



UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA

**TRABAJO DE TITULACIÓN COMO REQUISITO PREVIO PARA LA
OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE MÉDICA VETERINARIA**

**EVALUACIÓN DEL CONSUMO Y LA PRODUCCIÓN
FORRAJERA DE MEGATHYRSUS MAXIMUS EN LA ÉPOCA
SECA EN UN SISTEMA PASTORIL**

AUTOR

CEVALLOS DE LA O DAMARYS MELINA

TUTOR

DR. ARCOS ALCÍVAR FABRIZIO JAVIER, MSc.

GUAYAQUIL, ECUADOR

2024



UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECCIA

CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA

APROBACIÓN DEL TUTOR

El suscrito, docente de la Universidad Agraria del Ecuador, en mi calidad de Tutor, certifico que el presente trabajo de titulación: **EVALUACIÓN DEL CONSUMO Y LA PRODUCCIÓN FORRAJERA DE MEGATHYRSUS MAXIMUS EN LA ÉPOCA SECA EN UN SISTEMA PASTORIL**, realizado por la estudiante **CEVALLOS DE LA O DAMARYS MELINA**; con cédula de identidad N° **0942586314** de la carrera **MEDICINA VETERINARIA**, Unidad Académica Guayaquil, ha sido orientado y revisado durante su ejecución; y cumple con los requisitos técnicos y legales exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador; por lo tanto, se aprueba la presentación del mismo.

Atentamente,

Dr. Arcos Alcívar Fabrizio Javier, MSc.

Guayaquil, 10 de enero del 2025.

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Atentamente,

DR. ARCOS ALCÍVAR FABRIZIO, MSc.
EXAMINADOR SUPLENTE

Guayaquil, 11 de abril del 2025.

DEDICATORIA

A mi familia, que siempre estuvo a mi lado con paciencia y comprensión.

A mis maestros, por guiarme con sabiduría.

Y a todos aquellos que me dieron su apoyo y confianza en este viaje.

AGRADECIMIENTO

Agradezco mi tutor de tesis y a los docentes que formaron parte de mi trayectoria académica, gracias por compartir su sabiduría, por guiarme con paciencia y profesionalismo en este trayecto. Sus enseñanzas no solo me ayudaron a completar este proyecto, sino que dejaron huellas imborrables en mi formación.

A mis amigos y compañeros, quienes caminaron conmigo en esta etapa, compartieron risas, desarrollos y aprendizajes. A la hacienda “Don Lucho” y al personal técnico que colaboraron en esta investigación, gracias por su apertura, dedicación y compromiso.

Y finalmente, a todas las personas que, de manera directa o indirecta, aportaron a este proyecto con palabras de aliento, gestos amables o simplemente deseando mi éxito.

AUTORIZACIÓN DE AUTORÍA INTELECTUAL

Yo **CEVALLOS DE LA O DAMARYS MELINA**, en calidad de autora del proyecto realizado, sobre **“EVALUACIÓN DEL CONSUMO Y LA PRODUCCIÓN FORRAJERA DE MEGATHYRSUS MAXIMUS EN LA ÉPOCA SECA EN UN SISTEMA PASTORIL”** para optar el título de **MÉDICA VETERINARIA**, por la presente autorizo a la **UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR**, hacer uso de todos los contenidos que me pertenecen o parte de los que contienen esta obra, con fines estrictamente académicos o de investigación.

Los derechos que como autor me correspondan, con excepción de la presente autorización, seguirán vigentes a mi favor, de conformidad con lo establecido en los artículos 5, 6, 8; 19 y demás pertinentes de la Ley de Propiedad Intelectual y su Reglamento.

Guayaquil, 11 de abril del 2025.

CEVALLOS DE LA O DAMARYS MELINA
C.I. 0942586314

RESUMEN

El presente estudio tuvo como finalidad evaluar tanto el consumo como la producción de *Megathyrus maximus* durante la temporada seca en un sistema pastoril. La investigación se realizó en la hacienda “Don Lucho”, donde el análisis se enfocó en dos potreros donde en la cual se establecieron parcelas y mediante el método del cuadrante, se realizaron cortes a los 15, 30 y 45 días, recolectando 18 muestras en total. Además, se llevaron a cabo observaciones directas de las vacas para analizar su comportamiento alimenticio en condiciones naturales. En el potrero 1, la biomasa aumentó de forma constante, alcanzando un promedio de 2,58 kg/m² al día 45, mientras que el contenido de materia seca se mantuvo en torno al 23 %, con ligeras variaciones. En el potrero 2, la biomasa mostró un incremento gradual hasta promediar 1,88 kg/m² al día 45, y la materia seca presentó un comportamiento similar al potrero 1, reflejando un proceso de maduración. Sin embargo, el potrero 1 destacó por su mayor eficiencia en el consumo de forraje, atribuida a un peso de bocado más alto y una elevada tasa de ingesta. Las condiciones climáticas en el potrero 1, caracterizadas por temperaturas más bajas y mayor humedad relativa, contribuyeron a disminuir el estrés térmico, favoreciendo el consumo. A pesar de los altos niveles de Fibra Detergente Ácida (FDA) en ambos potreros, el forraje del potrero 1 presentó mejor digestibilidad. Estos resultados evidencian la necesidad de implementar un manejo adecuado para maximizar el consumo en sistemas pastoriles.

Palabras clave: biomasa, consumo, materia seca, *Megathyrus maximum*, peso bocado.

ABSTRACT

The purpose of this study was to evaluate both the consumption and production of *Megathyrsus maximus* during the dry season in a pastoral system. The research was carried out at the “Don Lucho” farm, where the analysis was focused on two paddocks where plots were established and using the quadrat method, cuts were made at 15, 30 and 45 days, collecting 18 samples in total. In addition, direct observations of the cows were carried out to analyze their feeding behavior under natural conditions. In paddock 1, biomass increased steadily, reaching an average of 2.58 kg/m² at day 45, while dry matter content remained around 23%, with slight variations. In paddock 2, biomass showed a gradual increase to average 1.88 kg/m² at day 45, and dry matter showed a similar behavior to paddock 1, reflecting a maturation process. However, paddock 1 stood out for its higher efficiency in forage intake, attributed to a higher bite weight and a high intake rate. Climatic conditions in paddock 1, characterized by lower temperatures and higher relative humidity, contributed to lower heat stress, favoring intake. Despite the high levels of acid detergent fiber (FDA) in both paddocks, the forage from paddock 1 showed better digestibility. These results show the need to implement adequate management to maximize intake in pastoral systems.

Key words: *biomass, consumption, dry matter, Megathyrsus maximum, bite weight.*

ÍNDICE GENERAL

1	INTRODUCCIÓN	13
1.1	Antecedentes	13
1.2	Planteamiento y formulación del problema	14
1.2.1	<i>Planteamiento del problema</i>	<i>14</i>
1.3	Justificación de la investigación	15
1.4	Delimitación de la investigación	15
1.5	Formulación del problema.....	16
1.6	Objetivo general	16
1.7	Objetivos específicos	16
2	MARCO TEÓRICO	17
2.1	Estado del arte	17
2.2	Bases teóricas.....	20
2.2.1	<i>Sistemas pastoriles</i>	<i>20</i>
2.2.2	<i>Pastizales en la zona costera del país</i>	<i>20</i>
2.2.3	<i>Pasto Saboya (Megathyrus maximus)</i>	<i>21</i>
2.2.4	<i>Taxonomía del pasto Saboya.....</i>	<i>22</i>
2.2.5	<i>Características morfológicas del pasto Saboya.</i>	<i>22</i>
2.2.6	<i>Edad de corte y rebrote</i>	<i>23</i>
2.2.7	<i>Rendimiento de materia seca.....</i>	<i>23</i>
2.2.8	<i>Factores que afectan a la producción de biomasa</i>	<i>24</i>
2.2.9	<i>Factores que afectan el consumo voluntario</i>	<i>26</i>
2.2.10	<i>Métodos para la determinación de biomasa y materia seca</i>	<i>30</i>
2.2.11	<i>Método del cuadrante</i>	<i>31</i>
2.2.12	<i>Comportamiento ingestivo</i>	<i>32</i>
2.3	Marco legal.....	33
3	MATERIALES Y MÉTODOS	36
3.1	Enfoque de la investigación	36
3.1.1	<i>Tipo y alcance de la investigación.....</i>	<i>36</i>
3.1.2	<i>Diseño de investigación</i>	<i>36</i>
3.2	Metodología	36
3.2.1	<i>Variables</i>	<i>36</i>
3.2.2	<i>Matriz de Operacionalización de variables.....</i>	<i>37</i>
3.2.3	<i>Recolección de datos</i>	<i>39</i>

3.2.4	<i>Población y muestra</i>	40
3.2.5	<i>Análisis estadístico</i>	41
4	RESULTADOS	42
4.1	Determinación de la producción de biomasa verde y materia seca.	42
4.2	Estimación de la tasa de consumo de pasto en vacas dentro de los sistemas pastoriles.....	43
4.3	Identificación de factores que influyen en la productividad forrajera y en el consumo de materia seca de bovinos en sistemas pastoriles.....	44
5	DISCUSIÓN	46
6	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	54
6.1	Conclusiones.....	54
6.2	Recomendaciones.....	54
	BIBLIOGRAFÍA	54
	ANEXOS	66
	APÉNDICES	72

ÍNDICE DE ANEXOS

Tabla 1: Clasificación taxonómica del pasto saboya.	22
Tabla 2: Operacionalización de las variables independientes.	37
Tabla 3: Operacionalización de las variables dependientes.	38
Tabla 4: Medidas de tendencia central de la producción de biomasa verde de los dos potreros de acuerdo a los días de la toma de muestra.....	42
Tabla 5: Medidas de tendencia central de la producción de materia seca de los dos potreros de acuerdo a los días de la toma de muestra.....	43
Tabla 6: Tasa de consumo de pasto en vaca dentro de los sistemas pastoriles en el día 30.....	43
Tabla 7: Factores que influyen en la productividad forrajera y en el consumo de materia seca de bovinos en sistemas pastoriles.	44
Figura 1: Medición del pasto.....	66
Figura 2: Conteo de macollos y hojas	66
Figura 3: Corte de muestra de pasto	66
Figura 4: Observación del pastoreo.	66
Figura 5: Observación.	67
Figura 6: higrómetro.....	67
Figura 7: Corte de muestra de pasto.....	67
Figura 8: Pasto guinea.....	67
Figura 9: Muestreo de pasto residual.	68
Figura 10: Residuo de forraje tras el pastoreo.	68
Figura 11: Pesaje de muestra.....	68
Figura 12: Muestras antes de predesechar.....	68
Figura 13: Pesaje de muestra antes de predesechar.....	69
Figura 14: Muestras en la estufa lista para predesechar.	69
Figura 15: Molienda de muestras para análisis bromatológico.....	69
Figura 16: Muestras de pasto predesechadas.	69
Figura 17: Pesaje de muestras para realizar.....	70
Figura 18: Observación de pastoreo.....	70
Figura 19: Registro del comportamiento ingestivo.....	70
Figura 20: Medición de humedad.	70

ÍNDICE DE APÉNDICES

Apéndice N° 1: Datos obtenidos durante la investigación.....	72
---	----

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

Los pastos constituyen un recurso esencial en los sistemas de producción bovina, ya que aportan los nutrientes necesarios para el crecimiento y desarrollo del ganado. La actividad ganadera se encuentra estrechamente relacionada con la producción de forraje, y para garantizar su sostenibilidad, resulta indispensable incorporar cultivos forrajeros resilientes que sean tolerantes a diversas condiciones ambientales (El, Nilahyane, Ashilenje, Amombo, Belcaid, Ibourki, Lazaar, Soulaïmani, Devkota, Kouisni, y Hirich, 2023).

Por su parte, Li, Peng, Wang H., Zhang, Wang, Cheng y Hou (2022) enfatizan que una gestión adecuada de los pastizales, en conjunto con la selección preferencial del ganado, es determinante para optimizar tanto la calidad como la cantidad del forraje disponible, influyendo positivamente en la productividad pecuaria y favoreciendo aquellas especies que muestran mayor resistencia al pastoreo.

En la región costera del país, *Megathyrsus maximus* se destaca como una gramínea perenne ampliamente cultivada, que se posiciona como una fuente forrajera de alta relevancia debido a su adaptabilidad, elevada producción de biomasa, resistencia a condiciones climáticas adversas y su contribución al mejoramiento del suelo mediante la reducción de la nitrificación (Carvajal, Mazabel y Vivas, 2021). Cedeño, Luna, Espinoza y Romero (2021) señalan que este pasto, originario de África, se encuentra actualmente distribuido en zonas tropicales y subtropicales. Asimismo, Malaviya, Jaynul, Kumar y Kaushal (2020) lo describen como una especie versátil y de gran valor forrajero gracias a su rápida propagación, desarrollo acelerado y su excelente calidad nutricional.

Sin embargo, la composición nutricional de *M. maximus* presenta variaciones significativas en términos de proteína, fibra y digestibilidad, las cuales dependen de factores como las condiciones del suelo, el clima y las prácticas de manejo implementadas (Carvajal et al., 2021). Según López, Lamela, Sánchez, Olivera, García, Herrera y González (2019), la palatabilidad y el valor nutricional de los pastos, esenciales para el ganado, están influenciados por su composición química y estructura morfológica, lo cual repercute directamente en el consumo voluntario y en la eficiencia del proceso digestivo.

Derichs, Mosquera, Ron, Puga y De la Cueva (2021) destacan que la edad del pasto es otro factor crítico, identificándose que el óptimo valor nutricional se alcanza a los 30 días, mientras que a los 105 días este se reduce considerablemente. Dichos cambios pueden atribuirse a las condiciones climáticas, especialmente la temperatura y la disponibilidad de agua, que afectan tanto la biomasa producida como su contenido nutricional. Adicionalmente, Ferrufino, Mora, y Villalobos (2022) sostienen que la edad del pasto en el momento del corte influye directamente en la calidad del forraje, modificando las proporciones de los componentes intracelulares y de la pared celular, lo que impacta la biomasa y su valor alimenticio. Brenes (2018) advierte que, aunque el aumento de biomasa es deseable, un exceso puede reducir la eficiencia del pastoreo debido al pisoteo, lo que subraya la importancia de regular la carga animal.

Por último, Quintero, Molina, Ramirez, Rao, Chirinda, Barahona, Moorby y Arango (2021) mencionan que una adecuada gestión de los pastos trae consigo múltiples beneficios, como el incremento de carbono orgánico en el suelo, la mejora de sus propiedades físicas, químicas y biológicas, el aumento en la productividad y el bienestar animal, además de la reducción de emisiones de metano por unidad de producto pecuario. En este contexto, Méndez (2019) afirma que el consumo de materia seca por parte del ganado está condicionado por factores como la altura y la masa del forraje disponible, el tiempo de pastoreo y la cantidad de pasto presente.

El propósito de este estudio es analizar la productividad del forraje para establecer el momento más adecuado de consumo en los sistemas ganaderos, optimizando así el rendimiento y la sostenibilidad de la producción.

1.2 Planteamiento y formulación del problema

1.2.1 Planteamiento del problema

Las gramíneas del género *Megathyrsus* se utilizan de manera extensiva en los sistemas de producción animal de regiones con climas tropicales, gracias a su notable adaptabilidad a las condiciones tanto tropicales como subtropicales (Fernandes, dos Santos, Costa, Emerenciano, de Araújo, Santos y Chaves, 2020).

