



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
CARRERA DE AGROPECUARIA**

**RELACIÓN SUELO, PLANTA, ANIMAL EN LA  
GANADERÍA BOVINA DEL CENTRO DE APOYO  
MANGLARALTO - UPSE**

**TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR  
MODALIDAD: TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR-PROYECTOS DE  
INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO**

Requisito parcial para la obtención del título de:

**INGENIERA AGROPECUARIA**

**Autora:** Dania Scarlet González Pozo.

**LA LIBERTAD, NOVIEMBRE 2024**



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
CARRERA DE AGROPECUARIA**

**RELACIÓN SUELO, PLANTA, ANIMAL EN LA  
GANADERÍA BOVINA DEL CENTRO DE APOYO  
MANGLARALTO - UPSE**

**TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**

**MODALIDAD: TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR-PROYECTOS DE  
INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO**

Requisito parcial para la obtención del título de:

**INGENIERA AGROPECUARIA**

**Autora:** Dania Scarlet González Pozo.

**Tutor:** MVZ. Joffre Javier Masaquiza Aragón. Mgtr.

**LA LIBERTAD, 2024**

## TRIBUNAL DE GRADO

Trabajo de Integración Curricular presentado por **DANIA SCARLET GONZALEZ POZO** como requisito parcial para la obtención del grado de Ingeniera Agropecuario de la Carrera de Agropecuaria.

Trabajo de Integración Curricular **APROBADO** el: 11/12/2024 (Día, mes, año)

---

Ing. Verónica Andrade Yucailla, Ph.D.  
**DIRECTORA DE CARRERA  
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

---

Ing. Verónica Andrade Yucailla, Ph.D.  
**PROFESORA ESPECIALISTA  
MIEMBRO DEL TRIBUNAL**



Firmado electrónicamente por:  
**JOFFRE JAVIER  
MASAQUIZA ARAGON**

---

MVZ. Joffre Masaquiza Aragón, Mgtr.  
**PROFESOR TUTOR  
MIEMBRO DEL TRIBUNAL**



Firmado electrónicamente por:  
**NADIA ROSAURA  
QUEVEDO PINOS**

---

Ing. Nadia Quevedo Pinos, Ph.D.  
**PROFESORA GUÍA DE LA UIC  
MIEMBRO DEL TRIBUNAL**



Firmado electrónicamente por:  
**WASHINGTON VIDAL  
PERERO VERA**

---

Ing. Washington Perero Vera, Mgtr.  
**ASISTENTE ADMINISTRATIVO  
SECRETARIO**

## **AGRADECIMIENTOS**

Quisiera comenzar expresando mi más sincero agradecimiento.

A mis padres Luis y Tanya, les agradezco profundamente, su amor incondicional y su apoyo constante, su fe en mí y sus palabras de aliento fueron mi motor durante este proceso, gracias por ser mi pilar en los momentos difíciles. Sin ustedes, este logro no habría sido posible.

A mi tutor de tesis MVZ. Joffre Masaquiza, cuya experiencia y apoyo constante fueron fundamentales para la realización de este trabajo. Su guía no solo me proporcionó claridad académica, sino también motivación en momentos de duda. Su confianza en mí me impulsó a seguir adelante y superar los desafíos.

Agradezco a todos los colaboradores que participaron en esta investigación. Su ayuda en la recopilación de datos, revisión de mi trabajo y valiosos comentarios enriquecieron este proyecto de maneras que jamás imaginé. Esta tesis es el resultado de un esfuerzo colectivo, y su colaboración fue crucial para su realización.

Finalmente, se cumplió el culminar mis estudios una de las tantas metas que tengo, pasé por muchas cosas buenas y malas durante este proceso, sin embargo, tuve la suficiente madurez de no rendirme y dar lo mejor de mí, ya que aquí parte el comenzar a ser una persona exitosa.

A todos, gracias por ser parte de este viaje.

**Dania Scarlet González Pozo**

## **DEDICATORIA**

A **Dios**, por haberme permitido llegar a esta etapa de mi vida profesional, dándome mucha sabiduría, paciencia, inspiración, fortaleza y salud para lograr esta meta.

A mis padres, **Tanya y Luis** quienes con su apoyo incondicional y sabias palabras me han guiado en cada paso de este camino, Gracias por siempre creer en mí a pesar de todo.

Esta etapa que culmina es tanto de ustedes como mía.

**Dania Scarlet González Pozo**

## RESUMEN

Este estudio evaluó la interacción entre el suelo – planta – animal de la ganadería bovina del Centro de Apoyo Manglaralto – UPSE. La investigación se llevó a cabo con genotipos bovinos con una predisposición a *Bos indicus*, que se encuentran pastoreando en aproximadamente 5000 m<sup>2</sup> de pasto *Megathyrsus maximus* (saboya), dentro de los límites del centro de apoyo, con un manejo adecuado en lo que comprende a un plan sanitario acorde a las necesidades de los animales en mención. Se realizaron diferentes tomas de muestras del suelo, planta y plasma sanguíneo de los animales para determinar la composición mineral presentes en cada uno. Los resultados del análisis del contenido mineral del pasto *Megathyrsus maximus* (saboya), donde se alimentan los bovinos en estudio, muestran el contenido de calcio (0.70%), magnesio (0.33%), potasio (1.88%) y fósforo (0.31%); en cuanto al análisis del suelo indican que el contenido del pH (7.66), nitrógeno (0.08%), fósforo (8.9 mg/kg), potasio (2.97 C mol/kg), calcio (15.56 Cmol/kg), magnesio (4.65 Cmol/kg), hierro (31.2 mg/kg), manganeso (2.02 mg/kg), cobre (5.70 mg/kg) y zinc (<1.60 mg/kg); además el análisis bioquímico indica que el magnesio (2.21 mg/dL), fósforo (8.62 mg/dL), úrea (41.91 mg/dL), proteínas totales (7.82 mg/dL) y calcio (7.88 mg/dL). Estos resultados sugieren que existe una correlación entre el contenido mineral del suelo, la planta y la composición bioquímica de los animales, entendiendo así, que el suelo afecta el crecimiento y composición de la planta, la cantidad y calidad de la planta afecta la producción y composición del animal, y el animal en pastoreo tiene un efecto directo sobre el pasto y el suelo, estableciendo una relación esencial entre estos tres elementos dentro del sistema agropecuario.

**Palabras claves:** Composición bioquímica, interacción, pastoreo, saboya,

## ABSTRACT

This study evaluated the soil-plant-animal interaction in bovine livestock at the Manglaralto Support Center – UPSE. The research was conducted using bovine genotypes with a predisposition towards *Bos indicus*, grazing on approximately 5000 m<sup>2</sup> of *Megathyrus maximus* (Saboya grass) within the support center's boundaries, under proper management that included a health plan aligned with the animals' specific needs. Various samples were taken from the soil, plants, and animal blood plasma to determine the mineral composition present in each. The results of the mineral content analysis of *Megathyrus maximus* (Saboya grass), which the studied cattle grazed on, revealed calcium (0.70%), magnesium (0.33%), potassium (1.88%), and phosphorus (0.31%). Soil analysis indicated pH (7.66), nitrogen (0.08%), phosphorus (8.9 mg/kg), potassium (2.97 C mol/kg), calcium (15.56 C mol/kg), magnesium (4.65 C mol/kg), iron (31.2 mg/kg), manganese (2.02 mg/kg), copper (5.70 mg/kg), and zinc (<1.60 mg/kg). Additionally, the biochemical analysis showed magnesium (2.21 mg/dL), phosphorus (8.62 mg/dL), urea (41.91 mg/dL), total proteins (7.82 mg/dL), and calcium (7.88 mg/dL). These results suggest a correlation between the mineral content of the soil, the plant, and the biochemical composition of the animals. It is understood that the soil affects the plant's growth and composition, the quantity and quality of the plant affect the animal's production and composition, and the grazing animal has a direct effect on the pasture and soil, establishing an essential relationship between these three elements within the agricultural system.

**Keywords:** Biochemical composition, interaction, grazing, saboya

## **DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD**

El presente Trabajo de Integración Curricular titulado “**RELACION SUELO, PLANTA, ANIMAL EN LA GANADERIA BOVINA DEL CENTRO DE APOYO MANGLARALTO - UPSE**” y elaborado por **Dania Scarlet González Pozo** declara que la concepción, análisis y resultados son originales y aportan a la actividad científica educativa agropecuaria.

### **Transferencia de derechos autorales.**

"El contenido del presente Trabajo de Graduación es de mi responsabilidad; el patrimonio intelectual del mismo pertenece a la Universidad Estatal Península de Santa Elena".



Firmado electrónicamente por:  
**DANIA SCARLET  
GONZALEZ POZO**

---

**Dania Scarlet González Pozo**

Firma del estudiante

## ÍNDICE

<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>Problema Científico.....</b>	<b>2</b>
<b>Justificación .....</b>	<b>2</b>
<b>Objetivos .....</b>	<b>2</b>
Objetivo General: .....	2
Objetivos Específicos: .....	2
<b>Hipótesis .....</b>	<b>2</b>
<b>CAPÍTULO 1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>3</b>
<b>1.1 Componente edáfico.....</b>	<b>3</b>
<b>1.2 Propiedades físicas del suelo.....</b>	<b>3</b>
1.2.1 Textura del suelo .....	3
1.2.2. Estructura del suelo .....	4
1.2.3. Densidad aparente .....	4
1.2.4. Capacidad de retención de agua .....	4
1.2.5. Porosidad.....	5
1.2.6. Permeabilidad.....	5
<b>1.3 Propiedades químicas del suelo.....</b>	<b>5</b>
1.3.1. El pH del suelo .....	6
1.3.2. Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC) .....	6
1.3.3. Nutrientes para las plantas.....	7
1.3.4. Carbono Orgánico del Suelo .....	7
1.3.5. Nitrógeno del suelo .....	7
1.3.6. La salinización del suelo .....	8
1.3.7. La alcalinización del suelo .....	8
<b>1.4 Salud del suelo y sostenibilidad .....</b>	<b>9</b>
<b>1.5 Sistemas silvopastoriles .....</b>	<b>9</b>
<b>1.6 Factores ambientales y estacionales.....</b>	<b>9</b>
1.6.1. Clima y temperatura .....	9
1.6.2. Calidad del pasto y disponibilidad de forraje.....	10
1.6.3. Disponibilidad de agua.....	10
1.6.4. Parásitos y enfermedades estacionales .....	10
1.6.5. Eventos Climáticos Extremos .....	10
<b>1.7 Componente agronómico .....</b>	<b>11</b>
1.7.1. Componentes del valor nutritivo de los pastos .....	12
<b>1.8 Factores que afectan la calidad nutritiva de los pastos.....</b>	<b>13</b>
1.8.1. Factores genéticos .....	13
1.8.2. Factores morfológicos .....	13
1.8.3. Factores fisiológicos.....	14
1.8.4. Factores climáticos .....	14
1.8.5. Factores de manejo.....	15
<b>1.9 Interacción entre planta y animal.....</b>	<b>15</b>

<b>1.10</b>	<b>Bos indicus .....</b>	<b>15</b>
<b>1.11</b>	<b>Nutrición y alimentación de rumiantes .....</b>	<b>16</b>
<b>1.12</b>	<b>Perfil bioquímico .....</b>	<b>17</b>
<b>1.13</b>	<b>Diferentes funciones ruminales en el metabolismo.....</b>	<b>17</b>
<b>1.14</b>	<b>Metabolismo energético .....</b>	<b>18</b>
<b>1.15</b>	<b>Estandarización de rangos de referencia .....</b>	<b>18</b>
<b>1.16</b>	<b>Dieta y metabolismo lipídico en bovinos .....</b>	<b>19</b>
<b>1.17</b>	<b>Interacción suelo- planta- animal. ....</b>	<b>20</b>
	<b>CAPÍTULO 2. MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>22</b>
<b>2.1</b>	<b>Caracterización del área .....</b>	<b>22</b>
	Caracterización del Centro de Apoyo Manglaralto .....	22
<b>2.2</b>	<b>Materiales, equipos y reactivos .....</b>	<b>24</b>
	2.2.1. Materiales .....	24
	2.2.2. Equipos:.....	25
	2.2.3. Material biológico .....	26
<b>2.3</b>	<b>Tipo de investigación.....</b>	<b>26</b>
<b>2.4</b>	<b>Diseño de investigación .....</b>	<b>26</b>
	Diseño experimental.....	26
<b>2.5</b>	<b>Manejo del experimento .....</b>	<b>26</b>
<b>2.6</b>	<b>Parámetros evaluados .....</b>	<b>27</b>
	2.6.1. Pasto .....	27
	2.6.2. Suelo.....	28
	2.6.3. Minerales en suero sanguíneo .....	28
<b>2.7</b>	<b>Análisis estadístico de los resultados .....</b>	<b>28</b>
	<b>CAPÍTULO 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>29</b>
<b>3.1</b>	<b>Resultados del análisis del pasto .....</b>	<b>29</b>
<b>3.2</b>	<b>Resultados del análisis del suelo.....</b>	<b>29</b>
	<b>3.3 Resultados del análisis del estado mineral a partir de suero sanguíneo de los animales del programa bovino del Centro de Apoyo Manglaralto UPSE .....</b>	<b>30</b>
<b>3.4</b>	<b>Parámetros que coinciden en los análisis de suelo – planta – animal.....</b>	<b>31</b>
	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>33</b>
	<b>Conclusiones.....</b>	<b>33</b>
	<b>Recomendaciones.....</b>	<b>33</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Rasgos morfológicos diferenciales entre gramíneas y leguminosas.....	11
<b>Tabla 2.</b> Aminoácidos para sintetizar hormonas .....	19
<b>Tabla 3.</b> Promedios de factores climáticos de Manglaralto .....	22
<b>Tabla 4.</b> Informe del análisis del contenido mineral del pasto <i>Megathyrus maximus</i> (saboya) del Centro de Apoyo Manglaralto UPSE.....	29
<b>Tabla 5.</b> Informe del análisis de suelo Centro de Apoyo Manglaralto UPSE. ....	30
<b>Tabla 6.</b> Análisis del suero sanguíneo de los semovientes del programa bovino del Centro de Apoyo Manglaralto UPSE. ....	31
<b>Tabla 7.</b> Parámetros que interactúan en los análisis suelo – planta – animal. ....	32

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Ciclo de la relación suelo-planta-animal.....	20
<b>Figura 2.</b> Ubicación de Centro de Apoyo Manglaralto UPSE. ....	22
<b>Figura 3.</b> Mapa de suelos del Centro de Apoyo Manglaralto.....	23
<b>Figura 4.</b> Mapa de infraestructura del Centro de Apoyo Manglaralto.....	24

## ÍNDICE DE ANEXOS

**Figura 1A.** Recolecta de suelo

**Figura 2A.** Muestra para realizar el análisis del suelo

**Figura 3A.** Extracción de sangre en ganado bovino

**Figura 4A.** Muestras para el análisis bioquímico

**Figura 5A.** Recolección de pasto

**Figura 6A.** Pasto *Megathyrus maximus* (Saboya).

## INTRODUCCIÓN

La comprensión profunda de la relación intrincada entre el suelo, la planta y el animal emerge como una clave fundamental para el desarrollo de estrategias que no solo maximicen la productividad, sino que también preserven la salud ambiental y promuevan el bienestar animal (Baz, 2022).

