



UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ

Trabajo de Titulación - Modalidad Proyecto de Investigación

TITULO DE INVESTIGACIÓN:

Efecto de la sombra parcial en el rendimiento y calidad del pasto tropical (*Megathyrsus maximus* cv. Saboya) en sistemas silvopastoriles del cantón Chone

AUTORAS:

Bermudes Solorzano Nataly Nayesca

Gilse Gilces Nathaly Mallerly

UNIDAD ACADÉMICA

Extensión Chone

CARRERA:

Ingeniería agropecuaria

TUTOR

M.V. María Johana Zambrano Aveiga, Mg

Chone-Manabí- Ecuador

2026

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

M.V. María Johana Zambrano Aveiga, Mg; docente de la Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí, Extensión Chone, en calidad de Tutor(a).

CERTIFICO:

Que el presente proyecto integrador con el título: "Efecto de la sombra parcial en el rendimiento y calidad del pasto tropical (*Megathyrsus maximus* cv. *Saboya*) en sistemas silvopastoriles del cantón Chone." ha sido exhaustivamente revisado en varias sesiones de trabajo, está listo para su presentación y apto para su defensa.

Las opciones y conceptos vertidos en este documento son fruto de la perseverancia y originalidad de sus autoras: Bermudes Solorzano Nataly Nayesca y Gilse Gilces Nathaly Mallerly.

Siendo de su exclusiva responsabilidad.



M.V. María Johana Zambrano Aveiga, Mg

TUTORA

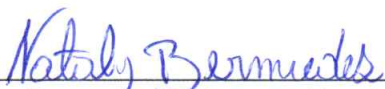
DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Quienes suscriben la presente:

Srta. Bermudes Solorzano Nataly Nayesca,

Sra. Gilse Gilces Nathaly Mallerly

Estudiante(s) de la Carrera de **Agropecuaria**, declaro(amos) bajo juramento que el presente proyecto integrador cuyo título: "Efecto de la sombra parcial en el rendimiento y calidad del pasto tropical (*Megathyrsus maximus* cv. *Saboya*) en sistemas silvopastoriles del cantón Chone.", previa a la obtención del Título de **Ingeniero Agropecuaria**, es de autoría propia y ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros y consultando las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.



Srta. Bermudes Solorzano Nataly Nayesca

CI. 131464080-4



Sra. Gilse Gilces Nathaly Mallerly

CI.1315323020



APROBACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Los miembros del Tribunal Examinador aprueban el Trabajo de Titulación con modalidad Proyecto de investigación, titulado: Efecto de la sombra parcial en el rendimiento y calidad del pasto tropical (*Megathyrsus maximus* cv. *Saboya*) en sistemas silvopastoriles del cantón Chone.” de sus autoras: Bermudes Solorzano Nataly Nayesca, Gilse Gilces Nathaly Mallerly de la Carrera “**Agropecuaria**”, y como Tutora del Trabajo la M.V. María Johana Zambrano Aveiga, Mg.



Lic. Rocío Bermúdez Cevallos, Mg.
DECANA



M.V. María Johana Zambrano Aveiga, Mg.
TUTORA



Ing. Rubén Rivera Fernández, Mg
PRIMER MIEMBRO TRIBUNAL



Ing. Roberto Antonio Muñoz Vélez, Mg.
SEGUNDO MIEMBRO TRIBUNAL



Lic. Indira Zambrano Cedeño, Mg.
SECRETARIA

DEDICATORIA

Dedico esta tesis en primer lugar, a Dios, por ser mi guía y darme la fortaleza necesaria para superar cada desafío presentado durante este camino.

Con inmenso amor, la dedico a mis madres, Ramona Silvania Bermúdez Figueroa y Maritza Elizabeth Solorzano Cedeño, a mi padre, Jhonny Bernaldo Bermudes Figueroa, quienes con su esfuerzo, sacrificio, dedicación y amor incondicional hicieron posible que alcanzara esta importante meta. Cada enseñanza, consejo y palabra de aliento fueron fundamentales para mantenerme firme hasta el final.

Asimismo, dedico este logro a Melissa Strong y Bayardo Arroyo, quienes, con sus oraciones, apoyo espiritual y palabras de motivación, fortalecieron mi fe y me impulsaron a continuar aun en los momentos más difíciles. Su confianza y cariño ocuparan siempre un lugar especial en mi vida.

Finalmente, dedico este trabajo a toda mi familia, por acompañante con comprensión. Afecto y confianza durante este proceso. Compartieron conmigo los momentos de esfuerzo, incertidumbre y alegría, convirtiéndose en un pilar fundamental para alcanzar este sueño. Este logro también les pertenece, porque fueron parte esencial de este recorrido.

Nataly Nyesca Bermudes Solorzano

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado a las personas que ocupan un lugar especial en mi corazón y que fueron la razón principal para no abandonar mis sueños.

Dedico este logro a mi hija Niurka Gilse, porque desde el momento en que llegaste a mi vida te convertiste en mi mayor inspiración. Cada esfuerzo realizado durante estos años tuvo como propósito construir un futuro mejor para ti. Eres la razón por la que aprendí a ser más fuerte y perseverante.

A mi madre Isabel Gilces, por enseñarme que los obstáculos pueden superarse con trabajo, valentía y determinación. Gracias por ser mi refugio en los momentos difíciles y por demostrarme que el amor de una madre no conoce límites.

A mi padre de corazón, Luver Herrera, por cada consejo, por la confianza depositada en mí y por estar presente cuando más necesité apoyo. Tu ejemplo de responsabilidad y compromiso ha sido una guía importante en mi vida.

Con un amor eterno, dedico este trabajo a mi abuelita Alba Alcívar, cuya memoria permanece viva en cada uno de mis recuerdos. Aunque no pudiste acompañarme hasta el final de este camino, tus enseñanzas siguen iluminando mi vida y orientando mis decisiones.

A mi hermano Bismarck Gilse, porque tu recuerdo se convirtió en una motivación para seguir adelante. Esta meta alcanzada también lleva tu nombre, ya que siempre soñaste con verme triunfar y me enseñaste la importancia de luchar por aquello que realmente se desea.

Finalmente, dedico este trabajo a todas las personas que creyeron en mí, Gracias por recordarme que la perseverancia y la fe pueden convertir los sueños en realidad.

Nathaly Mallerly Gilse Gilces

AGRADECIMIENTO

Expreso mi más profundo agradecimiento a Dios por concederme salud, fortaleza, sabiduría y la oportunidad de culminar esta importante etapa de mi vida.

A mis padres y, de manera muy especial a mis dos madres, Ramona Silvania Bermúdez Figueroa y Maritza Elizabeth Solorzano Cedeño, a mi padre, Jhonny Bernaldo Bermudes Figueroa, por su amor incondicional, sus sacrificios, consejos y constante respaldo. Su confianza en mí fue el impulso necesario para alcanzar esta meta académica.

Mi sincero reconocimiento a mis docentes y mi tutor de tesis por compartir sus conocimientos, orientaciones y experiencia durante el desarrollo de esta investigación. Sus valiosas observaciones y dedicación enriquecieron significativamente este trabajo y contribuyeron a mi crecimiento profesional.

A mis amigos Fabian Pinoargote, Limber Delgado, Richard Muñoz, Leudin Mesa, Héctor Zambrano, Gabriel Vélez y Pío Zambrano, quienes me acompañaron durante la fase práctica de la investigación. Su colaboración, disposición y apoyo fueron fundamentales para el cumplimiento de este proyecto, valoro profundamente el tiempo que dedicaron y el ánimo que me brindaron.

Finalmente, agradezco a toda mi familia y a las personas que, de una u otra manera, formaron parte de este proceso y aportaron el logro de este objetivo. Este triunfo también refleja el cariño, la confianza y el respaldo que recibí de cada una de ellas.

Nataly Nayesca Bermudes Solorzano

AGRADECIMIENTO

Hoy, al culminar una etapa muy importante de mi vida, agradezco a todas las personas que me apoyaron y creyeron en mí durante este camino lleno de esfuerzo, aprendizajes y sacrificios, agradezco a Dios por estar siempre a mi lado, por no dejarme sola en los momentos difíciles y por darme la fortaleza, sabiduría y perseverancia necesarias para continuar. Gracias por guiar mis pasos, iluminar mi camino y permitirme cumplir este sueño tan importante para mi vida.

A mi madre, Isabel, y a mi padre de corazón, Luver, por su amor, apoyo incondicional y por enseñarme a nunca rendirme ante las dificultades. Gracias por estar siempre a mi lado y creer en mí.

A mi hija Niurka, por ser mi mayor motivación e inspiración para seguir adelante y alcanzar cada una de mis metas.

Quiero expresar un agradecimiento muy especial a dos personas que, aunque ya no están físicamente conmigo, dejaron una huella imborrable en mi corazón.

Mis dos ángeles en el cielo, mi abuelita Alba gracias por cada enseñanza, por el cariño que siempre me brindaste y por haber sido una fuente de amor y protección y mi hermano Bismarck, gracias por haber confiado en mí y por el apoyo que me brindaste en cada momento. Aunque no pudiste estar presente para ver este sueño realizado, sé que desde el cielo compartes conmigo esta alegría.

También agradezco a mis docentes, amigas y a todas las personas que aportaron a mi formación académica y personal. Cada consejo, enseñanza y experiencia compartida contribuyó a mi crecimiento y me permitió llegar hasta aquí.