En las áreas de trópico bajo, la gramínea predominante en los sistemas ganaderos es *Megathyrsus maximus*, conocida anteriormente como *Panicum*

maximum. Sin embargo, la mayoría de los ganaderos carecen de información precisa sobre aspectos fundamentales como la producción de biomasa, el aporte de materia seca (MS) por unidad de superficie y el perfil bromatológico del pasto, que incluye su contenido de proteína, grasa, fibra, cenizas y energía. Además, existe un desconocimiento generalizado sobre la edad y las características morfofenológicas necesarias para determinar el momento ideal de cosecha. Estos datos son esenciales para que los técnicos pecuarios y veterinarios puedan ajustar la carga animal de manera adecuada durante las épocas de sequía y lluvias. Aunque el pasto es reconocido como el recurso más económico para la alimentación bovina, un manejo inadecuado, sin considerar las interacciones entre suelo, planta y animal, puede generar más complicaciones que beneficios en los sistemas productivos. Según Rosero, Bedoya y Posada (2022), la estimación del forraje disponible, tanto al ingreso como a la salida de los animales del potrero, suele presentar errores significativos, especialmente en la determinación de la disponibilidad de forraje y la altura óptima de pastoreo.

1.3 Justificación de la investigación

La información disponible sobre la evaluación de la productividad forrajera y el consumo en bovinos en sistemas de pastoreo del trópico bajo ecuatoriano es limitada. Para llevar a cabo una planificación eficiente de los recursos forrajeros a lo largo del año, resulta fundamental contar con datos precisos sobre la producción de biomasa y las necesidades de consumo del ganado.

1.4 Delimitación de la investigación

- **Espacio:** Hacienda “Don Lucho” ubicada en el Km. 55 Vía a la costa s/n Calle principal, Cerecita, Ecuador con coordenadas geográficas: S2°21′30.384” W80°17′23.7192” JPR6+J2G.
- **Tiempo:** El desarrollo de este trabajo se ejecutó en 8 semanas entre los meses de septiembre a noviembre del año 2024.
- **Población:** La hacienda abarca un total de 130 hectáreas, organizadas en potreros de 6.460 m² cada uno, conformando aproximadamente 180 cuarteles distribuidos en los lotes A, B, C y D. Estos lotes se destinan a diferentes actividades, incluyendo el pastoreo rotacional, el corte de forraje y

la recuperación de áreas de pastura. En cada potrero, se permite el ingreso de alrededor de 190 bovinos para el pastoreo.

1.5 Formulación del problema

¿Qué se debe considerar para lograr el punto óptimo de corte del pasto para mantener su calidad nutritiva y su persistencia?

1.6 Objetivo general

Evaluar la productividad forrajera y consumo de materia del ganado bovino en sistemas pastoriles.

1.7 Objetivos específicos

- Determinar la producción de biomasa verde y materia seca.
- Estimar la tasa de consumo de pasto en vacas dentro de los sistemas pastoriles
- Identificar factores que influyen en la productividad forrajera y en el consumo de materia seca de bovinos en sistemas pastoriles.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Estado del arte

El sistema de producción de ganado bovino basado en pastoreo pone especial énfasis en la producción de pastos, ya que se considera una estrategia económica eficiente. Los factores ambientales juegan un papel crucial en aspectos como la cantidad de biomasa producida y su calidad nutricional. Un ejemplo de ello es el pasto *Megathyrsus maximus*, una gramínea adecuada para climas tropicales y subtropicales, que se caracteriza por su capacidad para soportar períodos de sequía y sombra, además de tolerar inundaciones breves. Esta especie destaca por su potencial para inhibir la nitrificación y su adaptabilidad, además de su alta calidad nutricional y durabilidad (Carvajal et al., 2021).

La producción de biomasa de los pastos está determinada por factores internos de la planta, como la floración, el tamaño de las hojas y la relación entre hojas y tallos. Asimismo, el contenido nutricional varía dependiendo del clima y el tiempo de rebrote. La productividad de los pastizales también está influenciada por la frecuencia y altura de corte, las cuales afectan tanto la cantidad como la calidad del forraje (Patiño, Gómez y Navarro, 2018).

El comportamiento alimentario del ganado en pastoreo se puede evaluar observando cómo los animales ajustan su ingestión según las características del pasto. Factores como la composición química del forraje (fibra detergente neutra, carbohidratos solubles y proteína cruda) y su estructura afectan directamente el comportamiento de consumo, influyendo en la cantidad de forraje que los animales ingieren (Jiménez y Améndola, 2022). Santana, Pérez y Figueredo (2020) indican que a medida que los forrajes envejecen, disminuye su contenido de proteína cruda y cenizas, lo que reduce su valor nutritivo. Por ello, se recomienda que el ganado pade en forrajes de menos de 60 días de edad.

Los cultivares de pastos varían en características como el número de macollos y hojas por planta, el ancho de las hojas, el rendimiento de materia seca en el tallo y las proporciones de materia seca, proteína cruda y fibra detergente neutra en las hojas. Estos factores, junto con el porcentaje de proteína cruda y extracto etéreo, contribuyen a las diferencias en la calidad nutricional de los pastos (Gonçalves, Araújo, de Lima, Badaró, de Andrade, Bernardo y de Amorim, 2022). En un estudio realizado en Argentina, Schnellmann y sus colaboradores

descubrieron que el mayor contenido de proteína cruda se obtenía con una frecuencia de corte cada 30 días. Además, señalaron que la fibra detergente neutra y la fibra detergente ácida aumentaban cuando el pasto se cortaba a mayor altura o durante un tiempo más largo (Schnellmann, Oscar, Bernardis, Martínez, Castillo y Limas, 2020).

En el Caribe colombiano, un estudio realizado en tres localidades durante un periodo de 12 meses evaluó la productividad y la calidad nutricional de los pastos, tanto en la estación lluviosa como en la seca. Los resultados mostraron que *M. maximus* presentó un rendimiento notable, alcanzando hasta 4128,8 kg/ha de materia seca en la temporada lluviosa y 1200,7 kg/ha en la seca. Además, este pasto alcanzó un contenido de proteína cruda de 8,95% y una digestibilidad in situ de 57,05% (Tapia, Atencio, Mejía, Paternina y Cadena, 2019).

En Ecuador, un estudio realizado en 2023 concluyó que los valores nutricionales del forraje *M. maximus* dependían principalmente del manejo del pastoreo y las condiciones climáticas. En zonas tropicales del país, se recomendó realizar pastoreo con frecuencias de 30 o 45 días y una altura de corte de 45 cm para equilibrar la producción, el vigor de rebrote y los valores nutricionales en la cría de ganado (Guamán, Guerrero, Ortiz y González, 2023). Ese mismo año, otro estudio realizado en Santo Domingo Tsáchilas evaluó la altura de planta, la producción de materia verde y el rendimiento de materia seca, además de realizar análisis bromatológicos que incluyeron proteína, grasas, cenizas, fibra y extracto libre de nitrógeno. Los resultados indicaron que el máximo rendimiento se alcanzó alrededor del día 35, sugiriendo que el corte del pasto no debe extenderse más allá de este tiempo para mantener su calidad nutricional (Lucero, Gómez, Guamán, Villavicencio, Ulloa y Romero, 2023).

En Babahoyo, una investigación realizada por Gómez, Vascone, Torres y Moran (2021) encontró que el mayor rendimiento de biomasa fresca se alcanzó con cortes a los 60 días, con un peso de 2,80 kg/m². Sin embargo, los valores de materia seca fueron menores cuando los pastos se cortaban más tarde. En cuanto al valor nutritivo, se observaron niveles más altos de nitrógeno, proteína cruda y calcio cuando el pasto se cortaba a los 40 días. Kirkman, Fynn, McGranahan, O'Reagain y Dugmore (2023) señalaron que el cambio climático representa una amenaza para la producción ganadera en pastizales subtropicales, y subrayaron la necesidad de

estrategias que mitiguen estos impactos, especialmente para mantener la calidad y cantidad de forraje durante las estaciones seca y lluviosa.

El manejo del pastoreo, influenciado por la carga ganadera y el momento de pastoreo, es crucial para garantizar la disponibilidad de forraje de calidad. Las estrategias de manejo deben tener en cuenta que el pastoreo selectivo, un comportamiento común en los sistemas de pastoreo, puede afectar la disponibilidad futura de pastos. La tasa de carga tiene un impacto directo en la disponibilidad de materia seca y en el comportamiento de ingestión, lo cual influye en el rendimiento productivo, medido a través de la ganancia de peso por animal y por hectárea. Por lo tanto, gestionar adecuadamente la carga animal en función de la calidad del forraje es fundamental para optimizar el rendimiento en estos sistemas (Fraser, Vallin y Roberts, 2022).

En este sentido, Gutiérrez F., Rojas, Gutiérrez W. y Terán (2022) enfatizan la importancia de comprender la interacción entre las plantas y los animales en los sistemas de pastoreo. Este conocimiento es particularmente relevante cuando hay una abundancia de forraje de baja calidad, ya que la capacidad de distensión ruminal de los animales se convierte en un factor limitante. De igual forma, en situaciones donde el forraje es de alta calidad, pero escaso, los mecanismos metabólicos de los animales también pueden limitar su capacidad de consumo. En condiciones de baja disponibilidad de forraje, los factores que afectan el comportamiento de ingestión, como el tamaño de los bocados, la frecuencia de mordidas, la tasa de consumo y el tiempo dedicado al pastoreo, son cruciales para determinar el rendimiento.

Por último, un estudio realizado en 2022 sobre el comportamiento alimentario de vacas lactantes en pastos de kikuyu encontró que el peso corporal de los animales estaba positivamente correlacionado con el tiempo de pastoreo y el tamaño de los bocados. Sin embargo, una mayor frecuencia de mordidas estaba asociada negativamente con la masa de forraje, y se observó que las vacas pasaban menos tiempo pastando cuando el pasto tenía 42 días de rebrote en comparación con aquellos que tenían 28 o 56 días (Avellaneda, Mancipe y Vargas, 2022).

Núñez, Jiménez, Tobía, Arias, Jiménez y Padilla (2022) concluyeron que es esencial monitorear las condiciones de los pastos debido a las variaciones en la producción de biomasa y la calidad bromatológica, las cuales dependen de las

especies, los tiempos de rebrote y la edad del pasto. En este sentido, es recomendable realizar mediciones regulares y muestreos en los sistemas de pastoreo para ajustar la carga animal, el tiempo de descanso, la ocupación y la profundidad de pastoreo, con el fin de asegurar que los animales cuenten con pasto de alta calidad y suficiente cantidad.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 *Sistemas pastoriles*

Los sistemas de pastoreo constituyen la alternativa más eficiente y económica para alimentar a los rumiantes destinados a la producción de carne o leche. Este enfoque no solo promueve la sostenibilidad en la ganadería, sino que también contribuye significativamente a la reducción de costos y al fortalecimiento del bienestar animal. No obstante, la gestión adecuada de las áreas de pastoreo representa un desafío complejo que requiere la atención conjunta de productores y técnicos. Esta dificultad se deriva de la interacción de diversos factores, como la fisiología y el desarrollo de las especies forrajeras, las características del suelo, las condiciones climáticas y los patrones de conducta de los animales. Cada uno de estos elementos ejerce una influencia directa y dinámica, determinando en conjunto la eficiencia y los resultados del sistema de pastoreo (Díaz, Álvarez, Rincón, Pérez, Cárdenas y Posada, 2023).

2.2.2 *Pastizales en la zona costera del país*

En el país, los sistemas ganaderos se sustentan en gran medida en los pastizales, que representan la principal fuente de alimentación para los animales. Según datos de la Encuesta Continua de Superficie y Producción Agrícola (ESPAC) del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC), entre los años 2000 y 2013, cerca del 68% de la superficie cultivable estuvo destinada a pastos, excluyendo áreas como páramos, bosques, montañas, tierras en reposo y otros usos. De este total, un 48% correspondió a pastos sembrados y un 20% a pastos naturales. Asimismo, el 18% de las tierras agrícolas se destinó a cultivos permanentes y el 14% a cultivos temporales y de barbecho (Castillo, 2015).

Diversas especies ganaderas, como bovinos, porcinos, ovinos y caprinos, se benefician de estos pastizales, aunque el ganado vacuno destaca por su relevancia,

con un registro de más de 5 millones de cabezas en 2013. Esta cifra representó más del 66% del total de animales del país en ese año y un promedio del 62% durante el período evaluado (Castillo, 2015).

En la región costa se observan diferentes variedades de pastos, entre los cuales el pasto Saboya, reconocido por su tolerancia a la sequía, es el más utilizado. En zonas como Balzar predominan pastos mejorados como Tanzania, Mulato, Janeira, Estrella y Tonga. En Chone destacan el pasto estrella y el pasto rey, mientras que en Santo Domingo se cultivan con éxito los pastos Tanzania y *Brachiaria brizantha*, también comunes en áreas secas de Manabí. Otras variedades como Elefante, Gramalote, Miel, Estrella y King Grass se emplean especialmente durante los meses de sequía, de mayo a diciembre (Castillo, 2015).

2.2.3 Pasto Saboya (*Megathyrsus maximus*)

El manejo adecuado del forraje resulta fundamental para optimizar la productividad y la rentabilidad en los sistemas de producción ganadera. Entre los pastos más utilizados se encuentra la variedad Saboya (*Megathyrsus maximus*), ampliamente reconocida por su elevado valor nutricional y su notable capacidad de producción. Este pasto es capaz de generar entre 12 y 15 toneladas de materia seca por hectárea al año, lo que equivale aproximadamente a 60 o 75 toneladas de forraje verde por hectárea en el mismo periodo. Su rápida tasa de crecimiento, junto con su resistencia tanto a la sequía como al pastoreo intensivo, lo convierten en una opción ideal para implementar sistemas de rotación de potreros de manera eficiente. Además, presenta excelentes niveles de palatabilidad y digestibilidad, características que lo hacen altamente atractivo para el ganado (Heredia, Fernández, Vivas, Andrade, Alcívar, Macías y Peña, 2022).

Saboya prospera en suelos con pH cercano a la neutralidad y requiere un suministro adecuado de nutrientes esenciales como nitrógeno y fósforo para garantizar un desarrollo óptimo. Originaria de Tanzania, África, esta especie se ha adaptado exitosamente a las condiciones de las regiones tropicales, incluido el territorio nacional. Para aprovechar al máximo su potencial, resulta indispensable implementar estrategias de manejo específicas que se ajusten a las condiciones particulares de cada sistema, maximizando sus ventajas y abordando de manera efectiva sus posibles limitaciones (Heredia et al., 2022).

2.2.4 Taxonomía del pasto Saboya

Según Alvarado (2022), la clasificación taxonómica del pasto Saboya se detalla de la siguiente manera:

Tabla 1: Clasificación taxonómica del pasto saboya.

Categoría taxonómica	Clasificación
Reino	<i>Plantae</i>
División	<i>Embriophyta</i>
Clase	<i>Angiospermae</i>
Orden	<i>Glumiflorae</i>
Familia	<i>Gramineae</i>
Género	<i>Panicum</i>
Especie	<i>Maximum</i>
Nombre científico	<i>Megathyrsus maximus</i> Jacq. (Anteriormente <i>Panicum maximum</i>).
Nombres comunes	Pasto guinea, pasto indio, Chilena o Cauca.

Fuente: Alvarado (2022).

2.2.5 Características morfológicas del pasto Saboya.

Las propiedades morfológicas de las plantas son fundamentales para determinar su etapa fenológica en los pastos, ya que actúan como un indicador fisiológico clave. Este aspecto permite identificar el momento más adecuado para que el ganado se alimente, optimizando la utilización de la materia seca y los nutrientes disponibles en la vegetación (Ortega, Erazzú y Andrés, 2020).