La calidad del suelo no solo influye en la disponibilidad de nutrientes esenciales para las plantas, sino que también afecta directamente la salud de los pastizales, fundamentales en la dieta del ganado bovino (López, 2023). Así, se establece una relación simbiótica donde el suelo nutre a la planta, y esta, a su vez, proporciona el sustento esencial para el ganado, los animales, al consumir el forraje, afectan la calidad del suelo a través de procesos como la fertilización natural mediante excrementos (Ridaura, 2022).

Por otra parte, las plantas actúan como intermediarios en esta relación, transformando los nutrientes del suelo en forraje aprovechable por el ganado (Osorio, 2024). La selección y gestión adecuada de especies vegetales impactan la estructura y composición del suelo, influenciando su capacidad de retención de agua, la biodiversidad microbiana (Tempio, 2019).

La interacción culminante se encuentra en el animal bovino, cuya salud y rendimiento productivo dependen intrínsecamente de la calidad de los pastizales y, por ende, del suelo (Calderón, 2024). Las prácticas de pastoreo, la gestión de la dieta y la salud digestiva están directamente ligadas a la salud de la planta y, a su vez, a la base nutritiva proporcionada por el suelo (Bellarby, 2021).

El proyecto se adentra en este complejo de relaciones, buscando no solo entender los mecanismos subyacentes de la interacción suelo-planta-animal en la ganadería bovina, sino también proponer estrategias y prácticas de manejo que optimicen esta tríada para lograr una producción sostenible y ética, al abordar la ganadería bovina desde esta perspectiva holística, no solo contribuimos a la mejora de la producción, sino que también promovemos la conservación del medio ambiente y el bienestar animal, asegurando así un equilibrio perdurable en este vital sector agrícola (García, 2023).

## **Problema Científico**

¿La relación suelo, planta y animal determina que existe una eficiencia en el comportamiento productivo del ganado bovino en el Centro de Apoyo Manglaralto?

## **Justificación**

Este estudio aporta conocimientos prácticos para gestionar mejor los recursos naturales en cuanto al suelo y planta que aprovechan los bovinos, comprendiendo cómo interactúan estos elementos, para desarrollar un manejo adecuado de los mismos, mejorando así, la eficiencia de la producción ganadera. Este estudio no solo tiene el potencial de generar conocimiento científico, sino que también se plantea como un instrumento para la mejora de prácticas agrícolas y ganaderas en pequeños, medianos y grandes productores, promoviendo la sostenibilidad y el desarrollo en la región.

## **Objetivos**

### ***Objetivo General:***

- ❖ Evaluar la interacción entre el suelo-planta- animal de la ganadería bovina del Centro de Apoyo Manglaralto – UPSE.

### ***Objetivos Específicos:***

1. Identificar los componentes minerales del suelo en el que se encuentra establecido el pasto que consumen los bovinos del Centro de Apoyo Manglaralto.
2. Evaluar las características del contenido mineral del pasto que consumen los bovinos del Centro de Apoyo Manglaralto.
3. Determinar el perfil bioquímico en plasma sanguíneo como Calcio (Ca), Fosforo (P), Magnesio (Mg), Creatinina (Crea), Proteínas Totales (PT) y Urea (U) de los bovinos del Centro de Apoyo Manglaralto.

## **Hipótesis**

La interacción eficiente del suelo, planta y animal determinan el comportamiento productivo del ganado bovino del Centro de Apoyo Manglaralto.

# **CAPÍTULO 1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

## **1.1 Componente edáfico**

El suelo es un cuerpo natural que forma parte de un ecosistema y que está en equilibrio con el medio ambiente, constituido por tres fases: sólida, líquida y gaseosa (Telles, 2021). La fase sólida está formada por los componentes inorgánicos (minerales) y orgánicos (materia orgánica) del suelo (Iglesias, 2019). La fase líquida del suelo está constituida principalmente por agua, que puede llevar en su seno sustancias disueltas o en suspensión y la fase gaseosa está formada por aire, constituyendo la atmósfera del suelo (Baz, 2022).

## **1.2 Propiedades físicas del suelo**

El suelo es un cuerpo poroso que mezcla partículas orgánicas e inorgánicas en mayor o menor grado de desintegración, agua y aire en proporciones variables, la interacción de estos componentes le dan características de textura, estructura, consistencia, porosidad, drenaje y profundidad efectiva, con las cuales se pueden establecer pautas para su manejo y calcular el rendimiento esperado (Sandoval, 2019).

### ***1.2.1 Textura del suelo***

Se refiere a la proporción de partículas de arena, limo y arcilla presentes en el suelo, la textura determina la capacidad de retención de agua, la aireación, y la facilidad con que las raíces pueden penetrar en el suelo (Rucks, 2019). Los suelos arenosos tienen buena aireación, pero baja retención de agua, mientras que los suelos arcillosos retienen más agua, pero tienen una menor aireación (Gao, 2021).

Los suelos limosos presentan un equilibrio entre retención de agua y drenaje, siendo ideales para la mayoría de los cultivos (Arango, 2019). Comprender la textura del suelo es esencial para diseñar estrategias de manejo adecuadas, como la elección de cultivos específicos, la aplicación correcta de riego y fertilización, y el manejo del suelo para evitar la erosión y compactación (Serrano, 2020).

### ***1.2.2. Estructura del suelo***

Esta propiedad describe la organización de las partículas de suelo en agregados o "granos" que afectan la porosidad y la capacidad de retención de agua y aire, una buena estructura del suelo facilita el drenaje y mejora la circulación de aire en las raíces, lo que es vital para la salud de las plantas (Wang, 2022).

Una buena estructura mejora el crecimiento de las raíces, facilita la actividad biológica y optimiza el movimiento del agua y los nutrientes dentro del perfil del suelo (Jiménez, 2022). Sin embargo, prácticas agrícolas inadecuadas, como la compactación por maquinaria pesada, el exceso de labranza y la falta de materia orgánica, pueden degradar la estructura, reduciendo su funcionalidad (Sosa, 2021). Por el contrario, la incorporación de materia orgánica, el uso de cultivos de cobertura y técnicas de conservación del suelo, como la labranza mínima, favorecen la formación de agregados estables y promueven la sostenibilidad a largo plazo del sistema edáfico (Azzam, 2020).

### ***1.2.3. Densidad aparente***

Se refiere al peso del suelo por unidad de volumen y está relacionada con la compactación del suelo (Villanueva, 2023). Suelos con alta densidad aparente suelen estar más compactados, lo que reduce la porosidad y dificulta la circulación de aire y agua, un suelo demasiado compactado puede impedir el crecimiento de las raíces y afectar la germinación de las plantas (Aguirre, 2021).

La evaluación de esta propiedad es fundamental para diseñar estrategias de manejo sostenible, como la incorporación de materia orgánica, la implementación de prácticas de labranza mínima y el uso de coberturas vegetales, que contribuyen a mantener una estructura suelta y a mejorar la productividad agrícola a largo plazo (Salazar, 2022).

### ***1.2.4. Capacidad de retención de agua***

Los suelos con mayor contenido de arcilla tienen una mayor capacidad para retener agua, mientras que los suelos arenosos permiten que el agua drene más rápidamente, este parámetro es crucial para el desarrollo agrícola, ya que determina la disponibilidad hídrica durante períodos de sequía y la eficiencia en el uso del riego (Valdés, 2022). Un suelo con buena capacidad de retención minimiza la percolación y la escorrentía, optimizando la absorción de agua por las raíces y reduciendo la necesidad de riegos frecuentes (Valenzuela, 2021). Las prácticas de manejo, como la incorporación de materia orgánica y la reducción

de compactación, son esenciales para mejorar esta capacidad, lo que contribuye a la sostenibilidad de los sistemas agrícolas y la conservación del recurso hídrico (Bautista, 2023).

### ***1.2.5. Porosidad***

La porosidad del suelo es una propiedad física clave que representa el volumen de espacios vacíos (poros) en un determinado volumen de suelo, esta propiedad es crucial ya que influye en la capacidad del suelo para retener agua y aire, así como en la disponibilidad de nutrientes para las plantas (Salgado, 2020). Los suelos con buena permeabilidad facilitan el drenaje, lo que previene problemas de exceso de agua, mientras que los suelos de baja permeabilidad pueden ser propensos a la acumulación de agua y al encharcamiento (Córdoba, 2021).

Desde el punto de vista agrícola, una porosidad adecuada es crucial para asegurar un equilibrio óptimo entre el agua y el aire en el perfil del suelo, promoviendo un entorno favorable para las raíces y los microorganismos beneficiosos (Jaramillo, 2023). Sin embargo, prácticas como el uso excesivo de maquinaria pesada o un mal manejo del riego pueden reducir la porosidad, provocando compactación y disminuyendo la capacidad del suelo para infiltrar agua y facilitar el intercambio gaseoso (Ramírez, 2022).

### ***1.2.6. Permeabilidad***

Se refiere a la capacidad que posee el suelo para permitir el paso del agua y el aire a través de sus poros, esta propiedad depende directamente de la estructura y la textura del suelo, es decir, del tamaño, la distribución y la continuidad de sus partículas (Salinas, 2021). Los suelos con textura arenosa presentan una alta permeabilidad debido a sus partículas grandes y poros más amplios, facilitando un rápido drenaje (García, 2020). En contraste, los suelos arcillosos, debido a sus partículas pequeñas y poros más compactos, exhiben baja permeabilidad, lo que puede causar encharcamiento y dificultades para el desarrollo radicular (Fernández, 2019).

## **1.3 Propiedades químicas del suelo**

Las propiedades químicas del suelo son determinantes en su fertilidad y uso agrícola (Hernández, 2020). Entre estas propiedades se destacan el pH, que influye en la disponibilidad de nutrientes; la capacidad de intercambio catiónico (CIC), que mide la

habilidad del suelo para retener y liberar cationes esenciales; el contenido de materia orgánica, que mejora la retención de agua y nutrientes; la disponibilidad de nutrientes esenciales como nitrógeno, fósforo y potasio, que son fundamentales para el desarrollo vegetal; y la salinidad, que puede afectar la capacidad de las plantas para absorber agua (Zárate, 2019).

### ***1.3.1. El pH del suelo***

El pH mide la acidez o alcalinidad del suelo en una escala de 0 a 14, un pH neutro (cerca de 7) es ideal para la mayoría de los cultivos, mientras que un pH ácido (<6) o alcalino (>7) puede limitar la disponibilidad de ciertos nutrientes como el fósforo, hierro y manganeso, suelos ácidos suelen ser tratados con cal, mientras que los suelos alcalinos requieren azufre o materia orgánica para equilibrar su acidez (Sela, 2024).

En suelos muy ácidos, el proceso de mineralización de la materia orgánica se ralentiza e incluso puede detenerse por completo ya que la actividad microbiana disminuye en condiciones de pH bajo, esto resulta en una menor disponibilidad del nitrógeno y fósforo (Anon., 2019). En suelos de pH alto, las deficiencias de micronutrientes se vuelven comunes, la disponibilidad de fósforo se reduce tanto en suelos muy ácidos, con pH inferior a 5.5, como en suelos alcalinos con pH superior a 7.5 (Baque, 2023). En suelos ácidos, el fósforo reacciona con el hierro y el aluminio y deja de estar disponible, mientras que, en suelos alcalinos, el calcio se fija el fósforo y lo hace menos disponible por la formación de compuestos de insolubles fosfatos de calcio (Caiche, 2022).

### ***1.3.2. Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC)***

Es una medida de cantidad de cargas negativas presentes en las superficies de los minerales y componentes orgánicos del suelo (arcilla, materia orgánica o sustancias húmicas) y representa la cantidad de cationes que las superficies pueden retener (Ca, Mg, Na, K, NH<sub>4</sub> etc.) (Mullins, 2022). Estos serán intercambiados por otros cationes o iones de hidrogeno presentes en la solución del suelo y liberados por las raíces (Abrego, 2019). El nivel de CIC indica la habilidad de suelos a retener cationes, disponibilidad y cantidad de nutrientes a la planta, su pH potencial entre otras (Sparks, 2023). Un suelo con bajo CIC indica baja habilidad de retener nutrientes, arenoso o pobre en materia orgánica, la unidad de medición de CIC es en centimoles de carga por kg de suelo cmolc/kg o meq/ 100g de suelo (Casanova, 2021).

### ***1.3.3. Nutrientes para las plantas***

La cantidad de nutrientes presente en el suelo determina su potencial para alimentar organismos vivos (Moore, 2019). Los 16 nutrientes esenciales para el desarrollo y crecimiento de las plantas se suelen clasificar entre macro y micro nutrientes dependiendo de su requerimiento para el desarrollo de las plantas (Shabala, 2020). Los macronutrientes se requieren en grandes cantidades e incluyen Carbono(C), Hidrógeno (H), Nitrógeno(N), Fósforo (P), Potasio (K), Calcio (Ca), Magnesio (Mg), Azufre(S) (Ferreiro, 2021). Los micronutrientes por otro lado se requieren en pequeñas, su insuficiencia puede dar lugar a carencia y su exceso a toxicidad, se refieren a Hierro (Fe), Zinc (Zn), Manganeso (Mn), Boro (B), Cobre (Cu), Molibdeno (Mo), Cloro (Cl) (Alloway, 2020).

