



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**SEDE ORELLANA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS**  
**CARRERA ZOOTECNIA**

**EVALUACIÓN DEL EFECTO SOMBRA EN LA PRODUCCIÓN DE  
FORRAJE CON PASTO DALLIS BAJO UN SISTEMA  
SILVOPASTORIL**

**Trabajo de Integración Curricular**

**Tipo:** Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

**INGENIERO ZOOTECNISTA**

**AUTORES:** ALEX ANDRÉS MONTERO ARTEAGA  
JHON LENIN ZAMBRANO CEDEÑO

**DIRECTOR:** Ing. RAÚL LORENZO GONZÁLEZ MARCILLO M.Sc

El Coca – Ecuador

2023

**© 2023, Alex Andrés Montero Arteaga & Jhon Lenin Zambrano Cedeño**

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Nosotros, Alex Andrés Montero Arteaga y Jhon Lenin Zambrano Cedeño, declaramos que el presente Trabajo de Integración Curricular es de nuestra autoría y los resultados de este son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autores asumimos la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

El Coca, 14 de junio 2023



**Alex Andrés Montero Arteaga**  
**2200403841**



**Jhon Lenin Zambrano Cedeño**  
**1316606134**

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS**  
**CARRERA ZOOTÉCNICA**

El Tribunal de Integración Curricular certifica que: El Trabajo de Integración Curricular tipo: Proyecto de investigación. **EVALUACIÓN DEL EFECTO SOMBRA EN LA PRODUCCIÓN DE FORRAJE CON PASTO DALLIS BAJO UN SISTEMA SILVOPASTORIL**, realizado por los señores **ALEX ANDRÉS MONTERO ARTEAGA Y JHON LENIN ZAMBRANO CEDEÑO**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales en tal virtud el tribunal autoriza su presentación.

	<b>FIRMA</b>	<b>FECHA</b>
Ing. Francisco Javier Oñate Mancero Mgs. <b>PRESIDENTE DEL TRIBUNAL</b>		<b>2023/14/06</b>
Ing. Raúl Lorenzo Gonzales Marcillo MSc. <b>DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR</b>		<b>2023/14/06</b>
Ing. Ángel Daniel Feijoo León Mgs. <b>ASESOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR</b>		<b>2023/14/06</b>

## **DEDICATORIA**

Primeramente, a Dios por darme la fuerza y valentía para no rendirme ni por un minuto y así poder dedicarle este logro a mi padre Holger Montero que siempre me apoyo junto con mi Madre Carmen Arteaga que ha sido mi pilar fundamental en toda esta preparación tanto personal como académica, a mis hermanos que siempre me motivaron a superarme día a día. A todos mis profesores gracias, por exigirme a dar todo de mí y así formar a un nuevo profesional. ¡Mi padre soñaba con ser ganadero y hoy más que nunca ese sueño sigue vivo!

Alex

A Dios, por permitirme llegar a este momento tan especial en mi vida. Por los triunfos y los momentos difíciles que me han enseñado a valorarlo cada día más. A mi madre Gloria Cedeño por ser la persona que me ha apoyado incondicionalmente durante todo mi trayecto estudiantil y de vida, a mis tíos Mayra Cedeño y Cristo Zambrano, quienes han velado por mí durante este arduo camino para convertirme en un profesional. A mis profesores, gracias por su tiempo, por su apoyo, así como por la sabiduría que me transmitieron en el desarrollo de mi formación profesional.

Jhon

## **AGRADECIMIENTO**

Agradecemos a Dios por protegernos durante todo el camino y darnos fuerzas para superar obstáculos y dificultades a lo largo de todas nuestras vidas. A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo Sede Orellana, al Magister Paul Paguay director de la Sede por su gran labor y compromiso en fortalecer la Educación Superior en la Provincia, al Ing. Julio Benavides por su desempeño como Coordinador de la Carrera de Zootecnia. Al Ing. Raúl Gonzales, al Ing. Daniel Feijoo, director y asesor del trabajo de integración curricular por su valiosa guía y asesoramiento a la realización de esta. Agradecimiento total a los productores y dueños de las tres fincas, al sr Luis Prado, Heraldo Encarnación y José Cuenca por la apertura que tuvimos a sus propiedades y poder realizar el trabajo experimental de campo en la parroquia la belleza. A laboratorio LABSU, Vicariato Apostólico de Aguarico por permitirnos realizar la parte experimental del trabajo de integración curricular.

Alex & Jhon

## ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	XI
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	XIII
ÍNDICE DE ANEXOS.....	XIV
RESUMEN.....	XV
ABSTRACT.....	XVI
INTRODUCCIÓN.....	1

### CAPÍTULO I

<b>1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>3</b>
<b>1.1. Planteamiento del problema.....</b>	<b>3</b>
<b>1.2. Limitaciones y delimitaciones.....</b>	<b>4</b>
<b>1.2.1. <i>Limitaciones</i>.....</b>	<b>4</b>
<b>1.2.2. <i>Delimitaciones</i>.....</b>	<b>4</b>
<b>1.2.2.1. <i>Campo</i>.....</b>	<b>4</b>
<b>1.2.2.2. <i>Área</i>.....</b>	<b>4</b>
<b>1.2.2.3. <i>Espacial</i>.....</b>	<b>4</b>
<b>1.2.2.4. <i>Temporal</i>.....</b>	<b>4</b>
<b>1.3. Problema general de la investigación.....</b>	<b>4</b>
<b>1.4. Problemas específicos de la investigación.....</b>	<b>5</b>
<b>1.5. Objetivos.....</b>	<b>5</b>
<b>1.5.1. <i>Objetivo general</i>.....</b>	<b>5</b>
<b>1.5.2. <i>Objetivos específicos</i>.....</b>	<b>5</b>
<b>1.6. Justificación.....</b>	<b>5</b>
<b>1.6.1. <i>Justificación teórica</i>.....</b>	<b>6</b>
<b>1.6.2. <i>Justificación metodológica</i>.....</b>	<b>6</b>
<b>1.6.3. <i>Justificación practica</i>.....</b>	<b>6</b>

1.7.	<b>Hipótesis</b> .....	6
------	------------------------	---

## CAPÍTULO II

2.	<b>MARCO TEÓRICO</b> .....	7
2.1.	<b>Antecedentes investigativos</b> .....	7
2.2.	<b>Referencias teóricas</b> .....	8
2.2.1.	<i>Suelo</i> .....	8
2.2.1.1.	<i>Diversidad de los suelos</i> .....	9
2.2.2.	<i>Estimación de la radiación solar</i> .....	10
2.2.3.	<i>La Radiación solar en pasturas</i> .....	11
2.2.3.1.	<i>Absorción de la radiación por la pastura</i> .....	11
2.2.4.	<i>Temperatura</i> .....	11
2.2.5.	<i>Humedad</i> .....	12
2.2.6.	<i>Brachiaria decumbens</i> .....	12
2.2.6.1.	<i>Características botánicas</i> .....	13
2.2.6.2.	<i>Adaptación</i> .....	14
2.2.6.3.	<i>Pasto (Brachiaria decumbens Dallis) en condiciones de sombra</i> .....	14
2.2.7.	<i>Producción de biomasa sin sombra</i> .....	14
2.2.8.	<i>Producción de biomasa en sombra</i> .....	15
2.2.9.	<i>Manejo de la pradera</i> .....	15
2.2.9.1.	<i>Siembra</i> .....	15
2.2.9.2.	<i>Importancia, evolución y adaptación</i> .....	15
2.2.10.	<i>Descripción botánica de la especie</i> .....	16
2.2.10.1.	<i>Fisiología del pasto (Brachiaria decumbens Dallis)</i> .....	16
2.2.10.2.	<i>Adaptación</i> .....	16
2.2.10.3.	<i>Manejo del pasto (Brachiaria decumbens Dallis)</i> .....	17
2.2.10.4.	<i>Valor nutritivo</i> .....	17
2.2.11.	<i>Materia seca (MS)</i> .....	18
2.2.12.	<i>Proteína Bruta (PB)</i> .....	18



2.2.13.	<i>Digestibilidad de (MS)</i> .....	18
2.2.14.	<i>Fibra detergente neutra (FDN)</i> .....	19
2.2.15.	<i>Fibra detergente ácido (FDA)</i> .....	19
2.2.16.	<i>Deficiencias minerales del pasto (Brachiaria decumbens Dallis)</i> .....	19
2.2.17.	<i>Fertilización de (Brachiaria decumbens Dallis)</i> .....	19
2.2.18.	<i>Malezas</i> .....	20
2.2.19.	<i>Plagas y enfermedades</i> .....	20
2.2.20.	<i>Sistemas Silvopastoriles</i> .....	21
2.2.20.1.	<i>Ventajas de los sistemas silvopastoriles</i> .....	21
2.2.20.2.	<i>Desventajas del sistema silvopastoril</i> .....	23

### CAPÍTULO III

3.	<b>MARCO METODOLÓGICO</b> .....	25
3.1.	<b>Enfoque de la investigación</b> .....	25
3.2.	<b>Nivel de investigación</b> .....	25
3.3.	<b>Diseño y tipo de investigación</b> .....	25
3.4.	<b>Población y tamaño de la muestra</b> .....	26
3.5.	<b>Métodos, técnicas e instrumentos de investigación</b> .....	26
3.5.1.	<i>Localización y duración del experimento</i> .....	26
3.5.2.	<i>Unidades experimentales</i> .....	27
3.5.3.	<i>Materiales, equipos e instalaciones</i> .....	27
3.5.3.1.	<i>Materiales</i> .....	27
3.5.3.2.	<i>Herramientas</i> .....	27
3.5.3.3.	<i>Equipos de campo</i> .....	28
3.5.3.4.	<i>Equipos de oficina</i> .....	28
3.5.4.	<b>Tratamiento y Diseño Experimental</b> .....	28
3.5.4.1.	<i>Esquema del experimento</i> .....	29
3.5.5.	<b>Mediciones experimentales</b> .....	29
3.5.6.	<b>Análisis estadístico y pruebas de significancia</b> .....	29

<b>3.5.7. Procedimiento experimental</b> .....	30
3.5.7.1. Manejo del ensayo .....	30
3.5.7.2. Levantamiento de datos.....	31
<b>3.5.8. Metodología de evaluación</b> .....	32
3.5.8.1. Análisis bromatológico .....	32
3.5.8.2. Estimación de la radiación solar instantánea.....	33
3.5.8.3. Ecuación del solarímetro .....	33
3.5.8.4. Determinación de la radiación solar instantánea.....	34
3.5.8.5. Humedad relativa/Temperatura .....	38
3.5.8.6. Altura de la planta (cm).....	46
3.6.8.7. Cobertura basal (%) .....	46
3.6.8.8. Relación hoja/tallo (%).....	46
3.6.8.9. Producción de Biomasa (kg).....	46

#### **CAPITULO IV**

<b>4. MARCO DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS</b> .....	47
4.1. Datos agroclimáticos .....	47
4.2. Fertilidad de los suelos.....	48
4.3. Respuestas agronómicas .....	49
4.4. Composición nutricional.....	52
4.5. Discusión .....	55

#### **CAPITULO V**

<b>5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> .....	59
5.1. Conclusiones .....	59
5.2. Recomendaciones .....	60

#### **BIBLIOGRAFÍA**

#### **ANEXOS**

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 2-1:</b>	Generalidades Del Pasto ( <i>Brachiaria Decumbens</i> Dallis).....	13
<b>Tabla 2-2:</b>	Taxonomía Del Pasto Dallis ( <i>Brachiaria Decumbens</i> ) .....	13
<b>Tabla 3-1:</b>	Esquema Del Experimento .....	29
<b>Tabla 3-2:</b>	Determinación De Nutrientes Para El Análisis Bromatológico .....	31
<b>Tabla 3-3:</b>	Radiación Solar Instantánea Inicial Vs Horas Del Día, Bajo El Sistema Sin Sombra .....	34
<b>Tabla 3-4:</b>	Radiación Solar Instantánea Inicial Vs Horas Del Día, Bajo El Sistema Sin Sombra .....	35
<b>Tabla 3-5:</b>	Radiación Solar Instantánea Inicial Vs Horas Del Día, Bajo El Sistema Con Sombra .....	36
<b>Tabla 3-6:</b>	Radiación Solar Instantánea Inicial Vs Horas Del Día, Bajo El Sistema Con Sombra .....	37
<b>Tabla 3-7:</b>	Datos De Temperatura, Humedad Relativa Y Punto De Roció En La Finca 1 Tomados En La Mañana.....	39
<b>Tabla 3-8:</b>	Datos De Temperatura, Humedad Relativa Y Punto De Roció En La Finca 1 Tomados En La Tarde .....	40
<b>Tabla 3-9:</b>	Datos De Temperatura, Humedad Relativa Y Punto De Roció En La Finca 2 Tomados En La Mañana.....	41
<b>Tabla 3-10:</b>	Datos De Temperatura, Humedad Relativa Y Punto De Roció En La Finca 2 Tomados En La Tarde .....	42
<b>Tabla 3-11:</b>	Datos De Temperatura, Humedad Relativa Y Punto De Roció En La Finca 3 Tomados En La Mañana.....	44
<b>Tabla 3-12:</b>	Datos De Temperatura, Humedad Relativa Y Punto De Roció En La Finca 3 Tomados En La Tarde .....	45
<b>Tabla 4-1:</b>	Datos Agroclimáticos .....	47
<b>Tabla 4-2:</b>	Fertilidad De Los Suelos .....	48
<b>Tabla 4-3:</b>	Medias Mínimas Cuadradas De Las Variables Agronómicas Respecto Al Efecto Tratamiento Y Sistema De Manejo .....	49

<b>Tabla 4-4:</b>	Medias Mínimas Cuadradas De Composición Química, Así Como De La Calidad Del Forraje Respecto Al Tratamiento Y Sistema De Manejo.....	53
<b>Tabla 4-5:</b>	Matriz De Correlaciones De Pearson Entre Las Diferentes Variables, Agronómicas, Composición Química, Así Como Medioambientales.....	55

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

<b>Ilustración 2-1:</b> Suelos Oxisoles (A) E Inceptisoles (B) .....	9
<b>Ilustración 3-1:</b> Parroquia La Belleza Comunidad El Higuerón, Comunidad Playas Del Oriente .....	26
<b>Ilustración 3-2:</b> Curva De Radiación Solar Instantánea Promedio Vs Hora Del Día.....	35
<b>Ilustración 3-3:</b> Curva De Radiación Solar Instantánea Promedio Vs Hora Del Día.....	36
<b>Ilustración 3-4:</b> Curva De Radiación Solar Instantánea Promedio Vs Hora Del Día.....	37
<b>Ilustración 3-5:</b> Curva De Radiación Solar Instantánea Promedio Vs Hora Del Día.....	38
<b>Ilustración 3-6:</b> Curvas De Temperatura, Humedad Relativa Y Punto De Rocío Finca 1 .....	39
<b>Ilustración 3-7:</b> Curvas De Temperatura, Humedad Relativa Y Punto De Rocío En La Finca 1 .....	40
<b>Ilustración 3-8:</b> Curvas De Temperatura, Humedad Relativa Y Punto De Rocío En La Finca 2 .....	41
<b>Ilustración 3-9:</b> Curvas De Temperatura, Humedad Relativa Y Punto De Rocío En La Finca 2 .....	43_Toc138955743
<b>Ilustración 3-10:</b> Curvas De Temperatura, Humedad Relativa Y Punto De Rocío Finca 3 .....	44
<b>Ilustración 3-11:</b> Curvas De Temperatura, Humedad Relativa Y Punto De Rocío Finca 3 .....	45
<b>Ilustración 4-1:</b> Regresión De La Variable Altura De Planta.....	50
<b>Ilustración 4-2:</b> Análisis De Regresión De La Variable Producción De Forraje Verde Kg/Ha .....	51
<b>Ilustración 4-3:</b> Análisis De Regresión De La Variable Relación Tallo/Hoja .....	51
<b>Ilustración 4-4:</b> Análisis De Regresión De La Variable Materia Seca Disponible.....	52
<b>Ilustración 4-5:</b> Ajuste De Regresión De Variable De Composición Química .....	54

## ÍNDICE DE ANEXOS

- ANEXO A:** ANÁLISIS ESTADÍSTICO PARA LA VARIABLE DEPENDIENTE ALTURA CM/M<sup>2</sup> TOTAL DEL PASTO DALLIS (*Brachiaria decumbens*).
- ANEXO B:** ANÁLISIS ESTADÍSTICO PARA LA VARIABLE DEPENDIENTE H/T % TOTAL DEL PASTO DALLIS (*Brachiaria decumbens*).
- ANEXO C:** ANÁLISIS ESTADÍSTICO PARA LA VARIABLE DEPENDIENTE MS/KG/HA<sup>1</sup> TOTAL DEL PASTO DALLIS (*Brachiaria decumbens*).
- ANEXO D:** ANÁLISIS ESTADÍSTICO PARA LA VARIABLE DEPENDIENTE CB % DEL PASTO DALLIS (*Brachiaria decumbens*).
- ANEXO E:** ANÁLISIS ESTADÍSTICO PARA LA VARIABLE DEPENDIENTE PB KG/HA<sup>1</sup> TOTAL DEL PASTO DALLIS (*Brachiaria decumbens*).
- ANEXO F:** CROQUIS DE CAMPO.
- ANEXO G:** REPLANTEO DEL EXPERIMENTO EN LAS TRES FINCAS EXPERIMENTALES.
- ANEXO H:** MUESTREO DE SUELO DE LAS TRES FINCAS.
- ANEXO I:** TOMA DE MUESTRAS PARA ANÁLISIS BROMATOLÓGICO DE CADA UNA DE LAS FINCAS.
- ANEXO J:** DETERMINACIÓN DE LA RADIACIÓN SOLAR INSTANTÁNEA.
- ANEXO K:** DETERMINACIÓN DE LA TEMPERATURA Y HUMEDAD RELATIVA EN EL ÁREA DE ESTUDIO.
- ANEXO L:** EVALUACIÓN AGRONÓMICA DEL PASTO (*Brachiaria decumbens*) DALLIS.
- ANEXO M:** ANÁLISIS DE SUELO EN LAS TRES FINCAS EXPERIMENTALES REALIZADO EN EL INIAP (INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS), ESTACIÓN EXPERIMENTAL CENTRAL DE LA AMAZONÍA.
- ANEXO N:** ANÁLISIS BROMATOLÓGICO DEL PASTO DALLIS REALIZADO EN LABORATORIO LABSU ORELLANA ECUADOR.

## RESUMEN

La falta de sombra entregada por los árboles en sistemas silvopastoriles afecta el consumo forrajero en los animales, dado por la morfo estructura, cantidad, calidad y digestibilidad del forraje, por lo tanto, el objetivo de la investigación fue evaluar el efecto de la sombra en la producción de forraje con pasto *Brachiaria decumbens* bajo un sistema silvopastoril. La metodología implementada tuvo un enfoque cuantitativo, que permitió utilizar un diseño de bloques completamente al azar, con tres tratamientos: cerca fija (SSP1), cerca móvil (SSP2) y cerca convencional como tratamiento testigo, el experimento tuvo una duración de 120 días, evaluándose variables ambientales, agronómicas, análisis de suelo y bromatológico en la época menor lluvia. Mediante esta metodología se logró determinar que las variables mostraron estar condicionadas por el efecto principal del sistema con sombra y sin sombra, mostrando mayores valores de temperatura ambiental en el sistema sin sombra que los obtenidos cuando el pasto crece con sombra, además con mayores valores de radiación solar, mostrando una reducción para cada una de las variables, temperatura, humedad relativa, punto de rocío y radiación solar. Las variables agronómicas mostraron diferencias significativas para el efecto tratamiento, Además, la cobertura basal y la relación hoja tallo fue condicionada por los tratamientos. Los datos de fertilidad de suelos mostraron un pH muy ácido, no se observaron diferencias significativas entre las fincas de experimentación. Diferencias significativas, fueron observadas en los valores de composición química. En este contexto se concluye que el efecto del sistema silvopastoril con y sin sombra tuvo una diferencia de 2 grados centígrados, que evita el estrés calórico y el confort de los animales.

**Palabras claves:** <SISTEMA SILVOPASTORIL>, <PASTO DALLIS (*Brachiaria decumbens*)> <EFECTO SOMBRA>, <PRODUCCIÓN DE FORRAJE >, < COMPOSICIÓN QUÍMICA>.

Cristian Tenelanda.S  
27-06-2023.



1304-DBRA-UPT-2023

Ing. Cristian Sebastián Tenelanda S.  
0604686709

## ABSTRACT

The lack of shade provided by trees in silvopastoral systems affects forage consumption in animals, given by the morphostructure, quantity, quality, and digestibility of forage, therefore, the objective of the research was to evaluate the effect of shade on forage production with *Brachiaria decumbens* grass under a silvopastoral system. The methodology implemented had a quantitative approach, which allowed the use of a completely randomized block design, with three treatments: fixed fence (SSP1), mobile fence (SSP2) and conventional fence as a control treatment, the experiment lasted 120 days, evaluating environmental, agronomic, soil analysis and bromatological variables in the off-rainy season. By means of this methodology it was possible to determine that the variables were conditioned by the main effect of the system with and without shade, showing higher values of environmental temperature in the system without shade than those obtained when the grass grew with shade, in addition to higher values of solar radiation, showing a reduction for each of the variables, temperature, relative humidity, dew point and solar radiation. The agronomic variables showed significant differences for the treatment effect. In addition, the basal cover and the leaf-stem ratio were conditioned by the treatments. Soil fertility data showed a very acid pH, but no significant differences were observed between experimental farms. Significant differences were observed in the chemical composition values. In this context, it is concluded that the effect of the silvopastoral system with and without shade had a difference of 2 degrees Celsius, which avoids heat stress and comfort of the animals.

