



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

PROYECTO DE TITULACIÓN

Carrera de Ingeniería Agropecuaria

“Implementación de un sistema de pastoreo de alta densidad con vaconas en levante”

Zambrano Paredes, José Luis

Ing. Jorge Omar Lucero Borja Mgtr.

Santo Domingo de los Tsáchilas, 05 de marzo del 2024

Reporte de verificación de contenido



Plagiarism and AI Content Detection Report

TESIS JL 2024.pdf

Scan details

Scan time: February 26th, 2024 at 16:59 UTC Total Pages: 41 Total Words: 10200

Plagiarism Detection



Types of plagiarism		Words
Identical	2.5%	251
Minor Changes	1%	107
Paraphrased	0%	0
Omitted Words	2.8%	288

AI Content Detection



Text coverage		Words
AI text	0%	0
Human text	100%	9912

[Learn more](#)

🔍 Plagiarism Results: (12)

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA FACULTAD DE CIENCIAS AGROALIMENTARIA... **1.1%**
<https://docplayer.es/91357237-universidad-de-costa-rica-facultad-de-ciencias-agroalimentarias-escuela-de-zo...>
Iniciar la sesión ...

Pastoreo Ultra Alta Densidad,Definición, Ventajas **0.5%**
<https://infopastosyforrajjes.com/sistemas-de-pastoreo/pastoreo-ultra-alta-densidad/>
Skip to content Pastos y Forrajjes < [Información Actualizada] ...

Firma:

.....
Ing. Jorge Omar Lucero Borja

C. C. 1711853190



Departamento de Ciencias de la Vida y la Agricultura

Carrera de Ingeniería Agropecuaria

Certificación

Certifico que el trabajo de integración curricular: **“Implementación de un sistema de pastoreo de alta densidad con vaconas en levante”** fue realizado por el señor **Zambrano Paredes, José Luis**; el mismo que cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, además fue revisado y analizado en su totalidad por la herramienta de prevención y/o verificación de similitud de contenidos; razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que se lo sustente públicamente.

Santo Domingo, 05 de marzo del 2024

Firma:

.....

Ing. Jorge Omar Lucero Borja

C. C. 1711853190



Departamento de Ciencias de la Vida y la Agricultura
Carrera de Ingeniería Agropecuaria

Responsabilidad de Autoría

Yo, **Zambrano Paredes, José Luis**, con cédula de ciudadanía N°- 2350433021 declaro que el contenido, ideas y criterios del trabajo de integración curricular: **“Implementación de un sistema de pastoreo de alta densidad con vaconas en levante”** es de mi autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos, y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Santo Domingo, 05 de marzo del 2024

Zambrano Paredes José Luis

C.C.: 2350433021



Departamento de Ciencias de la Vida y la Agricultura

Carrera de Ingeniería Agropecuaria

Autorización de Publicación

Yo **Zambrano Paredes, José Luis**, con cédula de ciudadanía N°- 2350433021, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar el trabajo de integración curricular: **“Implementación de un sistema de pastoreo de alta densidad con vaconas en levante”** en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi responsabilidad.

Santo Domingo, 05 de marzo del 2024

.....
Zambrano Paredes José Luis

C.C.: 2350433021

Índice de contenido

Dedicatoria.....	I
Agradecimientos	II
Resumen	1
Abstract.....	2
Introducción y estado del arte	3
Objetivos.....	6
Objetivo general	6
Objetivos específicos.....	6
Marco teórico	8
Sistemas de pastoreo.....	8
Sistema de pastoreo de ultra alta densidad.....	8
<i>Beneficios del Sistema de pastoreo de ultra alta densidad</i>	14
<i>Ventajas del sistema de pastoreo de ultra alta densidad</i>	15
<i>Leyes del sistema de pastoreo de ultra alta densidad</i>	16
Ley del reposo.....	16
Ley de la ocupación.....	16
Ley de los rendimientos máximos.....	17
Ley del rendimiento regular	17
<i>Aspectos para considerar antes de implementar un SPUAD</i>	17
Uso eficiente del recurso forrajero	17
Consumo de alimento.....	18
Medición de la disponibilidad forrajera.....	18
Análisis forrajero.....	19
Manejo del pastoreo	20

<i>Estructura de la planta</i>	21
<i>Altura optima del pasto</i>	21
<i>Número de hojas por macollo</i>	22
<i>Producción de MS/ha</i>	23
<i>Porcentaje de materia seca</i>	24
<i>Relación hoja/tallo (RHT)</i>	25
<i>Porcentaje de tejido muerto</i>	26
Metodología	28
Ubicación del área experimental.....	28
Ubicación política.....	28
Ubicación geográfica	28
Ubicación ecológica	28
Materiales.....	29
Métodos	30
Características de la unidad experimental	30
Croquis del proyecto de investigación	31
Análisis estadístico	31
Variables evaluadas	31
Altura de la planta	31
Numero de hojas/macollo.....	32
Tasa de bocado/minuto	32
Biomasa pre - pastoreo	32
Biomasa post - pastoreo.....	32
Peso vivo.....	32
Relación hoja/tallo	32
Porcentaje de MS.....	33

Degradabilidad	33
Análisis bromatológico.....	33
Resultados.....	34
Calidad nutricional.....	34
Degradabilidad in situ (DISMS)	35
Altura de la planta	37
Número de hojas/macollo	38
Tasa de bocados.....	40
Porcentaje de MS/ha.....	42
Porcentaje de TM	44
Relación Hoja/Tallo	45
Peso vivo.....	47
Condición corporal.....	49
Implicaciones	50
Conclusiones y recomendaciones.....	52
Revisión bibliográfica	54

Índice de tablas

Tabla 1. Interpretación de análisis foliar en pastos dedicados a la ganadería.....	20
Tabla 2. Altura del pasto para entrada y salida de los animales.	22
Tabla 3. Información nutricional y rendimiento para las principales especies de pastos.	24
Tabla 4. Porcentaje de MS de acuerdo con el proceso sometido.	25
Tabla 5. Materiales utilizados en el proyecto de investigación.	29
Tabla 6. Análisis de la calidad nutricional del pasto <i>Brachiaria brizantha</i>	34
Tabla 7. Relación de la degradabilidad ruminal del pasto <i>Brachiaria brizantha</i> con el tiempo de degradación.	35

Índice de figuras

Figura 1. Estructura de una gramínea	21
Figura 2. Ubicación geográfica del sitio del proyecto de investigación.	29
Figura 3. Croquis del proyecto de investigación	31
Figura 4. Relación de la altura de la pastura con el potrero de acuerdo al pastoreo.....	37
Figura 5. Relación del número de hojas/macollos de acuerdo con el pastoreo.....	38
Figura 6. Relación de la tasa de bocados/minuto en relación con el pastoreo.....	40
Figura 7. Relación de la producción de materia seca de acuerdo con el pastoreo.	42
Figura 8. Relación del porcentaje de tejido muerto de acuerdo con el pastoreo.	44
Figura 9. Relación del porcentaje de la relación hoja/tallo de acuerdo con el pastoreo	45
Figura 10. Relación del peso vivo de las vaconas de acuerdo con los días de evaluación.....	47
Figura 11. Relación de la condición corporal de las vaconas en relación con los días de evaluación.....	49

Dedicatoria

*Dedico este trabajo de tesis a mi amado **Dios** el cual ha sido fuente de inspiración y guía en cada paso de mi vida. En ti encontré la fortaleza y la sabiduría para superar los desafíos y alcanzar mis metas.*

*A mi mamá **Laura Paredes.**, por ser mi fortaleza, por su lucha incansable por darme siempre lo mejor, por ser mi luz, mi motor, mi fuente de vida y por sobre todo la mejor mamá en mi mundo.*

*A mi abuelita **María Gordillo (+).**, de la cual recibí un amor infinito e incondicional desde que llegué a este mundo, Te Amo abuelita y te amaré por siempre.*

*A mis mejores amigas **Jooseph Quintero** y **María Virginia Quintero.**, por brindarme la amistad más sincera de toda mi vida, la cual nunca olvido y tengo presente. También a su mamá **Liria López.**, por ser parte fundamental en mi vida, formación personal y profesional.*

*A mi preciosa **Aileen Rodríguez.**, por llegar a mi vida y darle color, además de darme esos momentos mágicos que he vivido desde su llegada.*

*Por último, pero no menos importante, a mi hijo perruno **Miles Hollingsworth.**, por hacerme compañía a cada momento, por darme ese amor sincero que, aunque no pueda decírmelo, me lo demuestra cada día de su vida.*

Con Amor

José Luis

Agradecimientos

*Como no tener una inmensa gratitud a mi **Dios** por nunca dejarme solo en mis momentos más tristes, fue el quien me proveía de fuerza y valor para poder culminar mi etapa y mi más grande sueño. Te agradezco por las bendiciones que has derramado en mi camino y por ser mi faro en la oscuridad. Que este trabajo refleje mi gratitud y mi fe en Ti.*

*A mi invaluable mamá **Laura Paredes.**, por ser mi guía en todo este caminar de vida, por luchar a capa y espada junto a mí, por darme ánimo, valor, por hacer de mi un ser humano bondadoso y altruista. Por siempre ayudarme y nunca juzgarme, sobre todo por darme la vida.*

*A mis amigos que me dio el IASA II... **Anthony C., Sophix C., Norbey M., Tatiana O., Doménica F., Erik H., Adriana C., Luis R., Cristina Ñ., Betty B., Digna Z., Wendy T., Karellys U., Gabi D., Carol P., Nathaly A., Gissel T., Johanna S., Ana Karen S.**, por brindarme una amistad fiel y sincera, además de darme momentos tan bonitos que llevo por siempre en mi corazón. También quiero expresar un agradecimiento especial a **Alexander L.**, por su apoyo invaluable el cual fue fundamental para el éxito de mi carrera, gracias por tu contribución inestimable y cariño, significaste el mundo entero para mí ❤️.*

*Quiero darle las gracias a mi amiga **Anitta Sosa.**, con quien he convertido cada alto, cada bajo, cada fracaso y cada éxito juntos, quien ha sido incondicional conmigo estos 6 años de vida universitaria, además, hemos vivido y compartido momentos memorables que quedarán impregnados en mi mente y alma.*

*Al Team baby conformado por mis queridos **Ariel Valarezo y Noelia Paredes.**, gracias por acompañarme y montarse en cada aventura conmigo, que cada viaje marque una huella imborrable en nuestra memoria y nos cure de a poquito el alma. ¡Los Quiero!*

*A los Sres. **Liria López y Ángel López (+)** por darme ánimos, por el cariño y el amor que me brindaron desde el día que me conocieron, gracias por darme ese calor de hogar, por ser tan especiales, por hacerme parte de su familia y sobre todo gracias por darme las mejores amigas que he tenido en toda mi vida.*

*A mi querida **Escuela Politécnica del Ejército ESPE** y la Carrera de **Ingeniería en Ciencias Agropecuarias** por darme la oportunidad de forjarme académicamente en sus aulas, con docentes excepcionalmente maravillosos de mente, alma y espíritu.*

*A mis docentes que hicieron de mi un gran profesional con valor y carácter, en especial a los Dres. **Fabian Villavicencio., Fernando Hurtado.**, a mi querido Director de Carrera del*

*IASA II Ing. **Xavier Desiderio.**, por brindarme su bonita amistad, por ser excelentes docentes y seres humanos. Al Ing. **Javier Romero** por ser un docente multifacético, de calidad, además de ser también un ser humano increíble. Al Dr. **Félix Valdivieso.**, por su enseñanza en el mundo de la reproducción animal, la cual ha sido parte muy importante en mi formación académica.*

*A la Ing. **Gissella Ponce** por su excelente predisposición y ayuda constante durante esta investigación en el laboratorio de Biología Celular, su colaboración ha hecho una gran diferencia y es muy apreciada.*

*Quiero expresar mi profundo agradecimiento al Ing. **Jorge Lucero** por su dedicación y orientación invaluable a lo largo de todo el proceso de elaboración de esta tesis. Sus conocimientos, paciencia y apoyo constante han sido esenciales para llevar a cabo este proyecto de investigación. Gracias por compartir su experiencia y sabiduría, por inspirarme a superar desafíos y por ayudarme a crecer como estudiante e investigador. Este logro no habría sido posible sin su guía experta. ¡Gracias, Ing. Jorge, por su inestimable contribución a mi educación y desarrollo académico!"*

Con Amor

José Luis

Resumen

La investigación se centró en el impacto del pastoreo de alta densidad en la calidad de las pasturas, abordando aspectos como el periodo de ocupación, la recuperación de las pasturas y el comportamiento animal. Se llevó a cabo en la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, dividiendo un área total de 11,157 m² en nueve potreros, se asignó 45 m²/animal/día en tres asignaciones de 2 horas cada uno. Durante los 42 días de estudio, se realizaron tres evaluaciones de 14 días cada una. Se observó una disminución en la altura y el número de hojas de las pasturas, así como un aumento en la tasa de bocados a medida que la producción de materia seca disminuía. La relación hoja/tallo también varió significativamente. Se registró una ganancia diaria de peso de 0.145 kg/animal/día y una condición corporal estable. En conclusión, el pastoreo de alta densidad impacta positivamente en la productividad de las pasturas, crucial para la producción animal.

Palabras claves: SPUAD, tasa de bocados, *Brachiaria brizantha*, materia seca, pastoreo.

Abstract

The research focused on the impact of high-density grazing on pasture quality, addressing aspects such as the occupation period, pasture recovery and animal behavior. It was carried out at the ESPE Armed Forces University, dividing a total area of 11,157 m² into nine pastures, 45 m²/animal/day was assigned in three assignments of 2 hours each. During the 42 days of the study, three evaluations of 14 days each were carried out. A decrease in pasture height and leaf number was observed, as well as an increase in biting rate as dry matter production decreased. The leaf/stem ratio also varied significantly. A daily weight gain of 0.145 kg/animal/day and a stable body condition were recorded. In conclusion, high-density grazing positively impacts pasture productivity, crucial for animal production.

Keywords: SPUAD, bite rate, *Brachiaria brizantha*, dry matter, grazing.

Introducción y estado del arte

De acuerdo con la FAO en su Anuario de Producción, la producción mundial ganadera calcula que existen alrededor de 1500,9 millones de unidades ganaderas (UG). Cabe mencionar que el número de animales en explotación de cada región y país depende de los diferentes patrones económicos, el nivel de empleo que se destina a la tierra y a la cantidad de alimento que se destina a los animales en producción, así también, a las condiciones de adquisición de cada país y/o región en los mercados internacionales (Romagosa Vilá, 1982).