### ***1.3.4. Carbono Orgánico del Suelo***

La materia orgánica del suelo se compone principalmente de restos de plantas y animales, así como de excreciones y exudaciones de organismos vivos (Zhang, 2023). El humus es una forma estabilizada y altamente descompuesta de materia orgánica que se encuentra en el suelo, por su parte, el carbono inorgánico del suelo se encuentra en forma de carbonatos, como el calcio y el magnesio (Sharma, 2022).

El carbono orgánico del suelo mejora las propiedades físicas del suelo, aumenta la capacidad de intercambio catiónico, la retención de humedad y contribuye con estabilidad de suelos arcillosos al ayudar a aglutinar las partículas para formar agregados (Wang, 2021).

### ***1.3.5. Nitrógeno del suelo***

Es uno de los macronutrientes esenciales para el crecimiento y desarrollo de las plantas, desempeñando un papel fundamental en la síntesis de proteínas, ácidos nucleicos y clorofila (Howarth, 2023). Su disponibilidad en el suelo depende principalmente de procesos naturales como la mineralización de materia orgánica, la fijación biológica de nitrógeno atmosférico por bacterias simbióticas (como *Rhizobium* en leguminosas) y no simbióticas (*Azotobacter* y *Clostridium*), así como de la aplicación de fertilizantes nitrogenados (Casals, 2022).

El nitrógeno puede encontrarse en formas orgánicas e inorgánicas, siendo el ion amonio ( $\text{NH}_4^+$ ) y el ion nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) las formas más disponibles para las plantas (Cameron, 2021). Sin embargo, su movilidad varía; el nitrato es altamente soluble y móvil en el suelo, lo que

lo hace susceptible a la lixiviación, especialmente en suelos arenosos, mientras que el amonio tiende a ser retenido en la fracción coloidal del suelo (Martínez, 2019).

El manejo adecuado del nitrógeno es crucial para evitar problemas como la contaminación de aguas subterráneas por exceso de nitratos o la emisión de óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), un potente gas de efecto invernadero (Vargas, 2020).

### ***1.3.6. La salinización del suelo***

Se refiere a la acumulación de sales solubles en agua en el suelo (Ceballos, 2020). Las sales que se pueden encontrar en un nivel freático salino se transportan con el agua a las superficies del suelo mediante ascenso capilar y una vez que el agua se evapora se acumulan en la superficie del suelo (Sánchez, 2021). La salinización suele ocurrir con manejo de riego inapropiado sin tomar en consideración el drenaje y lixiviación de las sales por fuera de los suelos, las sales también se pueden acumular naturalmente o por la intrusión de agua marina (Gutiérrez, 2019). La salinización elevada en el suelo lleva a la degradación de los suelos y la vegetación, las sales más comunes se encuentran en combinaciones de los cationes de sodio, calcio, de magnesio y de potasio con los aniones de cloro, sulfato y carbonatos (Vázquez, 2022).

### ***1.3.7. La alcalinización del suelo***

La alcalinización, o sodicidad del suelo, se define como el exceso de sodio intercambiable en el suelo (Asencio, 2020). A medida que su concentración incrementa en el suelo empieza a reemplazar otros cationes, los suelos sódicos se frecuentan en regiones áridas y semiáridas y se encuentran muchas veces inestables con propiedades físicas y químicas muy pobres (Rojas, 2021). Debido a ello el suelo se encuentra impermeable disminuyendo la infiltración, percolación, infiltración del agua por el suelo y por último el crecimiento de las plantas (Cruz, 2022).

Las consecuencias de la alcalinización son significativas, ya que afectan la disponibilidad de nutrientes esenciales como hierro, zinc, fósforo y manganeso, lo que limita el crecimiento y desarrollo de las plantas (Ortiz, 2023). Además, provoca una disminución en la actividad microbiana, reduce la porosidad del suelo y genera problemas de compactación, lo que agrava la infiltración y la retención de agua (Castro, 2019).

## **1.4 Salud del suelo y sostenibilidad**

La salud del suelo es fundamental para una producción ganadera eficaz, la aplicación de estiércol bovino se ha relacionado con una mejor calidad del suelo, ya que aumenta la materia orgánica y la disponibilidad de nutrientes, lo que a su vez mejora la producción de forraje (Flores, 2022).

La mejora del forraje se traduce directamente en una mejor nutrición del ganado, lo que favorece la productividad ganadera en general (López, 2024). Además, el manejo adecuado del estiércol es crucial para optimizar la salud del suelo, en consonancia con los principios de manejo integrado suelo-planta-animal (Reyes, 2019).

## **1.5 Sistemas silvopastoriles**

Los sistemas silvopastoriles, que integran árboles, arbustos y pastos forrajeros tradicionales con el ganado, han surgido como una estrategia prometedora para la ganadería sostenible (Gutiérrez, 2022). Estos sistemas fomentan una mejor salud del suelo al mejorar el contenido de materia orgánica y el ciclo de nutrientes, lo que beneficia el crecimiento de las plantas (Torres, 2023). La presencia de árboles proporciona sombra y refugio al ganado, lo que reduce el estrés térmico y mejora el bienestar animal (Aguilar, 2019).

Desde una perspectiva ambiental, los sistemas silvopastoriles favorecen la captura de carbono, ayudando a mitigar el cambio climático, y disminuyen la erosión del suelo gracias a la cobertura vegetal permanente (Ortega, 2022). Además, al incorporar árboles y arbustos con valor forrajero, se garantiza una fuente adicional de alimento en épocas críticas, como sequías, mejorando así la resiliencia de los sistemas productivos (Rodríguez, 2021).

## **1.6 Factores ambientales y estacionales**

### ***1.6.1. Clima y temperatura***

Las variaciones climáticas afectan la termorregulación de los bovinos, las altas temperaturas pueden provocar estrés térmico, afectando la ingesta de alimentos, la producción lechera y el rendimiento reproductivo (Schneider, 2019). Si bien la temperatura ambiental ha sido reconocida como uno de los factores más importantes en la productividad del ganado también se ha reconocido que ésta es alterada por la acción del viento, humedad, precipitación y radiación entre otros factores (Soriano, 2019).

### ***1.6.2. Calidad del pasto y disponibilidad de forraje***

Cambios estacionales pueden afectar la calidad y cantidad de pasto disponible, esto influye directamente en la dieta del ganado, impactando su salud y producción (Barros, 2022). La calidad del forraje se refiere a las características que afectan al consumo, al valor nutritivo y a la salud y el rendimiento de los animales resultantes (Techna, 2019). Además de los criterios tradicionales, como la humedad o el contenido en fibras proteicas, deben utilizarse otros parámetros para determinar la utilización óptima de un forraje y contribuir así a la rentabilidad de la ganadería (Cherlinka, 2019).

### ***1.6.3. Disponibilidad de agua***

El agua es una sustancia esencial para la vida, su carencia puede afectar negativamente el organismo e inclusive, llegar a ser fatal; premisa que aplica también a las especies bovinas, cuyo peso corporal está constituido entre 55 y 81% por este fluido vital, de modo que, su insuficiencia afecta negativamente la función digestiva, reproducción, metabolismo, niveles de oxígeno en la sangre y tejidos, regulación de temperatura, excreción, articulaciones (Duarte, 2019).

### ***1.6.4. Parásitos y enfermedades estacionales***

La presencia de parásitos y la propagación de enfermedades a menudo están relacionadas con condiciones climáticas y estacionales, estos parásitos afectan la salud general del ganado, disminuyendo la eficiencia en la conversión de alimento, lo que puede resultar en pérdidas económicas significativas debido a la reducción de la productividad, la calidad de la carne y la leche, y el aumento en los costos de tratamiento (Peplow, 2023).

Las enfermedades como la fiebre aftosa, brucelosis o la tuberculosis bovina también tienen una mayor prevalencia en ciertos períodos estacionales, ya que las condiciones ambientales pueden favorecer la propagación de agentes patógenos (Pita, 2019).

El control de estos parásitos y enfermedades requiere un enfoque integral que incluya vacunación preventiva, manejo adecuado de los pastos y del agua, control de vectores mediante insecticidas o trampas, y tratamientos antiparasitarios (Alvarez, 2021).

### ***1.6.5. Eventos Climáticos Extremos***

Fenómenos como sequías, inundaciones o tormentas pueden tener impactos inmediatos y a largo plazo en la disponibilidad de alimentos, el acceso al agua y la salud del ganado, los factores ambientales y estacionales tienen un impacto significativo en la salud, el

comportamiento y el rendimiento, así mismo la investigación sobre los factores como el entorno y las estaciones del año afectan los perfiles bioquímicos, proporcionando información sobre la adaptabilidad de los semovientes (Bonifaz, 2020).

### 1.7 Componente agronómico

Los pastos y forrajes son los principales recursos para la alimentación bovina en el Trópico, por lo tanto, existen diferentes especies de pastos y forrajes que se utilizan como alimento para los bovinos lecheros, entre las que se encuentran las gramíneas y leguminosas de corte y pastoreo (Zhang, 2022). Sin embargo, la calidad del forraje está asociada con el estado de crecimiento de la planta, el tipo de planta y los factores del medio ambiente (Salazar, 2024).

Ninguna especie de forraje mantiene todo el año los nutrientes que son requeridos por los animales en pastoreo, especialmente los requerimientos para crecimiento y reproducción, en la (Tabla 1) se indican brevemente los rasgos diferenciales más notables entre las especies de estas familias (Bonifaz, 2020).

**Tabla 1.** Rasgos morfológicos diferenciales entre gramíneas y leguminosas

<b>Rasgos</b>	<b>Gramíneas</b>	<b>Leguminosas</b>
Tallos	Teretes o comprimidos	Redondos o angulados, sólidos y ramificados.
Hojas	En dos hileras	Generalmente compuestas, dispuestas en espiral, alternas u opuestas
Vainas	Generalmente abiertas	No presentan vaina foliar envolvente
Pelea	Con dos nervios	Ausente o sin estructura equivalente
Embrión	Lateral al endospermo	Embrión ocupa casi toda la semilla, con dos cotiledones grandes
Fruto	Generalmente en cariopsis	Legumbre (vainas) que se abre en dos valvas para liberar las semillas

### ***1.7.1. Componentes del valor nutritivo de los pastos***

La capacidad de los pastos de garantizar o no las exigencias nutritivas de los animales para el mantenimiento, crecimiento y reproducción es lo que se conoce como valor nutritivo (Bellido, 2020). En términos generales, el valor nutritivo de las especies forrajeras es la resultante de la ocurrencia de factores intrínsecos de la planta como son la composición química, digestibilidad, factores ambientales, factores propios del animal y la interacción entre las pasturas, el animal y el ambiente (González, 2023).

**Proteína cruda:** Un contenido bajo de proteínas resulta en una disminución del consumo de forrajes. El nivel crítico de la proteína en forrajes tropicales, por debajo del cual limita el consumo está establecido en 7% (base seca) (Álvarez, 2024). Una característica deseable en los forrajes y otros alimentos es la de proveer una fuente adicional de proteína (proteína sobre pasante) para ser digerida y absorbida en el intestino delgado y que complemente de forma satisfactoria el suministro de aminoácidos procedentes de la proteína microbiana (Beguet, 2019).

**Extracto etéreo:** Compuestos orgánicos insolubles en agua, que pueden ser extraídos de las células y tejidos por solventes como el éter, benceno y cloroformo. En líneas generales, proveen energía y otros nutrientes y su disponibilidad para el animal es alta, aunque incluye proporciones variables de otros compuestos con poca importancia nutricional. (Gardey, 2022).

**Carbohidratos:** Uno importante carbohidrato estructural lo constituye la lignina. Este compuesto complejo, heterogéneo y no digerible por los microorganismos ruminales ni por las enzimas intestinales, se encuentra incrustado en la pared celular de los tejidos vegetales (Gutierrez, 2018). Su contenido aumenta con la madurez, siendo responsable de la digestión incompleta de la celulosa y la hemicelulosa y el principal factor limitante de la digestibilidad de los forrajes, los carbohidratos no estructurales están disponibles casi en 100% para el animal, al ser digeridos fácilmente por los microorganismos del aparato digestivo y/o enzimas segregadas por el animal (Herrera, 2022).

**Minerales:** El contenido de minerales en los forrajes es muy variable ya que depende del tipo de planta, del tipo y propiedades del suelo, de la cantidad y distribución de la precipitación y de las prácticas de manejo del sistema suelo-planta-animal (Velásquez, 2021). Con algunas excepciones, los minerales para el crecimiento y producción de los animales son los mismos que los requeridos por las plantas forrajeras. expresar las necesidades de un animal y para la valoración de un forraje ya que toma en cuenta las pérdidas de energía a través de las heces (Orrala, 2020).

## **1.8 Factores que afectan la calidad nutritiva de los pastos**

La composición química de cada especie varía y determina la calidad de sus nutrientes estos son productos de la energía solar y se agrupan en hidratos de carbono, proteínas, grasas y vitaminas, así como los minerales que provienen del suelo y otros compuestos (Valladares, 2021). El clima tiene que ver sobre todo con las condiciones ambientales y el tiempo atmosférico del lugar, elementos como la temperatura, la radiación solar y las precipitaciones influyen directamente en la forma como la planta absorbe los nutrientes y los distribuye desde la raíz hasta las hojas, las enfermedades o las plagas, que atacan principalmente las partes más tiernas de las plantas, pueden disminuir el valor nutritivo de la pradera (Cadavid, 2019).

### ***1.8.1. Factores genéticos***

Son determinantes clave en la calidad nutritiva de los pastos, ya que influyen en la composición química, la digestibilidad y la palatabilidad del forraje (Martínez, 2021). Las variaciones genéticas entre especies y variedades de pastos afectan su contenido de proteínas, fibra, minerales y carbohidratos (Peral, 2020). Además, ciertas especies presentan adaptaciones genéticas que les permiten mantener su valor nutritivo bajo condiciones ambientales adversas, como sequías o suelos pobres, lo que es fundamental para la sostenibilidad de los sistemas de producción agropecuaria (Balcázar, 2019).

