	0,98
	Parcela 2	0,85	0,93	1,00
	Parcela 3	0,84	0,92	0,99
T4 (Testigo 70cm)	Parcela 1	0,45	0,50	0,55
	Parcela 2	0,47	0,52	0,57
	Parcela 3	0,46	0,51	0,56

El análisis de varianza en la Tabla 5 determinó diferencias entre tratamientos para la producción de materia seca, indicando que la altura de entrada tuvo efecto sobre la acumulación de biomasa seca en el pasto.

Tabla 5. Análisis de varianza para producción de materia seca (kg MS/m²).

Fuente de variación	GL	SC	CM	F	p-valor
Tratamientos	3	0,69	0,230	76,67	<0,0001
Error	8	0,024	0,003		
Total	11	0,714			

En el Gráfico 2 se observa que la producción de materia seca mostró diferencias entre tratamientos, observándose un incremento progresivo conforme aumentó la altura de entrada del pasto. El tratamiento T3 presentó el mayor contenido de materia seca durante las evaluaciones realizadas, lo que evidencia que un mayor tiempo de crecimiento favoreció la acumulación de componentes estructurales en la planta.

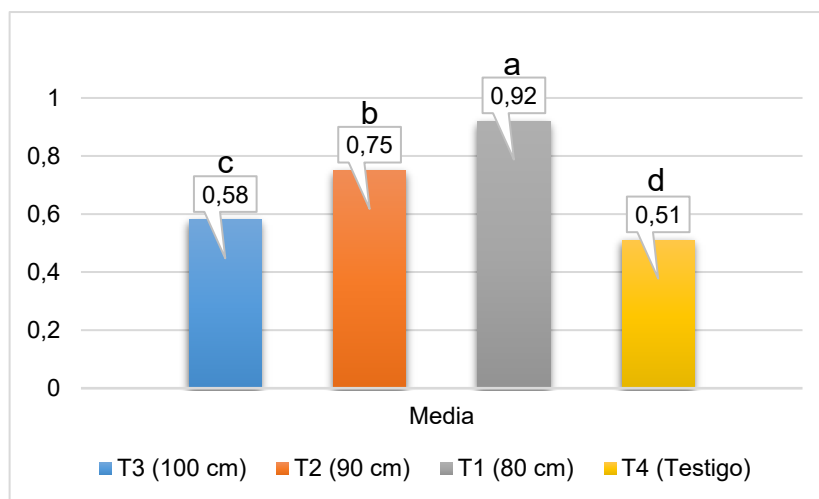


Gráfico 2. Prueba Tukey para materia seca (kg/m^2).

Estos resultados coinciden con lo reportado por Carvajal *et al.* (2023), quien menciona que la acumulación de materia seca aumenta a medida que el pasto alcanza estados más avanzados de desarrollo fisiológico. Del mismo modo, Maués *et al.* (2025) indica que mayores periodos de descanso permiten incrementar la síntesis y almacenamiento de biomasa seca en gramíneas tropicales, favoreciendo el rendimiento productivo de las pasturas.

Asimismo, el incremento de materia seca observado en los tratamientos de mayor altura refleja una mayor disponibilidad de reservas estructurales dentro de la planta. No obstante, niveles elevados de madurez fisiológica también podrían influir sobre la calidad nutricional de forraje, aspecto que debe considerarse en sistemas de manejo racional del pastoreo.

3.4 Cobertura del pasto (%)

La Tabla 6 muestra los porcentajes de cobertura obtenidos durante las evaluaciones realizadas. Los resultados evidenciaron que las parcelas

manejadas con mayores alturas de entrada desarrollaron una cobertura vegetal más uniforme.

El tratamiento T3 presentó los mayores porcentajes de cobertura, mientras que T4 (testigo) registró menores valores debido a la mayor frecuencia de corte aplicada durante el manejo experimental.

Tabla 6. Cobertura del pasto (%) por tratamiento, parcela y ciclo de evaluación.

