



Por un Desarrollo Agrario
Integral y Sostenible

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

DIRECCIÓN ESPECÍFICA DE CIENCIA ANIMAL

Trabajo de Tesis

**Efecto del manejo del pastoreo con novillas
en desarrollo sobre la estructura de la
pastura de Mulato II (*Urochloa Híbrido*
CIAT 36087).**

Autor(es)

Br. Anielka Belén Navarrete

Asesor(es)

Ing. Wendell Mejía Tinoco, M.Sc.

Presentado a la consideración del honorable comité
evaluador como requisito final para optar al grado de
Ingeniero en Zootecnia

**Managua, Nicaragua
Noviembre, 2024**

Este trabajo de graduación fue evaluado y aprobado por el honorable comité evaluador designado por la Dirección de Ciencia Animal como requisito final para optar al título profesional de:

Ingeniero en Zootecnia

Miembros del Comité Evaluador

Ing. Alioska Blandón

Presidente

Ing. Guadalupe Centeno

Secretario

Ing. Santiago Gutierrez Gonzalez

Vocal

Lugar y fecha: Managua, Nicaragua, 1 de noviembre 2024

DEDICATORIA

Esta tesis es dedicada primeramente a Dios porque me ha dado la fuerza, inteligencia, paciencia y perseverancia en mis cinco años de carrera universitaria.

A mis padres por el apoyo, pero sobre todo a mi mamá por ser ese gran pilar que me motivó y me alentó en mis cinco años de carrera y que gracias a su esfuerzo podre culminar con éxito.

AGRADECIMIENTO

Estoy agradecida con Dios porque ha sido mi maestro y mi guía en todo este proceso de mi carrera universitaria.

A mi madre **Luisa Esperanza Torres** por apoyarme en todo momento, alentarme confiar y creer en mí hasta el final.

Gracias a **Juneyci Paola Hurtado Pérez, Yassir Alexander López Leal y Josué David Reyes Molina** por su constante apoyo, agradezco profundamente su valiosa contribución.

Así también, le agradezco a **Consuelo Treminio** por ser una bonita luz en mi camino por el apoyo que me brindó, por sus consejos, por escucharme y ser de gran ayuda para mí cuando más lo necesité. Me siento agradecida con **Elida Loáisiga** por su generosidad y por sus palabras de aliento.

Al **Dr. Lester Rocha Molina Ph.D.** por aceptarme como tesista y tenerme paciencia, gracias por su asesoría para la ejecución y culminación de todo mi trabajo.

Al **Ing. Wendell Mejía Tinoco M,Sc.** gracias por su ayuda en este proceso.

¡MUCHAS GRACIAS!

ÍNDICE DE CONTENIDO

SECCIÓN	PÁGINA
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	ii
ÍNDICE DE CONTENIDO	iii
ÍNDICE DE CUADROS	v
ÍNDICE DE FIGURAS	vi
ÍNDICE DE ANEXOS	vii
RESUMEN	ix
ABSTRACT	ix
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	3
2.1. Objetivo general	3
2.2. Objetivos específicos	3
III. MARCO DE REFERENCIA	4
3.1. Los pastos como fuente de alimento	4
3.2. Los pastos y pasturas en Nicaragua	4
3.3. Los pastos naturales, naturalizados y mejorados	5
3.4. El pastoreo y la producción animal en el trópico	6
3.5. Efecto del pastoreo sobre las pasturas	7
3.6. Comportamiento animal en pastoreo	8
3.7. Características morfológicas del pasto Mulato II	9

3.7.1. Origen del pasto Mulato II	9
V. MATERIALES Y MÉTODOS	11
4.1. Ubicación del estudio	11
4.2. Diseño diseño experimental	12
4.3. Manejo del ensayo y metodología	14
4.4. Recolección de datos	14
4.5. Datos o variables evaluados	15
4.5.1. Cobertura basal y la altura del dosel	15
4.5.2. Componentes estructurales pre y post-pastoreo	17
4.6. Análisis de datos	18
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	20
5.1. Cobertura basal de pasto Mulato II (<i>Urochloa Hibrido</i> CIAT 36087)	20
5.2. Altura del dosel post-pastoreo de pasto Mulato II (<i>Urochloa Hibrido</i> CIAT 36087)	22
5.3. Altura del dosel de recuperación de pasto Mulato II (<i>Urochloa Hibrido</i> CIAT 36087)	25
5.4. Altura del dosel en función de la condición de pastoreo de pasto Mulato II (<i>Urochloa Hibrido</i> CIAT 36087)	27
5.5. Distribución porcentual de los componentes estructurales de la pastura Mulato II (<i>Urochloa Hibrido</i> Cobra CIAT 36087) en función de la altura del dosel en condición pre-pastoreo.	28
5.6. Distribución porcentual de los componentes estructurales de la pastura Mulato II (<i>Urochloa Hibrido</i> Cobra CIAT 36087) en función de la altura del dosel en condición post-pastoreo.	30
VI. CONCLUSIONES	32
VII. RECOMENDACIONES	33
VIII. LITERATURA CITADA	34
IX. ANEXOS	37

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO		PÁGINA
1.	Cobertura basal y la altura del dosel	15
2.	Componentes estructurales pre y post-pastoreo	17
3.	Cobertura basal (%) de pasto Mulato II (<i>Urochloa Híbrido</i> CIAT 36087) en cada repetición según la altura objetivo.	20
4.	Parámetros estimados de las distribuciones de probabilidad de altura pre-pastoreo para cada altura objetivo.	21
5.	Estadístico y criterio de bondad de ajuste para cada distribución de densidad según la altura objetivo de la pastura pre-pastoreo.	22
6.	Parámetros estimados de las distribuciones de probabilidad de altura post-pastoreo (residual) para cada altura objetivo.	23
7.	Estadístico y criterio de bondad de ajuste para cada distribución de densidad según la altura objetivo de la pastura post-pastoreo (residual).	24
8.	Parámetros estimados de las distribuciones de probabilidad de altura de recuperación (nominal) para cada altura objetivo.	25
9.	Estadístico y criterio de bondad de ajuste para cada distribución de densidad según la altura objetivo de la pastura a la recuperación (altura nominal).	26

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA		PÁGINA
1.	Ubicación del área de estudio.	11
2.	Plano de campo del área de estudio.	13
3.	Alturas del dosel en condiciones de pre-pastoreo para el pasto Mulato II (<i>Urochloa Híbrido</i> CIAT 36087).	21
4.	Alturas del dosel en condiciones de post-pastoreo para el pasto Mulato II (<i>Urochloa Híbrido</i> CIAT 36087).	24
5.	Alturas del dosel en condiciones de recuperación para el pasto Mulato II (<i>Urochloa Híbrido</i> CIAT 36087).	26
6.	Altura del dosel en función de la condición de pastoreo	28
7.	Distribución porcentual de los componentes estructurales de la paja altura de Mulato II (<i>Urochloa Híbrido</i> Cobra CIAT 36087) en función de la altura del dosel en condición de pre-pastoreo.	29

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO	PÁGINA
1. Selección del área	38
2. Corte de uniformidad del área a 20 cm de altura	38
3. Fertilización del área con urea al 46% a razón de 90 kg ha ⁻¹	39
4. Mediciones de cobertura basal del Pasto Mulato II	39
5. Mediciones de altura Pre-pastoreo del pasto Mulato II	40
6. Entrada de las novillas y delimitación de potrero con cerca eléctrica durante los eventos de pastoreo	40
7. Mediciones de altura post pastoreo del pasto Mulato II	41
8. Mediciones de altura de recuperación del pasto mulato II	41
9. Recolección de macollas por cada repetición	42
10. Separación de las macollas manualmente en biomasa viva y biomasa senescente	42
11. Componentes de biomasa identificado, empacado individualmente en bolsas de papel Kraft y trasladado al laboratorio para la determinación del peso seco	43
12. Pesaje de los componentes de biomasa en base seca	43

RESUMEN

Los pastos en la ganadería convencional e intensiva tienen un rol de suma importancia ya que en gran medida forman alrededor de un 80% de la alimentación total. Con el objetivo evaluar el efecto del manejo del pastoreo sobre la estructura de la pastura de Mulato II (*Urochloa Urochloa Híbrido* CIAT 36087), se utilizó un diseño completamente al azar (DCA) con tres alturas objetivos del dosel (40, 60, 80 cm). Cada tratamiento (alturas objetivo del dosel), se replicó tres veces, usando nueve potreros con un área aproximada de 400 m² cada uno. Las variables evaluadas fueron **1:** Cobertura basal y la altura del dosel: Cobertura basal (%), Altura del dosel pre-pastoreo; post-pastoreo y a la recuperación (cm) y **2:** Componentes estructurales pre y post-pastoreo: Biomasa verde pre-pastoreo, Biomasa senescente pre-pastoreo, Biomasa verde total pre-pastoreo, Biomasa senescente total pre-pastoreo, Biomasa verde post-pastoreo, Biomasa senescente post-pastoreo, Biomasa verde total post-pastoreo y Biomasa senescente total post-pastoreo (g MS macolla⁻¹ unidad de medida para la biomasa). La variable cobertura basal se caracterizó por medio de estadística descriptiva (media aritmética y varianza). Se ajustaron distribuciones de probabilidad Normal, Weibull, Lognormal y Gamma a los datos de altura del dosel (pre y post-pastoreo) y la estimación de los parámetros se realizó por el método de Máxima Verosimilitud. La distribución porcentual de los componentes estructurales (biomasa verde, biomasa senescente) se analizó mediante una Regresión Dirichlet usando como variable explicativa la altura objetivo del dosel. La cobertura inicial del pasto Mulato II presento una variabilidad del 7 y 26%. Para las tres condiciones en estudio la altura de 40 cm fue la menos variable respecto a las alturas de 60 y 80 cm, así también se observó una asimetría positiva (40 cm) y negativa (60 y 80). La distribución Gamma describió de manera más asertiva la altura del dosel en condiciones de pre-pastoreo y recuperación, por otro lado, la distribución Weibull proporciono los mejores resultados en recuperación. Para la condición de pre-pastoreo y pre-pastoreo todas las alturas obtuvieron el mismo porcentaje de biomasa senescente ($P > 0.05$), siendo diferentes en biomasa verde ($P < 0.01$).

