



UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ

Trabajo de Titulación – Modalidad Proyecto de Investigación

Título:

“Evaluación del momento de ocupación en potreros con pasto saboya (*Megathyrsus maximus*), basado en alturas críticas de entrada y salida en sistema de pastoreo rotacional”

Autora:

Cevallos Bravo Bryan Alexander

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: "Evaluación del momento de ocupación en potreros con pasto saboya (*Megathyrsus maximus*), basado en altura críticas de entrada y salida en sistemas de pastoreos rotacional" 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 Cevallos Bravo Bryan Alexander

Siendo de su exclusiva responsabilidad.



Ing. Juan Ramon Moreira Saltos, Mg.

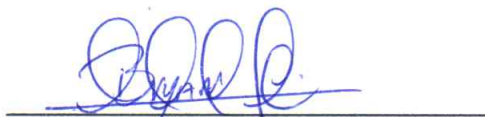
TUTOR

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Quien suscribe la presente:

Sr. Cevallos Bravo Bryan Alexander

Estudiante de la Carrera de **Ingeniería Agropecuaria**, declaro bajo juramento que el presente proyecto integrador cuyo título: "Evaluación del momento de ocupación en potreros con pasto saboya (*Megathyrsus maximus*), basado en altura críticas de entrada y salida en sistemas de pastoreos rotacional", 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.



Sr. Cevallos Bravo Bryan Alexander

CI. 131556329-4

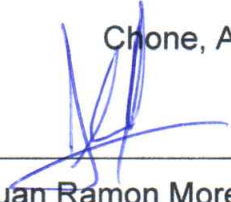


APROBACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Los miembros del Tribunal Examinador aprueban el Trabajo de Titulación con modalidad Proyecto de investigación, titulado: "Evaluación del momento de ocupación en potreros con pasto saboya (*Megathyrsus maximus*), basado en altura críticas de entrada y salida en sistemas de pastoreos rotacional" de su autora: Cevallos Bravo Bryan Alexander de la Carrera "Ingeniería Agropecuaria", y como Tutor del Trabajo el Ing. Juan Ramon Moreira Saltos, Mg.

Chone, Agosto del 2026

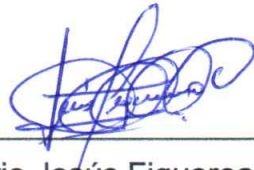

Lcda. Rocío Bermúdez Cevallos,
Mg.


Ing. Juan Ramon Moreira Saltos,
Mg.

DECANA

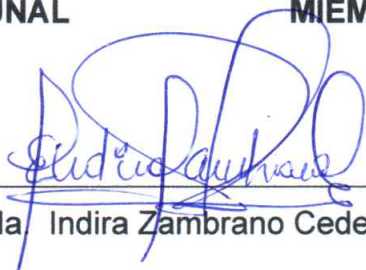
TUTOR


Ing. Rubén Darío Rivera
Fernández, Mg


Ing. Macario Jesús Figueroa Vélez,
Mg.

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

MIEMBRO DEL TRIBUNAL


Lcda. Indira Zambrano Cedeño, Mg.

SECRETARIA

AGRADECIMIENTO

A Dios, por ser el faro en mis noches más largas, por infundir en mi alma la fuerza para no rendirme jamás y por darme la bendición de culminar con éxito esta hermosa y retadora etapa llamada universidad.

A mis padres, Luis Enrique Cevallos Bravo e Irene Dolores Bravo, los arquitectos de mis sueños. Gracias por sus sacrificios silenciosos, su amor incondicional y por ser el pilar indestructible que me sostuvo en cada caída. A mis hermanos, Gema Cevallos Bravo y Valentín Cevallos Bravo, por ser mis confidentes, mi refugio y la motivación constante para ser un ejemplo a seguir. Este logro es, ante todo, de nuestra familia.

A mi pareja, Kathya Anzules Cusme, por creer en mí incluso cuando el cansancio me hacía dudar. Gracias por tu paciencia infinita, por abrazar mis desvelos y por caminar a mi lado tomándome de la mano en cada paso de este gran reto.

A mis docentes, por ir más allá de las aulas, por sembrar en mí el conocimiento y guiar mi camino profesional con verdadera vocación y paciencia.

Hoy cierro este ciclo con el corazón lleno de gratitud y listo para el mañana. Me despido de las aulas para salir al mundo a aportar mi granito de arena, bajo la firme convicción de que cuando entrelazamos nuestras manos en un esfuerzo común, logramos sanar y transformar el entorno. Porque estoy convencido de que, si nos unimos como sociedad, desde la empatía y el trabajo mutuo, podemos construir un mundo mejor. Gracias hoy mañana y siempre. Hasta pronto.

Cevallos Bravo Bryan Alexander

DEDICATORIA

A mi madre, Irene Dolores Bravo.

Gracias por ser el pilar indestructible, Gracias por creer en mí desde el primer día y por enseñarme que con el corazón y el esfuerzo se puede construir un mundo mejor. Te amo con toda mi alma.

Hoy que cierro esta etapa llamada universidad, miro hacia adelante y, aunque no sé con certeza qué me depara el futuro ni qué caminos me tocará recorrer, tengo una seguridad absoluta: en cualquier lugar del mundo donde me encuentre, haré que te sientas profundamente orgullosa de mí. Honraré cada conocimiento que adquirí en las aulas, pero, por sobre todas las cosas, honraré los valores que me enseñaste como madre, que son mi verdadero título de vida.

Esos principios, tu nobleza, tu ejemplo de lucha y el amor infinito que me has dado son el equipaje más valioso que llevo conmigo. Te prometo que los grabaré en mi pecho y los llevaré con la frente en alto, guiando cada uno de mis pasos profesionales y humanos, hasta el último día en que me muera.

Te amo por siempre mamá.

Cevallos Bravo Bryan Alexander

RESUMEN

El objetivo general de esta investigación fue evaluar el momento óptimo de ocupación y desocupación en potreros con pasto Saboya (*Megathyrsus maximus*) mediante la determinación de alturas críticas de entrada y salida, con el fin de optimizar la producción forrajera y la sostenibilidad del sistema de pastoreo rotacional. Para ello, se empleó un enfoque cuantitativo de alcance explicativo y longitudinal durante un período experimental de 120 días desde septiembre 2025 hasta enero 2026, utilizando un Diseño de Bloques Completamente al Azar con cuatro tratamientos y cuatro bloques: T1 (70/30 cm), T2 (90/40 cm), T3 (110/50 cm) y T4 (testigo con manejo convencional), evaluándose biomasa, tasa de rebrote y composición morfológica. Los resultados evidenciaron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.0001$) entre tratamientos, destacando T1 con la mayor producción acumulada total de materia seca (9 936 kg MS/ha en 5.4 ciclos), la tasa de rebrote más elevada (1.81 cm/día), el menor tiempo de descanso (22 días), la mejor relación hoja/tallo (2.83) y la mayor eficiencia de utilización (58.97%). Por el contrario, T3 redujo su rendimiento acumulado a 5 675 kg MS/ha debido al excesivo encañado y descansos prolongados (48 días). Se concluye que establecer el manejo del pastoreo mediante alturas críticas de 70 cm de entrada y 30 cm de salida maximiza la frecuencia de cosecha, se asocia con una mayor tasa de recuperación del pasto y una menor acumulación de material senescente, consolidándose como la estrategia agronómica más eficiente para potenciar la productividad y sostenibilidad del sistema.