Según Veloz (2022), las principales características morfológicas del pasto incluyen:

- **Altura de la planta:** Este pasto puede alcanzar hasta 3 metros de altura.
- **Cantidad de hojas:** Se destaca por una alta producción de hojas, con longitudes que varían entre 0,25 y 0,80 metros, y anchos que oscilan entre 0,08 y 0,035 metros.
- **Área foliar:** La superficie total de la planta es un indicador clave para entender su capacidad fotosintética y su impacto en el rendimiento del cultivo.

- **Macollos:** Estos se originan a partir de las yemas localizadas en las axilas de las hojas. La cantidad de macollos varía en función de varios factores, tanto internos como externos, y presenta cambios a lo largo de las estaciones. El peso de los macollos está determinado por el número, tamaño y duración de las hojas.
- **Inflorescencia:** Tiene una estructura de espiga abierta con ramas laterales que contienen semillas de entre 3 y 4 mm de longitud.
- **Sistema radicular:** Las raíces son finas y altamente ramificadas, lo que permite un desarrollo rápido bajo condiciones de lluvias ligeras o riego.

La determinación de la edad fenológica del pasto se basa en el conteo de las hojas verdes hasta el momento del rebrote. Una vez que el pasto culmina su ciclo vegetativo, la hoja más joven comienza a emerger mientras la hoja más antigua empieza a morir. Por lo tanto, es fundamental que el ganado consuma el pasto antes de que la hoja más antigua se marchite, ya que de lo contrario se perderían nutrientes y se reduciría la calidad de la materia seca disponible (Radtko, Piffer, Martins, de Souza, Macari, Venturini, Eustáquio, Lisboa y de Paulo, 2023).

2.2.6 Edad de corte y rebrote

El meristemo apical, ubicado en el ápice de crecimiento, desempeña un papel esencial en la formación de hojas, macollos e inflorescencias, elementos clave en el desarrollo de los pastos. Este meristemo es sensible a las condiciones ambientales y, durante la fase vegetativa, se encuentra en la base de los macollos, lo que le permite estar protegido del pastoreo (Veloz, 2022).

En un estudio realizado en 2019 por Sandro Cedeño y su equipo, se analizó la productividad de *M. maximus* en tres diferentes edades de corte. Los resultados indicaron que el corte ideal se alcanza a los 30 días, ya que este periodo favorece tanto una mayor tasa de producción como una excelente calidad nutricional (Cornejo, Vargas, Mendoza y Intriago, 2019).

2.2.7 Rendimiento de materia seca

Megathyrsus maximus es considerado una opción clave para incrementar la producción de forraje destinado a la alimentación del ganado, debido a su notable

capacidad para generar materia seca (Andrade, Vivas, Parraga y Mendoza, 2020). De acuerdo con la investigación de Núñez y colaboradores, este pasto destaca por su alto rendimiento forrajero, ofreciendo una calidad nutricional adecuada y siendo bien aceptado por el ganado. Durante la temporada de lluvias, su producción fluctúa entre 2 y 3 kg por metro cuadrado, con una media de 46,28 kg de materia seca por hectárea y día. En contraste, en la temporada seca, la producción disminuye a 8,16 kg de materia seca por hectárea y día (Núñez, Ñaupari y Flores, 2019).

2.2.8 Factores que afectan a la producción de biomasa

El rendimiento forrajero y la calidad nutricional de los pastos dependen de una gestión adecuada que garantice tanto las necesidades alimenticias de los animales como la continuidad en la producción y persistencia del forraje. El crecimiento de la biomasa en las plantas forrajeras se ve impulsado por la generación constante de macollos, lo que favorece la regeneración del pasto tras el pastoreo (Souza, Edvan, Fontes, Dias, da Silva, Araújo, Miranda, Oliveira, Pereira, Andrade, Pereira y Bezerra, 2023).

La producción de forraje y la duración del ciclo de vida del pasto están determinadas por múltiples factores, entre ellos el clima y las prácticas de manejo del pastoreo. En particular, la capacidad de la superficie foliar para recuperarse y mantenerse tras la defoliación influye significativamente en la tasa de crecimiento, la composición química y la acumulación de forraje. En las áreas cultivadas, el reto consiste en lograr un equilibrio entre la calidad del forraje y su rendimiento, alcanzando el punto óptimo de pastoreo para satisfacer las necesidades nutritivas de los animales (Souza et al., 2023).

2.2.8.1 Temperatura ambiental.

Las plantas regulan su temperatura interna a través de la transpiración, proceso mediante el cual disipan hasta el 50% de la energía que reciben. Este mecanismo es esencial para el control térmico de la planta. La temperatura influye directamente en todas las especies vegetales, dado que los procesos bioquímicos están mediados por enzimas sensibles al calor. Estas enzimas impactan diversas funciones celulares, como la absorción de agua y nutrientes, el intercambio de

gases, la producción y el consumo de carbohidratos, así como la actividad de los reguladores del crecimiento (González, Guamán, Guerrero y Ortiz, 2023).

Además, la temperatura tiene efectos sobre procesos fisiológicos fundamentales, como la fotosíntesis, la respiración, la división celular y la expansión celular. Por lo tanto, las variaciones térmicas pueden modificar la actividad metabólica general y el desarrollo de las plantas (González et al., 2023).

2.2.8.2 Humedad Relativa.

La humedad se concentra principalmente en las capas inferiores de la atmósfera, cerca de la superficie terrestre. Aunque invisible, es perceptible al tacto e incluso al olfato, especialmente por la presencia de hongos que prosperan en ambientes húmedos. Este factor climático, estrechamente relacionado con la temperatura, tiene un impacto directo en la actividad metabólica de la mayoría de los cultivos, aunque frecuentemente se subestima, lo que complica las mediciones y el control de este parámetro (González et al., 2023).

La transpiración de las plantas depende del déficit de saturación entre los estomas y el aire circundante. Déficits extremos, ya sean muy altos o bajos, pueden alterar la fisiología y el desarrollo de las plantas. Cuando la humedad del ambiente es excesivamente alta, se limita el intercambio de gases, lo que reduce tanto la transpiración como la absorción de nutrientes. Por el contrario, cuando la humedad es demasiado baja, los estomas tienden a cerrarse, lo que disminuye la tasa de fotosíntesis (González et al., 2023).

Una humedad elevada también puede interferir con la polinización, ya que el polen tiende a adherirse a los órganos masculinos de las flores debido a la humedad. Además, un exceso de humedad favorece el desarrollo de enfermedades, especialmente de origen fúngico. Si la temperatura del cultivo desciende por debajo del punto de rocío del aire, el agua se condensa sobre las plantas, creando un entorno propicio para el crecimiento de enfermedades fúngicas (González et al., 2023).

2.2.8.3 Frecuencia y altura de corte o pastoreo.

En el manejo de pastos y forrajes, tanto la altura como el momento de la cosecha son aspectos cruciales, ya que afectan de manera directa el

comportamiento morfofisiológico y productivo de las plantas. Con el paso del tiempo y el aumento de la edad de rebrote, se producen alteraciones importantes en los componentes solubles y estructurales, así como en la digestibilidad de los pastos, lo que resulta en una reducción de su valor nutricional. No obstante, realizar la cosecha en etapas tempranas también tiene efectos negativos, ya que, además de la baja concentración de materia seca y nutrientes, las partes más bajas de los tallos y raíces almacenan reservas esenciales para un rebrote adecuado y un crecimiento vigoroso posterior al corte o al pastoreo (Pirela, 2005).

2.2.8.4 Densidad animal.

La alta concentración de animales en los pastizales frecuentemente provoca una considerable compactación del suelo y un pastoreo excesivo, lo que dificulta el crecimiento de los pastos y reduce la productividad general del ecosistema. La compactación del suelo limita la capacidad de infiltración del agua, lo que incrementa la escorrentía y la erosión, mientras que la disminución del espacio poroso dificulta el desarrollo de las raíces y la absorción de nutrientes. Además, el pastoreo excesivo reduce la cobertura vegetal, lo que deja el suelo vulnerable a la erosión tanto eólica como hídrica, y a largo plazo, disminuye su fertilidad. Las distintas razas de animales que pastan ejercen presiones diversas sobre el suelo, siendo las razas de mayor tamaño las que generan una mayor compactación y daño (Navarro, Dec, Balochi, López y Dörner, 2018).

2.2.9 Factores que afectan el consumo voluntario

2.2.9.1 Temperatura.

La temperatura ambiental es uno de los factores climáticos más influyentes en el bienestar físico de los animales, especialmente en el ganado vacuno. Cuando la producción interna de calor en el animal supera su capacidad para disiparlo, se genera un desequilibrio calórico positivo, lo que reduce el tiempo dedicado al pastoreo y hace que el animal prefiera estar en la sombra, aumentando su consumo de agua. Además, esto provoca un incremento en la frecuencia cardíaca y respiratoria, así como un aumento en las temperaturas rectal, vaginal y uterina (Morillo, 2012).

El proceso de regulación térmica corporal es controlado por mecanismos fisiológicos, con el centro de control ubicado en el núcleo ventro-medial del hipotálamo (Góngora y Hernández, 2010). En condiciones de calor extremo, los animales reducen su producción de calor al disminuir voluntariamente su ingesta de alimentos. Esta reducción en el consumo sirve como una estrategia para minimizar su carga térmica, lo que se refleja en su comportamiento de pastoreo. Al pastar menos, no solo disminuyen la ingesta de alimentos, ya que la fermentación en el rumen y la digestión generan calor, sino que también disminuyen la actividad muscular asociada con la búsqueda de alimento. En consecuencia, los animales adaptan sus hábitos de pastoreo, realizando estas actividades principalmente durante las horas más frescas del día, como en la noche (Roca, 2011).

Diversos estudios han señalado que el consumo voluntario de alimento comienza a disminuir cuando la temperatura ambiental alcanza los 25°C a 27°C. Los procesos digestivos y de absorción en el animal se ven alterados por las altas temperaturas, y durante episodios de estrés térmico, los nutrientes absorbidos se destinan más al mantenimiento de la homeostasis que al crecimiento o desarrollo. Asimismo, las condiciones de calor elevado están asociadas con una menor motilidad intestinal y una disminución de la rumia (Lees, Sejian, Wallage, Steel, Mader, Lees A. y Gaughan, 2019).

2.2.9.2 Humedad relativa.

La velocidad del viento, la humedad relativa y la radiación son factores estrechamente vinculados que influyen en la ingesta de alimentos en los animales. Estas condiciones climáticas afectan la capacidad de los animales para regular su temperatura interna, proceso que se realiza parcialmente a través de la evaporación de la piel y los pulmones. En ambientes con alta humedad, la evaporación se ve dificultada, lo que impide un enfriamiento efectivo y mantiene elevada la temperatura corporal. Como consecuencia, los animales ajustan sus patrones de pastoreo, eligiendo momentos del día más frescos y favorables para mejorar su confort y eficiencia alimenticia (Araujo, 2005).

2.2.9.3 Estructura de la pastura.

Diversos factores del pasto, como su densidad, altura, distribución de especies, dimensiones de las plantas y la relación entre tallos y hojas, influyen en la selectividad alimentaria al modificar el tamaño de la mordedura del animal, lo que afecta de manera considerable su consumo (Tarazona, Ceballos, Naranjo y Cuartas, 2012).

Las características estructurales del pasto son producto de variables morfogénicas que reflejan el crecimiento de la planta, tales como la tasa de aparición y elongación de las hojas, así como su duración. Estos factores determinan el tamaño de las hojas, la densidad de los puntos de crecimiento y la cantidad de hojas vivas disponibles para el animal. Dichas variables son fundamentales para la planta, ya que representan la estrategia que utiliza para captar los recursos necesarios para su desarrollo. Desde la óptica del animal, la estructura de la planta es determinante, pues define aspectos clave como la morfología de la hierba y su accesibilidad. Algunos de los rasgos más importantes de las plantas que influyen en la recolección de forraje incluyen la altura del pasto, la masa de forraje por unidad de volumen, la fibrosidad de las hojas, la disposición de los tejidos vegetales preferidos y la presencia de barreras contra la defoliación, como las vainas y los culmos, además de su contenido de materia seca (de Faccio, Moraes, Nunes, y Baumont, 2005).

2.2.9.4 Fisiología de la pastura.

La madurez de la planta es uno de los factores más determinantes en la calidad nutricional del forraje. A medida que la planta crece, tras su fase inicial de desarrollo, experimenta un rápido aumento en su contenido de materia seca, con un cambio constante en sus componentes orgánicos e inorgánicos. A medida que avanza la madurez, los componentes estructurales como la lignina, la celulosa y la hemicelulosa se incrementan más rápidamente que los carbohidratos solubles, y los componentes nitrogenados representan una menor proporción de la materia seca. Este fenómeno se debe a la pérdida de hojas y a la mayor acumulación de lignina, un componente estructural de la membrana celular que dificulta la digestión, reduciendo así el valor nutricional de las gramíneas (Pirela, 2005).

En cuanto al contenido proteico, los pastos tropicales presentan niveles relativamente altos en las primeras etapas de crecimiento, pero estos disminuyen notablemente antes de la floración y continúan decreciendo conforme la planta

alcanza la madurez. Durante este proceso, el nitrógeno se transfiere desde las hojas a los tejidos de reserva en la base de los tallos y las raíces. Además, tanto la digestibilidad como el contenido de proteínas y la ingesta voluntaria se ven negativamente impactados por la madurez de la planta. Los cambios morfológicos que ocurren a medida que la planta se desarrolla también contribuyen a la disminución de su valor nutricional (Pirela, 2005).

2.2.9.5 Palatabilidad.

La palatabilidad de un alimento hace referencia a las características sensoriales que inducen una respuesta en el animal, actuando como un indicador de su apetito hacia ese alimento. Los atributos físicos del forraje, tales como el tamaño de las partículas, su resistencia a la ruptura, el contenido de materia seca, así como la altura y densidad del pasto, juegan un papel fundamental en cómo los animales perciben el alimento. Estos factores influyen en la facilidad con que el animal puede tomar y masticar el forraje, y generalmente los animales prefieren aquellos alimentos que son más fáciles y rápidos de consumir. Además, se ha identificado que el gusto y el olfato son aspectos esenciales que afectan la palatabilidad. En particular, los rumiantes tienden a mostrar preferencia por los alimentos que les generan rápidamente una sensación de saciedad. En consecuencia, la palatabilidad, entendida como la respuesta sensorial ante el alimento, refleja también su valor nutricional (Baumont, 1996).

2.2.9.6 Contenido de fibra

La estructura de las paredes celulares de las plantas tiene un impacto considerable en el consumo de forraje, especialmente debido a las propiedades de la fibra. Esta fibra, siendo menos soluble, ocupa más espacio en el sistema digestivo y se descompone más lentamente en el rumen en comparación con el contenido celular. En dietas basadas en fibra, se asume que el volumen de los forrajes limita principalmente la ingesta, ya que la materia no digerida permanece en el tracto durante un tiempo más prolongado. Los forrajes poseen una porción significativa de su materia orgánica en forma de fibra, lo que les otorga estabilidad estructural. La facilidad con que los microorganismos del rumen descomponen esta fibra depende de varios factores, como la disposición de las moléculas de celulosa,

hemicelulosa y lignina dentro de la planta, los enlaces entre ellas y la presencia de compuestos fenólicos (Barahona y Sánchez, 2005).