Palabras clave: altura del dosel, biomasa verde, biomasa senescente, biomasa total.

ABSTRACT

Pastures in conventional and intensive livestock farming play a very important role since they largely form around 80% of the total diet. In order to evaluate the effect of grazing management on the structure of the Mulato II pasture (*Urochloa Híbrido* CIAT 36087), a completely randomized design (DCA) was used with three objective canopy heights (40, 60, 80 cm). Each treatment (target canopy heights) was replicated three times, using nine paddocks with an approximate area of 400 m² each. The variables evaluated were 1: Basal cover and canopy height: Basal cover (%), Pre-grazing canopy height; post-grazing and recovery (cm) and 2: Pre and post-grazing structural components: Pre-grazing green biomass, Pre-grazing senescent biomass, Pre-grazing total green biomass, Pre-grazing total senescent biomass, Post-grazing green biomass grazing, post-grazing senescent biomass, post-grazing total green biomass and post-grazing total senescent biomass (g MS tiller⁻¹ unit of measurement for biomass). The basal coverage variable was characterized by means of descriptive statistics (arithmetic mean and variance). Normal, Weibull, Lognormal and Gamma probability distributions were fitted to the canopy height data (pre and post-grazing) and parameter estimation was performed using the Maximum Likelihood method. The percentage distribution of the structural components (green biomass, senescent biomass) was analyzed using a Dirichlet Regression using the target canopy height as an explanatory variable. The initial coverage of Mulato II grass presented a variability of 7 and 26%. For the three conditions under study, the height of 40 cm was the least variable compared to the heights of 60 and 80 cm, and a positive (40 cm) and negative (60 and 80) asymmetry was also observed. The Gamma distribution more assertively described the canopy height in pre-grazing and recovery conditions, on the other hand, the Weibull distribution provided the best results in recovery. For the pre-grazing and pre-grazing conditions, all heights obtained the same percentage of senescent biomass ($P > 0.05$), being different in green biomass ($P < 0.01$).

Key words: *canopy height, green biomass, senescent biomass, total biomass.*

I. INTRODUCCIÓN

Los pastos tropicales son considerados la fuente principal de alimento para los rumiantes. Es conocido que la producción animal en las pasturas tropicales está asociada a bajos niveles de productividad de carne y leche esto debido a prácticas inadecuadas de manejo de pastoreo lo cual ha conllevado a severos grados de degradación de las pasturas.

Las gramíneas son la base fundamental de todo programa de alimentación en la ganadería tropical, puesto que proveen al animal de nutrientes como carbohidratos, proteína, aminoácidos, minerales y vitaminas, entre otros. Es pues un alimento muy completo, pero al mismo tiempo el más económico de toda la dieta para un bovino (Rua-Franco, 2008, párr.8).

En Nicaragua, tanto las gramíneas como las leguminosas tienen gran importancia en la alimentación del ganado, estas pueden ser cosechadas directamente por los animales en pastoreo y otras especies forrajeras utilizadas bajo sistemas de corte y acarreo. El uso de estas especies o variedades de gramíneas y leguminosas forrajeras, con mayor calidad y potencial de producción forrajera que las nativas o naturalizadas, permite lograr un aumento en la producción de leche o de carne por unidad animal o por unidad de superficie, y reducir los costos de producción (CATHOLIC RELIEF SERVICES [CRS], 2015).

Continuando la idea anterior, Medina et al. (2012) mencionan que en nuestras condiciones tropicales la alimentación de los bovinos es en su gran parte a base de pastoreo de gramíneas en monocultivo, además de la suplementación con ensilajes, pacas de heno y subproductos de cosechas. Dichos alimentos son distintos (estructura, calidad nutricional, etc.) causando en el animal diferencias en el comportamiento ingestivo.

El efecto del pastoreo sobre las pasturas produce una disminución permanente de la calidad forrajera del sistema. En un estado avanzado de degradación (sobrepastoreo) de los pastizales, disminuye la cobertura vegetal forrajera y se pierden del sistema componentes del suelo por erosión eólica e hídrica (Celdrán, sf, p.1). El sobre pastoreo es un factor que puede darse debido a que los bovinos presentan comportamientos ingestivos claramente marcados, estos son: tiempo de pastoreo, rumia, tasa y masa del bocado.

La altura del dosel es la característica estructural de la pastura que mayormente influye en las dimensiones del bocado y las decisiones del animal (Boval y Sauvant 2019; Costa et al., 2021), por lo tanto, el manejo de la altura del dosel, como variable fácil de monitorear, constituye un elemento central para mejorar la eficiencia de los animales en pastoreo. Sin embargo, se conoce pocos estudios que han sido realizados en pasturas tropicales sobre el análisis del impacto de las características de los componentes estructurales de la pastura y su interacción con el animal.

Por lo tanto, la presente investigación pretende contribuir a mejorar la eficiencia del desempeño y el consumo animal en pastoreo, por medio de la optimización de los componentes estructurales de la pastura resaltando la altura del dosel como estrategia adecuada de manejo sostenible.

II. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

- Evaluar el efecto del manejo del pastoreo con novillas en desarrollo sobre la estructura de la pastura de Mulato II (*Urochloa Hibrido* CIAT 36087).

2.2 Objetivos específicos

- 1.- Caracterizar la cobertura basal y la distribución de la altura del dosel pre y post-pastoreo con novillas en desarrollo del pasto Mulato II (*Urochloa Hibrido* CIAT 36087).
- 2.- Determinar los componentes estructurales del pasto Mulato II (*Urochloa Hibrido* CIAT 36087) pre-pastoreo con novillas en desarrollo.
- 3.- Establecer los componentes estructurales del pasto Mulato II (*Urochloa Hibrido* CIAT 36087) pastoreado con novillas en desarrollo.

III. MARCO DE REFERENCIA

3.1 Los pastos como fuente de alimento

Los bovinos en el trópico son naturalmente alimentados mediante el pastoreo de gramíneas o leguminosas en monocultivo, además de restos de cosecha, pacas de heno y ensilaje. Solo en algunos sistemas intensivos o especializados se realiza la suplementación con concentrados. “En la mayoría de las explotaciones productoras de leche y carne en el trópico (>90%), la única fuente de alimentación disponible para el ganado bovino son los forrajes”. (El productor, 2017, párr.2).

Rua-Franco (2008) señala que:

Los pastos (gramíneas) son la base fundamental de todo programa de alimentación en ganadería de trópico, puesto que proveen al animal de nutrientes como carbohidratos, proteína, aminoácidos, minerales y vitaminas, entre otros. Es pues un alimento muy completo, pero al mismo tiempo el más económico de toda la dieta para un bovino (párr.8).

Tomando como partida el dato anterior se deduce la gran importancia que los pastos tienen para la producción bovina, ya que en muchos sistemas son la única fuente de alimento, y es aquí la gran relevancia de monitorear su comportamiento (respuestas morfológicas al pastoreo) continuo, a la entrada y salida de los bovinos.

3.2 Los pastos y pasturas en Nicaragua

En Nicaragua tanto las gramíneas como las leguminosas tienen gran importancia en la alimentación del ganado, estas pueden ser cosechadas directamente por los animales en pastoreo y otras especies forrajeras utilizadas bajo sistemas de corte y acarreo. El uso de estas especies o variedades de gramíneas y leguminosas forrajeras, con mayor calidad y potencial de producción forrajera que las nativas o naturalizadas, permite lograr un aumento en la producción de leche o de carne por unidad animal o por unidad de superficie, y reducir los costos de producción (CRS, 2015).

Carballo et al. (2005) indica que ... las pasturas y las gramíneas ocupan grandes extensiones en el país, ofreciendo su producción de biomasa, para alimentación del ganado, lo mismo que protegiendo y conservando los suelos de la erosión” (p.3). Este mismo autor menciona que estas “son plantas que se han especializado para su adaptación al frío, al calor, viento, sequía, a la humedad, a las variaciones físicas y químicas del suelo, constituyendo la vegetación dominante en valles, sabanas, estepas, costas y laderas” (p.3).

Las gramíneas son de crecimiento anual y perennes no todas son de tallos leñosos y el tamaño o altura de estas varían entre unos centímetros, así como las gramíneas son de importancia en la alimentación del ganado, las leguminosas juegan un papel importante ya que tiene un alto valor forrajero y su capacidad para mejorar suelos Y la posibilidad de fijar nitrógeno atmosférico, necesario para la vida de las plantas y la sostenibilidad de un sistema de producción ganadera carballo et al. (2005).

En Nicaragua, el área de pasturas en las postrimerías del siglo XX ya había alcanzado 4.2 millones de hectáreas, ocupadas con 2.65 millones de cabezas de ganado, área que hacia el año 2005 mostró una ligera reducción (3.2 millones de hectáreas, con 3.5 millones de cabezas) posiblemente derivadas de la conversión de pasturas hacia charrales probablemente por la degradación de pasturas (Velásquez y Mora, 2008, p.572).