Nathaly Mallerly Gilse Gilces

RESUMEN

La presente investigación surgió por la necesidad de investigar cómo la sombra y las condiciones locales de Chone afectan al pasto Saboya para optimizar su manejo y garantizar una ganadería sostenible, en donde el objetivo fue Determinar el efecto de la sombra parcial en el rendimiento y calidad del pasto tropical saboya (*Megathyrsus maximus cv*) en sistemas silvopastoriles del cantón Chone. El presente estudio evaluó el rendimiento y la calidad del pasto Saboya mediante un diseño experimental de bloques al azar con tres niveles de sombra (0%, 65% y 80%) utilizando sarán, distribuidos en 9 parcelas de 20 m² con tres réplicas y muestreos a los 10, 20 y 30 días, cuyos datos fueron analizados mediante ANOVA y la prueba de Tukey ($p \leq 0,05$) en InfoStat. Los resultados demostraron que el incremento de sombra disminuyó significativamente el rendimiento ($p < 0,0001$), reduciendo al comparar el T1 (0%) con el T3 (80%) la altura de 107,77 a 64,83 cm, la relación hoja/tallo de 1,20 a 0,80 y la materia fresca de 2,50 a 1,40 kg, mientras que la FDN varió entre 73,22% y 75,59% ($p > 0,06$) y la FDA entre 31,43% y 32,99% ($p < 0,0002$), concluyéndose que el 0% de sombra maximiza la producción y calidad, siendo el 65% un nivel tolerable y el 80% descartable.

PALABRAS CLAVES

Ganadería sostenible, biomasa, valor nutricional, radiación solar.

ABSTRACT

This research arose from the need to investigate how shade and local conditions in Chone affect Saboya grass in order to optimize its management and ensure sustainable livestock farming; the objective was to determine the effect of partial shade on the yield and quality of tropical Saboya grass (*Megathyrsus maximus* cv.) in silvopastoral systems in the Chone canton. The study evaluated Saboya grass yield and quality using a randomized complete block design with three shade levels (0%, 65%, and 80%) created using shade cloth; these were distributed across nine 20 m² plots with three replicates and sampling at 10, 20, and 30 days. Data were analyzed using ANOVA and the Tukey test ($p \leq 0.05$) in InfoStat. Results showed that increased shade significantly reduced yield ($p < 0.0001$); comparing T1 (0%) with T3 (80%) revealed reductions in height from 107.77 to 64.83 cm, the leaf-to-stem ratio from 1.20 to 0.80, and fresh matter from 2.50 to 1.40 kg. Meanwhile, NDF ranged from 73.22% to 75.59% ($p > 0.06$) and ADF from 31.43% to 32.99% ($p < 0.0002$). It was concluded that 0% shade maximizes production and quality, while 65% is a tolerable level and 80% is unsuitable.

KEYWORDS

Sustainable livestock farming, biomass, nutritional value, solar radiation.

ÍNDICE

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR.....	1
DECLARACIÓN DE AUTORÍA.....	2
APROBACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN.....	3
DEDICATORIA.....	4
DEDICATORIA.....	5
AGRADECIMIENTO	6
AGRADECIMIENTO	7
RESUMEN	8
ABSTRACT	9
ÍNDICE	10
ÍNDICE DE TABLAS	12
1. INTRODUCCIÓN.....	13
CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO	16
1.1. Sombra parcial en sistemas silvopastoriles.....	16
1.1.1. Generalidades	16
1.1.2. Importancia	16
1.1.3. Características en la ganadería.....	16
1.1.4. Beneficios y limitaciones	17
1.2. Rendimiento y calidad del pasto tropical saboya (<i>Megathyrsus maximus</i> cv.)	18
1.2.1. Características agronómicas	18
1.2.2. Características morfológicas	19
1.2.3. Clasificación taxonómica	20
1.2.4. Rendimiento.....	20

1.2.5. Calidad nutricional	20
1.3. Sistemas silvopastoriles.....	21
1.3.1. Interacción árbol-pastura.....	21
1.3.2. Efectos fisiológicos de la sombra en gramíneas tropicales	22
1.3.3. Pasto tropical Saboya (<i>Megathyrsus maximus cv.</i>) en sistemas silvopastoriles.....	22
1.3.4. Respuesta agronómica y calidad bromatológica del pasto Saboya (<i>Megathyrsus maximus cv.</i>) bajo diferentes niveles de sombra natural	23
1.3.5. Efecto de distintos niveles de sombra con sarán sobre el comportamiento morfológico y nutricional del pasto Saboya (<i>Megathyrsus maximus cv.</i>)	23
CAPÍTULO II: METODOLOGÍA.....	24
2.1. Ubicación, y descripción del área o sujeto en estudio	24
2.2. Descripción del tipo de estudio.....	24
2.2.1. Método bibliográfico.....	25
2.2.2. Técnica la observación	25
2.3. Manejo del trabajo de titulación	25
2.4. Variables medidas	26
2.4.1. Altura del pasto (cm).....	26
2.4.2. Relación Hoja/tallo	26
2.4.3. Materia fresca (kg)	26
2.4.4. Fibra detergente neutra (FDN)	26
2.4.5. Fibra detergente ácida (FDA)	27
2.4.6. Materia seca (%).....	27
2.4.8. Humedad (%).....	27
2.5. Análisis estadístico	27

CAPÍTULO III: RESULTADOS Y/O PRODUCTO ALCANZADO	28
3.1. Altura del pasto (cm).....	28
3.2. Relación Hojas/Tallo	29
3.3. Materia fresca (kg).....	30
3.4. Fibra detergente neutra (FDN)	31
3.5. Fibra detergente ácida (FDA)	31
3.6. Contenido de Materia seca (%) y Humedad (%).....	32
CAPITULO IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	34
4.1. CONCLUSIONES	34
4.2. RECOMENDACIONES.....	35
BIBLIOGRAFÍA	36
ANEXOS	41

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Taxonomía del pasto saboya	20
Tabla 2. Contenido nutricional del pasto saboya.	21
Tabla 3. Distribución de tratamientos	26
Tabla 4. Altura del pasto (cm)	28
Tabla 5. Relación Hojas/Tallo.....	29
Tabla 6. Materia fresca (Kg)	30
Tabla 7. Fibra detergente neutra (FDN).....	31
Tabla 8. Fibra detergente ácida (FDA).....	32
Tabla 9. Contenido de Materia seca (%) y Humedad (%).....	33

1. INTRODUCCIÓN

En el contexto de la ganadería en América Latina Peña-Avelino et al. (2024) los sistemas silvopastoriles han surgido como una alternativa estratégica ante la constante degradación de los suelos y la inestabilidad climática, puesto que la integración deliberada de árboles y arbustos en las zonas de pastoreo no solo favorece la biodiversidad, sino que también modula la oferta forrajera bajo condiciones de radiación solar variable, permitiendo así que las gramíneas mantengan tasas metabólicas adecuadas en ambientes de alta temperatura.

Esta dinámica productiva se observa con gran claridad en países sudamericanos como Colombia, ya que Obando Enríquez (2022) menciona que la implementación de modelos con especies leñosas ha demostrado un impacto sumamente positivo en la resiliencia de los sistemas ganaderos, dado que la sombra moderada favorece de manera significativa la calidad nutricional de las gramíneas tropicales al reducir el estrés hídrico y el daño térmico sobre la planta, lo cual se traduce en una mayor disponibilidad de biomasa digestible para el consumo animal.

Teniendo en cuenta la realidad productiva del Ecuador, para Alvario Cayo (2022) la investigación científica en el uso de pastos tropicales ha cobrado una relevancia sin precedentes debido a la necesidad urgente de intensificar la producción ganadera sin expandir innecesariamente la frontera agrícola, motivo por el cual se han evaluado diversas variedades de *Megathyrsus maximus* como una alternativa de alto valor proteico, considerando que su respuesta fisiológica específica ante diferentes niveles de insolación resulta un factor determinante para garantizar el éxito productivo de este cultivo en el territorio nacional.

Según Jácome-Gómez et al. (2023) en el ámbito de la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas, se han documentado experiencias técnicas sumamente significativas sobre el manejo de pastizales bajo la influencia del dosel arbóreo, evidenciando que el rendimiento total de la biomasa es altamente sensible a la densidad y calidad de la sombra, lo cual subraya la importancia

fundamental de ajustar meticulosamente el diseño del manejo silvopastoril a las condiciones edafoclimáticas regionales específicas para lograr así una optimización efectiva de la carga animal en pastoreo rotacional.

Proyectando esta problemática hacia el contexto de la provincia de Manabí, Cedeño Andrade & Muñoz Muñoz (2025) manifiestan que la ganadería local se enfrenta a desafíos climáticos acentuados por épocas de sequía prolongada y altas temperaturas constantes, razón por la cual la adopción de sistemas silvopastoriles aparece como una solución técnica altamente viable para mantener la productividad del *Megathyrus maximus* cv. Saboya, el cual constituye hoy en día la base fundamental de la dieta animal y el sustento económico principal de la mayoría de los productores en esta región.

Dentro de este complejo escenario, Veliz Rueda (2026) indica que en el cantón Chone enfrenta una problemática particular caracterizada por la marcada pérdida de vigor del pasto Saboya durante las horas de mayor intensidad solar, factor que, aunado a la ausencia de una sombra estratégica, limita severamente el rendimiento de materia seca y la calidad bromatológica, afectando de forma directa la rentabilidad y la sostenibilidad de todas las unidades productivas locales, lo que hace imperativo estudiar este fenómeno con mayor rigor científico.