Tratamientos	Parcelas	Repetición 1	Repetición 2	Repetición 3
T1 (80 cm)	Parcela 1	82%	84%	86%
	Parcela 2	83%	85%	87%
	Parcela 3	84%	86%	88%
T2 (90 cm)	Parcela 1	87%	89%	91%
	Parcela 2	88%	90%	92%
	Parcela 3	89%	91%	93%
T3 (100 cm)	Parcela 1	92%	94%	95%
	Parcela 2	93%	95%	96%
	Parcela 3	92%	94%	95%
T4 (Testigo 70 cm)	Parcela 1	78%	80%	82%
	Parcela 2	79%	81%	83%
	Parcela 3	80%	82%	84%

El análisis estadístico de la Tabla 7 mostró diferencias significativas entre tratamientos para la variable cobertura del pasto, evidenciando que la altura de manejo influyó sobre el desarrollo vegetativo del cultivo.

Tabla 7. Análisis de varianza para cobertura del pasto (%).

Fuente de variación	GL	SC	CM	F	p-valor
Tratamientos	3	286,33	95,44	63,63	0,0003
Error	8	12,00	1,50		
Total	11	298,33			

La cobertura del pasto presentó un comportamiento favorable en los tratamientos con mayores alturas de entrada, observándose porcentajes superiores en T3 respecto a T1, T2 y T4. Esto indica que periodos de recuperación más amplios permitieron un mejor desarrollo foliar y una mayor ocupación del suelo por parte del cultivo como se muestra en el Gráfico 3.

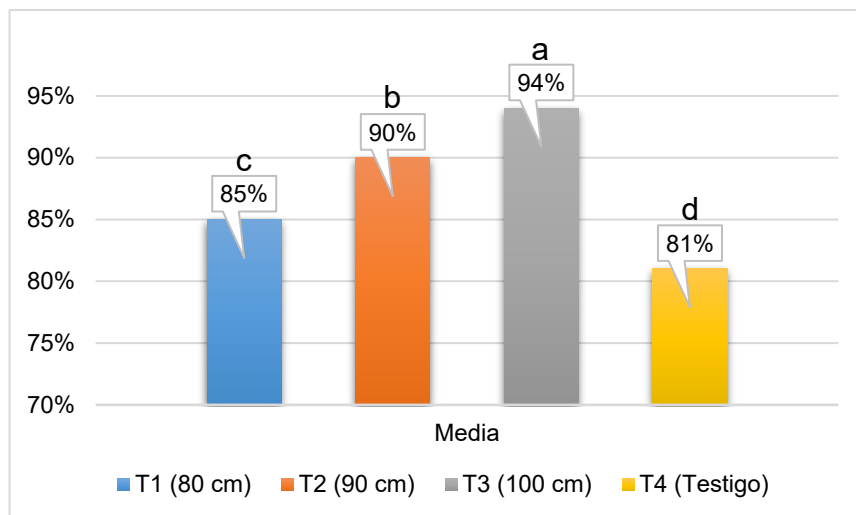


Gráfico 3. Prueba Tukey para cobertura del pasto (%).

Los resultados encontrados son similares a los descritos por Pittaro *et al.* (2025), quien señala que el incremento del tiempo de rebrote favorece el desarrollo de estructuras vegetativas que mejoran la cobertura y persistencia de las pasturas. De igual forma, Silveira (2020) menciona que una adecuada cobertura vegetal contribuye a la conservación de humedad, reducción de erosión y protección del suelo frente a condiciones ambientales adversas.

Además, la mayor cobertura observada en los tratamientos de mayor altura podría contribuir a mejorar la sostenibilidad del sistema forrajero a largo plazo, debido a que una cobertura más densa favorece la recuperación del pasto y disminuye la presencia de espacios descubiertos dentro de la pradera.

3.5 Tasa de crecimiento (kg MS/ha/día)

En la Tabla 8 se presentan los valores correspondientes a la tasa de crecimiento calculada entre los diferentes ciclos experimentales. Los resultados mostraron incrementos conforme aumentó la altura de entrada del pasto.

La tasa de crecimiento (kg MS/ha/día) se determinó a partir de la diferencia de producción de materia seca entre dos cortes consecutivos, dividida para el número de días transcurridos y expresada por hectárea. La fórmula utilizada fue:

$$TC = \frac{MS_{t2} - MS_{t1}}{\Delta t}$$

Donde:

TC: Tasa de crecimiento (kg MS/ha/día).

MS_{t1}: Producción de materia seca en la primera fecha de evaluación (kg/ha).

MS_{t2}: Producción de materia seca en la segunda fecha de evaluación (kg/ha).

Δt: Número de días transcurridos entre ambas mediciones.