3.3 Los pastos naturales, naturalizados y mejorados

Según lo expresado por Huss et al. (citado por Lemus de Jesús, 2008) las pasturas naturales son áreas en las que se produce forraje ya sea en forma de gramíneas, arbustos ramoneables, herbáceas o mezclas de estas. Las pasturas naturales cumplen una función primordial en la naturaleza, ya que estas además de ser fuente de alimentación para los animales evitan la pérdida de recurso suelo por medio de la erosión. Con un manejo adecuado las pasturas naturales ayudan a mantener la productividad del hato ganadero ya que estas tienen la particularidad de resistir sequías, inundaciones y quemas.

CORFAGA (2000) (como se citó en Lemus de Jesús, 2008) describe a las pasturas naturalizadas como “pastos que fueron introducidos a ecosistemas con pastos naturales como mejor opción forrajera mucho antes de las conocidas pasturas mejoradas” (p.27). Este mismo

autor menciona los siguientes pastos: jaragua, estrella africana, kikuyo, guinea de castilla, elefantes o gigantes, imperial, alemán, pará, janeiro, capín.

Estas pasturas se caracterizan por la presencia de una gran diversidad de especies herbáceas y leñosas, nativas y naturalizadas, que consumen el ganado (bovino, equino, caprino y ovino, entre otros) y la fauna silvestre (Velásquez y Mora, 2008, p.572).

Dentro de la amplia gama de las pasturas se encuentran las ya antes mencionadas y las pasturas mejoras, esta última en palabras de Pezo (2018) se definen como:

especies forrajeras -mayormente gramíneas y leguminosas-, que no son nativas pero que están bien adaptadas a las condiciones agroecológicas prevalentes en una finca y que cuando se manejan adecuadamente, muestran una alta producción de biomasa forrajera y una buena calidad nutritiva, y que persisten, de manera que como resultado de todo ello contribuyen a lograr una productividad animal alta, pero además contribuyen a conservar el ambiente (p.14).

Las pasturas mejoradas del género *Urochloa* tiene una importancia en la alimentación animal ya que han logrado sustanciales incrementos en la productividad ganadera en muchos países de la región.

Dentro de las diferentes variedades de gramíneas están las de porte bajo, las cuales tienen un característico crecimiento decumbente con tallos de crecimiento horizontal, de los cuales surgen nuevas raíces produciendo a si platas nuevas, entre estas están: p.e. *Urochloa humidicola*, *Urochloa decumbens*, *Pennisetum clandestinum*, *Cynodon nlemfuens*. También se encuentran las de crecimiento erecto, las cuales tienen forma macollosa de porte medio, p.e. *Paspalum atratum*, *Lolium multiflorum* y de porte alto como: *Andropogon gayanus*, *Panicum máximum*, *Pennisetum purpureum* (Pezo, 2018).

3.4 El pastoreo y la producción animal en el trópico

El pastoreo es un método tradicionalmente utilizado para la alimentación de los bovinos, esto debido a que no requiere de demandantes prácticas de manejo; convirtiéndose así en una de las formas más económicas de producir leche y carne. En estos sistemas de

producción se da la interacción de factores tales como: el manejo, la alimentación y el estado sanitario de los animales, estas interacciones pueden alterar el comportamiento ingestivo de los bovinos afectando así su producción (Patiño et al., 2003).

El sistema de producción mayormente utilizado en las ganaderías del trópico americano es el extensivo, siendo la alimentación de los animales a base de pastoreo en grandes extensiones de tierras con pasturas irregulares, la suplementación se da a base de sal común, lo que conlleva a que esta sea ineficiente (Román, 1981).

Continuando la idea anterior, Medina et al. (2012) mencionan que en nuestras condiciones tropicales la alimentación de los bovinos es en su gran parte a base de pastoreo de gramíneas en monocultivo, además de la suplementación con ensilajes, pacas de heno y subproductos de cosechas. Dichos alimentos son distintos (estructura, calidad nutricional, etc.) causando en el animal diferencias en el comportamiento ingestivo.

El máximo logro de una explotación ganadera bajo condiciones extensivas, dependen de la eficiencia en el manejo que le es proporcionado al ganado y a sus pastizales; un aspecto esencial en un eficiente sistema ganadero es el conocimiento y comprensión de los hábitos de comportamiento de los bovinos en pastoreo, ya que de estos parámetros depende la ingesta de alimento y por consecuencia la producción de los animales y productividad de la finca (Giner et al., 1988).

La producción de los bovinos como se menciona anteriormente será eficiente con la alimentación y la calidad de las pasturas adecuada, pero también su productividad esta influenciada por las condiciones climáticas (altas o bajas temperaturas), raza, sexo, humedad y la radiación solar; ya que estas condiciones disminuyen el consumo de alimento y es por eso por lo que se deben de tomar en cuenta estos factores y así poder tener una mejor producción ya sea cárnica o lechera.

3.5 Efecto del pastoreo sobre las pasturas

El pastoreo como se ha definido anteriormente es la acción por el cual los rumiantes adquieren el alimento, y en este mismo mineral esenciales para su supervivencia, de igual forma para la producción de leche, carne y cría. El bovino al pastorear ejerce una acción

modificadora sobre la pastura, influyendo en la cantidad de recursos disponibles para otros organismos, por ejemplo, intensidad de luz que llega al suelo y modificando con ello la temperatura (Celdrán, sf)

El efecto del pastoreo sobre las especies preferidas produce una disminución permanente de la calidad forrajera del sistema. En un estado avanzado de degradación (sobrepastoreo) de los pastizales, disminuye la cobertura vegetal forrajera y se pierden del sistema componentes del suelo por erosión eólica e hídrica (Celdrán, sf, p.1).

3.6 Comportamiento animal en pastoreo

Suárez et al. (2011:2014) indica que en los bovinos presentan comportamientos ingestivo claramente marcados, estos son: tiempo de pastoreo, rumia, tasa y masa del bocado; siendo este último el primero en ser modificado cuando los bovinos sufren cambios en su dieta.

Suárez et al. (2014) haciendo uso de los resultados obtenidos por Galli et al. en el año 1996, describe que el tiempo de permanencia en pastoreo varía en un rango de cuatro y 14 horas al día (dependiendo del tamaño del vacuno) distribuyéndose gran parte de este pastoreo en horas de la mañana. En este mismo tema, Jiménez y Améndola (2022), explican que el pastoreo "... está integrado por distintos parches donde la vaca consume forraje durante una sesión de pastoreo. El tiempo de permanencia en esta escala varía entre 1 y 4 h, en superficies que van desde 1 a 4 ha" (p.747). La diferencia en el tiempo de pastoreo reportado por ambos autores puede ser causado por factores como la disponibilidad, calidad del pasto, temperatura ambiente, sexo, estado fisiológico, raza, etc.

La rumia se define como "el período en que el animal está masticando el bolo alimenticio retornado del rumen y que se observa mediante los movimientos de la boca del animal" (Suárez et al., 2011, p.169). Durante este proceso el alimento es:

mezclado con saliva, reduciendo el tamaño de partícula y exponiendo los carbohidratos en la fibra para una fermentación bacteriana realizada por los microorganismos que viven en el estómago, de esta forma los rumiantes aprovechan de forma muy eficiente los nutrientes de los alimentos. Agencia de Cooperación Internacional del Japón [JICA] (JICA, sf.p.13).

Este proceso de rumia se ve afectado por factores como el estado fisiológico del pasto y su composición nutricional, haciendo que sea mayor o menor.

Suárez et al. (2011) reporta como resultado de su trabajo investigativo un tiempo de rumia de 107 minutos, para los animales alojados en una mayor densidad (UA h⁻¹). En este mismo tema Patiño et al. (2003) reportan tiempos de rumia entre 68 y 133 minutos.

3.7 Características morfológicas del pasto Mulato II

3.7.1. Origen del pasto Mulato II

El pasto Mulato II es un híbrido de *Urochloa* proveniente del cruce No. 625 (*Urochloa ruziziensis* clon 44-6 x *Urochloa brizantha* CIAT6297), realizado en 1988 por el programa de pastos tropicales del centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT).

Descripción morfológica

El Mulato II es una gramínea perenne, vigorosa de habito amacollado, decumbente y estolonífera, lo que le permite tener una alta capacidad de establecimiento. La altura de la planta, sin incluir la inflorescencia, varía de 90 a 100 centímetros. Sus hojas son lineales, lanceoladas de color verde intenso, en promedio de 35 a 40 centímetros de longitud y de 2.5 a 3.0 milímetros de ancho, presentando abundante pubescencia.

La arquitectura de la planta se caracteriza por presentar un número de hojas que varía de 9 a 10 por tallo, que se proyecta vertical y horizontalmente hacia la cubierta vegetal, efecto que se traduce en una estructura de pradera compuesta por una elevada densidad y volumen de hojas. Se ha comprobado que estos factores contribuyen a aumentar el consumo de forraje y mejorar la eficiencia de la utilización de este pasto. Sus tallos de color verde intenso y con alta pubescencia son cilíndricos de 55 a 80 centímetros de largo.

Posee un sistema radicular profundo lo que les da una excelente resistencia a condiciones de sequía, además de comportarse bien en invierno donde las condiciones de bajas temperaturas y días nublados prevalecen.

Tiene un excelente macollamiento y recuperación, ya que presenta un mecanismo de rebrote por yemas basales o corona radical, buena capacidad para emitir estolones que enraízan

formando nuevas plantas permitiéndole competir con éxito contra malezas y otras gramíneas no deseadas.

Siendo una gramínea perenne, vigorosa, estolonífera y de rápida recuperación al pastoreo o corte, conserva sus características apomíctica, con producción de semilla fértil. Su floración es tardía presentándose en el mes de octubre, lo cual favorece el aprovechamiento de su forraje. La inflorescencia es una panícula de hasta 40 centímetros de longitud, con 4 a 7 racimos con doble hilera de espiguillas, con un promedio de 42 espiguillas, de 2.4 milímetros de ancho y 6.2 milímetros de longitud.