PALABRAS CLAVES

Pasto Saboya (*Megathyrsus maximus*), alturas críticas, pastoreo rotacional, materia seca, tasa de rebrote

ABSTRACT

The overall objective of this study was to evaluate the optimal timing for stocking and destocking pastures with Saboya grass (*Megathyrsus maximus*) by determining critical entry and exit heights, with the aim of optimizing forage production and the sustainability of the rotational grazing system. To this end, a quantitative, explanatory, and longitudinal approach was employed over a 120-day experimental period, using a randomized Complete Block Design (RCBD) with four treatments and four blocks: T1 (70/30 cm), T2 (90/40 cm), T3 (110/50 cm), and T4 (control with conventional management), with biomass, regrowth rate, and morphological composition evaluated. The results showed statistically significant differences ($p < 0.0001$) among treatments, with T1 standing out for having the highest total accumulated dry matter production (9,936 kg DM/ha over 5.4 cycles), the highest regrowth rate (1.81 cm/day), the shortest rest period (22 days), the best leaf-to-stem ratio (2.83), and the highest utilization efficiency (58.97%). In contrast, T3 reduced its cumulative yield to 5,675 kg DM/ha due to excessive stem elongation and prolonged rest periods (48 days). It is concluded that establishing grazing management with critical heights of 70 cm for entry and 30 cm for exit maximizes harvest frequency, preserves the remaining photosynthetic surface to accelerate plant recovery, and prevents quality loss due to senescence, thus consolidating itself as the most efficient agronomic strategy to enhance the productivity and sustainability of the system.

KEYWORDS

Savoy grass (*Megathyrsus maximus*), critical heights, rotational grazing, dry matter, regrowth rate

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 ANEXOS.....	XII
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO	4
1.1 Momento de ocupación del potrero.....	4
1.1.1 Sistema de producción ganadera.....	4
1.1.2 Pasturas tropicales.....	4
1.1.3 Pasto Saboya (<i>Megathyrus maximus</i>).....	5
1.1.4 Crecimiento y desarrollo del pasto Saboya	6
1.1.5 Manejo del pastoreo	6
1.1.6 Sistemas de pastoreo	7
1.1.7 Pastoreo rotacional	7
1.1.8 Momento de ocupación del potrero	8
1.2 Producción y aprovechamiento del pasto Saboya	9
1.2.1 Producción de biomasa de las pasturas.....	9
1.2.2 Disponibilidad de forraje	9
1.2.3 Producción de materia verde	10
1.2.4 Producción de materia seca	10
1.2.5 Calidad nutricional del forraje	¡Error! Marcador no definido.
1.2.6 Valor nutritivo del pasto Saboya	11
1.2.7 Aprovechamiento del pasto	12

1.2.8	Respuesta del pasto Saboya al pastoreo	13
1.2.9	Relación entre el momento de ocupación y la producción de aprovechamiento del pasto Saboya	14
CAPÍTULO II: METODOLOGÍA		16
2.1	Ubicación, y descripción del área o sujeto en estudio	16
2.2	Descripción del tipo de estudio.....	16
2.3	Manejo del trabajo de titulación.....	17
2.4	Variables a medir	18
2.4.1	Altura de entrada y salida del pasto (cm)	18
2.4.2	Tasa de rebrote (cm/día)	18
2.4.3	Tiempo de recuperación (días).....	19
2.4.4	Relación hoja/tallo.....	19
2.4.5	Producción de materia seca (kg MS/ha).....	19
2.4.6	Eficiencia de utilización del forraje (%).....	19
2.5	Análisis estadístico	20
CAPÍTULO III: RESULTADOS Y/O PRODUCTO ALCANZADO		21
3.1	Producción de materia seca utilizable.....	21
3.2	Tasa de rebrote y tiempo de recuperación.....	22
3.3	Eficiencia de utilización y calidad morfológica	23
CAPITULO IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		25
4.1.	Conclusiones	25
4.2.	Recomendaciones	26
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		27
ANEXOS		34

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación Geográfica del cantón Chone.....	16
---	----

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Taxonomía del pasto Saboya (<i>Megathyrsus maximus</i>).....	5
Tabla 2. Producción y acumulación de materia seca (MS) por tratamiento.	21
Tabla 3. Dinámica de rebrote y período de descanso por tratamiento.....	22
Tabla 4. Eficiencia de cosecha y estructura morfológica pre-pastoreo del pasto Saboya.	23

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Medición de la variable altura del pasto (cm).....	35
Anexo 2. Área experimental del proyecto.....	35
Anexo 3. Toma de muestra con cuadro de aforo.	35
Anexo 4. Peso de marco de aforo.	36
Anexo 5. Toma de pasto.....	36

INTRODUCCIÓN

A nivel mundial, la producción ganadera enfrenta el desafío de incrementar la eficiencia en el aprovechamiento de los recursos forrajeros sin comprometer la sostenibilidad de los sistemas de producción. En las regiones tropicales, las pasturas constituyen la principal fuente de alimentación para los bovinos, por lo que su manejo adecuado resulta determinante para mantener la productividad animal y la conservación de los recursos naturales. La implementación de estrategias de pastoreo que regulen la utilización de forraje permite mejorar la relación suelo-planta-animal y favorecer sistemas ganaderos más eficientes y sostenibles (Reyes *et al.*, 2022; Sanguinetti *et al.*, 2025).

En los sistemas ganaderos tropicales, el pastoreo rotacional representa una de las alternativas más utilizadas para optimizar el aprovechamiento del forraje y garantizar la recuperación de las praderas. Este sistema se basa en la división de la superficie en potreros que son ocupados de manera sucesiva, permitiendo períodos de descanso que favorecen el rebrote y la persistencia de las gramíneas (Baronti *et al.*, 2022). Sin embargo, diversos estudios señalan que la eficiencia del pastoreo no debe depender únicamente de un número fijo de días, sino de indicadores prácticos del estado fisiológico de la pastura, como la altura de entrada y salida del dosel vegetal (Loera *et al.*, 2025).

Entre las gramíneas de mayor importancia para la ganadería tropical se encuentra el pasto Saboya (*Megathyrsus maximus*), especie ampliamente utilizada por su elevada producción de biomasa, rápida capacidad de rebrote, buena adaptación a condiciones edafoclimáticas y adecuada aceptación por el ganado bovino. No obstante, su comportamiento productivo varía según las condiciones ambientales y, principalmente, según el manejo aplicado durante el pastoreo (Wang *et al.*, 2023). La altura alcanzada por la pastura antes del ingreso de los animales y la altura residual después de la defoliación influye directamente sobre la acumulación de materia seca, la proporción de hojas y tallos, la calidad nutricional y la capacidad de recuperación del forraje (Pereira *et al.*, 2020; Oliveira y Doneda, 2023).