La actividad ganadera está considerada como una línea de suma importancia para el desarrollo rural. A menudo se cuestiona dicha actividad, ya que es generadora de aspectos ambientales negativos (Montoya Quintero, 2019). Esto debido a que en los últimos años se han notado los estragos que el cambio climático ha provocado, tales como alteraciones en el ciclo del agua, fenómenos meteorológicos extremos y el cambio en la composición de los ecosistemas, sin tomar en cuenta el aumento de las temperaturas que causan las sequías, estos factores tienen impacto en la producción de la tierra debido a la sobreexplotación de los recursos naturales que afectan a la ganadería, dicha actividad, a su vez tiene que ver con el cambio climático por la masiva producción de Dióxido de Carbono (CO₂) al año, causando además el deterioro y erosión del suelo, haciendo que su calidad disminuya y por ende la producción forrajera (Pacheco Hernández, González Arellano, Solís Olguín, Campos Martínez, & Domínguez Velázquez, 2023).

A lo largo de los años, la producción agropecuaria ha incrementado la búsqueda de alternativas para aumentar la eficiencia en el uso de los diferentes recursos de las fincas, logrando así, una sostenibilidad social, técnica y económica (Arronis & Morales, 2021).

(Pacheco Hernández, González Arellano, Solís Olguín, Campos Martínez, & Domínguez Velázquez, 2023) mencionan que la ganadería regenerativa es un modelo sostenible, el cual tiene como objetivo vigorizar la salud del suelo mediante la imitación del pastoreo salvaje que

ejecutan los animales obligándolos a pastorear al ras, disminuyendo la calidad del alimento consumido, pero en cantidad aumenta por competencia. Según (Montoya Quintero, 2019) el pastoreo se hace en manada y en constante movimiento, así el impacto animal que se genera por la alta densidad de animales alternado con los periodos de recuperación mayor permite que los microorganismos y las plantas se recuperen de manera adecuada, aumentando la actividad biológica y mejorando los ciclos del ecosistema.

El pastoreo en altas densidades considera diferentes variables como el tiempo de recuperación de las pasturas, el comportamiento animal y la densidad de estos, además tiene como ventajas la poca mano de obra y el bajo costo.

Estado del arte

En el trópico, los sistemas de producción de alta densidad dependen en gran medida de los recursos forrajeros derivados de especies nativas o introducidas, empleados bajo un sistema de pastoreo. El manejo inadecuado de estas praderas respecto a las divisiones, rotación, fertilización, control de malezas, carga animal y otros aspectos afectan la calidad del alimento.

Con el fin de proponer alternativas para un manejo ganadero que permita máximo rendimiento sustentable por hectárea y bajo impacto ambiental se plantea el modelo de ganadería regenerativa en sistema de (PUAD). La ganadería regenerativa o manejo holístico permite minimizar el uso de insumos y optimizar los recursos naturales desde la óptica ecológica (FIRA, 1996). Se requiere modelos de pastoreo que permitan recuperación de suelos degradados y renovación de ecosistemas de manera que constituye el reverso de la desertificación permitiendo aumento de cobertura del suelo disminución de erosión, aumento de la productividad y de la producción forrajera.

La ganadería regenerativa es una práctica holística, amigable con el medio ambiente, relativamente nueva y como su nombre lo dice, la intención es regenerar ese suelo que ha sido pastoreado de manera inadecuada por tantos años por desconocimiento del ganadero de establecer un manejo apropiado, esta práctica trae consigo múltiples beneficios, por ejemplo, ayuda a tener una producción más limpia, promueve un pastoreo adecuado con el fin de descompactar el suelo, el total aprovechamiento de la oferta forrajera, controlar las "malezas" sin agroquímicos, disminuir costos de inversión en insumos agrícolas y medicamentos, aumento de la capacidad de carga, mayor tiempo de recuperación y mejoramiento de la biomasa vegetal.

Todo esto, traducido en un mayor aprovechamiento del suelo e incremento de la productividad y rentabilidad ganadera (Pacheco Hernández, González Arellano, Solís Olgún, Campos Martínez, & Domínguez Velázquez, 2023).

Objetivos

Objetivo general

Evaluar la aplicación de un sistema de pastoreo de alta densidad con vaconas en levante con cerca eléctrica móvil para mejorar el aprovechamiento de las pasturas.

Objetivos específicos

Definir el lugar de estudio realizando un diagnóstico de la producción y manejo para la planificación del sistema de pastoreo.

Evaluar el sistema de pastoreo de ultra alta densidad con cerca eléctrica móvil tomando datos productivos de manera continua para verificar sus efectos en parámetros de pastoreo y zootécnicos.

Realizar la recopilación y análisis de datos obtenidos en campo con sus respectivas conclusiones y recomendaciones.

Hipótesis

H0: Bajo las condiciones de manejo que se llevan a cabo en una unidad productiva específica, el sistema de pastoreo de ultra alta densidad con cerca eléctrica móvil no mejora los parámetros zootécnicos ni de la pastura.

Ha: Bajo las condiciones de manejo que se llevan a cabo en una unidad productiva específica, el sistema de pastoreo de ultra alta densidad con cerca eléctrica móvil si mejora los parámetros zootécnicos y de la pastura.

Marco teórico

Sistemas de pastoreo

Los sistemas de pastoreo son alternativas que se emplean para el uso de las pasturas por los bovinos. Tienen como objetivo lograr mantener una alta producción forrajera de excelente calidad durante el mayor tiempo posible. Además de mantener el balance idóneo entre las especies (leguminosas y gramíneas) como también la obtención de una eficiente utilización de forraje producido para así lograr una ganadería rentable (Del Grecco, 2020).

Sin embargo, en todos los sistemas de pastoreo que se emplean, el bovino, en mayor o menor magnitud, actúa de manera negativa sobre la pastura, debido a diferentes razones, tales como:

En el suelo, ocasiona compactación y una disminución en la aireación e infiltración de este. Estos factores están estrechamente relacionados con el periodo de ocupación del potrero, la carga animal y los días de rebrote.

Existe un desperdicio en el forraje por acción del pisoteo, las heces y orina del animal, además lesiones mecánicas en el forraje.

Entre especies forrajeras existe una alteración del balance natural debido a la susceptibilidad de estas a la defoliación y pisoteo.

Sistema de pastoreo de ultra alta densidad

El SPUAD el método más reciente y fue desarrollado en Sudáfrica por Johann Zietsman, el cual creo este sistema como una alternativa para el estímulo de voracidad por competencia y por lo consiguiente un mayor consumo forrajero. Este tipo de pastoreo permite el manejo de alta carga animal, con el objetivo de aprovechamiento de los forrajes y así realizar cambios frecuentes en los potreros, buscando así que los animales consuman más alimento por competencia.

Se conoce dependiendo de las diferentes zonas rurales, esta técnica puede ser llamada de otras maneras, por ejemplo:

Pastoreo Intensivo no selectivo PINS.

Pastoreo Total.

Pastoreo de Ultra Alta densidad.

Pastoreo No Selectivo.

El SPUAD se halla generalmente asociado a condiciones intensivas de explotación, que puede llegar a tener alto número de subdivisiones, en cuyo caso correspondería a los llamados pastoreos de “alta densidad” o pastoreos de “corta duración”, porque las menores áreas de cada subdivisión determinan la alta densidad de animales por unidad de área, con tiempos cortos de ocupación de cada subdivisión, así como altas cargas instantáneas; que se definen como el número de Unidades de Ganado Mayor (UGM) por hectárea en un día (UGM/ha/d).

Según el biólogo Allan Zabory, el pastoreo se hace en manada y en constante migración imitando la naturaleza, así el impacto animal que puede ser generado por la alta densidad de animales alternado con altos periodos de recuperación permite que plantas y microorganismos del suelo se recuperen aumentando la actividad biológica mejorando los ciclos del ecosistema.

Entre las ventajas del (PUAD) es el aumentar la eficiencia de utilización de los forrajes, evitar dejar forraje viejo para la próxima rotación, rotaciones más largas, permitiendo a la planta expresar su potencial, uniformidad de distribución de las excretas (fertilizante), mejor aireación del suelo, mejor reciclaje de nutrientes, y aumenta la cantidad de microorganismos del suelo.

La ganadería ecológica desarrolla sistemas productivos amigables con el medio ambiente y los animales, mediante el uso sustentable de los recursos naturales el bienestar animal.

(Jiménez, 2022) “Dependiendo de los aforos y de la cantidad de alimento que se tenga dentro de la pradera se puede manejar una gran cantidad de animales dentro de la pradera, si se tiene poco forraje se aplica las mismas dimensiones, pero los cambios serian en menos tiempo, así podemos suplir la deficiencia de alimentos dentro de la pradera no con áreas más grandes si no con cambios más frecuentes.

Con el PUAD se busca el efecto manada que se ha estado trabajando en África donde los animales andan juntos y se están moviendo constantemente buscando nuevas pasturas, se trata de hacer lo mismo que se implementa en la manada en África las mueven los depredadores, con el PUAD con la ayuda de cercos eléctricos, el pastor se ayuda para ir dirigiendo el rebaño hace esa labor de depredador así se va imitando el efecto de manada de África, que ellos se estén moviendo frecuentemente ya que siempre están en lotes, se requiere de un pastor dependiendo de la cantidad de animales, el cual estará realizando los cambios pertinentes en el transcurso del día.

“Por la parte de su excremento y orina nos ayuda a regenerar el suelo, por ejemplo, si tenemos 10 metros cuadrados por animal tendríamos en una hectárea 100 animales, si cada animal adulto está defecando entre 20 y 25 kilogramos al día entonces tendríamos en esa área más o menos 2000 kg de estiércol que nos sirve de abono para ese terreno igual sumándole la orina ya que un animal adulto puede orinar de 10 a 15 litros al día.

También si tenemos 100 animales en esa hectárea tenemos una gran cantidad de orina, y así no se requiere agentes externos de una bio fábrica, ya que se están abonando solos los lotes con sus excretas de los animales, se está aprovechando todo. Jiménez (2022).La materia orgánica adicionada al suelo en grandes proporciones puede mitigar, inclusive detener las

consecuencias generadas por los gases de efecto invernadero, siendo el suelo un factor sumamente importante para el clima del planeta, el suelo después de los océanos es el segundo sumidero más grande de carbono, en esta retención de dióxido de carbono se consume gran parte de la materia orgánica disponible en el suelo, siendo así el carbono orgánico que se refiere a la materia orgánica disponible en el suelo constituye aproximadamente 2 tercios del carbono fijado en los ecosistemas Burbano-Orjuela (2018).

Otras razones importantes de realizar estos cambios sería la parte del pisoteo en el suelo que al tener los animales en poco tiempo realizan ese masajeo al suelo, rompen el suelo y es ahí donde nos permite ingresar todos esos nutrientes al suelo, es importante la materia orgánica en el suelo y darle vida no solo superficialmente ya que también tiene vida internamente en la cual existen microorganismos, hongos, levaduras, bacterias, insectos, todo esto interactúa en esa incorporación de nutrientes en el suelo.

Una de las afecciones que nos da tanto la agricultura como la ganadería es la compactación del suelo pero realizando el PUAD al realizar estos cambios se busca la agregación de las partículas del suelo, al romper este suelo hacemos que el suelo vuelva a tener la capacidad de retener agua, que pueda ser como una esponja es lo que se busca donde es sólido pero si tiene huecos donde absorber los nutrientes el agua, los microorganismos, los insectos que también es parte importante de este proceso, por ejemplo los escarabajos, los ciempiés, las lombrices, todos estos insectos que nos ayudan en este ecosistema para que aumente esta fertilidad del suelo.

Por ejemplo, el uso excesivo de Ivermectina, su residualidad en las heces del ganado genera un desequilibrio en la descomposición natural de esas heces de las cuales se obtiene el abono para el suelo y el crecimiento del forraje para el ganado. Su protagonista, el escarabajo quien realiza este importante proceso de descomposición y transformación, alterándose con el uso de ivermectina su capacidad locomotora y sensorial del mismo, interrumpiendo la simbiosis

entre la materia fecal, la planta y el suelo, la pérdida de los nutrientes además de los microorganismos e insectos que en el suelo habitan e interactúan, presentan un desequilibrio ambiental enorme Molina & Lozano (2016).

De allí la importancia de tener un suelo fértil, un suelo sano que a partir de su conservación y un adecuado manejo garantizará el alimento a corto, mediano y largo plazo para los animales y la humanidad. Se estima que el 95% de los alimentos que se producen directa o indirectamente provienen de nuestro suelo FAO (2015).

Vale la pena recordar la gran diversidad de microorganismos y otros seres de mayor tamaño que habitan en el suelo y el papel tan importante que ejercen todos ellos como lo es transformar la materia en descomposición, transformándola en nutrientes para las plantas, control de enfermedades, mejorando la estructura del suelo logrando una mejor retención de agua y nutrientes, además un suelo sano que garantiza la producción del alimento mitigando a su vez el cambio climático al mantener o aumentar el contenido de carbono FAO (2015).

Podemos nombrar las actividades en las que intervienen los microorganismos y así poder destacar la importancia de su presencia en el suelo:

Estabiliza la estructura del suelo, especialmente los hongos a través de sus micelios.

Aporte de materia orgánica a través de su transformación de insoluble a soluble.

Fijación de Nitrógeno.

Control y equilibrio de poblaciones microbianas.

Participación en algunos ciclos como por ejemplo en los del C, P, N y S.

Los macroorganismos en el suelo son según Torres & Figueroa (2013) realizan la translocación, transformación, trituración y adecuación de la materia orgánica para

facilitarle el trabajo a los microorganismos, quienes recibirán esta materia orgánica para que continúen de manera más rápida el proceso de mineralización y humificación, por ese podremos nombrar las actividades en las que intervienen los macroorganismos:•Aporte de gran cantidad de biomasa, contribuyendo al aporte de materia orgánica al suelo.

Gracias a su desplazamiento permiten al suelo una mejor agregación, aireación e infiltración.

Transporte de materiales de la superficie al interior y viceversa.

Control del crecimiento poblacional de otros organismos indeseados.

Aumento de disposición de nutrientes al suelo.

En las épocas de verano donde se incrementa el calor o temporadas de ceca. Se realiza más rápido el cambio de los animales para evitar que los animales acaben por completo de raíz la pastura se tiene que realizar mucha observación dependiendo de cómo lo requiera un día puede realizar 6 cambios al día otros 8 cambios, otros 12 cambios al día dependiendo como el productor valla observando la calidad y cantidad del pasto. Este tipo de pastoreo es recomendado en zonas tanto zonas inundadas o encharcadas como en zonas con laderas dependiendo de la especie que se vayan a trabajar, se buscan animales que se adapten a la región. Los productores que ya han implementado el PUAD ya han visto cambios en sus praderas, de cambiar el pastoreo tradicional donde se realizaba la quema y la deforestación de árboles aplicación de fertilizantes comerciales, plaguicidas. Comenzaron a concientizar esa parte de recuperación del suelo a realizar las cosas distintas donde se vio un gran cambio.