Adaptación fisiográfica

El pasto mulato se adapta a condiciones de trópico húmedo y trópico sub-húmedo. Con alturas de 0 hasta 1,800 m.s.n.m. y precipitaciones pluviales de 700 a 800 mm en adelante. Requiere suelos de mediana fertilidad natural, con buen drenaje natural, se adapta a pH desde ácidos a alcalinos (4.2 a 8). Tiene excelente tolerancia a la sequía (5 a 6 meses) y a las quemas, se ha observado buena tolerancia a bajas temperaturas y heladas, no tolera inundaciones.

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Ubicación del estudio

El estudio se realizó en el Centro Académico de Formación Práctica (CAFOP) Bovino, ubicado en la Finca Santa Rosa de la Universidad Nacional Agraria, localizado geográficamente a los 12°07'32" latitud Norte y 86°09'58 longitud Oeste (Figura 1).

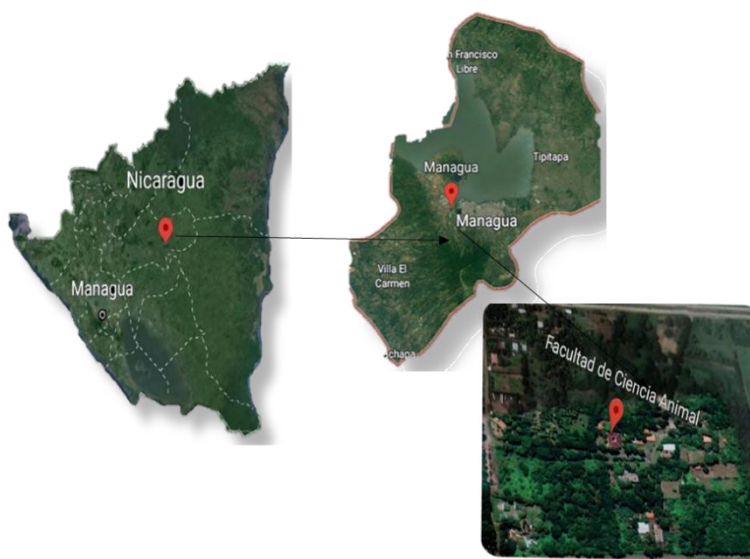


Figura 1. Ubicación del área de estudio. Fuente: Google Earth (26 de octubre de 2022).

Las condiciones climáticas del área de estudio según Urroz y Ramírez (2006) “corresponden a una zona de vida ecológica de bosque subtropical seco, cuenta con una elevación de 56 m.s.n.m, con una precipitación promedio anual de 1132 a 1200 mm” (p.15). La temperatura media anual es de 28°C y la humedad relativa es de 73.2% (Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales, [INETER], 2021).

El suelo de la zona donde se llevó a cabo el estudio, según lo expresado por Pascua Gonzales (2014) es de topografía plana de origen volcánico, un pH de 6.88 (neutro), 3.21-4.70 % de

materia orgánica (Medio- Alto), 0.20 % de nitrógeno N (alto), 67.8 ppm de fósforo P (alto) y 4.23 meq 100 gr⁻¹ de suelo de potasio K. (p. 15).

4.2. Diseño experimental

Para el presente estudio se utilizó un diseño completamente al azar (DCA) con tres alturas objetivos del dosel (40, 60, 80 cm). Cada tratamiento (alturas objetivo del dosel mencionados anteriormente), se replicó tres veces, usando nueve potreros con un área aproximada de 400 m² cada uno (Figura 2).

Tratamientos

Tratamiento 1: Altura objetivo del dosel pre-pastoreo 40 cm.

Tratamiento 2: Altura objetivo del dosel pre-pastoreo 60 cm.

Tratamiento 3: Altura objetivo del dosel pre-pastoreo 80 cm.

Modelo aditivo lineal

El modelo aditivo lineal a utilizar para un DCA, es:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + e_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} : Representa la j-ésima observación en el i-ésimo tratamiento.

μ : Estima la media general.

T_i : Efecto fijo del i-ésimo tratamiento.

e_{ij} : Representa el error experimental con media 0 y σ^2 .



Figura 2. Plano de campo del área de estudio.

4.3. Manejo del ensayo y metodología

Se utilizó un área con pasto Mulato II (*Urochloa Híbrido* CIAT 36087), de la cual, 3700 m² fueron divididos en nueve potreros de aproximadamente 400 m² cada uno. Cada potrero se mantuvo delimitado con cerca eléctrica durante los eventos de pastoreo. Se realizó un corte de uniformidad con una desbrozadora mecánica de cuchillas con acople a tractor agrícola a 20 cm de altura medido desde la base del suelo. Todos los potreros se fertilizaron con urea al 46% a razón de 90 kg ha⁻¹.

Se usó cuatro novillas en desarrollo (dos del grupo racial Reyna y dos del grupo racial Pardo Suizo) con un peso promedio de 230 kilogramos para una carga animal instantánea equivalente a 57.5 U.A. ha⁻¹. El tiempo de pastoreo en cada repetición fue de al menos de siete horas. Las novillas tuvieron un día de adaptación en un potrero adyacente con Mulato II previo al inicio de los eventos de pastoreo y fueron mantenidas en ese potrero durante el tiempo necesario que permitió el ingreso a los potreros que lograron la altura objetivo de dosel.

4.4. Recolección de datos

Para la recolección de datos de este estudio, se utilizó una hoja plantilla en la cual se registró cada dato en el momento del levantamiento de la información. Posteriormente, dicha información se organizó, digitalizó y se almacenó en una base de datos en Excel versión 2021 para su análisis posterior.

4.5. Variables evaluadas

4.5.1. Cobertura basal y la altura del dosel

Cuadro 1. Cobertura basal y la altura del dosel

Variable	Descripción
<i>Cobertura basal (%)</i>	Es la proporción de la planta que se extiende en el suelo. Se trazó un transecto de 20 m de longitud por repetición con dirección norte-sur. Se usó el método de transecto-punto con mediciones tomadas cada 20 cm. Esta variable se registró una semana después de realizado el corte de uniformidad de la pastura. Se utilizó una cinta métrica de 50 m, estacas de soporte, espiga de medición.
<i>Altura del dosel pre-pastoreo (cm)</i>	Es la altura de la superficie de la pastura medida sin perturbación desde la base del suelo, tomada antes del pastoreo. Se tomó 30 mediciones de altura del dosel por cada repetición. Para cubrir el área de cada repetición las mediciones fueron tomadas caminando por la pastura en zig-zag. Esta variable se registró dos veces por semana contadas a partir de la segunda semana después del corte de uniformidad. Se usó una regla plástica de 1 m y una lámina de acetato.

Cuadro 1. Continuación...

Variable	Descripción
<i>Altura del dosel post-pastoreo (cm)</i>	Es la altura de la superficie de la pastura medida sin perturbación desde la base del suelo, tomada después del pastoreo. Se tomaron 15 mediciones de la altura del dosel por cada repetición. Para cubrir el área de cada repetición las mediciones fueron tomadas caminando por la pastura en zig-zag. Esta variable se registró inmediatamente después del evento de pastoreo. Se uso una regla plástica de 1 m y una lámina de acetato.
<i>Altura del dosel a la recuperación (cm)</i>	Es la altura de la superficie de la pastura medida sin perturbación desde la base del suelo, tomada una vez alcanzadas las alturas objetivo (40, 60 y 80 cm) después de los eventos de pastoreo. Se tomó 30 mediciones de altura del dosel por cada repetición. Para cubrir el área de cada repetición las mediciones fueron tomadas caminando por la pastura en zig-zag. Esta variable se registró una vez por semana transcurrido dos semanas del evento de pastoreo. Se utilizó una regla plástica de 1 m y una lámina de acetato.

4.5.2. Componentes estructurales pre y post-pastoreo

Cuadro 2. Componentes estructurales pre y post-pastoreo

Variable	Descripción
<i>Biomasa verde pre-pastoreo (g MS macolla⁻¹)</i>	Es la biomasa viva acumulada por macolla antes del evento de pastoreo.
<i>Biomasa senescente pre-pastoreo (g MS macolla⁻¹)</i>	Es la biomasa senescente o muerta acumulada por macolla antes del evento de pastoreo.
<i>Biomasa verde total pre-pastoreo (g MS macolla⁻¹)</i>	Es la biomasa viva acumulada por macolla antes del evento de pastoreo.
<i>Biomasa senescente total pre-pastoreo (g MS macolla⁻¹)</i>	Es la biomasa senescente o muerta acumulada por macolla antes del evento de pastoreo.
<i>Biomasa verde post-pastoreo (g MS macolla⁻¹)</i>	Es la biomasa viva acumulada por macolla después del evento de pastoreo.
<i>Biomasa senescente post-pastoreo (g MS macolla⁻¹)</i>	Es la biomasa senescente o muerta acumulada por macolla después del evento de pastoreo.
<i>Biomasa verde total post-pastoreo (g MS macolla⁻¹)</i>	

Cuadro 2. Continuación...

Variable	Descripción
<i>Biomasa senescente total post-pastoreo (g MS macolla⁻¹)</i>	Es la biomasa senescente o muerta acumulada por macolla después del evento de pastoreo. Se cosecharon cinco macollas cortadas desde la base del suelo por cada repetición (en los momentos pre y post-pastoreo – una vez alcanzada las alturas objetivo). Cada macolla se empacó individualmente y se trasladó a gabinete para su procesamiento. Cada macolla se separó manualmente en biomasa viva y biomasa senescente. Cada componente de biomasa se identificó, se empacó en bolsas de papel y se trasladó al laboratorio para la determinación del peso seco.