**Key words:** <SILVOPASTORIL SYSTEM>, <DALLIS GRASS (*Brachiaria decumbens*)>  
<SHADE EFFECT>, <FORAGE PRODUCTION>, <CHEMICAL COMPOSITION>.



Erich Gonzalo Guamán Condoy M.Sc.

0704554484



## INTRODUCCIÓN

Los sistemas silvopastoriles integran una opción para la producción bovina tanto para su bienestar animal como el nutricional. El manejo adecuado de estos sistemas implica decisiones relacionadas con la identificación de las mejores especies para los componentes herbáceo, leñoso y animal para así poder optimizar las interacciones (López et al., 2017: p.15).

Los sistemas tradicionales de ganadería en la Amazonia Ecuatoriana se basan en pastos con monocultivo, y estos son pastoreado de forma extensiva y generalmente no tienen contenido leñoso, todo esto conduce a la degradación del suelo, y muestra bajas tasas de rendimiento (Congo Yépez et al., 2018: p 5).

En lo que respecta a la degradación de los suelos, es importante considerar que la ganadería es la actividad humana que ocupa una mayor superficie de tierra. En total, a la producción ganadera se destina el 30% de la superficie terrestre del planeta. Alrededor del 73% de los pastos y praderas del mundo destinados a esta actividad, están situados en zonas áridas; en las cuales, se presenta algún grado de degradación causada principalmente por el sobrepastoreo, la compactación y la erosión resultantes de la acción del ganado (FAO, 2012, p. 200).

Para optimizar el uso de las praderas es necesario conocer su dinámica de crecimiento, así como los factores que la afectan, entre ellos se mencionan: el agua, la intensidad lumínica, la temperatura, la humedad, entre otros. Particularmente, la luz cumple un factor determinante como modulador de la fotosíntesis. Considerando el impacto que tiene la intensidad lumínica sobre los procesos metabólicos y fisiológicos del pasto (Ortíz et al., 2013: p. 8).

Diversos estudios demuestran que las razones más importantes para la introducción de árboles en los potreros son la provisión de sombra, alimento para el ganado, y la obtención de productos como leña, madera y frutos. La versatilidad de los servicios que proveen los árboles y arbustos forrajeros favorecen la adopción y el diseño de sistemas silvopastoriles (SSP) ( Humberto et al., 2003: p. 8).

Para quienes consideran el desarrollo y manejo de sistemas silvopastoriles, la cuestión de la luz y la sombra parece ser un tema de gran interés científico y práctico en la actualidad. En áreas tropicales, el uso de sombra natural no solo crea un mejor ambiente para los animales, sino que también mejora en gran medida la producción y la calidad de los pastos al reducir las temperaturas, aumenta la humedad de la superficie del suelo y se obtiene el reciclaje de nutrientes (Murgueitio, 2003, p. 6).

En el estudio de (Congo Yépez et al., 2018: p. 2), ha demostrado que el efecto de la cubierta arbórea tiene un efecto significativo en el crecimiento de las plantas, lo que demuestra que Marandú (*Brachiaria brizantha*) tiene una mejor tolerancia a la sombra en comparación con Dallis (*Brachiaria decumbens*) y Saboya (*Panicum máximum* Jacq). Se pudo determinar que las especies de árboles no tuvieron efecto sobre la producción de materia seca, la vegetación y la calidad de los pastos debido a la baja cobertura de árboles y la cantidad de árboles dispersos en los potreros.

Así mismo, los autores (García et al., 2001: p. 7), mencionan que la tolerancia de las especies gramíneas a la sombra se considera como una de las condiciones necesarias para aprovechar las ventajas de la integración de pasturas con árboles y puede variar según la especie y densidad del arbolado. Sin embargo, si este factor no se maneja adecuadamente puede ocasionar deterioro en el comportamiento productivo del sistema silvopastoril.

Por otro lado, en el cantón Francisco de Orellana se han identificado dos órdenes principales de suelos: Entisoles e Inceptisoles; con la menor proporción los entisoles. Además, según el estudio realizado por el Gobierno Autonomo Descentralizado de la Provincia de Orellana, determinaron que la superficie del territorio cantonal está formada por una mezcla de dos o más tipos de suelo, destacando la categoría taxonómica Typic y/o OxicDeustrudepts (suelo rojo), con 285.743,88 hectáreas (que constituye el 40.5% del territorio), y estos se encuentran distribuidos en las siguientes parroquias: El dorado, Dayuma, García Moreno, Inés Arango, La Belleza, Taracoa y Alejandro Labaca (GADPO, 2019, p. 27).

Considerando lo anterior expuesto, esta investigación se plantea evaluar ¿Como la sombra influye en el crecimiento, desarrollo y la producción del pasto? (*Brachiaria decumbens* Dallis), en suelos rojos, además se requiere conocer la composición química, que ha obtenido el pasto en los suelos pertenecientes al cantón Francisco de Orellana. Esto se realizará mediante técnicas de evaluación y análisis de composición química, con esto se determinará si la mejor producción de pasto es con sombra o sin sombra en un sistema silvopastoril con árboles dispersos.

## CAPITULO I

### 1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

#### 1.1. Planteamiento del problema

Los pastos en los trópicos son considerados una herramienta importante en la ganadería ya que satisfacen los requerimientos de fibra y proteína de los animales, lo que afecta directamente la calidad de la leche y la carne y por ende la nutrición humana. La mayoría de los productores de diversas regiones dependen de los fertilizantes minerales, que son caros y muy contaminantes, pero se ha observado que algunos sistemas de producción de pasto son de calidad media o baja. debido a la falta de técnicas que contribuyan al desarrollo de la planta, incluyendo sombreado, biorreguladores y bioestimulantes (Jácome y Ramírez, 2021, p. 2).

En el país, amplias superficies de bosques están siendo talados, entre otros motivos para aumentar la frontera agrícola y de pastizales para la crianza de ganado de carne y de leche. De entre los factores climáticos que intervienen en el desarrollo del pasto CO<sub>2</sub> temperatura, humedad, entre otros; la luz es uno de los más importantes. Es un factor imprescindible para que la planta pueda llevar a cabo la fotosíntesis y de la que depende directamente para sintetizar la materia orgánica a partir de sustancias minerales (Jácome y Ramírez, 2021, p. 3).

Los problemas considerados en la investigación, de cómo la sombra, afecta directamente la morfo estructura, cantidad, calidad y digestibilidad del pasto o forraje y, en consecuencia, la ganancia diaria de peso del animal. (Jácome y Ramírez, 2021, p. 5). Si la intensidad de la luz aumenta, la velocidad de la fotosíntesis alcanza un límite. A este punto se le denomina punto de saturación de la luz, a partir del cual la velocidad del proceso físico – químico de la fotosíntesis se vuelve plana (Granados et al., 2007: pp. 12-15). Los pastos que reciben insuficientes niveles de luz tienen menor crecimiento vegetativo, menor floración, se debilitan y producen hojas más pequeñas (Akiyama, 2017, p. 6). Por otra parte, los pastos que reciben demasiada luz pueden producir clorosis (que es el amarillamiento del tejido foliar causado por la falta de clorofila) (Mendoza, 2002, p. 9). Por tal motivo es importante mantener en equilibrio todo el sistema para obtener un mejor aprovechamiento. Esta saturación de luz y potreros muy grandes afectan significativamente la producción del pasto Dallis (*Brachiaria decumbens*), resultando en un pasto de baja calidad con alto estrés calórico en los animales que lo consumen.

## **1.2. Limitaciones y delimitaciones**

### ***1.2.1. Limitaciones***

El estudio está limitado al efecto de la incidencia del sol sobre la producción de forraje con pasto (*Brachiaria decumbens* Dallis) en un sistema silvopastoril.

### ***1.2.2. Delimitaciones***

#### ***1.2.2.1. Campo***

La investigación se destaca en el campo agropecuario, que se desarrolla en la estación experimental la Belleza y su área de influencia.

#### ***1.2.2.2. Área***

El área de investigación a ejecutarse se ejecuta tres fincas ganaderas, que suman un área total de 9 hectáreas.

#### ***1.2.2.3. Espacial***

La investigación se ejecutará en 9 hectáreas seleccionadas de tres fincas ganaderas, mismas que permitirán recolectar la información a estudiar.

#### ***1.2.2.4. Temporal***

La ejecución del trabajo de campo será de 120 días, en donde se evaluará las variables que contemplan el proyecto de investigación.

## **1.3. Problema general de la investigación**

¿Medir el efecto sombra que incide en la producción de forraje con pasto (*Brachiaria decumbens* Dallis) bajo un sistema silvopastoril?

#### **1.4. Problemas específicos de la investigación**

¿Es posible estimar la incidencia de la radiación solar en la producción de forraje con pasto (*Brachiaria decumbens* Dallis)?

¿Cómo se podría identificar y cuantificar la producción de forraje del pasto (*Brachiaria decumbens* Dallis) bajo sombra en un sistema silvopastoril?

¿Qué composición química presenta el pasto (*Brachiaria decumbens* Dallis) en condiciones de sol y sombra?

#### **1.5. Objetivos**

##### ***1.5.1. Objetivo general***

Evaluar el efecto sombra en la producción de forraje con pasto (*Brachiaria decumbens* Dallis) bajo un sistema silvopastoril.

##### ***1.5.2. Objetivos específicos***

- Identificar la producción de forraje del pasto (*Brachiaria decumbens* Dallis) bajo sombra en un sistema silvopastoril.
- Determinar la composición química en pasto (*Brachiaria decumbens* Dallis).
- Estimar la incidencia de la radiación solar en la producción de forraje con pasto (*Brachiaria decumbens* Dallis).

#### **1.6. Justificación**

La Amazonía Ecuatoriana comprende uno de los ecosistemas del trópico húmedo más frágiles del país, la mayor parte de la superficie del suelo en uso agropecuario está ocupado por pastos para actividades ganaderas; su utilización está basada en pastoreos extensivos mediante la utilización de gramíneas con bajo contenido nutricional que contribuyen a la ampliación de la tala de la masa boscosa y al descenso nutricional de los suelos amazónicos, esto permite que se tengan que buscar nuevas alternativas para el manejo y fertilización del pasto, para alcanzar un nivel adecuado de crecimiento y producción de forraje (Andrade et al., 2016: p. 15).

Se justifica buscar nuevas alternativas con la inclusión de árboles en pasturas ya sea en forma de cercas vivas o árboles dispersos, es que pueden contribuir a la conservación de la Agrobiodiversidad, funcionando principalmente como corredores biológicos para la fauna local, y evitar el estrés calórico en los semovientes.

### ***1.6.1. Justificación teórica***

Esta investigación se basa en el estudio de las diferentes tecnologías aplicadas en la ciencia agropecuaria para la producción de forraje con pasto (*Brachiaria decumbens* Dallis) en sistemas silvopastoriles.

### ***1.6.2. Justificación metodológica***

Debido al esfuerzo por ampliar las áreas de pastos para la producción ganadera, los grandes desequilibrios ecológicos pueden ser causados por la deforestación. Los sistemas silvopastoriles ofrecen ventajas competitivas para el desarrollo ganadero con menor impacto ambiental. Una de las ventajas de esta alternativa silvopastoril es la mejor calidad y cantidad de forraje.

### ***1.6.3. Justificación práctica***

Los estudios del efecto de la luz solar en los rasgos morfo estructurales han demostrado que la baja intensidad de la luz del pasto conduce a cambios en el esclerénquima y la composición celular con una mejor calidad y producción de biomasa reduciendo el estrés calórico de los rumiantes. Es por ello por lo que mediante este estudio se plantea de manera práctica estimar la incidencia de la radiación solar en la producción de forraje con pasto (*Brachiaria decumbens* Dallis) y posterior análisis de su composición química en ambas condiciones de exposición solar y sombra.

## **1.7. Hipótesis**

H<sub>0</sub>: La producción de forraje con pasto Dallis (*Brachiaria decumbens*) bajo un sistema silvopastoril es mayor en la sombra.

H<sub>1</sub>: La producción de forraje con pasto Dallis (*Brachiaria decumbens*) bajo un sistema silvopastoril es menor en la sombra.

## CAPITULO II

### 2. MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Antecedentes investigativos

Los suelos en la amazonia ecuatoriana presentan niveles de producción bajos, esto se debe a que los ecosistemas son frágiles, químicamente pobres, con una alta precipitación, que provoca la lixiviación del suelo y todo lo mencionado nos lleva a presentar un bajo valor nutritivo de los pastos tropicales (gramíneas), factor primordial que restringe la producción ganadera (Ríos y Benítez, 2015, p. 56). Esto coincide con lo que manifiesta (Bustamante, 1993, p. 45), que la exuberante vegetación de la Amazonía ecuatoriana no está relacionada con la calidad agrícola del suelo, sino con el funcionamiento del ecosistema, lo cual ocurre cuando la vegetación y las condiciones ambientales (humedad y temperatura) influyen en el ciclo de los nutrientes que son necesarios para el correcto funcionamiento de las actividades de los animales.

Para Nieto y Caicedo, (2012, p. 12), la mayor parte de los suelos del oriente ecuatoriano pertenecen al orden de los Inceptisoles que son de carácter poco factibles para los cultivos, debido a que los horizontes no se encuentran bien definidos; esas características hacen que los suelos sean frágiles presentando limitaciones para el uso agropecuario. El mismo autor indica que, la capacidad de producción, en lo que refiere a la actividad agrícola es muy limitada (sólo presenta un 17,5% de su territorio), y Corresponden en su mayoría a la capacidad de producir pasto, para la cría de ganado. Una posibilidad única de uso son los bosques que están relacionados con las actividades resultantes agropecuarias.

La parroquia la Belleza está situada sobre suelos formado por una mezcla de dos o más clases, predominando la clase taxonómica *Typic y/o oxi Dystrudepts* (suelos rojos), los mismos que tienen una textura arcillosa, tanto en superficie como en profundidad: estos suelos presentan como limitante: tasas colosales de aluminio en niveles tóxicos, poca permeabilidad, susceptibilidad al pisoteo, inundaciones, acidez, nivel freático alto, fluctuante, y mal drenaje (GADPO, 2019, p. 30).

El estudio de Obispo et al, (2008: p. 24), titulado “Efecto del sombreado sobre la producción y calidad del pasto guinea (*Panicum maximum*) en un sistema silvopastoril” fue desarrollado con el objetivo de evaluar el efecto de tres densidades de sombra en potreros de *Panicum maximum* sobre su calidad y rendimiento de biomasa. Metodológicamente se ejecutó bajo un enfoque cuantitativo, descriptivo de corte trasversal en la finca Rancho Grande, Estado de Yaracuy,

Venezuela. Las muestras se recogieron después de un período de crecimiento de 45 días después del paso rotacional de los animales. Los resultados revelaron que los mayores rendimientos se obtuvieron en sombra baja o pleno sol y oscilaron en el rango de 14.200 kg/ha<sup>-1</sup> con diferencias significativas (P<0,05) de los rendimientos observados en sombra media a alta, que fueron inferiores a 10.100 kg/ha<sup>-1</sup>. Se concluye que, la producción y calidad de la biomasa *Panicum maximum* se ve afectada por el grado de sombra. El sombreado fuerte afecta negativamente la productividad del pasto. Por el contrario, se mejoran sus cualidades como forraje para los rumiantes.

Por otra parte, Encinozo et al, (2017, p. 4), en su estudio titulado “Efecto de la presencia de sombra en áreas de pastoreo de ovinos” con la finalidad principal de evaluar el efecto de la sombra artificial en la elección de tipos de alimentación en ovinos. El estudio se realizó en el Laboratorio del Departamento de Ovinos del Instituto de Producción Animal (IPA), Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela (FAGRO-UCV). Se utilizaron 24 ovinas West African de menos de un año, destetadas. Se pudo demostrar que, la especie con mayor porcentaje de selección animal fue *C. nlemfuensis* (95%). El consumo de hojas fue mayor en el turno de la mañana (96%) que en el de la tarde (71%). Por tanto, los autores concluyen que la sombra artificial influyó en la elección de los tipos de alimentación en las ovejas eligiendo aquellas con mejor calidad.

## **2.2. Referencias teóricas**

### **2.2.1. Suelo**

El suelo es un recurso natural semi renovable importante para la vida sobre la tierra, especialmente de las plantas, los animales y seres humanos, que son los responsables de la producción agrícola y pecuaria, pero para poder producir es de vital importancia conocer la fertilidad del suelo, que está representada por el conjunto de características físicas, químicas y biológicas que determinan su capacidad para sostener el desarrollo de la vegetación (INIAP, 2016, p. 14). En la Amazonía ecuatoriana se puede encontrar una diversidad de suelos que se explica por la combinación que ocurre entre los materiales de partida y el clima; es así como podemos encontrar suelos de origen volcánico que se han formado en depósitos de cenizas y materiales volcánicos fragmentados, suelos que se forman cuando se cristaliza la arcilla y los que provienen de rocas sólidas (Calero et al., 2018: p. 4).



### 2.2.1.1. Diversidad de los suelos

La mayor parte de los suelos del oriente ecuatoriano pertenecen al orden de los Inceptisoles que poseen el carácter de poco asequibles para cultivos, debido a que los horizontes no se encuentran bien definidos; esas características hacen que los suelos sean frágiles presentando limitaciones para el uso agropecuario (Toala et al., 2021: p. 42). Por tanto, la capacidad de producción, en lo que refiere a la actividad agrícola es muy limitada (sólo presenta el 17,5% de su territorio), corresponde en su mayoría a la capacidad de producir pasto, para la cría de ganado. Una posibilidad única de uso son los bosques que están relacionados con las actividades resultantes agropecuarias.

La parroquia la Belleza está situada sobre suelos formado por una mezcla de dos o más clases, predominando la clase taxonómica Typic y/o oxi Dystrudepts (suelos rojos), los mismos que tienen una textura arcillosa tanto en superficie como en profundidad, presentan como limitante: tasas colosales de aluminio en niveles tóxicos, poca permeabilidad, susceptibilidad al pisoteo, e inundaciones, acidez, nivel freático alto, fluctuante y mal drenaje (GADPRB, 2019, p. 9).



**Ilustración 2-1:** Suelos Oxisoles (a) e Inceptisoles (b)

**Fuente:** Enrique, 2015

**Realizado por:** Montero A, y Zambrano J, 2023

### ***2.2.2. Estimación de la radiación solar***

La energía solar está establecida como la intensidad de radiación solar incidente sobre un área determinada. Actualmente se dispone de mapas de radiación solar, en donde normalmente se presentan los valores promedios de radiación solar diaria, mensual o anual. El uso de estos mapas de radiación es importante para determinar las zonas geográficas que tienen un alto potencial para su aprovechamiento. Actualmente, las tablas o mapas de radiación solar son hechas por satélite o datos obtenidos de ciudades y grandes centros y en áreas densamente pobladas, el nivel de radiación solar rara vez se tiene en cuenta en zonas rurales (Guevara, 2003, p. 3).

La cantidad de radiación absorbida por una superficie por unidad de área durante un explícito período se designa como irradiación. Se expresa en unidades de energía por unidad de área,  $W/m^2$ . La radiación solar en el suelo a veces se denomina insolación. La medición de la energía solar se ejecuta por medio del solarímetro manual. Los solarímetros están establecidos con el principio de absorción de la radiación solar por un cuerpo negro y en la conversión de esta radiación a otra forma de energía, la misma que es proporcional a la intensidad de la radiación (Guevara, 2003, p. 5).

En teoría, el cuerpo negro absorbería toda la radiación a la que estuvo expuesto. Sin embargo en la práctica sólo son objetos opacos capaces de absorber parte de la radiación total. Sin embargo, en base a consideraciones termodinámicas se puede usar estos objetos opacos para estimar la radiación solar instantánea de una región específica. Por otro lado, la energía disponible de la radiación solar proviene de las regiones visible e infrarroja cercana del espectro, que son producidas por ondas electromagnéticas que aumentan la energía interna del cuerpo (Guevara, 2003, p. 6).

El instrumento más empleado en el registro de la radiación total es el piranómetro, y un segundo instrumento es el piroheliómetro, el cual mide la radiación directa normal que proviene del sol. En base a los criterios ya mencionados se utilizará un piranómetro manual al cual le han dado la denominación de solarímetro manual (Guevara, 2003, p. 6).

### **2.2.3. La Radiación solar en pasturas**

La mayoría de las especies forrajeras tropicales son plantas solares y los sistemas fotosintéticos de las gramíneas C4 no se saturan incluso en condiciones de máxima radiación solar. Sin embargo, tanto las gramíneas como las leguminosas tropicales pueden adaptarse a niveles bajos de luz. Por ejemplo, *Panicum maximum* puede actuar como planta de sombra (Navas, 2010, p. 7).