En este sentido, el rendimiento y la calidad nutricional del pasto *Megathyrus maximus* cv. Saboya dependen del equilibrio entre luz, agua y nutrientes, factores modificados por la sombra en sistemas silvopastoriles donde, si bien la protección arbórea mitiga el estrés térmico, un manejo inadecuado puede limitar la fotosíntesis y reducir la biomasa, situación agravada por la escasez de estudios locales que permitan determinar cómo este forraje responde a las condiciones edafoclimáticas de Chone, provocando así disminuciones en la materia seca, alteraciones en la calidad proteica y una menor disponibilidad de alimento, lo cual hace necesario analizar estos parámetros para consolidar una ganadería eficiente, sostenible y adaptada a la realidad regional. Por lo cual se consideró como pregunta de investigación ¿Cuál es el efecto de la sombra

parcial sobre el rendimiento y la calidad nutricional del pasto saboya (*Megathyrsus maximus cv*) en sistemas silvopastoriles del cantón Chone?

En este contexto, se instauró como objetivo general Determinar el efecto de la sombra parcial en el rendimiento y calidad del pasto tropical saboya (*Megathyrsus maximus cv*) en sistemas silvopastoriles del cantón Chone y como objetivos específicos: evaluar el crecimiento morfológico y el rendimiento de materia fresca del pasto saboya bajo diferentes niveles de sombra parcial, analizar las variaciones en el contenido nutricional presentes en el pasto saboya ante la influencia de la sombra parcial e identificar el porcentaje óptimo de sombra parcial que maximiza el rendimiento productivo y la calidad nutricional del pasto en los sistemas silvopastoriles.

De esta manera, se estableció como hipótesis La implementación de un rango específico de sombra parcial en los sistemas silvopastoriles del cantón Chone incrementa significativamente el rendimiento de materia fresca y optimiza la calidad nutricional del pasto saboya (*Megathyrsus maximus cv.*), al reducir el estrés térmico y mejorar las condiciones fisiológicas del cultivo en comparación con la exposición a plena luz solar.

CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO

1.1. Sombra parcial en sistemas silvopastoriles

1.1.1. Generalidades

Para Zambrano et al. (2026) la sombra parcial en sistemas silvopastoriles es una estrategia agroecológica que modifica el microclima mediante la reducción de la radiación solar directa, permitiendo así una disminución del estrés térmico y una mejora en el balance hídrico del área, ya que la atenuación lumínica favorece la adaptación de los procesos metabólicos en la vegetación, promoviendo una interacción equilibrada entre el componente leñoso y las gramíneas, lo cual resulta clave para la persistencia productiva en ambientes tropicales, siempre que la densidad arbórea sea gestionada técnicamente para mitigar la competencia por recursos edáficos y garantizar la sostenibilidad del sistema.

1.1.2. Importancia

La importancia de la sombra parcial radica en su capacidad para optimizar el microclima, pues al reducir la incidencia lumínica directa se atenúan las temperaturas extremas que suelen limitar el desarrollo de la biomasa, permitiendo con ello que el área foliar mantenga una actividad fotosintética más eficiente bajo condiciones de luz difusa, lo cual contribuye directamente a la conservación de la humedad edáfica al disminuir la tasa de evaporación superficial, siendo este fenómeno fundamental para extender el periodo de crecimiento activo de la cobertura vegetal, además de favorecer una mayor estabilidad en el rendimiento forrajero ante los efectos adversos del cambio climático, consolidando así a estos sistemas como una alternativa resiliente y productiva dentro de la ganadería tropical moderna (Villota & Vanessa, 2026).

1.1.3. Características en la ganadería

Según Cisneros-Saguilán et al. (2024) la incorporación de sombra parcial en sistemas ganaderos transforma la dinámica productiva al mejorar las

condiciones ambientales, permitiendo que tanto la respuesta fisiológica del ganado como la disponibilidad de biomasa se mantengan estables, por lo que este enfoque se distingue principalmente por los siguientes atributos técnicos.

- La reducción de la carga calórica sobre los animales, lo cual minimiza el estrés por calor y favorece el mantenimiento de los niveles de consumo y la eficiencia metabólica durante las horas críticas.
- La optimización de la superficie de pastoreo al aprovechar la estratificación vertical, permitiendo la coexistencia de especies forrajeras bajo el dosel arbóreo sin comprometer la capacidad de carga del sistema.
- La mayor persistencia de la biomasa frente a eventos climáticos extremos, ya que la atenuación de la luz solar directa reduce la deshidratación y protege la integridad de la cobertura vegetal.

1.1.4. Beneficios y limitaciones

Silveira et al. (2022) menciona que la sombra parcial optimiza la eficiencia productiva y la salud ecosistémica, permitiendo que los sistemas alcancen un mejor equilibrio biológico y económico, los cuales se reflejan en los siguientes beneficios clave.

- La mejora en la calidad nutricional del forraje, ya que la atenuación lumínica favorece una mayor concentración de nitrógeno y una menor acumulación de compuestos fibrosos en la estructura celular de las gramíneas.
- El incremento en la biodiversidad del sistema, pues la presencia de árboles fomenta el establecimiento de una microfauna edáfica más activa, favoreciendo el reciclaje de nutrientes y la fertilidad natural del suelo a largo plazo.
- La mitigación de la erosión y la pérdida de humedad superficial, debido a que el dosel arbóreo actúa como una barrera física contra el impacto directo de las precipitaciones y reduce la velocidad del viento, conservando la integridad del sustrato.

Benítez Arrobo & Jadán Quituizaca (2025) manifiesta que, a pesar de las ventajas productivas, el uso de sombra parcial presenta desafíos técnicos que requieren una planificación cuidadosa para evitar efectos contraproducentes en el sistema, siendo indispensable considerar las siguientes limitaciones fundamentales.

- La competencia interespecífica por recursos hídricos y nutrientes entre el componente leñoso y las gramíneas, lo cual puede reducir el rendimiento de biomasa si la densidad de árboles no se ajusta adecuadamente a las necesidades del pastizal.
- La posible reducción de la tasa fotosintética neta en especies altamente dependientes de luz solar directa, lo que podría limitar el crecimiento acelerado de la vegetación en etapas de alta demanda nutricional.
- El incremento en los costos operativos asociados al establecimiento inicial y al manejo periódico de la poda, además de la dificultad logística para mecanizar las labores de mantenimiento dentro de un sistema agroforestal.

1.2. Rendimiento y calidad del pasto tropical saboya (*Megathyrsus maximus* cv.)

1.2.1. Características agronómicas

El pasto saboya se distingue por una alta capacidad productiva que le permite alcanzar rendimientos de 15 a 25 t MS/ha/año, adaptándose de forma óptima a rangos de temperatura que fluctúan entre los 22 °C y 35 °C, condiciones térmicas que favorecen su actividad fotosintética y desarrollo foliar, a lo que se suma una excelente plasticidad altitudinal que le permite establecerse eficazmente desde el nivel del mar hasta los 1500 m.s.n.m., manteniendo un crecimiento vigoroso en diversos entornos tropicales (Stalyn, 2022).

Asimismo, la especie demuestra una alta resiliencia al soportar una carga animal de hasta 5 UA/ha gracias a su estructura de macollas resistentes, permitiendo que su valor nutricional, reflejado en niveles de proteína bruta entre

el 8% y 14% dependa estrechamente de la gestión técnica del rebrote, factores que, integrados con su capacidad de recuperación eficiente tras la defoliación, consolidan al pasto Saboya como un recurso estratégico para optimizar la productividad ganadera bajo condiciones de pastoreo directo (Montezuma Núñez, 2023).

1.2.2. Características morfológicas

De acuerdo con Mera Romero (2022) el pasto saboya (*Megathyrsus maximus* cv.) presenta un hábito de crecimiento cespitoso con una estructura foliar altamente especializada y una arquitectura robusta orientada a la maximización de biomasa, a continuación, se detallan sus rasgos morfológicos distintivos.

- Se caracteriza por tallos robustos, cilíndricos y macizos que alcanzan alturas de 2 a 3 m, brindando la resistencia mecánica necesaria para soportar un rápido crecimiento vertical y el tránsito animal.
- Desarrolla macollas densas y erguidas que facilitan la captura de radiación solar y proporcionan la estabilidad estructural requerida para la persistencia del pastizal.
- Posee raíces fasciculadas de gran profundidad, lo cual permite una eficiente exploración del perfil del suelo y una óptima absorción de nutrientes y agua.
- Presenta hojas lanceoladas de color verde intenso con bordes cortantes y pubescencia variable en el haz y envés, optimizando su capacidad fotosintética.
- Desarrolla panículas abiertas de hasta 40 cm de longitud, lo que garantiza una alta capacidad de dispersión y regeneración en el ecosistema.

1.2.3. Clasificación taxonómica

Tabla 1. Taxonomía del pasto saboya

Clasificación taxonómica	
Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Liliopsida
Orden	Poales
Familia:	Poaceae
Género	<i>Megathyrsus</i>
Especie	<i>M. Maximus</i>

Fuente: Cedeño Espinoza (2022)

1.2.4. Rendimiento

Vera Cedeño et al. (2024) indican que el pasto saboya destaca por su elevada capacidad de síntesis de biomasa, alcanzando rendimientos de 15 a 25 t MS/ha/año bajo condiciones óptimas de fertilidad y radiación solar, además de presentar una rápida tasa de crecimiento que permite intervalos de pastoreo de 28 a 35 días, respondiendo eficazmente a la fertilización nitrogenada para potenciar su recuperación tras la defoliación, lo que permite soportar una carga de hasta 5 UA/ha en sistemas rotacionales cuando se gestiona adecuadamente la altura residual y el drenaje del suelo para garantizar un rendimiento acumulado eficiente, consolidándose como una de las gramíneas de mayor productividad en los sistemas ganaderos tropicales actuales.