4.6. Análisis de datos

La variable cobertura basal se caracterizó por medio de estadística descriptiva (media aritmética y varianza). Se ajustaron distribuciones de probabilidad Normal, Weibull, Lognormal y Gamma a los datos de altura del dosel (pre y post-pastoreo) y la estimación de los parámetros se realizó por el método de Máxima Verosimilitud.

La distribución Normal tiene la siguiente función de densidad

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}}$$

La media es μ y la desviación estándar es σ .

La distribución Weibull tiene la siguiente función de densidad

$$f(x) = (a/b)(x/\sigma)^{a-1} \exp(-(x/\sigma)^a)$$

La media es $E(X) = \sigma \Gamma(1 + 1/a)$ y la varianza es $Var(X) = \sigma^2 (\Gamma(1 + 2/a) - (\Gamma(1 + 1/a))^2)$.

La distribución Lognormal tiene la siguiente función de densidad

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma x}} e^{-\frac{(\log(x)-\mu)^2}{2\sigma^2}}$$

La media es $E(X) = \exp(\mu + 1/2\sigma^2)$ y la varianza es $Var(X) = \exp(2\mu + \sigma^2)(\exp(\sigma^2) - 1)$.

La distribución Gamma tiene la siguiente función de densidad

$$f(x) = \frac{1}{\sigma^\alpha \Gamma(\alpha)} x^{\alpha-1} e^{-x/\sigma}$$

La media es $E(X) = \alpha\sigma$ y la varianza es $Var(X) = \alpha\sigma^2$.

El mejor ajuste de las distribuciones a los datos se evaluó con el estadístico Kolmogorov-Smirnov y el Criterio de información de Akaike (AIC). Se usó un modelo lineal mixto para evaluar los componentes estructurales (biomasa verde, biomasa senescente) por macolla del pasto Mulato II con los factores de efectos fijos altura objetivo y condición (pre-pastoreo y post-pastoreo) y usando los potreros como factor de efecto aleatorio.

Después del ajuste del modelo, se realizó análisis de residuales por medio de inspección visual de gráficos para detectar violaciones a los supuestos de homocedasticidad y normalidad. El modelo adecuado mínimo incluyó una estructura de función de varianza por estrato que permitiera diferentes varianzas por estrato. Se realizó comparaciones múltiples de los factores en estudio usando la Prueba de Tukey. La distribución porcentual de los componentes estructurales (biomasa verde, biomasa senescente) se analizó mediante una Regresión Dirichlet usando como variable explicativa la altura objetivo del dosel. Todos los análisis se realizaron utilizando el software estadístico R Core Team (2023).

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. Cobertura basal y distribución de la altura del dosel del pasto Mulato II (*Urochloa Hibrido* CIAT 36087)

Cuadro 3. Cobertura basal (%) de pasto Mulato II (*Urochloa Hibrido* CIAT 36087) en cada repetición según la altura objetivo.

Repetición	Altura objetivo (cm)		
	40	60	80
1	16	13	13
2	26	19	13
3	16	15	7

La cobertura basal del pasto Mulato II presentó una media de aritmética de 15.3 % y una desviación estándar de 5.2 %, con valores mínimos y máximo de 7 y 26 %, respectivamente, esto previo al inicio del ensayo. Gutiérrez et al. (2007) señalan que la intensidad del pastoreo influye de forma directa en la cobertura vegetal que se encuentra sobre el suelo y así también en la densidad, mortalidad y crecimiento de la vegetación, de igual manera aseveran que la cobertura basal es un indicador que puede contribuir a determinar la condición del pastizal.

Navarro et al. (2002) como se cita en (Gutiérrez et al.,2007), describen que la primera observación que se realiza de la pastura es una descripción in situ de las diferentes coberturas vegetales, y con ello se determina porcentualmente el espacio ocupado por cada uno de los estratos.

La cobertura de los pastizales es de gran importancia para mantener la hidrología del pastizal, ya que representa la protección que se brinda al suelo. Es importante tener en consideración, que la cobertura no sólo es primordial por su riqueza biológica, sino también por el papel que juega en la conservación de suelos y en la regulación del ciclo hidrológico (Gutiérrez et al., 2007).

Por otra parte, las alturas medias del dosel variaron en condiciones de pre-pastoreo, siendo la altura de 40 cm la que resulto menos variable con respecto a las alturas de 60 y 80 cm (Cuadro 2, parámetro σ). Comportamientos similares fueron observados por Barthram et al. (2005) en alturas de gramíneas pastoreadas por ovejas en dos sitios en Escocia.

Cuadro 4. Parámetros estimados de las distribuciones de probabilidad de altura pre-pastoreo para cada altura objetivo.

Distribución	Altura objetivo (cm)		
	40	60	80
Normal			
μ	43.8	58.2	72.9
σ	11.0	13.8	13.7
Lognormal			
$\log\mu$	3.753	4.031	4.268
$\log\sigma$	0.257	0.265	0.216
μ	43.9	58.3	73.1
σ	11.5	15.8	16.0
Gamma			
α	15.638	15.532	23.838
β	0.357	0.267	0.327
μ	43.8	58.2	72.9
σ	11.1	14.8	14.9
Weibull			
a	4.292	4.988	6.873
b	48.140	63.495	78.260
μ	43.8	58.3	73.1
σ	11.5	13.4	12.5

Las distribuciones de probabilidad de los datos de la altura del dosel muestran asimetría positiva en la altura objetivo de 40 cm (Figura 3A) y asimetría negativa en las alturas 60 y 80 cm (Figuras 3B y 3C).

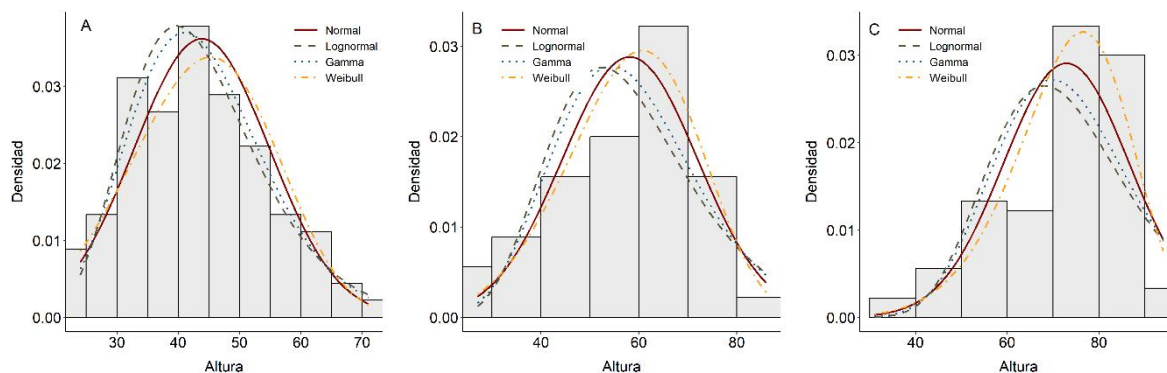


Figura 3. Alturas del dosel en condiciones de pre-pastoreo para el pasto Mulato II (*Urochloa Hibrido* CIAT 36087). Altura objetivo A) 40 cm, B) 60 cm y C) 80 cm.

Cuadro 5. Estadístico y criterio de bondad de ajuste para cada distribución de densidad según la altura objetivo de la pastura pre-pastoreo.

Altura objetivo (cm)	Estadístico y Criterio de bondad de ajuste	Distribución			
		Normal	Lognormal	Gamma	Weibull
40	Kolmogorov-Smirnov	0.0726	0.0565	0.0594	0.0731
	Criterio de Información de Akaike (AIC)	691.57	689.44	688.59	693.67
60	Kolmogorov-Smirnov	0.0876	0.1429	0.1251	0.0690
	Criterio de Información de Akaike (AIC)	732.42	746.15	740.00	728.29
80	Kolmogorov-Smirnov	0.1277	0.1755	0.1604	0.1097
	Criterio de Información de Akaike (AIC)	730.74	751.75	743.48	719.33

Así, la distribución Gamma fue la que presentó el mejor ajuste a los datos de altura objetivo de 40 cm (Kolmogorov-Smirnov = 0.0594, AIC= 688.59) y la distribución Weibull a la altura de 60 cm (Kolmogorov-Smirnov = 0.0690, AIC=728.29) y 80 cm (Kolmogorov-Smirnov = 0.1097, AIC = 719.33) (Cuadro 3).

5.2. Altura del dosel post-pastoreo de pasto Mulato II (*Urochloa Híbrido* CIAT 36087).

En condiciones de post-pastoreo la altura de 40 cm presentó una menor variabilidad con respecto a las alturas objetivos de 60 y 80 cm (Cuadro 4).

Cuadro 6. Parámetros estimados de las distribuciones de probabilidad de altura post-pastoreo (residual) para cada altura objetivo.

Distribución	Altura objetivo (cm)		
	40	60	80
Normal			
μ	29.7	31.5	46.1
σ	7.4	10.7	12.9
Lognormal			
$\log\mu$	3.358	3.395	3.789
$\log\sigma$	0.261	0.325	0.295
μ	29.7	31.4	46.2
σ	7.9	10.5	13.9
Gamma			
Q	15.315	9.457	12.186
β	0.516	0.301	0.265
μ	29.7	31.5	46.1
σ	7.6	10.2	13.2
Weibull			
a	4.507	3.046	3.887
b	32.595	35.178	50.904
μ	29.8	31.4	46.1
σ	7.5	11.3	13.3

Las distribuciones de probabilidad de los datos muestran asimetría positiva en las tres alturas objetivo (Figura 4). Esto está en concordancia por lo mencionado por Castillo et al. (2009)

quienes sugieren que conforme se incrementa la carga animal en condiciones tropicales se reduce la selectividad y por consiguiente se incrementa la proporción de parches de pasturas con alturas bajas, reflejándose asimetría positiva en la distribución de las alturas del dosel.