Se buscan praderas donde haya variedad de especies de la misma área. Se busca tener un equilibrio entre arvenses y leguminosa, arbustos pastos forrajeros. Jiménez (2022).

Las cuales todas tienen un papel importante en las praderas, Los animales son muy selectivos y con el PUAD van adquiriendo la capacidad a no desperdiciar el forraje, ya que al

estar juntos los animales ellos empiezan a desarrollar esa voracidad saben que si no comen lo que está ahí viene el vecino y se lo come ellos pierden ese proceso de selectividad y se resume en ganancia de peso, eso funciona tanto en vacas lecheras como en doble propósito, se busca que nos deje la mayor rentabilidad, se bajan los insumos y se buscan animales que se adapten al pastoreo y menos insumo químicos para que tu producción sea más rentable para el productor. En cuestión del agua se realizan corredores que les permite regresar en donde se encuentra el depósito de agua.

Los animales se adaptan a las condiciones del productor, se les puede ayudar con una suplementación la cual contienen proteínas que ayuda a degradar toda la fibra consumida y que se encuentra en el rumen la suplantación les ayuda para que esa proteína llegue al rumen. El rumen es una cámara fermentadora donde se encuentra un gran nivel de bacterias para poder degradar toda esta fibra del forraje que consumen y esta es la habilidad del bovino en sus cuatro estómagos es un proceso de rumen se necesita que esa proteína esa suplementación llegue a ese rumen para que aumente esa cantidad de bacterias y levaduras que se encuentran dentro del rumen para que puedan degradar con mayor facilidad esa fibra.

Beneficios del Sistema de pastoreo de ultra alta densidad

Los beneficios de implementar un sistema de pastoreo en altas densidades son mejorar los ciclos vitales y biológicos, aumenta la eficiencia de los forrajes, mayor nutrición al animal en pastoreo disminuyendo los gastos de complementos nutricionales como los concentrados balanceados, se eliminan los ciclos de algunos parásitos, los suelos se fertilizan de forma equitativa con la saliva, deyecciones y orina. Por último, provee al pasto el tiempo requerido para que sea consumido en su punto óptimo.

Para desarrollar este sistema los cálculos se basan en la unificación de cabezas en la totalidad del potrero de pastoreo, cada animal consume alrededor de 50 kg/pasto/día aproximadamente (Díaz Maldonado, 2020), por ende el tamaño del potrero que se instala con

la cerca eléctrica móvil por corto tiempo tiene que cumplir con este requisito, para que esto se lleve a cabo es necesario dividir el potrero en cuadrantes de manera que indique la cantidad de espacio que será utilizado en un día para así subdividir de acuerdo a la necesidad del animal e ir realizando los movimientos que corresponden dependiendo la carga animal y el tiempo de permanencia en los cuadrantes.

Según menciona (Díaz Maldonado, 2020) para establecer un SPUAD en algún sistema de producción ganadera la cantidad mínima de cambios que se realizan de la cerca eléctrica móvil son 4 al día. Estos cambios van a depender de la voracidad que tienen los animales al momento del pastoreo, por esto es indispensable que en las horas frescas de la mañana y tarde se proporcione un mayor espacio para que haya un aprovechamiento eficaz del potrero ya que cuando existe altas temperaturas el animal deja de consumir pasto sobre todo en animales que no están adaptados al medio.

Ventajas del sistema de pastoreo de ultra alta densidad

Bajo un pastoreo no selectivo, mismo que se obtiene con una carga animal alta para periodos cortos de tiempo, los animales suelen cambiar de hábito alimenticio en cuanto a pastoreo, al pasar de un pastoreo selectivo a un pastoreo por competencia, debido a la mínima área proporcionada por animal para alimentarse, por lo tanto aproximadamente un 80% de las malezas se convierten en parte de su alimentación, el 20% que resta se le realiza un manejo cultural, así mismo, con las altas cargas la dinámica de recuperación de las condiciones del suelo y la pradera se aceleran significativamente, es de gran importancia promover la regeneración natural de los pastos, árboles, arbustos y leguminosas para que los tallos, hojas y frutos sean consumidos por el animal logrando así enriquecer la dieta y el desempeño de este (Martínez Viroliá, 2020).

Con este pastoreo no selectivo se logra aumentar la carga animal y disminuir los costos. Los cuales son pilares claves para el aumento de la rentabilidad.

Existen otras ventajas entorno al SPUAD:

Se incrementa la eficiencia en la utilización de los forrajes.

En una próxima utilización del potrero no se deja forraje viejo y se obtendrá un alto valor nutritivo en cuanto al forraje.

Gracias a las rotaciones mucho más largas el pasto puede expresar todo su potencial y así brindar calidad.

A nivel de suelo se genera un mayor ciclaje de nutrientes y una mejor aireación.

Se observa una mejora en el ciclo del etileno permitiendo así que la cantidad de microorganismos se eleve, así como también la materia orgánica.

La calidad y cantidad del pasto aumenta gracias a la competencia donde el animal es utilizado de manera eficaz con el fin de lograr una mayor producción forrajera al año logrando una mayor utilidad por hectárea.

Leyes del sistema de pastoreo de ultra alta densidad

En el pastoreo de ultra alta densidad se basa en diferentes leyes para la recuperación del suelo (Pacheco Hernández, González Arellano, Solís Olguín, Campos Martínez, & Domínguez Velázquez, 2023).

Ley del reposo. Para que el pasto cortado sea consumido por el animal es necesario que haya transcurrido el tiempo suficiente el cual permite al pasto almacenar de las reservas necesarias en sus raíces para iniciar un rebrote vigoroso.

Ley de la ocupación. El tiempo de ocupación de un potrero debe ser corto para que un pasto que fue cortado por el diente del animal en el primer día no sea cortado nuevamente antes de dejar el potrero.

Ley de los rendimientos máximos. Es de gran importancia ayudar a los animales con exigencias alimenticias elevadas, para así lograr una mayor cantidad de pasto en la cosecha y por ende sea de mayor calidad. Es importante que el ganadero decida donde pastorean los animales debido a que sabe dónde está el mejor forraje teniendo en cuenta que cada potrero es diferente y no se recuperara al mismo tiempo.

Ley del rendimiento regular. Para que el animal pueda dar rendimientos regulares es importante que la permanencia en un mismo potrero no sea mayor a tres días. Los rendimientos serán máximos, si el animal no permanece en el potrero más de un día. Es entendible que el rendimiento en leche y en ganancia de peso disminuirá de acuerdo con los días que pasen pastoreando en un mismo potrero. Para obtener un rendimiento mayor, estas leyes deben ser implementadas en cualquier tipo de producción ganadera.

Aspectos para considerar antes de implementar un SPUAD

El animal debe consumir las hojas del pasto y dejar al menos 15 centímetros de la planta, en algunas especies forrajeras esta altura no debe ser inferior. Esto permite a la planta tener reservas en su interior para poder realizar la fotosíntesis y así recuperarse adecuadamente, caso contrario de no acumular reservas la planta se enfrenta a mayor estrés lo que en consecuencia tarda mucho en recuperarse (Martinez Virolia, 2020).

Antes que los animales ingresen a consumir el pasto se debe realizar un aforo el cual permite medir la materia verde existente y así llevar un registro, cuando los animales regresen nuevamente al mismo potrero se debe realizar una nueva medición, determinando si la materia verde se está terminando y poder realizar correcciones necesarias para evitar el deterioro del pasto.

Uso eficiente del recurso forrajero. Las industrias ganaderas tropicales deben basar su dieta en el uso intensivo de 4 444 especies de pastos y forrajes disponibles, ya que estos

pueden producir de manera rentable una porción importante de los nutrientes que necesitan los rebaños de ganado.

Para que los pastos contribuyan significativamente a la economía del hato, los productores deben conocer las condiciones fisiológicas del pasto para el mayor rendimiento y la mejor calidad de la cosecha, además de las ventajas y limitaciones para suplir las necesidades nutricionales de los animales (Arguedas Sánchez, 2014).

Consumo de alimento. La producción ganadera en cuanto a pastoreo va a depender de la calidad y cantidad del pasto producido, la capacidad que tiene el animal en consumirlo para así utilizarlo de manera eficiente, además del ganadero sobre el conocimiento en manejo de los recursos que están a su disposición.

La ingesta diaria de materia seca se puede analizar como el producto de tres variables: el pasto que se consume en un bocado durante el pastoreo, el tiempo destinado al pastoreo y la tasa de consumo del animal. Así también, se debe considerar el gasto de energía de los animales, puesto a que existe una tasa de bocado alta en el pastoreo, lo que significa un mayor costo energético cuyo factor es de gran incidencia en el mantenimiento del animal en el pastoreo, puesto a que es una actividad que los animales realizan por varias horas al día (7 – 10 horas/día) (Jimenez Huerta & Yáñez Palacios, 2023).

Medición de la disponibilidad forrajera. La disponibilidad forrajera es la cantidad pasturas que existe en una hectárea en su momento. Va a variar de acuerdo con el tipo de pasto, la estación del año, fertilidad del suelo, condiciones edafoclimáticas, la carga animal y los manejos anteriores (Arguedas Sánchez, 2014).

Según (Fernández , 2004) menciona que la medición de la disponibilidad forrajera es un método que ayuda a la predicción del consumo del pasto y calcular la eficiencia de cosecha, lo que permite la toma de decisiones, el tamaño y la distribución de los potreros. (Barrera, León

Velarde, Grijalva, & Chamorro, 2004) mencionan la gran importancia de conocer los periodos de excedente y escasez forrajera permitiendo así el diseño y planificación del pastoreo.

Existen algunos métodos que se utilizan para determinar la disponibilidad de forraje en el pasto; entre ellos destaca el método de doble muestreo y rendimiento de peso seco por medio del método Botanal, el cual no es destructivo y se fundamenta en la observación y aplicación de estadística para estimar la cantidad de forraje existente por medio de una ecuación de regresión (Lobo Di Palma & Díaz Sánchez, 2001).

El control de la disponibilidad forrajera es de gran importancia, debido a que permite proveer a los animales mayor cantidad de forraje de alta calidad, promueve un consumo mayor y permite al animal la selectividad, lo cual ayuda a un mejor contenido de energía, proteína y fibra en la dieta total, lo cual influye en una mayor producción de sólidos totales (Arguedas Sánchez, 2014).

Análisis forrajero. Se enfoca principalmente en la nutrición de la pastura, un análisis foliar determinará el contenido de nutrientes disponibles en la hoja, peciolo, flor, fruto o savia. La parte muestreada debe mostrar el estado fisiológico y nutricional de la planta, de manera que se pueda comparar los resultados del análisis con los niveles críticos conocidos para así poder determinar el estado en el que se encuentra la planta, como el nivel de deficiencia, toxicidad o nivel acorde a cada nutriente.

Tabla 1.

Interpretación de análisis foliar en pastos dedicados a la ganadería.

Elemento	Deficiencia	Nivel crítico	Óptimo	Tóxico
Nitrógeno (N) %	<1,12	1,76	>1,76	---
Fósforo (P) %	<0,26	0,31	0,31-0,60	>1,0
Potasio (K) %	<0,80	0,80	0,80-2,00	>3,0
Calcio (Ca) %	<0,37	0,43	0,43-0,80	>2,0
Magnesio (Mg) %	<0,16	0,2	0,20-0,40	>0,5
Hierro (Fe) mg/kg	<50	50	50-100	>1000
Cobre (Cu) mg/kg	<10	10	10,0-20,0	>80
Zinc (Zn) mg/kg	<40	40	40-100	>500
Otros				
Proteína Cruda %	<7,0	11	>11,0	----
Sodio (Na) %	<0,1	0,18	0,18-1,00	>2,0
Cloruro de sodio (NaCl) %	<0,25	0,46	0,46-2,55	>5,0
Cobalto (Co) mg/kg	<0,10	0,1	0,10-1,00	>10
Yodo (I) mg/kg	<0,25	0,5	0,50-2,00	>50
Selenio (Se) mg/kg	<0,10	0,2	0,20-1,0	>5

Nota. Análisis foliar de macro y microelementos de los pastos que se utilizan en la ganadería del Ecuador. Fuente: (Arguedas Sánchez, 2014).

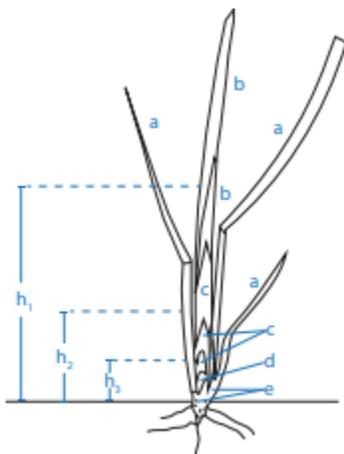
Manejo del pastoreo

Para realizar un manejo adecuado del pasto hay que tener en cuenta el concepto de intensidad de pastoreo, el cual hace referencia al grado de defoliación que le hace el animal a la planta. Esto debido a que, de acuerdo con la altura del remanente, se afectara la estructura del pasto como también el crecimiento después de ser consumido por parte de los animales (Rojas Córtes, 2019).

Estructura de la planta

Figura 1.

Estructura de una gramínea.



- a. Hojas expandidas y activadas para realizar fotosíntesis.
- b. Hojas emergiendo
- c. Hojas que aún no emergen
- d. Yemas auxiliares
- e. Meristema apical
- f. Diferentes alturas de corte

Nota. Partes que conforman la estructura de una gramínea destinada a sistemas de pastoreo.

Fuente: (Rojas Córtes, 2019)

El dosel y su estructura hacen referencia a la distribución de las orientaciones aéreas, posiciones y formas de varios de los órganos de la planta, tales como hojas, tallo, flores y frutos. La estructura del dosel forrajero juega un papel fundamental en todos los procesos fisiológicos de la planta para describir la interacción existente entre la vegetación y el ambiente (Rojas Córtes, 2019).

Altura óptima del pasto

Según (García, 2018) menciona que debido a que los bovinos no tienen dientes superiores, no se aconseja que coman pasturas cuya altura sea menor a 20 cm de altura, como se acostumbra en muchas explotaciones ganaderas.

Es de gran importancia que la altura del pasto al momento del pastoreo sea entre 40 y 60 centímetros, de esta manera, teniendo una buena densidad, el tamaño de bocados es

mayor, así mismo sucede con el tiempo de pastoreo. Permite también que el animal coseche 10 veces más la cantidad de forraje del que ofrecen otras pasturas a una altura baja.

Tabla 2.

Altura del pasto para entrada y salida de los animales.