Además, la resistencia a la fragmentación de las partículas, crucial para la degradación de la fibra, está estrechamente vinculada con la cantidad de fibra contenida en los forrajes. En términos comparativos, los pastos templados suelen presentar un mayor contenido de fibra que los tropicales, y las hojas suelen contener más fibra que los tallos. Como resultado, los pastos tropicales, con su mayor concentración de fibra y mayor rigidez estructural, son menos degradables que los pastos templados. Las partículas de pasto tienden a ser más largas y menos densas, lo que provoca un tránsito más lento a través del tracto digestivo en comparación con las partículas de leguminosas, que son más cortas y densas, lo que facilita su paso más rápido del rumen (Barahona y Sánchez, 2005).

2.2.10 Métodos para la determinación de biomasa y materia seca

La biomasa de pastizales se refiere a la medición directa del peso total del forraje por unidad de área a nivel del suelo. Este concepto implica que la única forma de determinar la cantidad de materia seca (MS) en un área específica en un momento determinado es mediante el corte, secado y pesaje completo del forraje sin pérdida de material. Este proceso se puede realizar tanto con métodos directos como indirectos. El corte directo del pasto, por ejemplo, ofrece una medición objetiva del rendimiento de forraje, siempre que se tomen suficientes muestras representativas. Sin embargo, este método resulta destructivo y requiere una considerable inversión de tiempo, trabajo y equipo, lo que puede llevar a que los investigadores tomen un número insuficiente de muestras, comprometiendo así la precisión de los resultados (López, Fontenot, y Beatri, 2011).

En respuesta a esta limitación, se han desarrollado diversas técnicas indirectas para estimar la biomasa de forraje, como la evaluación visual, la medición de la cobertura del suelo, el volumen del dosel, la altura del dosel, el uso de cuadros medidores de pasto y el análisis mediante imágenes espectroscópicas. No obstante, aún se dispone de información limitada sobre la precisión de estos métodos indirectos para estimar la biomasa forrajera (López et al., 2011).

2.2.11 Método del cuadrante

Según Mas, Cuzco, Mathios y Angulo (2022), para obtener una estimación precisa de la biomasa y el porcentaje de materia seca, es necesario tomar múltiples muestras de pasto de diferentes áreas dentro de las praderas. Para asegurar la consistencia del muestreo, se debe utilizar un marco cuadrado con dimensiones de 0,5 x 0,5 metros, aunque el tamaño exacto puede ajustarse según la densidad de las plantas a medir. El marco debe colocarse de manera aleatoria sobre la pradera, garantizando así una representación adecuada de la vegetación. Una vez seleccionado el área de muestreo, se debe cortar toda la vegetación dentro del marco. Posteriormente, el forraje recolectado debe almacenarse en bolsas plásticas, asegurándose de etiquetar cada muestra con la información relevante, como la fecha, el nombre o número del potrero y el número de muestra, para facilitar su identificación y seguimiento. Para calcular la disponibilidad total de biomasa, expresada en kilogramos de materia seca por hectárea (kg MS/a), se debe emplear la siguiente fórmula correspondiente:

$$Disponibilidad \left(kg \frac{MS}{hs} \right) = \frac{Peso \text{ forraje fresco } (g) \times \%MS}{10 \times Area \text{ del marco } (m^2)}$$

Según Canseco, Rolando, Balocchi, Parga, Anwandter, Abarzúa, Teuber y Lopetegui (2007), para determinar con exactitud el contenido de materia seca en una muestra de forraje fresco, se recomienda seguir el siguiente procedimiento:

1. Colocar un plato o recipiente no metálico en una balanza con una sensibilidad mínima de 0,1 g y usar la función de tara para ajustar el peso a cero, eliminando el peso del contenedor.
2. Homogeneizar la muestra de forraje fresco y seleccionar aleatoriamente una submuestra representativa que pese exactamente 100 g.
3. Colocar la muestra en el plato o recipiente, asegurándose de que el peso sea precisamente 100 g de material verde. Luego, introducir la muestra en un microondas con una potencia mínima de 850 vatios durante 5 minutos. Es importante colocar un vaso con 150 ml de agua fría dentro del microondas para evitar que el forraje se encienda y dañe el aparato.

4. Retirar el plato con la muestra seca, pesarla y registrar el valor. Posteriormente, colocar nuevamente el plato con la misma muestra en el microondas durante 3 minutos adicionales. Para evitar que el agua se evapore, se recomienda cambiar el agua del vaso cada vez que se ponga la muestra en el microondas.
5. Repetir los pasos 4 y 5, secando la muestra en intervalos de 3 minutos, hasta que el peso de la muestra se estabilice y deje de disminuir. Todo el proceso no debe exceder los 20 minutos.
6. Finalmente, para calcular el porcentaje de materia seca (% MS) de la muestra, aplicar la fórmula correspondiente, tal como lo detalla Caceres y González (2000):

$$MS (\%) = \left(\frac{\text{Peso seco final}}{\text{Peso verde inicial}} \right) * 100$$

En el laboratorio, el proceso de secado del material se lleva a cabo en una estufa de aire forzado a una temperatura de 100°C durante 24 horas o a 60°C por un período de 48 horas. Posteriormente, el material seco se pesa utilizando una balanza de alta precisión (Pravia, Mantossi, Gutiérrez, Ayala, Andregnette, Invernizzi y Porcile, 2013).

2.2.12 Comportamiento ingestivo

Los bovinos presentan un patrón de pastoreo diurno claramente definido, con una principal actividad de alimentación al amanecer y un segundo pico de pastoreo durante las horas previas al atardecer. Este comportamiento está determinado por factores diversos, tales como las condiciones climáticas, el estado de los dientes, la edad del animal y la composición de la dieta. De manera general, el ganado mantiene un tiempo de pastoreo diario constante para cubrir sus necesidades nutricionales (Rodríguez, Meza, Trillo, Núñez y Azania, 2023).

Los rumiantes en pastoreo realizan episodios de pastoreo a lo largo del día, y tanto la frecuencia como el momento de estos eventos dependen del estado fisiológico del animal y de las condiciones ambientales. Estas sesiones de pastoreo se intercalan con períodos de rumia, descanso y otras actividades, como la ingesta de agua, el aseo y las interacciones sociales. Los rumiantes tienden a preferir pastos altos, densos y verdes, mostrando una clara preferencia por consumir hojas en lugar de tallos debido a su menor resistencia. Normalmente, alcanzan la

saciedad cuando la disponibilidad de forraje supera los 2000 kg de materia seca por hectárea (Rodríguez et al., 2023).

Existen diversas técnicas para estimar el consumo de forraje, entre las cuales se encuentran el método agronómico y aquellos basados en el comportamiento de pastoreo. El comportamiento ingestivo, que incluye actividades como la ingesta de forraje, el consumo de agua y la rumia, abarca variables tales como el tiempo de pastoreo, la tasa de consumo y el peso por bocado, entre otros aspectos (Mejía, Mahecha y Angulo, 2017).

2.2.12.1 Peso bocado.

El tamaño o peso del bocado se refiere a la cantidad de bocados que un animal toma mientras pastorea durante un periodo de tiempo determinado, lo que lo convierte en un factor fundamental en el comportamiento de pastoreo. A medida que avanza la sesión de pastoreo, los animales intensifican su actividad de búsqueda y caminata, lo que provoca una disminución en la velocidad de consumo y, por lo tanto, reduce el tamaño de cada bocado (Gutiérrez et al., 2022).

2.2.12.2 Tasa de consumo.

De acuerdo con Galli, Cangiano y Fernández (1996), la tasa de consumo (TC) se obtiene multiplicando el peso del bocado (PB) por la tasa de mordida (TB). Esta fórmula demuestra que tanto el tamaño de los bocados como la frecuencia de mordidas impactan directamente en la cantidad total de forraje consumido por el animal. De este modo se emplea la siguiente formula:

$$\text{TC} = \text{PB} \times \text{TB}$$

2.2.12.3 Tiempo de pastoreo.

Es el tiempo que los animales invierten en la selección y recolección del forraje (Rodríguez et al., 2023).

2.3 Marco legal

La Constitución de la República del Ecuador (2008), en el Título VI denominado "Régimen de Desarrollo", específicamente en el Capítulo III sobre "Soberanía Alimentaria", establece en el Artículo 281 que la soberanía

alimentaria es un objetivo estratégico y una obligación del Estado. Este mandato busca garantizar que las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades logren un acceso permanente a alimentos sanos y culturalmente adecuados. Para alcanzar esta meta, el Estado asume responsabilidades como facilitar el financiamiento a pequeños y medianos productores para la adquisición de insumos productivos, fomentar la conservación y recuperación de la agrobiodiversidad junto con los conocimientos ancestrales relacionados, velar por la salud de los animales destinados al consumo humano en entornos apropiados y promover la investigación científica y tecnológica que respalde la soberanía alimentaria (Constitución de la República del Ecuador, 2008).

Según **el Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP) en su Instructivo sobre la Producción Orgánica en Ecuador (2013)**, en el **artículo 26** la producción animal orgánica se basa en una serie de principios fundamentales. Estos incluyen el mantenimiento de la salud y fertilidad del suelo, la reducción del uso de recursos no renovables, el reciclaje de desechos de origen vegetal y animal para la producción agrícola y ganadera, y la adopción de prácticas que respeten el equilibrio ecológico local. Además, se enfatiza la importancia de mantener la salud animal mediante el fortalecimiento de sus defensas naturales, la selección de razas adecuadas y el uso de prácticas zootécnicas, junto con la elección de especies vegetales que ayudan en la prevención de enfermedades y plagas. La producción ganadera debe adaptarse al entorno local y respetar las necesidades propias de cada especie, garantizando su bienestar y proporcionándoles una alimentación adecuada proveniente de fuentes orgánicas (Ministerio de Agricultura Ganadería Acuacultura y Pesca (MAGAP), 2013).

En relación con la producción animal, **el Artículo 30** establece que el ganado debe tener acceso continuo a espacios al aire libre, preferiblemente pastizales, siempre que las condiciones ambientales lo permitan. Además, se especifica que las instalaciones deben proporcionar condiciones favorables como aire fresco, luz natural y protección contra condiciones climáticas extremas. El ganado también debe tener acceso a agua fresca y alimentos, y el entorno debe ser saludable para evitar efectos negativos en los productos finales, evitando materiales de construcción que puedan ser tóxicos (MAGAP, 2013).

Por último, **el Artículo 32** establece límites para la carga ganadera, con el fin de evitar el sobrepastoreo y la degradación del suelo, estableciendo que la carga

no debe superar los 200 kilogramos de nitrógeno anuales por hectárea. Además, la alimentación de los animales debe basarse en el uso de pastos o forrajes, asegurando que al menos el 60% de la materia seca de la ración diaria provenga de estos, reduciendo este porcentaje al 50% para los animales en lactancia durante los primeros tres meses (MAGAP, 2013).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Enfoque de la investigación

La investigación adoptó un enfoque cuantitativo, centrado en la recopilación y análisis de datos numéricos con el objetivo de obtener resultados precisos y objetivos, dado que se estimaron las cantidades de biomasa, materia seca y su consumo en bovinos dentro de un sistema de producción ganadero basado en pastoreo.

3.1.1 Tipo y alcance de la investigación

El tipo de investigación que adoptó este estudio fue tanto de campo como de laboratorio, ya que las muestras obtenidas fueron llevadas al laboratorio para realizar análisis bromatológicos, mientras que la investigación estuvo directamente relacionada con el objeto de estudio para estudiar sus características morfofenológicas. Su alcance fue descriptivo, ya que se centró en evaluar la productividad forrajera y su consumo, estimando la biomasa y materia seca mediante el uso de un cuadro medidor tradicional y observación directa del ganado bovino durante el pastoreo. En este proceso, se analizó la relación entre la productividad del forraje y los factores que afectan su disponibilidad y consumo.

3.1.2 Diseño de investigación

Este estudio adoptó un diseño de investigación no experimental de carácter transversal, dado que las variables no fueron manipuladas durante el proceso. La recolección de datos se llevó a cabo entre los meses de septiembre, octubre y noviembre, con el fin de evaluar la efectividad del pastoreo en sistemas ganaderos bovinos. Se puso especial atención en dos aspectos fundamentales: la productividad forrajera y el consumo de materia por parte del ganado.

3.2 Metodología

3.2.1 Variables

3.2.1.1 Variables independientes.

Temperatura; Humedad; Tiempo de pastoreo.

3.2.1.2 Variable dependiente.

Forraje fresco; Materia seca; Número de Macollos; Altura de planta; Tasa de consumo; Peso bocado; FDN (Fibra detergente neutra); FDA (Fibra detergente ácida).

3.2.2 Matriz de Operacionalización de variables

Tabla 2: Operacionalización de las variables independientes.

Variable independiente			
Variables	Tipo	Nivel de medida	Descripción
Temperatura	Cuantitativa	Ordinal	Promedio de temperatura de acuerdo a las muestras recolectadas por día. Alta (>30°C) Media (25-30 °C) Baja (<25°C)
Humedad	Cuantitativa	Ordinal	Promedio de humedad de acuerdo a las muestras recolectadas por día. Alta (>80%h) Media (50-80%h) Baja (<50%h)
Tiempo de pastoreo	Cuantitativa	Ordinal	Promedio del tiempo de pastoreo de acuerdo a las muestras recolectadas por día. Alta (>600 mi) Media (400 min) Baja (<200min)

Elaborado por: Cevallos De la O, 2025.

Tabla 3: Operacionalización de las variables dependientes.

Variables dependientes			
Variables	Tipo	Nivel de medida	Descripción
Forraje fresco	Cualitativa	Ordinal	Promedio de producción de forraje fresco de acuerdo a las muestras recolectadas por día. Alta (>12000kg/Ha) Media (5000-12000kg/Ha) Baja (<5000 kg/Ha)
Materia seca	Cualitativa	Ordinal	Promedio de producción de materia seca de acuerdo a las muestras recolectadas por día. Alta (>30%) Media (22-30%) Baja (<22%)
Número de macollos	Cuantitativa	Ordinal	Promedio del número de macollos de acuerdo a las muestras recolectadas por día. Alta (5 u) Media (3-4 u) Baja (2 u)
Altura de planta	Cuantitativa	Ordinal	Promedio de altura de la planta de acuerdo a las muestras recolectadas por día. No ideal (<19 cm; >41 cm) ideal (20-40 cm)
Tasa de consumo	Cuantitativa	Ordinal	Promedio de materia consumida por minuto de acuerdo a las muestras recolectadas por día. Alta (>50-65 g MS/min) Media (20-50 g MS/min) Baja (<10-20 g MS/min)
Peso bocado	Cuantitativa	Ordinal	Promedio de materia seca consumido por bocado que da un animal de acuerdo a las muestras recolectadas por día. Alta (>12 g MS) Media (6-12 g MS) Baja (<5 g MS)
FDN (Fibra Detergente Neutra)	Cuantitativa	Ordinal	Promedio de FDN de acuerdo a las muestras recolectadas por día. Alta (>80.2%) Media (54.1-802%) Baja (<54.1%)
FDA (Fibra Detergente Ácida)	Cualitativa	Ordinal	Promedio de FDA de acuerdo a las muestras recolectadas por día. Alta (>49.8%) Media (28.2-49.8%) Baja (<28.2%)

Elaborado por: Cevallos De la O, 2025.