El tratamiento T3 registró la mayor tasa de crecimiento promedio, mientras que T4 (testigo) presentó los menores valores debido a menor tiempo de rebrote entre cortes.

Tabla 8. Tasa de crecimiento del pasto (kg MS/ha/día) entre ciclos de evaluación.

Tratamientos	TC ₁ (Rep 1–Rep 2)	TC ₂ (Rep 2–Rep 3)	Promedio
T1 (80 cm)	49,8	54,6	52,2
T2 (90 cm)	59,4	63,5	61,4
T3 (100 cm)	68,5	72,9	70,7
T4 (Testigo 70 cm)	42,8	47,6	45,2

En la Tabla 9 el análisis de varianza evidenció diferencias significativas entre tratamientos para la tasa de crecimiento, indicando que las alturas de manejo influyeron sobre la velocidad de acumulación de materia seca.

Tabla 9. Análisis de varianza para tasa de crecimiento (kg MS/ha/día).

Fuente de variación	GL	SC	CM	F	p-valor
Tratamientos	3	1118,52	372,84	91,38	0,0001
Error	8	32,64	4,08		
Total	11	1151,16			

En el Gráfico 4, de acuerdo con la prueba Tukey se demuestra que la tasa de crecimiento del pasto mostró diferencias entre tratamientos, registrándose los mayores valores en el tratamiento T3. Este comportamiento refleja que el mayor tiempo de descanso permitió una mayor acumulación diaria de materia seca durante el periodo experimental. En contraste, T4 (testigo) presentó menores tasas de crecimiento debido a la frecuencia más alta de aprovechamiento aplicada durante el manejo.

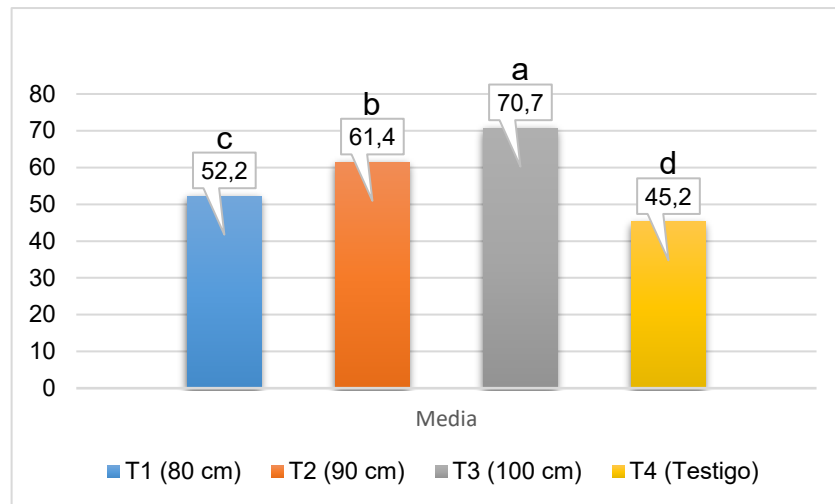


Gráfico 4. Prueba Tukey para tasa de crecimiento (kg MS/ha/día).

Los resultados obtenidos coinciden con lo reportado por Santos *et al.* (2025), quien establece que las gramíneas tropicales incrementan su velocidad de crecimiento cuando disponen de mayores periodos de recuperación fisiológica antes del pastoreo. De igual manera, Hernández *et al.* (2023) afirma que el manejo basado en alturas adecuadas de entrada favorece la capacidad fotosintética del pasto y mejora la acumulación de biomasa por unidad de tiempo.

Por otra parte, aunque el tratamiento T3 presentó una mayor tasa de crecimiento, también es necesario considerar que periodos excesivamente prolongados podrían generar un aumento en la madurez del forraje y modificar la relación Hoja-tallo del cultivo. Por ello, la definición de alturas óptimas de aprovechamiento constituye un aspecto fundamental dentro del manejo racional de pasturas tropicales.

3.6 Altura de entrada y salida de la cobertura

Los resultados correspondientes a la altura de entrada y salida del pasto de la Tabla 10 mostraron que los tratamientos se mantuvieron cercanos a los valores establecidos en el diseño experimental, evidenciando un adecuado control de manejo durante el periodo de evaluación. Las alturas de entrada permitieron diferenciar claramente los tratamientos aplicados, mientras que la altura residual se mantuvo relativamente uniforme entre parcelas debido al corte de igualación realizado después de cada ciclo.