Las plantas cultivadas a la sombra sufren cambios morfológicos como mecanismo de adaptación a la baja disponibilidad de luz; esta adaptación incluye un mayor índice de área foliar, una mejor distribución de la altura del área foliar, un coeficiente de extinción reducido y una tasa de respiración reducida (Casierra et al., 2013: p. 6).

#### **2.2.3.1. Absorción de la radiación por la pastura**

De la radiación que cae sobre la hoja, la mayor parte es absorbida: la mayoría de los rayos ultravioleta son interceptados por la cutícula: solo del 2 al 5% de esta radiación penetra en la capa superior de la hoja. La absorción de la radiación activa está determinada por los pigmentos del cloroplasto, la clorofila a y b y el caroteno. Alrededor del 70% de la radiación que llega al mesófilo es absorbida por los cloroplastos (Ortiz, 2016, p. 34).

### **2.2.4. Temperatura**

Las plantas controlan la temperatura a través de la transpiración, disipando hasta el 50% de la energía que absorben. Todas las especies responden a un rango de temperaturas porque las condiciones bioquímicas están controladas por enzimas termosensibles. La temperatura también afecta la actividad metabólica de las células a través de la absorción de agua y nutrientes, intercambio de gases, producción y consumo de carbohidratos y reguladores del crecimiento. De la misma manera, se alteran los procesos de fotosíntesis, respiración, división y expansión celulares (Lorenzo, 2012, p. 7).

### **2.2.5. Humedad**

La humedad se encuentra en la mayor parte de la atmósfera cerca de la superficie del planeta. No es algo que puedas ver, pero puedes sentirla e incluso olerla indirectamente, gracias a los hongos que viven por ella . Este parámetro climático en vinculó con la temperatura, es responsable de el grado de actividad metabólica de la mayoría de los cultivos y muchas veces no se considera su importancia, lo que conlleva a dificultades con la prácticas de medición y control (León, 2016, p. 6).

La transpiración depende del déficit de saturación entre los estomas y el aire. Cuando los déficits de saturación son demasiado altos o muy bajos van a influir en la fisiología del cultivo y en su adecuado desarrollo. Si la humedad ambiental es demasiado alta, el intercambio gaseoso queda limitado y se va a reducir la transpiración y por consiguiente la absorción de nutrientes, si es demasiado baja se van a cerrar los estomas y se presenta una reducción de la tasa de fotosíntesis (León, 2016, p. 6).

Si se presenta humedad alta, esta puede dificultar la polinización ya que el polen húmedo puede quedar pegado en los órganos masculinos. Esta humedad ambiental puede conllevar a el desarrollo de enfermedades. Si la temperatura del cultivo disminuye por debajo de la temperatura del rocío del aire, se condensa el agua y favorece el desarrollo de enfermedades por hongos principalmente (Astudillo, 2016, p. 9).

### **2.2.6. *Brachiaria decumbens***

Según Castro (2004, p. 12), a el pasto Dallis también se lo conoce con el nombre común: Pasto *Brachiaria*, pasto alambre, pasto amargo, pasto peludo, con cultivares y accesiones avanzadas como: *Brachiaria* (CIAT 606, Cuba); Chontalpa (CIAT 606, México); Señal (CIAT 606, Panamá); Pasto Peludo (CIAT 606, Costa Rica). Y presenta unas consideraciones especiales tales como: la susceptibilidad al mión (salivazo), este no se debe usar para ovejas, cabras y bovinos jóvenes. Si los animales solo pastorean en esta especie puede presentarse fotosensibilidad.

**Tabla 2-1:** Generalidades del pasto (*Brachiaria decumbens* Dallis)

<b>PASTO DALLIS (<i>Brachiaria decumbens</i> Dallis)</b>	
<b>Familia</b>	Gramínea
<b>Ciclo vegetativo</b>	Perenne persistente
<b>Adaptación Ph</b>	4.2 – 7.5
<b>Fertilidad del suelo</b>	Baja
<b>Drenaje</b>	Buen drenaje
<b>Altitud (m.s.n.m)</b>	0 – 1.800
<b>Precipitación</b>	1.000 – 3.500
<b>Profundidad de siembra</b>	2 – 5 kg/ha
<b>Valor nutritivo</b>	Proteína 8-10% digestibilidad 50-60%
<b>Utilización</b>	Pastoreo

Fuente: Cela, 2022

Realizado por: Montero A. y Zambrano J., 2023

**Tabla 2-2:** Taxonomía del pasto Dallis (*Brachiaria decumbens*)

<b>ESCALA TAXONÓMICA DEL PASTO (<i>Brachiaria decumbens</i> Dallis)</b>	
<b>Reino</b>	Plantae
<b>División</b>	<i>Magnoliophyta</i>
<b>Clase</b>	<i>Magnoliopsida</i>
<b>Orden</b>	Poales
<b>Familia</b>	<i>Poaceae</i>
<b>Subfamilia</b>	<i>Panicoidae</i>
<b>Tribu</b>	Paniceae
<b>Género</b>	Brachiaria
<b>Especie</b>	<i>Decumbens</i>

Fuente: Resquín et al., 2020

Realizado por: Montero A. y Zambrano J., 2023

#### 2.2.6.1. Características botánicas

Gramínea perenne originaria del Este del África Tropical, muy difundida en la Selva Baja y Alta de la Amazonía ecuatoriana. De crecimiento rastrero, con estolones largos cuyos nudos al estar en contacto con el suelo, emiten raicillas dando origen a una nueva planta. Sus tallos son postrados y semi-erectos frondosos que forman una buena cobertura; la altura entre 50 y 70 cm, sus hojas son lanceoladas de color verde brillante de 15 a 20 cm de largo y 8 a 10 mm de ancho, y la inflorescencia es una panícula con tres a cinco racimos ramificado (González et al., 1997: p. 6).

### 2.2.6.2. Adaptación

Se comporta bien en zonas localizadas desde el nivel del mar hasta los 1000m con temperaturas de 20 a 25 °C y precipitación de 1000 a 4000 mm, persiste en suelos rojos, ácidos y de baja fertilidad, resiste la sequía no muy prolongada y la quema. En nuestro medio se lo encuentra distribuido en las Provincias de Napo y Sucumbíos, zonas que van de los 250 a 300 metros sobre el nivel del mar, y en Pastaza y Morona Santiago que están ubicadas a 800 y 900 metros de altura (González et al., 1997: p. 10).

### 2.2.6.3. Pasto (*Brachiaria decumbens* Dallis) en condiciones de sombra

La captación de radiación solar por las copas de los árboles causa efectos directos e indirectos sobre la pastura. En forma directa provoca la alteración simultánea de dos importantes recursos para el pasto: la iluminación y el calor. Así mismo, también se le añaden cambios indirectos, como la alteración de la humedad en la capa superior del suelo, que es importante para la labranza y la descomposición y absorción de nutrientes. Una parte del cielo que es bloqueada por los árboles en el suelo, se le conoce como cobertura la misma que moderadamente favorece al crecimiento de la pastura mediante el mejoramiento de la temperatura y la humedad cerca del suelo (Jácome y Ramírez, 2021, p. 6).

### 2.2.7. Producción de biomasa sin sombra

León, et al, (2018, p. 9) mencionan, que bajo condiciones naturales y en suelos de mediana fertilidad, puede producir 18 Tm ha<sup>-1</sup> de forraje seco equivalente a 90 Tm ha<sup>-1</sup> de Forraje verde al año. Con aplicaciones de 25 kg ha<sup>-1</sup> de nitrógeno después de cada corte o pastoreo (cada 6 a 8 semanas) y 50 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O cada año, se puede alcanzar niveles de producción cercanos a las 25 Tm<sup>-1</sup> ha<sup>-1</sup> de MS año<sup>-1</sup>, alrededor de 125 Tm ha<sup>-1</sup> de forraje verde ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>.

El rendimiento forrajero registrado a través de las evaluaciones realizadas en distintas localidades de la Amazonía, han reportado valores promedios de 13.235, 19.875, 18.935 y 24.733 kg de materia seca/ha/año, en el período de máxima precipitación en frecuencias de corte de 3, 6, 9 y 12 semanas, respectivamente. En cambio, para la época de menor lluvia se registraron producciones de 19.320, 14.152, 17.585 y 18.699 kg de materia seca/ha/año (González, et al, 1997: p. 12).

### **2.2.8. Producción de biomasa en sombra**

En los sistemas silvopastoriles, la producción total de biomasa es por lo general más alto que el monocultivo. Pero estas interacciones durante el proceso de desarrollo de sus componentes se pueden determinar con la capacidad de producción y va a variar según el método de manejo de los sistemas silvopastoriles. La producción de biomasa de estos organismos dependerá de las especies seleccionadas, de la densidad del componente arbóreo, del arreglo espacial y del manejo aplicado al sistema (Pentón, 2000, p. 5).

### **2.2.9. Manejo de la pradera**

En la época de máxima precipitación se recomienda pastorear a los 35-45 días después del rebrote en el que el forraje tiene alto contenido de proteína cruda y buena aceptación por el ganado. En el período de mínima precipitación, y por ser una especie no muy tolerante a la sequía, requiere de un tiempo de descanso más amplio, recomendándose pastoreos cada 50 o 60 días. Con esas frecuencias de descanso se logra una mayor persistencia de la especie. Además, en un sistema de pastoreo rotacional, se espera que la pradera soporte de 0,8 a 1,8 UBA/ha/año (González et al., 1997: p. 14).

#### **2.2.9.1. Siembra**

Debido al bajo poder germinativo de la semilla sexual y a la dificultad de conseguir la misma que tenga buena calidad, el establecimiento de este pasto en la zona se realiza por material vegetativo, mediante el uso de cepas o estolones. La siembra vegetativa se puede realizar a distancias de 50 x 50 cm obteniéndose un rápido establecimiento. A distancias de 80 x 80 cm, el cubrimiento del área es más lento, siendo necesario practicar varios controles de malezas en los primeros estados de crecimiento. Con las distancias indicadas, el pastizal requerirá de 150 a 180 días para recibir a los animales y cuando ha cubierto completamente el área compite favorablemente con las malezas de porte bajo (González et al., 1997: p. 35).

#### **2.2.9.2. Importancia, evolución y adaptación**

El potencial forrajero del género *Brachiaria decumbens* se reconoció por primera vez hace cerca de 40 años en Australia sólo en los últimos 20 a 25 años, cuando se sembró en América tropical, se percibió el gran impacto que puede tener (Bonifaz, 2011, p. 7). En Brasil en 70 millones de hectáreas se incrementó la productividad entre 5 a 10 veces con respecto a la sabana nativa. Sin embargo, las pasturas se degradan en pocos años debido a problemas de acidez y deficiencia de

N y P. Pero se ha identificado eco tipos de *Brachiaria decumbens* Dallis adaptados a suelos ácidos y se califica como altamente resistente al aluminio.

#### **2.2.10. Descripción botánica de la especie**

El pasto (*Brachiaria decumbens* Dallis) es una planta perenne de crecimiento decumbente, amacollado, produce bastante masa verde y puede alcanzar hasta un metro de altura; sus hojas son recubiertas por pelos finos y cortos, y llegan a medir 40 cm de largo y 2 cm de ancho. Soporta baja fertilidad y elevados contenidos de aluminio. Tolerancia bien el pisoteo, su resistencia al fuego es muy buena, así como a la sequía, prefiere las áreas tropicales húmedas, donde la estación seca no sea superior a los 5 meses; pues no soporta el encharcamiento, y es muy susceptible al “salivazo”. Existe la posibilidad de ocurrencia de fotosensibilidad en terneros y es poco consumido por equinos debido a la pubescencia (Criollo, 2013, p. 6).

##### **2.2.10.1. Fisiología del pasto (*Brachiaria decumbens* Dallis)**

El pasto se comporta bien en zonas localizadas desde el nivel del mar hasta los 2000 msnm con temperaturas de 20 a 25 °C y precipitación de 1000 a 4000 mm, persiste en suelos rojos, ácidos y de baja fertilidad, resiste a la sequía no muy prolongada y quema. En nuestro medio se lo encuentra distribuido en las provincias de Napo, Sucumbíos y Orellana, zonas que van desde los 250 a 600 msnm, y en Morona Santiago y Pastaza que están ubicadas a 800 y 950 msnm (Bonifaz, 2011, p. 9).

En investigaciones realizadas por el Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP, 2009, p. 5), demuestra que este pasto puede reemplazar un 50% a las especies tradicionales tales como: Gramalote (*Axonopus scoparius*), Saboya (*Panicum maximum*), Elefante (*Pennisetum purpureum*), Guatemala (*Tripsacum laxum*), en la selva baja y alta comprendida entre los 250 y 950 metros de altitud de las zonas anteriormente citadas.

##### **2.2.10.2. Adaptación**

Se comporta bien en áreas localizadas desde el nivel del mar hasta 1000 m a temperaturas de 20 a 25 °C y precipitaciones de 1000 a 4000 mm, arraiga en suelos de color rojo, ácidos e infértiles, no resiste sequías muy prolongadas e incendios en nuestras condiciones. Se encuentra en las provincias de Napo y Sucumbíos de 250 a 300 msnm, y en Pastas y Morón Santiago de 800 a 900 metros de altura. Esta hierba puede reemplazar el 50% de especies tradicionales como: Gramalote (*Axonopus scoparius*), Saboya (*Panicum maximum*), Elefante (*Pennisetum purpureum*),



Guatemala (*Tripsacum laxum*), en selva baja y alta a 250 a 800 metros de altitud (Gonzales et al., 1997: p. 11).

#### 2.2.10.3. Manejo del pasto (*Brachiaria decumbens* Dallis)

En la época de máxima precipitación se recomienda pastorear de 35 a 45 días después del rebrote en el que el forraje tiene alto contenido de proteína cruda y buena aceptación por el ganado. En el período de mínima precipitación, y por ser una especie no muy tolerante a la sequía, requiere de un tiempo de descanso más amplio, recomendándose pastoreos cada 50 o 60 días. Con esas frecuencias de descanso se logra una mayor persistencia de la especie. Además, en un sistema de pastoreo rotacional, se espera que la pradera soporte de 0,8 a 1,8 UBA ha<sup>-1</sup> año (Mora, 2013, p. 7).

La recuperación del pasto *Brachiaria decumbens* Dallis es lenta, necesitando de un período de descanso más amplio, pudiendo ser pastoreado cada 50 a 56 días. Bajo un sistema de pastoreo rotacional, la carga animal que puede soportar esta especie es de 2 a 3 animales ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>, con ganancias de peso vivo que oscilan entre 400 a 600 gramos animal<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup>. El pastoreo puede efectuarse hasta una altura de 20 a 30 cm, con el objeto de hacer un mejor aprovechamiento del forraje producido y mantener una buena cobertura y productividad de la pradera. Cuando no se ajusta la carga animal, cosa que generalmente ocurre, el pasto tiende a envejecerse rápidamente por lo que se recomienda realizar una chapia o corte bajo (20 a 30 cm) con el fin de renovar el forraje. También, se recomienda hacer controles periódicos de malezas en períodos de mayor incidencia (Villalobos et al., 2013: p. 17).

#### 2.2.10.4. Valor nutritivo

En estado de prefloración, esta gramínea es bien absorbida por el ganado. Es pastoreado preferentemente por ganado lechero de la zona y su valor nutritivo disminuye con la edad. Según la edad de la planta y la fertilidad del suelo, el contenido de proteína bruta oscila entre el 12 % después de 21 días y el 9 % después de 12 semanas (González et al., 1997: pp. 11-14).

### **2.2.11. Materia seca (MS)**

Es la representación del peso total de un alimento menos su contenido de agua, el cual simbólicamente se expresa en porcentaje. La determinación de materia seca en pastura suele ser variable, ya que dependen principalmente del manejo y el estado de madurez que presente el pasto, de tal manera la materia seca de los alimentos está constituida por dos partes el componente Inorgánico está conformado por los minerales que posee el vegetal, principalmente potasio y silicio, además posee componentes estructurales, como; las proteínas, lípidos, carbohidratos (Valles y Castillo, 2016, p. 14).

### **2.2.12. Proteína Bruta (PB)**

La función de la proteína cruda es de agrupar las sustancias nitrogenadas de un alimento, y se encarga de reflejar la proteína verdadera y el nitrógeno no proteico, donde se puede estimar el porcentaje de proteína del pasto mediante la relación del promedio de nitrógeno del 16% multiplicado por 6.25 (Esteves et al., 2013: p. 12). A esto se suma el contenido proteico de los alimentos, que es una medida directa de su digestibilidad, ya que los componentes proteicos suelen ser fácilmente digerible en comparación con los carbohidratos estructurales. La proteína cruda (PC), también es una de los componentes más variable en el pasto, aquí está la fuente de proteína real en el alimento, consta del 60% al 80% de nitrógeno total, siendo el resto NNP (nitrógeno no proteico), y una pequeña cantidad de nitrógeno lignificado (Villanueva et al., 2006: p. 18).

### **2.2.13. Digestibilidad de (MS)**

Se representa tras la función de la composición celular y a través de la composición química de la pastura por analizar (Derichs et al., 2021: p. 24). Con esta prueba podemos saber los requerimientos suficientes de un alimentos, pero hay factores que influyen en la digestibilidad del alimento: su madurez, nivel de procesamiento, como su composición química. Para obtener una alta digestibilidad ésta debe ser mayor al 70 % y no por debajo de 45 %, la especie (*Brachiaria decumbens* Dallis) es la más cultivada del género *Brachiaria*, por sus altos rendimientos en materia seca y capacidad de pastoreo, llega a contener hasta un 15% de proteína cruda y llega alcanzar un 60% de digestibilidad de la materia seca (Vinueza, 2020, p. 12).

#### **2.2.14. Fibra detergente neutra (FDN)**

Este método también se utiliza para calcular la fibra vegetal en los alimentos, con la capacidad de separar fracciones solubles e insolubles, el método también es conocido por las fibras que quedan después de cocinar el alimento en una solución de detergente Neutro (sulfato lauril- sódico y ácido etilen-di-amino-tetra-acético, EDTA) (Gómez, 2012, p. 4). Es importante recalcar que los valores de (FDN) son importantes porque representan la cantidad de alimento que un animal puede consumir, es relación con la (FDN) a medida que aumenta el porcentaje por lo general la ingesta de (MS) disminuye (Cabrera, 2016, pp. 12-13).

#### **2.2.15. Fibra detergente ácido (FDA)**

La fracción de la pared celular del alimento que consta de celulosa y lignina se muestra en los valores obtenidos del análisis de (FDA), los mismos que son importantes porque representan la digestibilidad animal y en relación cuando la fibra detergente neutro se eleva se disminuye la digestibilidad del forraje (Berchielli et al, 2001: p. 6). Por otro lado los autores (Correa et al., 2008: p. 5), determinaron que el estado óptimo de la (FDA) de gramíneas y leguminosas para uso alimentario donde se presenta valores menos del 31%, mientras que mayores del 45% indica baja calidad.

#### **2.2.16. Deficiencias minerales del pasto (*Brachiaria decumbens* Dallis)**

Los Oxisoles y Ultisoles de sabanas bosques tropicales, donde hay altas precipitaciones, presenta baja capacidad de retención de calcio, magnesio y potasio. En consecuencia, en muchos de esos suelos el Ca, Mg y K disponible para las plantas están por debajo de 39,1-19,6 y 78,2 kg/ha<sup>-1</sup>, que se considera niveles críticos de eficiencia para el establecimiento de poáceas (Guariguata, et al., 2002: p. 12).

#### **2.2.17. Fertilización de (*Brachiaria decumbens* Dallis)**

Por sus excelentes cualidades forrajeras *Brachiaria decumbens* es una de las poáceas más cultivadas en las zonas bajas del trópico americano y aun que tiene buena adaptación a suelos ácidos de baja fertilidad, para lograr un buen establecimiento en sabanas bien drenadas es necesario aplicar una fertilización completa que incluye N, P, K, Ca, Mg y S (Andrade, 2015, p. 23).

Navajas, (2011, p. 18), manifiesta que la fertilización de mantenimiento tiene mayor requerimiento en las praderas de poáceas puras, en donde el déficit de nitrógeno es común, manifestándose con un bajo contenido de proteínas en los pastos. Al momento de fertiliza con nitrógeno o cuando el pasto está asociado con una leguminosa, la respuesta a los demás nutrientes (P, K, Ca, Mg) es mayor, esto es visible en praderas más productivas y de mejor calidad, especialmente en mayor contenido de proteínas. No obstante, el no suministro de nutrientes a través de la fertilización, ralentiza la producción de forraje, impidiendo así la capacidad de soporte de la pastura que, a su vez, disminuye la producción animal afectando significativamente una mayor productividad (Castrejón, 2021, p. 23).