En Ecuador, la ganadería constituye una de las principales actividades económicas del sector agropecuario y representa una fuente de sustento para miles de productores rurales. A pesar de ello, gran parte de las explotaciones bovinas continúan manejando las pasturas mediante criterios empíricos, donde el ingreso y retiro del ganado se realiza sin considerar indicadores técnicos relacionados con el crecimiento de las gramíneas (Saquicela *et al.*, 2022). Esta situación provoca sobrepastoreo, reducción de la cobertura vegetal, disminución de la producción de biomasa y deterioro progresivo de la capacidad de rebrote de las praderas, afectando tanto la productividad como la sostenibilidad de los sistemas ganaderos (Santos y Rocha, 2025).

La provincia de Manabí, y particularmente el cantón Chone, se caracteriza por una importante actividad ganadera basada en el aprovechamiento de pasturas tropicales. Es esta zona, el pasto Saboya presenta una excelente adaptación a las condiciones climáticas locales y constituye uno de los principales recursos alimenticios para la producción de carne y leche (Vera *et al.*, 2024). Sin embargo, la limitada aplicación de tecnologías relacionadas con la determinación de alturas críticas de entrada y salida dificulta establecer el momento óptimo de ocupación de los potreros, generando pérdidas de forraje, disminución de la eficiencia de utilización y una recuperación menos favorable de las praderas (Palma *et al.*, 2024).

Frente a esta problemática surge la siguiente interrogante de investigación: ¿Cuál es el momento óptimo de ocupación en potreros con pasto Saboya (*Megathyrsus maximus*), basado en alturas críticas de entrada y salida, que permita mejorar el aprovechamiento del forraje y favorecer la recuperación de la pastura en un sistema de pastoreo rotacional? El objetivo de estudio corresponde al manejo del pasto Saboya dentro de sistemas de pastoreo rotacional, mientras que el campo de acción se orienta a la determinación de las alturas críticas de entrada y salida como criterio técnico para el manejo del pastoreo.

El objetivo general de la investigación consiste en evaluar el momento óptimo de ocupación y desocupación en potreros con pasto Saboya (*Megathyrsus maximus*) mediante la determinación de alturas críticas de entrada y salida, con

el fin de optimizar la producción forrajera y la sostenibilidad del sistema de pastoreo rotacional.

Como objetivo específico se plantea:

- Comparar la producción de materia seca utilizable (kg MS/ha) entre tratamientos basados en diferentes alturas críticas de entrada y salida.
- Evaluar la tasa de rebrote (cm/día) y el tiempo de recuperación (días) del pasto Saboya bajo cada régimen de ocupación.
- Determinar la eficiencia de utilización del forraje (%) y cambios en la calidad morfológica del pasto (relación hoja: tallo) asociadas a cada tratamiento.

La hipótesis de investigación establece que el manejo del pasto Saboya (*Megathyrsus maximus*) mediante diferentes alturas críticas de entrada y salida produce diferencias significativas en la producción de materia seca, la tasa de rebrote, el tiempo de recuperación y la eficiencia de utilización del forraje respecto al manejo convencional.

Para comprobar esta hipótesis, el estudio se desarrollará mediante un enfoque experimental bajo un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA), evaluando diferentes alturas críticas de entrada y salida en parcelas de pastoreo rotacional. Las variables de estudio incluirán altura del pasto, tasa de rebrote, tiempo de recuperación, producción de materia seca, relación hoja-tallo, calidad morfológica y eficiencia de utilización del forraje, cuyos resultados permitirán generar criterios técnicos para mejorar la productividad y sostenibilidad de los sistemas ganaderos del cantón Chone.

CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO

1.1 Momento de ocupación del potrero

1.1.1 Sistema de producción ganadera

Los sistemas de producción ganadera comprenden el conjunto de recursos naturales, animales, humanos y tecnológicos que interactúan para obtener productos de origen animal de manera eficiente. Dentro de estos sistemas, la alimentación constituye uno de los principales factores que condicionan el comportamiento productivo del ganado, especialmente cuando la producción depende del aprovechamiento directo de las pasturas. En las regiones tropicales, los sistemas basados en pastoreo tienen especial importancia debido a la disponibilidad de gramíneas adaptadas a las condiciones climáticas (Reyes *et al.*, 2022).

El manejo adecuado de estos sistemas requiere establecer estrategias que permitan aprovechar eficientemente el recurso forrajero sin afectar su capacidad de recuperación. La disponibilidad de alimento, el número de animales, la duración del pastoreo y el período de descanso son elementos relacionados con la producción del pastoreo constituye una herramienta fundamental para mantener la disponibilidad de forraje y favorecer una producción ganadera sostenible (Pacheco *et al.*, 2023).

1.1.2 Pasturas tropicales

Las pasturas tropicales constituyen una fuente fundamental de alimentación para los animales destinados a la producción de carne y leche en zonas cálidas. Están conformadas principalmente por gramíneas capaces de desarrollarse bajo condiciones de temperaturas elevadas y períodos de precipitación variable. Su importancia radica en que permiten proporcionar alimento directamente en el potrero, reduciendo la dependencia de alimentos concentrados y otros recursos externos (Saquicela *et al.*, 2022).

La producción y calidad de las pasturas dependen de factores ambientales y de manejo, entre ellos la disponibilidad de agua, fertilidad del suelo, temperatura, radicación, edad de rebrote y frecuencia de defoliación. En consecuencia, una

misma especie puede presentar diferencias importantes en producción de biomasa y composición nutricional según las condiciones en que sea manejada. La evaluación de estos factores permite establecer estrategias de utilización acordes con el crecimiento de cada pastura (Santos y Rocha, 2025).

1.1.3 Pasto Saboya (*Megathyrsus maximus*)

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

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

Fuente: (Andrade y Murillo, 2023)

La especie presenta características que favorecen su utilización bajo sistemas de pastoreo, entre ellas rápido crecimiento, buena producción de hojas, capacidad de rebrote y aceptación por parte de los animales. Puede presentar una amplia variabilidad morfológica, con planes que alcanzan diferentes alturas dependiendo del cultivo, ambiente y manejo. Estas características hacen necesario establecer criterios de manejo que permitan aprovechar la producción de forraje antes de que aumente excesivamente la producción de tallos y material senescente (Wang *et al.*, 2023).

El comportamiento productivo del Saboya también está relacionado con las condiciones climáticas y edáficas. La especie se desarrolla favorablemente en ambientes tropicales con suficiente disponibilidad de humedad y su producción puede variar considerablemente entre localidades. Investigaciones realizadas en Ecuador han demostrado diferencias en producción de biomasa y materia seca entre variedades de *Megathyrsus maximus* sometidas a diferentes condiciones climáticas, confirmando la importancia del ambiente sobre su productividad (Wang *et al.*, 2023).

1.1.4 Crecimiento y desarrollo del pasto Saboya

El crecimiento del pasto Saboya se caracteriza por la aparición y expansión de nuevas hojas, elongación de tallos, formación de macollas y acumulación progresiva de biomasa. Después del pastoreo, la planta utiliza sus reservas y tejidos remanentes para iniciar nuevamente el crecimiento, durante ese proceso se modifica gradualmente la estructura de la pastura, pasando de una mayor proporción de hojas jóvenes hacia una mayor proporción de tallos y material senescente conforme aumenta la edad de rebrote (Pereira *et al.*, 2020).