Tabla 10. *Altura de entrada y salida del pasto por tratamiento.*

Tratamientos	Altura de entrada (cm)	Altura de salida (cm)
T1 (80 cm)	80,8	28,8
T2 (90 cm)	90,5	28,6
T3 (100 cm)	100,6	29,7
T4 (Testigo 70 cm)	70,2	28.5

Lo obtenido en esta investigación coincide con lo reportado por Rodrigues *et al.* (2023), quien indica que el manejo de alturas de entrada y salida constituye uno de los principales criterios para regular el aprovechamiento de las pasturas tropicales, ya que permite controlar la recuperación fisiológica del cultivo y mantener la persistencia del sistema forrajero. De igual manera, Silva (2024) menciona que conservar una altura residual adecuada después del pastoreo favorece la emisión de nuevos rebrotes y reduce el estrés ocasionado por el aprovechamiento continuo.

Además, mantener alturas residuales similares entre tratamientos permitió disminuir variaciones asociadas al manejo posterior al corte, garantizando condiciones más homogéneas para el desarrollo del experimento. Esto contribuyó a que las diferencias observadas en las variables productivas estuvieran principalmente relacionadas con las alturas de entrada evaluadas y no con alteraciones en el manejo residual del pasto.

CAPITULO IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

La altura de entrada de pastoreo influyó directamente sobre el crecimiento y comportamiento productivo del pasto *Megathyrsus maximus* cv. Saboya, observándose que el tratamiento T3 (100 cm) presentó los mayores calores en altura del pasto, producción de forraje verde, producción de materia seca, cobertura vegetal y tasa de crecimiento durante el periodo experimental.

Los tratamientos con mayores alturas de entrada permitieron una mayor acumulación de biomasa debido al incremento del tiempo de recuperación del pasto antes del aprovechamiento, favoreciendo el desarrollo foliar y estructural de la pradera. Sin embargo, los tratamientos de menor altura presentaron una mayor frecuencia de utilización dentro del sistema de manejo.

El análisis estadístico mediante ANOVA evidenció diferencias significativas entre tratamientos para las variables evaluadas, demostrando que la dinámica de crecimiento del pasto Saboya estuvo influenciada por las alturas de manejo establecidas en el diseño experimental. La prueba de Tukey permitió identificar al tratamiento T3 como el de mejor respuesta productiva.

El manejo basado en alturas de entrada y salida constituye una alternativa importante para el diseño de sistemas de pastoreo racional, ya que permite regular los periodos de descanso y aprovechamiento del pasto, contribuyendo al mejoramiento de la productividad forrajera y a la sostenibilidad del sistema ganadero en condiciones del cantón Chone.

4.2. Recomendaciones

Se recomienda continuar desarrollando investigaciones relacionadas con el manejo racional del pasto *Megathyrsus maximus* cv. Saboya, incorporando variables asociadas a la calidad nutricional del forraje en diferentes alturas de aprovechamiento, con la finalidad de determinar si el pasto en estado joven, intermedio o avanzado presentan mejores condiciones para la alimentación animal.

Implementar sistemas de manejo basado en alturas de entrada y salida puede contribuir a mejorar la productividad de las pasturas y optimizar los periodos de descanso del cultivo, especialmente en sistemas ganaderos del cantón Chone bajo condiciones climáticas tropicales.

Para futuras investigaciones se recomienda ampliar el tiempo de evaluación e incluir diferentes épocas del año, debido a que factores climáticos como precipitación, temperatura y disponibilidad de agua pueden modificar el crecimiento, recuperación y producción del pasto.