ESPECIE FORRAJERA	Altura del dosel (cm)	
	Pre - pastoreo	Post - pastoreo
Mombaza	90	30 a 50
Tanzania	70	30 a 50
Brachiaria brizantha cv. Marandu	25	10 – 15
Brachiaria brizantha cv. Xaraes	30	15 – 20
Brachiaria decumbens cv. Basilik	20	5 – 10
Brachiaria híbrido cv. Mulato	30	15 – 20
Elefante (Cammeroon)	100	40 – 50
Tiffon - 85 (Cynodon sp.)	25	10 – 15
Coastcross y Florakik (Cynodon sp.)	30	10 - 15

Nota. Promedio de alturas pre y post pastoreo de los pastos utilizados en sistemas de pastoreo.

Fuente: (Rojas Córtes, 2019).

El parámetro de altura en la entrada y salida constituye una herramienta importante para el mejoramiento de la rentabilidad en las explotaciones ganaderas, a medida que el forraje sea cosechado en su óptimo momento y se respete la salida, el forraje recuperará sus estructuras con absoluta normalidad durante su periodo de descanso entre cada pastoreo, lo cual incrementará la productividad de dicha explotación, al lograr una mayor producción de los animales o la capacidad de carga en el predio (Rojas Córtes, 2019).

Número de hojas por macollo

El número de hojas por macollo se verá afectado por el tiempo de vida de la planta y la tasa de elongación foliar de la hoja. Cualquier cambio que se realice en estas características puede afectar de manera directa el número de hojas por macollo (Manrique Luna, 2018).

En un estudio realizado por (Sbrissia, 2004) demuestra que en *Brachiaria brizantha* el número de hojas vivas por macollo óptimo es de 4.5 hojas. Dicho valor es importante para el manejo del pastoreo, puesto a que puede servir como criterio para definir el periodo de descanso, evitando así las excesivas pérdidas por la senescencia de las hojas. En el Raygrass el número de hojas por macollo óptimo para consumo es de 3 hojas, por ello se recomienda el pastoreo entre 2 y 3 hojas por macollo, en este punto las plantas presentan los mayores niveles de carbohidratos de reserva, evitando así la senescencia de las primeras hojas y la acumulación de tallos (Manrique Luna, 2018).

Producción de MS/ha

El rendimiento de los pastos se indica en el peso de la materia seca (MS) por hectárea/año, el cual es uno de los parámetros importantes al momento de elegir el tipo de pasto a establecer dentro del predio ganadero, garantizando así, el nivel de abastecimiento en un sistema de producción ganadero (Jiménez M, 2022).

La materia seca es el resultado de lo que queda después que el agua es evaporada de un alimento, en este caso del pasto destinado al consumo de bovinos. El pasto fresco posee un alto contenido de agua, el cual tendrá un porcentaje más bajo de materia seca que un peso similar de un alimento seco, como granos o heno. La materia seca es un indicativo de la cantidad de nutrientes que están disponibles en un alimento para poder ser consumidos por el animal (California Certified Organic Farmers, 2023).

La cantidad producida diariamente de materia seca necesaria para el animal depende de varios factores en los que se incluye el peso y la etapa de producción (gestación, lactancia, destete, finalización). De igual forma se debe tomar en cuenta ciertos parámetros como la digestibilidad y la proteína cruda, lo cuales se presentan a continuación en el cuadro 3 de las principales especies de pastos utilizados en la ganadería tropical.

Tabla 3.

Información nutricional y rendimiento para las principales especies de pastos.

Pastos	Rendimiento (MS/ton/ha/año)	Proteína cruda (5%)	Digestibilidad (%)
Guinea (<i>Panicum máximum</i>)	12 – 15	10 – 14	60 – 70
Tanzania (<i>Panicum máximum</i>)	18 – 20	10 – 14	60 – 75
Mombaza (<i>Panicum máximum</i>)	10.5	10 – 14	60 – 70
Estrella (<i>Panicum máximum</i>)	12 – 18	10 – 12	60 – 70
Jaragua (<i>Hyparrhenia rufha</i>)	12 – 15	4 – 8	50 – 60
Gamba (<i>Andropogon gayanus</i>)	3.6	6 – 12	50 – 60
Humidicola (<i>Brachiaria humidicola</i>)	10 – 12	6 – 8	50 – 60
Angletón (<i>Dichanthium aristatum</i>)	8 – 10	7 – 9	50 – 57
Pará (<i>Brachiaria mutica</i>)	5 – 12	9 – 11	55 – 65
Brachiaria (<i>Brachiaria brizantha</i>)	8 – 20	7 – 14	55 – 70
Gordura (<i>Melinis minutiflora</i>)	10 – 13	6 – 10	50 – 55
Mulato I (<i>Brachiaria híbrido</i>)	25 – 35	12 – 15	55 – 62
Pasto Retana (<i>Ischaemum indicum</i>)	7 – 9	6 a 7	50 – 55

Nota. Valores de rendimiento e información nutricional de los principales pastos utilizados en sistemas de pastoreo. Fuente: (Jiménez M, 2022).

Porcentaje de materia seca

El porcentaje de MS va a depender del estado fisiológico en el que se encuentran las plantas, condiciones ambientales y la conservación o procesamiento del forraje.

Las plantas en estado vegetativo poseen un alto contenido de agua y por ende un nivel bajo de fibra, situación que determina el porcentaje de MS, el cual fluctúa entre el 8 y 16 %.

En las primeras etapas de fructificación, la planta presenta niveles de lignificación en sus paredes celulares, las cuales van a generar un aumento en la proporción de la materia

seca. En dicho periodo las plantas poseen entre el 17 y 22 % de materia seca (Demanet Filippi, 2015).

Las plantas en plena formación de semillas o denominadas espigadas, presentan altos niveles de materia seca, valores superiores al 22 %. El porcentaje de materia seca de los forrajes cambia según el procesamiento al cual es sometido.

Tabla 4. *Porcentaje de MS de acuerdo con el proceso sometido.*

Tipo de forraje	% MS
Forraje verde	8 – 16
Soling	16 – 24
Ensilaje corte directo	20 – 28
Ensilaje premarchito	25 – 35
Henolaje	35 – 45
Heno	85 – 95

Nota. Valores referenciales del porcentaje de materia seca que se encuentra en el pasto sometido a diferentes procesos. Fuente: (Demanet Filippi, 2015)

Relación hoja/tallo (RHT)

Para realizar un óptimo manejo de los recursos forrajeros disponibles en la naturaleza (cultivares y naturales), es de gran importancia conocer los atributos y distintos parámetros que se relacionan entre sí. Si bien determinar la productividad tanto como la composición química de las pasturas, son aspectos básicos para afrontar de manera acertada el manejo de estas, existen otros parámetros que se emplean y ayudan a lograr el objetivo propuesto (Liendo, y otros, 2019).

Uno de los parámetros es la relación hoja/tallo (RHT) es decir, la proporción de las hojas con respecto a la proporción del tallo que una planta posee en un determinado momento.

Dicha relación, que se obtiene a través del peso seco de cada componente previamente mencionados en función de la disposición de estos componentes dentro de la estructura de la biomasa aérea, lo cual permite ayudar en muchos aspectos del manejo de pasturas, tales como, la estimación de la calidad forrajera, como lograr la comparación entre la RHT de distintas especies forrajeras para un mismo estado fisiológico y el empleo de una secuenciación de uso aprovechando cada una de ellas en el mejor nivel nutricional.

Las contribuciones que se hacen sobre el manejo de la RHT de las especies forrajeras se basan concretamente en numerosas evidencias experimentales, las cuales indican que a medida que avanzan los estados fisiológicos de las pasturas hacia la madurez, el peso y la proporción de las hojas disminuye con respecto al peso y proporción del tallo, lo que significa que existe una menor calidad nutritiva de la especie forrajera (Liendo, y otros, 2019).

En otras palabras, es siempre deseable una mayor R-H-T donde existe una proporción mayor de asimilados que serán destinados a la producción de hojas, lo cual se asocia con una mayor calidad nutricional de la pastura (Atencio, Tapia, Mejía, & Cadena , 2014).

Porcentaje de tejido muerto

A medida que la disponibilidad inicial de la pradera aumenta y es mayor, se incrementara el porcentaje de hojas, lo cual muestra una relación inversa con el tejido muerto, opuesto a lo reportado por (Calzada Marín, y otros, 2018) y (Villareal, Martínez, Hernández, Guerrero, & Velasco, 2014) mismos que encontraron, que la producción en la biomasa de los tallos y la producción de tejido muerto del pasto, están estrechamente correlacionados de manera positiva con el aumento en la edad de la planta.

Según (Mendoza , Pabón, & Carulla, 2011) la presencia menor de tejido muerto está asociada a los valores bajos de oferta de forraje. Dicha variación puede deberse al tipo o proceso de pastoreo y a la utilización del pasto, esto debido al consumo de una parte del total

de forraje ofertado al animal, por otro lado, la fracción que se destruye por el pisoteo y al incremento por contaminación de heces, incrementándose de manera considerable el material muerto en la MS (Reategui, Nazario Aguirre, & Aguirre , 2019).

Metodología

Ubicación del área experimental

La presente investigación se llevó a cabo en el laboratorio de especies mayores, en la Hacienda “Zoila Luz” de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE Sede Santo Domingo, ubicada en el Km 24 de la vía Santo Domingo – Quevedo.

Ubicación política

País:	Ecuador
Ciudad:	Santo Domingo de los Tsáchilas
Cantón:	Santo Domingo
Parroquia:	Luz de América

Ubicación geográfica

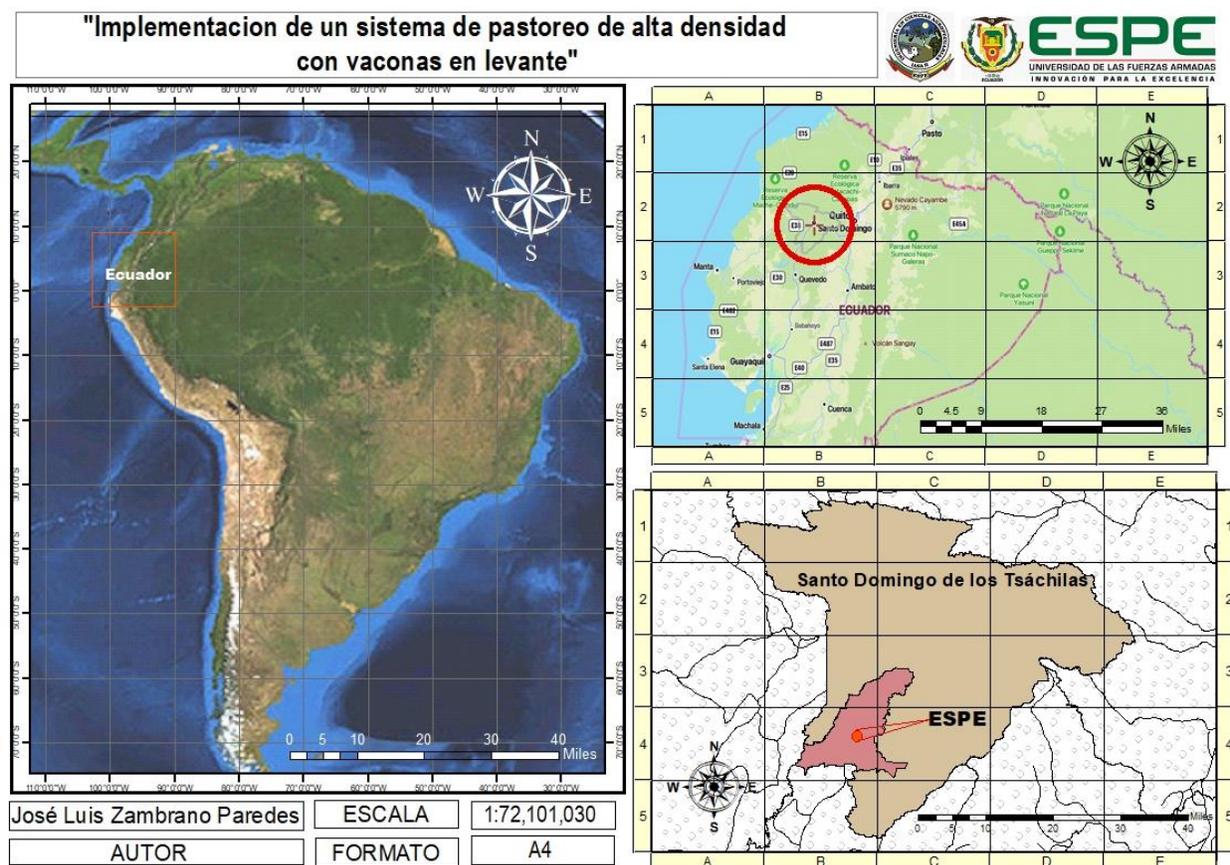
Latitud:	0°02'24.24”
Longitud:	79°17'.51.08”W

Ubicación ecológica

Zona de vida:	Bosque húmedo tropical (bhT)
Altitud:	260 msnm
Temperatura:	24 – 26 °C
Precipitación:	2870 mm
Humedad relativa:	89 %
Heliofanía:	680 horas luz/año

Figura 2.

Ubicación geográfica del sitio del proyecto de investigación.



Nota. Mapa de ubicación geográfica del lugar donde se desarrolló el proyecto de investigación.

Elaboración propia.

Materiales

Tabla 5.

Materiales utilizados en el proyecto de investigación.

Insumos	Equipos	Muestras
Bolsas de papel	Estufa	41 vaconas en levante
Piola eléctrica	Cerca eléctrica móvil	<i>Brachiaria brizantha</i>
Estacas	Balanza	
Aisladores	Cámara fotográfica	
Rollo de cable N°12	Panel solar	

Insumos	Equipos	Muestras
Hoz	Bascula	
Cuadrante (0.5 m x 0.5 m)		
Cinta métrica		
Libreta de campo		
Esferográfico		
Machete		

Nota: Listado de materiales que fueron utilizados durante el proyecto de investigación.
Elaboración propia.

Métodos

El proyecto de investigación se realizó en los predios de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, en 9 potreros con un área total del 11 158 m². El periodo de ocupación total fue de 14 días por pastoreo, se realizaron 3 pastoreos teniendo 42 días totales de investigación. Además, se utilizaron 41 vaconas con un peso promedio inicial de 407,30 kg, los animales fueron pesados cada 21 días durante 63 días.

Para el pastoreo, se utilizó una cerca eléctrica móvil. Se realizaron cuadrantes de acuerdo con el área del potrero, a las vaconas se les suministro un área de 45 m²/día fraccionados en 15 m²/animal en cada asignación, haciendo un total de 3 asignaciones con una duración de 2 horas entre cambio y cambio. La finalidad de esta investigación fue evaluar la producción forrajera implementando un sistema de pastoreo de alta densidad.