### ***1.8.2. Factores morfológicos***

Los factores morfológicos de los pastos influyen significativamente en su calidad nutritiva, afectando la proporción de hojas y tallos, la estructura celular y el contenido de fibra (Hernández, 2020). Las hojas, por su menor contenido de lignina y mayor proporción de proteína cruda, suelen ser más digestibles y nutritivas que los tallos, a medida que la

planta madura, aumenta la lignificación en las paredes celulares, reduciendo la digestibilidad del pasto y su valor energético (Castellanos, 2019). La altura y densidad del forraje también desempeñan un papel importante, ya que los pastos más altos tienden a tener un mayor contenido de fibra estructural, disminuyendo su valor nutritivo (González, 2019).

### ***1.8.3. Factores fisiológicos***

Estos factores afectan directamente la calidad nutritiva de los pastos al influir en su desarrollo, metabolismo y composición bioquímica (Gómez, 2021). La etapa de crecimiento es crucial, ya que los pastos jóvenes presentan mayores niveles de proteínas y menor contenido de fibra lignificada, lo que favorece la digestibilidad (Martínez, 2020). La actividad fotosintética también es determinante, ya que influye en la producción de carbohidratos y azúcares solubles, esenciales para el valor energético del forraje (Ortega, 2019). Además, la eficiencia en la translocación de nutrientes desde las raíces hacia las hojas y tallos impacta en la acumulación de minerales y compuestos nitrogenados (Pérez, 2020). Los procesos fisiológicos asociados con el estrés ambiental, como sequías o bajas temperaturas, pueden alterar la síntesis de compuestos secundarios, lo que afecta la palatabilidad y digestibilidad del pasto (Cruz, 2021).

### ***1.8.4. Factores climáticos***

Los factores climáticos influyen de manera determinante en la calidad nutritiva de los pastos, afectando su composición y disponibilidad de nutrientes (Muñoz, 2021). La temperatura es un factor crítico, ya que temperaturas elevadas incrementan la lignificación de las paredes celulares, reduciendo la digestibilidad y el contenido de proteínas (Hernández, 2021). Por otro lado, climas fríos suelen favorecer una mayor concentración de carbohidratos solubles y una mejor calidad nutritiva (Torres, 2019). La precipitación es igualmente relevante, ya que niveles adecuados de humedad promueven un crecimiento óptimo y una mayor concentración de nutrientes, mientras que el exceso o la escasez de agua pueden provocar lixiviación de minerales o estrés hídrico, reduciendo el valor forrajero (Silva, 2020). La luz solar también influye, pues afecta la fotosíntesis y, por ende, la acumulación de carbohidratos, impactando el contenido energético del pasto (Martínez, 2019).

### **1.8.5. Factores de manejo**

Influyen significativamente en la calidad nutritiva de los pastos, al determinar su composición química, digestibilidad y disponibilidad para el ganado (Suárez, 2021). La fertilización adecuada, especialmente con nitrógeno, mejora el contenido de proteína cruda y la proporción de hojas, incrementando el valor nutritivo (Jiménez, 2021). Asimismo, la frecuencia y altura de corte o pastoreo afectan el desarrollo de la planta; cortes frecuentes en etapas jóvenes preservan la calidad, mientras que cortes tardíos incrementan la lignificación, reduciendo la digestibilidad (Rivas, 2020). El manejo del riego es otro aspecto clave, ya que niveles óptimos de humedad favorecen la síntesis de compuestos esenciales, mientras que el exceso o déficit de agua puede comprometer la calidad del forraje (Quinteros, 2021). Además, el control de plagas y enfermedades es esencial para evitar pérdidas nutricionales y mantener la integridad del pasto (Morales, 2019).

## **1.9 Interacción entre planta y animal**

La calidad del forraje afecta directamente la salud y la productividad del ganado, la revisión de las asociaciones de gramíneas y leguminosas en los sistemas de pastoreo tropicales destaca la importancia de una gestión adecuada de estas asociaciones para aumentar la calidad del forraje (Angón, 2019). Las leguminosas pueden mejorar los niveles de nitrógeno del suelo, reduciendo la dependencia de fertilizantes sintéticos y mejorando la sostenibilidad ambiental. Esta relación subraya la necesidad de comprender la dinámica entre las especies de plantas y las necesidades del ganado (Guerra, 2020).

### **1.10 *Bos indicus***

Esta especie incluye el ganado fornido que se encuentra comúnmente en los países tropicales y pertenece al Grupo Cebú, que se caracteriza por una joroba de tejido graso carnoso, de temperamento fuerte, orejas grandes, rústicos, con una buena adaptación y resistencia al calor, a ciertas enfermedades y parásitos que la descendencia de *Bos Taurus* (Andrés, 2021). Estos bovinos tienen diferencias fenotípicas, originarios en parte del tipo de incubación en España, pero se han desarrollado ampliamente en los Estados Unidos en la actualidad, esta selección natural con el paso del tiempo para adaptarse a diversas zonas, el ganado ha obtenido particularidades importantes, como rusticidad, adaptación y resistencia a enfermedades (Andrés, 2021).

Además, este ganado posee un temperamento más activo y vigilante que otras razas bovinas, lo que les permite adaptarse mejor a condiciones de pastoreo extensivo y a la convivencia en entornos hostiles (Bansal, 2019).

El proceso de selección natural y la cría selectiva han permitido que *Bos indicus* desarrolle características únicas que lo diferencian de *Bos taurus*, especialmente en términos de resistencia a enfermedades tropicales como la fiebre aftosa y la tripanosomiasis (Cole, 2020). Este proceso de mejoramiento genético ha consolidado al ganado cebú como una pieza clave en la ganadería global, destacándose por su eficiencia en la producción bajo condiciones adversas y su contribución al desarrollo sostenible de la industria pecuaria en zonas de clima extremo (Zhang, 2021).

### **1.11 Nutrición y alimentación de rumiantes**

La nutrición de los rumiantes es un proceso complejo que se caracteriza por la capacidad de estos animales para aprovechar eficientemente los carbohidratos estructurales presentes en los forrajes mediante la fermentación microbiana en el rumen (Muñoz, 2019). Este sistema digestivo, compuesto por cuatro compartimentos (rumen, retículo, omaso y abomaso), permite la descomposición de fibras como la celulosa y la hemicelulosa, lo que proporciona energía en forma de ácidos grasos volátiles (AGV), principalmente acetato, propionato y butirato (Balón, 2024). Además, el ecosistema microbiano del rumen convierte nitrógeno no proteico en proteína microbiana, que posteriormente es digerida y absorbida en el intestino delgado, cubriendo así parte de los requerimientos proteicos del animal (Morales, 2021).

La alimentación de los rumiantes debe considerar un balance adecuado entre forrajes y concentrados para maximizar la eficiencia digestiva y la productividad (Cordero, 2023). Los forrajes, que son la base de su dieta, aportan fibra efectiva necesaria para la motilidad ruminal y la salivación, mientras que los concentrados, ricos en energía y proteína, complementan las necesidades en etapas productivas específicas como la lactación, el crecimiento o la gestación (Calderón, 2021). La suplementación mineral y vitamínica también es esencial para prevenir deficiencias nutricionales que pueden afectar el rendimiento y la salud del animal, un enfoque estratégico en la formulación de dietas garantiza no solo el bienestar del rumiante, sino también una producción sostenible y rentable en el sistema ganadero (Castillo, 2022).

### **1.12 Perfil bioquímico**

Es la evaluación de diversos parámetros bioquímicos en muestras biológicas, como suero sanguíneo, para obtener información sobre el estado metabólico y fisiológico de los animales de cría (Rojas, 2022). Este análisis implica medir concentraciones de diferentes sustancias químicas, como enzimas, proteínas, minerales, lípidos y otros compuestos, que actúan como indicadores de la salud, nutrición y funcionamiento de diversos sistemas orgánicos en el ganado (Prieto, 2020).

El perfil bioquímico puede proporcionar información crucial sobre la función de órganos como el hígado, los riñones, el corazón, así como sobre el metabolismo general y el estado nutricional de los animales (Mason, 2022). Los resultados del perfil bioquímico son interpretados en relación con rangos de referencia establecidos para la especie y la categoría de los semovientes, permitiendo a los veterinarios y ganaderos detectar posibles problemas de salud, ajustar dietas y mejorar las prácticas de manejo (Martínez, 2019).

Además, la monitorización de minerales esenciales como calcio, fósforo, magnesio y oligoelementos como el cobre y el zinc es crucial para prevenir enfermedades metabólicas comunes en rumiantes, como la hipocalcemia, la cetosis o la deficiencia de cobre (Bozzi, 2022). La interpretación adecuada del perfil bioquímico, en conjunto con otros parámetros clínicos y productivos, permite implementar estrategias correctivas en la alimentación, mejorar la eficiencia del uso de nutrientes y minimizar los costos asociados a enfermedades metabólicas (Trujillo, 2021). Por lo tanto, este enfoque integrado fortalece la sostenibilidad y rentabilidad de las explotaciones ganaderas (Börner, 2022).

### **1.13 Diferentes funciones ruminales en el metabolismo**

Los rumiantes son herbívoros con características de fermentación y digestión microbiana. Su capacidad para utilizar los ácidos grasos en sus dietas también está respaldada por la función del gástrico anterior del ganado, la eliminación de microorganismos y desechos no digeribles se produce mediante complejas contracciones en el rumen y el tejido reticular (García, 2022). De manera similar, los ácidos grasos volátiles (AGV) producidos durante el proceso de fermentación se absorben y se eliminan del fluido ruminal (Díaz, 2021).

El principal destino metabólico de los compuestos orgánicos absorbidos del tracto gastrointestinal es la producción de energía y reservas energéticas, así como la síntesis de

proteínas, en las que los nutrientes se utilizan preferentemente en el metabolismo energético (Mora, 2021). La prioridad del uso de compuestos en la producción de energía depende de la disponibilidad relativa de diferentes sustratos energéticos (Cruz, 2021), los nutrientes energéticos que se absorben del tracto gastrointestinal de los rumiantes son los ácidos grasos volátiles (AGV), los triglicéridos, la glucosa y los aminoácidos, el 70% del sustrato energético absorbido es AGV y el resto son aminoácidos, ácidos grasos y glucosa (porcentaje de "energía" absorbida: 45%, 35% y 20% respectivamente), en la mayoría de las situaciones de alimentación, los microbios del rumen digieren y absorben el 66% de los aminoácidos, el 50% de los lípidos y el 15% de la glucosa, lo que indica la importancia del metabolismo microbiano como principal productor de "combustible" para rumiantes (Cheeke, 2019).

#### **1.14 Metabolismo energético**

En rumiantes, el precursor de la síntesis de glucosa es la conversión de ácido propiónico en succínico, la conversión de aminoácidos en piruvato, o los intermedios del ciclo del ácido tricarboxílico (CAT) (todos los aminoácidos excepto leucina y lisina), puede proporcionar carbono para la síntesis de glucosa y para convertir el ácido láctico en piruvato; el equilibrio entre estas vías dependerá de la disponibilidad relativa de compuestos gluconeogénicos, principalmente los dos precursores cuantitativos más importantes en rumiantes, el ácido propiónico y los aminoácidos (Orrala, 2020).

Además, todas las reacciones de síntesis requieren energía y reducen la potencia. La energía se deriva principalmente de la oxidación total en la mitocondria (glucólisis, CAT y cadena respiratoria) de compuestos producidos por el metabolismo celular o los productos finales de la digestión (Martínez, 2019).

#### **1.15 Estandarización de rangos de referencia**

La estandarización de rangos de referencia en semovientes es crucial para evaluar su salud y desempeño de manera efectiva, la variabilidad entre razas, edades y condiciones ambientales hace necesario ajustar estos rangos para reflejar de manera precisa el estado de los animales, la implementación de estándares bien definidos contribuye a una interpretación más precisa de los resultados, facilitando la detección temprana de posibles problemas de salud o nutrición en los semovientes (ÁNGELES, 2019).

Estos rangos incluyen indicadores como la temperatura corporal, la frecuencia cardíaca, la tasa respiratoria, el comportamiento reproductivo, y los niveles de ciertos biomarcadores en

sangre, entre otros (Medina, 2023). Estos rangos de referencia pueden variar según la especie, raza, edad, sexo, y las condiciones ambientales a las que los animales están expuestos, por lo que se requiere realizar estudios específicos y adaptados a cada contexto (Jara, 2023). En el caso de *Bos indicus*, las particularidades fisiológicas y de adaptación al calor y las enfermedades tropicales deben ser consideradas al establecer estos rangos (Soto, 2021). La estandarización también facilita la comparación de datos a nivel global y permite una gestión más eficiente de los recursos ganaderos (Córdova, 2022).

### 1.16 Dieta y metabolismo lipídico en bovinos

Cuando se basa en forraje, el lípido con mayor proporción es el glicérido de galactosa, y la proporción molar de ácidos grasos volátiles (AGV) es 65% acetato, 25% propionato y 10% butirato, por otro lado, si el contenido de grasa o concentrado en la dieta es mayor, el contenido de triacilglicerol es mayor y las proporciones son 45% de acetato, 40% de propionato y 15% de butirato, la mayoría de los ácidos grasos presentes en la dieta de los rumiantes son insaturados, los glicéridos, triacilglicéridos y fosfolípidos de galactosa son hidrolizados por bacterias en el rumen y finalmente se producen ácidos grasos libres y glicerol, este último se fermenta en ácido propiónico y luego se absorbe junto con AGV (Baz, 2022).

Se considera que los triglicéridos séricos son un buen indicador del metabolismo nutricional del ganado, cuando la comida es rica en lípidos, los lípidos presentes en la sangre aumentan y, por el contrario, si disminuyen se puede presentar una desnutrición crónica, el nivel de colesterol en suero depende del contenido de colesterol en los alimentos ingeridos, aunque también está relacionado con el aumento de insulina, porque activa la lipoproteína lipasa; esta es una enzima que existe en la superficie del endotelio de los vasos sanguíneos y puede catalizar la degradación de proteínas de transporte (Martínez, 2023).

En la Tabla 2, se observa como los aminoácidos sintetizan las hormonas. (ÁNGELES, 2019).

**Tabla 2.** Aminoácidos para sintetizar hormonas

Ración proteica	Aminoácidos tejidos sintetizados	Urea Ácido úrico
Desaminación	Hormonas enzimas	Tejidos Proteínas

(ÁNGELES, 2019).