3.2.3 Recolección de datos

3.2.3.1 Recursos.

Los equipos e implementos a utilizar en este estudio fueron:

3.2.3.1.1 Materiales de campo.

- Cuadrado seleccionador de muestra
- Flexómetro
- Tijeras
- Medidor portátil de temperatura y humedad

3.2.3.1.2 Materiales de Oficina.

- Libreta de anotaciones
- Rotuladores
- Fundas plásticas
- Esfero
- Computadora
- Estilete
- Esferos

3.2.3.2 Métodos y técnicas.

Este trabajo exploratorio tuvo como propósito establecer parámetros fundamentales mediante el uso de medidas de tendencia central, lo que permitió obtener información relevante sobre la distribución de los datos dentro del sistema ganadero pastoril. A partir de septiembre, se realizó el primer muestreo de pasto en diversas edades, a intervalos de 15, 30 y 45 días, en varias parcelas de la hacienda. Antes de cada muestreo, se contaron el número de hojas y macollos y se midió la altura de las plantas. El muestreo se llevó a cabo utilizando un cuadrante lanzado al azar, con el pasto cortado aproximadamente 20 centímetros del suelo, este procedimiento se repitió en los días 30 y 45. Posteriormente, las muestras fueron etiquetadas para su análisis bromatológico en el laboratorio. La tasa de consumo se evaluó en el día 30 porque es el día de pastoreo de las vacas establecido en la hacienda, así mismo el análisis bromatológico se realizó de las muestras recogidas

en el día 30. Para estimar el consumo, se observó el comportamiento ingestivo del ganado bovino, el cual incluyó las siguientes mediciones:

Peso bocado: Se calculó según la cantidad de forraje consumido por una vaca en un solo bocado durante el pastoreo, obtenida de la diferencia entre el peso de la pastura ofrecida y la dejada, dividido por el número de bocados por día. Esta medición se estimó multiplicando el promedio de bocados por minuto de cada vaca por el tiempo total de pastoreo.

Tasa de consumo: Se determinó multiplicando el peso bocado (PB) y la tasa de bocado (TB). El peso bocado se determinó evaluando la diferencia entre el forraje disponible antes y después del pastoreo, dividiendo por el número estimado de bocados por día. Además, se calculó la tasa de bocados (TB), que representó la cantidad de bocados que el animal tomaba por unidad de tiempo, generalmente por minuto. Para esto, se observó y registró la cantidad de bocados durante un período específico y luego se promedió.

Tiempo de pastoreo: Se realizó una observación directa del pastoreo durante 8 horas diarias, distribuidas en dos sesiones de 4 horas, una por la mañana y otra por la tarde.

3.2.4 Población y muestra

3.2.4.1 Población.

La investigación determinó que la población de estudio abarcaba todas las hectáreas destinadas al pastoreo de ganado bovino en la hacienda. Sin embargo, el análisis se centró únicamente en dos potreros específicos, seleccionados estratégicamente por considerarse representativos de la totalidad de las áreas utilizadas para el pastoreo dentro de la propiedad.

3.2.4.2 Muestra.

Se establecieron parcelas dentro del área de pastoreo para llevar a cabo la recolección de datos, enfocándose en dos potreros seleccionados. Las muestras fueron obtenidas mediante el método del cuadrante, realizando tres cortes en intervalos de 15, 30 y 45 días. En cada potrero se recolectaron tres muestras, lo que resultó en un total de 18 muestras de pasto. Adicionalmente, se efectuó una

observación directa de las vacas en su entorno natural con el propósito de analizar su consumo de forraje.

3.2.5 *Análisis estadístico*

En esta investigación de diseño no experimental y enfoque descriptivo, se aplicaron análisis estadísticos basados en medidas de tendencia central, cuyos resultados fueron organizados y presentados mediante tablas de frecuencia.

4. RESULTADOS

4.1 Determinación de la producción de biomasa verde y materia seca.

Tabla 4: Medidas de tendencia central de la producción de biomasa verde de los dos potreros de acuerdo a los días de la toma de muestra.

	Potrero 1		Potrero 2		Promedio	
Día	Biomasa verde (Kg/Ha)		Biomasa verde (Kg/Ha)		Biomasa verde (Kg/Ha)	
	X	DE	X	DE	X	DE
Día 15	11900	3600	8500	1600	10200	2600
Día 30	20000	5400	12700	1000	16350	3200
Día 45	25800	4200	18800	1000	21900	2600

Nota: X: media o promedio; DE: desviación estándar.

Elaborado por: Cevallos De la O, 2025.

La tabla 4 muestra la producción de biomasa verde en dos potreros evaluados en tres días distintos, analizando las tendencias y comparándolas con los rangos establecidos. En el día 15, el Potrero 1 alcanzó una producción de 11,900 kg/ha y el Potrero 2 de 8,500 kg/ha, ambos dentro del rango medio (entre 8,000 y 12,000 kg/ha), con el Potrero 1 mostrando un mejor rendimiento. Para el día 30, ambos potreros superaron los 12,000 kg/ha, alcanzando el rango alto; el Potrero 1 registró 20,000 kg/ha, mientras que el Potrero 2 llegó a 12,700 kg/ha, con un promedio general de 16,350 kg/ha, destacando nuevamente el Potrero 1 con una producción superior. Finalmente, en el día 45, ambos potreros se mantuvieron en el rango alto, siendo el Potrero 1 el más productivo con 25,800 kg/ha frente a los 18,800 kg/ha del Potrero 2, con un promedio general de 21,900 kg/ha. En general, el día 45 presentó la mayor producción de biomasa verde en ambos potreros, con el Potrero 1 sobresaliendo en todos los días de evaluación, consolidándose como el más eficiente en la generación de biomasa verde.

Tabla 5: Medidas de tendencia central de la producción de materia seca de los dos potreros de acuerdo a los días de la toma de muestra.

Día	Potrero 1		Potrero 2		Promedio	
	Materia seca (%)		Materia seca (%)		Materia seca (%)	
	X	DE	X	DE	X	DE
Día 15	22	2	25	0,3	23.5	1.02
Día 30	25	3	27	0,1	26	1.51
Día 45	23	5	22	4	22.5	4.5

Elaborado por: Cevallos De la O, 2025.

La tabla 5 analiza el porcentaje de materia seca producido en los mismos días evaluados, considerando los rangos establecidos. En el día 15, el Potrero 1 registró un porcentaje de materia seca del 22% y el Potrero 2 del 25%, ambos dentro del rango medio (22-30%), con el Potrero 2 mostrando un mejor desempeño y un promedio general de 23.5%. En el día 30, ambos potreros mantuvieron su producción en el rango medio, con el Potrero 1 alcanzando el 25% y el Potrero 2 el 27%, nuevamente con una ligera ventaja para el Potrero 2 y un promedio general de 26%. Para el día 45, el porcentaje de materia seca fue de 23% en el Potrero 1 y de 22% en el Potrero 2 destacando también en este día, con un promedio general de 22.5%, todos dentro del rango medio, aunque sin una mejora significativa respecto a los días anteriores. En términos generales, el día 30 presentó el mayor porcentaje promedio de materia seca, con el Potrero 2 destacándose en todos los días como el de mayor productividad de materia seca.

4.2 Estimación de la tasa de consumo de pasto en vacas dentro de los sistemas pastoriles.

Tabla 6: Tasa de consumo de pasto en vaca dentro de los sistemas pastoriles en el día 30.

Potrero		Tiempo de pastoreo(min)	Tasa de bocado	Número total de bocados	Peso bocado (g MS/bocado)	Tasa de consumo (g MS/min)
	Día		(bocado/min)	(día)		
1	30	420	56	23520	0,914	51,20
2	30	420	60	25,200	0,543	32,61

Elaborado por: Cevallos De la O, 2025.

El tiempo de pastoreo fue de 420 minutos por día en ambos potreros, lo que indica un período adecuado para el consumo de forraje. Sin embargo, el número total de bocados varió, con 56 bocados/min en el Potrero 1 y 60 bocados/min en el Potrero 2, reflejando una mayor actividad de consumo en el segundo potrero.

El peso del bocado presentó diferencias significativas entre potreros. En el Potrero 1, el peso del bocado fue de 0.914 g MS/bocado, clasificado como medio, lo que sugiere una buena disponibilidad y aprovechamiento del forraje. En contraste, en el Potrero 2, el peso del bocado fue de 0.543 g MS/bocado, clasificado como bajo, lo que indica una menor disponibilidad o calidad del forraje, afectando la cantidad ingerida por mordida.

Por otro lado, la tasa de consumo en el Potrero 1 fue de 51.20 g MS/min, considerada alta, lo que refleja una alta eficiencia de consumo. En cambio, en el Potrero 2 fue de 32.61 g MS/min, clasificado como medio (20-50 g MS/min), lo que indica una menor eficiencia en la ingesta de forraje.). En conjunto, esto indica que, aunque el Potrero 2 *parece* más activo (más bocados/min), el Potrero 1 logró un mayor consumo real por minuto (51.20 g vs. 32.61 g) porque los animales ingirieron más materia seca por cada bocado

4.3 Identificación de factores que influyen en la productividad forrajera y en el consumo de materia seca de bovinos en sistemas pastoriles.

Tabla 7: Factores que influyen en la productividad forrajera y en el consumo de materia seca de bovinos en sistemas pastoriles.

Potrero	Día	Composición del forraje		Características morfofenológicas			Condiciones ambientales	
		FDN (%)	FDA (%)	Altura (cm)	Macollos (m ²)	Hojas (m ²)	Humedad relativa	Temperatura ambiental
1	30	60.79	55.01	111	44.67	149.67	66.52	20.54
2	30	61.20	57.10	65.5	42	86	58.81	21.39

Elaborado por: Cevallos De la O, 2025.

La tabla 7 analiza los factores que influyen en la productividad forrajera y el consumo de materia seca en bovinos en sistemas pastoriles, destacando las diferencias entre dos potreros. En cuanto a la Fibra Detergente Neutra (FDN), ambos potreros presentan valores en el rango medio (Potrero 1: 60.79%, Potrero 2: 61.20%), lo que indica una digestibilidad moderada que favorece un consumo

adecuado de forraje, mientras que la Fibra Detergente Ácida (FDA) muestra niveles altos en ambos potreros (Potrero 1: 55.01%, Potrero 2: 57.10%), lo cual puede reducir la palatabilidad y el consumo de materia seca debido a una menor digestibilidad. La humedad relativa, que se encuentra en el rango medio en ambos potreros (Potrero 1: 66.52%, Potrero 2: 58.81%), es favorable para el crecimiento y calidad del forraje, facilitando el consumo, pero las temperaturas bajas (Potrero 1: 20.54°C, Potrero 2: 21.39°C) podrían limitar el desarrollo del forraje y, en consecuencia, afectar negativamente la disponibilidad de materia seca. Respecto a las características morfofenológicas, la altura de planta no es ideal en ninguno de los potreros, ya que supera los 41 cm (Potrero 1: 111 cm, Potrero 2: 65.5 cm), lo que puede dificultar el acceso al forraje y limitar el consumo, aunque el número de macollos, que se encuentra en el rango alto en ambos potreros (Potrero 1: 44.67, Potrero 2: 42), indica una mayor densidad de tallos productivos, lo que incrementa la cantidad de material disponible para el consumo y mejora la eficiencia del pastoreo. Por otro lado, el número de hojas es significativamente mayor en el Potrero 1 (149.67 frente a 86 en el Potrero 2), lo que incrementa la calidad del forraje y estimula el consumo en este potrero. El Potrero 1 se considera mejor en términos de consumo de forraje, ya que ofrece mayor calidad y cantidad de hojas y macollos, aunque las limitaciones en altura de planta y niveles altos de FDA reducen parcialmente la palatabilidad en ambos potreros, indicando la necesidad de manejo adecuado para maximizar el consumo de materia seca en sistemas pastoriles.

5. DISCUSIÓN

Producción de biomasa verde.

Montezuma (2023) llevó a cabo un análisis sobre el rendimiento productivo de bovinos alimentados con pasto saboya (*Megathyrsus maximus*) en la provincia de Orellana, ubicada en la Región Amazónica. En este estudio, los cortes de forraje se realizaron a los 45 y 55 días de rebrote, observándose que a los 45 días se obtuvo la menor producción de forraje verde, con un promedio de 33.588,89 kg/ha por corte. En contraste, la mayor producción se registró a los 55 días, alcanzando una media de 43.500 kg/ha por corte. Estos resultados difieren de los obtenidos en la presente investigación, en la que los cortes se realizaron a intervalos de 15, 30 y 45 días, siendo este último intervalo el que generó el mayor rendimiento, con 29.800 kg/ha. Este valor es significativamente inferior al reportado por Montezuma, quienes señalaron que factores como la mayor altitud favorecen una mayor área foliar, incrementando así la eficiencia en la fotosíntesis y la absorción de nutrientes, lo cual contribuye a un aumento en la producción de biomasa del pasto saboya.

Por su parte, Carvajal, Barahona, Castro, Arango y Vivas, (2023) evaluaron tanto el perfil nutricional como la biomasa de 22 accesiones de *Megathyrsus maximus* bajo condiciones de clima tropical seco en Colombia, realizando los cortes al día 41. Los resultados mostraron rendimientos de biomasa superiores a 4.000 kg/ha, con un promedio general de 22.994 kg/ha, lo cual es comparable a los valores obtenidos en este estudio en los cortes realizados a los 45 días. Es posible que, si los cortes de Carvajal y colaboradores se hubieran llevado a cabo al mismo intervalo de 45 días descrito por Carvajal y colaboradores, Los resultados hubieran sido comparables, e incluso es plausible que se alcanzaran valores más altos, considerando las características ambientales y de manejo reportadas.

Producción de materia seca.

Cedeño et al. (2021) evaluaron la producción y composición química de los cultivares Tanzania y Mombasa de *Megathyrsus maximus* bajo condiciones del subtrópico ecuatoriano durante los periodos seco (2013) y lluvioso (2014). Durante la época seca, los rendimientos de materia seca fueron limitados, registrándose promedios de 469,33 y 528,28 kg MS/ha para Tanzania, y 431,62 y 541,66 kg

MS/ha para Mombasa a los 30 y 45 días, respectivamente. Estas cifras se atribuyen a la baja disponibilidad de lluvias, con un promedio anual de 1551 mm. En contraste, el presente estudio reportó un promedio de materia seca del 27% como mayor rendimiento a los 30 días, lo cual puede explicarse por las diferencias en los métodos de medición empleados. Asimismo, mientras que en el análisis de Cedeño el mejor rendimiento se obtuvo al día 45, en este estudio el mayor valor fue registrado al día 30.

Por otro lado, Iglesias, Méndez, Cedeño, Chávez y Moran, (2024) analizaron el perfil nutricional de tres variedades de *Panicum maximum* (saboya), específicamente Mombasa, Tanzania y Zuri, cosechadas a los 35 días. Los valores de materia seca obtenidos fueron de 15,7% en Tanzania, 17,41% en Mombasa y 19,95% en Zuri, con un promedio general de 17,68%. Aunque estos resultados guardan cierta similitud con los hallazgos del presente estudio, donde se alcanzó un promedio de 27% de materia seca a los 30 días, el rendimiento reportado aquí fue superior y en un periodo de cosecha más corto.

En el análisis realizado por Montezuma (2023) se evaluó la producción de materia seca en el pasto saboya (*Panicum maximum*) a los 45 y 55 días de corte. Los resultados indicaron un rendimiento máximo del 24,01% a los 45 días, mientras que a los 55 días se observó una disminución al 22,03%. Aunque estos valores son comparables a los obtenidos en este análisis, se destaca que el rendimiento más alto en este estudio se logró a los 30 días (27%), lo que evidencia el impacto de la edad de corte sobre la acumulación de materia seca.

Finalmente, Carvajal et al. (2023) estudiaron el rendimiento de materia seca de *Megathyrus maximus* bajo un clima tropical seco en Colombia, realizando el corte al día 41. El promedio de materia seca fue de 6255 kg/ha, cifra que difiere de los resultados aquí reportados, diferencia atribuible principalmente a las unidades de medida utilizadas para la variable analizada en ambos estudios.