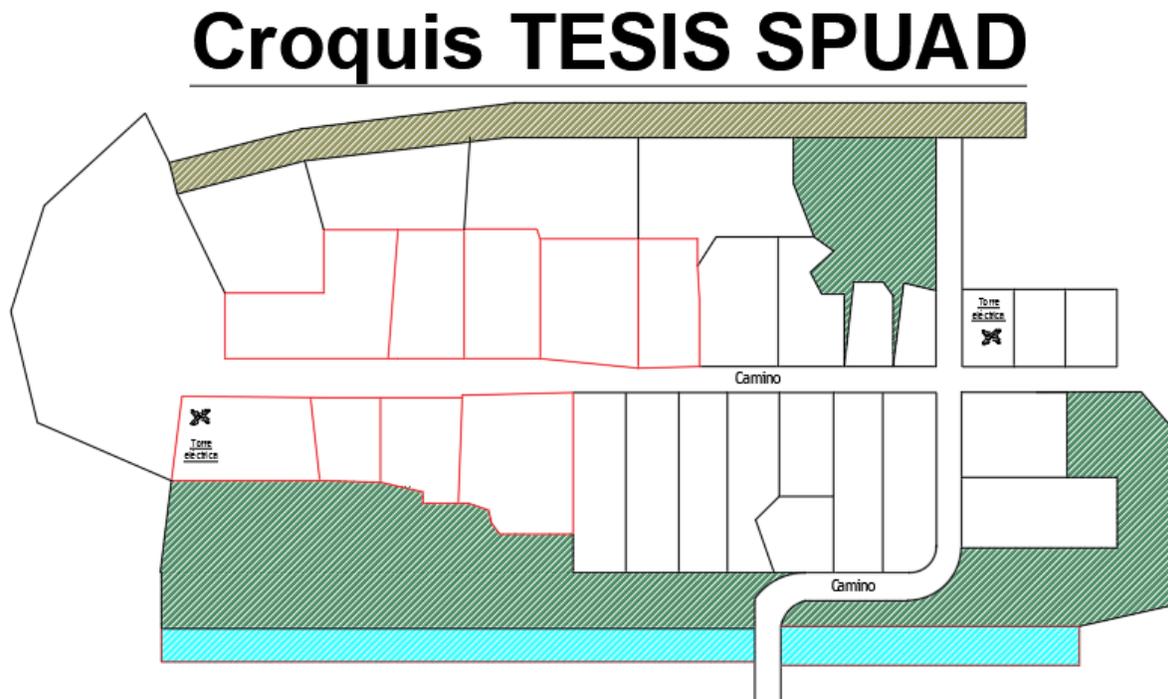
Características de la unidad experimental

- Número de UE : 9
- Forma de la UE : Irregular
- Área total de la UE : 11 158 m²

Croquis del proyecto de investigación

Figura 3.

Croquis del proyecto de investigación.



Nota. Croquis donde se llevó a cabo el proyecto de investigación. Elaboración propia.

Análisis estadístico

El análisis estadístico se llevó a cabo en el software Infostat por medio de regresiones lineales y comparación de las medias que fueron evaluadas mediante la prueba de LSD Fisher al 5% de significancia.

VARIABLES EVALUADAS

Las variables se evaluaron durante los 42 días que duro el proyecto de investigación. A continuación, se detallan las variables evaluadas:

Altura de la planta

Con ayuda de un flexómetro se tomó la altura de 10 plantas elegidas al azar por potrero, desde la base de esta hasta la curvatura de la última hoja.

Numero de hojas/macollo

Se eligieron 10 plantas al azar y se contó el número de hojas/macollo desde la base de la planta.

Tasa de bocado/minuto

Con ayuda del cronometro de observo la tasa de bocado de 10 animales elegidos al azar en el lapso de un minuto.

Biomasa pre - pastoreo

Previo al pastoreo se lanzó un cuadrante de 0.5 m x 0.5 m y con una hoz se tomó el pasto dentro del m^2 . Se colocó dicha muestra en una bolsa de papel, se llevó a la estufa a 70 °C por 3 días, la muestra se pesó antes y después del secado.

Biomasa post - pastoreo

Después de realizado el pastoreo se lanzó un cuadrante de 0.5 m x 0.5 m y con una hoz se tomó el pasto dentro del m^2 . Se colocó dicha muestra en una bolsa de papel, se llevó a la estufa a 70 °C por 3 días, la muestra se pesó antes y después del secado.

Peso vivo

En el área de ganadería se tomó el peso de los animales evaluados mismo que fue tomado cada 21 días durante 63 días.

Relación hoja/tallo

Se tomó una cierta cantidad de muestra, se separó en hojas, tallos y tejido muerto y se pesó cada una de las fracciones. Posterior se obtuvo la relación H/T, dividiendo el peso de las hojas para el peso del tallo.

Porcentaje de MS

Se tomo una muestra de pasto y se pesó, luego se llevó a la estufa a secar por 3 días a 70 °C, posterior a ello se pesó nuevamente la muestra. Este porcentaje se obtuvo aplicando la formula $\%MS = [(P \text{ inicial} - P \text{ final}) / P \text{ inicial}]$

Degradabilidad

Para determinar la degradabilidad del pasto se utilizó una vaca con fistula ruminal permanente, la cual pertenece a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, esta variable se realizó utilizando la técnica *in situ* (DISMS).

Antes de introducir la muestra en la fistula de la vaca, se procedió a tomar la muestra fresca del pasto evaluado, se llevó a pesar y secar en la estufa a 70 °C por 48h, una vez seca, se pesó nuevamente y se molió hasta obtener un polvo, posterior a ello se colocó el polvo de pasto en bolsas de Nylon previamente pesadas para luego colocarlas en incubación ruminal en la vaca fistulada durante, 24, 48 y 72 horas. Una vez transcurrido el tiempo idóneo de incubación, se llevó las bolsas Nylon a laboratorio para secarlas en la estufa a 100 °C por 24 h.

Por último, se tomó el peso final y se realizó un cálculo de diferencia entre pesos lo cual permitió determinar la degradabilidad efectiva del pasto en el rumen.

Análisis bromatológico

Transcurrido los días de evaluación del proyecto de investigación se procedió a realizar un análisis bromatológico del pasto *Brachiaria brizantha*, tomando una muestra de 200 gramos, los cuales fueron analizados en el laboratorio de bromatología y biociencias de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE.

Resultados

A continuación, se presentan los resultados obtenidos del proyecto de investigación realizado, en el cual se implementó un sistema de pastoreo de alta densidad con vaconas en levante.

Calidad nutricional

Tabla 6.

Análisis de la calidad nutricional del pasto Brachiaria brizantha

Pasto	Materia seca (%)	Proteína bruta (%)	Fibra bruta (%)	Ceniza (%)	pH
<i>Brachiaria brizantha</i>	28	14,22	38,54	11,24	5,69

Nota: Análisis bromatológico en seco de *Brachiaria brizantha* al momento de implementarse el sistema de pastoreo de alta densidad. Elaboración propia.

En la tabla 6 se observa la composición bromatológica del pasto *brachiaria brizantha*, el porcentaje de materia seca fue del 28 %, según (Canchila, Soca, Ojeda, & Machado, 2009) en un estudio que realizaron sobre la composición bromatológica de 24 accesiones de *Brachiaria spp* tuvieron contenidos de materia seca que van desde 23.4 % a 25.7 % con valores más altos para *Brachiaria brizantha*. En esta investigación se logró un resultado mayor, los cuales coinciden con los que reportaron (Juárez Hernández & Bolaños Aguilar, 2007) al momento de evaluar la relación de la materia seca y proteína en el género *Brachiaria spp*.

El porcentaje de proteína bruta fue de 14,22 %, similar a lo reportado por (Campoverde Manzana & Lozada Armas , 2021) quienes afirman que con pasturas que tienen 15 % de proteína son ideales para la actividad ruminal, además del crecimiento de animales en producción ya sea engorde o ceba y producción lechera.

En cuanto a ceniza, se obtuvo un porcentaje de 11,24 %, estos resultados son iguales a los obtenidos por (Combatt Caballero, Jarma Orozco, & Paternina Durango, 2015) quienes encontraron valores totales de ceniza que comprenden de 5,7 y 11 % en condiciones de precipitación normales, en *Brachiaria decumbes* obtuvieron 10,75 % de ceniza en todas las épocas y en distintos niveles de enclamiento.

Autores como (Azania & Witting, 2017) obtuvieron en un estudio realizado en Ecuador valores de fibra cruda de 29,8, 32,37 y 38,38 %, dichos resultados respaldan a los obtenidos en esta investigación. (Ramírez & Pérez, 2006) mencionan que los contenidos de fibra cruda tendrán un incremento de acuerdo con la edad de la pastura, teniendo valores de 35,6 y 41,5 % de fibra cruda a los 45 y 60 días.

Por último, se realizaron pruebas en húmedo como el pH de *Brachiaria brizantha*, obteniendo un valor de 5,69.

Degradabilidad in situ (DISMS)

Tabla 7.

Relación de la degradabilidad ruminal del pasto Brachiaria brizantha con el tiempo de degradación.

24 horas		48 horas		72 horas	
Bolsa 1	Bolsa 2	Bolsa 3	Bolsa 4	Bolsa 5	Bolsa 6
17,5 %	24,7 %	30,4 %	35,5 %	52,57 %	40,5 %

Nota: Comportamiento de la degradabilidad de la materia seca del pasto en relación con el tiempo de degradación. Elaboración propia.

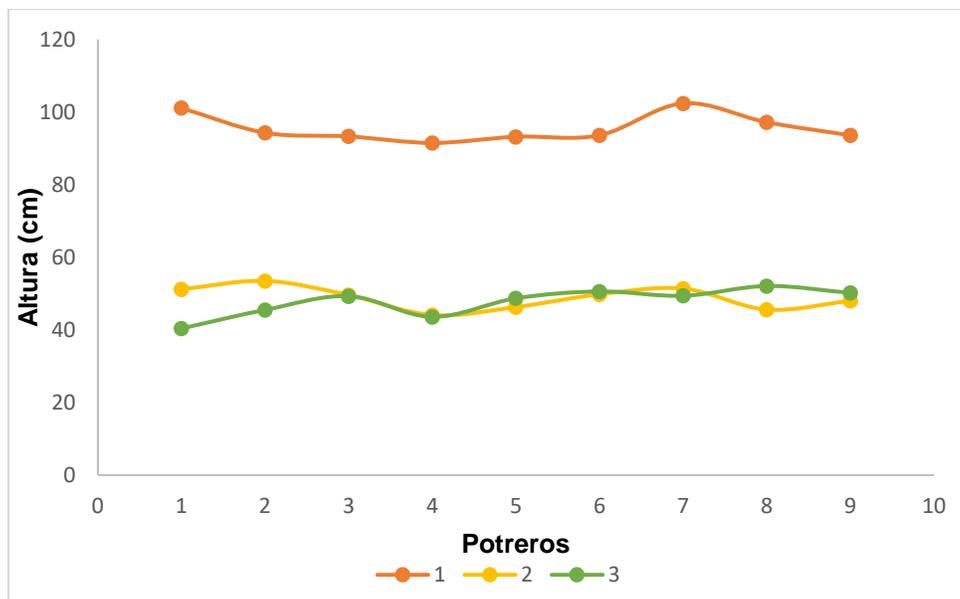
En la tabla 7 se puede observar que el porcentaje de degradabilidad del pasto fue aumentando de acuerdo con el tiempo. A las 24 horas, el porcentaje de degradabilidad fue de

17,5 y 24,7 %, lo que representa una tasa de degradación de 0,72 y 1,02 % por hora respectivamente. En las 48 horas el porcentaje de degradabilidad fue de 30,4 y 35,5 %, esto representa el 0,63 y 0,73 % de degradación por hora. Por último, a las 72 horas el porcentaje de degradabilidad fue de 52,57 y 40,5 % lo que representa una tasa de degradación de 0,73 y 0,56 % de degradación por hora. Lo que significa que el porcentaje de degradación del pasto *Brachiaria brizantha* es de 52,57 % a las 72 horas de degradación en rumen. Resultados similares fueron encontrados por (Valles de la Mora, Castillo Gallegos, & Bernal Barragán, 2016) quienes reportaron un porcentaje de DISMS 55,6 % para *brachiaria* a las 72 horas de incubación ruminal.

Altura de la planta

Figura 4.

Relación de la altura de la pastura con el potrero de acuerdo al pastoreo.



Nota: Comportamiento de la altura en relación con el potrero de acuerdo al pastoreo. ADEVA: CV= 13,36; Interacción pastoreo*potrero ($p= 0,0449$); $R^2= 0,87$ E. E= 2,71; LSD Fisher alfa= 0,05.

Como se observa en la figura 4, la altura en el primer pastoreo, es decir al inicio de la investigación fue de 95,55 cm de altura. Posterior en el segundo pastoreo que se realizó a los 29 y 30 días se evidencio una altura menor, la cual fue de 48,33 cm aproximadamente. Por último, en el tercer pastoreo que se realizó a los 27 y 29 días se logró obtener una altura de 47,75 cm. Cabe recalcar que cada etapa de evaluación tuvo una duración de 14 días, teniendo una evaluación en 9 potreros (un potrero cada día).

Los resultados obtenidos en esta investigación se comprueban con lo reportado por (Rincón C, 2011) quien menciona que *Brachiaria brizantha* presento alturas de pastoreo con 30 días de descanso, las cuales oscilan entre 42,0 y 63,4 cm durante las épocas lluviosas durante

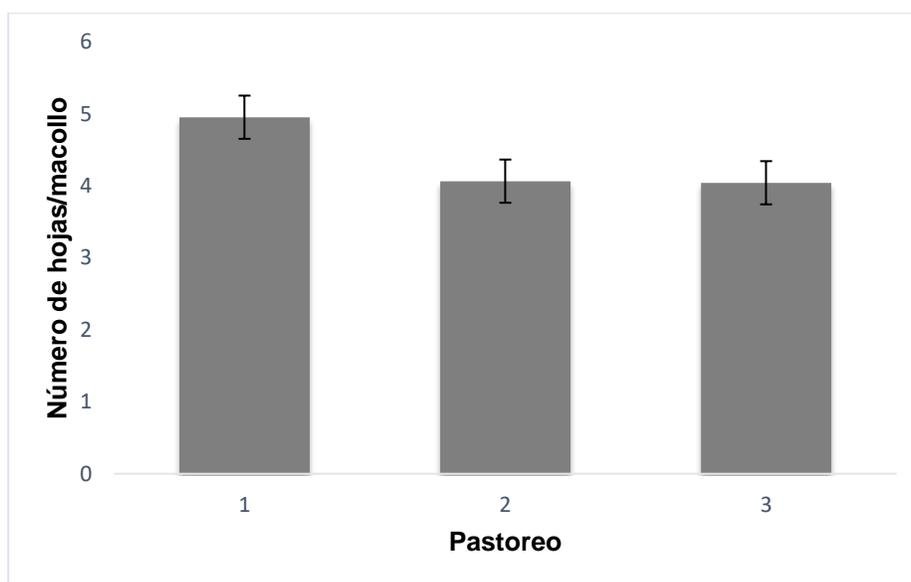
los años 2009 y 2010 respectivamente. También menciona que en épocas lluviosas la producción de forraje es superior a los 2 190 kg MS ha.