### 1.17 Interacción suelo- planta- animal.

El sistema productivo ganadero tiene tres componentes fundamentales entre los que existe una estrecha relación: el suelo, la planta y el animal, estos componentes, no se pueden analizar de manera individual, su interacción permite lograr la eficiencia del sistema, en esta relación, el suelo es la base o elemento primordial, no sirve usar una buena semilla y lograr el buen establecimiento de una pradera, si el suelo no tiene buenas condiciones físicas y no logra soportar el agresivo arranque que ejerce el animal sobre el pasto cada vez que toma un bocado de comida, afecta la producción y duración de la pradera (Zambrano, 2019).

Por lo anteriormente expuesto, es necesario contar con el conocimiento previo del suelo de cada zona, para saber el tipo de laboreo que se le debe realizar y así obtener mayor eficiencia en la producción forrajera (Paredes, 2023). Las plantas emplean energía solar, el anhídrido del aire, el agua y los minerales para formar sus tejidos, la planta actúa a su vez como fuente de recursos para el suelo, abasteciéndolo de materia orgánica y minerales (descomposición de parte aérea y raíces) (Varela, 2022). Los tejidos vegetales proveen al animal los elementos nutritivos para mantener su vida y los procesos productivos; mientras el animal actúa perjudicialmente sobre la pradera por el pisoteo, que hace que el suelo se compacte, disminuyendo la aireación e infiltración de agua. El pisoteo provoca lesiones a las plantas y por ende disminuye el forraje cosechado (Figura 1) (Beguet, 2019).

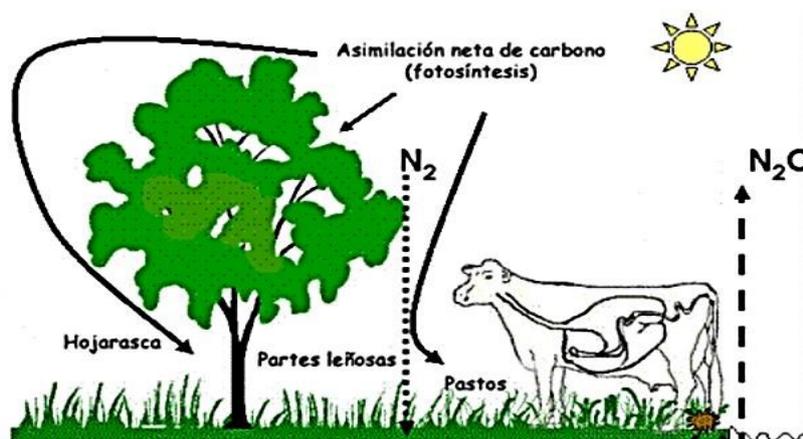


Figura 1. Ciclo de la relación suelo-planta-animal.

Fuente. (Zambrano, 2019)

El suelo, considerado el pilar fundamental, no solo sirve como soporte físico para el crecimiento de las plantas, sino que también proporciona los nutrientes necesarios para su

desarrollo, la calidad del suelo incluyendo su estructura, fertilidad y capacidad de retención de agua influye directamente en la producción forrajera (Zamudio, 2023). Cuando el suelo presenta deficiencias en estas características, se ve afectada la capacidad de la pradera para regenerarse tras la acción del ganado, lo que puede comprometer su productividad a largo plazo (Almeida, 2019).

Las plantas desempeñan un papel dual en este sistema: por un lado, absorben nutrientes del suelo para formar biomasa y, por otro, devuelven materia orgánica al descomponerse, contribuyendo a mejorar la estructura y fertilidad del suelo, este ciclo de retroalimentación es esencial para mantener el equilibrio ecológico (Peplow, 2023). Sin embargo, la interacción del animal con la pradera puede tener efectos tanto positivos como negativos, el pisoteo excesivo compacta el suelo, reduciendo la infiltración de agua, la aireación y el crecimiento radicular, lo que limita la capacidad de la planta para captar nutrientes (Smit, 2020). Además, el sobrepastoreo puede reducir la cobertura vegetal, incrementando la erosión del suelo y disminuyendo la producción forrajera (Lechner, 2023). Para mitigar estos efectos, es fundamental implementar estrategias de manejo racional del pastoreo, como la rotación de potreros, el ajuste de la carga animal y la restauración del suelo mediante técnicas de laboreo adecuadas, garantizando así la sostenibilidad del sistema suelo-planta-animal (Gold, 2022).

## CAPÍTULO 2. MATERIALES Y MÉTODOS

### 2.1 Caracterización del área

El trabajo de investigación se realizó en el Centro de Apoyo Manglaralto de la Universidad Península de Santa Elena, de la parroquia Manglaralto de la provincia de Santa Elena; de coordenadas geográficas 01°50'32" latitud sur, 80°44'22" longitud oeste, con una altura de 12 msnm. Cuenta con una extensión aproximada de 22.6 ha, las cuales están divididas para usos productivos, tales como: uso forestal, cultivos perennes, cultivos de ciclo corto, pastizales y producción pecuaria. En la (Figura 2), se puede observar la localización del sitio de estudio (Lino, 2019).



**Figura 2.** Ubicación de Centro de Apoyo Manglaralto UPSE.

#### *Caracterización del Centro de Apoyo Manglaralto*

En la Tabla 3, se observan los promedios anuales de los factores climáticos de la zona

**Tabla 3.** Promedios de factores climáticos de Manglaralto

<b>Precipitación</b>	385.2 mm
<b>Temperatura media</b>	23.4 °C
<b>Evaporación</b>	1459.2 mm
<b>Heliofanía</b>	112.9 horas
<b>Humedad</b>	83%
<b>Msnm</b>	122 m

El Centro de Apoyo Manglaralto posee un total de 22.34 ha, y presenta suelos tipo tierras misceláneas y Fluentic Eutrudepts (es un tipo de suelo que se forma a partir de aluviones sedimentarios depositados por inundaciones frecuentes), siendo este último el de mayor predominancia espacial. Las Tierras misceláneas no son consideradas como unidades de suelo; en cambio, los suelos Fluentic Eutrudepts, presentan características agro-productivas, como: suelos francos en superficie y francos arcillosos a profundidad, buen drenaje, pH ligeramente alcalino y fertilidad alta (Figura 3).

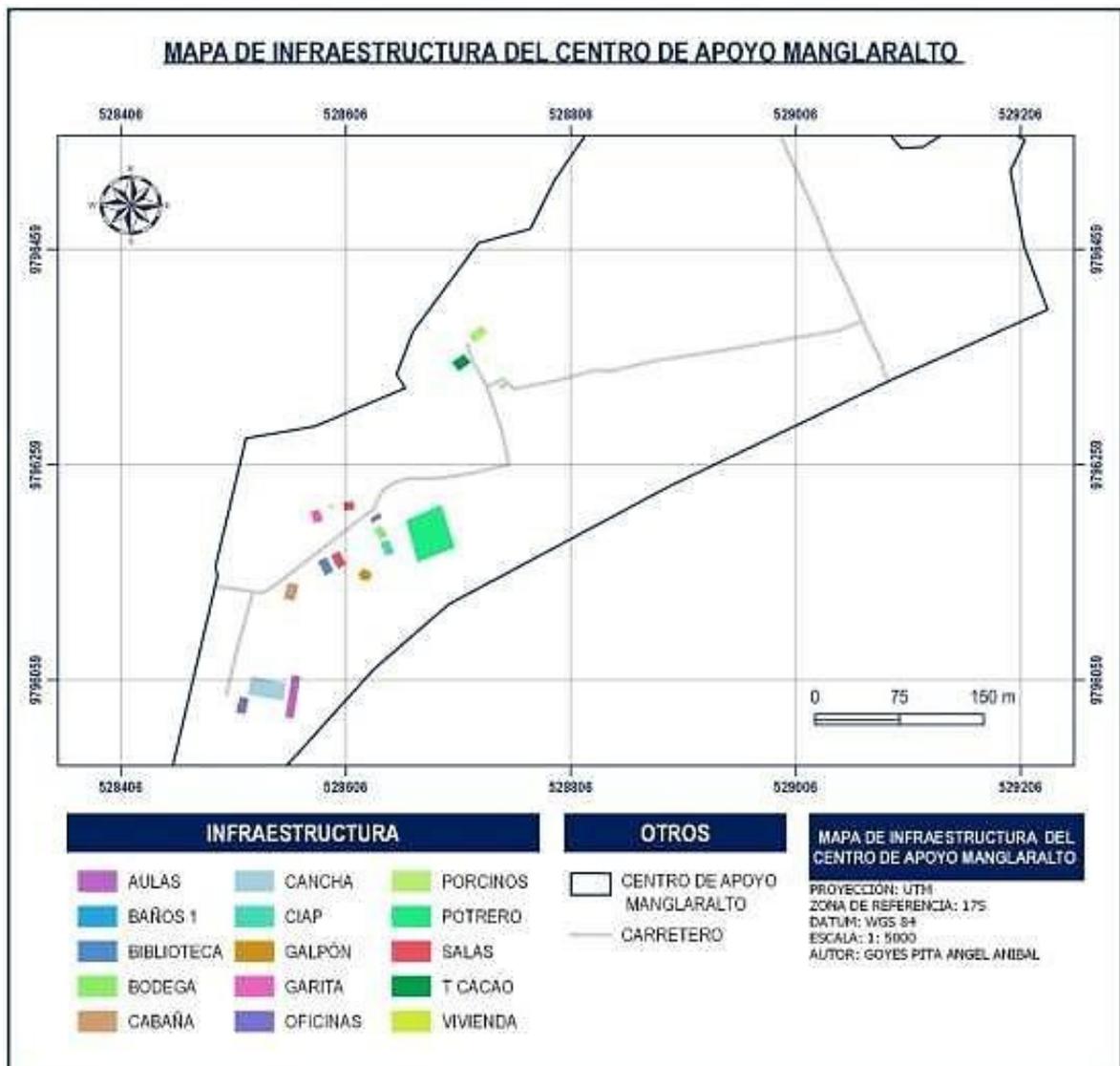


(Valdivia., 2022)

**Figura 3.** Mapa de suelos del Centro de Apoyo Manglaralto.

El sitio de estudio presenta un sistema de riego y aprovechamiento del agua para los animales cuya fuente de abastecimiento es un pozo ubicado dentro del territorio del Centro de Apoyo, y está conformado por: 1 maestra (de 4 tramos), líneas de riego superficiales, enterradas y secundarias para cultivos cortos y perennes, mini cañones (4 unidades), cabezales (7 unidades) y aspersores (265 unidades); mismos que son utilizados para proporcionar agua a cultivos de tipo ciclo corto (maíz, frijol, algodón), anuales (algodón), semiperenne (plátano) y perennes (moringa, cacao, café, entre otros pastos). Además, presenta 22 infraestructuras

en distintos puntos de su territorio, destacando instalaciones para fines pedagógicos y educativos, agrícolas y pecuarios (Figura 4).



(Valdivia., 2022)

**Figura 4.** Mapa de infraestructura del Centro de Apoyo Manglaralto.

## 2.2 Materiales, equipos y reactivos

### 2.2.1. Materiales

Muestreo de Suelo:

- Overol
- Botas
- Libreta de apuntes
- Barrenos o caladores

- Palas
- Bolsa de plástico resistente
- Balde o contenedor impermeable
- Rotulador

Muestreo de planta:

- Bolsa de plástico
- Cuadrado de madera de 1m<sup>2</sup>
- Rotulador

Muestra sanguínea:

- Tubos vacutainer tapa roja 10ml
- Tubos eppendorf 2ml
- Agujas desechables para vacutainer
- Capuchón
- Cooler de transporte
- Guantes de manejo
- Micropipetas
- Pipetas pasteur
- Rotulador
- Bolsas plásticas para el envío de muestras.

**2.2.2. Equipos:**

- Centrifuga
- Equipo de bioquímica sanguínea
- Equipo de bromatología
- Equipo para el análisis de suelos
- Computadora
- Cámara fotográfica
- Baño maría

### **2.2.3. Material biológico**

- El suelo, la tierra en el que se realizaron estudios de su composición mineral.
- El pasto *Megathyrsus maximus* (saboya), que de la misma manera se realizaron estudios para conocer su composición mineral.
- 8 semovientes bovinos.

## **2.3 Tipo de investigación**

Investigación experimental, es una "investigación científica en la cual el observador manipula y controla una o más variables independientes y observa la variable dependiente en busca de la alteración concomitante a la manipulación de la variable independiente." (Kerlinger, 1975).

## **2.4 Diseño de investigación**

### ***Diseño experimental***

- Análisis de información suelo, planta y animal (minerales en suero sanguíneo)
- Número de muestras de suelo: 1
- Número de muestras de planta: 1
- Número de muestras sanguíneas: 32 (8 animales x 4 repeticiones)
- Número de U. Experimentales: 8

## **2.5 Manejo del experimento**

La investigación se desarrolló en la ganadería bovina del centro de apoyo Manglaralto – UPSE. Los genotipos bovinos con los que se trabajaron tienen una predisposición a *Bos indicus*, que se encuentran pastoreando en aproximadamente 5000 m<sup>2</sup> de pasto *Megathyrsus maximus* (saboya), dentro de los límites del centro de apoyo, con un manejo adecuado en lo que comprende a un plan sanitario acorde a las necesidades de los animales en mención. Se realizaron diferentes tomas de muestras del suelo, planta y plasma sanguíneo de los animales para determinar los minerales presentes en cada uno.

### **2.5.1. Toma de muestras del pasto**

Se realizó una toma de muestras del pasto maduro (biomasa) que es el que consumen los animales, se utilizó un cuadrado de madera de 1 m<sup>2</sup>, sobreponiéndolo en el pasto y

cortando todo el material vegetal dentro del cuadro a la altura del corte del animal, se recolectó en 20 diferentes lugares aproximadamente 200 g de pasto, posteriormente se deshidrató el mismo por 72 horas bajo sombra y en recipientes apropiados se envió a realizar el análisis del contenido mineral correspondiente.

### ***2.5.2. Toma de muestras de suelo***

Para el suelo el muestreo fue simultáneo al de la biomasa y las muestras fueron tomadas en el lugar de pastoreo de los bovinos, a una profundidad no mayor a 30 cm, después se homogenizó las muestras y se tomó 2 kg para enviar en un recipiente apropiado a realizar el análisis correspondiente del contenido mineral.