La velocidad de crecimiento está condicionada por la temperatura, humedad, fertilidad del suelo, radiación solar y disponibilidad de nutrientes. Por esta razón, el período necesario para que una pastura alcance una determinada altura no es necesariamente constante durante todo el año. Estudios realizados con *Megathyrsus maximus* han demostrado que la altura del dosel se relaciona con la acumulación de materia seca y con los cambios en la estructura de hojas y tallos (Gros *et al.*, 2023).

El conocimiento del crecimiento de la planta permite establecer criterios más precisos para decidir cuándo los animales deben ingresar al potrero. Una entrada demasiado temprana puede limitar la acumulación de reservas y reducir la producción de forraje, mientras que una entrada tardía puede incrementar la proporción de tallos y material senescente. Por ello, la altura de la pastura puede utilizarse como un indicador práctico para relacionar el desarrollo vegetal con el momento de aprovechamiento (Rouet *et al.*, 2022).

1.1.5 Manejo del pastoreo

El manejo del pastoreo comprende las decisiones relacionadas con la utilización del forraje por parte de los animales y su posterior recuperación. Entre sus principales componentes se encuentran la carga animal, duración de la ocupación, frecuencia de utilización, altura del pasto y período de descanso. Un manejo adecuado busca mantener un equilibrio entre la cantidad de forraje disponible para los animales y la capacidad de la planta para continuar produciendo biomasa (Mochi *et al.*, 2026).

La defoliación modifica la estructura y fisiología de la planta, por lo que su intensidad y frecuencia deben ajustarse a las características de la especie. Una utilización excesivamente intensa puede reducir la capacidad de recuperación, mientras que un aprovechamiento tardío puede disminuir la calidad del forraje debido al incremento de tallos y material senescente. En este sentido, el manejo debe considerar tanto la producción como la calidad el alimento disponible para el ganado (Hayatu y Abubakar, 2021).

1.1.6 Sistemas de pastoreo

Los sistemas de pastoreo son métodos organizados para utilizar las pasturas de acuerdo con el comportamiento del ganado y la capacidad de recuperación de las plantas. Entre las principales modalidades se encuentran el pastoreo continuo, diferido, alternado y rotacional. Cada sistema modifica la frecuencia e intensidad con que los animales utilizan en forraje, por lo que puede generar diferentes respuestas en la productividad y persistencia de la pastura (Santos y Rocha, 2025).

La selección de un sistema depende de las condiciones productivas, disponibilidad de terreno, infraestructura, número de animales y características de la pastura. En sistemas tropicales, el pastoreo rotacional permite dividir el área disponible y utilizar sucesivamente diferentes unidades de pastoreo, proporcionando períodos de descanso a las áreas que no están siendo utilizadas. De esta manera, se busca mejorar el control sobre la utilización y recuperación del forraje (Loera *et al.*, 2025).

1.1.7 Pastoreo rotacional

El pastoreo rotacional consiste en subdividir una superficie de pastoreo en varias unidades o potreros y permite que los animales utilicen cada unidad durante un período determinando, mientras las restantes permanecen en recuperación. Este sistema permite controlar la frecuencia y la intensidad de defoliación, evitando que toda la superficie sea utilizada simultáneamente. La finalidad es favorecer la recuperación de las plantas y mantener una oferta de forraje relativamente estable (Saquicela *et al.*, 2022).

Uno de los principales fundamentales del pastoreo rotacional es establecer adecuadamente el tiempo de ocupación y el período de descanso. La permanencia de los animales debe ser suficientemente corta para evitar su consumo excesivo de los nuevos rebrotes, mientras que el descanso debe permitir que la planta recupere una cantidad adecuada de tejido foliar. Por ello, la rotación no debe basarse únicamente en días fijos, sino también en indicadores del estado de la pastura (Baronti *et al.*, 2022).

La altura del dosel constituye una herramienta práctica para tomar decisiones de manejo. Investigaciones con *Megathyrsus maximus* han utilizado alturas del dosel antes y después del pastoreo para controlar la intensidad de defoliación y conservar una estructura adecuada de la pastura. En determinados cultivares, se han utilizado alturas prepastoreo cercanas a 80 – 90 cm y alturas pospastoreo equivalente aproximadamente a la mitad de la altura inicial, aunque estos valores deben ajustarse al cultivar y condiciones particulares de cada sistema (Chenais *et al.*, 2023).

1.1.8 Momento de ocupación del potrero

El momento de ocupación corresponde a la decisión de establecer cuándo los animales deben ingresar a un potrero para aprovechar la pastura en condiciones adecuadas de cantidad y calidad. Esta decisión puede basarse en indicadores como la altura del pasto, estado fenológico, disponibilidad de biomasa y grado de recuperación después del período de descanso. En sistemas rotacionales, definir correctamente este momento permite evitar tanto el sobrepastoreo como la utilización tardía del forraje (Palma *et al.*, 2024).

La altura de entrada constituye uno de los indicadores más prácticos para establecer el momento de ocupación, debido a que se relaciona con el crecimiento y la estructura de la planta. En *Megathyrsus maximus*, estudios recientes han encontrado relaciones entre altura del dosel, masa de materia seca y características morfológicas, demostrando que la altura puede utilizarse como indicador para apoyar decisiones de inicio del pastoreo (Oliveira y Doneda, 2023).

La altura de salida también es fundamental, porque determina la cantidad de tejido vegetal que permanece después del consumo. Mantener una altura residual adecuada permite conservar hojas y estructuras necesarias para el rebrote. En consecuencia, el momento de ocupación no debe analizarse únicamente como el instante de ingreso de los animales, sino como parte de un proceso que comprende la relación entre altura de entrada, intensidad de utilización, altura de salida y posterior período de recuperación (Menegazzi *et al.*, 2025).

1.2 Producción y aprovechamiento del pasto Saboya

1.2.1 Producción de biomasa de las pasturas

La biomasa de una pastura representa la cantidad de material vegetal presente en una determinada superficie y constituye uno de los principales indicadores para evaluar la productividad del forraje. En sistemas ganaderos, su determinación permite conocer la cantidad de alimento disponible antes de la entrada de los animales y valorar la respuesta de la pastura a diferentes estrategias de manejo (Vera *et al.*, 2024).

La producción de biomasa está condicionada por factores como especie, cultivar, edad de rebrote, fertilidad del suelo, disponibilidad del agua y condiciones climáticas. En *Megathyrsus maximus*, la producción puede variar significativamente según el ambiente y el manejo aplicado. Estudios realizados bajo condiciones tropicales han encontrado diferencias en producción de biomasa y materia seca entre variedades y localidades, evidenciando la influencia de las condiciones ambientales sobre el rendimiento del cultivo (Pantoja *et al.*, 2025).