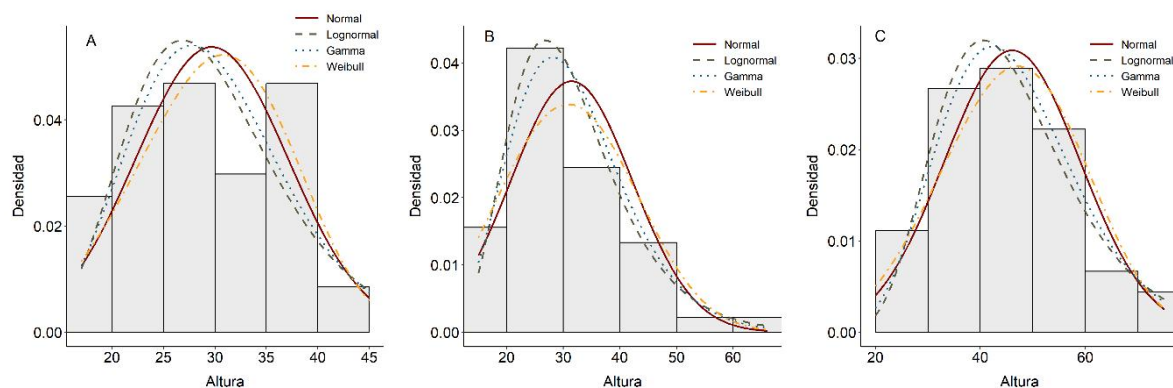


Figura 4. Alturas del dosel en condiciones de post-pastoreo para el pasto Mulato II (*Urochloa Híbrido* CIAT 36087). Altura objetivo A) 40 cm, B) 60 cm y C) 80 cm.

Cuadro 7. Estadístico y criterio de bondad de ajuste para cada distribución de densidad según la altura objetivo de la pastura post-pastoreo (residual).

Altura objetivo (cm)	Estadístico y Criterio de bondad de ajuste	Distribución			
		Normal	Lognormal	Gamma	Weibull
40	Kolmogorov-Smirnov	0.0862	0.0973	0.0909	0.0855
	Criterio de Información de Akaike (AIC)	325.85	326.87	325.82	325.50
60	Kolmogorov-Smirnov	0.1323	0.0704	0.0922	0.1181
	Criterio de Información de Akaike (AIC)	345.00	336.14	337.70	344.59
80	Kolmogorov-Smirnov	0.0663	0.0801	0.0612	0.0666
	Criterio de Información de Akaike (AIC)	362.01	362.76	361.39	362.26

Para la altura objetivo de 40 cm la distribución Weibull presentó el mejor ajuste (Kolmogorov-Smirnov= 0.0855, AIC= 325.50), la distribución Lognormal a la altura de 60 cm (Kolmogorov-Smirnov= 0.0704, AIC= 336.14) y para la altura de 80 cm la distribución Gamma (Kolmogorov-Smirnov= 0.0612, AIC= 361.39) (Cuadro 5).

5.3. Altura del dosel de recuperación de pasto Mulato II (*Urochloa Híbrido* CIAT 36087)

En condiciones de recuperación la altura de 40 cm presentó una menor variabilidad con respecto a las alturas objetivos de 60 y 80 cm (Cuadro 6).

Cuadro 8. Parámetros estimados de las distribuciones de probabilidad de altura de recuperación (nominal) para cada altura objetivo.

Distribución	Altura objetivo (cm)		
	40	60	80
Normal			
μ	44.8	57.2	79.2
σ	10.3	10.6	10.5
Lognormal			
$\log\mu$	3.774	4.028	4.363
$\log\sigma$	0.238	0.197	0.143
μ	44.8	57.2	79.3
σ	10.8	11.4	11.4
Gamma			
α	18.312	27.209	52.009
β	0.409	0.476	0.656
μ	44.8	57.2	79.2
σ	10.5	11.0	11.0
Weibull			
a	4.763	6.047	9.363
b	48.879	61.535	83.597
μ	44.8	57.1	79.3
σ	10.7	11.0	10.2

Las distribuciones de probabilidad de los datos muestran asimetría positiva en la altura objetivo de 40 cm (Figura 5A) y asimetría negativa en las alturas 60 y 80 cm (Figura 5B y 5C). Esto indica que las pasturas se recuperan después del pastoreo a sus condiciones de pre-pastoreo,

mostrando los potreros con alturas del dosel de 60 y 80 cm una mayor proporción de parches de pasturas con alturas altas.

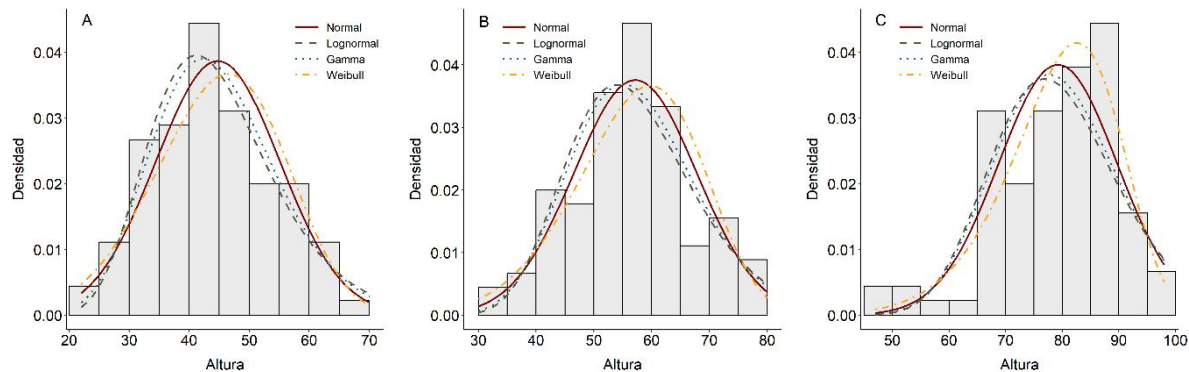


Figura 5. Alturas del dosel en condiciones de recuperación para el pasto Mulato II (*Urochloa Híbrido* CIAT 36087). Altura objetivo A) 40 cm, B) 60 cm y C) 80 cm.

Cuadro 9. Estadístico y criterio de bondad de ajuste para cada distribución de densidad según la altura objetivo de la pastura a la recuperación (altura nominal).

Altura objetivo (cm)	Estadístico y Criterio de bondad de ajuste	Distribución			
		Normal	Lognormal	Gamma	Weibull
40	Kolmogorov-Smirnov	0.0726	0.0724	0.0717	0.0872
	Criterio de Información de Akaike (AIC)	679.36	680.49	678.72	681.16
60	Kolmogorov-Smirnov	0.0646	0.1037	0.0903	0.0794
	Criterio de Información de Akaike (AIC)	684.60	691.67	688.17	685.28
80	Kolmogorov-Smirnov	0.0959	0.1203	0.1128	0.0619
	Criterio de Información de Akaike (AIC)	682.11	694.44	689.67	673.33

Para la altura objetivo de 40 cm la distribución Gamma presenta el mejor ajuste (Kolmogorov-Smirnov= 0.0717, AIC= 678.72) y la distribución Normal a la altura de 60 cm (Kolmogorov-Smirnov= 0.0646, AIC= 684.60) y para la altura de 80 cm la distribución Weibull (Kolmogorov-Smirnov= 0.0619, AIC= 673.33) (Cuadro 7).

El ajuste de las distribuciones de probabilidad diferentes a las Normal ha sido utilizado exitosamente para describir datos de altura del dosel. Por lo tanto, Castillo et al. (2009) y Barthram et al. (2005) ajustaron distribuciones de probabilidad similares a aquellas utilizadas en el presente estudio a datos de altura de dosel asimétricos positivos y negativos, observando que casi la totalidad de los casos esas distribuciones superaron en ajuste a la distribución Normal y resultaron ser más apropiadas para describir la altura del dosel sometido a condiciones como pre-pastoreo (Figura 3), post-pastoreo (Figura 4) y recuperación (Figura 5).

5.4. Altura del dosel en función de la condición de pastoreo de pasto Mulato II (*Urochloa Híbrido* CIAT 36087).

La altura del dosel tiene una influencia muy importante en el comportamiento ingestivo de los animales que las pastorean. La cantidad y calidad de la dieta de los bovinos es el factor que determina la intensidad de defoliación hacia la pastura; así como también la intensidad de defoliación está sujeta a características propias de la planta, reflejándose en su valor nutricional (RC Dobos et al., 2009).

Euclides et al. (2018) describen que factores externos como el clima y el manejo pueden determinar la altura del dosel, afectando de manera positiva o negativa características como: calidad, cantidad y número de bocados por animal, ya sea que aumente el tiempo de pastoreo (en alturas bajas, menor relación hoja-tallo) o se tengan pastos muy lignificados de mala calidad, provocando con esto mayores pérdidas de pasturas y de ganancia de peso de los bovinos.