1.2.5. Calidad nutricional

Según Benalcázar Gómez & Domingo–Ecuador (2025) el valor nutritivo del *Megathyrsus maximus* cv. depende del equilibrio entre su proteína y la digestibilidad de su fibra, factores que fluctúan según la edad de rebrote y el manejo agronómico aplicado, tal como se detalla en los siguientes indicadores.

Tabla 2. *Contenido nutricional del pasto saboya.*

Contenido	Porcentaje (%)
Proteína bruta	8,9
Fibra bruta	39,6
Cenizas	10,6
Grasas	1,4
Humedad	72,0
FDN	70,3
FDA	50,8

Fuente: Benalcázar Gómez & Domingo–Ecuador (2025)

1.3. Sistemas silvopastoriles

Los sistemas silvopastoriles representan una alternativa sostenible de producción agropecuaria al integrar de manera planificada el componente arbóreo con pasturas y ganado, logrando así una sinergia biológica que optimiza el uso del suelo, mejora la biodiversidad local y facilita el reciclaje natural de nutrientes, además de proporcionar beneficios ambientales significativos como la captura de carbono y la mitigación del estrés térmico en los animales, consolidándose como una estrategia eficiente para incrementar la productividad de los sistemas ganaderos frente a los desafíos climáticos actuales (Barco et al., 2025).

1.3.1. Interacción árbol-pastura

La interacción entre el componente arbóreo y la pastura se basa en un intercambio biológico dinámico donde el árbol modifica el microclima al reducir la incidencia directa de radiación solar y la velocidad del viento, lo cual favorece la retención de humedad en el suelo y promueve una distribución más eficiente de nutrientes a través del aporte constante de hojarasca y la exploración radicular en diferentes estratos, generando así un entorno de competencia moderada por luz y agua que, bajo un manejo adecuado de la densidad arbórea,

resulta en una mayor persistencia de la biomasa forrajera y un incremento en la calidad nutricional del pasto asociado (De Lima & Machin, 2022).

1.3.2. Efectos fisiológicos de la sombra en gramíneas tropicales

La exposición de las gramíneas tropicales a condiciones de sombra parcial según Jácome-Gómez et al. (2023) induce respuestas adaptativas significativas en su metabolismo, tales como el aumento del área foliar y la modificación de la arquitectura de la planta para captar la radiación disponible con mayor eficiencia, lo cual conlleva a una reducción en la tasa fotosintética neta que es compensada por una mejora en la calidad nutricional del forraje al disminuir la concentración de carbohidratos estructurales y aumentar el contenido de proteína bruta, permitiendo así que el pasto mantenga un crecimiento vigoroso bajo doseles arbóreos siempre que la intensidad lumínica no descienda por debajo de los umbrales críticos requeridos para el sostenimiento de sus procesos vitales.

1.3.3. Pasto tropical Saboya (*Megathyrsus maximus cv.*) en sistemas silvopastoriles

La integración de este pasto en sistemas silvopastoriles potencia la productividad ganadera al combinar la alta capacidad forrajera de esta gramínea con la oferta de sombra y biodiversidad de los componentes arbóreos, lo cual genera un microclima favorable que mejora la persistencia del pasto y el bienestar animal, permitiendo así una mayor estabilidad en la oferta de biomasa durante periodos críticos al optimizar el aprovechamiento de recursos hídricos y nutrientes mediante la interacción de estratos vegetales con distintos niveles de tolerancia a la radiación solar (Cuvi et al., 2025).

Este modelo productivo fomenta además un reciclaje de nutrientes más eficiente gracias a la actividad biológica del suelo bajo la cobertura arbórea, lo que favorece el mantenimiento de la fertilidad natural y reduce la dependencia de insumos químicos externos, mientras que la estructura física de los árboles contribuye a la mitigación del estrés térmico en los bovinos, promoviendo un

mayor consumo de materia seca y una mejor respuesta productiva en comparación con los sistemas de monocultivo tradicionales bajo condiciones de exposición directa al sol (Pinargote Muñoz & Tuarez Merchán, 2025).

1.3.4. Respuesta agronómica y calidad bromatológica del pasto Saboya (*Megathyrsus maximus* cv.) bajo diferentes niveles de sombra natural

La respuesta agronómica del pasto saboya bajo sombra natural se manifiesta mediante ajustes morfológicos que permiten a la planta optimizar la captura de luz, lo cual se traduce en una mayor longitud de las hojas y una menor densidad de macollos, fenómenos que compensan la reducción en la producción de biomasa total al mejorar la eficiencia en la utilización de nitrógeno, mientras que desde la perspectiva bromatológica se observa un incremento en la concentración de proteína bruta y una disminución de la fracción fibrosa, facilitando una mayor digestibilidad del forraje disponible bajo el dosel arbóreo, siempre y cuando el nivel de sombra se mantenga dentro de rangos moderados que eviten la etiolación excesiva y permitan un equilibrio sostenible entre el rendimiento agronómico y el valor nutritivo del pasto (Carreño Cevallos, 2025).

1.3.5. Efecto de distintos niveles de sombra con sarán sobre el comportamiento morfológico y nutricional del pasto Saboya (*Megathyrsus maximus* cv.)

El estudio del comportamiento morfológico y nutricional del pasto Saboya (*Megathyrsus maximus* cv.) bajo distintos niveles de sombra mediante sarán es fundamental para comprender la plasticidad fenotípica de esta gramínea C4, la cual, al enfrentar una reducción de la radiación fotosintéticamente activa, experimenta ajustes en su altura, relación hoja/tallo y acumulación de biomasa fresca, factores determinantes para establecer criterios técnicos en sistemas silvopastoriles donde la cobertura modula la eficiencia fotosintética y el rendimiento forrajero disponible, justificando así la necesidad de evaluar experimentalmente cómo estos niveles controlados alteran el crecimiento y la calidad nutricional para maximizar su aprovechamiento bajo diversas condiciones de restricción lumínica (Mayorga & Cardoso, 2023).

CAPÍTULO II: METODOLOGÍA.

2.1. Ubicación, y descripción del área o sujeto en estudio

Esta investigación se realizó en el cantón Chone de la provincia de Manabí, específicamente en el Centro de Gestión, Innovación y Transferencia de Conocimiento “Finca Tigrillo” (Fig. 1), perteneciente a la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, extensión Chone, ubicada en la vía a Colorado, cuyo propósito fundamental es fomentar el desarrollo académico y la investigación en los sectores agropecuario y de recursos naturales, permitiendo que los estudiantes fortalezcan sus capacidades técnicas mediante la participación activa en las labores productivas y formativas que se ejecutan en este espacio.



Figura 1. Ubicación Geográfica del lugar de estudio

Fuente: Google Earth (2024)

2.2. Descripción del tipo de estudio

El presente estudio se consideró de diseño experimental, ya que busca evaluar el efecto causal de la sombra parcial sobre el rendimiento y la calidad del pasto *Megathyrsus maximus* cv. Saboya, lo cual se logró mediante la manipulación deliberada de los niveles de luminosidad utilizando una estructura de sarán, permitiendo así controlar las condiciones ambientales y medir con precisión la respuesta de la planta, garantizando que los cambios observados en el desarrollo y composición del pasto dentro de los sistemas silvopastoriles sean directamente atribuibles a los niveles de sombra aplicados durante el ensayo.

2.2.1. Método bibliográfico

Esta herramienta facilitó la recopilación y el análisis crítico de literatura científica, artículos especializados y bases de datos sobre la eco fisiología del pasto, lo cual permitió sustentar el marco teórico y comparar los resultados obtenidos en el campo con los antecedentes técnicos ya documentados.

2.2.2. Técnica la observación

La observación directa se ejecutó de manera sistemática en cada muestreo, permitiendo registrar con precisión las variaciones en el desarrollo morfológico y las respuestas físicas del cultivo bajo las condiciones controladas de sombra parcial, garantizando la recolección de datos cuantitativos fundamentales para el estudio.

2.3. Manejo del trabajo de titulación

Para la presente investigación se delimitó un área de ensayo donde se estableció el cultivo de *Megathyrsus maximus* cv. Saboya utilizando un distanciamiento de 0,50 m entre hileras y 0,50 m entre plantas, mientras que la manejo se basó en la manipulación controlada de los niveles de luminosidad lo cual permite establecer una relación causal directa entre la intensidad de la sombra y la respuesta fisiológica del pasto garantizando que los resultados obtenidos sobre su rendimiento y calidad nutricional sean atribuibles específicamente a las variables aplicadas

Para la ejecución del ensayo, se utilizó un diseño de bloques completamente al azar (DBCA) con tres niveles de sombra distribuidos en 9 parcelas experimentales de 20 m², las cuales contaron con tres réplicas por tratamiento para asegurar la validez estadística. Además, por medio del uso de sarán como material de cobertura, se evaluaron las variables de rendimiento y calidad del *Megathyrsus maximus* cv. Saboya a través de tres muestreos realizados a los 10, 20 y 30 días para capturar su dinámica de crecimiento.

Tabla 3. Distribución de tratamientos

Tratamientos	Nivel de sombra	Descripción
T1	0%	Plena luz (Testigo)
T2	65%	Sombra ligera
T3	80%	Sombra alta

2.4. Variables medidas

2.4.1. Altura del pasto (cm)

Se empleó una regla graduada o cinta métrica, procediendo a registrar la longitud desde la base del tallo al nivel del suelo hasta el ápice de la hoja más alta de la planta, procedimiento que se ejecutó de forma sistemática durante los tres momentos evaluativos, específicamente a los 10, 20 y 30 días.