La altura óptima del pasto destinado a pastoreo es de 20 – 40 cm, la cual es necesaria para el bovino debido a que este carece de dientes superiores lo que le da ventaja de ingerir 10 veces más forraje, y, por lo tanto, mayor alimentación (García, 2018).

Número de hojas/macollo

Figura 5.

Relación del número de hojas/macollos de acuerdo con el pastoreo.



Nota: Número de hojas/macollo en relación con las evaluaciones realizadas. ADEVA: CV= 19,29; $P = > 0,0001$; Medias ajustadas, error estándar y número de observaciones; $R^2 = 0,18$; E. E= 0,09.

En la figura 5 se puede evidenciar el número de hojas por macollo de acuerdo con el pastoreo que se realizó en el transcurso del proyecto de investigación, indica que el número de hojas/macollo disminuye en relación con el pastoreo. Los resultados demuestran que al inicio del pastoreo el número de hojas/macollo fue de 5 hojas/macollo, en el segundo pastoreo el

número de hojas disminuyó teniendo 4 hojas/macollo. Por último, en el tercer pastoreo el número de hojas se mantuvo, la cual fue de 4 hojas/macollo.

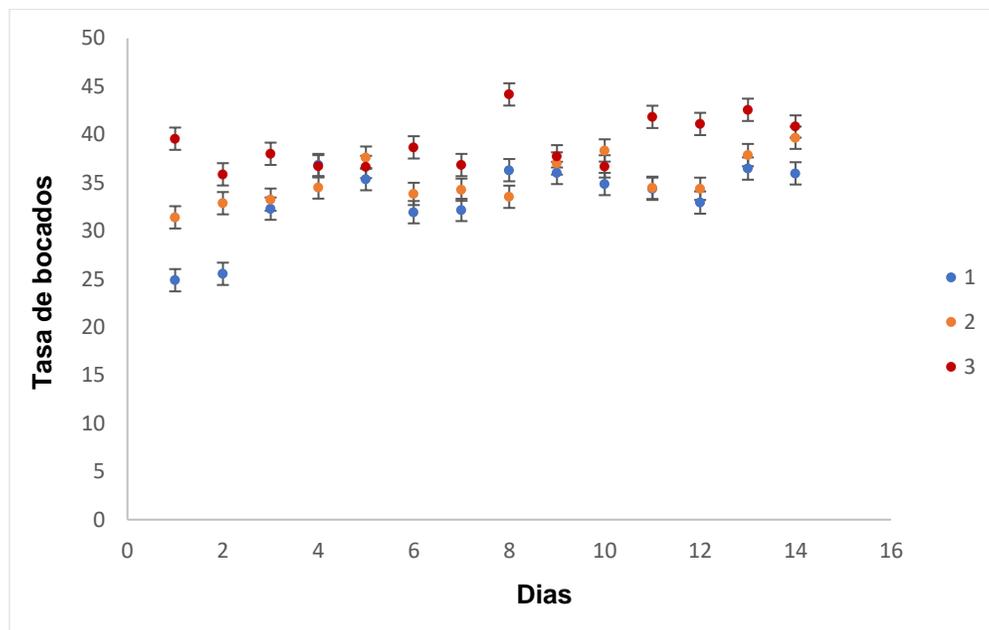
Las gramíneas que son destinadas a la producción forrajera tienen un número máximo de hojas vivas/macollo, por lo general son de 3 a 5 hojas/macollo, el cual es un número constante de acuerdo con cada genotipo, una vez que se haya alcanzado el número óptimo, por cada hoja producida se muere una hoja vieja (Tricot Cuña, 2017). Las hojas del género *Brachiaria* son largas y verdes, lanceoladas o en ocasiones lineales y se van adelgazando a medida que llega al ápice. Los resultados obtenidos a los 30 días son similares a los reportados por (Baque Murillo & Tuárez Peñafiel, 2011) los cuales obtuvieron una media de 4,48 y 4,47 hojas/macollo a los 30 días de descanso en sus investigaciones.

El número de hojas por macollo es el resultado de la vida media foliar (VMF) y la tasa de aparición de hojas, una vez que estas han llegado al máximo de hojas empieza a disminuir la capacidad fotosintética del forraje y por consecuencia también la eficiencia de conversión del forraje en la ganancia de peso en los bovinos (Tricot Cuña, 2017).

Tasa de bocados

Figura 6.

Relación de la tasa de bocados/minuto de acuerdo con el pastoreo.



Nota: Comportamiento de la tasa de bocados con relación a los días y al pastoreo. ADEVA: CV= 17,69; Interacción día, Evaluación*día ($p < 0,0001$); $R^2 = 0,24$; E. E= 1,16; LSD Fisher alfa= 0,05.

En base a los resultados del ADEVA se puede observar que existen diferencias significativas en el día y la interacción pastoreo*día ($p < 0,0001$); lo cual indica que los días en pastoreo y el número de pastoreo influyeron en la tasa de bocados (TB). En la figura 6 se observa como la TB fue aumentando considerablemente después del primer pastoreo, ya que en ésta la TB fue de 24 bocados/minuto el inicio del pastoreo y la TB final fue de 35, transcurrido el tiempo de descanso óptimo del pasto (30 días) en el segundo pastoreo la TB fue de 31 bocados/minuto al inicio y la TB final fue de 39,66 bocados/minuto, por último, en el tercer pastoreo se evidenció una alta TB, iniciando en 39 bocados/minuto y terminó en 40 bocados/minuto.

La tasa de bocados posee un límite impuesto por la morfología que tienen las mandíbulas de los bovinos. Es probable que cada bovino mueva sus mandíbulas a una velocidad mayor, la estructura del potrero y la masticación determinarán la tasa de bocados del animal. La tasa de bocados/minuto va a aumentar cuando la altura y biomasa disminuya (Galli, Cangiano, & Fernández, 1996). Sin embargo (Hodgson, 1982) en su investigación no encontró una relación directa entre la altura del pasto y la tasa de bocado, mientras que (Forbes & Coleman, 1987) durante su investigación no encontraron relación entre la biomasa y la tasa de bocados.

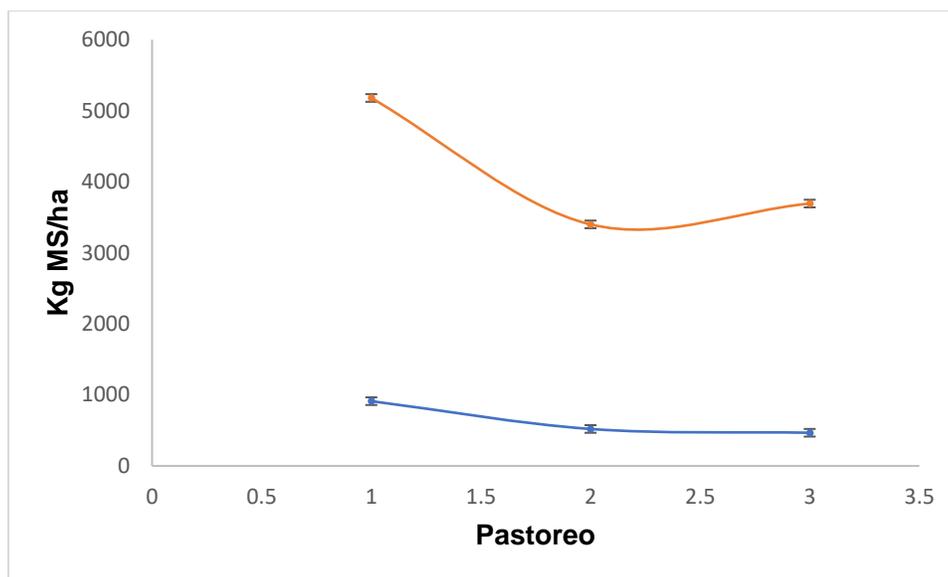
Según (Galli, Cangiano, & Fernández, 1996) mencionan que la TB por lo general va encaminado a disminuir con el incremento a la disponibilidad forrajera del potrero o la altura del forraje a medida que el peso del bocado aumenta, esto debido a la relación que existe entre los movimientos de prendimiento y mandibulares totales, los cuales tienden a aumentar a medida que crece el peso del bocado. Por ende, la modificación que existe en la tasa de bocados es una respuesta directa a las diferentes variaciones en el forraje.

Cabe resaltar que la tasa de bocados obtenida en esta investigación se encuentra dentro del rango óptimo, ya que (Suárez, Reza, García, Pastrana, & Díaz, 2011) mencionan que la TB es aproximadamente de 35 a 45 bocados por minuto. Adicional hacen énfasis a que cuando existe un número mayor de animales en la superficie la disponibilidad del pasto tiende a disminuir, lo cual hace que los bovinos estén obligados a pastorear generando una competencia por el alimento.

Porcentaje de MS/ha

Figura 7.

Relación de la producción de materia seca de acuerdo con el pastoreo.



Nota: Comportamiento de la producción de Kg MS/Ha pre/post pastoreo de la pastura en relación con el número de pastoreos. ADEVA: CV= 8,67; Interacción evaluación>potrero ($p=0,0218$); $R^2=0,44$; E. E= 53.73; LSD Fisher alfa= 0,05.

El ADEVA indica que al menos una de las variables independientes evaluadas tuvo un efecto significativo sobre las variables dependientes. La interacción pastoreo>potrero es significativa estadísticamente, teniendo un p-valor de 0.0218, lo cual sugiere que el efecto del pastoreo varía según el potrero en el que las vaconas se encuentren.

En la figura 7 se observa los Kg MS/ha pre y post-pastoreo, en pre-pastoreo al inicio de la investigación la producción de MS fue de 5180 kg lo cual fue disminuyendo en el segundo pastoreo con 3400 kg y se mantuvo en el rango en el tercer pastoreo con 3693,33 kg MS/ha, teniendo una disminución total de 48 %. En el post-pastoreo se evidenció un residuo de 911,11

kg al inicio, posterior este disminuyó a 520 kg en el segundo pastoreo y en el tercer pastoreo se tuvo un residuo de 466.66 kg MS/ha.

La intensidad del pastoreo en conjunto con la frecuencia de este determinará la disponibilidad del pasto al inicio (pre-pastoreo) y a la salida (post-pastoreo) en cada uno de los potreros respectivamente. El control que se le da a estas variables afectará la calidad del potrero y el rendimiento, así también, el consumo de los animales (Demagnet Filippi, Rolando, 2015).

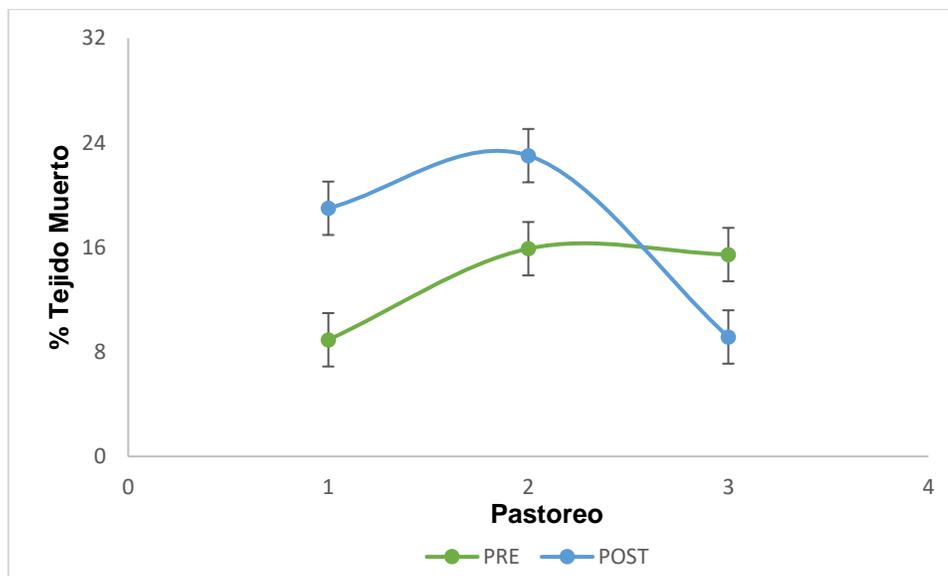
Según (Demagnet F, Canseco M, Reyes R, & Cantero M, 2007) sugieren que la producción de MS/ha no sea inferior a 2200 kg MS/ha para pre-pastoreo, lo que indica que los resultados obtenidos en esta investigación si están dentro de la producción óptima de pasto e incluso valores de hasta 3693 kg MS/ha, así también, indican que la producción residual óptima (post-pastoreo) sea de 1000 kg MS/ha lo cual se consiguió en la primera pasada. La producción pre y post pastoreo varía de acuerdo con la época del año, así como también la intensidad que se le da al pastoreo, misma que puede ser controlada por medio de la altura del residuo o de la cantidad de biomasa post pastoreo.

Autores como (Schenone Campos, 2014) menciona que cuando al animal se le entrega altas ofertas forrajeras con el fin del aumento del consumo diario, se provoca utilizaciones forrajeras bajas. Por otro lado (McEvoy, y otros, 2009) durante su investigación obtuvieron una producción de forraje de 621 kg MS/ha \pm 20 kg MS/ha por tal razón, ofrecer cantidades restrictivas de forraje al animal, permitirá que la carga animal por hectárea aumente, disminuyendo el forraje rechazado evitando así los altos niveles disponibles de forraje post-pastoreo, como los mostrados en esta investigación.

Porcentaje de TM

Figura 8.

Relación del porcentaje de tejido muerto de acuerdo con el pastoreo.



Nota: Comportamiento del porcentaje de tejido muerto en relación con el pastoreo. ADEVA: CV= 40,22; Interacción pastoreo>potrero, pastoreo*pre/post ($p= 0,0032$) ;($p= 0,0011$) respectivamente; $R^2= 0,36$; E. E= 2,04; LSD Fisher alfa= 0,05.

De acuerdo con los resultados del ADEVA indica que existen diferencias significativas entre los grupos pastoreo>potrero con un valor de $p= 0,0032$, así también, existen diferencias estadísticamente significativas en las interacciones PASTOREO y PRE/POST con un valor de $p= 0.0011$ sugiriendo que la variable dependiente PASTOREO depende de PRE/POST.