#### **2.2.18. Malezas**

Para el manejo integrado de malezas en potreros se puede definir como la mezcla del tipo de control (cultural, mecánico y químico) mejor adaptada a la situación del potrero a trabajar. En este control se utiliza todas aquellas prácticas que se realizan en un cultivo de pasto para obtener una mayor producción de forraje de superior calidad y libre de malezas: control cultural (altura de pastoreo, rotación de potreros), control mecánico (uso de machete, moto guadaña), control químico: uso de herbicidas aplicados con el equipo y metodología más conveniente. Herbicida a base Picloram + 2,4- D Amina, en dosis de 0,50 a 0,75 l por cada 100 l de agua en manchones y 2 a 3 L de herbicida en 400 L de agua ha<sup>-1</sup> (Benejam, 2006, p. 34).

#### **2.2.19. Plagas y enfermedades**

Miles, (2014, p. 23), reporta en su investigación que las especies de *Brachiaria decumbens* cv *Dallis* sufren pocas enfermedades en Australia, Asia y el Pacífico Sur. El insecto plaga más severo de América tropical es la *Aeneolamia contigua* Walker o también llamado Salivazo, no se ha reportado aun como problema sanitario, y no existe rebrotes de plagas y enfermedades de las especies. *Brachiaria decumbens* Dallis se deteriora ocasionalmente cuando hay altas poblaciones de *Pratilenchus brachyurus* de *P. Zeae* (nematodo de las lesiones radicales), en especial cuando se fertiliza con N; no obstante, siempre se recupera. También está expuesta al daño ocasional de diversas especies de larvas de escarabajos que siempre se alimentan de sus raíces.

## 2.2.20. Sistemas Silvopastoriles

Los sistemas silvopastoriles son la combinación de especies forestales o frutales y animales, y con la presencia de cultivos forrajeros. Se practican a diferentes niveles, desde las grandes plantaciones arbóreas comerciales con inclusión de ganado, hasta el pastoreo de animales como complemento a la agricultura de subsistencia. Si la carga animal es alta, la compactación de los suelos puede afectar el crecimiento de los árboles y otras plantas asociadas. Con respecto a este tipo de sistema de producción silvopastoril se puede integrar las cercas vivas, banco de forraje perennes, leñosas perennes en callejones, árboles y arbustos dispersos en potreros, pastoreo en plantaciones de árboles maderables o frutales, leñosas perennes sembradas como barreras vivas y cortinas rompevientos (FAO, 2012, p. 12).

### 2.2.20.1. Ventajas de los sistemas silvopastoriles

Favorece a contrarrestar los impactos ambientales negativos típicos de los sistemas tradicionales, beneficia a la restauración ecológica de pastos degradados y es un mecanismo para diversificar fincas ganaderas, generando así productos e ingresos adicionales, ayuda a reducir la dependencia de insumos externos y permite un mejor uso de recursos de la tierra sin comprometer la productividad a largo plazo (Larripa, 2021, p. 54).

El sistema silvopastoril permite una mejor conservación del suelo, mayor productividad de los pastos, mejor nutrición del forraje y mayor comodidad (sombra) para el ganado asociado al desarrollo de los árboles y la producción de madera a mediano y largo plazo (Sotelo, 2017, p. 12).

- *Aumento del bienestar animal*

La sombra es un lugar donde pueden los animales protegerse de la luz solar directa. Ayuda a mantener fresco al ganado y es muy importante para las vacas lecheras (Romero et al., 2020: p. 2).

- *Aumento de la producción de forraje*

La idea es que se produzca en tres niveles. El nivel de pastos de corte bajo, que generalmente gramíneas. El segundo nivel es para arbustos como Titonia, Moringa, Leucaena y variedades recomendadas para corte y acarreo como morera, entre otros (Romero et al., 2020: p. 3).

- *Uso de la lluvia para mantener más humedad en el suelo*

La sombra parcial en el pasto puede tener muchos otros beneficios. Esto evita la rápida evaporación del agua de lluvia empapando el suelo. Por lo tanto, las raíces de los árboles ayudan a mantener el agua en el suelo por más tiempo. Un sistema silvopastoril combinado con la rotación de pastos puede reducir el impacto de la sequía entre 3 y 6 semanas (Romero et al., 2020: p. 4).

- *Aumentar el valor nutricional de los alimentos*

Una de las razones más importantes para establecer un sistema silvopastoril es mejorar la nutrición animal mediante el suministro de alimentos de alta calidad (Romero et al., 2020: p. 4).

- *Mayor protección al suelo*

Las raíces de los árboles y arbustos extraen nutrientes del suelo a mayor profundidad que los pastos atrofiados. Estas mismas raíces pueden evitar que la capa superior del suelo, la parte más fértil del suelo se erosione durante las fuertes lluvias o los vientos sostenidos después de una sequía (Romero et al., 2020: p. 4).

- *Más sostenible y respetuoso con el medio ambiente*

Los arbustos medianos y los árboles altos absorben el carbono del aire y lo utilizan para hacer crecer el tronco, las hojas y las raíces. Esto se llama captura de carbono. Los cultivos que complementan el pasto en un sistema silvopastoril tienden a producir menos metano en el rumen de la vaca (Romero et al., 2020: p. 5).

- *Posibilidad de aumentar los ingresos de otras fuentes dentro de la finca*

Si se usa un árbol maderable, se puede conectar a pastos donde el ganado puede pastar debajo de los árboles. Después de unos años, estos árboles se pueden talar y vender la madera (Romero et al., 2020: p. 5).

#### 2.2.20.2. *Desventajas del sistema silvopastoril*

Según Lezcano et al, (2020, p. 2), las desventajas de los sistemas silvopastoriles suelen surgir cuando las especies de gramíneas forrajeras son sensibles a la sombra, lo que provoca cambios negativos en sus patrones fisiológicos (tasa de regeneración, índice de área foliar, capacidad de alimentación o semilla, entre otros.), altas tasas de carga animal o baja densidad de árboles/ha, cuando hay sobrepastoreo y pisoteo en la base de los árboles. Esto determina la compactación del suelo y la vida más corta de los pastos, el rompimiento de la corteza, trasplantes excesivos, poca oportunidad para la dispersión de semillas, entre otros.

- *Interacciones entre componentes de los sistemas silvopastoriles*

La fijación simbiótica es un mecanismo importante de absorción de nitrógeno en muchos sistemas de pastizales, especialmente aquellos que involucran leguminosas según (Pezo y Ibrahim, 2002: p.23). El reciclaje de nutrientes en sistemas silvopastoriles ocurre a través de la senescencia de biomasa aérea y la muerte de raíces, tanto de los árboles como del estrato herbáceo. Los pastos que crecen en una superficie horizontal o plana, si se manejan adecuadamente, pueden formar una buena cobertura del suelo que evita la pérdida de este.

- *Sombra y regulación de la temperatura corporal*

Los autores (Bartaburu et al., 2007: p.7) aseveran que en condiciones tropicales se ha observado que la temperatura bajo la copa de los árboles es en promedio 2 a 3 °C por debajo de la observada en áreas abiertas; bajo condiciones específicas de sitio se han detectado diferencias de hasta 9.5 °C. La disminución de la temperatura causada por la sombra de los árboles, aunque sea de 2 a 3 °C, es extremadamente importante cuando la temperatura ambiental excede el límite superior del “área de confort” o “zona de termoneutralidad”. Fuera de esos límites fallan los mecanismos de pérdida o emisión de calor que poseen los animales “homeotermos”, resultando en una elevación de la temperatura corporal, lo cual tiene implicaciones directas sobre el comportamiento animal, su productividad, comportamiento reproductivo y la sobrevivencia de los animales. Además, los árboles interfieren parcialmente el paso de la radiación solar hacia la superficie corporal del animal, aliviando su contribución potencial al incremento en la carga calórica del animal.

- *Regulación del estrés climático*

La presencia de los árboles en los sistemas ganaderos puede incrementar directamente la productividad del sistema, modular o compensar la intensidad de los factores climáticos nocivos para los animales e indirectamente crear microclimas alimentarios favorables al crecimiento y calidad de los pastos para los animales (Larripa, 2021, p. 34).



## CAPITULO III

### 3. MARCO METODOLÓGICO

#### 3.1. Enfoque de la investigación

El estudio posee un enfoque cuantitativo puesto que permite evaluar mediante valores numéricos la producción de forraje con pasto (*Brachiaria decumbens* Dallis) bajo un sistema silvopastoril y su composición química. El estudio cuantitativo busca la explicación de las causas y la predicción de los fenómenos, trata de determinar la fuerza de asociación o confirmación entre variables, la generalización y objetivación de los resultados a través de una muestra que genera datos o información numérica (Hernández et al., 2016: p. 23).

#### 3.2. Nivel de investigación

También conocida como la investigación experimental, con un nivel evaluativo, donde se describen los datos y características de los variables en estudio. Este nivel de Investigación responde a las hipótesis planteada (Hernandez et al., 2014: p. 22). Su finalidad, por tanto, es describir a las variables o estimar los parámetros a partir de una muestra, en este caso, corresponden a las tres fincas ganaderas seleccionadas, que corresponden a los bloques de estudio con tres tratamientos por bloque, con una frecuencia de 15 – 30 – 45 días para la toma de sus respectivas variables.

#### 3.3. Diseño y tipo de investigación

La investigación posee un diseño experimental de bloques completamente al azar, dado que permite caracterizar a los factores de estudio en campo, puesto que mediante pruebas de laboratorio se determinó la calidad nutricional del pasto *Brachiaria decumbens* Dallis en sombra y sin sombra, también es de corte transversal ya que se hace una medición de las variables en un periodo establecido. El diseño de investigación se define como los métodos y técnicas elegidos por un investigador y así combinarlos de una manera razonablemente lógica para que el problema de la investigación sea manejado de manera eficiente (Hernández et al., 2016: p. 26).

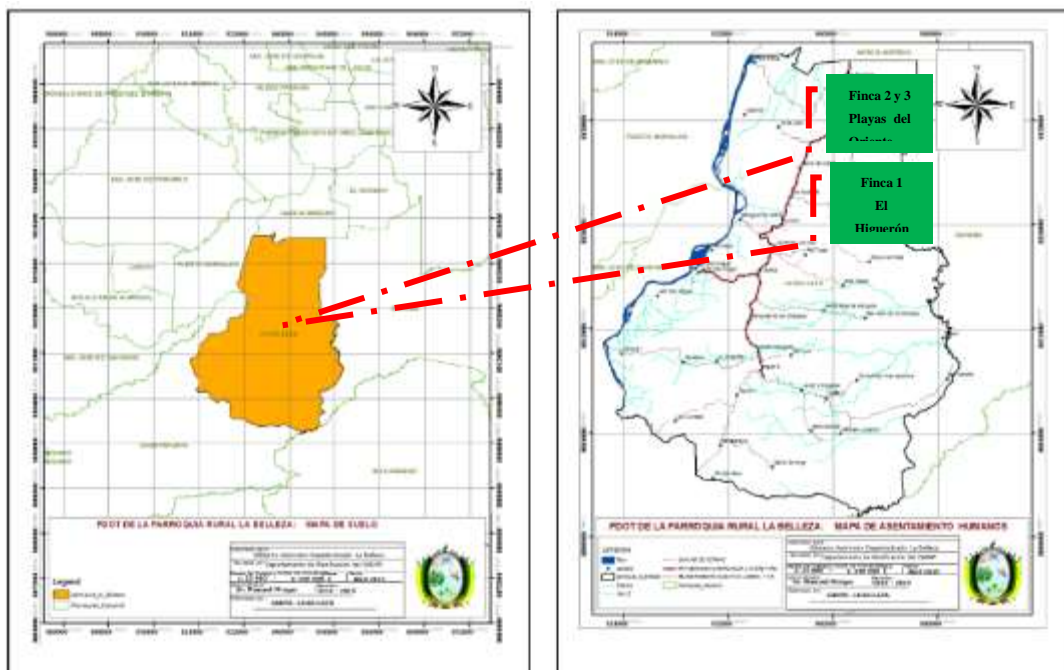
### 3.4. Población y tamaño de la muestra

Entre los meses de enero a febrero del 2023 se recolectó 1 kg de muestras de pasto para hacer análisis bromatológico y de macro y micro minerales, de la misma manera se recolecto 1 kg de muestra de suelo, para determinar la composición fisicoquímico del suelo.

### 3.5. Métodos, técnicas e instrumentos de investigación

#### 3.5.1. Localización y duración del experimento

Esta evaluación se realizó en tres fincas de las cuales dos están ubicadas en la comunidad playas del oriente y una en la comunidad el higuierón de la parroquia la belleza, km 30 y 33 respectivamente, perteneciente al cantón Francisco de Orellana, provincia de Orellana (Ilustración 2-3). Las fincas están conformadas por 32, 34.5 y 48 ha, con áreas de 320.000 m<sup>2</sup>, 345.000 m<sup>2</sup> y 480.000 m<sup>2</sup>, se encuentran a una altura de 275 m.s.n.m. y poseen suelos de tipo rojos, las coordenadas que las forman están dadas por: latitud sur entre (0° 42' 10.0" y longitud oeste 77° 12.0"), finca 1, latitud sur (0° 38' 6.33" y longitud oeste 76° 59' 38.88") finca 2, y la finca 3 con latitud sur entre (0° 38' 16.33" y longitud oeste 76° 59' 42.06"). En el lugar oscilan precipitaciones de 2800 mm al año, temperatura media/anual de 26.19 °C y humedad relativa superior al 80%).



**Ilustración 3-1:** Parroquia la Belleza comunidad el Higuierón, comunidad Playas del Oriente

**Fuente:** Simbaña, 2019

**Realizado por:** Montero A., y Zambrano J., 2023

La duración del experimento fue de 120 días donde se realizaron, mediciones experimentales del pasto, toma de muestras para análisis de laboratorio, procesamiento y análisis de datos.

### ***3.5.2. Unidades experimentales***

La investigación se constituyó de 9 unidades experimentales, (dando un total de 24 subparcelas), denominadas, (SSP1 con cerca eléctrica fija, con una densidad de 100 árboles), divididas en tres subparcelas cuyas dimensiones fueron de 100m X 33.3333m, dándome un total de 3.333,33 m<sup>2</sup> de área útil por subparcelas, (SSP2 cerca eléctrica móvil con una densidad 108 árboles), divididas en cuatro subparcelas, cuyas dimensiones fueron de 100m X 25m, dándome un total de 2500 m<sup>2</sup> de área útil y un control como testigo (sin árboles con cerca convencional), cuya dimensión fue de 100m X 100m, dándome un total de 10000 m<sup>2</sup>, cada bloque contó con 3 tratamientos.

### ***3.5.3. Materiales, equipos e instalaciones***

#### ***3.5.3.1. Materiales***

- Marco 1 m<sup>2</sup>
- Balde
- Fundas de plástico
- Fundas de tela
- Letreros de identificación
- Rótulos
- Piolas
- Estacas
- Grapadora
- Marcadores
- Cuadernos
- Esferos

#### ***3.5.3.2. Herramientas***

- Machetes
- Pala
- Flexómetro
- Cinta bovino-métrica

### 3.5.3.3. Equipos de campo

- Balanza gramera
- Celulares
- Termómetro HOBO
- Solarímetro manual

### 3.5.3.4. Equipos de oficina

- Computadora
- Impresora

### 3.5.4. Tratamiento y Diseño Experimental

En la investigación se evaluó el efecto de la sombra en la producción de forraje en un cultivo establecido de pasto (*Brachiaria decumbens* Dallis), considerándose para el desarrollo de 9 unidades experimentales. La distribución de los tratamientos se realizó mediante un Diseño de Bloques Completamente al azar como se indica en el siguiente modelo lineal mixto:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + p_i + s_i + Y_j + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

$Y_{ij}$  = Es la medición que corresponde al tratamiento  $i$  y al bloque  $j$

$\mu$  = Es la media global poblacional

$\tau_i$  = Es el efecto debido al tratamiento  $i$

$p_i$  = Es el efecto debido al periodo  $i$

$s_i$  = Es el efecto debido al sistema  $i$

$Y_j$  = Es el efecto debido al bloque  $j$

$\varepsilon_{ij}$  = Es el error aleatorio atribuible a la medición  $Y_{ij}$

### 3.5.4.1. Esquema del experimento

La tabla 3, indica el esquema del experimento.

**Tabla 3-1:** Esquema del experimento

Tratamiento	Código	Repeticiones	TUE/ha	Total, m <sup>2</sup> /Trat
SSP1 100x33.3333(100 árboles x ha)	T1	3	3	30000
SSP2 100x25(108árboles x ha)	T2	3	3	30000
Control 100x100 (sin arboles)	T3	3	3	30000
Total	3	9	9	90000

**S.S.P** = Sistema silvopastoril. **T.U.E.** = Tamaño de la Unidad Experimenta

Realizado por: Montero, A y Zambrano J. 2023

### 3.5.5. Mediciones experimentales

- Análisis de laboratorio de suelo
- Análisis de pasto inicio – final (Húmedad, MS, Proteína, Ceniza, Fibra, Elementos Libres de Nitrógenos)
- Radiación solar: (W/m<sup>2</sup>)
- Humedad relativa: (%)
- Temperatura: (°C)
- Altura de la planta: Cm
- Cobertura basal (%)
- Relación hoja/tallo (%)
- Producción de forraje. (Kg/ha<sup>-1</sup>)

### 3.5.6. Análisis estadístico y pruebas de significancia

Los resultados experimentales fueron tabulados bajo un Diseño de Bloques Completamente al Azar. Los análisis estadísticos fueron realizados con el paquete estadístico SAS (versión 9.4), (SAS Institute Inc., Cary, USA). Nuestro modelo estadístico se consideró como efectos fijos los

tratamientos SSP1 (T1), SSP2 (T2) y un Control como testigo con Cerca Convencional, mientras que por efecto aleatorio los bloques.

Las medias ( $\pm$ ) serán expresada como mínima cuadrada y separadas mediante la opción PDICF de SAS y comparadas con una prueba de tukey, Además, se utilizará el procedimiento CORR de SAS para establecer correlaciones entre los datos agronómicos y los de composición. Las diferencias estadísticas serán declaradas a un  $P > 0,05$ , mientras que las tendencias estadísticas aun  $P > 0,10$ .

### ***3.5.7. Procedimiento experimental***

#### *3.5.7.1. Manejo del ensayo*

- *Selección del terreno*

El área experimental del ensayo se seleccionó en potreros ya establecidos de (*Brachiaria decumbens* Dallis) en tres fincas de productores ganadero con un área total de 9 hectáreas, y así se estableció las parcelas de investigación.

- *Replanteo del experimento*

Teniendo ya elaborado el croquis de campo del experimento, se procedió a delimitar las unidades experimentales en campo colocando unos postes de apoyo, para su identificación. Teniendo hecho este paso se visualizó cada parcela con su tratamiento.

- *Establecimiento de parcelas*

El área de estudio total fue de nueve hectáreas (90.000 m<sup>2</sup>) dentro de ellas fue subdividida en 24 subparcelas, de las cuales 9 tienen un área de 3.333.33 m<sup>2</sup>, 12 tienen un área de 2500 m<sup>2</sup>, y 3 tiene un área total de 10000 m<sup>2</sup> de área útil. Las unidades experimentales fueron identificadas colocando un letrero de 20 x 30 cm, que contenía el nombre de cada tratamiento.

- *Toma de muestra para análisis de suelo*

Previo al inicio de trabajo de campo se recolectó muestras para el correspondiente análisis de suelo, donde se tomaron submuestras de suelo de cada una de las parcelas mediante un muestreo con referencias en cada una de sus áreas (Schweizer, 2010, pp. 12-15). Con una pala se introdujo

20 cm de profundidad y se recolectaron en los puntos que se designaron , se las coloco en un plastico limpio.

Las submuestras adquirieron un volumen equivalente debido a ello, se procedió a uniformar las muestras para después obtener 1 kg de muestra compuesta, la misma que se colocó en fundas ziploc, así mismo se identificó a las muestras con el número de lote, el nombre de la propiedad, nombre del solicitante, datos de la localidad y el tipo de análisis solicitado. Se procedió a enviarlas a laboratorio de suelos con el fin de determinar el contenido químico: Materia orgánica, Ph, macro y micronutrientes y físico del suelo en el área de estudio.

- *Toma de muestra para análisis bromatológico*

Por consiguiente, se recolectó muestras de pasto en cada una de los bloques y tratamientos y con el método del cuadrante 1m<sup>2</sup> se recolectó 1 kg de muestra tanto en sombra y sin sombra, las muestras se la colocaron en papel periódico y se la preparó para después colocarlas en fundas de tela y de esa manera se las traslado a laboratorio Labsu para la realización del análisis bromatológico, y determinar la composición química de las muestras de pasto.

- *Nutrientes y determinación del análisis bromatológico*

**Tabla 3-2:** Determinación de nutrientes para el análisis bromatológico

<b>Nutriente</b>	<b>Determinación</b>
Agua	Materia seca (MS)
Carbohidratos estructurales	Fibra cruda (FC)
Carbohidratos solubles	Extracto libre de nitrógeno (ELN)
Lípidos	Grasa cruda
Proteína	Proteína cruda (PC)
Minerales	Cenizas

Fuente: Cela, 2022

Realizado por: Montero, A y Zambrano J. 2023

#### 3.5.7.2. Levantamiento de datos

Durante el desarrollo vegetativo del pasto (*Brachiaria decumbens* Dallis) se tomaron las mediciones experimentales cada quince días, fue así como de esta manera se determinó radiación solar, humedad relativa, temperatura promedio, altura de la planta, porcentaje de cobertura basal, relación hoja tallo, producción de forraje.