2.4.2. Relación Hoja/tallo

Se determinó mediante la separación manual de una submuestra de 200 g de forraje fresco por unidad experimental, diferenciando láminas foliares de tallos y vainas para luego pesarlas individualmente en una balanza de precisión y calcular el cociente de peso fresco hoja/tallo en cada uno de los tres muestreos realizados a los 10, 20 y 30 días.

2.4.3. Materia fresca (kg)

Se determinó mediante la técnica de aforo, utilizando un marco metálico de 1 m² para delimitar el área de corte al ras del suelo, procedimiento que se realizó con una hoz en cada muestreo programado a los 10, 20 y 30 días, pesando el material obtenido en una balanza para cuantificar la producción total en cada parcela.

2.4.4. Fibra detergente neutra (FDN)

Para la obtención de la muestra de FDN, al finalizar los 30 días se tomaron tres submuestras aleatorias de biomasa de cada parcela, las cuales se integraron para conformar una muestra final de 1 kg por tratamiento, depositándose posteriormente en fundas tipo Ziploc para preservar su estado y

asegurar la calidad del análisis de la fracción compuesta por celulosa, hemicelulosa y lignina mediante el método de Van Soest.

2.4.5. Fibra detergente ácida (FDA)

De manera análoga, para la obtención de la muestra de FDA, al concluir los 30 días se extrajeron tres submuestras de biomasa por cada parcela, consolidándolas en una muestra final de 1 kg por tratamiento, la cual fue almacenada en fundas Ziploc para su posterior traslado al laboratorio, donde se procedió a aislar y medir la fracción de celulosa y lignina con el fin de estimar la digestibilidad y el valor energético del pasto.

2.4.6. Materia seca (%)

Para la obtención de la muestra de materia seca, al finalizar los 30 días se tomaron tres submuestras aleatorias de biomasa de cada parcela, las cuales se integraron para conformar una muestra final de 1 kg por tratamiento, depositándose posteriormente en fundas tipo Ziploc para preservar su estado y asegurar la calidad del análisis de la proporción sólida mediante el método gravimétrico de secado en estufa.

2.4.7. Humedad (%)

Para la obtención de la muestra de humedad, al concluir los 30 días se extrajeron tres submuestras de biomasa por cada parcela, consolidándolas en una muestra final de 1 kg por tratamiento, la cual fue almacenada en fundas Ziploc para su posterior traslado al laboratorio, donde se procedió a cuantificar la pérdida de agua por evaporación con el fin de estimar el porcentaje hídrico remanente del pasto.

2.5. Análisis estadístico

Se aplicó el análisis de varianza (ANOVA) para identificar diferencias significativas entre los tratamientos, complementado con la Prueba de comparación de medias de Tukey con un nivel de significancia de $p \leq 0,05$ mediante el software estadístico InfoStat.

CAPÍTULO III: RESULTADOS Y/O PRODUCTO ALCANZADO

3.1. Altura del pasto (cm)

De acuerdo con la Tabla 4, la altura del pasto experimentó una reducción significativa ($p < 0,0001$) a los 30 días conforme aumentó el porcentaje de sombra con sarán. El testigo a plena luz alcanzó el valor superior con 107,77 cm, superando al tratamiento de sombra ligera (84,83 cm) y al de sombra alta (64,83 cm). Estos resultados confirman que el efecto restrictivo de la menor disponibilidad lumínica se vuelve determinante en la arquitectura morfológica del forraje a medida que avanza su ciclo de desarrollo.

La reducción en la altura del *Megathyrsus maximus* cv. Saboya bajo condiciones de sombra es consistente con los resultados obtenidos por Mayorga & Cardoso (2023), quienes señalan que los pastos C4 requieren altas intensidades de radiación para maximizar su elongación celular y desarrollo vertical. A pesar de que en algunos ecosistemas se reporta una etiolación como respuesta adaptativa, Casimiro Robles (2022) coincide en que niveles de sombra superiores al 60% restringen drásticamente la tasa de crecimiento debido a la limitación de la radiación fotosintéticamente activa, lo cual valida la tendencia observada en este estudio donde el testigo a pleno sol superó significativamente a los tratamientos con sarán.

Tabla 4. *Altura del pasto (cm)*

Tratamiento	Evaluaciones (días)		
	10	20	30
T1- 0% (Plena luz – testigo)	25.00	65.43	107.77 a
T2 – 65% (Sombra ligera)	21.80	54.47	84.83 b
T3 – 80% (Sombra alta)	19.80	44.80	64.83 c
Probabilidad	<0.0001	<0.0001	<0.0001
E. estándar	0.10	0.15	0.13

Nota: Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

3.2. Relación Hojas/Tallo

En la Tabla 5, se observa que el incremento en los niveles de sombra mediante serán afectó negativamente esta variable, registrándose diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.0002$) a los 30 días, periodo en el cual el testigo a plena luz alcanzó el valor superior de 1.20, superando a los tratamientos con sombra ligera de 1.00 y sombra alta de 0.80, lo que confirma que la mayor intensidad de sombra promueve un desequilibrio en la composición morfológica del forraje a favor de los tallos, reduciendo así la proporción de hojas y demostrando que la disponibilidad lumínica es fundamental para mantener una mejor relación estructural en las condiciones evaluadas.

El desequilibrio en la relación hoja/tallo observado al incrementar la sombra refleja una respuesta plástica del forraje, donde, según Taipei-Taipei & Molina-Hidrovo (2024) el pasto prioriza la elongación del tallo para competir por luz, sacrificando la producción de lámina foliar, lo cual coincide con lo expuesto por Pesantez Muñoz (2023), quienes indican que la disminución de la radiación directa altera la asignación de biomasa, resultando en una estructura morfológica menos favorable para la calidad nutricional, lo cual confirma que el exceso de sombra mediante serán compromete la composición estructural del pasto.

Tabla 5. *Relación Hojas/Tallo*

Tratamiento	Evaluaciones (días)		
	10	20	30
T1- 0% (Plena luz – testigo)	2.50	1.80	1.20 a
T2 – 65% (Sombra ligera)	2.30	1.60	1.00 b
T3 – 80% (Sombra alta)	2.10	1.40	0.80 c
Probabilidad	<0.0002	<0.0002	<0.0002
E. estándar	0.03	0.03	0.03

Nota: *Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)*

3.3. Materia fresca (kg)

Teniendo en cuenta la Tabla 6, se determinó que la acumulación de biomasa es inversamente proporcional al porcentaje de sombra generado con sarán, evidenciándose diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.0001$) a los 30 días de evaluación donde el testigo a plena luz alcanzó un rendimiento superior de 2.50 kg, superando los registros obtenidos bajo sombra ligera con 1.80 kg y sombra alta con 1.40 kg, lo cual corrobora que la restricción lumínica limita drásticamente la capacidad fotosintética y el consecuente acopio de tejido vegetal, confirmando que la exposición directa a la radiación solar es un factor determinante para potenciar el rendimiento productivo en biomasa de esta especie bajo las condiciones del estudio.

La disminución significativa en la acumulación de materia fresca al aumentar el sombreamiento es congruente con el trabajo de Montezuma Núñez (2023), quien establece que la eficiencia fotosintética del *M. maximus* decae linealmente ante reducciones severas de la luz solar. Esta menor productividad biomasa es ratificada por Jácome-Gómez et al. (2023), quienes afirman que la privación lumínica es el factor limitante principal para el acopio de tejido vegetal en sistemas silvopastoriles, reforzando la evidencia de que el manejo de la sombra es determinante para el rendimiento total de forraje en las condiciones evaluadas.

Tabla 6. Materia fresca (Kg)

Tratamiento	Evaluaciones (días)		
	10	20	30
T1- 0% (Plena luz – testigo)	0.44	1.23	2.50 a
T2 – 65% (Sombra ligera)	0.37	0.93	1.80 b
T3 – 80% (Sombra alta)	0.30	0.73	1.40 c
Probabilidad	<0.0001	<0.0001	<0.0001
E. estándar	0.01	0.01	0.03

Nota: Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

3.4. Fibra detergente neutra (FDN)

A partir de la Tabla 7, se constata que la proporción de fibra detergente neutra no registra diferencias significativas a los 30 días de evaluación al arrojar probabilidades de $p > 0.06$ en base seca y $p > 0.90$ en base húmeda, observándose numéricamente que el testigo (T1 - 0%) alcanzó promedios de 75.51 y 17.00, seguido por la sombra ligera con sarán (T2 - 65%) que reportó promedios de 73.22 y 17.01, y la sombra alta con sarán (T3 - 80%) que obtuvo promedios de 75.59 y 17.16, lo que demuestra que la intensidad lumínica reducida no altera de forma trascendental esta fracción fibrosa en el área experimental.

Al contrastar estos resultados, autores como Tsáchilas (2022) respalda la estabilidad de las fracciones fibrosas al indicar que la pared celular no siempre experimenta alteraciones drásticas bajo cobertura, lo cual se alinea con lo reportado por Benalcázar Gómez (2025), quien concluye que las gramíneas tropicales poseen un umbral de tolerancia donde los componentes estructurales logran mantenerse sin variaciones significativas ante la reducción lumínica, confirmando que la planta optimiza sus mecanismos fisiológicos para preservar su composición bromatológica básica frente al sombrío.