Según (Mendoza , Pabón, & Carulla, 2011) mencionan que la presencia menor de tejido muerto está asociada a los valores bajos de oferta de forraje. En su investigación (Hernández Guzmán, Hernández Garay, Ortega Jiménez, Enríquez Quiroz, & Velázquez Martínez, 2015) encontraron que le porcentaje de tejido muerto fue de 19 y 10 % en pastoreo severo, también encontraron que con una frecuencia de pastoreo severo cada 35 días el porcentaje de tejido

muerto fue superior a 10 %, el mismo autor reporta que en época de otoño – invierno el porcentaje de material muerto aumentó al pastorear de manera frecuente.

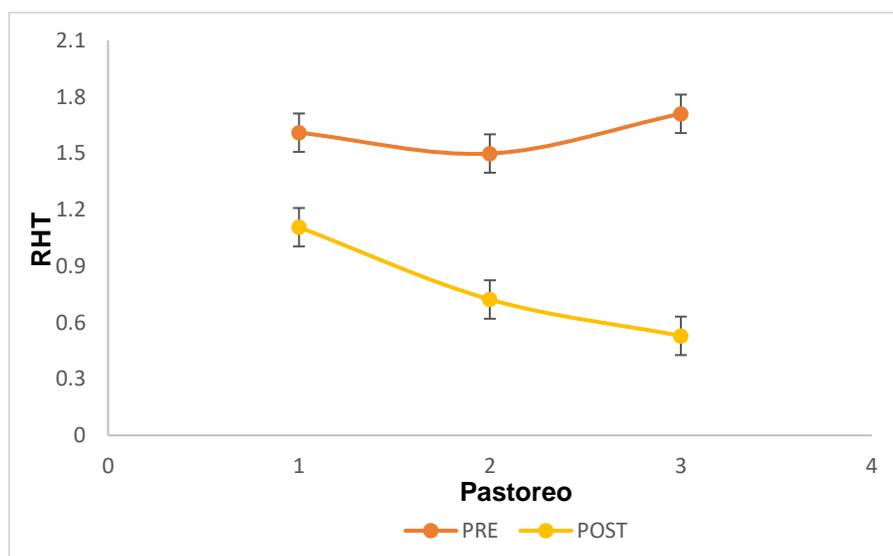
Otros autores como (Hernández Garay, y otros, 2001) reportaron que existió un aumento progresivo de material muerto conforme se iba incrementando la edad del rebrote de 21, 28 y 35 días, similar a lo reportado en esta investigación.

La planta capta alrededor de 95 % de la radiación solar, lo que resulta en un incremento progresivo de tejido muerto, puesto a que las hojas presentes hacen sombreado en los estratos inferiores del dosel (Da Silva & Hernández Garay, 2010) por ello, se evidencia en esta investigación que el porcentaje de tejido muerto en post-pastoreo disminuye considerablemente a la mitad, pasando de 18,98 % a 9,14 %.

Relación Hoja/Tallo

Figura 9.

Relación del porcentaje de la relación hoja/tallo de acuerdo con el pastoreo.



Nota: Comportamiento del porcentaje de la relación hoja/tallo de acuerdo con el pastoreo.

ADEVA: CV= 25,65; pre/post y pasada/pre/post ($p < 0,0001$) ;($p = 0,0104$) respectivamente;

$R^2 = 0,68$; E. E= 0,10; LSD Fisher alfa= 0,05.

El ADEVA indica que las variables PRE/POST es significativa con un valor de $p = <0,0001$ así como la interacción pastoreo*PRE/POST que arroja un valor de $p = 0,0104$ lo que indica que es significativa estadísticamente. Como se muestra en la figura 9 la relación hoja/tallo en la etapa de pre-pastoreo es de 1,60 %, en la segunda fue de 1,49 % y en la tercera se elevó hasta 1,70 %. En la etapa de post-pastoreo la relación hoja/tallo disminuyó de manera considerable, teniendo 1,10 % en el primer pastoreo, en la segunda 0,72 % y en el tercer pastoreo 0,52 %.

Los híbridos del género *Brachiaria* tienden a responder de manera adecuada a las condiciones edafoclimáticas en las que se encuentran y cuando estas son idóneas, presentan una tasa de crecimiento mayor, rendimiento y relación hoja/tallo (Aniano Aguirre, y otros, 2022). Además, el autor reporta que finalizó una investigación con una relación hoja/tallo de 1,6 % resultado muy similar a lo reportado a la finalización de esta investigación.

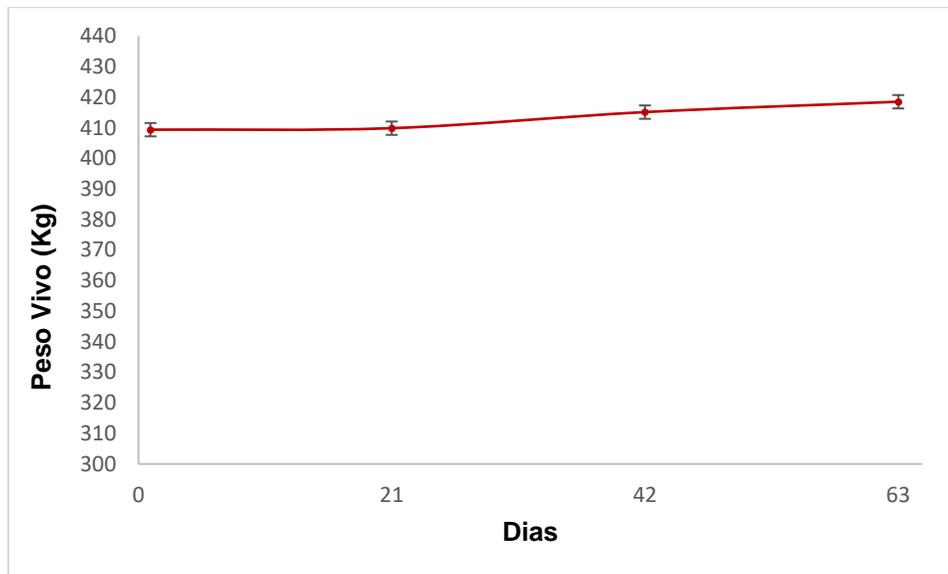
Autores como (Beltrán, y otros, 2005) expresan que la intensidad del pastoreo es un aspecto determinante de la relación hoja/tallo, puesto que cuanto el pasto sea más consumido, menor será la proporción de las hojas frente a los tallos. En todos los sistemas de producción siempre es indispensable que la relación hoja/tallo sea mayor, debido a la existencia mayor de asimilados lo cuales se destinan a la producción de hojas, esto a su vez, se asocia a una excelente calidad nutricional de la pastura (Atencio, Tapia, Mejía, & Cadena, 2014).

Después que el animal haya consumido la pastura es considerable que la relación hoja/tallo sea menor con respecto a las hojas, ya que, el animal las aprovecho en su totalidad dejando un residuo de tallos mayor, es por ello por lo que la relación hoja/tallo disminuye $\pm 0,70$ (Baque Murillo & Tuárez Peñafiel, 2011).

Peso vivo

Figura 10.

Relación del peso vivo de las vaconas de acuerdo con los días de evaluación.



Nota: Análisis del comportamiento del peso vivo (Kg) en relación con el pastoreo. ADEVA: CV= 30,96; $R^2= 9,0E-04$; E. E= 20,23; LSD Fisher alfa= 0,05.

Como se observa en la figura 10 el peso de las vaconas fue en aumento a medida que transcurrieron los días de evaluación, esto se realizó cada 21 días. Teniendo un peso inicial de 409,42 kg, transcurridos los 21 días no se evidenció aumento significativo, el peso fue de 409,90 kg, al día 42 se observó un aumento, este fue de 415,17 kg, por último, en el día 63 se registró un peso de 418,56. Lo que indica que existió un aumento de 9,14 kg teniendo una ganancia de peso diaria de 0.1450 g/día.

Estudios realizados demuestran que el establecimiento de sistemas de pastoreo de alta densidad permite la renovación de las praderas, incrementando así la composición nutricional y los rendimientos de la pradera. Así también, se han reportado aumentos en la respuesta animal (Mejía Kerguelén, y otros, 2020). La mayoría de los sistemas de producción que se establecen

se caracterizan por adoptar nuevas tecnologías e insumos necesarios para una buena producción.

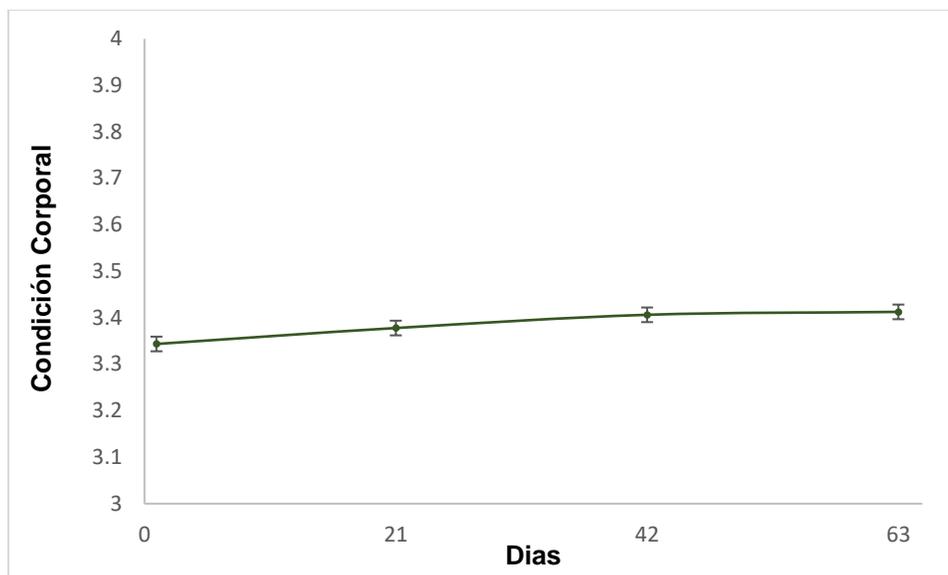
Los suelos donde se establecen los sistemas muestran un grado alto de degradación, lo que impide que haya una producción forrajera apta y la respuesta animal no sea la esperada. Como consecuencia de ello, algunos indicadores de producción muestran que existen bajas capacidades de carga animal < 1 animal/ha, baja producción por unidad bovina con valores de < 300 g/animal/día (FEDEGAN, 2018). Este reporte concuerda con los resultados obtenidos en esta investigación, lo que sugiere que para obtener resultados idóneos como los reportados por (Mejía Kerguelén, y otros, 2020) que fue de 0.621 kg/animal/día se deben implementar técnicas que ayuden al mejoramiento del suelo, para así poder corregir la respuesta animal.

Cabe recalcar que no se evidenció el aumento en el peso vivo de las vacas debido al número de horas de pastoreo, ya que este fue 5 horas/día. Después del pastoreo las vacas retornaban al establo donde pasaban 17 horas sin alimento, solo con agua a voluntad.

Condición corporal

Figura 11.

Relación de la condición corporal de las vaconas en relación con los días de evaluación.



Nota: Análisis del comportamiento de la condición corporal de las vaconas en relación con los días de evaluación. ADEVA: CV= 11,59; $R^2= 9,0E-03$; E. E= 0,06; LSD Fisher alfa= 0,05.

Como se observa en la figura 11 la condición corporal de las vaconas fue variando a medida que transcurrían los días, se inició con una c.c de 3,34, al día 21 se alcanzó una c.c de 3,37, en el día 42 se registró una c.c de 3,40 y terminando al día 63 con una c.c de 3,41.

Se evidenció que la condición corporal no varía significativamente en periodos cortos de tiempo, así como también dependerá del tipo de animal que se utilice, es decir, si el animal es destinado a la producción de carne, la condición corporal optima debe ser de grado 5 que es aproximadamente el 30 – 35 % de grasa corporal. Pero si el animal es destinado a la producción de leche, la condición corporal debe encontrarse en el grado 4 con una grasa corporal de 22.5 % aproximadamente (FEDEGAN, 2020).

Implicaciones

El pastoreo es un factor importante en la producción de animales debido a que determina la calidad de la pastura, así también la producción forrajera en las praderas, permitiendo la utilización eficiente del forraje producido, lo que se traduce a una producción rentable.

Al aplicar el sistema de pastoreo en altas densidades se consiguió disminuir considerablemente la altura de la pastura, pasando de 101 cm a 41 cm con un periodo de descanso que fue variando de acuerdo con el pastoreo, estos oscilaron entre 27 y 30 días de descanso, dicha altura es recomendada por algunos autores debido a que el bovino carece de dientes superiores lo que le da ventaja de ingerir 10 veces más forraje, y, por lo tanto, mayor alimentación.

Así también permitió tener un número de hojas idóneo para el pastoreo, pasando de producir 6 hojas/macollo en el primer pastoreo a 4 hojas/macollo en el segundo y el tercer pastoreo, lo que indica que el SPUAD favorece la óptima producción de hojas por macollo en un periodo de ocupación corto que varió dependiendo del potrero, el cual fue de 1 a 2 días y un periodo de descanso de 27, 29 y 30 días.

En cuanto a la tasa de bocados esta aumentó conforme al número de pastoreos, esta tasa tuvo relación directa con la producción y altura del forraje ya que a mayor producción de forraje y mayor altura la tasa de bocados disminuye, en esta investigación se reportaron TB de 24 bocados/minuto a una altura de 101 cm y hasta 8000 kg MS/ha. Así mismo a menor producción de forraje y altura la TB aumenta, se registraron 40 bocados/minuto a una altura de 40,2 cm y 3693 kg MS/ha.

Referente a la producción de MS/ha se registró una disminución significativa en la producción del pasto, en pre-pastoreo se inició con 5180 kg MS/ha al inicio de la investigación,

luego de aplicar el SPUAD en la tercera pasada se logró registrar una producción de 3963 kg MS/ha, producción que es recomendada por algunos autores, sin embargo, otros autores como (Azania & Witting, 2017) mencionan que la producción ideal para un mayor aprovechamiento es alrededor de 3000 kg MS/ha. Así mismo, en la producción pos-pastoreo se pasó de 911 kg MS/ha a tener un residuo de 466 kg MS/ha.

Las variables de los parámetros de tejido muerto y relación hoja/tallo varían de acuerdo con la producción forrajera, días de descanso y el tipo de pastoreo que se le dé a la pradera.

Por último, en cuanto al peso y condición corporal estos parámetros se mantuvieron similares a medida que transcurrían los días, registrando una ganancia de peso diaria de 0.1450 g/día y una condición corporal que se mantuvo entre 3,4 y 3,5.