Mantener una altura residual uniforme después del aprovechamiento favorece el rebrote y persistencia de la pradera, por lo que se recomienda aplicar prácticas de manejo que permitan conservar la estabilidad productiva y sostenibilidad de sistemas forrajero a largo plazo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Amangandi, O., Román, F., & Ruiz, C. (2023). Valor nutricional y producción de los principales cultivos forrajeros en el cantón Guaranda – Bolívar - Ecuador. *Tesla*, 3(2). <https://doi.org/https://doi.org/10.55204/trc.v3i2.e192>
- Amesty, J., Pineda, C., González, H., Hernández, H., Rosales, L., & Parra, K. (2022). Influencia del régimen de corte sobre las características agroproductivas del pasto guinea *Megathyrsus maximus*. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 7(2). <https://doi.org/10.24054/cyta.v7i2.2818>
- Bautista, G., López, S., Pérez, P., & Murillo, F. (2022). Estudio preliminar del pastoreo racional Voisin como herramienta para mejorar las condiciones del suelo después del pastoreo extensivo. *Terra Latinoamericana*, 40, 1-12. <https://doi.org/https://doi.org/10.28940/terra.v40i0.893>
- Bezdrob, M., Rakita, N., Hamidović, S., Gavrić, T., Simić, A., Omerović, Z., & Dokso, A. (2024). La influencia del ciclo de la vegetación y la mezcla (gramíneas y leguminosas) en la altura de las plantas en pastizales sembrados. *Central European Agriculture*, 25(1), 154-162. <https://doi.org/https://doi.org/10.5513/JCEA01/25.1.4136>
- 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 *Megathyrsus maximus* cv. Mombaça afectado por estrategias de pastoreo y estacionalidad ambiental. I. Dinámica del ahijamiento y estabilidad de la población. *Crop Pasture Science*, 72(1), 55–65. <https://doi.org/10.1071/CP20198>
- Carvajal, J., Barahona, R., Castro, J., Arango, J., & Vivas, N. (2023). Ciencia y Tecnología Agropecuaria. *Tropical Grasslands*, 11(1). [https://doi.org/10.17138/tgft\(11\)11-21](https://doi.org/10.17138/tgft(11)11-21)

- 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>
- Castro, B., Ferreira, F., Maurer, B., Machado, G., Seibert, L., Ongaratto, F., & Casanova, P. (2021). ¿El pastoreo rotacional basado en la duración de la expansión de las hojas modifica el comportamiento de pastoreo y el consumo de alimento de las novillas de carne en pastizales naturales? *Journal of Agricultural Science*, 3(10). <https://doi.org/https://doi.org/10.5539/jas.v13n10p85>
- Castro, B., Ferreira, F., Trindade, P., Marin, L., Seeger, B., Steinhorst, D. d., & Ongaratto, F. (2021). Suma térmica (grados-día) del período de descanso como herramienta de gestión del pastoreo en pastizales naturales: Efectos sobre el rendimiento animal y la producción de forraje. *Environmental and Sustainability Indicators*, 10. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.indic.2021.100125>
- Cevallos, D. (2024). *Cia Uagraría*. <https://cia.uagraría.edu.ec/Archivos/CEVALLOS%20DE%20LA%20O%20DAMARYS%20MELINA.pdf>
- Cevallos, J., & Olmedo, V. (Noviembre de 2021). *Repositorio ESPAM*. Análisis de biomasa forrajera del pasto saboya (*Megathyrsus maximus*) a los 25, 35 y 45 días de rebrote: <https://repositorio.esпам.edu.ec/items/96c83074-4653-4b1d-ad25-cb7870394def>
- Cobos, F., Gómez, J., Hasang, E., & Ledezma, E. (2022). Germinación de semillas del pasto saboya (*panicum maximum*), expuestos a diferentes niveles de irradiación con rayos gamma (60co). *Science and Research*, 7(2). <https://doi.org/https://doi.org/10.5281/zenodo.7724777>
- Cruz, N., Santos, D., Deitos, D., Rodrigues, R., Sousa, B. M., Vieira, A., & Pacheco, B. (2022). Alternativas para la recuperación y renovación de