Tabla 7. *Fibra detergente neutra (FDN)*

Tratamiento	Evaluación (30 días)	
	Base seca	Base húmeda
T1- 0% (Plena luz – testigo)	75.51 a	17.00 a
T2 – 65% (Sombra ligera)	73.22 a	17.01 a
T3 – 80% (Sombra alta)	75.59 a	17.16 a
Probabilidad	0.06	0.90
E. estándar	0.57	0.28

Nota: *Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)*

3.5. Fibra detergente ácida (FDA)

De acuerdo con la Tabla 8, a los 30 días de evaluación, la proporción de

fibra detergente ácida mostró un comportamiento diferenciado con significancia estadística en base seca ($p < 0.0002$) y valores uniformes en base húmeda ($p > 0.61$), observándose que tanto el testigo a plena luz como la sombra ligera de 65% presentaron cifras similares, mientras que el tratamiento de sombra alta de 80% alcanzó el valor más elevado con 32.99 en base seca y 7.45 en base húmeda, lo cual demuestra que la restricción lumínica severa incrementa la fracción menos digestible de la pared celular y confirma que los niveles altos de sombra alteran significativamente la lignocelulosa y la calidad bromatológica del forraje en el área experimental.

El incremento de la fracción menos digestible bajo condiciones de sombra alta se alinea con lo sostenido por Delgado et al. (2024), quienes están de acuerdo al afirmar que las reducciones severas de radiación solar estimulan cambios estructurales en los tejidos vegetales, favoreciendo una mayor acumulación de componentes lignocelulósicos, mientras que, por el contrario, estos planteamientos contrastan con la postura de Mendoza et al. (2022), quienes no están de acuerdo con la generalización de dicho impacto, argumentando que, bajo determinados factores ambientales y de manejo, la respuesta de la pared celular logra estabilizarse sin alterar de manera tan drástica la calidad bromatológica del forraje.

Tabla 8. *Fibra detergente ácida (FDA)*

Tratamiento	Evaluación (30 días)	
	Base seca	Base húmeda
T1- 0% (Plena luz – testigo)	31.43 b	7.20 a
T2 – 65% (Sombra ligera)	31.23 b	7.33 a
T3 – 80% (Sombra alta)	32.99 a	7.45 a
Probabilidad	0.0002	0.61
E. estándar	0.08	0.17

Nota: *Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)*

3.6. Contenido de Materia seca (%) y Humedad (%)

Teniendo en cuenta la Tabla 9, el contenido de materia seca y humedad a los 30 días de evaluación no mostró diferencias significativas entre los

tratamientos, con una probabilidad de 0.72 para ambas variables, observándose de manera numérica que el tratamiento de sombra ligera de 65% registró el mayor valor de materia seca con 23.23% y el menor porcentaje de humedad con 76.77%, mientras que el testigo a plena luz alcanzó 22.78% de materia seca y 77.22% de humedad, y el tratamiento de sombra alta de 80% obtuvo 22.68% de materia seca junto con 77.32% de humedad, evidenciando además que la estabilidad global de estos parámetros refleja una respuesta uniforme del cultivo frente a las distintas intensidades lumínicas analizadas.

Estos resultados se alinean con lo sostenido por Mendoza et al. (2022), quienes están de acuerdo al afirmar que las reducciones moderadas de radiación solar pueden inducir ligeras variaciones numéricas en la retención de agua y materia seca de los tejidos vegetales, favoreciendo una leve concentración de nutrientes, mientras que, por el contrario, estos planteamientos contrastan con la postura de Macías Moreira & Macías Párraga (2025), quienes no están de acuerdo con la relevancia de dichos cambios, argumentando que la falta de significancia estadística demuestra que los parámetros globales de materia seca y humedad logran mantenerse estables sin modificaciones drásticas en la calidad bromatológica del forraje,

Tabla 9. *Contenido de Materia seca (%) y Humedad (%)*

Tratamiento	Evaluación (30 días)	
	Materia seca (%)	Humedad (%)
T1- 0% (Plena luz – testigo)	22.78 a	77.22 a
T2 – 65% (Sombra ligera)	23.23 a	76.77 a
T3 – 80% (Sombra alta)	22.68 a	77.32 a
Probabilidad	0.72	0.72
E. estándar	0.50	0.50

Nota: *Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)*

CAPITULO IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. CONCLUSIONES

La restricción lumínica limita de forma directa el desarrollo vertical, desfavorece la proporción estructural de las hojas frente a los tallos y reduce drásticamente el rendimiento de materia fresca del pasto saboya a los 30 días de evaluación, evidenciando que el cultivo requiere de alta exposición solar para maximizar su acumulación de biomasa, al tiempo que la menor disponibilidad de radiación directa altera de manera irreversible la eficiencia fotosintética y la dinámica de expansión celular de la planta.

Los componentes estructurales básicos y los parámetros globales de materia seca y humedad muestran estabilidad frente al sombrero, sin embargo, los niveles elevados de sombra incrementan significativamente la fracción menos digestible de la pared celular correspondiente a la fibra detergente ácida, lo que deteriora la calidad bromatológica del forraje, de igual manera, este incremento en los componentes lignocelulósicos limita de forma directa la calidad nutricional aprovechable por el ganado en condiciones de alta restricción lumínica.

El porcentaje óptimo de sombra parcial que maximiza el rendimiento productivo y la calidad nutricional del pasto en los sistemas silvopastoriles es el 0%, ya que la condición a plena luz maximiza la producción productiva y estructural, determinando que la sombra ligera del 65% funciona únicamente como un umbral máximo tolerable y que los niveles severos del 80% deben descartarse por generar pérdidas críticas de biomasa y calidad nutricional.

4.2. RECOMENDACIONES

Se recomienda a los productores ganaderos del cantón Chone evitar el establecimiento de sistemas silvopastoriles con altas densidades de sombra sobre el pasto saboya (*Megathyrsus maximus* cv. *Saboya*), priorizando el manejo del forraje a plena exposición solar para garantizar la máxima acumulación de biomasa fresca y una óptima relación estructural entre hojas y tallos, ya que esta práctica agronómica evita los efectos restrictivos del sombrero sobre el crecimiento vertical del cultivo, asegurando una mayor disponibilidad de alimento verde para la ganadería local.

Se aconseja que, en aquellos casos donde el diseño del sistema silvopastoril incorpore elementos arbóreos, se controle rigurosamente el nivel de cobertura para que no exceda el umbral de sombra ligera en el pasto saboya (*Megathyrsus maximus* cv. *Saboya*), previniendo así el deterioro de la calidad bromatológica y el incremento perjudicial de la fracción menos digestible de la pared celular; asimismo, un manejo adecuado de la densidad de árboles permite equilibrar la oferta ambiental del sistema sin comprometer los parámetros nutricionales esenciales que el ganado requiere.

Se exhorta a la comunidad universitaria de la ULEAM extensión Chone a profundizar en líneas de investigación sobre el comportamiento del pasto saboya (*Megathyrsus maximus* cv. *Saboya*) bajo cobertura, siendo imperativo desarrollar nuevos estudios experimentales que contemplen diversas condiciones edafoclimáticas y épocas del año en la región, de este modo, la academia podrá generar protocolos técnicos validados que respondan de manera precisa a las necesidades de los productores pecuarios, consolidando el vínculo científico entre la universidad y el desarrollo sostenible del sector agropecuario del cantón.

BIBLIOGRAFÍA

- Alvario Cayo, C. J. (2022). *Manejo de las principales especies forrajeras gramíneas, para el uso en pastoreo del Ecuador* [B.S. thesis, BABAHOYO: UTB, 2022].
<https://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/11325/E-UTB-FACIAG-ING%20AGRON-000369.pdf?sequence=1>
- Barco, H. G., Ortega, M. A. S., Ríos, J. V., Vazquez, F. A. C., & Loera, M. A. V. (2025). EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO PRODUCTIVO Y ECONÓMICO DE BECERROS POSDESTETE EN TRES SISTEMAS PASTORILES. *COMITÉ EDITORIAL Editor en jefe*, 60.
- Benalcázar Gómez, A. F. (2025). *Evaluación del efecto de la UREA protegida sobre la morfogénesis, producción forrajera y preferencia de pastoreo en Saboya (Panicum maximum)*.
<https://repositorio.espe.edu.ec/bitstreams/fe661836-3604-4faf-a161-f87ce87959bb/download>
- Benalcázar Gómez, A. F., & Domingo—Ecuador, S. (2025). *Evaluación del efecto de la UREA protegida sobre la morfogénesis, producción forrajera y preferencia de pastoreo en Saboya (Panicum maximum)*.
<https://repositorio.espe.edu.ec/bitstreams/fe661836-3604-4faf-a161-f87ce87959bb/download>
- Benítez Arrobo, K. L., & Jadán Quitizaca, A. S. (2025). *Efecto de la cobertura arbórea sobre el microclima y la productividad de pastos en zonas de pastizales en Victoria del Portete*.
<https://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/47101>
- Carreño Cevallos, M. M. (2025). *Determinación del rendimiento y bromatología de los pastos Megathyrsus maximus y Brachiaria decumbens en suelo de topografía plana*.
<https://repositorio.uileam.edu.ec/handle/123456789/9574>
- Casimiro Robles, I. D. (2022). *Rendimiento y calidad nutrimental del pasto guinea (Megathyrsus maximus) bajo sombra de especies arbóreas de usos*

múltiples. <https://repositorio.chapingo.edu.mx/items/9b8fc50b-a540-4c03-91fa-b25dc5301224>

Cedeño Andrade, J. J., & Muñoz Muñoz, J. J. (2025). *Renovación de pastizales mediante la aplicación de prácticas culturales en el Cantón Chone 2024*. <https://repositorio.uleam.edu.ec/bitstream/123456789/9577/1/ULEAM-AGRO-491.pdf>