A los cuarenta y cinco días se tomó el peso de los animales que ingresaron a cada una de las parcelas, esto se lo hizo con el fin de saber el peso inicial con el que pastorean, de la misma manera saliendo de las parcelas se le toma su peso final y así poder determinar la carga animal de los animales por finca ganadera, para posterior tomar otra variable como lo es el residuo de la pastura, una vez terminada la rotación de los animales del área de estudio.

### **3.5.8. Metodología de evaluación**

La metodología para cada una de las mediciones experimentales tomadas fue la siguiente:

#### *3.5.8.1. Análisis bromatológico*

Cuando se desarrolló el corte para medir la producción de forraje verde se tomó muestras del pasto en precosecha que es la etapa de mayor contenido de nutrientes y se analizaron en el laboratorio Labsu.

Las muestras recolectadas fueron a 20 cm del nivel del suelo por parcelas según cada tratamiento para así poder determinar la composición química. Para lograr esto las muestras frescas de forrajes de acuerdo con cada tratamiento se procesaron a temperatura ambiente por 24 horas. Hecho esto, se procedió a moler las muestras, se almacenaron y se rotularon. Seguido se determinó la materia seca (MS) y humedad se lo hizo por el método de gravimetría secando la muestra a 105 °C por 24 horas, según (AOAC, 2002, pp. 1-38), mientras que ceniza se pesó 1 gr de la muestra presecada se la cubrió con arena calcinada, se la colocó a una mufla a 450 °C por 2 horas Respectivamente (Anderson, 2007, p. 12) mientras que la materia organica se calculó como  $100 - \text{ceniza}\%$ .

De la misma forma se procedio con la determinación de grasa bruta (GB) despues de una extracción Soxhiet con éter. Para fibra bruta (FB), se la determino pasando la muestra desengrasada a vasos de precipitación de 600 ml, se agrego 200 ml de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> al 1.25%, se calentó y se dejó hervir por 30 minutos, se lavo la muestra repetidamente con agua destilada hasta que el Ph del filtrado este >5. Obteniendo la muestra se paso nuevamente a vasos de precipitación y se le agrego 200 ml de NaOH al 1.25%, se calentó y se dejó hervir por 30 minutos, se filtro en papel filtro seco a 105 °C, se lavo la muetra con agua destilada hasta obtener un pH <9, de esa manera se hicieron los calculos para (FB) (Menendez, 1983, p. 25). Editado en el manual (LABSU, 2015, p. 152).



Para la determinación del contenido de Nitrógeno total (N) se lo hizo a través del método Kjeldahl con la digestión de la materia orgánica con  $H_2SO_4$  concentrado en presencia de un catalizador, el nitrógeno contenido en la materia orgánica se transforma a amonio ( $NH_4$ ). Luego se destiló el amonio, se recuperó en ácido bórico y se determinó mediante titulación con HCL en presencia de un indicador. Con este método se calculó proteína y nitrógeno total, mediante la siguiente ecuación.  $\%N = (\%proteína/6.25)$ , y  $\%PB = (\%N * 6.25)$  (LABSUS, 2015, p. 152).

#### *3.5.8.2. Estimación de la radiación solar instantánea*

Para la determinación de la radiación solar diaria incidente, se tomaron mediciones horarias con el solarímetro manual CEPIS/OPS, en un plano horizontal, procediendo a tomar la temperatura del aire ambiental, con un termómetro de mercurio, instalado de tal manera que adopto la temperatura del aire, por lo que fue necesario protegerlo de la radiación tanto solar como la de la reflejada por el suelo (Vasquez, 2003, p. 9).

Armado el solarímetro se definió la ubicación de este, para la exposición a la radiación solar, se esperó que la temperatura del agua en el interior del solarímetro llegue a la temperatura del aire ambiental (Vasquez, 2003, p. 9).

Se procedió a medir el tiempo que demandó un incremento de la temperatura del agua entre 2 a 5 °C, teniendo los valores se retiró el solarímetro de la exposición a la radiación solar, hecho todo se calculó la radiación solar a partir de la ecuación del solarímetro (Vasquez, 2003, p. 10).

#### *3.5.8.3. Ecuación del solarímetro*

La operación del solarímetro consistió en medir el tiempo que demandó un incremento determinado de temperatura. Estos datos se ingresaron en la “ecuación del solarímetro”, para obtener finalmente el valor de la radiación solar instantánea. A partir de este valor, se determinó la cantidad de energía solar diaria mediante la integración de valores hallados cada hora en el transcurso del día (Vasquez, 2003, p. 10).

La ecuación mantiene una constante, la cual es propia del solarímetro manual en cuestión. Esta constante fue determinada por CEPIS/OPS a partir de la calibración con un solarímetro de referencia Haeni Solar 130. La ecuación del solarímetro manual es la siguiente:

$$R = \frac{J \times \Delta T}{t}$$

**Donde:**

R= Radiación solar

J= Constante del solarímetro

$\Delta T$ = Diferencia de temperatura del agua después de tiempo “t” de exposición (°C)

t= Tiempo de exposición (s)

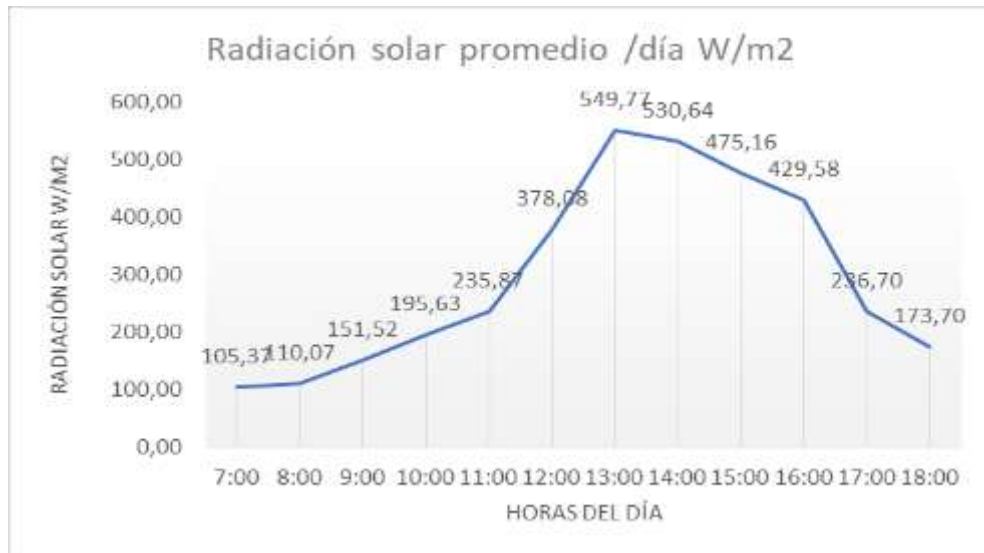
#### 3.5.8.4. Determinación de la radiación solar instantánea

Teniendo los datos de la radiación solar instantánea, tomados cada hora de cada día en los que se levantaron la información tanto al inicio y al final del ensayo (15 y 45 días), bajo dos sistemas, en sombra y sin sombra, con los datos obtenido de la medición, se procedió a trazar una curva de radiación solar instantánea vs hora del día, de esta manera se logró determinar a qué hora del día hubo mayor intensidad de radiación solar (Vasquez, 2003, p. 11).

**Tabla 3-3:** Radiación solar instantánea inicial vs horas del día, bajo el sistema sin sombra

Hora del día	Radiación solar promedio /día W/m2
7:00	105,37
8:00	110,07
9:00	151,52
10:00	195,63
11:00	235,87
12:00	378,08
13:00	549,77
14:00	530,64
15:00	475,16
16:00	429,58
17:00	236,70
18:00	173,70

Realizado por: Montero A, y Zambrano J.,2023

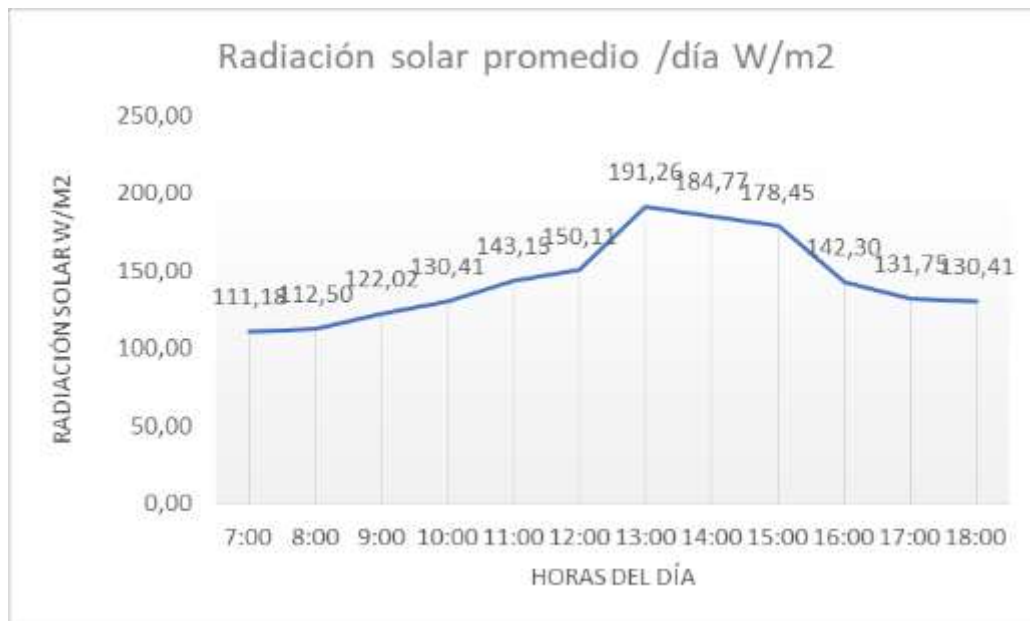


**Ilustración 3-2:** Curva de radiación solar instantánea promedio vs hora del día  
**Realizado por:** Montero, A. y Zambrano J., 2023

**Tabla 3-4:** Radiación solar instantánea inicial vs horas del día, bajo el sistema sin sombra

Hora del día	Radiación solar promedio /día W/m2
7:00	111,18
8:00	112,50
9:00	122,02
10:00	130,41
11:00	143,15
12:00	150,11
13:00	191,26
14:00	184,77
15:00	178,45
16:00	142,30
17:00	131,75
18:00	130,41

**Realizado por:** Montero A y Zambrano J 2023



**Ilustración 3-3:** Curva de radiación solar instantánea promedio vs hora del día

Realizado por: Montero, A. y Zambrano J, 2023

**Tabla 3-5:** Radiación solar instantánea inicial vs horas del día, bajo el sistema con sombra

Hora del día	Radiación solar promedio W/m2
7:00	47
8:00	49
9:00	60
10:00	68
11:00	85
12:00	102
13:00	114
14:00	127
15:00	130
16:00	118
17:00	104
18:00	84

Realizado por: Montero, A y Zambrano, J 2023



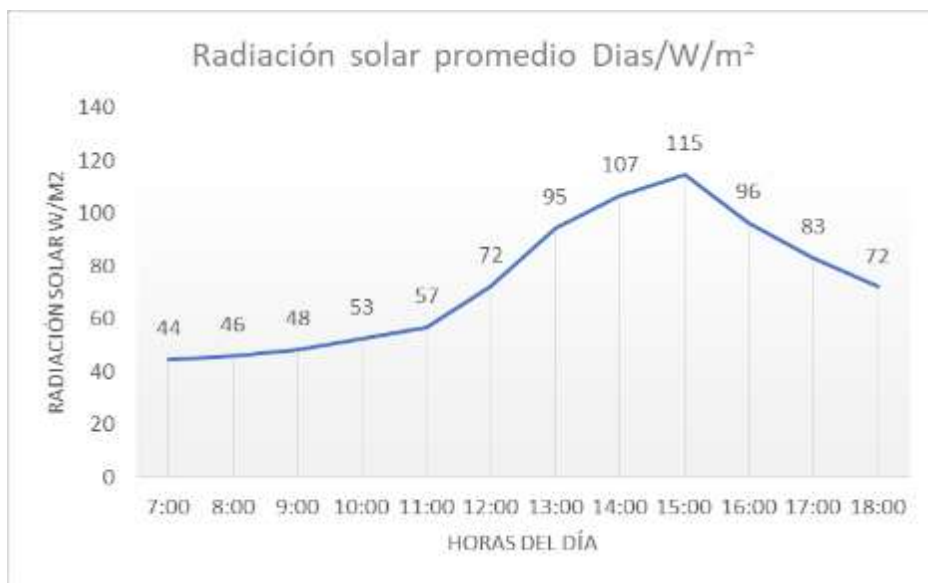
**Ilustración 3-4:** Curva de radiación solar instantánea promedio vs hora del día

Realizado por: Montero A, y Zambrano J, 2023

**Tabla 3-6:** Radiación solar instantánea inicial vs horas del día, bajo el sistema con sombra

Hora del día	Radiación solar Instantánea promedio W/m2
7:00	44
8:00	46
9:00	48
10:00	53
11:00	57
12:00	72
13:00	95
14:00	107
15:00	115
16:00	96
17:00	83
18:00	72

Realizado por: Montero A, y Zambrano J, 2023



**Ilustración 3-5:** Curva de radiación solar instantánea promedio vs hora del día

**Realizado por:** Montero, A. y Zambrano J, 2023

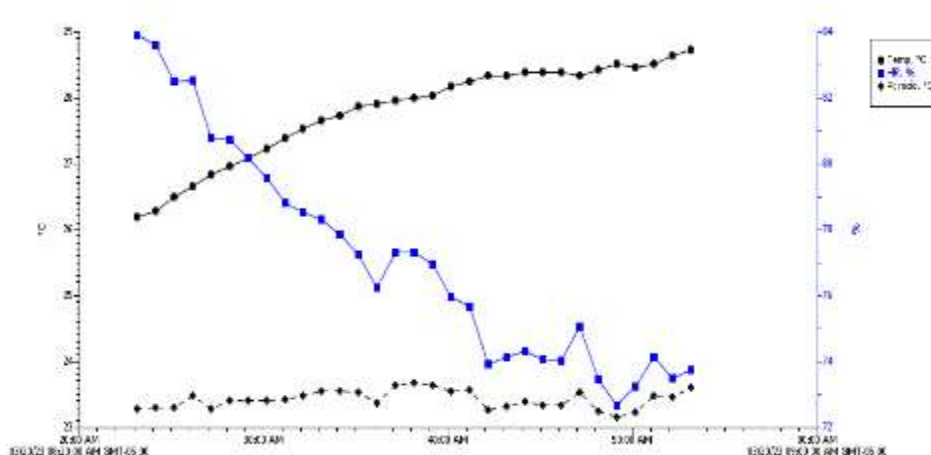
#### 3.5.8.5. Humedad relativa/Temperatura

Para la determinación de la Humedad relativa y la temperatura ambiental en el área de trabajo se utilizó una estación base USB óptica (Base-U-4) HOBO, con un rango de funcionamiento de 0° a 50° (32° a 122°F), y ésta presenta un marcado CE lo cual indica que el equipo está conforme a todas las directivas pertinentes de la Unión Europea (UE) y sensores tipo HOBO pro v2, modelo U23-001 A de la marca Onset, tienen una alta precisión y presenta una carcasa que les permite su utilización en la intemperie y en entornos más densos, el sensor mantiene un puerto USB para la respectiva transferencia de datos hacia una computadora, las unidades de medición en las que presenta las lecturas (°C) para temperatura y (%) para Humedad relativa y (°C) para punto de rocío. Tiene una batería de Litio de 3.6 volts, y su vida útil es de 3 años, los intervalos de tiempo para la toma de mediciones en este caso fueron de 1 hora, lo cual se distribuyó media hora en la mañana y media hora en la tarde. La estación base USB óptica permite la comunicación entre el ordenador central y los registradores ópticos HOBO. La estación base utiliza luz infrarroja para transferir datos, lo que permite que los logger sean completamente herméticos e impermeables.

**Tabla 3-7:** Datos de temperatura, humedad relativa y punto de rocío en la finca 1 tomados en la mañana

N.º	T, °C	HR, %	Pt rocío, °C
1	26,188	83,907	23,281
2	26,274	83,59	23,302
3	26,488	82,491	23,292
4	26,66	82,515	23,465
5	26,831	80,781	23,28
6	26,96	80,733	23,395
7	27,089	80,171	23,404
8	27,218	79,56	23,403
9	27,389	78,803	23,411
10	27,518	78,535	23,479
11	27,647	78,291	23,552
12	27,732	77,827	23,537
13	27,861	77,216	23,53
14	27,904	76,239	23,36
15	27,947	77,314	23,635
16	27,99	77,289	23,671
17	28,033	76,947	23,639
18	28,161	75,946	23,545
19	28,247	75,678	23,569
20	28,333	73,919	23,262
21	28,333	74,139	23,311
22	28,376	74,286	23,385
23	28,376	74,042	23,331
24	28,376	74,017	23,325
25	28,333	75,067	23,518
26	28,419	73,431	23,234
27	28,505	72,674	23,145
28	28,462	73,236	23,232
29	28,505	74,115	23,471
30	28,633	73,48	23,452

Realizado por: Montero A, y Zambrano J, 2023



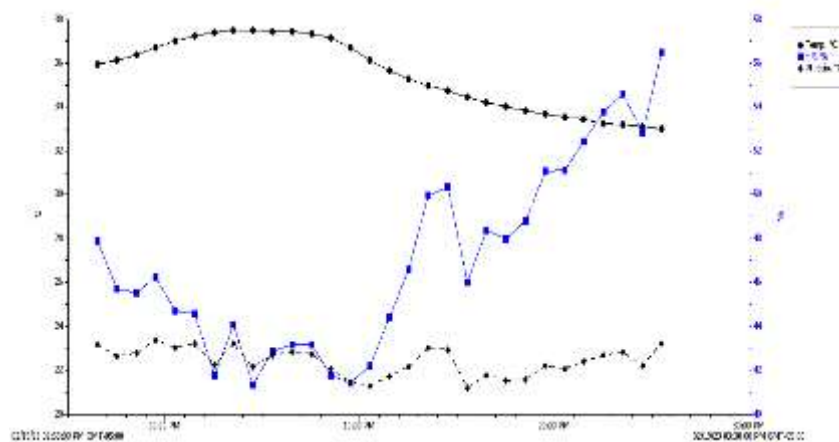
**Ilustración 3-6:** Curvas de Temperatura, humedad relativa y punto de rocío finca 1

Realizado por: Montero A, y Zambrano J, 2023

**Tabla 3-8:** Datos de temperatura, humedad relativa y punto de rocío en la finca 1 tomados en la tarde

N.º	T, °C	HR, %	Pt rocío, °C
1	35,926	47,888	23,173
2	36,141	45,739	22,608
3	36,398	45,519	22,761
4	36,741	46,252	23,336
5	36,999	44,689	22,999
6	37,256	44,567	23,186
7	37,385	41,758	22,226
8	37,514	44,054	23,226
9	37,471	41,319	22,129
10	37,428	42,857	22,693
11	37,428	43,175	22,815
12	37,342	43,15	22,728
13	37,17	41,758	22,034
14	36,699	41,441	21,487
15	36,141	42,198	21,285
16	35,669	44,396	21,692
17	35,283	46,593	22,136
18	34,982	49,963	23,014
19	34,725	50,354	22,908
20	34,468	46,032	21,198
21	34,21	48,376	21,777
22	34,039	48,01	21,496
23	33,824	48,816	21,573
24	33,695	51,087	22,202
25	33,524	51,111	22,052
26	33,438	52,43	22,392
27	33,266	53,797	22,659
28	33,181	54,603	22,825
29	33,095	52,796	22,19
30	33,009	56,459	23,219

Realizado por: Montero A, y Zambrano J, 2023



**Ilustración 3-7:** Curvas de Temperatura, humedad relativa y punto de rocío en la finca 1

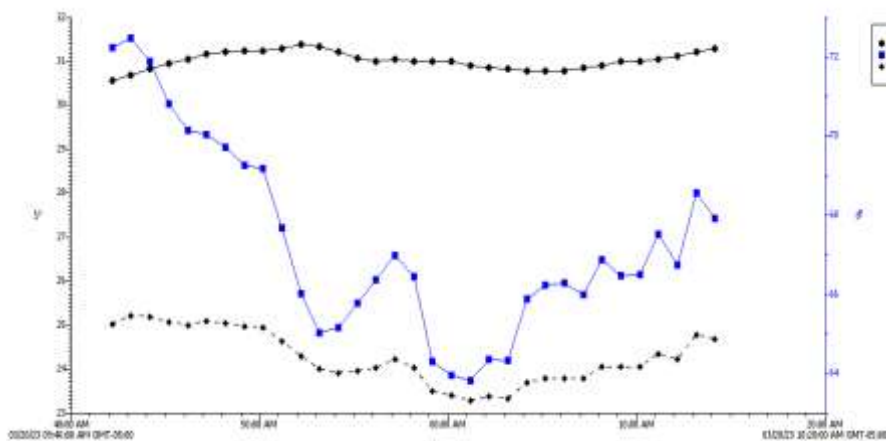
Realizado por: Montero A, y Zambrano J, 2023