Conclusiones y recomendaciones

Conclusiones

De acuerdo con los resultados obtenidos en el proyecto de investigación, se concluye lo siguiente:

Al evaluar la calidad nutricional del pasto *Brachiaria brizantha* según el análisis bromatológico, este posee un valor proteico y una producción de materia seca óptimas consideradas para la nutrición de las vaconas en levante.

El sistema de pastoreo de alta densidad influye de manera positiva en la altura, número de hojas/macollo y la producción pre y post pastoreo.

La tasa de bocados estuvo estrechamente relacionada con la producción de materia seca por hectárea, la cual disminuyó en producciones > 5000 kg y aumentó en producciones idóneas consideradas en los sistemas de producción de ultra alta densidad. Así también la altura influyó significativamente en la tasa de bocados, ya que, a mayor altura, la TB disminuye y a menor altura la TB aumenta casi el doble.

El tiempo de descanso es determinante para la calidad de la pastura, así también para la Relación hoja/tallo que aumenta en el periodo de pre-pastoreo y disminuye en post-pastoreo. El porcentaje de tejido muerto aumenta debido al pastoreo severo.

El comportamiento del peso y condición corporal de las vaconas se mantuvo a lo largo de los días de evaluación.

Recomendaciones

De acuerdo con los resultados obtenidos en el proyecto de investigación, se recomienda lo siguiente:

Es de suma importancia evaluar el estado actual de la pastura antes de iniciar la investigación para poder diferenciar el efecto al implementar el sistema de pastoreo de alta densidad.

Mantener una altura pre-pastoreo alrededor de 40 cm, lo que le permite al animal un mayor aprovechamiento de los nutrientes que brinda la pastura, así como una tasa de bocados ideal en el consumo diario.

Se recomienda emplear días de descanso no mayores a 30 días ya que a medida que transcurren los días la pastura tiende a madurarse y la tasa de aprovechamiento es menor, así como pérdidas por pisoteo.

Es recomendable emplear un análisis bromatológico del pasto *Brachiaria brizantha*, para poder determinar y sugerir la edad óptima para el pastoreo con una cantidad de nutrientes ideal para la nutrición y el bienestar animal.

Revisión bibliográfica

- Aniano Aguirre, H., Maldonado-Peralta, M. d., Gasga Pérez, L., Pelaez Estrada, U. V., Hernández Marín, J. A., & Rojas García, A. R. (2022). Características estructurales de pastos: Mulato II, Convert 330 y Convert 431 (Urochloa híbrido). *Revista mexicana de ciencias agrícolas*. doi:10.29312/remexca.v13i5.3230
- Arguedas Sánchez, S. (2014). Práctica dirigida en la finca de ganado lechero de la Asociación Roblealto ProBienestar del Niño. San José de la Montaña, Barva de Heredia. *Universidad de Costa Rica*, 14.
- Arronis, V., & Morales, J. (2021). ENGORDE DE GANADO ESTABULADO CON DIETAS DE BAJO COSTO, CON BASE EN BANCOS FORRAJEROS. *Alcances Tecnológicos*, 14(1), 98-113. Obtenido de http://revista.inta.go.cr/index.php/alcances_tecnologicos/article/view/205/225
- Atencio, L. M., Tapia, J. J., Mejía, S. L., & Cadena, J. (2014). Comportamiento fisiológico de gramíneas forrajeras bajo 3 niveles de humedad en condiciones de casa malla. *Revista Temas Agrarios*, 19(2), 245-259.
- Azania, R., & Witting, S. (2017). Efecto de la edad de rebrote en el rendimiento y composición bromatológica del pasto *Setaria Sphacelata* cv Nandi, establecido en el fundo "El Sequion", Huancabamba. *UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN*.
- Baque Murillo, H. M., & Tuárez Peñafiel, V. F. (2011). Comportamiento agronómico y valor nutritivo de diez variedades de pastos en diferentes estados de madurez, en la parroquia La Guayas del cantón El Empalme. *Universidad Técnica Estatal de Quevedo UTEQ*.

- Barrera, V. H., León Velarde, C. U., Grijalva, J. E., & Chamorro, F. H. (2004). *Manejo del sistema de producción "Papa - leche" en la Sierra ecuatoriana*. Quito, Ecuador: ABYA-YALA.
- Beltrán, S. I., Hernández, A. G., García, E. M., Pérez, P. J., Kohashi, J. S., Herrera, J. G., . . . González, S. S. (2005). Efecto de la altura y frecuencia de corte en el crecimiento y rendimiento de pasto Buffel (*Cenchrus ciliaris*) en un invernadero. *Agrociencia*, 39(2), 137-147.
- California Certified Organic Farmers. (16 de 12 de 2023). CCOF. Obtenido de <https://www.ccof.org/es/faq/que-es-la-materia-seca-y-por-que-es-importante>
- Calzada Marín, J. M., Ortega Jiménez, E., Enríquez Quiroz, J. F., Hernández Garay, A., Vaquera Huerta, H., & Escalante Estrada, J. A. (2018). Análisis de Crecimiento del Pasto Taiwan (*Pennisetum purpureum* Schum) en clima cálido subhúmedo. *Agroproductividad*, 11(5), 69-75.
- Campoverde Manzana, K. J., & Lozada Armas, V. F. (2021). Implementación de un programa de manejo agronómico de pasturas tropicales destinadas a ganadería bovina. *Repositorio ESPE*, 52.
- Canchila, E. R., Soca, M., Ojeda, F., & Machado, R. (2009). Evaluación de la composición bromatológica de 24 accesiones de *Brachiaria* spp. *SciELO*, 32(4).
- Combatt Caballero, E., Jarma Orozco, A., & Paternina Durango, E. (2015). Bromatología de *Brachiaria decumbens* Stapf y *Cynodon nlemfuensis* Vanderyst en suelos sulfatados ácidos en Córdoba, Colombia*. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 6(5), 1035-1049.

- Da Silva, S. C., & Hernández Garay, A. C. (2010). Manejo del pastoreo en praderastropicales. (Z. M. Velazco , A. Hernández Garay, G. R. Perzgrovas, & M. B. Sánchez, Edits.) *Universidad de Chiapas*, 63-95.
- Del Grecco, J. J. (2020). Planificación forrajera en sistema de producción ganadera. *Escuela Agrotecnica Libertador General San Martín*, 3.
- Demagnet F, R., Canseco M, C., Reyes R, A., & Cantero M, E. (2007). Calculo de la Franja Diaria de Pastoreo. *Universidad de la Frontera*, 26.
- Demagnet Filippi, R. (2015). Producción de Materia Seca. *Universidad de La Frontera*, 2015.
- Demagnet Filippi, Rolando. (2015). Métodos de evaluación de Disponibilidad de Fitomasa en Pastoreo. *Universidad de la Frontera*, 35-60.
- Demagnet Filippi, Rolando. (2015). Métodos de evaluación de Disponibilidad de Fitomasa en Pastoreo. *Universidad de la Frontera*, 35-61.
- Díaz Maldonado, J. D. (2020). IMPLEMENTACIÓN Y SEGUIMIENTO DE UN MODELO REGENERATIVO BAJO EL SISTEMA DE PASTOREO DE ULTRA ALTA DENSIDAD PUAD EN GANADERÍA BOVINA DE DOBLE PROPÓSITO. *Universidad de Pamplona*, 34-36.
- FEDEGAN. (2018). Fichas de caracterización departamental. *Federación Colombiana de Ganaderos*.
- FEDEGAN. (2020). El levante . *Federación Colombiana de Ganaderos*, 47-49. Obtenido de SlideShare.
- Fernández , H. (2004). Estimación de la disponibilidad forrajera. *Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria INTA*, 23. Obtenido de <https://www.produccion->

animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pastoreo%20sistemas/41-
disponibilidad.pdf

Forbes, J. M., & Coleman, S. W. (1987). 7. Herbage intake & ingestive behaviour of grazing cattle as influenced by variation on sward characteristics. *Grazing-lands research at the plant-animal interface*, 141-152.

Galli, J. R., Cangiano, C. A., & Fernández, H. H. (1996). COMPORTAMIENTO INGESTIVO Y CONSUMO DE BOVINOS EN PASTOREO. *Revista Argentina de Producción Animal*, 16(2), 119-142.

García, J. H. (2018). *Contexto Ganadero*. Obtenido de <https://www.contextoganadero.com/ganaderia-sostenible/la-altura-del-pasto-para-el-bovino-debe-ser-de-20-30-centimetros>

Hernández Guzmán, F. J., Hernández Garay, A., Ortega Jiménez, E., Enríquez Quiroz, J. F., & Velázquez Martínez, M. (2015). Comportamiento productivo del pasto ovilla (*Dactylis glomerata* L.) en respuesta al pastoreo. *Agronomía Mesoamericana*, 26(1).

Hernández Garay, A., González Hernández, V. A., Vaquera Huerta, H., Velasco Zebadúa, M. E., Pérez Pérez, J., & Galvis Spinola, A. (2001). Curva de crecimiento y acumulación estacional del pasto ovilla (*Dactylis glomerata* L.). *Técnica pecuaria en México*, 39(1), 1-14.

Hodgson, J. (1982). *Ingestive behaviour*. (J. D. Leaver, Ed.) Hurley, UK: British Grassland Society.

Jimenez Huerta, F., & Yáñez Palacios, G. (2023). Comparación de un sistema de pastoreo rotacional contra un sistema de estabulación en ganado de engorde. *Repositorio ESPE*, 22.

- Jiménez M, W. S. (2022). Pastos y forrajes: tipos, producción, manejo y cultivo. *Agrotendencia*.
- Juárez Hernández, J., & Bolaños Aguilar, E. D. (2007). Las curvas de dilución de la proteína como alternativa para la evaluación de pastos tropicales. *Universidad y Ciencia*, 23(1), 81-90.
- Liendo, M. E., González Coletti, A. A., Olea, L. E., Alegre, A., Suárez, L., Guerineau, M., . . . Toll era, J. R. (2019). Relación Hoja-Tallo en el estado fenológico de floración, en gramíneas naturales y cultivadas del Chaco Occidental Semiárido del departamento Trancas, Tucumán, Argentina. *Scielo*, 39(1). Recuperado el 18 de 12 de 2023, de http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2314-369X2019000100005
- Lobo Di Palma, M. V., & Díaz Sánchez, O. (2001). *Agrostología*. San José: UNED.
- Manrique Luna, D. L. (2018). Número de hojas verdes por macollo como criterio para determinar el momento óptimo de cosecha en pasturas de *Brachiaria decumbens* del piedemonte Araucano. *Repositorio UNAL*, 164.
- Martinez Virolia, F. (31 de 01 de 2020). *Info Pastos y forrajes*. Obtenido de https://infopastosyforrajes.com/sistemas-de-pastoreo/pastoreo-ultra-alta-densidad/#Pastoreo_Ultra_Alta_Densidad
- McEvoy, M., O'Donovan, O., Kennedy, E., Murphy, J. P., Delaby, L., & Boland, T. M. (2009). Effect of pregrazing herbage mass and pasture allowance on the lactation performance of Holstein-Friesian dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 92(1), 414-422.
- Mejía Kerguelén, S. L., Suárez Paternina, E. A., Atencio Solano, L. M., Tapia Coronado, J. J., Paternina Paternina, Y., & Cuadrado Capella, R. H. (2020). Productive performance of weaner cattle in rotational grazing of *Bothriochloa pertusa* (L) A. Camus in Colombia. *Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey"*, 43(4), 352-360.

- Mendoza , C., Pabón, R., & Carulla, F. (2011). ariaciones diarias de la oferta forrajera, efecto sobre la producción y calidad de la leche. *Revista MVZ Córdoba*, 16(3), 2721-2732.
- Montoya Quintero, E. (2019). Diseño de un Sistema de Pastoreo de Ultra alta Densidad (PUAD) en Ganadería Regenerativa Finca San Pedro Municipio de Victoria Caldas. *Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD*, 1.
- Pacheco Hernández, A., González Arellano, A., Solís Olguín, T., Campos Martínez, D. A., & Domínguez Velázquez, J. (2023). Sistema de pastoreo de ultra alta densidad como alternativa en la mejora de los sistemas productivos. *Brazilian Journal of Development*, 9(11), 29465-29480. doi:10.34117/bjdv9n11-012
- Ramírez , Y., & Pérez, J. (2006). Efecto de la edad de corte sobre el rendimiento y composicion quimica del pasto Maralfalfa (*Pensisetum sp.*). *Revista de Ciencia y Tecnología*, 24, 57-62.
- Reategui, K., Nazario Aguirre, R. O., & Aguirre , E. (2019). Grazing pressure on forage availability of *Brachiaria decumbens*. *Scielo*, 10(2). doi:http://dx.doi.org/10.17268/sci.agropecu.2019.02.10
- Rincón C, A. (2011). Effect of cutting height on forage production of *Brachiaria sp.* in the piedmont Plains of Colombia. *Revista Corpoica - Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 12(2), 107-112.
- Rojas Córtes, R. (2019). MANEJO ÓPTIMO DEL PASTOREO EN EL TRÓPICO BAJO, PUNTO DE PARTIDA PARA MEJORAR LA RENTABILIDAD DE LA EXPLOTACIÓN. *SÁENZ FETY Pecuaria & Agro* , 12.
- Romagosa Vilá, J. A. (1982). *MANUAL DE CRIANZA DE VACUNOS* (Quinta ed.). Barcelona: AEDOS.

- Sbrissia, A. F. (07 de 04 de 2004). Morfogênese, dinâmica do perfilhamento e do acúmulo de forragem em pastos de capim-marandu sob lotação contínua. *Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz*. doi:<https://doi.org/10.11606/T.11.2004.tde-25052004-143513>
- Schenone Campos, A. E. (2014). EFECTO DE LA DISPONIBILIDAD DE FORRAJE PRE-PASTOREO SOBRE LA CONDUCTA DE PASTOREO Y PARÁMETROS PRODUCTIVOS DE VACAS HOLSTEIN NEOZELANDÉS. *Repositorio U de Chile*, 25-26.
- Suárez , P., Reza, G., García , C. F., Pastrana, V. I., & Díaz, A. E. (2011). Comportamiento ingestivo diurno de bovinos de ceba en praderas del pasto Guinea (*Panicum maximum* cv. Mombasa). *Corpoica. Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 12(2), 167-174.
- Tricot Cuña, M. V. (2017). RESPUESTA MORFOGENÉTICA DE *Paspalum notatum* A LA FERTILIZACIÓN NITROGENADA. *Universidad de la República*, 16-21.
- Villareal, J., Martínez, P., Hernández, P., Guerrero, J., & Velasco, M. (2014). Rendimiento y calidad de forraje del pasto ovillo (*Dactylis glomerata* L.) al variar la frecuencia e intensidad de pastoreo. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 5(2), 231-245.