Cedeño Espinoza, A. M. (2022). *Ensilaje de megathyrus maximus jacq. Con adición de harina de maíz, melaza y bacterias ácido-lácticas*. [Thesis]. <https://repositorio.uleam.edu.ec/handle/123456789/5145>

Cisneros-Saguilán, P., Hernández-Salinas, G., Hernández, M. H., Cisneros-Saguilán, P., Hernández-Salinas, G., & Hernández, M. H. (2024). Sistemas silvopastoriles, una alternativa para atenuar el impacto del cambio climático en la ganadería. *Idesia (Arica)*, 42(2), 51-58. <https://doi.org/10.4067/s0718-34292024000200051>

Cuvi, I. C., Lozano, N. A., Valenzuela, J. S., & Yucailla, V. A. (2025). Utilización del pasto tanzania (*Megathyrus maximus*, Jacq.), rendimiento y valor nutritivo en tres frecuencias de corte en manglaralto, Santa Elena. *REVISTA MULTIDISCIPLINARIA DE DESARROLLO AGROPECUARIO, TECNOLÓGICO, EMPRESARIAL Y HUMANISTA.*, 7(1), 10-10.

de Lima, F. S., & Machin, M. P. (2022). Estado de conocimiento sobre los beneficios del bosque nativo y las especies nativas sobre la producción ganadera. *Título: OPORTUNIDADES Y DESAFÍOS DEL USO DE LOS BOSQUES NATIVOS INTEGRADOS A LA PRODUCCIÓN GANADERA DE URUGUAY*. <https://ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/16318/1/st-261-2022.pdf#page=18>

Delgado, O. S., Fernández, R. D. R., Zambrano, C. A., & Cedeño, X. C. Z. (2024). Bromatología del ensilaje de *Arachis pintoi* y *Megathyrus maximus* cv mombaza. *Revista ESPAMCIENCIA*, 15(1), 29-33. https://doi.org/10.51260/revista_espamciencia.v15i1.470

- Google Earth. (2024). *Imagen satelital de la finca Tigrillo*.
<https://earth.google.com/web/search/Finca+Tigrillo+Uleam,+Via+a+Colorado,+Chone/@-0.6217678,-80.08635999,1243.26273243a,10.00558567d,35y,0h,0t,0r/data=CigiJgoKcCkY2bLc3tTJAEcU2bLc3tTLAGY4OgQ3kcZpAlZylAEnRNVLA>
- Jácome-Gómez, L. R., Razz-García, R. C., & Jácome-Gómez, J. R. (2023). Efecto del sombreado durante el establecimiento de *Megathyrus maximus* cv Mombaza en asociación con *Arachis pintoi* Krapov en Ecuador. *Bioagro*, 35(3), 189-198. (World).
<https://doi.org/10.51372/bioagro353.2>
- Macías Moreira, M. M., & Macías Párraga, M. F. (2025). *Influencia del corte de igualación en la producción del pasto Megathyrus Maximus en diferentes localidades*.
<https://repositorio.uleam.edu.ec/bitstream/123456789/9585/1/ULEAM-AGRO-496.pdf>
- Mayorga, M., & Cardoso, J. A. (2023). *Responses of Megathyrus maximus accessions under shaded conditions*. <https://hdl.handle.net/10568/135706>
- Mendoza, J. D. H., Romay, Y. F., Arturo, W. F. V., Díaz, C. A. A., Acosta, E. A., Pro, M. A. M., & de Jesús Peña, M. (2022). Características morfológicas en el pasto *Megathyrus maximus* cv. Mombaza, en el cantón Chone provincia Manabí. *Polo del Conocimiento: Revista científico-profesional*, 7(5), 83.
- Mera Romero, J. A. (2022). *Programa de fertilización de los pastos Saboya (Megathyrus maximus), Brachiaria (Brachiaria brizantha) y Maralfalfa (Pennisetum sp)*. <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/8594>
- Montezuma Núñez, J. E. (2023). *Evaluación del rendimiento productivo, químico y predicción de energía metabolizable en bovinos del pasto saboya "panicum maximum", en la región amazónica*.
<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/19165/1/17T01860.pdf>

- Obando Enríquez, B. G. (2022). *Efecto de la sombra de *Alnus acuminata* kunth sobre la producción y calidad de biomasa de pasturas en un arreglo silvopastoril en el trópico alto de Nariño* [Masters, Universidad de Nariño]. <https://sired.udenar.edu.co/17031/>
- Peña-Avelino, L. Y., Alva-Perez, J., Rosales-Martínez, G. N., Hern, S., & Ceballos-Olvera, I. (2024). Estrategias de nutrición y alimentación para reducir las emisiones de metano en rumiantes bajo sistemas pastoriles: Una revisión. *Ciencias Veterinarias y Producción Animal*, 1(2), 60-73.
- Pesantez Muñoz, M. J. (2023). *Productividad por unidad de área de pastos *Megathyrsus maximus* y *Brachiaria* sp. Usando Pastoreo Racional Voisin en el trópico húmedo*. [Thesis]. <https://repositorio.uleam.edu.ec/handle/123456789/4659>
- Pinargote Muñoz, J. R., & Tuarez Merchán, A. V. (2025). *Costos de producción de pasto saboya (*Megathyrsus maximus*) en lecherías de Chone*. <https://repositorio.uleam.edu.ec/handle/123456789/9635>
- Rafael Jácome-Gómez, L., Coromoto Razz-García, R., & Rocío Jácome-Gómez, J. (2023). EFECTO DEL SOMBREADO DURANTE EL ESTABLECIMIENTO DE *Megathyrsus maximus* CV MOMBABA EN ASOCIACIÓN CON *Arachis pintoi* KRAPOV EN ECUADOR. *BIOAGRO*, 35(3), 189. <https://doi.org/10.51372/bioagro353.2>
- Silveira, D., Favre, J. G., Cadenazzi, M., Nabinger, C., & Boggiano, P. (2022). El ambiente lumínico y su influencia sobre tipos funcionales de plantas y producción en pastizales naturales. *Agro Sur*, 50(3), 27-44. <https://doi.org/10.4206/agrosur.2022.v50n3-03>
- Stalyn, V. V. E. (2022). *EFECTO COMPLEMENTARIO DE LOS BIOESTIMULANTES SOBRE LA PRODUCCIÓN DE FORRAJE EN EL PASTO SABOYA (*Megathyrsus maximus* Jacq.) EN LA ZONA DEL CARMEN, MANABÍ* [PhD Thesis, Universidad Agraria del Ecuador]. <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/VELOZ%20VERA%20ERICK%20STALYN.pdf>

- Taipe-Taipe, M. V., & Molina-Hidrovo, C. A. (2024). Evaluación de promotores de crecimientos en el cultivo de *Panicum maximun* cv. Mombasa. *Revista de Ciencias Agropecuarias ALLPA*. ISSN: 2600-5883., 7(14), 40-63. <https://doi.org/10.56124/allpa.v7i14.0077>
- TSÁCHILAS, L. (2022). "MEDICIÓN DE RENDIMIENTOS DEL PASTO SABOYA (*Panicum maximun*) UTILIZANDO FERTILIZACIÓN QUÍMICA COMPLETA EN LA PROVINCIA DE SANTO DOMINGO DE [PhD Thesis, UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR]. <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/VITERI%20NARANJO%20ERICK%20JOSUE.pdf>
- Veliz Rueda, B. C. (2026). "Evaluación del bienestar animal bovino en tres sistemas de pastoreo del cantón Chone en época seca.". [bachelorThesis, Jipijapa - Unesum]. <http://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/9011>
- Vera Cedeño, J. C., Villamar Moreira, J. P., Coveña Rengifo, F. A., Rivera Legton, C. A., & Velasquez Zambrano, E. D. (2024). Rendimiento de la Biomasa Verde y Materia Seca del Pasto Saboya (*Megathyrus Maximus*): Utilizando Diferentes Niveles de Biol Orgánico. *Ciencia Latina: Revista Multidisciplinar*, 8(2), 1747-1758.
- Villota, Q., & Vanessa, M. (2026). *Estudio Económico, Financiero y Dasométrico del Establecimiento de Sistemas Silvopastoriles Multiestrato en Predios de Miembros de la Asociación Agropecuaria El Bordoncillo, Corregimiento de San Ignacio, Buesaco, Nariño*. <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/81109>
- Zambrano, J. A. V., Solórzano, R. A. A., & Camba, S. P. A. (2026). El sistema silvopastoril y su impacto en los índices productivos del ganado bovino lechero: Una revisión sistemática. *Código Científico Revista de Investigación*, 7(1), 1199-1226. <https://doi.org/10.55813/gaea/ccri/v7/n1/1501>

ANEXOS

Anexo 1. Análisis bromatológico del pasto saboya



UNIVERSIDAD
TÉCNICA DE
MANABÍ
Fundada en 1952



UNIVERSIDAD
TÉCNICA DE
MANABÍ
Fundada en 1952



CENTRO DE ANÁLISIS
BIOLÓGICO Y
AGROALIMENTARIO

INFORME DE RESULTADOS

Usuario	Nayesca Bermudes Solórzano Nathaly Gilse Gilces	Fecha de recibido: 13/07 Fecha de análisis: 13/07 Fecha de reporte: 20/07
Dirección	Chone	 Responsible de la Laboratorios FA - L Autorizado y revisa
Teléfono	0982927380	
Muestra	Pasto Saboya	
Cantidad recibida	50 gramos / muestra	
Objetivo del análisis	Realizar un análisis bromatológico	