**Tabla 3-9:** Datos de temperatura, humedad relativa y punto de rocío en la finca 2 tomados en la mañana

N.º	T, °C	HR, %	Pt rocío, °C
1	30,564	72,234	25,022
2	30,692	72,479	25,203
3	30,821	71,893	25,19
4	30,95	70,818	25,06
5	31,036	70,134	24,979
6	31,164	70,037	25,078
7	31,207	69,719	25,043
8	31,25	69,255	24,972
9	31,25	69,182	24,954
10	31,293	67,668	24,624
11	31,379	66,007	24,289
12	31,336	65,031	23,999
13	31,207	65,153	23,909
14	31,079	65,763	23,942
15	30,993	66,374	24,015
16	31,036	66,984	24,209
17	30,993	66,447	24,033
18	30,993	64,298	23,486
19	30,993	63,956	23,397
20	30,907	63,81	23,278
21	30,864	64,347	23,377
22	30,821	64,322	23,33
23	30,778	65,885	23,688
24	30,778	66,227	23,774
25	30,778	66,276	23,787
26	30,864	65,983	23,794
27	30,907	66,862	24,056
28	30,993	66,471	24,039
29	30,993	66,496	24,046
30	31,036	67,521	24,342

Realizado por: Montero A, y Zambrano J, 2023



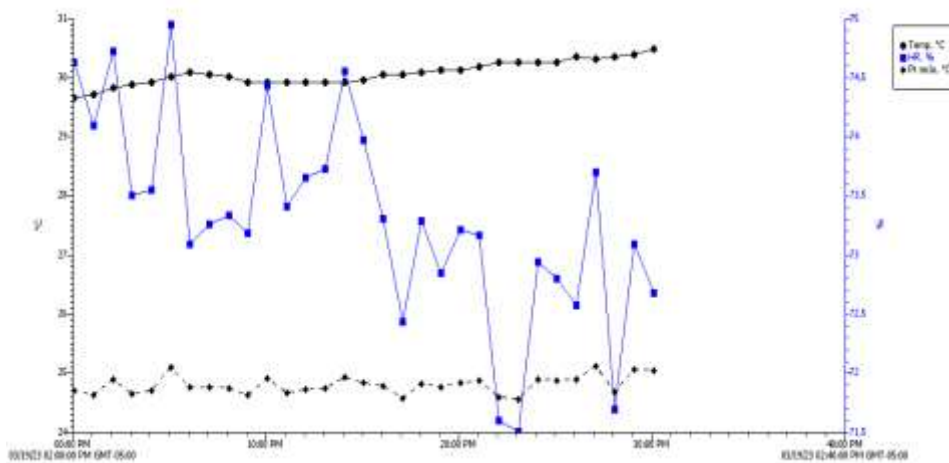
**Ilustración 3-8:** Curvas de Temperatura, humedad relativa y punto de rocío en la finca 2

Realizado por: Montero A, y Zambrano J, 2023

**Tabla 3-10:** Datos de temperatura, humedad relativa y punto de rocío en la finca 2 tomados en la tarde

N.º	T, °C	HR, %	Pt rocío, °C
1	29,663	74,628	24,703
2	29,706	74,09	24,623
3	29,834	74,725	24,89
4	29,877	73,504	24,655
5	29,92	73,553	24,708
6	30,006	74,945	25,105
7	30,092	73,089	24,767
8	30,049	73,26	24,764
9	30,006	73,333	24,74
10	29,92	73,187	24,624
11	29,92	74,432	24,907
12	29,92	73,407	24,674
13	29,92	73,651	24,73
14	29,92	73,724	24,747
15	29,92	74,554	24,935
16	29,963	73,968	24,843
17	30,049	73,309	24,776
18	30,049	72,43	24,573
19	30,092	73,284	24,811
20	30,135	72,845	24,752
21	30,135	73,211	24,836
22	30,178	73,162	24,866
23	30,263	71,6	24,586
24	30,263	71,502	24,563
25	30,263	72,943	24,898
26	30,263	72,796	24,864
27	30,349	72,576	24,896
28	30,306	73,7	25,113
29	30,349	71,697	24,691
30	30,392	73,089	25,055

**Realizado por:** Montero A, y Zambrano J, 2023



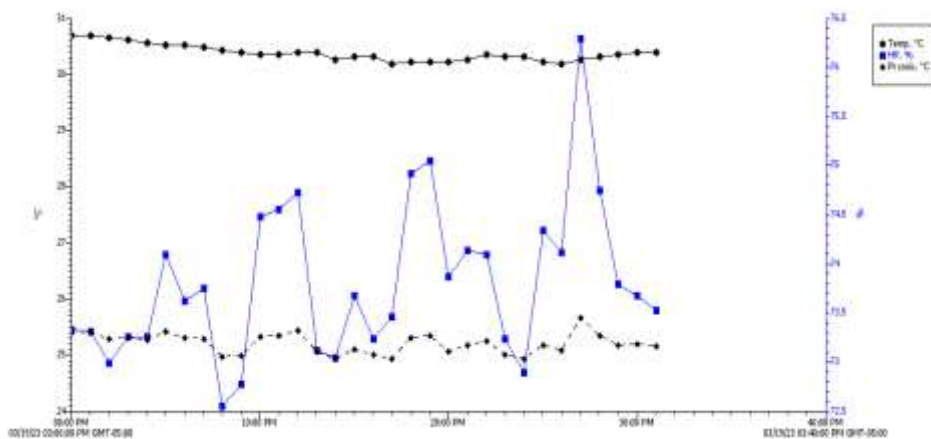
**Ilustración 3-9:** Curvas de Temperatura, humedad relativa y punto de rocío en la finca 2

Realizado por: Montero A, y Zambrano J, 2023

**Tabla 3-11:** Datos de temperatura, humedad relativa y punto de rocío en la finca 3 tomados en la mañana

N.º	T, °C	HR, %	Pt rocío, °C
1	29,062	72,821	23,715
2	28,805	70,745	22,988
3	28,633	71,526	23,005
4	28,419	72,21	22,957
5	28,333	73,211	23,102
6	28,161	73,162	22,926
7	28,076	73,944	23,019
8	27,947	74,579	23,037
9	27,904	76,41	23,398
10	27,861	78,168	23,734
11	27,818	76,386	23,309
12	27,775	75,873	23,156
13	27,732	76,386	23,226
14	27,732	76,777	23,311
15	27,732	77,07	23,374
16	27,732	78,046	23,583
17	27,732	77,656	23,5
18	27,732	76,288	23,205
19	27,775	75,873	23,156
20	27,689	76,777	23,269
21	27,732	77,729	23,516
22	27,732	77,216	23,406
23	27,818	75,14	23,037
24	27,775	75,311	23,033
25	27,818	72,772	22,507
26	27,818	75,263	23,064
27	27,861	73,895	22,802
28	27,861	75,482	23,153
29	27,861	75,214	23,094
30	27,904	74,286	22,93

Realizado por: Montero A, y Zambrano J, 2023



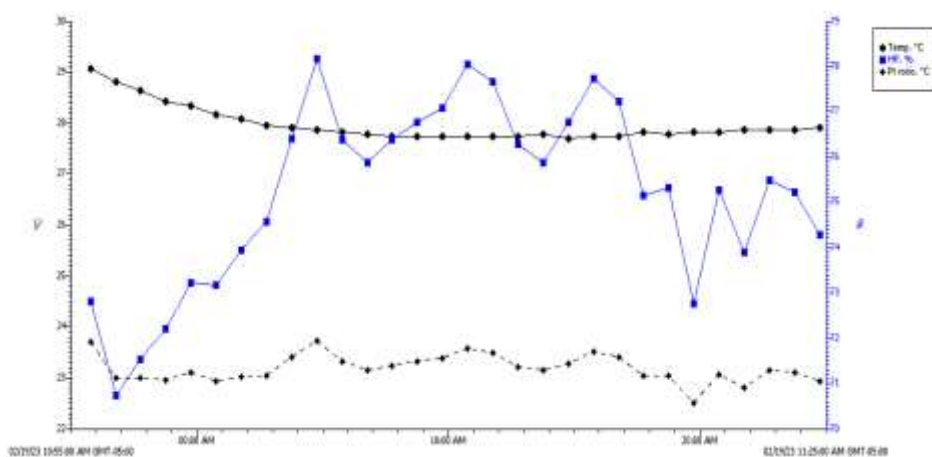
**Ilustración 3-10:** Curvas de Temperatura, humedad relativa y punto de rocío finca 3

Realizado por: Montero A, y Zambrano J, 2023

**Tabla 3-12:** Datos de temperatura, humedad relativa y punto de rocío en la finca 3 tomados en la tarde

N.º	T, °C	HR, %	Pt rocío, °C
1	30,692	73,333	25,4
2	30,692	73,309	25,395
3	30,65	72,991	25,28
4	30,607	73,26	25,301
5	30,564	73,26	25,26
6	30,521	74,09	25,408
7	30,521	73,626	25,303
8	30,478	73,748	25,289
9	30,435	72,552	24,973
10	30,392	72,772	24,982
11	30,349	74,481	25,332
12	30,349	74,554	25,348
13	30,392	74,725	25,428
14	30,392	73,114	25,061
15	30,263	73,04	24,92
16	30,306	73,675	25,107
17	30,306	73,236	25,007
18	30,178	73,455	24,933
19	30,221	74,921	25,307
20	30,221	75,043	25,334
21	30,221	73,871	25,069
22	30,263	74,139	25,171
23	30,349	74,09	25,243
24	30,306	73,236	25,007
25	30,306	72,894	24,928
26	30,221	74,335	25,174
27	30,178	74,115	25,083
28	30,263	76,288	25,653
29	30,306	74,75	25,351
30	30,349	73,797	25,176

Realizado por: Montero A, y Zambrano J, 2023



**Ilustración 3-11:** Curvas de Temperatura, humedad relativa y punto de rocío finca 3

Realizado por: Montero A, y Zambrano J, 2023

#### *3.5.8.6. Altura de la planta (cm)*

Para el registro de esta variable se utilizó un cuadrante de un metro cuadrado y con un flexómetro se tomó tres niveles de altura (baja, media y alta), se midió desde la superficie basal de la planta, hasta la media terminal de la hoja, para determinar una altura promedio.

#### *3.6.8.7. Cobertura basal (%)*

Para determinar la cobertura basal en el área de estudio, se procedió con el método de doble muestreo mediante la estimación visual ocupada en el cuadrante de un metro cuadrado en cada una de las subparcelas en todos los tratamientos, adoptando la metodología de (Rodríguez et al., 2005: p. 101). De esta manera se obtuvo el porcentaje de cobertura basal por m<sup>2</sup>.

#### *3.6.8.8. Relación hoja/tallo (%)*

Para la medición de esta variable utilizando el método del cuadrante, se realizó el corte de pasto, a ras de suelo con tijeras, machete entre otros, se pesó la muestra recolectada, para posterior separar con las manos las hojas verdes y secas del tallo, luego se divide el peso de las hojas verdes entre el total para saber qué porcentaje es conformado por hojas verdes, también se lo hizo con las hojas secas y los tallos, de esta manera se puede obtener la relación hoja/tallo de nuestra área de estudio (Rodríguez et al., 2005: p. 103).

#### *3.6.8.9. Producción de Biomasa (kg)*

Se evaluó cada tratamiento a través de un corte de la muestra de cada parcela, utilizando el método del cuadrante (Mostacedo et al., 2000: p. 5). El pasto que se recolectó fue pesado con una balanza gramera. La muestra fue depositada en fundas. Los resultados se apuntaron en la matriz de datos que se utilizaron en el levantamiento de datos.

## CAPITULO IV

### 4. MARCO DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

#### 4.1. Datos agroclimáticos

Los datos obtenidos mediante la estación USB óptica (Base-U-4) HOBO fueron temperatura, humedad relativa y punto de rocío, mientras que para la radiación solar instantánea se la obtuvo con el solarímetro manual, durante la fase experimental de este estudio, los resultados se observan en la tabla 15.

**Tabla 4-1:** Datos agroclimáticos

Ítems	Sistema			EE <sup>1</sup>	<i>P</i> < valor Sistema
	Con Sombra	Sin sombra	Diferencia		
Temperatura, °C	28,90	31,35	2,45	1,62	0,001
Humedad relativa %	73,22	68,66	4,56	6.0	0,001
Punto de rocío °C	23,61	24,82	1,21	1.52	0,001
Radiación solar instantánea, w/m <sup>2</sup>	85	235	82,65	160	0,001

<sup>1</sup>EE, error estándar de la media; Diferencias significativas fueron declaradas a un *P* < 0, 05.

**Realizado por:** Montero A, y Zambrano J, 2023

Las variables ambientales observadas mostraron estar condicionadas por el efecto principal de estudio que fue el sistema de producción, Tabla 15. En el sistema sin uso de árboles (sin sombra) observamos mayores valores de temperatura ambiental que los obtenidos cuando el pasto crece con sombra (28,90 vs. 31,35 ± 1,62°C). Lo que correspondió además con mayores valores de radiación solar instantánea (85 vs. 235 ± 160 w/m<sup>2</sup>). Con respecto al diferencial para cada una de las variables la tabla 15 nos muestra que la temperatura tiene un valor de 2,45 °C; 4.56% y 1.21% de humedad relativa y punto de rocío, mientras que para radiación solar instantánea presenta un 82,65 w/m<sup>2</sup> lo que nos dice que en el área de estudio con la presencia de árboles los semovientes van a obtener mejores resultados al pastorear las praderas.

## 4.2. Fertilidad de los suelos

En la tabla 16 se presentan los datos de fertilidad de los suelos. Como se puede ver en los resultados de pH, aunque no se observaron diferencias significativas entre las fincas de experimentación ( $4,72 \pm 0,11$ ;  $P = 0,87$ ), es importante recalcar que estos se caracterizan por ser muy ácidos. Mientras que, en los valores de materia orgánica, las fincas 2 y 3 mostraron tener una mayor cantidad de materia orgánica ( $4,99 \pm 0,13$  %) que los observados en la finca 1 (3,92%). Por el contrario, los contenidos de macronutrientes ( $P = 0,39$  a  $0,88$ ), micronutrientes ( $P = 0,50$  a  $0,88$ ), clase textural ( $P = 0,22$  a  $0,80$ ) y la relación catiónica ( $P = 0,25$  a  $0,82$ ) no difirieron entre fincas experimentales.

**Tabla 4-2:** Fertilidad de los suelos

Ítems	Localización			EE	P = valor Sitio
	Finca 1	Finca 2	Finca 3		
<b>pH</b>	4,39	4,90	4,87	0,11	0,87
MO	3,92 <sup>b</sup>	4,83 <sup>a</sup>	5,14 <sup>a</sup>	0,13	0,004
<b>Macroelementos</b>					
P	4,43	2,81	5,11	1,91	0,54
K	0,19	0,25	0,16	0,12	0,78
Ca	2,25	3,09	2,68	1,10	0,76
Mg	0,72	0,80	0,82	0,22	0,88
S	2,80	2,73	2,23	0,38	0,39
Zn	2,16	1,73	1,58	0,99	0,84
<b>Microelementos</b>					
Cu	2,02	2,24	1,40	1,25	0,80
Fe	295	300	345	41	0,50
Mn	19,50	32,72	16,60	16	0,62
B	0,30	0,30	0,36	0,15	0,88
<b>Clase textural</b>					
Arena	35	36	41	9,2	0,80
Limo	30	26	29	1,8	0,22
Arcilla	35	38	30	7,7	0,63
<b>Relaciones Catiónicas</b>					
Ca Mg	3,16	3,83	3,17	0,51	0,43
Mg K	5,30	3,69	5,31	2,90	0,82
Ca+Mg K	5,30	17,61	23,0	8,60	0,25
Σ Bases	3,15	4,13	3,66	1,33	0,78

<sup>a-b</sup> Medias con diferentes letras en la misma línea, difieren a un  $P < 0,05$ ; EE, error estándar de la media.

**Realizado por:** Montero A, y Zambrano J, 2023



### 4.3. Respuestas agronómicas

Diferencias significativas fueron observadas para el efecto tratamiento ( $P < 0,001$ ), el Control mostró un valor promedio de altura con (58,22 cm), superior frente al T1 (44,74 cm) y T2 (40,73 cm). Además, la cobertura basal y la relación hoja/tallo fue condicionada por los tratamientos ( $P = 0,001$  a  $0,008$ ; Tabla 17). Aunque los tratamientos T1 y T2 fueron similares (Cobertura basal,  $42,41 \pm 1,90\%$  y biomasa,  $5732 \pm 357$  kg/ha), estos difirieron a los observados para el control (Cobertura basal,  $53,28 \pm 1,90\%$ ; Biomasa,  $9627$  kg/ha; Tabla 17). Contrario a esto, no se observaron diferencias significativas para las variables relación hoja/tallo y biomasa disponible ( $P = 0,30$  a  $0,40$ ;) Ver la Tabla 17.

**Tabla 4-3:** Medias mínimas cuadradas de las variables agronómicas respecto al efecto tratamiento y sistema de manejo

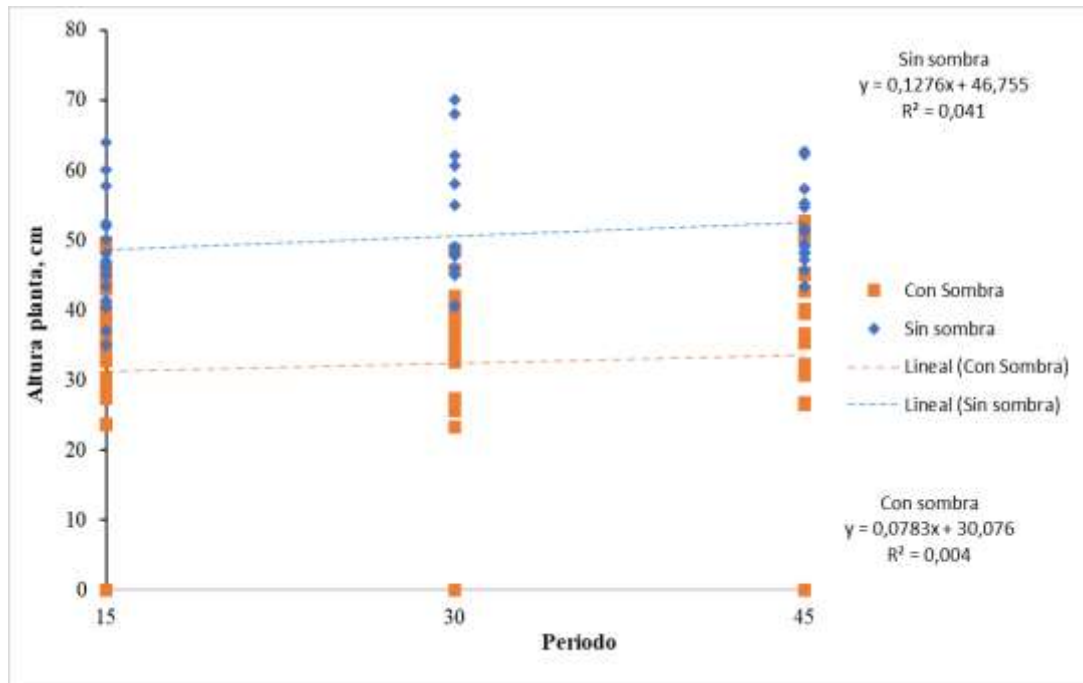
Ítems	Tratamientos			Sistema		EE <sup>1</sup>	P = valor	
	T1	T2	Control	Sombra	S-Sombra		Trat	Sistema
Altura de planta, cm	44,74 <sup>b</sup>	40,73 <sup>c</sup>	58,22 <sup>a</sup>	42,50 <sup>k</sup>	53,29 <sup>j</sup>	1,27	0,001	0,001
Cobertura basal, %/m <sup>2</sup>	43,49 <sup>b</sup>	41,33 <sup>b</sup>	53,28 <sup>a</sup>	29,77 <sup>k</sup>	62,29 <sup>j</sup>	1,90	0,008	0,0001
Relación tallo/hoja, %m <sup>2</sup>	44,51	43,07	44,03	41,83 <sup>k</sup>	45,91 <sup>j</sup>	0,93	0,30	0,0001
Forraje verde, kg/ha <sup>-1</sup>	5698 <sup>b</sup>	5767 <sup>b</sup>	9267 <sup>a</sup>	4623 <sup>k</sup>	9198 <sup>j</sup>	357	0,0001	0,0001
Disponibilidad, kg/Fv/ha	3989	4037	6487	3236 <sup>k</sup>	6439 <sup>j</sup>	759	0,40	0,0002

<sup>1</sup>EE, error estándar de la media; <sup>a-c</sup> Medias con diferente letra en la misma línea difieren para el efecto tratamiento a un  $P < 0,005$ ; <sup>j-k</sup> Medias con diferente letra en la misma línea difieren para sistema a  $P < 0,05$ . Diferencias significativas fueron declaradas a un  $P < 0,05$ .