- pastizales degradados. *Pesquisa Agropecuária Gaúcha*, 28(1).
<https://doi.org/https://doi.org/10.36812/pag.202228115-35>
- Faria, C., Silva, D., Moura, A., Ferreira, D., Mello, R., & Cássia, M. (2023). La nanosílíce mejora los parámetros morfogénicos y químicos del pasto *Megathyrsus maximus* bajo deficiencia de fósforo y estrés excesivo en diferentes suelos. *BMC Plant Biology*. <https://doi.org/https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-3136009/v1>
- 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>
- Guilherme, E., Moreira, A., Souza, F., Bastos, G., Araújo, J., Silva, A., & Lana, B. (2020). Efeitos da interceptação luminosa ou período de descanso fixo no acúmulo de forragem e estrutura do dossel de uma antiga cultivar de *Megathyrsus maximus*. *Ciência Agrícola*, 18(1).
<https://doi.org/10.28998/rca.v18i1.8801>
- 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>
- Hernández, U., López, E., Bollati, G., Carloni, E., Reutemann, A., & Grunberg, K. (2023). Efectos de la maduración de las hojas y los tallos sobre el valor nutricional en *Megathyrsus maximus*. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 104(5), 2937-2946. <https://doi.org/10.1002/jsfa.13186>
- Macias, M., & Macias, M. (2025). *Repositorio ULEAM*.
<https://repositorio.uleam.edu.ec/bitstream/123456789/9585/1/ULEAM-AGRO-496.pdf>
- Maués, L., Lage, N., Lima, V. d., Araújo, D., Barata, G., Faturi, C., . . . Carvalho, T. (2025). Crecimiento inicial de la hierba *Megathyrsus maximus* cv.

- Massai bioestimulada con *Burkholderia pyrrocinia* a diferentes profundidades de siembra. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, 47(1). <https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v47i1.71885>
- Medeiros, C., Amorim, R., Schmitt, D., Miqueloto, T., Carneiro, S., & Fischer, A. (2023). Mezclas de pastos: una alternativa a los monocultivos tradicionales en los trópicos. *Grass and Forage Science*, 78(2). <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/gfs.12605>
- Menegazzi, G., Dorao, C., Loza, C., Talmón, D., Mattiauda, D., Genro, T., . . . less, S. (2025). Efectos de la altura del pasto después del pastoreo en la producción de leche individual y por hectárea de vacas lecheras de alta producción suplementadas. *Journal of Dairy Science*, 108(12), 12867-14099. [https://doi.org/https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302\(25\)00745-3/fulltext](https://doi.org/https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302(25)00745-3/fulltext)
- Muñoz, J. (Marzo de 2023). *Repositorio ULEAM*. <https://repositorio.uleam.edu.ec/bitstream/123456789/4630/1/ULEAM-AGRO-0149.pdf>
- Oliveira, J. D., & Doneda, G. (2023). Principales alturas de entrada en pastos con enfoque en la gestión: una revisión de la literatura. *Ciência Brasileira*. <https://doi.org/10.29327/cb-agroecología-agronomía-ciencias-de-campo-medicina-veterinaria-1.599478>
- Orozco, M. (3 de Enero de 2024). *CONtexto ganadero*. <https://www.contextoganadero.com/ganaderia-sostenible/6-razones-para-la-que-debe-empezar-a-trabajar-con-pastoreo-racional-voisin>
- Pacheco, A., Hernández, L., Carpio, U., Gutiérrez, J., & Alonso, J. (2023). Importancia de la ganadería sustentable en el pastoreo de rumiantes. *Brazilian Journal of Development*, 9(12). <https://doi.org/https://doi.org/10.34117/bjdv9n12-028>

- Palma, R., Cevallos, V., Macay, M., Bermeo, K., & Pesantez, M. (2024). Impacto del Pastoreo Racional Voisin en la respuesta productiva de pastos *Urochloa* y *Megathyrsus*. *Religación*, 9(42). <https://doi.org/https://doi.org/10.46652/rgn.v9i42.1247>
- Pinela, D., González, I., Cedeño, P., Álava, J., & Novillo, J. (2025). Fortalecimiento de la Ganadería Ecuatoriana: Manejo Sostenible de Pastos, Forrajes y Sistemas Silvopastoriles para un Futuro Resiliente. *Ciencias Sociales y Humanidades*, 6(2). <https://doi.org/https://doi.org/10.56712/latam.v6i2.3769>
- Pinheiro, L., Seo, H., Daros, R., Hidalgo, D., & Wendling, A. (2021). Pastoreo racional Voisin como alternativa sostenible para la producción ganadera. *Animals*, 11(12). <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/ani11123494>
- Pionce, J. (2025). *Repositorio UNESUM*. <https://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/7985/1/Pionce%20Choez%20Jefferson%20Adrian.pdf>
- Pittaro, M., Invierno, F., Moncada, V., & Fischer, A. (2025). La dinámica de la población de tallos y la ley de autoaclareo revelan mecanismos de estabilidad en praderas mixtas bajo un manejo variable del pastoreo. *The Journal of Agricultural Science*, 163(2), 160-170. <https://doi.org/10.1017/S0021859625000176>
- Reyes, F., Borja, M., Luis, P. d., & Marini, P. (2022). Pastoreo racional Voisin: una alternativa agroecológica para lograr una ganadería sostenible en Ecuador. *The Ecuadorian*, 2(1), 104-112. <https://doi.org/https://doi.org/10.18502/espoch.v2i2.11187>
- Rincón, J. (2021). *Producción Animal*. https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pastoreo%20sistemas/218-Cuantas_unidades.pdf
- Rodrigues, H., Rodrigues, R., Torres, R., Dias, E., & Antunes, H. (2023). Tiempo de contacto del fertilizante fosfatado con semillas de *Megathyrsus*