Al analizar la altura del dosel en función de las condiciones de pre-pastoreo y pos-pastoreo se encontró un efecto significativo ejercido ($P < 0.05$) por los bovinos sobre la altura del dosel (Figura 6). El consumo aparente realizado por los animales en las alturas de 60 y 80 cm fue mayor a aquel ejercido en la altura de 40 cm. Gutiérrez y Ferreira (2008) explican que las plantas muestran diferentes comportamientos en base a la altura de corte o defoliación. RC Dobos et al. (2009) describe que los bovinos prefieren pastar en alturas medias de entre 50 a 60 cm evitando con ello pastos con mayor lignificación y menos digeribles (pastos mayores a 60 cm) y de zonas contaminadas por heces (áreas bajas).

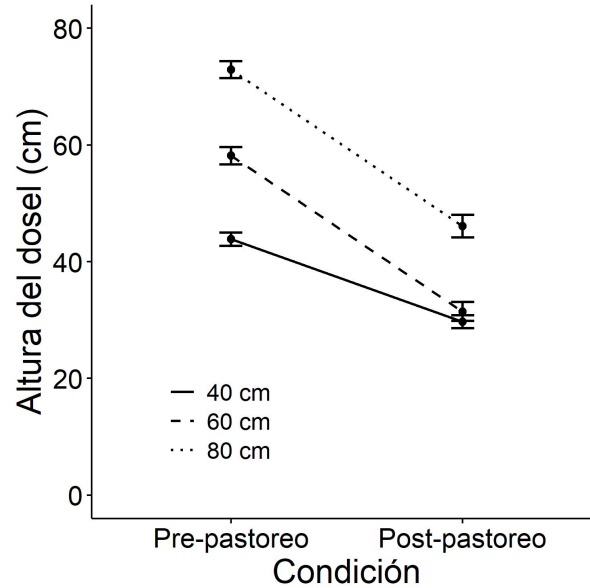


Figura 6. Altura del dosel en función de la condición de pastoreo.

En este contexto Euclides et al. (2016) describen que para el pasto P. Máximo (CV. Mombac-a), la altura de 50 cm proporciona una estructura de pasto favorable para la selección y ingesta de forraje, además señalan que a esta altura se encuentra una mayor acumulación de nutrientes, lo que por consecuencia representa un mayor rendimiento animal; siendo lo antes mencionado todo lo contrario a la altura de 30 cm, la cual describe proporciona menor acumulación de biomasa pos-pastoreo y menor ganancia de peso.

5.5. Distribución porcentual de los componentes estructurales de la pastura Mulato II (*Urochloa Híbrido* Cobra CIAT 36087) en función de la altura del dosel en condición de pre-pastoreo.

En condición de pre-pastoreo, todos los tratamientos (alturas objetivo) presentaron la misma proporción de biomasa senescente ($P > 0.05$) (Figura 7). Datos similares fueron reportados por Andrade et al. (2006) para maní forrajero. Sin embargo, la proporción de biomasa verde de la pastura con la altura objetivo de 80 cm fue mayor que aquella con la altura objetivo de 40 cm ($P < 0.01$) y similar con la altura de 60 cm ($P = 0.147$). Esto es consecuencia de que a mayor altura más es la acumulación de biomasa verde, debido a una continua exposición a la luz solar y una mayor fotosíntesis de las pasturas. Silveira et al. (2016) reafirman lo antes mencionado al obtener

como resultado de su investigación en el pasto Mulato (*Urochloa hybrid ssp.*) una marcada interacción entre la intensidad lumínica y la altura del dosel así como la estación del año.

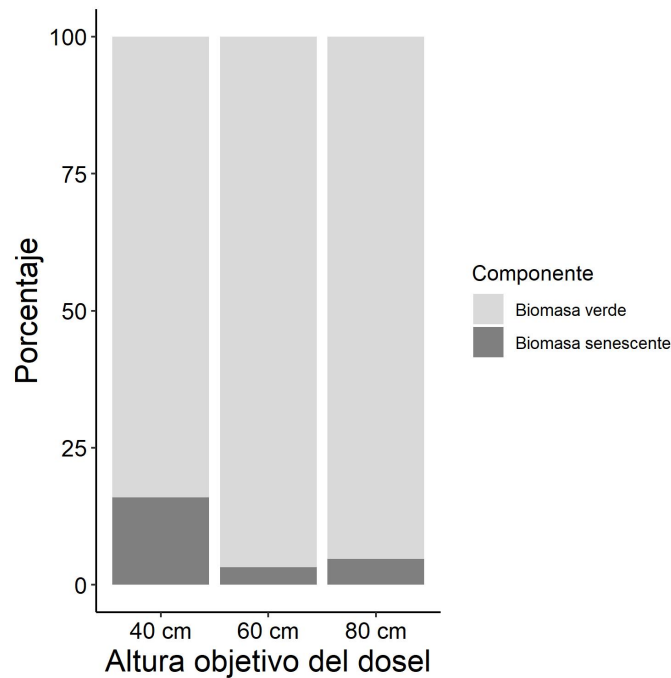


Figura 7. Distribución porcentual de los componentes estructurales de la pastura Mulato II (*Urochloa Hibrido Cobra CIAT 36087*) en función de la altura del dosel en condición de pre-pastoreo.

Gutiérrez y Ferreira (2008) enfatizan que:

Las defoliaciones pueden provocar una leve tendencia a disminuir la tasa de aparición de hojas en el rebrote luego de una defoliación severa lo que puede ser consecuencia de un aumento en el tamaño de la vaina de las hojas sucesivas, determinando una mayor demora en el surgimiento de nuevas hojas encima de la misma vaina. (p.11).

5.6. Distribución porcentual de los componentes estructurales de la pastura Mulato II (*Urochloa Híbrido Cobra* CIAT 36087) en función de la altura del dosel en condición post-pastoreo

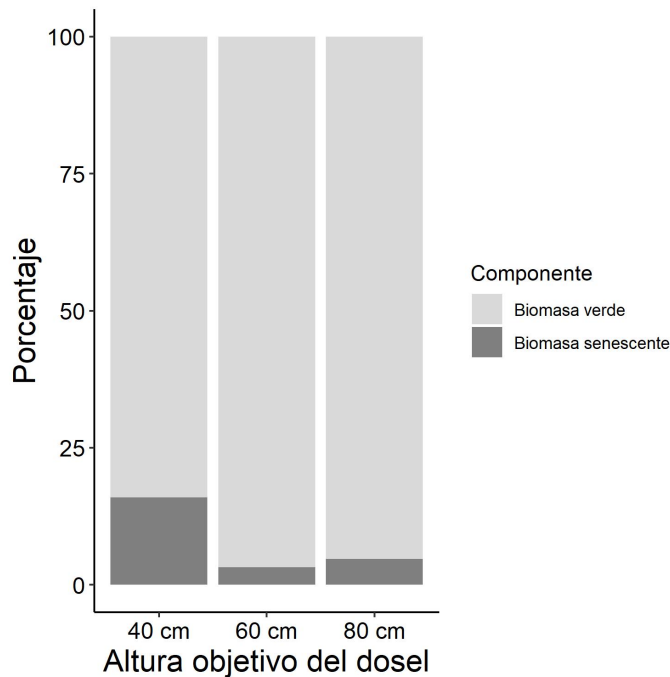


Figura 8. Distribución porcentual de los componentes estructurales de la pastura Mulato II (*Urochloa Híbrido Cobra* CIAT 36087) en función de la altura del dosel en condición de post-pastoreo.

En condiciones de post-pastoreo, la proporción de biomasa senescente en los tres tratamientos fue similar ($P > 0.05$) (Figura 8). Por el contrario, la proporción de biomasa verde fue diferente entre las tres alturas objetivos ($P < 0.01$), siendo menor la proporción en la altura de 40 cm y la mayor proporción la altura de 80 cm, seguida de la altura de 60 cm.

La primera condición se explica considerando la acumulación de biomasa en condición de pre-pastoreo, en el cual la altura de 40 cm tenía una menor acumulación de biomasa verde, Silveira et al. (2006) menciona que las pasturas que en condiciones de pre-pastoreo tienen menor altura y una reducida exposición a la luz solar, su rendimiento en pastoreo será menor, dando como resultado menor altura post-pastoreo.

La mayor defoliación por acción del pastoreo se dio en la altura objetivo de 60 cm y la menor defoliación se presentó en la altura de 80 cm, en palabras de Gutiérrez y Ferreira (2008), RC Dobos et al. (2009) y Guzmán. V, M (2010) se describe que a mayor altura del dosel menor es la

defoliación, y por consecuencia se da una mayor acumulación de hojas verdes, tal fue el caso de la presente investigación.

Fonseca et al. (2011) y Euclides et al. (2016), reportan resultados similares a los obtenidos en esta investigación, para el pasto P. Máximo (CV. Mombac-a) y Sorgo bicolor cv BR 501 respectivamente. Concuerdan que la altura ideal de pastoreo se encuentra en 50 cm, y que alturas inferiores a los 30 centímetros representan perdidas energéticas por mayores tiempos de rumia y mayores números de bocado.

VI. CONCLUSIONES

- La cobertura basal promedio del pasto Mulato II fue de 15.3 ± 5.2 % con valores mínimo y máximo de 7 y 26%, respectivamente. La altura del dosel en las diferentes condiciones de pre-pastoreo, post-pastoreo y recuperación presentaron diferentes grados de variabilidad y asimetrías positiva y negativa para las alturas objetivos evaluadas.
- Distribuciones diferentes a la Normal demostraron describir mejor la altura del dosel en condiciones de pre-pastoreo, post-pastoreo y recuperación. Así, en condiciones de pre-pastoreo las distribuciones de mejor ajuste fueron las Gamma y Weibull, en condiciones de post-pastoreo fueron las Weibull, Lognormal y Gamma, y en condición de recuperación fueron las Gamma, Normal y Weibull.
- El pastoreo por novillas ejerce un consumo aparente diferenciado según la altura del dosel del pasto Mulato II.
- La distribución porcentual de los componentes estructurales de la pastura Mulato II son modificados por el pastoreo de novillas, observándose una mayor proporción de biomasa verde a mayor altura del dosel.
- En la presente investigación se logró demostrar que el pastoreo ejercido por los bovinos modifica los componentes estructurales de las pasturas, encontrándose diferencias en la acumulación de biomasa verde y senescente, la cual a su vez se vio influenciado por la altura del dosel, siendo la altura de 60 cm la que obtuvo un mayor consumo por parte de las novillas.