1.2.2 Disponibilidad de forraje

La disponibilidad de forraje hace referencia a la cantidad de material vegetal que se encuentra disponible para ser consumido por los animales en una determinada superficie. Este indicador es importante porque permite relacionar la oferta de alimento con la demanda del ganado y determinar si el potrero

presenta condiciones adecuadas para iniciar el pastoreo (Yamaguchi *et al.*, 2022).

La disponibilidad no depende exclusivamente de la cantidad total de biomasa, sino también de su composición y accesibilidad. Una pastura con abundante material vegetal puede presentar un aprovechamiento limitado cuando existe una elevada proporción de tallos, material muerto o estructuras poco consumibles. Por ello, la evaluación de la disponibilidad debe complementarse con indicadores relacionados con la composición morfológica y calidad del forraje (Zhu *et al.*, 2023).

1.2.3 Producción de materia verde

La materia verde corresponde al material vegetal fresco obtenido de la pastura inmediatamente después del corte o muestreo. Su determinación permite estimar la cantidad de forraje producido por unidad de superficie y constituye una medida inicial para caracterizar la productividad del potrero. Sin embargo, debido a que el contenido de agua puede variar ampliamente, este indicador debe interpretarse junto con la materia seca (Cevallos y Olmedo, 2021).

La producción de materia verde puede modificarse de acuerdo con la edad de rebrote, fertilidad, precipitación, temperatura y manejo de pastoreo. En condiciones tropicales, los períodos de mayor disponibilidad de agua generalmente favorecen la producción de biomasa, mientras que las condiciones de déficit hídrico pueden limitar el crecimiento. En investigaciones realizadas con *Megathyrus maximus* se han observado diferencias importantes de producción entre condiciones climáticas y épocas de evaluación (Gómez *et al.*, 2021).

1.2.4 Producción de materia seca

La materia seca constituye la fracción del forraje que permanece después de eliminar su contenido de agua. Su determinación es fundamental para comparar la producción real de nutrientes y forraje entre diferentes muestras, ya que la materia verde puede presentar variaciones importantes en humedad. Por ello, la producción de materia seca por hectárea es uno de los principales indicadores utilizados en la evaluación de pasturas (Carvajal *et al.*, 2023).

La cantidad de materia seca disponible depende del crecimiento acumulado de la planta y de las condiciones de manejo. La edad de rebrote, frecuencia de pastoreo y altura de utilización pueden modificar tanto la cantidad producida como su composición. En estudios con gramíneas tropicales, la frecuencia e intensidad de defoliación han demostrado afectar las características agronómicas y químicas del forraje (Maués *et al.*, 2025).

En el caso del pasto Saboya, la producción de materia seca permite establecer una relación directa entre el momento de ocupación y la cantidad de alimento potencialmente disponible para los animales. Por esta razón, su medición resulta especialmente importante cuando se pretende determinar si determinadas alturas de entrada y salida favorecen una mayor producción y utilización del forraje (Tejera y Walker, 2023).

1.2.5 Calidad morfológica y estructural del forraje

La calidad nutricional del forraje está relacionada con su capacidad para proporcionar nutrientes al animal y sostener sus funciones de mantenimiento, crecimiento y producción. Entre los principales componentes utilizados para evaluar la calidad se encuentra la proteína cruda, fibra detergente neutro, fibra detergente ácida, minerales, materia seca y digestibilidad. Estos componentes no permanecen constantes, sino que cambian con la especie, edad de la planta, ambiente y manejo (Loskutova *et al.*, 2024).

En las gramíneas tropicales, la calidad puede disminuir conforme aumenta la madurez debido al incremento relativo de estructuras fibrosas y material estructural. La literatura señala que la composición nutricional de los forrajes tropicales presenta una amplia variabilidad y que factores como clima, frecuencia e intensidad de defoliación influye en la concentración de proteína y fibra (Iglesias *et al.*, 2024).

1.2.6 Valor nutritivo del pasto Saboya

El valor nutritivo del pasto Saboya depende de la concentración de nutrientes y de la capacidad del animal para utilizarlos. Esta característica está relacionada con la proporción de hojas, tallo y material senescente presente en la pastura.

Las hojas jóvenes generalmente presentan mayor concentración de nutrientes y mejor digestibilidad que los tejidos más maduros, por lo que la etapa de utilización del pasto tiene importancia directa sobre su valor alimenticio (Malave, 2019).

La edad de rebrote constituye uno de los factores que más influye sobre la composición del forraje. Conforme avanza la madurez, puede incrementarse la proporción de componentes fibrosos y disminuir la calidad nutricional. En *Megathyrsus maximus*, la composición química ha mostrado variaciones según variedad, ambiente y condiciones de crecimiento, confirmando que el valor nutritivo debe analizarse conjuntamente con el manejo de la pastura (Pinela *et al.*, 2025).

Establecer el momento adecuado de pastoreo permite buscar un equilibrio entre cantidad y calidad. Una pastura demasiado joven puede presentar menor cantidad total de biomasa, mientras que una pastura excesivamente madura puede disponer de mayor volumen, pero con una composición menos favorable. El manejo mediante alturas de entrada y salida busca precisamente encontrar un punto de utilización que permita obtener suficiente forraje manteniendo características nutricionales apropiadas (Rubira *et al.*, 2023).

1.2.7 Aprovechamiento del pasto

El aprovechamiento del pasto representa la proporción del forraje disponible que efectivamente puede ser utilizado por los animales durante el pastoreo. Este indicador permite valorar la eficiencia con la que una superficie de pastura transforma su producción vegetal en alimento para el ganado. Un alto volumen de biomasa no necesariamente significa un alto aprovechamiento, debido a que los animales pueden seleccionar determinadas partes de planta y rechazar otras (Yamaguchi *et al.*, 2022).

La eficiencia de utilización está relacionada con la altura de pastura, cantidad de animales, tiempo de ocupación y estructura del dosel. Cuando el pastoreo es demasiado intenso pueden quedar cantidades insuficientes de tejido vegetal para garantizar un rápido rebrote; mientras que una utilización muy ligera puede

generar pérdidas por senescencia y material no consumido. Por ello, el objetivo del manejo debe ser alcanzar un nivel de aprovechamiento compatible con la recuperación de la planta (Cevallos, 2024).

La relación entre disponibilidad y aprovechamiento adquiere especial importancia en el pastoreo rotacional. El establecimiento de alturas de entrada y salida permite controlar indirectamente la cantidad de forraje consumido y el material remanente. De esta manera, la evaluación del porcentaje de utilización, junto con la materia seca disponibles antes y después del pastoreo, puede proporcionar información sobre la eficiencia del sistema (Muñoz, 2023).

1.2.8 Respuesta del pasto Saboya al pastoreo

La respuesta del pasto Saboya al pastoreo comprende los cambios que experimenta la planta después de la defoliación, influyendo modificaciones en su crecimiento, producción de hojas, acumulación de biomasa y capacidad de recuperación. La respuesta depende de la intensidad y frecuencia del pastoreo, así como de la disponibilidad de agua, nutrientes y reservas de la planta. Por ello, una estrategia de utilización adecuada debe permitir que la planta conserve estructuras suficientes para continuar su crecimiento (Pionce, 2025).