Tasa de consumo.

En la determinación de la tasa de consumo de pasto en vacas manejadas en sistemas pastoriles, el peso por bocado y la frecuencia de bocados son factores determinantes que inciden directamente en este parámetro. Terán, Oliva, Gutiérrez, Rojas, Gutiérrez y Coronado (2022) analizaron el comportamiento de pastoreo de vacas Fleckvieh alimentadas con una mezcla de Rye Grass y trébol en Cutervo,

Perú, identificando una tasa de bocado de 50 bocados por minuto y un peso promedio de 0,46 g MS por bocado, lo que resultó en una tasa de consumo de 23 g MS/min. Estos valores contrastan con los obtenidos en este estudio, donde el potrero 1 alcanzó una tasa de consumo de 51,20 g MS/min, gracias a un mayor peso por bocado (0,914 g MS) y una frecuencia de 56 bocados/min. Por su parte, en el potrero 2 se observó una tasa de bocado de 60 bocados/min y un peso promedio de 0,543 g MS por bocado, alcanzando una tasa de consumo de 32,61 g MS/min. Ambos potreros presentaron tasas de consumo superiores a las reportadas por Terán Piña y colaboradores, lo que indica que tanto un mayor peso por bocado como una mayor tasa de bocado están asociados con una mayor eficiencia en el consumo.

Montero y Turcato (2018) señalan que la tasa de bocado aumenta a medida que disminuyen la biomasa y la altura del pasto, pero tiende a reducirse cuando el peso del bocado incrementa. Esto sugiere que los cambios en la tasa de bocado responden directamente a las variaciones en las características de la pastura, en lugar de ser un mecanismo compensatorio del animal frente a fluctuaciones en el peso del bocado. Cuando este último disminuye, la tasa de bocado se incrementa debido a la reducción en el tiempo necesario para la masticación; sin embargo, el "costo fijo" asociado al tiempo de aprehensión del forraje limita la tasa de consumo general. Este fenómeno explica por qué en el potrero 1 los animales obtuvieron un consumo más eficiente, caracterizado por un mayor peso de bocado, una alta tasa de consumo y un consumo total clasificado como elevado, lo que refleja una buena calidad y disponibilidad del forraje. En contraste, en el potrero 2, a pesar de un mayor número de bocados por minuto, el menor peso de bocado derivó en una tasa de consumo más baja y un consumo total clasificado como medio.

Por otro lado, Jiménez (2021) evaluó la tasa de consumo en vacas alimentadas con pasto de *Avena strigosa Schreb* a diferentes alturas e intensidades de cosecha. Los resultados mostraron que tanto la tasa de consumo como el peso por bocado fueron más elevados en pasturas de 70 cm de altura, con valores de 92,9 g MS/min y 2,74 g MS por bocado, respectivamente, en comparación con pasturas de menor altura (40, 50 y 60 cm), que presentaron promedios de 70,4 g MS/min y 1,77 g MS por bocado. Estos hallazgos difieren de los resultados obtenidos en este análisis, donde el potrero 1, con una pastura de 111 cm de altura, alcanzó una tasa de consumo de 51,20 g MS/min y un peso por bocado de 0,914 g

MS. En contraste, el potrero 2, con una pastura de 65,5 cm, presentó una tasa de consumo de 32,61 g MS/min y un peso por bocado de 0,543 g MS. Esto sugiere que una altura de pastura alrededor de 70 cm puede ser óptima para maximizar tanto el peso por bocado como la tasa de bocado, contribuyendo a una mayor eficiencia en el consumo de forraje.

Factores que influyen en la productividad forrajera y en el consumo de materia seca de bovinos en sistemas pastoriles

Fibra Detergente Ácida

La Fibra Detergente Ácida (FDA) es un indicador clave en la evaluación de la calidad del forraje, ya que un contenido elevado de esta fibra puede reducir tanto la digestibilidad como la aceptación por parte de los animales. De acuerdo con Cobos et al. (2024) un mayor porcentaje de FDA disminuye la velocidad de digestión del forraje, afectando de manera negativa el consumo de materia seca en los bovinos. En este estudio, el Potrero 1 presentó un contenido de FDA de 55,01%, mientras que el Potrero 2 alcanzó un 57,10%. Ambos valores son elevados y podrían estar limitando la eficiencia en el consumo de materia seca; sin embargo, el Potrero 1 muestra una leve ventaja debido a su menor porcentaje de FDA, lo que podría traducirse en una mejor aceptación del forraje y un mayor consumo por parte de los animales.

Por otro lado, Pérez, Mora, Criollo, Carvajal, Moreno y Orjuela (2023) señalan que los niveles altos de FDA afectan negativamente la palatabilidad del forraje, restringiendo su ingesta y repercutiendo directamente en la productividad animal, especialmente en sistemas pastoriles. En este contexto, los valores de FDA observados en ambos potreros destacan la necesidad de implementar estrategias de manejo que reduzcan la cantidad de fibra indigestible en las pasturas, con el objetivo de optimizar el consumo de materia seca y, en consecuencia, mejorar el desempeño productivo del ganado.

Fibra Detergente Neutra.

La Fibra Detergente Neutra (FDN), que engloba componentes como celulosa, hemicelulosa y lignina, constituye un indicador relevante para determinar la calidad del forraje debido a su impacto directo en la digestibilidad. En este

análisis, ambos potreros mostraron valores de FDN en un rango considerado intermedio, con un 60,79% en el Potrero 1 y un 61,20% en el Potrero 2, lo cual se asocia con una digestibilidad moderada. Según Zárate, Juárez, Ríos, Montero y Fragoso (2022), niveles intermedios de FDN favorecen una digestibilidad aceptable, permitiendo un consumo moderado de materia seca sin comprometer el desempeño productivo de los animales. Sin embargo, Cobos et al. (2024) advierten que un aumento en los niveles de FDN puede disminuir la tasa de consumo de materia seca, lo que se atribuye al alto volumen de las paredes celulares del forraje, que provoca distensión en el estómago, activa los mecanorreceptores de la capa muscular y limita la ingesta (Paredes, San Martín, Olazábal y Ara, 2014)

Por su parte, Di Marco (2011) señala que un contenido moderado de FDN contribuye a un balance óptimo entre la fibra necesaria para la salud del rumen y la capacidad del animal para consumir cantidades suficientes de forraje que cubran sus requerimientos nutricionales. Asimismo, enfatiza que un menor contenido de FDA incrementa la tasa de consumo. En este contexto, la leve diferencia en los niveles de FDN entre los potreros podría influir positivamente en el consumo de materia seca en el Potrero 1, otorgándole una ligera ventaja en términos de eficiencia alimenticia.

Humedad.

La humedad desempeña un papel clave en el desarrollo y la calidad del forraje, ya que influye directamente en su palatabilidad y valor nutricional. En este estudio, ambos potreros mostraron niveles de humedad dentro del rango promedio, aunque el Potrero 1 presentó un contenido más alto (66,52%) en comparación con el Potrero 2 (58,81%), lo que podría favorecer un mejor crecimiento y calidad del forraje. Según Méndez, Reyes, Luna, Verdecia, Espinoza, Pincay, Espinosa, Macías y Herrera (2020) un contenido adecuado de agua en el forraje no solo mejora su digestibilidad, sino que también lo hace más apetecible para los animales, incentivando una mayor ingesta de materia seca.

No obstante, Apráez E., Gálvez y Apraéz J., (2019) advierten que un exceso de humedad puede promover procesos de fermentación anaeróbica, lo que comprometería la calidad del forraje y reduciría su valor nutricional. Por otro lado, Delgado (2023) señala que niveles bajos de humedad pueden limitar la capacidad de los pastos para mantenerse vigorosos y ofrecer alimento de calidad al ganado.

En este sentido, el Potrero 1, al contar con un mayor contenido de humedad, parece contar con condiciones más favorables para el desarrollo del forraje, aunque se debe prestar especial atención al manejo de la humedad para evitar posibles deterioros en su calidad.

Temperatura.

La temperatura tiene un impacto significativo en el desarrollo del forraje. Ambos potreros presentan temperaturas relativamente bajas. El Potrero 2 registra una temperatura ligeramente superior (21,39°C frente a 20,54°C en el Potrero 1), lo que podría favorecer un crecimiento algo más rápido, aunque aún por debajo del rango óptimo. Según Álvarez, Herrera, Díaz y Noda (2013) las temperaturas bajas tienden a ralentizar el metabolismo de las plantas, lo que conlleva un crecimiento más lento y una menor producción de forraje, lo que a su vez afecta la tasa de bocados y, en consecuencia, la tasa de consumo.

Por otro lado, Ramírez, Zambrano, Campuzano, Verdecia, Chacón, Arceo, Labrada y Uvidia (2017) argumentan que las temperaturas más altas pueden inducir estrés térmico en las plantas, deteriorando tanto la calidad como la cantidad del forraje disponible. En este contexto, la pequeña diferencia de temperatura entre los potreros podría estar afectando el desarrollo del forraje, aunque el impacto es mínimo. Además, las bajas temperaturas pueden reducir la tasa de consumo debido al estrés térmico o la pérdida de calor. Estos cambios en el comportamiento de ingestión se explican por el intercambio de calor y el balance energético de los animales, que están estrechamente influenciados por la temperatura ambiental (Arias, Mader y Escobar, 2008).

Altura.

La altura de las plantas es un factor crucial para evaluar el desarrollo del forraje. En este estudio, ambos potreros superan la altura recomendada (>41 cm), pero el Potrero 2 presenta una altura más cercana al promedio (65.5 cm frente a 111 cm en el Potrero 1). Según Rincón (2011) una altura excesiva puede dificultar el acceso de los animales al forraje, lo que reduce la eficiencia en la ingesta del pasto. Por lo tanto, el Potrero 2 podría resultar más adecuado para el pastoreo, ya que su altura más moderada facilita la recolección del forraje.

Sin embargo, Jiménez (2021) señala que una altura mayor puede ser beneficiosa en escenarios de pastoreo de alta densidad, ya que proporciona mayor cantidad de forraje, aunque los animales podrían encontrarlo más difícil de acceder. En este sentido, las pasturas con alturas cercanas a los 70 cm son ideales para lograr una tasa de consumo más eficiente. En este contexto, el Potrero 2, al acercarse a esa altura, podría favorecer una tasa de consumo más favorable.

Chilibroste (2015) identificó una relación de tipo curvilínea entre la altura de la pastura y el peso del bocado, en la cual el peso del bocado tiende a ser progresivamente menor a medida que la altura de la pastura aumenta. Por lo tanto, la altura del potrero 2 se ve favorecido por su altura para un mayor peso bocado, aumentando la tasa de consumo.

Número de hojas.

El número de hojas es un indicador clave para evaluar tanto la calidad como la cantidad de forraje disponible. En este caso, el Potrero 1 muestra una cantidad considerablemente mayor de hojas (149.67 frente a 86 en el Potrero 2), lo que podría resultar en una mejora en la calidad del forraje y, por ende, en un aumento en el consumo. Según Cobos et al. (2024) un mayor número de hojas incrementa la superficie fotosintética, lo que favorece la acumulación de nutrientes y mejora la palatabilidad del forraje.

No obstante, Andrade et al. (2020) advierten que un exceso de hojas puede ser contraproducente si las plantas se vuelven más fibrosas, lo que afectaría negativamente la digestibilidad. En este contexto, el Potrero 1, con su mayor cantidad de hojas, podría tener una ventaja en términos de calidad de forraje, lo que podría facilitar una mayor ingesta de materia seca.

Número de macollos.

El número de macollos es un indicador importante de la densidad de tallos productivos en un forraje. En este estudio, el Potrero 1 presenta una ligera ventaja en cuanto al número de macollos, con 44.67 frente a 42 en el Potrero 2. Según Cobos et al. (2024), un mayor número de macollos refleja una mayor densidad de tallos, lo que podría generar una mayor cantidad de forraje disponible para el consumo. No obstante, también señalan que la presencia de más macollos está

asociada con un incremento en los niveles de FDN y FDA, lo que puede afectar negativamente tanto el consumo como la digestibilidad de la planta. Este fenómeno explica, en parte, por qué los resultados esperados en sistemas silvopastoriles en términos de consumo de forraje no siempre se alcanzan.

Por otro lado, Scheneiter y Assuero (2010) argumentan que un exceso de macollos podría provocar competencia entre las plantas por recursos como agua y nutrientes, lo que afectaría negativamente su crecimiento. En este sentido, aunque el Potrero 1 presenta una mayor densidad de forraje debido a su mayor número de macollos, el Potrero 2 resulta más favorable para el consumo de materia seca por los bovinos, debido a su menor contenido de FDN y FDA en comparación con el Potrero 1.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

La cantidad de materia seca producida a lo largo del experimento fue diferente a la producción de materia fresca, observándose variaciones entre los potreros.

La tasa de consumo fue afectada por una de las características morfogénicas como la altura, influyó también el contenido de fibra y el factor extrínseco como temperatura y humedad.

No hubo variabilidad en la velocidad crecimiento del pasto por los cambios de temperatura y humedad durante el periodo de investigación como ocurre en las zonas de cuatro estaciones en que se tiene que sumar grados días.

6.2 Recomendaciones

Para obtener una información más completa en la investigación, es esencial implementar un enfoque integral que combine análisis técnicos con prácticas de manejo adaptativo. El primer paso fundamental consiste en realizar un análisis completo de suelo cantidad de materia orgánica, ya que puede determinar la calidad y productividad del forraje. Complementar con monitoreo periódico de FDN/FDA, características morfológicas y materia seca en diferentes etapas de crecimiento. Basado en estos datos, aplicar una fertilización para crecimiento vegetativo y balance de micronutrientes, especialmente en épocas secas. El pastoreo debe adaptarse según la calidad del potrero, asignando mayor carga animal en áreas con forraje más digestible y rotaciones más frecuentes en zonas fibrosas.