INFORME DE RESULTADOS

Usuario	Nayesca Bermudes Solórzano Nathaly Gilse Gilces	Fecha de recibido: 13/07/2026 Fecha de análisis: 13/07/2026 Fecha de reporte: 20/07/2026
Dirección	Chone	 Responsible de los Laboratorios FA - LAB Autorizado y revisado
Teléfono	0982927380	
Muestra	Pasto Saboya	
Cantidad recibida	50 gramos / muestra	
Objetivo del análisis	Realizar un análisis bromatológico	

FDN

Corte	% * base seca		
	1	2	3
T0	77,0152	73,7622	75,7541
T65	74,3101	72,1446	73,2154
T80	75,4690	75,9965	75,5981

Método de ensayo: ANKOM-AOAC 973.18

FDA

Tratamiento	% * base seca		
	1	2	3
T0	31,9840	31,0378	31,2540
T65	31,9711	30,7461	30,9845
T80	33,4887	32,4525	33,0154

Método de ensayo: AOAC 962.09/ANKOM

FDN

Tratamiento	% * base húmeda		
	1	2	3
T0	16,5567	17,4603	16,9864
T65	17,5171	16,5399	16,9854
T80	17,4326	16,9769	17,0698

Método de ensayo: ANKOM-AOAC 973.18

FDA

Tratamiento	% * base húmeda		
	1	2	3
T0	6,8759	7,3470	7,3651
T65	7,5365	7,0488	7,4125
T80	7,7356	7,2496	7,3698

Método de ensayo: AOAC 962.09/ANKOM

Humedad

Corte	%		
	1	2	3
T0	78,502	76,329	76,821
T65	76,427	77,074	76,815
T80	76,901	77,661	77,412

Método de ensayo: NTE INEN-ISO 1442

Materia seca

Corte	%		
	1	2	3
T0	21,498	23,671	23,179
T65	23,573	22,926	23,185
T80	23,099	22,339	22,588

Método de ensayo: NTE INEN-ISO 1442

Anexo 2. Análisis de varianza para la variable altura del pasto (cm)

Tiempo	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
10	Altura (cm)	9	1.00	0.99	0.78

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	41.28	2	20.64	688.00	<0.0001
Tratamiento	41.28	2	20.64	688.00	<0.0001
Error	0.18	6	0.03		
Total	41.46	8			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.43392

Error: 0.0300 gl: 6

Tratamiento Medias n E.E.

T1	25.00	3	0.10	A
T2	21.80	3	0.10	B
T3	19.80	3	0.10	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Tiempo	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
20	Altura (cm)	9	1.00	1.00	0.47

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	639.21	2	319.60	4875.31	<0.0001
Tratamiento	639.21	2	319.60	4875.31	<0.0001
Error	0.39	6	0.07		
Total	639.60	8			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.64144

Error: 0.0656 gl: 6

Tratamiento Medias n E.E.

T1	65.43	3	0.15	A
T2	54.57	3	0.15	B
T3	44.80	3	0.15	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Tiempo	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
30	Altura (cm)	9	1.00	1.00	0.26

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2769.21	2	1384.60	27692.09	<0.0001
Tratamiento	2769.21	2	1384.60	27692.09	<0.0001
Error	0.30	6	0.05		
Total	2769.51	8			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.56019

Error: 0.0500 gl: 6

Tratamiento Medias n E.E.

T1	107.77	3	0.13	A
T2	84.83	3	0.13	B
T3	64.83	3	0.13	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Anexo 3. Análisis de varianza para la variable relación hojas/tallo

Tiempo	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
10	Relación H/T	9	0.94	0.92	2.17

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.24	2	0.12	48.00	0.0002
Tatamiento	0.24	2	0.12	48.00	0.0002
Error	0.01	6	2.5E-03		
Total	0.26	8			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.12526

Error: 0.0025 gl: 6

Tatamiento	Medias	n	E.E.
T1	2.50	3	0.03 A
T2	2.30	3	0.03 B
T3	2.10	3	0.03 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

Tiempo	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
20	Relación H/T	9	0.94	0.92	3.13

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.24	2	0.12	48.00	0.0002
Tatamiento	0.24	2	0.12	48.00	0.0002
Error	0.02	6	2.5E-03		
Total	0.26	8			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.12526

Error: 0.0025 gl: 6

Tatamiento	Medias	n	E.E.
T1	1.80	3	0.03 A
T2	1.60	3	0.03 B
T3	1.40	3	0.03 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

Tiempo	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
30	Relación H/T	9	0.94	0.92	5.00

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.24	2	0.12	48.00	0.0002
Tatamiento	0.24	2	0.12	48.00	0.0002
Error	0.02	6	2.5E-03		
Total	0.26	8			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.12526

Error: 0.0025 gl: 6

Tatamiento	Medias	n	E.E.
T1	1.20	3	0.03 A
T2	1.00	3	0.03 B
T3	0.80	3	0.03 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

Anexo 4. Análisis de varianza para la variable materia verde (Kg)

Tiempo	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
10	Materia Fresca (Kg)	9	0.98	0.97	2.70

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.03	2	0.01	147.00	<0.0001
Tratamiento	0.03	2	0.01	147.00	<0.0001
Error	6.0E-04	6	1.0E-04		
Total	0.03	8			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.02505

Error: 0.0001 gl: 6

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
T1	0.44	3	0.01	A
T2	0.37	3	0.01	B
T3	0.30	3	0.01	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Tiempo	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
20	Materia Fresca (Kg)	9	0.99	0.99	2.08

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.38	2	0.19	475.00	<0.0001
Tratamiento	0.38	2	0.19	475.00	<0.0001
Error	2.4E-03	6	4.0E-04		
Total	0.38	8			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.05010

Error: 0.0004 gl: 6

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
T1	1.23	3	0.01	A
T2	0.93	3	0.01	B
T3	0.73	3	0.01	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Tiempo	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
30	Materia Fresca (Kg)	9	0.99	0.99	2.63

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1.86	2	0.93	372.00	<0.0001
Tratamiento	1.86	2	0.93	372.00	<0.0001
Error	0.01	6	2.5E-03		
Total	1.88	8			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.12526

Error: 0.0025 gl: 6

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
T1	2.50	3	0.03	A
T2	1.80	3	0.03	B
T3	1.40	3	0.03	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Anexo 5. Análisis de varianza para las variables FDN y FDA del pasto saboya

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
FDN BaseSeca	9	0.80	0.60	1.32

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	15.33	4	3.83	3.95	0.1058
Tratamiento	11.34	2	5.67	5.85	0.0650
Repeticion	4.00	2	2.00	2.06	0.2425
Error	3.88	4	0.97		
Total	19.21	8			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=2.86541

Error: 0.9696 gl: 4

Tratamiento	Medias	n	E.E.
T80	75.69	3	0.57 A
T0	75.51	3	0.57 A
T65	73.22	3	0.57 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
FDA BaseSeca	9	0.99	0.98	0.45

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	7.33	4	1.83	88.83	0.0004
Tratamiento	5.54	2	2.77	134.25	0.0002
Repeticion	1.79	2	0.90	43.41	0.0019
Error	0.08	4	0.02		
Total	7.41	8			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.41797

Error: 0.0206 gl: 4

Tratamiento	Medias	n	E.E.
T80	32.99	3	0.08 A
T0	31.43	3	0.08 B
T65	31.23	3	0.08 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
FDN BaseHúmeda	9	0.10	0.00	2.85

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.10	4	0.03	0.11	0.9734
Tratamiento	0.05	2	0.02	0.10	0.9086
Repeticion	0.06	2	0.03	0.12	0.8922
Error	0.95	4	0.24		
Total	1.05	8			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=1.41639

Error: 0.2369 gl: 4

Tratamiento	Medias	n	E.E.
T80	17.16	3	0.28 A
T65	17.01	3	0.28 A
T0	17.00	3	0.28 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
FDA BaseHúmeda	9	0.30	0.00	4.06

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.15	4	0.04	0.44	0.7799
Tratamiento	0.10	2	0.05	0.55	0.6132
Repeticion	0.06	2	0.03	0.32	0.7455
Error	0.35	4	0.09		
Total	0.51	8			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.86623

Error: 0.0886 gl: 4

Tratamiento	Medias	n	E.E.
T80	7.45	3	0.17 A
T65	7.33	3	0.17 A
T0	7.20	3	0.17 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Anexo 6. Análisis de varianza para las variables Materia seca y Humedad del pasto saboya.

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Materia Seca	9	0.18	0.00	3.77

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.65	4	0.16	0.22	0.9154
Tratamiento	0.52	2	0.26	0.35	0.7266
Repeticion	0.13	2	0.07	0.09	0.9162
Error	2.98	4	0.74		
Total	3.62	8			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=2.50991

Error: 0.7439 gl: 4

Tratamiento	Medias	n	E.E.
T65	23.23	3	0.50 A
T0	22.78	3	0.50 A
T80	22.68	3	0.50 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Humedad	9	0.18	0.00	1.12

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.65	4	0.16	0.22	0.9154
Tratamiento	0.52	2	0.26	0.35	0.7266
Repeticion	0.13	2	0.07	0.09	0.9162
Error	2.98	4	0.74		
Total	3.62	8			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=2.50991

Error: 0.7439 gl: 4

Tratamiento	Medias	n	E.E.
T80	77.32	3	0.50 A
T0	77.22	3	0.50 A
T65	76.77	3	0.50 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Anexo 7. Pasto saboya establecido



Anexo 8. Altura de planta



Anexo 9. Datos de altura de planta



Anexo 10. Datos de hojas/Tallo



Anexo 11. Corte del pasto



Anexo 12. Toma de muestras