La altura de entrada y salida constituye un factor importante en esta respuesta. Una intensidad excesiva de defoliación puede reducir el área foliar remanente y retrasar el rebrote, mientras que una utilización moderada puede conservar superficie tejido fotosintético para favorecer a recuperación. Investigaciones realizadas con *Megathyrsus maximus* han demostrado que el control de las alturas antes y después del pastoreo puede contribuir al mantenimiento de la estructura de la pastura (Castro *et al.*, 2021).

La respuesta también puede observarse mediante indicadores como producción de materia seca, altura de rebrote, número de hojas, acumulación de biomasa y tiempo requerido para alcanzar nuevamente la altura de entrada. En este sentido, el período de descanso debe ajustarse a la velocidad real de recuperación del pasto y no establecerse únicamente mediante un número fijo de días. La literatura sobre el pasto señala, por ejemplo, que el descanso puede

relacionarse con la recuperación del número de hojas por macollo (Amangandi *et al.*, 2023).

Evaluar la respuesta del Saboya frente a diferentes momentos de ocupación permite determinar si las alturas críticas utilizadas en el sistema favorecen simultáneamente la producción, disponibilidad y aprovechamiento del forraje. Este enfoque permite vincular directamente la variable independiente, correspondiente al momento de ocupación, con la variable dependiente, relacionada con la producción y aprovechamiento del pasto. Estudios realizados en sistemas rotacionales han mostrado que modificar el régimen de pastoreo puede incrementar el régimen de pastoreo puede incrementar la producción anual de forraje respecto a sistemas tradicionales, resaltando la importancia del manejo sobre la productividad de las pasturas tropicales (Menegazzi *et al.*, 2025).

1.2.9 Relación entre el momento de ocupación y la producción de aprovechamiento del pasto Saboya

Esta relación se fundamenta que en la decisión de ingresar y retirar los animales determina determina la intensidad con la que se utiliza la pastura. La altura de entrada permite identificar un estado de desarrollo determinado, mientras que la altura de salida establece cuánto tejido vegetal permanece después del consumo. Ambos criterios influyen sobre la cantidad de biomasa aprovechada y sobre la capacidad de recuperación posterior (Silva *et al.*, 2021).

En consecuencia, el manejo de las alturas de entrada y salida puede utilizarse como una estrategia para mejorar el equilibrio entre producción y utilización del forraje. Una entrada demasiado temprana puede limitar la acumulación de biomasa, mientras que una entrada tardía puede aumentar la proporción de tallos y material senescente. De manera similar, una salida excesivamente baja puede comprometer el rebrote, mientras que una salida demasiado alta puede generar pérdidas de forraje no utilizado (Bezdrob *et al.*, 2024).

La evaluación del momento de ocupación en potreros de pasto Saboya debe considerar conjuntamente la altura del pasto, producción de biomasa, materia

seca, disponibilidad, calidad y aprovechamiento. La finalidad no es determinar únicamente una altura de ingreso o salida, sino identificar condiciones de manejo que permitan utilizar eficientemente el forraje y conservar la capacidad productiva de la pastura. Los estudios sobre *Megathyrus maximus* respaldan el uso de la altura del dosel como indicador de manejo y muestran su relación con la masa de materia seca y la estructura del forraje (Birrer, 2023).

CAPÍTULO II: METODOLOGÍA

2.1 Ubicación, y descripción del área o sujeto en estudio

El cantón Chone por su ubicación geográfica posee un clima cálido seco en verano y cálido húmedo en época de invierno, el mismo que su temperatura oscila entre 23 °C y 28 °C, aunque en ocasiones suele llegar hasta 34 °C; Tiene una superficie de 3.570 kilómetros cuadrados. Además, el mismo se caracteriza por estar rodeado de colinas altas y medianas, que pueden llegar a más de 100 msnm, teniendo en cuenta, además, que aquí se encuentra la cuenca hídrica más grande de la provincia formada por los ríos Chone, garrapata, mosquito, grande, sanches entre otros (GAD CHONE, 2014).



Figura 1. Ubicación Geográfica del cantón Chone.

Fuente: (GAD CHONE, 2014)

2.2 Descripción del tipo de estudio

La investigación fue de tipo experimental, debido a que se manipuló la variable independiente correspondiente a las alturas críticas de entrada y salida del ganado en potreros establecidos con pasto Saboya (*Megathyrus maximus*), con la finalidad de evaluar su efecto sobre la producción, aprovechamiento y recuperación del forraje.

Se utilizó un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA), considerando cuatro tratamientos y cuatro bloques, para un total de 16 unidades experimentales. El diseño se aplicó debido a que las parcelas presentaron condiciones relativamente homogéneas y permitieron distribuir aleatoriamente los tratamientos.

Los tratamientos estuvieron determinados por las alturas críticas y de entrada y salida del pasto:

T1: Entrada a 70 cm y salida a 30 cm

T2: Entrada a 90 cm y salida a 40 cm

T3: Entrada a 110 cm y salida a 50 cm

T4: Tratamiento control (correspondiente al manejo convencional sin control específico de las alturas de entrada y salida)

Las alturas fueron utilizadas como criterio para determinar el momento de ingreso y retiro de los animales de cada parcela.

2.3 Manejo del trabajo de titulación

El ensayo se realizó en un área total de 2 400 m² dividida en 16 parcelas (unidades experimentales) de 150 m² cada una (10 m x 15 m), delimitadas mediante cinta plástica y cerco eléctrico móvil. El manejo de las parcelas se ejecutó bajo la siguiente secuencia estandarizada. Las 16 parcelas fueron distribuidas y asignadas aleatoriamente a cada uno de los 4 tratamientos dentro de los 4 bloques establecidos.

El área experimental presentó una variación espacial en las condiciones iniciales del terreno y de la pastura; por esta razón se establecieron cuatro bloques, con el propósito de controlar dicha variabilidad ambiental. Dentro de cada bloque se asignaron aleatoriamente los cuatro tratamientos, garantizando la comparación bajo condiciones similares.

A partir del día 1, la altura de la pastura se registró cada dos días mediante un plato medidor de altura comprimida (rising plate meter), hasta que cada tratamiento alcanzó su altura de entrada (70 cm para T1, 90 cm para T2 y 110

cm para T3), se habilitó inmediatamente el ingreso de los animales. Para la cosecha del forraje se utilizó un lote de 8 novillos mestizos (Cebú x Charolais) con un peso vivo promedio de 380 kg. Este grupo ejerció una alta carga animal instantánea por parcela para lograr la defoliación hasta la altura de salida meta en un tiempo de ocupación no mayor a 12 horas, evitando así el sobrepastoreo o consumo de los rebrotes nacientes.

Inmediatamente al retirar los animales, se midió la altura residual y se realizaron 3 cortes de biomasa por parcela a nivel de suelo empleando marcos metálicos de 0.5 m x 0.5 m (0.25 m²). Las muestras se pesaron en campo y se trasladaron al laboratorio para determinar biomasa residual real y porcentaje de materia seca.