VII. RECOMENDACIONES

- Realizar investigaciones con diferentes alturas del dosel, diferentes tipos de pasturas, diferentes cargas animales y diferentes condiciones climáticas
- Investigar la relación existente entre la intensidad y altura de la defoliación en respuesta a la acumulación de biomasa verde y senescente de las pasturas.
- Desarrollar investigaciones para ajustar la frecuencia del pastoreo y permitir una recuperación adecuada del dosel, especialmente considerando las distribuciones Gamma y Weibull que describen de manera más adecuada la altura del dosel en condiciones de pre-pastoreo y recuperación.
- Estudiar el tiempo de recuperación de la pastura según las alturas pre- y post-pastoreo que permitan optimizar el consumo en pastoreo. Esto es particularmente importante para mantener la estructura, la productividad y la persistencia del pasto Mulato II.

VIII. LITERATURA CITADA

- Andrade, Soares. C., M. (2006). Estrategia de manejo para pastos de maní forrajero de pasto massai.2. Productividad, utilización y estructura de la pradera. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 35(2), 343-351. DOI: 10.1590/S1516-35982006000200003
- Boval, M., Sauvant, D. (2019). Ingestive behaviour of grazing ruminants: meta-analysis of the components of bite mass. *Animal Feed Science and Technology* 251, 96-111.
- Castllo, E., Valles, B., Jarillo, J., y Ocaña E. (2009). Distribución de la altura de los pastos de especies nativas tropicales pastoreadas. Gramíneas en el estado de Veracruz, México. *Ciencia de los Pastizales*, 55, 140-148. doi: 10.1111/j.1744-697X.2009.00150.x
- CATHOLIC RELIEF SERVICES [CRS] (2015). Pastos y Forrajes. http://ciat-library.ciat.cgiar.org/Articulos_Ciat/biblioteca/Manual_pastos_y_forrajes_CRS_USDA_CIAT_2015.pdf
- Carballo, D., Matus, M., Betancourt, M. y Ruiz, C. (2005). Manejo de pastos I. <https://repositorio.una.edu.ni/2425/7/Manejo%20de%20pasto%20I.pdf>
- Celdrán, D. (sf). Efecto del pastoreo sobre los pastizales naturales. https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pasturas%20naturales/222-horizonte_agropecuario109.pdf
- Costa, C.M, Difante, G.S., Costa, A.B.G., Gurgel, A.L.C., Ferreira Jr., M.A., Santos, G.T. (2021). Grazing intensity as a management strategy in tropical grasses for beef cattle production: a meta-analysis. *Animal* 15, 100192.
- Euclides, VPB., Carpajini, GC., Montagner, DB., Junior, Nascimento. D., Barbosa, RA., y Difante, GS. (2016). *Ciencia del forraje de pasto*, 2010(73), 174-182. DOI: 10.1111/gfs.12292
- El productor. (18 de octubre del 2017). Estrategias de alimentación para ganado bovino en las regiones tropicales. <https://elproductor.com/2017/10/estrategias-de-alimentacion-para-ganado-bovino-en-las-regiones-tropicales/#:~:text=En%20la%20mayor%C3%ADa%20de%20las%20explotaciones%20productoras%20de,durante%20las%20%C3%A9pocas%20de%20estiaje%20%28sequ%C3%ADa%29%20e%20invierno.>
- Fonseca, L., Mezzalira, J.C., Bremm, C., Hijo, RS A., Gonda, H.L., y Carvalho, PCde F. (2012). Gestion objetivos para maximizar el herbaje a corto plazo en sorgo bicolor. *EISERIER*, 145(2012) 205-2011. doi: 10.1016/j.livsci.2012.02.003

- Giner, R. A., Chávez, M. G., Chávez, I., y Negrete, L. F. (1988). Hábitos de comportamiento y gasto energético de bovinos en pastoreo en un pastizal mediano abierto del altiplano central. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 26(2), 221-230. [https://177.242.149.223/index.php/Pecuarias/article/download/3498/2918'](https://177.242.149.223/index.php/Pecuarias/article/download/3498/2918)
- Guzmán. V, M. (2010). Manejo de forrajes en altura. <https://www.proleche.com/recursos/documentos/congreso2015/produccion/Charla11.pdf>
- Gutiérrez. Luna, R., Medina. Garcia, G. y Amador. Ramírez, M, D. (2007). Carga animal del pastizal mediano abierto en zacatecas. http://zacatecas.inifap.gob.mx/publicaciones/Carga_animal_del_pastizal_4to_Trimestre.pdf
- Jiménez, J. y Améndola, R. (2022) Comportamiento de ingestión y consumo de forraje por vacas en pastoreo en clima templado. Comportamiento de ingestión y consumo de forraje por vacas en pastoreo en clima templado. *Rev Mex Cienc Pecu*, 13 (3), 7643-7662. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v13i3.6103>
- Lemus de Jesús, G (2008). *Análisis de productividad de pasturas en sistemas silvopastoriles en fincas ganaderas de doble propósito en Esparza, Costa Rica* [Tesis de maestría, Centro Agronómico de Tropical de Investigación y Enseñanza](CATIE)]. Archivo digital. https://repositorio.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/4498/Analisis_de_productividad_de_pasturas.pdf?sequence=1
- Medina. M., García, D. Moratinos, P. Iglesias, J. y Clavero, T. (2012). Evaluación del potencial agronómico de *Morus alba* para su inclusión en sistemas de pastoreo-ramoneo en Trujillo, Venezuela. I Variables morfoestructurales. *Rev. Fac. Agron. (LUZ)*, 29, 432-452. https://www.revfacagronluz.org.ve/PDF/julio_septiembre2012/v29n3a2012432452.pdf
- Patiño, R., Fischer, M. Balbinotti, M. Baes, C. Ferreira, E. Irigon, R. & Lima, P. (2003). Comportamento Ingestivo Diurno de Novilhos em Pastejo Submetidos a Níveis Crescentes de Suplementação Energética. *R. Bras. Zootec*, 32(6), 1408-1418. <https://www.scielo.br/j/rbz/a/FvdSk73Fg3xbg8mrT6T6HBr/?format=pdf&lang=pt>
- Pezo, D. (2018). Los pastos mejorados: su rol, usos y contribuciones a los sistemas ganaderos frente al cambio climático. https://guiagronicaragua.com/wp-content/uploads/2018/03/I-parte-Pasto-Mejorados_1_25_-Pag.pdf
- R Core Team (2023). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.
- Rua-Franco, M. (2008). Pastos de Corte para el trópico. <https://es.scribd.com/document/91771828/Pastos-de-Corte-para-el-tropico#>
<https://www.redalyc.org/pdf/2950/295023543005.pdf>
- Román Ponce, H. (1981). Potencial de producción de los Bovinos en el trópico de México. <https://www.fmvz.unam.mx/fmvz/cienciavet/revistas/CVvol3/CVv3c12.pdf>
- Silveira, M., Barbero, L.M., Rodrigues, C.S., y Batista, Euclides. V., P. (2016). estructura de la pradera forrajera de pasto Mulato (*Urochloa hybrid ssp.*) sometida a estrategias de

siembra rotacional. *Revista Australiana de Ciencias de los Cultivos*, 10(6), 864-873.
DOI:10.21475/ajcs.2016.10.06. p7568

- Suárez, E., Reza, S. Pastrana, I. Patiño, R. P. García, F. Cuadrado, H. Espinosa, M. y Díaz, E. (2014). Comportamiento ingestivo diurno de bovinos de ceba en Urochloa híbrido Mulato II. *Corpoica Cienc. Tecnol. Agropecu*, 15 (1), 15-23.
<http://www.scielo.org.co/pdf/ccta/v15n1/v15n1a03.pdf>
- Suárez, P., Reza, S. García, F. Pastrana, I. y Diaz, 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), 1676-174.
<https://www.redalyc.org/pdf/4499/449945031011.pdf>
- Velásquez, V. y Mora, D. (2008). Cobertura arbórea y herbácea en pasturas naturalizadas de fincas ganaderas del Trópico Seco de Nicaragua. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 21(4), 571-581. <https://www.researchgate.net/publication/28251629>

IX. ANEXOS

Anexo 1. Selección del área



Anexo 2. Corte de uniformidad de la pastura a 20 cm de altura



Anexo 3. Fertilización de la pastura con urea al 46% a razón de 90 kg ha⁻¹



Anexo 4. Mediciones de cobertura basal del pasto Mulato II



Anexo 5. Mediciones de altura pre-pastoreo del pasto Mulato II



Anexo 6. Entrada de las novillas y delimitación de potrero con cerca eléctrica durante los eventos de pastoreo



Anexo 7. Mediciones de altura post-pastoreo del pasto Mulato II



Anexo 8.
Mediciones
altura de



de

recuperación del pasto mulato II

Anexo 9. Recolección de macollas de pasto Mulato II por cada repetición



Anexo 10. Separación de las macollas de pasto Mulato II manualmente en componentes de biomasa viva y biomasa senescente



Anexo 11. Componentes de biomasa identificado, empacado individualmente en bolsas de papel Kraft y trasladado al laboratorio para la determinación del peso seco



Anexo 12. Pesaje de los componentes de biomasa en base seca