**Realizado por:** Montero A, y Zambrano J, 2023

Los resultados del efecto principal sistema (sombra y sin sombra) se muestran en la Tabla 17. Todas las variables agronómicas fueron condicionadas cuando el pasto estuvo sin sombra ( $P = 0,001$  a  $0,002$ ). Lo que quiere decir que la pastura utilizada tiene poca tolerancia para desarrollar bajo sombra. Resultados que deberían ser confirmados con estudios a largo plazo.

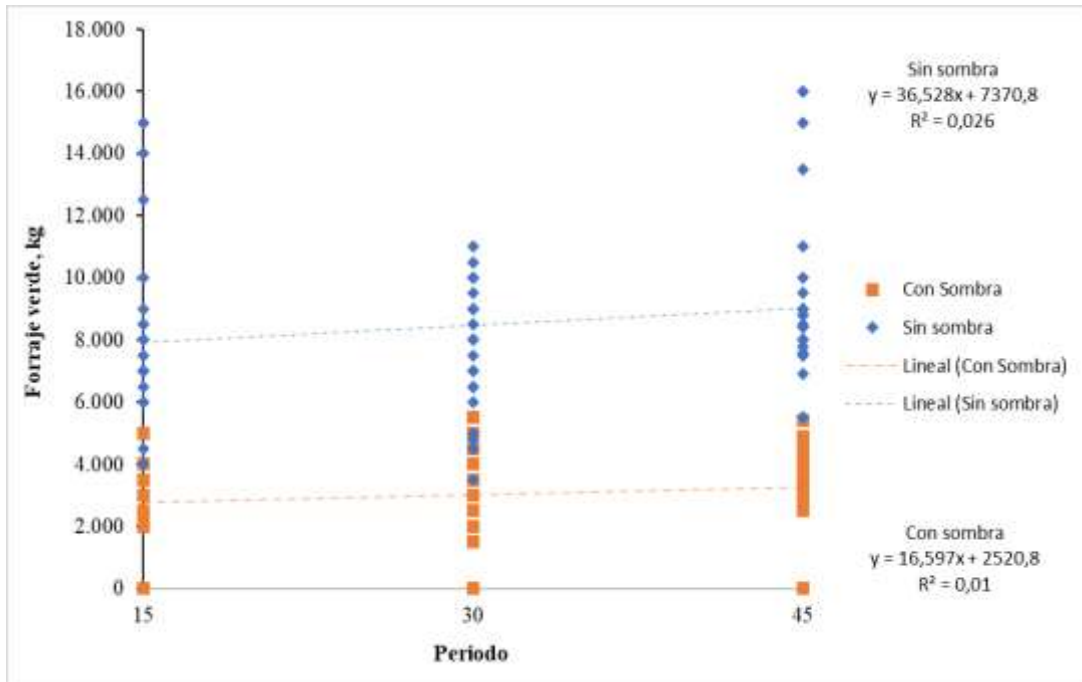
En base a las regresiones lineales, se puede inferir débiles asociaciones ( $r = 0,041$ ) en el sistema sin sombra y ( $r = 0,004$ ) en el sistema con sombra que podrían ser mejor explicadas cuando se han incluido solamente el efecto periodo.



**Ilustración 4-1:** Regresión de la variable altura de planta

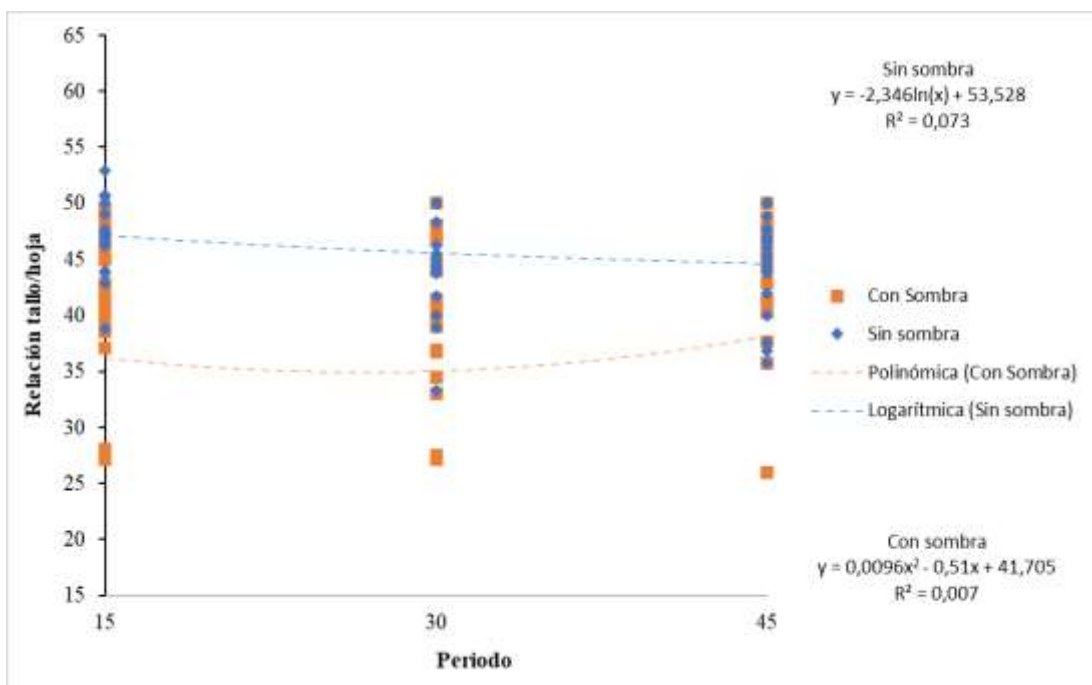
Realizado por: Montero A, y Zambrano J, 2023.

De igual forma, al analizar los datos del rendimiento de forraje verde kg/ha, tuvieron un comportamiento de tipo lineal (Ilustración 14), con un coeficiente de determinación débil ( $r^2 = 0,026$ ) sin sombra y ( $r^2 = 0,01$ ) con sombra.



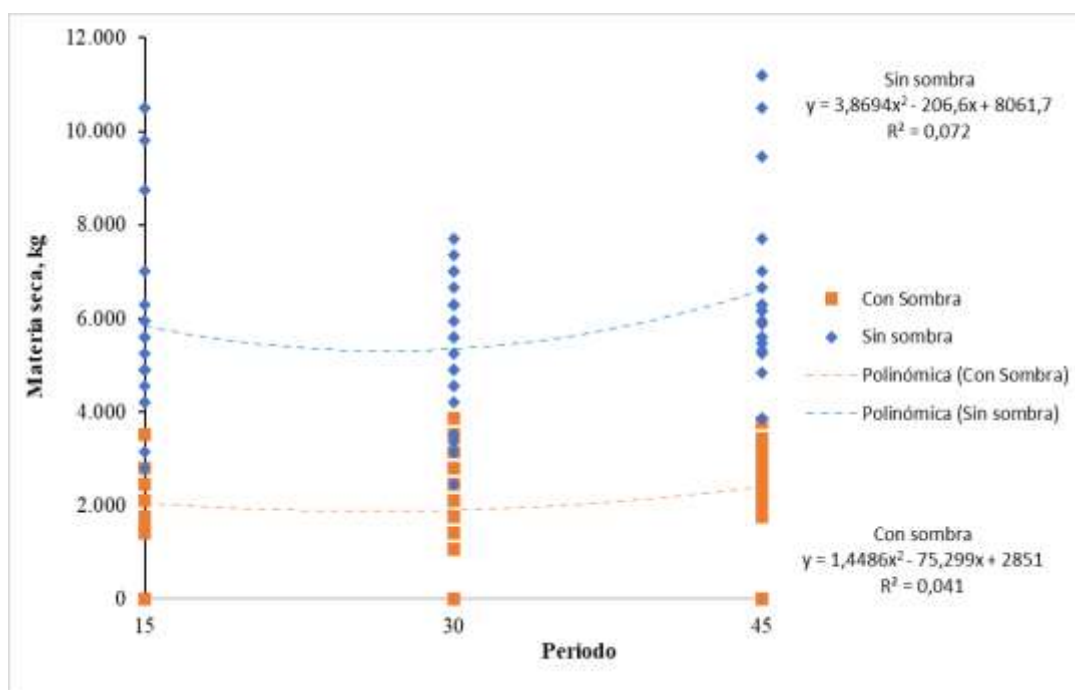
**Ilustración 4-2:** Análisis de regresión de la variable producción de forraje verde kg/ha  
 Realizado por: Montero A, y Zambrano J, 2023

La relación hoja/tallo mostró un comportamiento de tipo lineal, poco significativo en el sistema sin sombra. Quiere decir, con un coeficiente de determinación ( $r= 0,073$ ), para el sistema con sombra un coeficiente de determinación ( $r= 0,007$ ).



**Ilustración 4-3:** Análisis de regresión de la variable Relación tallo/hoja  
 Realizado por: Montero A, y Zambrano J, 2023

En la (Ilustración 16). Se puede observar que la cantidad de materia seca disponible tuvo un comportamiento de tipo polinómica, cuyo coeficiente de determinación ( $r = 0,072$ ) para el sistema sin sombra, mientras que para el sistema con sombra coeficiente de determinación ( $r = 0,041$ ).



**Ilustración 4-4:** Análisis de regresión de la variable materia seca disponible

Realizado por: Montero A, y Zambrano J, 2023

#### 4.4. Composición nutricional

Con excepción en los valores de ENL ( $P = 0,013$ ). El Control y T2 ( $61,5 \pm 1,27\%$ ;  $P = 0,95$ ) mostraron mayores contenidos que para T1 ( $55,9 \pm 1,26\%$ ;  $P = 0,005$  a  $0,010$ ). Por el contrario, en el resto de las determinaciones químicas, no se observó diferencias significativas al comparar los diferentes tratamientos ( $P = 0,11$  a  $0,76$ ; Tabla 12). De todas formas, los contenidos promedios fueron para la proteína bruta de ( $6,72 \pm 0,1\%$ ), FDN ( $52 \pm 1,2\%$ ) y ( $27 \pm 1\%$ ) para FDA, respectivamente. En la misma línea, cuando al comparar los datos de la calidad del forraje entre tratamientos (Tabla 18), estos no difirieron respecto a VRF ( $122 \pm 4$ ;  $P = 0,22$ ) y RFQ ( $118 \pm 4$ ;  $P = 0,22$ ). Además, los contenidos de energía bruta expresada en  $\text{kcal/kg}^{-1}$  de MS no difirió entre tratamientos ( $3437 \pm 59$ ;  $P = 0,38$ ).

La composición nutricional de la pastura (*Brachiaria decumbens* Dallis) respecto con los tratamientos aplicados y el sistema de manejo se presentan en la Tabla 18.

**Tabla 4-4:** Medias mínimas cuadradas de composición química, así como de la calidad del forraje respecto al tratamiento y sistema de manejo

Ítems	Tratamiento			Sistema <sup>1</sup>		EE <sup>2</sup>	P =valor	
	T1	T2	Control	Sombra	Sin Sombra		T	S
<i>Composición, % MS</i>								
Materia seca, (105 °C)	94,0	94,7	94,9	95,4j	94,0k	0,3	0,11	0,0001
Materia seca, (60 °C)	25 <sup>a</sup>	23 <sup>b</sup>	21 <sup>b</sup>	20 <sup>k</sup>	25 <sup>j</sup>	0,2	0,002	0,001
Materia orgánica g/kg/MS <sup>-1</sup>	88,2	90,0	92,1	90,0	91,0	1,4	0,18	0,46
Cenizas g/kg/MS <sup>-1</sup>	11,8	9,2	7,9	10,3	9,0	1,4	0,17	0,46
Extracto etéreo g/kg/MS <sup>-1</sup>	3,8	3,2	3,2	4,1 <sup>j</sup>	2,7 <sup>k</sup>	0,3	0,34	0,001
ENL <sup>3</sup>	53,24 <sup>b</sup>	58,71 <sup>a</sup>	58,75 <sup>a</sup>	52,74 <sup>k</sup>	61,06 <sup>j</sup>	1,4	0,013	0,0001
Proteína bruta g/kg/MS <sup>-1</sup>	6,72 <sup>b</sup>	6,71 <sup>b</sup>	6,84 <sup>a</sup>	6,64 <sup>k</sup>	6,87 <sup>j</sup>	0,1	0,76	0,02
Fibra bruta g/kg/MS <sup>-1</sup>	24,5	22,2	23,3	26,3 <sup>j</sup>	20,4 <sup>k</sup>	1,2	0,27	0,001
FDN	53	51	52	54 <sup>j</sup>	49 <sup>k</sup>	1	0,27	0,001
FDA	28	26	27	29 <sup>j</sup>	25 <sup>k</sup>	1	0,28	0,001
<i>Calidad del forraje</i>								
Energía bruta, kcal/kg MS	3373	3446	3493	3442	3432	59	0,38	0,89
RFV, % <sup>4</sup>	119	127	122	113 <sup>k</sup>	133 <sup>j</sup>	4	0,22	0,001
RFQ, % <sup>5</sup>	114	122	118	109 <sup>k</sup>	128 <sup>j</sup>	4	0,22	0,001

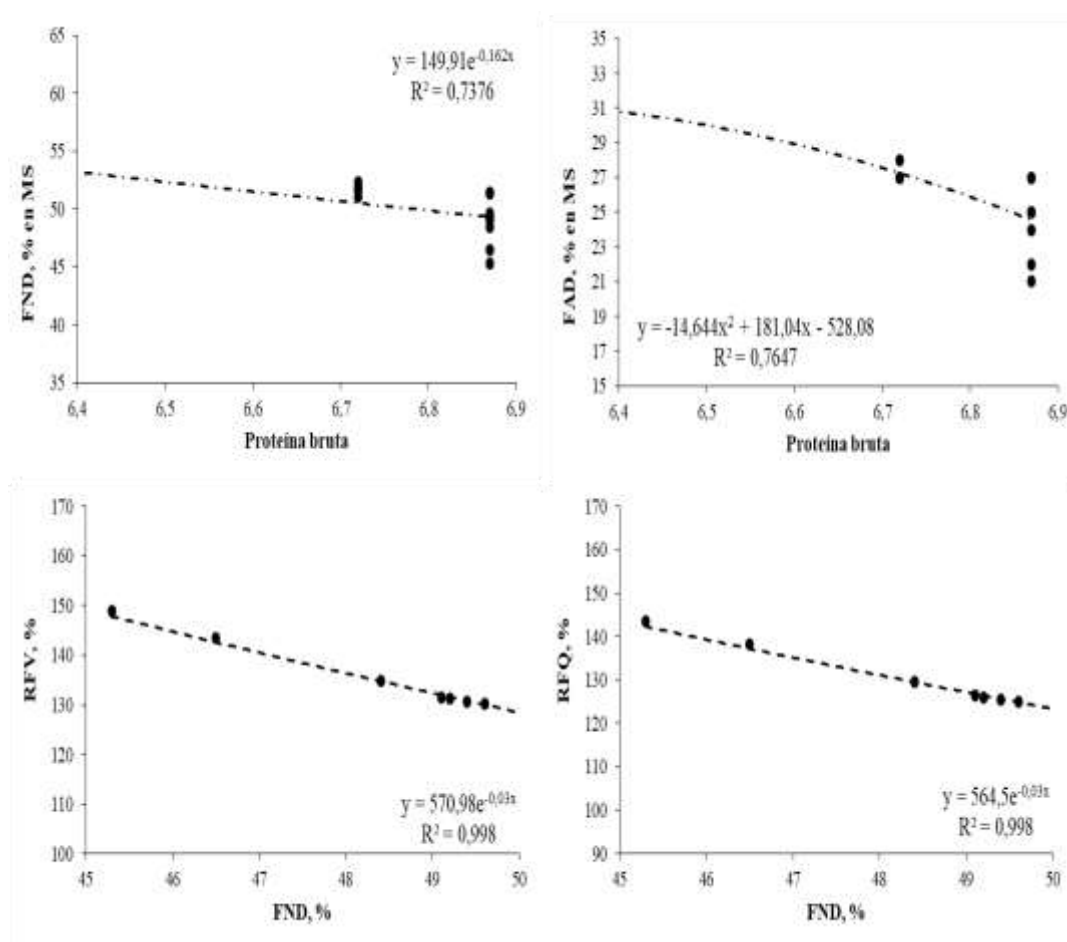
<sup>1</sup>Sistema; S, sombra; N-sombra, no sombra; <sup>2</sup> error estándar de la media; <sup>3</sup> ENL, extractivos libres de nitrógeno, 100-FB-PB-Cenizas-extracto etéreo; <sup>4</sup> RFV, valor relativo del forraje; <sup>5</sup> RFQ, calidad relativa del forraje.

Realizado por: Montero A, y Zambrano J, 2023

Diferencias significativas ( $P < 0,001$ ) fueron observadas en los contenidos de materia seca (MS) a 105 °C. El pasto cultivado con sombra mostro mayores contenido de MS que para cuando se cultiva sin sombra (95,4 vs.  $94,0 \pm 0,3\%$ ). De la misma manera mostro diferencias significativas ( $P < 0,001$ ) fueron observadas en los contenidos de materia seca (MS) a 60 °C, el pasto cultivado sin sombra mostro mayores contenido de MS que para cuando se cultiva con sombra (25 vs.  $20 \pm 0,2\%$ ). De igual forma, los contenidos de extracto etéreo, extractos libres de nitrógeno y fibra bruta fueron superiores cuando el pasto creció sin sombra ( $P = 0,001$  a  $0,001$ ; Tabla 18). Contrario a todo esto, no se obtuvieron diferencias significativas entre el sistema con sombra vs. Sin-sombra para materia orgánica ( $91 \pm 1,4$ ;  $P = 0,46$ ), cenizas ( $9,7 \pm 1,4$ ;  $P = 0,46$ ). Los contenidos de PB mostraron diferencias estadísticas al comparar los diferentes tratamientos ( $P = 0,02$ ; Tabla 18). Los contenidos de proteína del Control fueron superiores al compararlos a los otros dos tratamientos T1 y T2 ( $6,71 \pm 0,1$ ) los cuales no fueron similares entre ellos ( $P > 0,05$ ). A pesar de no haber encontrado diferencias marcadas de composición química, los contenidos de energía bruta expresada en kcal/kg<sup>-1</sup> de MS no difirieron entre sistemas ( $3433 \pm 59$ ;  $P = 0,89$ ; Tabla 18).

Habiendo marcadas diferencias en los datos de calidad del forraje ( $P = 0,001$ ; Tabla 18). En consecuencia, analizando los valores, el pasto cultivado sin sombra fue superior al pasto con sombra (RFV, 133 vs.  $113 \pm 4\%$ ; RFQ, 128 vs.  $109 \pm 4\%$ ).

Al analizar los datos mediante regresiones de composición química, la FDN ( $r = 0,001$  a  $0,73$ ), y FDA ( $r = 0,001$  a  $0,76$ ). Se ajustaron de forma lineal y polinómica significativamente (Ilustración 17) con los contenidos de proteína bruta. Mientras que, en los datos de calidad del forraje, los ajustes de regresión mostraron que la FDN se ajustó exponencialmente con RFV y RFQ ( $r = 0,998$ ;  $P < 0,001$ ; Ilustración 17).



**Ilustración 4-5:** Ajuste de regresión de variable de composición química  
Realizado por: Montero A, y Zambrano J, 2023

Finalmente, en la Tabla 19 se presentan las correlaciones detectadas entre las diferentes variables determinadas con los correspondientes datos medioambientales.

**Tabla 4-5:** Matriz de correlaciones de Pearson entre las diferentes variables, agronómicas, composición química, así como medioambientales

	Altura	Cobertura	Hoja/tallo	FV, kg/ha	Radiación	Temperatura	Humedad	Punto rocío
Altura	0.68838 <.0001 135	0.30717 0.0003 135	0.63380 <.0001 135	0.08055 0.3530 135	0.25082 0.0033 135	-0.20774 0.0156 135	0.15846 0.0664 135	
Cobertura	0.68838 <.0001 135	0.30157 0.0004 135	0.83727 <.0001 135	0.23196 0.0068 135	0.04607 0.5957 135	-0.02763 0.7504 135	0.05574 0.5208 135	
Hoja/tallo	0.30717 0.0003 135	0.30157 0.0004 135	0.29893 0.0004 135	0.09565 0.2698 135	0.12741 0.1409 135	-0.13550 0.1171 135	0.00940 0.9138 135	
FV, kg/ha	0.63380 <.0001 135	0.83727 <.0001 135	0.29893 0.0004 135	0.15037 0.0817 135	0.12135 0.1609 135	-0.11168 0.1972 135	0.05256 0.5449 135	
Radiación	0.08055 0.3530 135	0.23196 0.0068 135	0.09565 0.2698 135	0.15037 0.0817 135	-0.07640 0.3080 180	0.11634 0.1199 180	0.06654 0.3748 180	
Temperatura	0.25082 0.0033 135	0.04607 0.5957 135	0.12741 0.1409 135	0.12135 0.1609 135	-0.07640 0.3080 180	-0.91429 <.0001 180	0.53466 <.0001 180	
Humedad	-0.20774 0.0156 135	-0.02763 0.7504 135	-0.13550 0.1171 135	-0.11168 0.1972 135	0.11634 0.1199 180	-0.91429 <.0001 180	-0.14969 0.0449 180	

Coefficientes de correlación Pearson; Prob > |r| suponiendo H0: Rho=0  
**Realizado por:** Montero A, y Zambrano J, 2023

#### 4.5. Discusión

De acuerdo con el análisis de los datos. La cobertura mostro estar altamente correlacionada ( $r = 0.68$ ), con la altura de la planta ( $P < 0,001$ ), siendo además las mismas respuestas para la cantidad de forraje verde ( $r = 0,83$ ;  $P < 0,001$ ). Adicional a esto, la radiación fue levemente correlacionada con la cobertura ( $r = 0,23$ ) y por consiguiente con la cantidad de forraje verde ( $r = 0,15$ ).