Tras la salida del ganado, la parcela permaneció en reposo absoluto sin presencia animal. Se midió la altura de rebrote cada 3 días hasta que la parcela volvió a alcanzar la altura de entrada crítica correspondiente a su tratamiento, dando inicio al siguiente ciclo.

2.4 Variables a medir

2.4.1 Alturade de entrada y salida del pasto (cm)

Se registró la altura del pasto antes del ingreso y después de la salida de los animales. Para validar las mediciones del plato medidor, se seleccionaron diez puntos por parcela y se registró la altura residual inmediatamente después del pastoreo mediante flexómetro.

2.4.2 Tasa de rebrote (cm/día)

La tasa de rebrote se determinó mediante mediciones periódicas de la altura del pasto después del pastoreo. Se realizó evaluaciones durante el período de recuperación para determinar el incremento diario de altura.

La tasa de rebrote se calculó mediante:

$$TR = \frac{H_f - H_i}{t}$$

Donde:

TR: tasa de rebrote (cm/día)

H_f: altura final (cm)

H_i: altura residual inicial (cm)

t: días transcurridos

Los resultados serán expresados en cm/días.

2.4.3 Tiempo de recuperación (días)

Se contabilizó el número de días transcurridos desde la salida de los animales hasta que el pasto alcance nuevamente la altura de entrada establecida para cada tratamiento.

2.4.4 Relación hoja/tallo

Se tomaron muestras representativas del forraje de cada parcela y se realizó la separación manual de hojas y tallos. Posteriormente se determinó el peso de cada componente.

La relación hoja/tallo se calculó mediante:

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

2.4.5 Producción de materia seca (kg MS/ha)

La producción de materia seca se determinó a partir del peso fresco obtenido mediante los aforos y el porcentaje de materia seca de las submuestras.

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

2.4.6 Eficiencia de utilización del forraje (%)

La eficiencia de utilización se determinó comparando la cantidad de materia seca disponible antes del pastoreo con la cantidad de materia seca residual después de la salida de los animales. Su fórmula es:

$$EU(\%) = \frac{MS_{pre} - MS_{res}}{MS_{pre}} * 100$$

Donde:

EU (%): Eficiencia de utilización del forraje

MS_{pre}: Materia seca disponible antes del pastoreo (kg MS/ha)

MS_{res}: Materia seca residual después del pastoreo (kg MS/ha)

La variable permitió establecer qué tratamiento presenta un mayor aprovechamiento del pasto Saboya.

2.5 Análisis estadístico

Para el análisis se utilizó el promedio obtenido por parcela durante el período experimental. Las variaciones de producción acumulan, tasa de rebrote, tiempo de recuperación y eficiencia de utilización fueron analizadas considerando la unidad experimental como criterio de análisis dentro del DBCA.

Los datos obtenidos durante la investigación fueron organizados en tablas y sometidos a un análisis de varianza (ANOVA) bajo un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA), con cuatro tratamientos y cuatro bloques, para un total de 16 unidades, 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 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 Producción de materia seca utilizable

El Análisis de Varianza detectó diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,0001$) entre tratamientos para la biomasa pre-pastoreo, la biomasa residual, la materia seca (MS) utilizable por ciclo y la biomasa acumulada total durante los 120 días de evaluación.

Tabla 2. Producción y acumulación de materia seca (MS) por tratamiento.

Tratamiento	Alturas (Ent/Sa l cm)	Biomasa pre-pastoreo (kg Ms/ha)	Biomasa residual (Kg Ms/ha)	MS utilizable por ciclo (kg Ms/ha)	N° de ciclos (120 días)	MS acumulada total (kg Ms/ha)
T1	70 / 30	3120 c	1280 c	1840 c	5.4	9936 a
T2	90 / 40	4050 b	1720 b	2330 a	3.7	8621 b
T3	110 / 50	5280 a	3010 a	2270 ab	2.5	5675 d
T4	Fijo / 18	3450 bc	1510 bc	1940 bc	4.0	7760 c
Valor p	-	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	-	< 0.0001
CV (%)	-	4.12	5.35	4.88	-	3.95

Nota: Medias con letras distintas en una misma columna indican diferencias estadísticamente significativas según la prueba de Tukey ($P < 0.05$). CV: Coeficiente de Variación. El número de ciclos equivalentes se calculó dividiendo el período total de evaluación (120 días) entre el tiempo promedio de recuperación registrada en cada tratamiento. Así, el tratamiento T1 completó 5.4 ciclos (120/22) T2 3.7 ciclos, T3 2.5 ciclos y el tratamiento testigo 4.0 ciclos.

El tratamiento T1 obtuvo el mayor rendimiento de biomasa acumulada total (9936 kg MS/ha), superando significativamente a T2 (8621 kg MS/ha), T4 (7760 kg

MS/ha) y T3 (5675 kg MS/ha). En el análisis por ciclo individual, T3 registró la mayor oferta de biomasa pre-pastoreo (5280 kg MS/ha), pero completó únicamente 2.5 ciclos en el periodo evaluado.

Estos resultados coinciden con lo reportado por Pérez *et al.* (2025), quienes determinaron que la cosecha de *Megathyrus maximus* en estados intermedios de desarrollo incrementa el rendimiento acumulado anual, debido a que permite un mayor número de rotaciones sin comprometer la recuperación de la pradera. De manera similar, en el presente estudio el tratamiento T1 (70/30 cm) superó significativamente a T3 (110/50 cm), confirmando que el manejo mediante alturas críticas favorece una utilización más eficiente del potencial productivo del pasto Saboya.

3.2 Tasa de rebrote y tiempo de recuperación

Las variables asociadas a la dinámica de crecimiento post-pastoreo mostraron diferencias altamente significativas ($p < 0,0001$) en función del régimen de manejo aplicado.

Tabla 3. Dinámica de rebrote y período de descanso por tratamiento.

Tratamiento	Altura residual real (cm)	Altura de entrada meta (cm)	Tasa de rebrote (cm/día)	de Tiempo de recuperación (días)
T1	30.2	70.0	1.81 a	22.0 d
T2	40.1	90.0	1.54 b	32.5 b
T3	50.3	110.0	1.24 c	48.0 a
T4	18.2	57.8*	1.32 c	30.0 c
Valor p	-	—	< 0.0001	< 0.0001
CV (%)	-	-	4.21	3.62

Nota: En T4 la altura registrada al cumplirse los 30 días de descanso fijo fue de 57.8 cm. *Medias con letras distintas en una misma columna indican diferencias estadísticamente significativas según la prueba de Tukey ($p < 0.05$).

El tratamiento T1 presentó la tasa de rebrote más elevada con 1.81 cm/día, alcanzando el criterio de ocupación en 22.0 días. T2 registró 1.54 cm/día en 32.5 días, mientras que T3 requirió 48.0 días con una tasa de elongación de 1.24 cm/día. El testigo T4 promedió una velocidad de rebrote de 1.32 cm/día bajo su esquema rígido de 30 días de descanso.