### ***2.5.3. Toma de muestras sanguíneas***

Se realizaron 4 tomas de muestras sanguíneas en total, cada mes a todos los animales. La extracción de sangre fue de la vena coccígea y se recolectaron en tubos vacutainer tapa roja aproximadamente 10 ml, después de la rotulación a cada muestra se conservó en un Cooler de transporte a una temperatura de entre 2 a 7°C, para llevarlos al laboratorio en donde se procesaron las muestras, centrifugando a 3500 rpm durante 7 minutos para extraer el plasma sanguíneo en tubos eppendorf de 2 ml, para después realizar el análisis correspondiente, para conocer el estado mineral de los animales, se midieron las variables: Calcio (Ca), Fosforo (P), Magnesio (Mg), Proteínas Totales (PT) y Urea (U). Se determinaron las concentraciones por bioquímica sanguínea (BIOELAB ES-100P); reactivos específicos (SPINREACT y CROMATEST).

## **2.6 Parámetros evaluados**

### ***2.6.1. Pasto***

Los parámetros que se analizaron en el estudio del contenido mineral en pasto fueron:

- Calcio (Ca), por el método de AA (Llama) PEE/B/10.
- Magnesio (Mg), por el método de AA (Llama) PEE/B/10.
- Potasio (K), por el método de AA (Llama) PEE/B/10.
- Fósforo (P), por el método de Colorimétrico PEE/B/11.

### **2.6.2. Suelo**

Los parámetros analizados en suelo fueron:

- pH a 25 °C, por el método Electrométrico PEE/SFA/06 EPA 9045D
- Materia orgánica, por el método Volumétrico PEE/SFA/09
- Nitrógeno, por el método Volumétrico PEE/SFA/09
- Fosforo, por el método Colorimétrico PEE/SFA/11
- Potasio, por el método Absorción Atómica PEE/SFA/12
- Calcio, por el método Absorción Atómica PEE/SFA/12
- Magnesio, por el método Absorción Atómica PEE/SFA/12
- Hierro, por el método Absorción Atómica PEE/SFA/13
- Manganeso, por el método Absorción Atómica PEE/SFA/13
- Cobre, por el método Absorción Atómica PEE/SFA/13
- Zinc, por el método Absorción Atómica PEE/SFA/13

### **2.6.3. Minerales en suero sanguíneo**

Para conocer el estado mineral de los animales, se determinaron las concentraciones por bioquímica sanguínea (BIOELAB ES-100P); reactivos específicos (SPINREACT y CROMATEST), en dónde se midieron los siguientes parámetros:

- Calcio (Ca)
- Fosforo (P)
- Magnesio (Mg)
- Proteínas Totales (PT)
- Urea (U).

## **2.7 Análisis estadístico de los resultados**

Para el análisis de los datos se empleó un análisis descriptivo y comparación de datos, la cual permitirá determinar la relación existente entre el suelo, planta y animal en la ganadería bovina del centro de apoyo Manglaralto – UPSE.

## CAPÍTULO 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 3.1 Resultados del análisis del pasto

En la Tabla 4, se muestran los resultados del contenido de Calcio (0.70%), Magnesio (0.33%), Potasio (1.88%) y Fosforo (0.31%), de la muestra de pasto *Megathyrus maximus* (saboya), recogidas de los pastizales de donde se alimentan los semovientes del programa bovino del Centro de Apoyo Manglaralto de la Universidad Estatal Península de Santa Elena.

**Tabla 4.** Informe del análisis del contenido mineral del pasto *Megathyrus maximus* (saboya) del Centro de Apoyo Manglaralto UPSE.

CODIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA 1	PARÁMETRO	UNIDAD	MÉTODO	RESULTADO
B230307	Manglaralto UPSE	Calcio	%	AA(Llama) PEE/B/10	<b>0.70</b>
		Magnesio	%	AA(Llama) PEE/B/10	<b>0.33</b>
		Potasio	%	AA(Llama) PEE/B/10	<b>1.88</b>
		Fósforo	%	Colorimétrico PEE/B/11	<b>0.31</b>

Fuente: Quím. A. Patricia Obando

Es de destacar que la calidad nutricional de los pastos afecta el tiempo de rumia por parte del ganado, siendo mayor en la gramínea con una mala provisión de nutrientes en cualquier sistema de explotación (Humpherys, 1986).

### 3.2 Resultados del análisis del suelo

En la Tabla 5, se muestra el análisis del contenido del pH (7.66), Nitrógeno (0.08%), Fosforo (8.9 mg/kg), Potasio (2.97 C mol/kg), Calcio (15.56 C mol/kg), Magnesio (4.65 Cmol/kg), Hierro (31.2 mg/kg), Manganeso (2.02 mg/kg), Cobre (5.70 mg/kg) y Zinc (<1.60 mg/kg), en la muestra de suelo recogidas en los pastizales de *Megathyrus maximus* (saboya), en donde pastorean los semovientes del programa bovino del Centro de Apoyo Manglaralto de la Universidad Estatal Península de Santa Elena.

**Tabla 5.** Informe del análisis de suelo Centro de Apoyo Manglaralto UPSE.

<b>CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO</b>	<b>IDENTIFICACION DE CAMPO DE LA MUESTRA 1</b>	<b>PARÁMETRO ANALIZADO</b>	<b>MÉTODO</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>RESULTADO</b>
SFA-23-4751	Manglaralto UPSE	pH a 25°C	Electrométrico PEE/SFA/06 EPA 904 5D	...	<b>7.66</b>
		Materia Orgánica	Volumétrico PEE/SFA/09	%	<b>1.69</b>
		Nitrógeno	Volumétrico PEE/SFA/09	%	<b>0.08</b>
		Fósforo	Colorimétrico PEE/SFA/11	mg/kg	<b>8.9</b>
		Potasio	Absorción Atómica PEE/SFA/12	Cmol/kg	<b>2.97</b>
		Calcio	Absorción Atómica PEE/SFA/12	Cmol/kg	<b>15.56</b>
		Magnesio	Absorción Atómica PEE/SFA/12	Cmol/kg	<b>4.65</b>
		Hierro	Absorción Atómica PEE/SFA/13	mg/kg	<b>31.2</b>
		Manganeso	Absorción Atómica PEE/SFA/13	mg/kg	<b>2.02</b>
		Cobre	Absorción Atómica PEE/SFA/13	mg/kg	<b>5.70</b>
Zinc	Absorción Atómica PEE/SFA/13	mg/kg	<b>&lt;1.60</b>		

**Fuente:** Edison Vega, Paola Morocho, Katty Pastás, Paulina Llive, Cristina Cuichán

Según Salazar (2024), reconoce que la composición del suelo refleja la composición de la planta. Y se puede asumir que, dentro de ciertas condiciones, la composición del animal bovino es un reflejo de la composición del pasto. Así, se podemos confirmar que los suelos pobres producen pastos de baja calidad y consecuentemente animales mal nutridos y de baja producción. Esto resalta la importancia de una adecuada gestión de los recursos del suelo, ya que la salud del suelo no solo influye en la vegetación que crece en él, sino también en la cadena alimentaria que sustenta la producción animal.

### **3.3 Resultados del análisis del estado mineral a partir de suero sanguíneo de los animales del programa bovino del Centro de Apoyo Manglaralto UPSE.**

En la Tabla 6, se muestra el análisis mineral de Calcio (Ca), Fosforo (P), Magnesio (Mg), Proteínas Totales (PT) y Urea (U), de los semovientes del programa bovino del Centro de Apoyo Manglaralto de la Universidad Estatal Península de Santa Elena.

**Tabla 6.** Análisis del suero sanguíneo de los semovientes del programa bovino del Centro de Apoyo Manglaralto UPSE.

<b>VARIABLE</b>	<b>MEDIA Centro de Apoyo Manglaralto</b>
Magnesio	2.21 mg/dL
Fósforo	8.62 mg/dL
Úrea	41.91 mg/dL
Proteínas Totales	7.82 g/dL
Calcio	7.88 mg/dL

Los minerales se encuentran en plantas y alimentos en formas diversas, algunas de las cuales podría influir en la eficiencia en la cual son absorbidos y utilizados por el ganado (Suttle, 2010).

### **3.4 Parámetros que coinciden en los análisis de suelo – planta – animal.**

En la Tabla 7, nos muestra los parámetros encontrados en los tres análisis realizados, en donde indica que el Magnesio (Mg) debe tener disponible en el suelo 4,65 Cmol/kg, para que la planta en su estructura tenga disponible un 0.33% y en sangre pueda tener este indicador 2,21 mg/dL; el Fósforo (P) debe tener 8,9 mg/kg en el suelo, para que en la planta disponga de 0.31% y a su vez en sangre exista 8,62 mg/dL; en cuanto al Calcio (Ca) observamos que debe haber disponible 15,56 Cmol/kg, en la estructura de la planta 0.70% y en sangre 7,88 mg/dL, para que se pueda observar una homeostasis en el animal, pese a las condiciones climáticas de nuestro medio, mostrando así que los animales tienen la capacidad de adaptarse en función a ciertos indicadores mínimos que pudieran consumir, y lo que a su vez indica la importancia de estos nutrientes y que por consiguiente es indispensable que se encuentren presentes tanto en la composición del suelo, en la estructura de la planta y a su vez para que éstos puedan ser aprovechados por los animales y a partir de estos y los demás nutrientes estén presentes en la dieta básica y diaria de los animales que se encuentran al pastoreo, y de esta manera garantizar que nuestros animales tengan la posibilidad de producir, tomando en cuenta que en este caso se integran un sin número de factores para que ocurra, pero dando la importancia de los nutrientes que deben estar presentes en el suelo para

que al final estos sean aprovechados por el animal y a su vez tengamos la disponibilidad de los productos que nos ofrecen los bovinos.

**Tabla 7.** Parámetros que interactúan en los análisis suelo – planta – animal.

PARÁMETROS	PLANTA	SUELO	MINERALES (Suero sanguíneo)
<b>Magnesio</b>	0,33%	4,65 Cmol/kg	2,21 mg/dL
<b>Fósforo</b>	0,31%	8,9 mg/kg	8,62 mg/dL
<b>Calcio</b>	0,70%	15,56 Cmol/kg	7,88 mg/dL

(Gonzalez, 2024)

Es muy interesante analizar el parecido en los elementos nutritivos requeridos por plantas, animales y que también se encuentran en el suelo, esta interacción hace que estos nutrientes puedan ser aprovechados desde el suelo por la planta y de éste por el animal, haciendo que éstos necesiten tener un equilibrio en la composición de los mismos, de tal manera que permita que esta interacción entre estos elementos pueda ser la ideal para que un animal tenga la capacidad de tener una buena condición y a su vez pueda producir leche o carne.

Según Salazar (2024), indica que cada elemento desempeña una o más funciones esenciales, tanto en las plantas como en los animales; algunas de estas funciones son de orden estructural, como por ejemplo en el caso del Ca que forma parte de la laminilla media entre las células vegetales y en los huesos en los animales y el N en las proteínas vegetales y animales, otras funciones son de orden fisiológico o enzimático, relacionados con el metabolismo tanto de plantas como de animales.

Los elementos presentes en el suelo, de acuerdo con su forma, composición, clima, propiedades físicas y químicas del suelo, cubierta vegetal, se pueden perder por factores como la erosión, remoción por exceso de pastoreo, fijación en formas no fácilmente aprovechables, inmovilización por los microorganismos y lavado por las aguas lluvia (en la época de lluvia), éste fenómeno se observa especialmente en zonas tropicales, deduciendo la necesidad de agregar nutrientes a los suelos con el fin de mantener o mejorar su productividad para que se refleje en la producción bovina a través de la alimentación de los pastizales que aprovechan primero estos nutrientes (Rodríguez, 2008).

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### *Conclusiones*

Se identificaron los componentes minerales del suelo en el cual se estableció el pasto *Megathyrus maximus* consumido por los bovinos, donde se determinó que tiene un pH cercano a la neutralidad, además de encontrar niveles variados de nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, hierro, manganeso, cobre y zinc, que en su conjunto permiten que sea favorable para el crecimiento y desarrollo del pasto en donde pastorean los semovientes del programa bovino del Centro de Apoyo Manglaralto de la Universidad Estatal Península de Santa Elena.

El contenido mineral del pasto que consumen los bovinos del Centro de Apoyo Manglaralto indica que el mismo se comporta adecuadamente para que pueda ser aprovechado mediante la alimentación al ganado, teniendo los niveles de calcio en su mayor composición, seguida de magnesio y en cuanto al potasio y fósforo en una proporción muy reducida, permitiendo entender que el nivel de estos nutrientes tiene implicaciones directas en la salud y productividad de los semovientes, ya que la calidad nutricional del pasto afecta el tiempo de rumia y la eficiencia en la conversión alimenticia en el ganado. Resulta evidente que un pasto de baja calidad puede contribuir a una alimentación subóptima, afectando así la producción animal.

El análisis del perfil bioquímico a partir de plasma sanguíneo de los bovinos del Centro de Apoyo Manglaralto indica que los niveles de calcio, fósforo, úrea y proteínas totales están dentro de los parámetros normales, mientras que el magnesio una ligera anormalidad que podría implicar deficiencias a largo plazo en la dieta de los bovinos. Además, los análisis reflejan que existe una correlación entre el contenido mineral del suelo, la planta y la composición bioquímica de los animales, entendiendo así, que el suelo afecta el crecimiento y composición de la planta, la cantidad y calidad de la planta afecta la producción y composición del animal, y el animal en pastoreo tiene un efecto directo sobre el pasto y el suelo, estableciendo una relación esencial entre estos tres elementos dentro del sistema agropecuario.

### ***Recomendaciones***

- Se recomienda implementar un sistema de evaluación periódica de la calidad del suelo, se sugiere la incorporación de prácticas de conservación, para mejorar la fertilidad del suelo y prevenir la erosión.
- Se recomienda realizar análisis del contenido mineral del pasto de manera regular, para determinar la calidad nutricional del pasto y realizar prácticas que permitan mejorar el mismo.
- Se recomienda realizar controles regulares de los niveles bioquímicos en plasma sanguíneo de los animales, para saber si se está brindando la ingesta mineral que sea acorde a sus requerimientos nutricionales para así mejorar su salud y potenciar su productividad.