- maximus (cv. Massai) en relación con la germinación y el crecimiento. *Agronomía Colombiana*, 41(2).
<https://doi.org/10.15446/agron.colomb.v41n2.110036>
- Rouet, S., Barillot, R., Leclercq, D., Hélène, M., Combes, D., Escobar, A., & Louis, 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.
<https://doi.org/https://doi.org/10.3389/fpls.2021.672156>
- 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. *Ciencias de la Administración y Economía*, 14(27), 9-20.
<https://doi.org/https://investigacion.utc.edu.ec/index.php/dateh/article/download/895/1267?inline=1>
- Santos, N., Oliveira, G., Santos, L., Santos, I. d., & Dantas, R. (2025). Evaluación de cultivares de *Megathyrsus maximus* en la región semiárida de Sergipe. *Agropecuária Científica no Semiárido*, 21(1).
<https://doi.org/10.30969/j1gj7f38>
- Silva, H. (2024). El crecimiento y desarrollo de *Megathyrsus maximus* cv. Mombasa mejora con la inoculación de microorganismos promotores del crecimiento vegetal. *International Journal of Agriculture and Biology*, 31(6), 410-416. <https://doi.org/10.17957/IJAB/15.2158>
- Silva, S. C., Castro, M., Francklin, G., Aparecida, R., & Fischer, A. (2021). Crecimiento de *Megathyrsus maximus* cv. Mombaça afectado por estrategias de pastoreo y estacionalidad ambiental. I. Dinámica del ahijamiento y estabilidad de la población. *Crop & Pasture Science*, 72(1), 55–65. <https://doi.org/https://doi.org/10.1071/CP20198>
- Silveira, R. (2020). Manejo ecofisiológico de las gramíneas *Megathyrsus maximus* (*Panicum maximum*) cv. Tanzania, Mombasa y Massai.

- Veterinária e Zootecnia*, 27, 1-13.
<https://doi.org/10.35172/rvz.2020.v27.421>
- Tatés, L., & Balarezo, L. (2025). Implementación de un sistema de pastoreo Voisin y organización de registros reproductivos en la finca “La Aldea”. *Ciencia Y Tecnología*, 10(2), 1-7.
<https://doi.org/https://doi.org/10.59410/RACYT-v10n02ep01-0158>
- 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>
- Varga, K., Csízi, I., Monori, I., & Valkó, O. (2021). Amenazas y desafíos relacionados con los potreros de pastoreo: Recuperación de pastizales extremadamente sobrepastoreados tras la exclusión del pastoreo. *Arid Land Research and Management*, 35(3), 346-357.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1080/15324982.2020.1869120>
- Veloz, E. (2022). *Cia Uagrari*.
<https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/VELOZ%20VERA%20ERICK%20STALYN.pdf>
- 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. *Social Sciences and Humanities*, 8(2), 3622-3632.
https://doi.org/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>

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>

Zambrano, I. (Marzo de 2023). *Repositorio ULEAM*.
<https://repositorio.uleam.edu.ec/bitstream/123456789/4666/1/ULEAM-AGRO-0181.pdf>

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. Área experimental



Anexo 2. Organización de las parcelas experimentales.



Anexo 3. Parcelas experimentales listas para medir las diferentes variables.



Anexo 4. Medición de altura (cm) y cobertura del pasto (%).



Anexo 5. Corte de igualación y toma de muestra para la determinación de la producción de forraje verde y seco (kg/m^2)



Anexo 6. Determinación del peso de forraje verde (kg/m²).



Anexo 7. Determinación del peso de forraje seco (kg/m²).