BIBLIOGRAFÍA

- Alvarado Tapia, A. J. (2022). *Efecto de diferentes niveles de fertilización química en pasto saboya (Panicum maximum), Jujan, Provincia del Guayas* [Tesis de grado, Universidad Agraria del Ecuador].
<https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/ALVARADO%20TAPIA%20ALVARO%20JOSUE.pdf>
- Álvarez, A., Herrera, R. S., Díaz, L., & Noda, A. (2013). Influencia de las precipitaciones y la temperatura en la producción de biomasa de clones de *Pennisetum purpureum*. In *Revista Cubana de Ciencia Agrícola* (Vol. 47).
- Andrade-Solórzano, C. A., Vivas-Arturo, W. F., Parraga-Alava, R. C., & Mendoza-Rivadeneira, F. A. (2020). Comportamiento morfofisiológico, nutricional - productivo del pasto Tanzania (*Panicum maximum* cv) a tres edades de corte. *CIENCIAMATRIA*, 6(1), 566–582. <https://doi.org/10.35381/cm.v6i1.349>
- Apráez, E., Gálvez, A., & Apraez, J. (2019). Factores edafoclimáticos en la producción y calidad del pasto Saboya (*Holcus lanatus* L.) en el Altiplano de Nariño. *Revista de Ciencias Agrícolas*, 36(1), 16–32.
<https://doi.org/10.22267/rcia.193601.95>
- Araujo-Febres, O. (2005). Factores que afectan el consumo voluntario en bovinos a pastoreo en condiciones tropicales. *IX Seminario de Pastos y Forrajes*, 1–12. https://produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pastoreo%20sistemas/116-consumo.pdf
- Arias, R. A., Mader, T. L., & Escobar, P. C. (2008). Factores climáticos que afectan el desempeño productivo del ganado bovino de carne y leche
 Climatic factors affecting cattle performance in dairy and beef farms. *Archivos de Medicina Veterinaria*, 40, 7–22.
- Avellaneda-Avellaneda, Y., Mancipe-Muñoz, E., & Vargas-Martínez, J. (2022). Ingestive behavior and dry matter intake of dairy cattle grazing Kikuyu grass (*Cenchrus clandestinus*) pastures. *Tropical Grasslands-Forrajes Tropicales*, 10(3), 261–270. [https://doi.org/10.17138/TGFT\(10\)261-270](https://doi.org/10.17138/TGFT(10)261-270)
- Barahona Rosales, R., & Sánchez Pinzón, S. (2005). Limitaciones físicas y químicas de la digestibilidad de pastos tropicales y estrategias para

- aumentarla. *Corpoica. Ciencia y Tecnología*, 6(1), 69–82.
<https://www.redalyc.org/pdf/4499/449945018010.pdf>
- Baumont, R. (1996). Palatability and feeding behaviour in ruminants. A review. *Ann Zootech*, 45, 385–400. <https://doi.org/10.1051/animres:19960501>
- Brenes Gamboa, S. (2018). Evaluación del Rendimiento y periodo de descanso de tres pastos de piso. *InterSedes*, 19(39), 133–145.
<https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/intersedes/article/view/34073/33641>
- Caceres, O., & González García, E. (2000). Metodología para la determinación del valor nutritivo de los forrajes tropicales. *Pastos y Forrajes*, 23(2), 87–103.
<https://hal.science/hal-01190063/document>
- Canseco, C., Rolando, D., Balocchi, O., Parga, J., Anwandter, V., Abarzúa, A., Teuber, N., & Lopetegui, J. (2007). *Determinación de la disponibilidad de materia seca de praderas en pastoreo*.
<https://www.researchgate.net/publication/281041644>
- Carvajal-Tapia, J. I., Barahona-Rosales, R., Castro-Montoya, J., Arango, J., & Vivas-Quila, N. J. (2023). Nutritional and biomass evaluation of a *Megathyrus maximus* collection in a dry tropical climate in Colombia. *Tropical Grasslands-Forrajes Tropicales*, 11(1), 11–21.
[https://doi.org/10.17138/tgft\(11\)11-21](https://doi.org/10.17138/tgft(11)11-21)
- Carvajal-Tapia, J. I., Mazabel, J., & Vivas-Quila, N. J. (2021). Classification of *Megathyrus Maximus* Accessions Grown in the Colombian Dry Tropical Forest by Nutritional Assessment During Contrasting Seasons. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 5. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2021.684747>
- Castillo Vélez, M. J. (2015). *Análisis de la Productividad y Competitividad de la Ganadería de Carne en el Litoral Ecuatoriano (Resultados de Consultoría para RIMISP – Parte I)*. https://www.rimisp.org/wp-content/files_mf/1437665697GanaderiaCarne_DocResultados_Final_editado.pdf
- Cedeño Aristega, M., Luna Murillo, R., Espinoza Coronel, A., & Romero Garaicoa, D. (2021). Producción y composición química de *megathyrus máximus* cultivares tanzania y mombasa bajo condiciones del subtrópico ecuatoriano. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 5(4), 6427–6443.
https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v5i4.777

- Cedeño, M., Luna, R., Espinoza, A., & Romero, D. (2021). Producción y composición química de megathyrsus máximus cultivares tanzania y mombasa bajo condiciones del subtrópico ecuatoriano. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 5(4), 6427–6443.
https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v5i4.777
- Chilibroste, P. (2015). *Integración de patrones de consumo y oferta de forraje para vacas lecheras en el período otoño-invernal*. Universidad de Buenos Aires.
- Cobos, M., Sánchez, M., Trinidad, A., Cetina, V., & Vargas, J. (2024). *Importancia del tipo de muestra en la estimación del valor nutritivo de leguminosas y arbustivas, y potencial de un inocuo de bacterias degradadoras de aserrín en sistemas silvopastoriles*. <https://www.fao.org/4/y4435s/y4435s0h.htm>
- Constitución de la República del Ecuador. (2008). *Capítulo tercero: Soberanía Alimentaria*. https://defensa.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2021/02/Constitucion-de-la-Republica-del-Ecuador_act_ene-2021.pdf
- Cornejo Cedeño, S. A., Vargas Zambrano, P. A., Mendoza Rivadeneira, F. A., & Intriago Flor, F. G. (2019). Respuesta morfológica, nutricional y productiva del Pasto Tanzania Panicum maximum cv. a tres edades de corte. *Revista de Producción, Ciencias e Investigación*, 3(23), 9–17.
<https://pdfs.semanticscholar.org/e17c/cb2ee5d038be36a4b690e6eb1ab5a78ba384.pdf>
- de Faccio Carvalho, P. C., Moraes Genro, T. C., Nunes Gonçalves, E., & Baumont René. (2005). A Estrutura do Pasto como Conceito de Manejo: Reflexos sobre o Consumo e a Produtividade. *Embrapa*, 107–124.
<https://www.bibliotecaagptea.org.br/zootecnia/forragens/artigos/A%20ESTRUTURA%20DO%20PASTO%20COMO%20CONCEITO%20DE%20MANEJO%20REFLEXOS%20SOBRE%20O%20CONSUMO%20E%20A%20PRODUTIVIDADE.pdf>
- Delgado, M. (2023). *Estructura ecológica de los pastos del Guayas: Análisis entre factores del medio y vegetación en un territorio de vocación ganadera*. [Tesis de grado, Universidad Agraria del Ecuador].
<https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/DELGADO%20TERAN%20MELANIE%20CECILIA.pdf>

- Derichs, K., Mosquera, J., Ron-Garrido, L. J., Puga-Torres, B., & De la Cueva, F. (2021). Intervalos de corte de pasto Saboya (*Panicum máximum* Jacq.), sobre rendimiento de materia seca y composición química de su ensilaje. *Siembra*, 8(2), e2506. <https://doi.org/10.29166/siembra.v8i2.2506>
- Di Marco, O. (2011). Estimación de calidad de los forrajes. *Sitio Argentino de Producción Animal*, 20(240), 24–30. www.produccion-animal.com.ar
- Díaz Giraldo, R. A., Álvarez De León, M., Rincón Castillo, Á., Pérez López, O., Cárdenas Rocha, E., & Posada Asprilla, W. (2023). Estimation of forage availability and parameters associated with the nutritional quality of *Urochloa humidicola* cv Llanero based on multispectral images. *Tropical Grasslands-Forrajes Tropicales*, 11(1), 61–74. [https://doi.org/10.17138/tgft\(11\)61-74](https://doi.org/10.17138/tgft(11)61-74)
- El Mouttaqi, A., Mnaouer, I., Nilahyane, A., Ashilenje, D. S., Amombo, E., Belcaid, M., Ibourki, M., Lazaar, K., Soulaïmani, A., Devkota, K. P., Kouisni, L., & Hirich, A. (2023). Influence of cutting time interval and season on productivity, nutrient partitioning, and forage quality of blue panicgrass (*Panicum antidotale* Retz.) under saline irrigation in Southern region of Morocco. *Frontiers in Plant Science*, 14. <https://doi.org/10.3389/fpls.2023.1186036>
- Fernandes, L. S., dos Santos Difante, G., Costa, M. G., Emerenciano Neto, J. V., de Araújo, I. M. M., Santos Dantas, J. L., & Chaves Gurgel, A. L. (2020). Pasture structure and sheep performance supplemented on different tropical grasses in the dry season. *Revista Mexicana De Ciencias Pecuarias*, 11(1), 89–101. <https://doi.org/10.22319/RMCP.V11I1.5083>
- Ferrufino-Suárez, A. J., Mora-Valverde, D., & Villalobos-Villalobos, L. A. (2022). Biomasa y bromatología del pasto Estrella Africana (*Cynodon nlemfuensis* Vanderyst) con cinco períodos de rebrote. *Agronomía Mesoamericana*, 33(2), 1–15. <https://doi.org/10.15517/am.v33i2.47746>
- Fraser, M. D., Vallin, H. E., & Roberts, B. P. (2022). Animal board invited review: Grassland-based livestock farming and biodiversity. *Animal*, 16(12), 100671. <https://doi.org/10.1016/J.ANIMAL.2022.100671>
- Galli, J., Cangiano, C., & Fernández, H. (1996). Comportamiento ingestivo y consumo de bovinos en pastoreo. *Revista Argentina de Producción Animal*, 16(2), 119–142. https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/manejo_del_alimento/15-ingestivo_y_consumo_bovinos.pdf

- Gómez Villalva, J. C., Vascone Galarza, G., Torres Pérez, J., & Moran Salazar, C. I. (2021). Rendimiento de biomasa del pasto Saboya (*Megathyrus 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>
- Gonçalves de Carvalho, R., Araújo de Souza, R., de Lima Silva, J., Badaró Pimentel, A. J., de Andrade Ferreira, M., Bernardo de Siqueira, M. C., & de Amorim Santos, D. L. (2022). Principal component analysis applied to the study of yield and nutritional characteristics of forage cultivars. *Tropical Grasslands-Forrajes Tropicales*, 10(2), 109–115.
[https://doi.org/10.17138/TGFT\(10\)109-115](https://doi.org/10.17138/TGFT(10)109-115)
- Góngora, A., & Hernández, A. (2010). La reproducción de la vaca se afecta por las altas temperaturas ambientales. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 13(2), 141–151.
<https://revistas.udca.edu.co/index.php/ruadc/article/view/742>
- González Marcillo, R. L., Guamán Rivera, S. A., Guerrero Pincay, A. E., & Ortiz Naveda, N. R. (2023). *Pastos Tropicales de la Amazonia Ecuatoriana Tomo I Avances científicos sobre sistemas silvopastoriles como estrategia de reconversión de la ganadería* (Primera edición). Editorial Grupo AEA.
<https://doi.org/10.55813/egaea.l.2022.46>
- Guamán-Rivera, S. A., Guerrero-Pincay, A. E., Ortiz-Naveda, N. R., & González-Marcillo, R. L. (2023). Prediction of the nutritional values by INRA (2018) feed evaluation system of *Megathyrus maximus* subjected to different grazing strategies. *Journal of Agriculture and Environment for International Development*, 117(1), 117–139. <https://doi.org/10.36253/jaeid-14203>
- Gutiérrez Arce, F. B., Rojas Vásquez, Z., Gutiérrez Arce, W. J., & Terán Piña, J. C. (2022). Condición de una pastura y su relación con el patrón de ingestión en vacas Holstein. *Revista de Veterinaria y Zootecnia Amazónica*, 2(2), e394.
<https://doi.org/10.51252/revza.v2i2.394>
- Heredia Mendoza, J. D., Fernández Romy, Y., Vivas Arturo, W. F., Andrade Díaz, C. A., Alcívar Acosta, E. H., Macías Pro, M. A., & Peña, M. de J. (2022). Características morfológicas en el pasto *Megathyrus maximus* cv. Mombaza, en el cantón Chone provincia Manabí. *Polo Del Conocimiento*, 7(5), 1410–1425. <https://doi.org/10.23857/pc.v7i5.4036>

- Iglesias, W., Méndez, L., Cedeño, Á., Chávez, V., & Moran, C. (2024). Nutritional evaluation of savoy grass (*Panicum máximum*) varieties, mombaza, tanzania and zuri, 35 days after harvest. *Instituto Tecnológico Superior Edwards Deming*, 1(22), 15–29.
- Jiménez, J. (2021). *Tasa de consumo en vacas y rendimiento de avena negra a diferentes alturas de pastura e intensidades de cosecha*. [Tesis de posgrado, Universidad Autónoma Chapingo].
<https://repositorio.chapingo.edu.mx/server/api/core/bitstreams/908ab8d9-8ef8-4a25-bb4e-6338a8da20ad/content>
- Jiménez Rosales, J. D., & Améndola Massiotti, R. D. (2022). Ingestion behavior and forage intake by grazing cows in temperate climate. Review. *Revista Mexicana De Ciencias Pecuarias*, 13(3), 743–762.
<https://doi.org/10.22319/rmcp.v13i3.6103>
- Kirkman, K. P., Fynn, R. W. S., McGranahan, D., O'Reagain, P. J., & Dugmore, T. (2023). Future-proofing extensive livestock production in subtropical grasslands and savannas. *Animal Frontiers*, 13(5), 23–32.
<https://doi.org/10.1093/af/vfad045>
- Lees, A. M., Sejian, V., Wallage, A. L., Steel, C. C., Mader, T. L., Lees, J. C., & Gaughan, J. B. (2019). The impact of heat load on cattle. *Animals*, 9, 1–20.
<https://doi.org/10.3390/ani9060322>
- Li, T., Peng, L., Wang, H., Zhang, Y., Wang, Y., Cheng, Y., & Hou, F. (2022). Multi-Cutting Improves Forage Yield and Nutritional Value and Maintains the Soil Nutrient Balance in a Rainfed Agroecosystem. *Frontiers in Plant Science*, 13. <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.825117>
- López Vigoa, O., Lamela López, L., Sánchez Santana, T., Olivera Castro, Y., García López, R., Herrera Villafranca, M., & González Ronquillo, M. (2019). Evaluación del valor nutricional de los forrajes en un sistema silvopastoril. *Pastos y Forrajes*, 42(1), 57–67. <http://scielo.sld.cu/pdf/pyf/v42n1/2078-8452-pyf-42-01-57.pdf>
- López-Guerrero, I., Fontenot, J. P., & Beatriz García-Peniche, T. (2011). Comparaciones entre cuatro métodos de estimación de biomasa en praderas de festuca alta. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 2(2), 209–220.
<https://www.scielo.org.mx/pdf/rmcp/v2n2/v2n2a8.pdf>

- Lucero Pita, J., Gómez Mendoza, G., Guamán Guamán, R., Villavicencio Abril, Á., Ulloa Cortázar, S., & Romero Salguero, E. (2023). Tiempos de descanso de *Panicum maximum* y *Brachiaria brizantha* mediante tres tipos de corte. *Revista de Investigaciones Veterinarias Del Perú*, 34(5), 1–13.
<http://www.scielo.org.pe/pdf/rivep/v34n5/1609-9117-rivep-34-05-e24237.pdf>
- Malaviya, D. R., Jaynul Baig, M., Kumar, B., & Kaushal, P. (2020). Effects of shade on guinea grass genotypes *Megathyrsus maximus* (Poales: Poaceae). *Revista de Biología Tropical*, 68(2), 563–572.
- Mas Portocarrero, W., Cuzco Mas, E., Mathios Flores, M. A., & Angulo Villacorta, C. D. (2022). Evaluación de dos métodos para estimar la disponibilidad de materia seca en praderas mixtas en la región Amazonas, Perú. *Pastos y Forrajes*, 45(24), 1–9.
<https://www.redalyc.org/journal/2691/269173684026/269173684026.pdf>
- Mejía-Díaz, E., Mahecha-Ledesma, L., & Angulo-Arizala, J. (2017). *Tithonia diversifolia*: especie para ramoneo en sistemas silvopastoriles y métodos para estimar su consumo. *Agronomía Mesoamericana*, 28(1), 289–302.
<https://doi.org/10.15517/am.v28i1.22673>
- Méndez Martínez, Y., Reyes Pérez, J., Luna Murillo, R., Verdecía, D., Espinoza Coronel, A., Pincay Ronquillo, W., Espinosa Cunuhay, K., Macías Pettao, R., & Herrera, R. (2020). Effect of climate area on yield and quality of three varieties of *Megathyrsus maximus*. *Cuban Journal of Agricultural Science*, 54(2), 267–278. <https://orcid.org/0000-0001-5372-2523>
- Méndez Pereira, N. (2019). *Consumo de pastura en sistemas comerciales de producción de leche: efecto del manejo del pastoreo y la suplementación* [Tesis de posgrado, Universidad de la República].
<https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/bitstream/20.500.12008/35726/1/FV-33837.pdf>
- Ministerio de Agricultura Ganadería Acuacultura y Pesca. (2013). *Instructivo sobre la Producción Orgánica-Ecológica- Biológica en Ecuador*.
<https://www.kiwa.com/4a50f2/globalassets/latam/normativa-de-produccion-organica-del-ecuador.pdf>
- Montero, E., & Turcato, A. (2018). *Efecto de tres niveles de carga animal y de la estación del año, sobre el comportamiento ingestivo de vaquillonas Angus en*