## REFERENCIA BIBLIOGRÁFICAS

- Abrego, L., 2019. Calidad ambiental de suelos. buenos aires: unnoba.
- Aguilar, F. G., 2019. El sistema silvopastoril intensivo, alternativa de ganadería sostenible. *Gaceta UNAM*, 1(1), p. 1.
- Aguirre, A., 2021. Propiedades físicas del suelo y su influencia en la dinámica del agua.. *Ciencias del Suelo y el Agua*, 8(1), pp. 33-48.
- Alloway, B., 2020. Micronutrients in Plant and Soil: A Global Perspective. *Plant and Soil*, pp. 233-252.
- Almeida, M., 2019. Mejoramiento genético en rasgos reproductivos del Bos indicus: Perspectivas y futuro.. *Revista Latinoamericana de Ciencia Animal*, 102(9), pp. 8746-8758.
- Alvarez, 2021. Epidemiological Study of Tick-Borne Diseases in Cattle: Seasonal Variations and Risk Factors.. *tropical Animal Health and Production*, 53(2).
- Álvarez, J. R. G., 2024. Disponibilidad de biomasa y contenido de proteína cruda en dos pastos de corte, King Grass y Camerún en y sin asocio con *Leucaena leucocephala* cv Cunningham. *La Calera*, 24(42).
- Andrés, A. G. P., 2021. *caracterización fenotípica del bovino criollo en el sistema de producción en la parroquia manglaralto, provincia de santa elena*, Santa Elena: La Libertad: Universidad Estatal Península de Santa Elena, 2021..
- ÁNGELES, M. D. L., 2019. *XVIII Jornadas sobre Producción Animal*. s.l., s.n.
- Angón, E. G. A. P. J., 2019. Eficiencia técnica y viabilidad de los sistemas de pastoreo de vacunos de leche. *agrociencia*, volumen 47, p. 443.
- Anon., 2019. ¿Qué es el pH del suelo y para qué nos sirve?. *Fertilab*, pp. 3-4.
- Arango, V., 2019. Impacto de la textura del suelo en la biodiversidad y el ciclo del agua. *Revista de Ciencias del Suelo*, 12(2), pp. 45-60.
- Asencio, B., 2020. Efectos de la alcalinización del suelo en la producción agrícola: un enfoque experimental.. *Revista de Ciencias del Suelo*, 28(3), pp. 123-134.
- Azzam, A., 2020. Influence of soil physical properties on crop yield in arid regions. *Investigacion de suelo y agua*, 15(4), pp. 216-225.
- Balcázar, J., 2019. Efecto del manejo genético en la composición química de pastos en sistemas de ganadería.. *Pastos y Forrajes*, 42(3), pp. 200-208.

- Balón, I. Y. B., 2024. Preferencias de consumo de especies forrajeras en ganado bovino elaboradas como bloques nutricionales, manglaralto provincia de Santa Elena, Santa Elena: La Libertad: Universidad Estatal Península de Santa Elena, 2024..
- Bansal, S., 2019. Reproductive Performance of Bos Indicus Breeds.. *Veterinary World*, 11(4), pp. 537-546.
- Baque, B., 2023. Relación entre el pH del suelo y la microbiota edáfica en sistemas agrícolas. *Revista de Biología del Suelo*, 19(4).
- Barros, T., 2022. *Atlas climatológico del Ecuador*. s.l.:s.n.
- Bautista, F., 2023. Propiedades del suelo y procesos.. *Universidad Nacional Autónoma de México*. .
- Baz, F. B., 2022. Metabolismo ruminal de los ácidos grasos volátiles. *Revista NutriNews*, Issue 2.
- Beguet, H. A. y. G. A. B., 2019. relación suelo - planta - animal. *Curso de Producción Bovina de Carne, FAV UNRC*, p. 3.
- Bellarby, 2021. *Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura*.. s.l., s.n.
- Bellido, L., 2020. The Role of Nutrient Composition in Pasture Quality and Livestock Productivity. *Grass and Forage Science*, 75(3), pp. 456-467.
- Bonifaz, R. L. -. N., 2020. *Pastos y forrajes del Ecuador*. Primera edición ed. Quito-Ecuador: Universitaria Abya-Yala.
- Börner, 2022. Genetic Improvement of Bos indicus Cattle: Current Advances and Future Perspectives.. *Animal Genetics*, 53(5), pp. 715-726.
- Bourdon, K., 2021. Impact of environmental stressors on reproduction in Bos indicus. *Journal of Animal Science*, 99(4), pp. 123-135.
- Bozzi, D., 2022. Explore los avances en genética y cría del ganado, centrados en las razas Bos indicus.. *Cattle genetics and breeding: A global perspective*.
- Cadavid, 2019. s.l.:s.n.
- Caiche, 2022. Análisis del pH del suelo y su relación con la producción agrícola en condiciones de cambio climático.. *Ciencia y Tecnología de Suelos*, 30(1), pp. 56-69.
- Calderón, R., 2021. Logros, retos y perspectivas de la investigación en mejoramiento genético de bovinos productores de carne en el INIFAP. *Revista de Ciencias Pecuarias*, 12(3).

- Calderón, V., 2024. Importance of the availability of forage alternatives for feeding cattle. *Politécnica*, 20(39), pp. 11-14.
- Cameron, K., 2021. Nitrogen in Soils: A Comprehensive Overview.. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 119(2), pp. 171-184.
- Canales, R., 2010. *Automatización y control del sistema de riego*. s.l.:s.n.
- Carvalho, J., 2023. integration of genomic tools in breeding programs for bos indicus: challenges and opportunities.. *journal of animal science and technology*, 65(2), pp. 473-488.
- Casals, P., 2022. Impact of Organic Amendments on Soil Nitrogen Dynamics.. *Soil Use and Management*, 38(1), pp. 82-91.
- Casanova, F., 2021. *Química de Suelos: Fundamentos y Aplicaciones*.. Universidad de La Laguna ed. s.l.:s.n.
- Castellanos, R., 2019. Relación entre características morfológicas de pastos y su valor nutritivo.. *Pastos y Forrajes*, 42(1), pp. 45-56.
- Castillo, F., 2022. Estrategias de manejo sustentable de bienes semovientes en el contexto del cambio climático.. *Revista de Ciencias Ambientales*, 18(2), pp. 88-102.
- Castro, L., 2019. Fundamentos y metodologías en el estudio de la alcalinización del suelo. *Boletín de Ciencias Agrarias*, 35(1), pp. 67-80.
- Ceballos, T., 2020. Impacto de la salinización en los suelos de la región andina. *Revista de Ciencias del Suelo*, 25(2), pp. 145-160.
- Cheeke, P. R., 2019. *Applied Animal Nutrition: Feeds and Feeding*. Tercera ed. s.l.:Pearson.
- Cherlinka, V., 2019. Manejo De Pastos: Planificación E Implementación. *EOSDA*.
- Ciencias de la vida* (2020) González-Montaña et al..
- Cole, J., 2020. Genetic Evaluations for Novel Traits. *Journal of Dairy Science*, 92(11), pp. 5053-5063.
- Cordero, A., 2023. Aspectos generales sobre la tenencia y manejo de bienes semovientes.. *Agricultura y Ganadería Sostenible*, 28(3), pp. 110-125.
- Córdoba, D., 2021. Porosidad del suelo: Métodos de medición y su relación con la calidad del agua.. *Investigación y Desarrollo en Suelos*, 28(3), pp. 56-70.
- Córdova, 2022. Establecimiento de rangos de referencia para parámetros hematológicos en semovientes: Un enfoque práctico.. *Revista de Medicina Veterinaria*, 25(3), pp. 65-78.

- Cruz, A., 2022. Alcalinización del suelo y su relación con el cambio climático en regiones áridas. *Ciencias del Tierra*, 12(1), pp. 45-60.
- Cruz, C. N. C. y. A. D., 2021. Introducción a la digestión ruminal. *Sitio Argentino de Producción Animal*.
- Cruz, M., 2021. Impacto de los factores fisiológicos en la calidad nutritiva de los pastos y forrajes.. *Revista de Ciencia Animal*, 32(3), pp. 45-60.
- Díaz, A., 2021. Introducción a la digestión ruminal. *Sitio Argentino de Producción Animal*, p. 13.
- Duarte, E., 2019. Uso del Agua en establecimientos agropecuarios.. *Recursos Naturales*.
- Duellman, W. E., 2019. *The South American herpetofauna*. s.l.:s.n.
- Fernández, C., 2019. Análisis de la porosidad y su impacto en la retención de agua en suelos agrícolas.. *Revista de Ciencias Agrarias*, 45(2), pp. 145-157.
- Ferreiro, D., 2021. Nutrient use efficiency in plants: mechanisms and strategies. *critical reviews in plant sciences*, Volumen 1, p. 19.
- Flores, J. P. & R. L. M., 2022. Manejo integrado del suelo y forraje para la ganadería bovina sostenible. *Revista de Ciencia Agropecuaria*, Volumen 2.
- Gao, L., 2021. Characterization of soil physical properties in a reforested area.. *Environmental Monitoring and Assessment*, 193(12), pp. 1-12.
- García, J., 2023. La ganadería bovina como piedra angular de la seguridad alimentaria global: Desafíos y sostenibilidad.. *Editorial Agropecuaria*, p. 45.
- García, M., 2020. Influencias de la estructura del suelo en la porosidad y su afectación en la productividad agrícola. *Agroecosistemas*, 12(3), pp. 67-78.
- García, M., 2022. Roles de la microbiota ruminal en el metabolismo de rumiantes y su impacto en la producción animal. *Revista de Ciencias Veterinarias*, 38(1), pp. 10-25.
- Gardey, J. P. P. y. A., 2022. [En línea] Available at: <https://definicion.de/semoviente/>
- Gold, K., 2022. Functional Role of Soil Microorganisms in the Soil-Plant-Animal Nexus. *Soil Biology and Biochemistry*.
- Gómez, A., 2021. Factores fisiológicos y su influencia en la calidad nutritiva de los pastos.. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 50(4).
- González, J., 2023. Composición nutricional y valor alimenticio de los pastos para rumiantes en sistemas de pastoreo. *Revista de Zootecnia Aplicada*, 35(2), pp. 104-115.

- González, L., 2019. *Morfología y calidad nutritiva de los forrajes*. En: *Fundamentos de la producción forrajera*. s.l.: Editorial Agropecuaria..
- Guerra, M., 2020. Impacto del Manejo de Suelos en la Productividad Forrajera y la Salud Animal en Sistemas Ganaderos. *Agroforestry Systems*, 25(3), pp. 45-60.
- Gutiérrez, C. d. C., 2022. Sistemas silvopastoriles: una alternativa para la ganadería bovina sostenible. *La Calera*, 22(38).
- Gutierrez, F., 2018. *Pastos y Forrajes del Ecuador*. 1 ed. Quito-Ecuador: Editorial Universitaria Abya-Yala .
- Gutiérrez, F., 2019. Efectos de la salinización en la productividad agrícola: un enfoque sistémico.. *Revista de Agricultura Sustentable*, 14(3), pp. 55-72.
- Hernández, 2021. *Cambios climáticos y su efecto en la calidad nutritiva de los pastos en sistemas ganaderos*. *Actas del XVI Congreso Nacional de Forrajes*.. Bogotá, s.n.
- Hernández, A., 2021. Genetics, Breeding, and Sustainable Production of Tropical Cattle.. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 34(8), pp. 1327-1338.
- Hernández, E., 2020. Influencia de los factores morfológicos en la calidad nutritiva de los pastos: Un enfoque integrador.. *Revista de Ciencias Agrícolas*, 37(2), pp. 145-160.
- Hernández, T., 2020. Química del suelo: Propiedades y procesos.. *Ediciones Mundi-Prensa*, 1(1), pp. 2-3.
- Herrera, F., 2022. *Componentes del valor nutritivo de los pastos y su impacto en la producción animal*. s.l.:Editorial Agropecuaria.
- Howarth, W., 2023. Soil Management Strategies for Enhancing Nitrogen Retention.. *Agricultural Sciences*, 15(3), pp. 331-345.
- Humpherys, 1986. s.l.:s.n.
- Iglesias, E. d. C. R., 2019. *Relaciones suelo-planta-animal en un sistema agroecológico de siembra directa y asociación de coberturas maíz-ganado en sabanas bien drenadas de venezuela*. 1 ed. Venezuela: Instituto de Zoología y Ecología tropical.
- Jackson, M. L., 2007. *Veterinary Clinical Pathology: An Introduction*. Primera ed. s.l.:s.n.
- Jaramillo, P., 2023. Análisis geoespacial de la porosidad del suelo en diferentes ecosistemas: una perspectiva desde la gestión ambiental. *Geografía y Desarrollo Sostenible*, 15(2), pp. 200-215.
- Jara, S., 2023. Importancia de la estandarización de los rangos de referencia en la salud de los semovientes: Un análisis crítico.. *Veterinaria: Ciencia y Práctica*, 45(1), pp. 20-34.

- Jiménez, D., 2022. La estructura del suelo como base para la calidad del agua. *Ciencias del Agua*, 19(2), pp. 145-160.
- Jiménez, R., 2021. *Manejo integrado de pasturas y su relación con la calidad nutritiva de forrajes: Resultados recientes. Actas del XVII Congreso Nacional de Forrajes.* Quito, s.n.
- Kerlinger, 1975. s.l.:s.n.
- Khan, M., 2021. Heat stress and its effects on livestock: Adaptation strategies for Bos indicus.. *Tropical Animal Health and Production*, Volumen 53, pp. 145-156.
- Lechner, M., 2023. Ecosystem Services provided by Soil-Plant-Animal Interactions. *Agricultural Ecosystems & Environment*, p. 5.
- Lino, J. L., 2019. *Comportamiento espacial y temporal de la salinidad de suelos del Centro de Apoyo Manglaralto UPSE.* Santa Elena: s.n.
- López, 2023. Biomarcadores en agropecuaria para la mejora de la salud y producción animal.. *Revista de Ciencias Agropecuarias*, 18(2), pp. 110-125.
- López, O., 2024. Importance of the availability of forage alternatives for feeding cattle. *Politecnica*, 20(39), pp. 16-17.
- López, P., 2023. *Uso y manejo del suelo.* Ciudad Universitaria UNAM: 3.
- Manuel F. Pirela, I. A. M., 2005. Componentes del valor nutritivo de los pastos. *Valor nutritivo de los pastos tropicales*, p. 7.
- Martínez, F., 2019. *Efectos del clima en la producción forrajera. En: Manejo y conservación de pasturas.* s.l.:Editorial Agrícola.
- Martínez, G. D. M., 2023. *Alimentación de ganado bovino con dietas altas en grano.* Segunda ed. Mexico: Esp. Marco Antonio Díaz Franco.
- Martínez, L., 2020. La respuesta fisiológica de los pastos a diferentes regímenes de manejo y su relación con la calidad nutritiva.. *Pastos y Forrajes*, 43(2), pp. 90-102.
- Martínez, M., 2019. Pastoreo racional intensivo como alternativa para una ganadería. 1 marzo.
- Martínez, P., 2021. Estrategias de mejoramiento genético para aumentar la calidad nutritiva de forrajes.. *Revista de Ciencias Agrícolas*, 38(2), pp. 123-142.
- Martinez, R., 2019. Soil Nitrogen Dynamics in Response to Changing Climate and Land Use.. *Environmental Research Letters*, 14(5), p. 12.
- Mason, W., 2022. Clinical Biochemistry in Cattle: Interpretation of Common Blood Parameters.. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 38(2).