Este comportamiento concuerda con los hallazgos de Carneiro *et al.* (2021), quienes demostraron que mantener una altura residual entre 30 y 40 cm conserva una mayor superficie foliar fotosintéticamente activa y favorece la disponibilidad de reservas de carbohidratos para el rebrote. Asimismo, los resultados respaldan la propuesta de Carneiro *et al.* (2021), quienes concluyeron que los sistemas de pastoreo basado en alturas del dosel ofrecen un manejo más preciso que aquellos fundamentados exclusivamente en períodos fijos de descanso, al adaptarse mejor a las variaciones del crecimiento de la gramínea.

3.3 Eficiencia de utilización y calidad morfológica

Se determinaron diferencias significativas ($p < 0.0001$) para el porcentaje de cosecha de forraje, la composición botánica estructural (hoja, tallo, material senescente) y la relación hoja – tallo.

Tabla 4. Eficiencia de cosecha y estructura morfológica pre-pastoreo del pasto Saboya.

Tratamiento	Cosecha de forraje (%)	Proporción de hoja (%)	Proporción de tallo (%)	Material senescente (%)	Relación hoja - tallo
T1	58.97 a	68.5 a	24.2 c	7.3 c	2.83 a
T2	57.53 ab	61.2 b	30.1 b	8.7 bc	2.03 b
T3	42.99 c	42.1 d	45.3 a	12.6 a	0.93 d

T4	56.23 b	54.8 c	34.8 b	10.4 ab	1.57 c
Valor <i>p</i>	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001
CV (%)	4.15	3.82	4.28	8.92	5.12

Nota: Medias con letras distintas en una misma columna indican diferencias estadísticamente significativas según la prueba de Tukey ($p < 0.05$).

El tratamiento T1 (70 cm de entrada y 30 cm de salida) presentó la mayor eficiencia de cosecha del forraje (58.97%), acompañado de la mayor proporción de hojas (68.5%) y de la relación hoja/tallo más alta (2.83). El tratamiento T2 alcanzó una eficiencia de 57.53%, mientras que el testigo registró 56.23%. Por el contrario, el tratamiento T3 obtuvo la menor eficiencia (42.99%), asociada a una mayor proporción de tallos (45.3%) y material senescente (12.6%), lo que redujo el aprovechamiento del forraje disponible.

Los resultados difieren parcialmente de los señalado por Velasco et al. (2022), quienes indicaron que la relación hoja/tallo permanece relativamente estable Entre 60 y 100 cm de altura. En la presente investigación, el incremento de la altura de entrada hasta 110 cm produjo una elongación acelerada de los entrenudos y una mayor acumulación de tejido senescente, sugiriendo que bajo las condiciones del cantón Chone la estructura del dosel cambia significativamente cuando la pradera supera los 90 cm.

En cuanto a la eficiencia de utilización, los resultados coinciden con Andrade y Murillo (2023), quienes reportaron que las gramíneas tropicales de porte alto presentan menor eficiencia de cosecha cuando el ingreso del ganado ocurre sobre canopias superiores a 100 cm, debido al rechazo del material fibroso basal y al aumento del pisoteo. De igual manera, el tratamiento T1 permitió un aprovechamiento significativamente superior al mantener una estructura foliar más uniforme y accesible para el consumo animal.

CAPITULO IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

El tratamiento T1 (70 cm de entrada y 30 cm de salida) presentó el mejor desempeño entre los tratamientos evaluados para el pasto Saboya (*Megathyrsus maximus*), al alcanzar la mayor producción acumulada de materia seca con 9 936 kg MS/ha durante los 120 días de evaluación, superando significativamente a los demás tratamientos y evidenciando una mayor eficiencia del sistema de pastoreo rotacional.

El manejo mediante alturas críticas favoreció la recuperación vegetativa del pasto, ya que el tratamiento T1 registró la mayor tasa de rebrote (1,81 cm/día) y el menor tiempo de recuperación (22 días), indicando que, bajo las condiciones del presente estudio, una altura residual cercana a 30 cm estuvo asociada con una recuperación más rápida de la pradera en comparación con alturas superiores o con el manejo convencional.

La calidad estructural del forraje estuvo estrechamente relacionada con la altura de ocupación. El tratamiento T1 presentó la mayor proporción de hojas (68,5 %) y la relación hoja/tallo más elevado (2,83), mientras que el incremento de la altura de entrada hasta 110 cm favoreció el desarrollo de tallos y material senescente, disminuyendo la calidad morfológica del pasto.

La hipótesis de investigación fue aceptada, debido a que el control del momento de ocupación basado en alturas críticas de entrada y salida mejoró significativamente el aprovechamiento del forraje, la producción de biomasa y la capacidad de recuperación del pasto Saboya respecto al manejo convencional, constituyéndose en una estrategia técnicamente viable para sistemas ganaderos del cantón Chone.

4.2. Recomendaciones

Implementar en las explotaciones ganaderas un sistema de pastoreo rotacional con ingreso del ganado a 70 cm y salida a 30 cm, ya que esta estrategia permitió maximizar la producción de materia seca y mejorar la eficiencia de utilización del forraje.

Sustituir los períodos fijos de descanso por el monitoreo periódico de la altura del pasto, utilizando reglas o platos medidores como criterio técnico para determinar el momento de ingreso y retiro de los animales, adaptando el manejo al crecimiento real de la pradera.

Realizar evaluaciones periódicas de la estructura morfológica y del contenido de materia seca del pasto, utilizando la relación hoja/tallo como indicador de la estructura del forraje. En futuras investigaciones se recomienda complementar estos indicadores con análisis bromatológicos de proteína cruda, FDN y FDA.

Desarrollar futuras investigaciones que evalúen diferentes cargas animales, épocas del año y condiciones climáticas sobre las alturas críticas de entrada y salida del pasto Saboya, para generar recomendaciones específicas que fortalezcan la productividad y sostenibilidad de los sistemas ganaderos tropicales.

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>
- 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/es/article/view/895>
- 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>
- 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 *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>

- 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)
- 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>
- Cevallos, D. (2024). *Cia Uagrararia*. <https://cia.uagrararia.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>
- 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>
- 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>

- 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>
- 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>
- 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>
- Malave, W. (2019). *Repositorio dspace*. Valoración del contenido nutricional del pasto Saboya (*Panicum máximum jacq*) con diferentes niveles de fertilización y época de corte en la zona de Babahoyo - Provincia de Los Ríos: <https://dspace.utb.edu.ec/server/api/core/bitstreams/a05422cb-9862-41c5-8e9e-63f4edc58360/content>
- 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>
- 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)

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>

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>

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>

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
- 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>
- Pionce, J. (2025). *Repositorio UNESUM*.
<https://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/7985/1/Pionce%20Choez%20Jefferson%20Adrian.pdf>
- 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/epoch.v2i2.11187>
- 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. *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>

- 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>
- Silva, S. C., 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 Science*, 72(1), 55–65. <https://doi.org/https://doi.org/10.1071/CP20198>
- 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 (*Megathyrus 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
- 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>
- 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 2. Área experimental del proyecto.



Anexo 1. Medición de la variable altura del pasto (cm).



Anexo 3. Toma de muestra con cuadro de aforo.



Anexo 4. Peso de marco de aforo.



Anexo 5. Toma de pasto.