- pastoreo continuo sobre una promoción de especies invernales* [Tesis de grado]. Universidad Nacional de La Plata.
- Montezuma, J. (2023). *Evaluación del rendimiento productivo, químico y predicción de energía metabolizable en bovinos del pasto saboya Panicum maximun, en la región amazónica* [Tesis de grado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo].
<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/19165/1/17T01860.pdf>
- Morillo, D. E. (2012). Efectos de la época seca sobre la producción forrajera y bovina. *Revista De La Facultad De Agronomía De La Universidad Del Zulia*, 11(2), 152–163.
<https://produccioncientificaluz.org/index.php/agronomia/article/view/25979>
- Navarro, G., Dec, D. A., Balochi, O., López, I. F., & Dörner, J. (2018). Efecto de la densidad de pastoreo sobre la capacidad de soporte y funcionalidad del sistema poroso de un Andisol. *Agro Sur*, 45(1), 63–73.
<https://doi.org/10.4206/agrosur.2017.v45n1-08>
- Núñez Delgado, J., Ñaupari Vásquez, J., & Flores Mariazza, E. (2019). Nutritional behavior and feeding profile of dairy production in cultivated pastures (*Panicum maximum* Jacq). *Revista de Investigaciones Veterinarias Del Peru*, 30(1), 178–192. <https://doi.org/10.15381/rivpe.v30i1.15681>
- Núñez-Arroyo, J. M., Jiménez-Castro, J. P., Tobía-Rivero, C. M., Arias-Gamboa, L. M., Jiménez-Alfaro, E., & Padilla-Fallas, J. E. (2022). Efecto de la edad de rebrote y época del año sobre la biomasa y calidad bromatológica en gramíneas utilizadas en tres zonas agroclimáticas de Costa Rica (I PARTE). *Nutrición Animal Tropical*, 16(1), 31–52.
<https://doi.org/10.15517/nat.v16i1.50370>
- Ortega Masagué, M., Erazzú, L., & Andrés, A. (2020). Caracterización estructural y morfogénica de una colección de poblaciones naturalizadas de *Panicum maximum* Jacq. en Argentina. *Revista de Investigaciones Agropecuarias*, 46(1), 30–37. <https://www.redalyc.org/journal/864/86463754003/html/>
- Paredes, J. G., San Martín, F. H., Olazábal, J. L., & Ara, M. G. (2014). Efecto del nivel de fibra detergente neutra sobre el consumo en la alpaca (*Vicugna pacos*). *Revista de Investigaciones Veterinarias Del Perú*, 25(2), 205–212.
- Patiño Pardo, R. M., Gómez Salcedo, R., & Navarro Mejía, O. A. (2018). Calidad nutricional de Mombasa y Tanzania (*Megathyrsus maximus*, Jacq.)

- manejados a diferentes frecuencias y alturas de corte en Sucre, Colombia. *CES Medicina Veterinaria y Zootecnia*, 13(1), 17–30.
<https://doi.org/10.21615/cesmvz.13.1.2>
- Pérez-Almario, N., Mora-Delgado, J., Criollo-Cruz, D., Carvajal-Bazurto, C. T., Moreno-Turriago, J. M., & Orjuela-Franco, O. E. (2023). Palatabilidad relativa de leñosas forrajeras representativas del bosque seco tropical utilizando un método de cafetería. *Tropical Grasslands-Forrajes Tropicales*, 11(2), 145–159. [https://doi.org/10.17138/TGFT\(11\)145-159](https://doi.org/10.17138/TGFT(11)145-159)
- Pirela, M. F. (2005). Valor nutritivo de los pastos tropicales. In C. González-Stagnaro & E. Soto-Belloso (Eds.), *Manual de ganadería doble propósito: Vol. VIII* (Primera edición, pp. 176–182). Ediciones Astro Data, S.A.
https://www.researchgate.net/profile/Judith-Petit-Aldana/publication/329197437_Manual_de_ganaderia_doble_proposito-_Capitulo_11/links/5bfc6ad5a6fdcc76e722aafd/Manual-de-ganaderia-doble-proposito-Capitulo-11.pdf
- Pravia, M. I., Mantossi, F., Gutiérrez, D., Ayala, W., Andregnette, B., Invernizzi, G., & Porcile, V. (2013). *Estimación de la disponibilidad de pasturas y forrajes en predios de giprocar ii: ajuste del “Rising Plate Meter” para las condiciones de Uruguay*. Unidad de Comunicación y Transferencia de Tecnología de INIA.
<http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/7664/1/St-211-2013-p.31-67.pdf>
- Quintero-Anzueta, S., Molina-Botero, I. C., Ramirez-Navas, J. S., Rao, I., Chirinda, N., Barahona-Rosales, R., Moorby, J., & Arango, J. (2021). Nutritional Evaluation of Tropical Forage Grass Alone and Grass-Legume Diets to Reduce in vitro Methane Production. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 5, 1–13. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2021.663003>
- Radtke Baungratz, A., Piffer de Borba, L., Martins de Menezes, B., de Souza, C., Macari Porsch, J. L., Venturini, T., Eustáquio Mesquita, E., Lisboa Valente, É. E., & de Paulo Macedo, V. (2023). Production and morphogenetic traits of *Megathyrsus maximus* “Aruana” with nitrogen fertilization in silvopastoral and full sun systems. *Semina: Ciências Agrárias*, 44(3), 1207–1224.
<https://doi.org/10.5433/1679-0359.2023v44n3p1207>
- Ramírez, J., Zambrano, D., Campuzano, J., Verdecia, D., Chacón, E., Arceo, Y., Labrada, J., & Uvidia, C. (2017). El clima y su influencia en la producción de

- los pastos. *REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria*, 18(6).
<http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n060617/061701.pdf>
- Rincón, A. (2011). Efecto de alturas de corte sobre la producción de forraje de *Brachiaria* sp. en el piedemonte Llanero de Colombia. *Corpoica. Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 12(2), 107–112.
<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=449945031003>
- Roca Cedeño, A. J. (2011). Efecto del estrés calórico en el bienestar animal, una revisión en tiempo de cambio climático. *ESPAMCIENCIA*, 2(1), 15–25.
<https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/9138669.pdf>
- Rodríguez, A., Meza, E., Trillo, F., Núñez, J., & Azania, R. (2023). Comportamiento diurno de toretes en pastoreo sobre praderas de *Setaria sphacelata* en trópico alto de Oxapampa, Perú. *Revista de Investigaciones Veterinarias Del Peru*, 34(1), 1–10.
<https://doi.org/10.15381/RIVEP.V34I1.24593>
- Rosero-Noguera, R., Bedoya-Mazo, S., & Posada-Ochoa, S. L. (2022). Predicción del consumo de materia seca de forraje en vacas lecheras mediante el uso de acelerómetros. *Información Tecnológica*, 33(4), 63–72.
<https://doi.org/10.4067/s0718-07642022000400063>
- Santana Pérez, Á., Pérez López, A., & Figueredo Acosta, M. (2020). Optimal harvest age for napier grass (*Pennisetum purpureum* Schum.) during the rainy season based on yield and nutritional value. *Rev Mex Cienc Pecu*, 1(3), 277–286.
- Scheneiter, J., & Assuero, S. (2010). Tiller population density and productivity in tall fescue and prairie grass swards. *Ciencia e Investigación Agraria*, 37(2), 35–44. <https://www.scielo.cl/pdf/ciagr/v37n2/art04.pdf>
- Schnellmann, L. P., Oscar Verdoljak, J. J., Bernardis, A., Martínez-González, J. C., Castillo-Rodríguez, S. P., & Limas-Martínez, A. G. (2020). Cutting frequency and height on the quality of *Megathyrsus maximus* (cv. Gatton panic). *Ciencia Tecnología Agropecuaria*, 21(3).
https://doi.org/10.21930/RCTA.VOL21_NUM3_ART:1402
- Souza, R., Edvan, R., Fontes, L., Dias e Silva, T., da Silva, A., Araújo, M., Miranda, R., Oliveira, R., Pereira, E., Andrade, E., Pereira Filho, J., & Bezerra, L. (2023). Morphological and Productive Characteristics and Chemical Composition of Grasses in Degraded Areas Subjected to Pasture

Recovery Methods. *Grasses*, 2, 1–11.

<https://doi.org/10.3390/grasses2010001>

Tapia Coronado, J. J., Atencio Solano, L. M., Mejía Kerguelen, S. L., Paternina Paternina, Y., & Cadena Torres, J. (2019). Evaluación del potencial productivo de nuevas gramíneas forrajeras para las sabanas secas del Caribe en Colombia. *Agronomía Costarricense*, 43(2), 45–60.

<https://doi.org/10.15517/rac.v43i2.37943>

Tarazona, A. M., Ceballos, M. C., Naranjo, J. F., & Cuartas, C. A. (2012). Factores que afectan el comportamiento de consumo y selectividad de forrajes en rumiantes. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 25(3), 473–487.

<https://www.redalyc.org/pdf/2950/295024923015.pdf>

Terán Piña, J. C., Oliva Cabanillas, F. J., Gutiérrez Arce, W. J., Rojas Vásquez, Z., Gutiérrez Arce, F. B., & Coronado León, J. F. (2022). Conducta de Pastoreo de vacas Fleckvieh alimentadas con Rye Grass-Trébol en Cutervo, Perú. *Revista de Veterinaria y Zootecnia Amazónica*, 2(2), e396.

<https://doi.org/10.51252/revza.v2i2.396>

Veloz Vera, E. S. (2022). *Efecto complementario de los bioestimulantes sobre la producción de forraje en el pasto saboya (Megathyrsus Maximus jacq.) en la zona del Carmen, Manabí*. [Tesis de grado, Universidad Agraria del Ecuador].

<https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/VELOZ%20VERA%20ERICK%20STALYN.pdf>

Zárate-Martínez, J. P., Juárez-Lagunes, F. I., Ríos-Utrera, Á., Montero-Lagunes, M., & Fragoso-Islas, A. (2022). Consumo de FDN y su efecto sobre la respuesta a la IATF en vacas del trópico de México. *Revista MVZ Cordoba*, 27(1), e2121. <https://doi.org/10.21897/RMVZ.2121>

ANEXOS

Figura 1: Medición del pasto



Elaborado por: Cevallos De la O, 2025.

Figura 2: Conteo de macollos y hojas



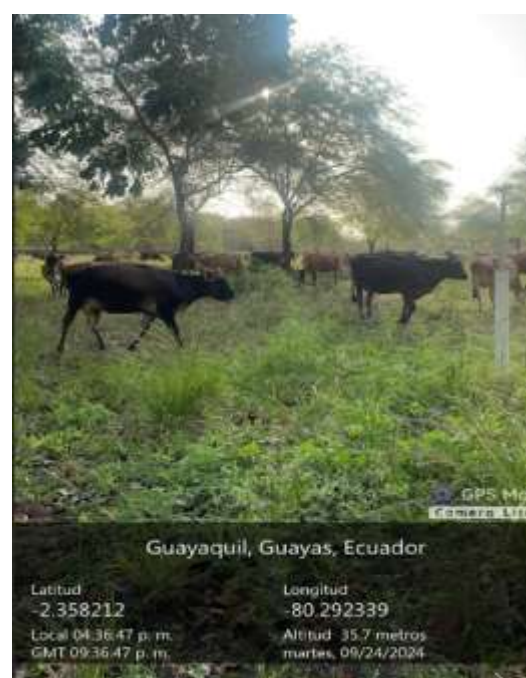
Elaborado por: Cevallos De la O, 2025.

Figura 16: Corte de muestra de pasto



Elaborado por: Cevallos De la O, 2025.

Figura 30: Observación del pastoreo.



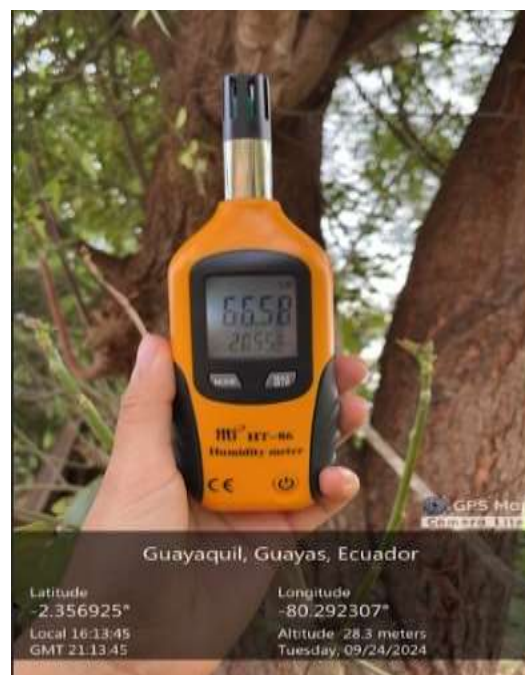
Elaborado por: Cevallos De la O, 2025.

Figura 44: Observación del consumo del pasto.



Elaborado por: Cevallos De la O, 2025.

Figura 58: Higrómetro para monitoreo ambiental.



Elaborado por: Cevallos De la O, 2025.

Figura 72: Seguimiento del comportamiento ingestivo en pastoreo.



Elaborado por: Cevallos De la O, 2025.

Figura 86: Pasto remanente luego del consumo.



Elaborado por: Cevallos De la O, 2025.

Figura 100: Muestreo de pasto residual.



Elaborado por: Cevallos De la O, 2025.

Figura 114: Residuo de forraje tras el pastoreo.



Elaborado por: Cevallos De la O, 2025.

Figura 128: Pesaje de muestra



Elaborado por: Cevallos De la O, 2025.

Figura 142: Muestras antes de secar.



Elaborado por: Cevallos De la O, 2025.

Figura 156: Pesaje de muestra antes de secar.



Elaborado por: Cevallos De la O, 2025.

Figura 170: Muestras en la estufa lista para secar.



Elaborado por: Cevallos De la O, 2025.

Figura 184: Molienda de muestras para análisis bromatológico.



Elaborado por: Cevallos De la O, 2025.

Figura 197: Muestras de pasto secadas.



Elaborado por: Cevallos De la O, 2025.

Figura 205: Pesaje de muestras para realizar.



Elaborado por: Cevallos De la O, 2025.

Figura 219: Observación del comportamiento en el potrero 2



Elaborado por: Cevallos De la O, 2025.

Figura 233: Registro del comportamiento ingestivo.



Elaborado por: Cevallos De la O, 2025.

Figura 246: Medición de temperatura y humedad en el potrero 2.



Elaborado por: Cevallos De la O, 2025.

Figura 21: Análisis bromatológico.