- Medina, E., 2023. Metodología para la obtención de rangos de referencia en signos vitales en ganado de carne.. *Revista de Investigación Veterinaria*, 67(2), pp. 45-59.
- Montana, 2024. *Montana*. [En línea] Available at: <https://www.corpmontana.com/m-conecta/ganaderia/relacion-entre-la-nutricion-y-el-rendimiento-reproductivo-de-las-vacas> [Último acceso: septiembre 2024].
- Moore, D., 2019. *The Physiology of Plants Under Stress*. s.l.:Academic Press.
- Mora, C., 2021. Metabolismo de carbohidratos en el rumen: Implicaciones en la salud y rendimiento del ganado. *Boletín de Sanidad Animal y Veterinaria*, 48(3), pp. 233-246.
- Morales, F. C., 2021. *economipedia*. [En línea] Available at: <https://economipedia.com/definiciones/bienes-semovientes.html> [Último acceso: 3 Noviembre 2024].
- Morales, T., 2019. *Estrategias de manejo de pastos para mejorar la calidad nutritiva*. En: *Producción y manejo de pasturas*. s.l.:Editorial Técnica.
- Mullins, S., 2022. Cálculo de la capacidad de intercambio de cationes y el porcentaje de saturación de bases. *Agrotec*, Volumen 1, p. 1.
- Muñoz, C. C. M. F., 2019. *Nutricion y alimentacion de rumiantes [en línea]*. NIA - Instituto de Investigaciones Agropecuarias., s.n.
- Muñoz, S., 2021. Efectos del cambio climático sobre la calidad de los forrajes: Desafíos y perspectivas.. *Revista Peruana de Ciencias Agrarias*, 38(2), pp. 115-130.
- Mutetwa, I. M. y. L., 2004. *Applied Animal Feed Science and Technology*. s.l.:s.n.
- Nardone, 2019. Climate change effects on livestock: Implications for the Bos indicus breeds.. *Animal*, 13(1), pp. 41-53.
- Orrala, 2020. *Journal of the Selva Andina Animal Science*.
- Ortega, M., 2019. *Fisiología vegetal y calidad forrajera*. En: *Producción y manejo de forrajes*. s.l.:Editorial Científica..
- Ortega, S., 2022. Evaluación de la biodiversidad en sistemas silvopastoriles de la región andina. *Ecología y Desarrollo*, 20(3), pp. 45-60.
- Ortiz, J., 2023. Estrategias de manejo para mitigar la alcalinización del suelo en áreas agrícolas. *ournal of Soil Management*, 10(4), pp. 245-260.
- Osorio, 2024. Importancia de la disponibilidad de alternativas forrajeras para la alimentación de ganado bovino. *Revista Politécnica*, 20(39), pp. 18-30.

- Paredes, M., 2023. Interacción entre el suelo, las plantas y los rumiantes: Un enfoque agroecológico en la ganadería.. *Gestión Ambiental*, 22(1), pp. 34-49.
- Peplow, 2023. *Parasitos en el Ecuador*. s.l.:s.n.
- Peral, E., 2020. Factores genéticos que influyen en la calidad nutritiva de especies forrajeras.. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 11(3), pp. 453-469.
- Pérez, E., 2020. *Aspectos fisiológicos de la producción de forrajes y su relación con la nutrición animal*. En: *Nutrición y Alimentación de Rumiantes*. s.l.:Editorial Agrícola.
- Pita, C., 2019. Variación estacional de enfermedades respiratorias en ganado vacuno: implicaciones para la salud pública. *Revista de Salud Animal*, 14(2), pp. 99-112.
- Prieto, P., 2020. Perfil bioquímico mineral en vacas cruzas de Cebú preñadas y vacías de un establecimiento de Caragatay (Paraguay). *Scielo*, 10(2), p. 1.
- Quinteros, B., 2021. Manejo del pastoreo y su influencia en la calidad nutritiva de los forrajes.. *Revista de Ciencias Agrícolas*, 39(1), pp. 95-110.
- Ramírez, T., 2022. Efecto de la compactación en la porosidad del suelo en sistemas agroforestales. *Revista Latinoamericana de Sostenibilidad*, 5(1), pp. 101-112.
- Reyes, M. & T. A., 2019. Evaluación de la Calidad del Suelo en Sistemas Ganaderos Sostenibles: Relación con la Producción de Forrajes. *Journal of Environmental and Animal Science*, p. 87.
- Ridaura, L., 2022. Adaptive management in livestock production systems for improved soil health and productivity. *Sustainable Agriculture Reviews*, Volumen 1, p. 54.
- Ritchie, H., 2020. Climate change and livestock production. *Our World in Data*..
- Rivas, M., 2020. Efecto de diferentes sistemas de manejo en la calidad nutritiva de pastos en sistemas de producción bovina.. *Pastos y Forrajes*, 43(4), pp. 220-230.
- Rodríguez, F., 2021. Prácticas de manejo en sistemas silvopastoriles: oportunidades y desafíos en América Latina.. *Agroforestería en las Américas*, 28(2), pp. 112-126.
- Rojas, C., 2022. Biochemical Profile and Metabolic Responses in Dairy Cows During Transition Periods. *Journal of Dairy Science*, 105(7), pp. 6410-6421.
- Rojas, S., 2021. Mecanismos de alcalinización del suelo y su impacto en los ecosistemas terrestres. *Ecología y Medio Ambiente*, 15(2), pp. 90-105.
- Rucks, L., 2019. Propiedades Físicas del Suelo. *Suelos y Aguas*, p. 2.
- Salazar, 2024. Interacción Suelo, Planta, Animal en el Contexto de Dos Sistemas Productivos Desarrollados en Ambientes Ecológicos Diferentes. *Ciencia Latina Internacional*, 8(1), p. 14.

- Salazar, M., 2022. Densidad Aparente y Propiedades Físicas del Suelo en Cultivos de Maíz. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, pp. 201-214.
- Salgado, J., 2020. Evaluación de la porosidad y su influencia en las propiedades hidráulicas del suelo.. *Ciencia y Tecnología de Suelos*, 45(3), pp. 85-95.
- Salinas, E., 2021. Porosidad del suelo: una revisión de métodos de medición y aplicaciones en el estudio de su interacción con el medio ambiente. *Ciencia del Suelo*, 39(1), pp. 23-34.
- Sánchez, J., 2021. Mecanismos de salinización y su gestión en suelos agrícolas. *Agroecología y Desarrollo Rural*, 31(1), pp. 93-108.
- Sandoval, B., 2019. El suelo: un universo invisible.. *Mantenimiento de espacios verdes*, 6(1), p. 5.
- Schneider, T., 2019. The general circulation of the atmosphere. s.l.:s.n.
- Sela, G., 2024. El pH y la acidez del suelo. *Cropaia*.
- Serrano, 2022. Resilience of Bos indicus cattle under climate variability in tropical regions.. *Climate Change and Livestock Production*, 57(2), pp. 123-136.
- Serrano, B., 2020. Textura del suelo y su relación con la estructura agrícola. *Investigaciones en Agricultura y Suelo*, 15(1), pp. 33-50.
- Shabala, S., 2020. *Plant Nutrition: Molecular Biology and Physiology*. s.l.:Wiley-Blackwell.
- Sharma, R., 2022. Nutrient Management in Agriculture: Approaches and Recommendations. *Frontiers in Plant Science*, Volumen 1, pp. 1-15.
- Silva, R., 2020. *Estrategias para mitigar el impacto del clima en la calidad nutritiva de los pastos*. En: *Nutrición animal y cambio climático*. s.l.:Editorial Universitaria.
- Smit, A., 2020. Soil-Plant-Animal Interactions: A Multi-Scale Approach. *Journal of Ecology*, p. 13.
- Soriano, M. A., 2019. *Comillas Universidad Pontifica*. [En línea] Available at: <https://repositorio.comillas.edu/xmlui/bitstream/handle/11531/27096/TFG%20Adan%20Soriano%2C%20Monica.pdf> [Último acceso: 1 Noviembre 2024].
- Sosa, I., 2021. Efecto del uso de biofertilizantes en la estructura del suelo. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 36(4), pp. 75-90.
- Soto, I., 2021. Propuesta de estandarización de rangos de referencia para parámetros bioquímicos en bovinos.. *Revista Latinoamericana de Ciencia Animal*, Volumen 9, pp. 87-96.

- Sparks, E., 2023. Capacidad de Intercambio Catiónico y su relación con la fertilidad del suelo. *Revista de Agronomía Tropical*, Volumen 1, p. 5.
- Suárez, P., 2021. Impacto de prácticas de manejo en la calidad de los forrajes: Un análisis crítico.. *Revista de Granja*, 30(6), pp. 65-80.
- Tamires, D., 2023. Genetic Diversity and Breeding Strategies in *Bos indicus*: Implications for Beef Production. *Tropical Animal Health and Production*, 55(1), pp. 225-240.
- Techna, 2019. ¿Qué criterios determinan la calidad del forraje en el ganado rumiante?. *Techna*.
- Telles, R., 2021. Edaphic and topographic characteristics associated with growth in volume of *Gmelina arborea* Roxb, in Tlatlaya, Mexico State. *scielo*, 27(1).
- Tempio, 2019. Managing pasture and livestock systems to reduce environmental impacts. *Global Environmental Change*, p. 58.
- Torres, A., 2019. *Efectos del clima en la producción forrajera. En: Manejo y conservación de pasturas*. s.l.:Editorial Agrícola.
- Torres, F. N. J. & S. M., 2023. Sistemas silvopastoriles como estrategia sostenible para la producción ganadera en América Latina. *Revista de Agroecología y Sostenibilidad*, Volumen 15, pp. 45-60.
- Trujillo, T., 2021. Avances en la selección genética y su aplicación específica a las razas de ganado *Bos indicus*.. *Advances in Genomic Selection: Implications for Bos indicus Breeding*.
- Valdés, M., 2022. Caracterización física del suelo en ecosistemas forestales.. *Revista Forestal de Investigación*, 34(1), pp. 99-110.
- Valdivia., E. D. O., 2022. *Reserva de carbono de los suelos en la cuenca manglaralto, península de santa elena*, s.l.: s.n.
- Valenzuela, E., 2021. Estudio de la relación entre textura del suelo y su capacidad de retención de agua.. *Revista Iberoamericana de Ciencia y Tecnología*, 8(3), pp. 123-138.
- Valladares, 2021. Influence of Soil Fertility and Management Practices on Pasture Quality in Tropical Regions. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 21(1), pp. 45-62.
- Varela, 2022. El impacto del pastoreo en la calidad del suelo y la salud del ganado: Un estudio en tierras de pastoreo.. *Revista de Ciencias Agrarias*, 40(2), pp. 105-116.
- Vargas, P., 2020. The Role of Soil Nitrogen in Ecosystem Services. *Soil Biology and Biochemistry*, Volumen 148, p. 9.

- Vargas, R., 2022. Mejoramiento genético en bovinos bajo condiciones tropicales: El caso de Bos indicus.. *Revista Científica de Producción Animal*, 24(3), pp. 145-158.
- Vázquez, L., 2022. La salinización del suelo en climas áridos: causas y soluciones. *Ecología y Manejo de Suelos*, 45(4), pp. 213-229.
- Velásquez, M. M., 2021. El impacto de los minerales. *INFORTAMBO ANDINA*, 1(1).
- Villanueva, J., 2023. Impacto de la compactación del suelo en propiedades físicas y producción de cultivos.. *Agroecología y Sostenibilidad*, 15(3), pp. 55-70.
- Viñoles, C., 2023. *XII Congreso Internacional Silvopastoril*. Buenos Aires, Argentina, s.n.
- Wang, P., 2022. Effects of soil compaction on physical properties and crop growth—A review.. *Agricultural Sciences*, 12(5), pp. 567-581.
- Wang, Y., 2021. Nutrient Use Efficiency in Plants: Mechanisms and Strategies. *Critical Reviews in Plant Sciences*, Volumen 2, pp. 12-45.
- Zambrano, 2019. *Siembra y producción de pasturas*. Primera ed. Quito: Editorial Universitaria Abya-Yala.
- Zamudio, A., 2023. Impacto de los cambios climáticos en la salud reproductiva de vacas Bos indicus.. *Revista de Investigación Veterinaria*, 67(2), pp. 98-110.
- Zárate, A., 2019. Ciencia del suelo: Aspectos químicos, físicos y biológicos.. *Editorial Universitaria.*, p. 1.
- Zhang, 2022. Impact of Agricultural Practices on Crop Productivity and Environmental Sustainability.. *Agronomy for Sustainable Development*, 42(2), p. 34.
- Zhang, N., 2023. Interactions Between Soil Microbes and Nutrient Cycling. *Soil Biology and Biochemistry*, Volumen 3, pp. 85-101.
- Zhang, X., 2021. Recent Advances in the Genomics of Bos Indicus: Implications for Breeding and Conservation. *Frontiers in Genetics*, Volumen 12.

## ANEXOS



**Figura 1A.** Recolecta de suelo



**Figura 2A.** Muestra para realizar el análisis del suelo



**Figura 3A.** Extracción de sangre en ganado bovino



**Figura 4A.** Muestras para el análisis bioquímico



**Figura 5A.** Recolección de pasto



**Figura 6A.** Pasto *Megathyrsus maximus* (Saboya).