Los resultados obtenidos en este estudio indican que la producción de forraje se ve afectada por la radiación solar, ya que se observaron diferencias significativas en la producción de forraje entre los sistemas con y sin sombra. En el sistema sin sombra, se registraron mayores valores de temperatura ambiental y radiación solar instantánea, lo que sugiere que la radiación solar puede influir en la producción de forraje en sistemas silvopastoriles.

Este resultado es consistente con investigaciones previas, como la de los autores (Shelton y Stur, 2009: pp. 83-89), quienes encontraron que la producción de forraje de pastos tropicales como *Panicum maximum* y *Cynodon nlemfuensis* se ve afectada por la radiación solar, con una disminución en la producción de forraje a medida que aumenta la sombra. De manera similar, (Faria, et al., 2018: p. 34), reportaron que la producción de forraje de *Brachiaria decumbens* Dallis disminuyó con la reducción de la radiación solar en un sistema silvopastoril.

La relación entre la radiación solar y la producción de forraje puede explicarse a través del proceso de la fotosíntesis. La radiación solar es esencial para la fotosíntesis, que es el proceso mediante el cual las plantas convierten la energía solar en energía química almacenada en forma de carbohidratos. Una disminución en la radiación solar puede limitar la cantidad de energía disponible para la fotosíntesis y, por lo tanto, afectar la producción de biomasa y forraje (Fisher et al., 1994: p. 12).

Sin embargo, no todos los estudios han encontrado una correlación negativa entre la radiación solar y la producción de forraje. Por ejemplo, (Baruch y Gómez, 2012: p. 24), observaron que la producción de forraje de *Panicum maximum* cv. Mombaza no se vio afectada negativamente por la sombra en un sistema silvopastoril, mientras que (Wilson et al., 2001: pp. 207-220), encontraron que la producción de forraje de *Brachiaria humidicola* aumentó bajo condiciones de sombra moderada.

Estas diferencias en los resultados de los estudios sugieren que el efecto de la radiación solar en la producción de forraje puede variar según el tipo de pasto y las condiciones específicas del sistema silvopastoril. Por ejemplo, algunos pastos pueden ser más tolerantes a la sombra y, por lo tanto, menos afectados por la disminución de la radiación solar. Además, las condiciones ambientales, como la temperatura y la humedad, también pueden influir en la relación entre la radiación solar y la producción de forraje.

En lo que corresponde al segundo objetivo donde se identificó la producción de forraje del pasto *Brachiaria decumbens* Dallis bajo sombra en el sistema silvopastoril, los resultados de este estudio mostraron diferencias significativas en la producción de forraje entre los tratamientos con sombra y sin sombra. Los tratamientos T1 (SSP1) y T2 (SSP2), que representan pastos bajo sombra, tuvieron menor producción de forraje en comparación con el control (sin sombra). Estos resultados concuerdan con algunos estudios previos, mientras que otros informan hallazgos diferentes.



Lima, et al, (2017: p.12), también encontraron una reducción en la producción de forraje en sistemas silvopastoriles con sombra en comparación con sistemas de pastoreo sin árboles. Según los autores, esta disminución puede atribuirse a la reducción de la radiación solar y la fotosíntesis en pastos bajo sombra, lo que limita el crecimiento y desarrollo de las plantas.

Por otro lado, Gomide et al, (2018: p.25), observaron un aumento en la producción de forraje en un sistema silvopastoril con *Brachiaria decumbens* bajo sombra moderada en comparación con pastos sin sombra. Los autores sugirieron que la sombra moderada podría proporcionar un microclima más favorable para el crecimiento del pasto, incluida la reducción del estrés térmico y la mejora en la eficiencia en el uso del agua.

En la tabla 16, se presentaron los datos de la fertilidad de los suelos. Se observa que los resultados de Ph no presentaron diferencias significativas entre sitios de experimentación, lo que sugiere que todos los sitios tienen suelos ácidos. Por otro lado, se encontró que las fincas 2 y 3 mostraron tener más materia orgánica que la finca 1. Sin embargo, los contenidos de macronutrientes, micronutrientes, clase textural y la relación catiónica no difirieron entre las fincas de experimentación. En cuanto a si los resultados son suficientes para hacer conclusiones significativas sobre la calidad del suelo en estas fincas, es importante considerar que este estudio solo midió ciertos factores que pueden influir en la fertilidad del suelo. (Rodríguez et al., 2022: p.12) mencionan que, otros factores, como la topografía, el clima, la actividad microbiana y la gestión del suelo, también pueden afectar la calidad del suelo y no se midieron en este estudio. Por lo tanto, se necesitan más estudios para evaluar adecuadamente la calidad del suelo en estas fincas.

Fernández et al, (2014: p.14), encontraron resultados mixtos en la producción de forraje de *Brachiaria decumbens* en un sistema silvopastoril con diferentes niveles de sombra. La producción de forraje fue mayor bajo sombra moderada en comparación con sombra alta y sin sombra. Los autores sugieren que el nivel óptimo de sombra puede variar según las condiciones ambientales y las necesidades específicas de la especie de pasto.

En lo que corresponde a la composición química del pasto. En el estudio, la composición química del pasto *Brachiaria decumbens* Dallis no mostró diferencias significativas entre los tratamientos de sombra y sin sombra en términos de materia orgánica, cenizas y proteína bruta. Estos resultados concuerdan con los hallazgos de (Gomide, et al., 2018: p. 14), quienes también encontraron que la sombra no afectó significativamente la concentración de proteína bruta en *Brachiaria decumbens*.

Sin embargo, otros estudios han reportado efectos negativos de la sombra en la calidad del forraje. Por ejemplo, (Silva et al., 2011: p. 144 -149), encontraron que la sombra en un sistema silvopastoril con *Brachiaria brizantha* resultó en una disminución en la concentración de proteína cruda, lo cual es similares a los resultados del presente estudio. Adicionalmente, es importante mencionar que en el estudio fue realizado en la estación de menor lluvia, lo que podría explicar en partes nuestros bajos contenidos de proteína bruta. En cuanto a los valores de fibra detergente neutro (FDN) y fibra detergente ácido (FDA), no se observaron diferencias significativas entre los tratamientos. Este resultado es consistente con el estudio de (Ribeiro et al., 2011: p. 4), en el cual la sombra no tuvo un efecto significativo en los valores de FDN y FDA en *Brachiaria decumbens*. De todas formas, el bajo contenido de carbohidratos estructurales se vio influenciado por los menores contenidos de proteína bruta, en concordancia con nuestros mayores valores de ELN en la época de menor lluvia.

Es importante destacar que estos trabajos pueden variar en sus resultados debido a diferencias en las condiciones ambientales, pasturas degradadas, especies de árboles utilizadas en los sistemas silvopastoriles y las tasas de sombra. Por lo tanto, es fundamental considerar estos factores al interpretar y comparar los resultados de diferentes investigaciones. A pesar de las discrepancias en algunos resultados, los experimentos mencionados contribuyen al conocimiento sobre la composición química del pasto *Brachiaria decumbens* Dallis bajos sistemas silvopastoriles.

## CAPITULO V

### 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1. Conclusiones

En virtud de los resultados estudiados se obtuvieron las siguientes conclusiones:

Por su parte la producción de forraje del pasto (*Brachiaria decumbens* Dallis) bajo sombra en el sistema silvopastoril fue menor, ya que hubo diferencias significativas en la altura de las plantas, la cobertura basal y la biomasa entre los tratamientos con y sin sombra.

El estudio determinó la composición química en pasto (*Brachiaria decumbens* Dallis) en el sistema silvopastoril con y sin árboles. A pesar de algunas discrepancias entre los estudios previos, este trabajo muestra que la sombra no afectó significativamente la composición química del pasto en términos de materia orgánica, cenizas, proteína bruta, FDN y FDA. Sin embargo, se deben realizar investigaciones a largo plazo para comprender cómo la sombra y otros factores ambientales pueden influir en la composición química del pasto en diferentes sistemas y condiciones de manejo.

Por último, En lo que corresponde a la incidencia de la radiación solar en la producción de forraje con pasto (*Brachiaria decumbens* Dallis). Se determinó que la presencia de sombra en el sistema silvopastoril resultó en menores temperaturas ambientales y valores de radiación solar instantánea en comparación con el sistema sin árboles. Estos hallazgos sugieren que la sombra puede tener un impacto significativo en el microclima del sistema y, por lo tanto, en el crecimiento del pasto. Además, se destaca la importancia de considerar la interacción entre la radiación solar y otros factores ambientales al diseñar y gestionar sistemas silvopastoriles.

## 5.2. Recomendaciones

Se aconseja realizar análisis de composición química en muestras de pasto recolectadas a lo largo del tiempo y en diferentes estadios de crecimiento, para obtener una comprensión más completa de cómo la sombra y otros factores ambientales afectan la calidad nutricional del pasto *Brachiaria decumbens* Dallis. Además, se deben realizar estudios que evalúen la digestibilidad y el valor nutritivo del forraje en condiciones de sombra, para determinar si hay diferencias significativas en el valor nutricional del pasto para el ganado en sistemas silvopastoriles y sin árboles. Estos datos podrían ayudar a los productores a tomar decisiones sobre la selección de especies de pastos y el diseño de sistemas silvopastoriles para optimizar la producción y la nutrición animal.

Se recomienda llevar a cabo investigaciones adicionales para comprender cómo el efecto de la radiación solar y las condiciones ambientales afectan el crecimiento y la producción de forraje del pasto *Brachiaria decumbens* Dallis. Esto incluiría estudios de monitoreo a largo plazo para evaluar las fluctuaciones estacionales y anuales en la radiación solar y cómo afectan el rendimiento del forraje. También se deben considerar estudios comparativos que evalúen diferentes especies de árboles y pastos en sistemas silvopastoriles, para determinar las combinaciones óptimas que permitan una mayor producción y resistencia al estrés ambiental.

Se sugiere explorar el uso de otras especies de pastos con mayor tolerancia a la sombra en sistemas silvopastoriles. La selección de especies adecuadas permitiría optimizar la producción de forraje en condiciones de sombra y mejorar la sostenibilidad y la resiliencia del sistema. Además, se deben evaluar las prácticas de manejo, como la densidad de siembra, la frecuencia de pastoreo y la fertilización, para maximizar la producción de forraje en sistemas silvopastoriles con diferentes grados de sombra.

## BIBLIOGRAFÍA

**AKIYAMA, Stella.** Evaluación de la promoción del crecimiento, la calidad de planta y la incidencia de enfermedades en vivero de producción de Ciclamen (*Cyclamen persicum* Mill.) mediante el uso de *Trichoderma harzianum* Rifai. Luján [En línea] (Trabajo de titulación). (Pregrado) Universidad Nacional de Luján, Argentina. 2017. p. 105. [Consulta: 20 de enero de 2023] Disponible en: <https://ri.unlu.edu.ar/xmlui/handle/rediunlu/540>

**ANDERSON, J.M.** “Tropical Soil Biology and fertility - A Handbook of Methods C.A.B. International Wallingford, Oxon, UK”. *Journal of Ecology* [en línea], 2007, (Inglaterra) 78(2), pp. 547-548. [Consulta: 23 de enero de 2023]. ISSN 1519-9940. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/232141777\\_Tropical\\_Soil\\_Biology\\_and\\_Fertility\\_A\\_Handbook\\_of\\_Methods](https://www.researchgate.net/publication/232141777_Tropical_Soil_Biology_and_Fertility_A_Handbook_of_Methods)

**ANDRADE, A., & OLIVA, F.** Sistema de Crianza de Bovinos de Carne en el Trópico Húmedo comparando dos tipos de pastos: *Bachiaria decumbens* vs *Paspalum dilatatum* [En línea] (Trabajo de titulación). (Posgrado) Universidad Católica Santiago de Guayaquil, Ecuador. 2015. p. 17. [Consulta: 24 de enero 2023] Disponible en: <http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/3875>

**SILVA BARROS, J.; et al.** “Influence of agroforestry systems on the nutritive value of *Brachiaria brizantha* grass during the rainy”. *Revista Brasileira de Zootecnia* [en línea], 2011, (Brasil) 19(2), pp. 144-159 [Consulta: 26 de enero 2023]. ISSN 1519-9940. Disponible en: <https://www.scielo.br/j/rbspa/a/xKjcSWrjRxRNmY5Mxc3N39r/?lang=en>

**ANDRADE YUCAILLA, V.; et. al.** “Alimentación de cuyes en crecimiento-ceba a base de gramíneas tropicales adaptadas a la Región Amazónica”. *REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria* [en línea], 2016, (España) 17(1), pp. 1-7. [Consulta: 29 de enero 2023]. ISSN 1695-7504. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/636/63646008003.pdf>

**AOAC.** “Official methods of analysis of AOAC International”. *The Association of Official Analytical Chemists* [en línea], 2002, (USA) 1(17), pp. 1-38. [Consulta: 31 de enero 2023] Disponible en: [https://www.scirp.org/\(S\(351jmbntvnsjt1aadkposzje\)\)/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=1687699](https://www.scirp.org/(S(351jmbntvnsjt1aadkposzje))/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=1687699)

**ASTUDILLO, Mario.** Diseño e implementación de un sistema de control de temperatura y humedad para el cultivo de lechuga hidropónico [En línea] (Trabajo de titulación). (Pregrado) Universidad Nacional de Piura. Piura. 2016. p.115. [Consulta: 02 de febrero 2023] Disponible en: [https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/RUMP\\_f38ac5535f7b5905a0e18ee9fff40cf3](https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/RUMP_f38ac5535f7b5905a0e18ee9fff40cf3)

**BARTABURU, Danilo.** “Stress calórico: un tema de bienestar animal y productivo”. *Revista del Plan Agropecuario* [en línea], 2007, (Argentina) 121(1), pp. 46-49. [Consulta: 03 de febrero de 2023] Disponible en: [https://planagropecuario.org.uy/publicaciones/revista/R121/R121\\_46.pdf](https://planagropecuario.org.uy/publicaciones/revista/R121/R121_46.pdf)

**BENEJAM, L.** *Técnicas de control de malezas en potreros. X Seminario de Pastos y Forrajes.* [blog]. Caracas: AVPA, 2006. [Consulta: 06 de febrero 2023] Disponible en: [http://www.avpa.ula.ve/congresos/seminario\\_pasto\\_X/Conferencias/A9-Luis%20Benejan.pdf](http://www.avpa.ula.ve/congresos/seminario_pasto_X/Conferencias/A9-Luis%20Benejan.pdf)

**BONIFAZ, CASTRO, J. C.** Evaluación de Diferentes Niveles de Humus en la Producción Primaria Forrajera de la *Brachiaria decumbens* (Pasto Dallis) en la Estación Experimental. Chimborazo [En línea] (Trabajo de titulación). (Pregrado) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador. 2011. p. 129. [Consulta: 08 de febrero 2023] Disponible en: <http://dspace.espech.edu.ec/handle/123456789/1042>

**BUSTAMANTE, T.** *Retos de la Amazonía.* [en línea] Ecuador: Instituto Latinoamericano de Investigaciones Sociales, 1993. [Consulta: 14 de febrero 2023]. Disponible en: <https://biblio.flacsoandes.edu.ec/libros/digital/51291.pdf>

**CABRERA, Carlos.** Evaluación de tres sistemas de alimentación (balanceo y pastos), con ovinos tropicales cruzados (dorper x pelibuey) para la fase de crecimiento y acabado en el cantón Balzar [En línea] (Trabajo de titulación). (Pregrado) ESPOL, Guayaquil, Ecuador. 2016. p. 125. [Consulta: 24 de febrero de 2023] Disponible en: <https://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/12005>

**CALERO, Andrés; & VIZUETE, Omar.** *Agroforestería Sostenible en la Amazonía Ecuatoriana, N° 2: ¿Por qué son frágiles los suelos de la amazonia ecuatoriana?.* [en línea] Ecuador: INIAP, 2018. [Consulta: 28 de febrero 2023] Disponible en: <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/5453/1/Por%20qu%C3%A9%20son%20fr%C3%A1giles%20los%20suelos%20de%20la%20amazonia%20ecuatoriana.pdf>

**CÁRDENAS, L.; et al.** “Degradabilidad in situ de la materia seca y proteína cruda de las hojas y peciolo del pisonay (*Erythrina falcata*)”. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú* [ en línea], 2016, (Perú) 27(1), pp. 39-44. [Consulta: 02 de marzo de 2023]. ISSN 1609-9117. Disponible en: [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1609-91172016000100005](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1609-91172016000100005)

**CASIERRA, F.; et al.** “Influencia de la sombra y de las micorrizas sobre el crecimiento de plantas de lulo (*Solanum quitoense* Lam.)”. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica* [en línea], 2013, (Colombia) 16(1), pp. 61-70. [Consulta: 12 de marzo de 2023] Disponible en: <https://doi.org/10.31910/rudca.v16.n1.2013.859>

**CASTREJÓN, Nelson.** Efecto de la fertilización orgánica en la recuperación de praderas establecidas con pasto inverna (*Brachiaria mutica*) en la localidad de Nueva Esperanza, La Jalca, Amazonas [En línea] (Trabajo de titulación). (Pregrado) Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, Chachapoyas, Perú. 2021. p. 38. [Consulta: 14 de marzo de 2023] Disponible en: <https://repositorio.untrm.edu.pe/handle/20.500.14077/2342>

**CELA, Adriana.** Comparación entre dos fertilizantes en la producción de pastos dallis (*Brachiaria decumbens*) en la comunidad Nuevo Ecuador, cantón Joya de Los Sachas [En línea] (Trabajo de titulación). (Pregrado) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias Pecuarias, Sede Orellana, Ecuador. 2022. p. 45. [Consulta: 20 de marzo de 2023] Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/18123>

**CONGO YÉPEZ, Carlos; et al.** “Árboles dispersos y su efecto en la productividad de los potreros en la Amazonía ecuatoriana”. *Revista de Ciencias de la Vida* [en línea], 2018, (Ecuador) 27(1), pp. 64-76. [Consulta: 22 de marzo de 2023]. ISSN 1390-8596. Disponible en: <https://lagranja.ups.edu.ec/index.php/granja/article/view/27.2018.05>

**CRIOLLO, Nancy.** “Primer Encuentro Nacional de Bosques, Recursos Genéticos Forestales y Agroforestería: Evaluación de alternativas silvopastoriles que promuevan la intensificación y recuperación de pasturas degradadas y contribuyan a reducir el impacto ambiental de la actividad ganadera en la amazonía ecuatoriana al segundo año de establecimiento”. *INIAP, Estación Experimental Santa Catalina* [en línea], 2013, (Ecuador) 1, pp. 278-284. [Consulta: 26 de marzo de 2023]. ISBN 978-9942-13-642-8. Disponible en: <https://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/2819>

**GONZÁLEZ, O., CALVETE, S., SANTINI, L.; & RÍOS DE ÀLVARES, L.** “Efecto de la presencia de sombra en áreas de pastoreo de ovinos. Selección de especies forrajeras”. *Pastos y Forrajes* [en línea], 2017, (Venezuela) 40, pp. 65-72. [Consulta: 29 de marzo de 2023]. ISSN 2078-8452. Disponible en:

<https://payfo.ihatuey.cu/index.php?journal=pasto&page=article&op=view&path%5B%5D=1933>

**ESCOBAR VARGAS, I.; et al.** “Investigación agropecuaria para el cambio de la matriz productiva”. *Revista eumednet* [en línea], 2016, (Ecuador) 1, pp. 1-10. [Consulta: 01 de abril de 2023]. ISSN 1696-8352. Disponible en: <https://www.eumed.net/coursecon/ecolat/ec/2015/matriz-productiva.html>

**FAO.** “Huertos y otras actividades productivas”. *Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO)* [en línea], 2012, (USA) 1 . p. 1. [Consulta: 03 de abril de 2023] Disponible en: <https://www.fao.org/3/ah647s/AH647S07.html>.

**FERNANDES, F.; et al.** “Forage yield and nutritive value of Panicum maximum genotypes in the Brazilian savannah”. *Rev. Animal Science and Pastures* [en línea], 2014, (Brasil) 71(1), pp. 23-29. [Consulta: 03 de abril de 2023] Disponible en: <https://www.scielo.br/j/sa/a/Nnz6bbKcvKdsVNsfsqsthXmx/>

**FISHER, M.; et al.,** “Carbon storage by introduced deep-rooted grasses in the South American savannas”. *Rev. Springer Nature Limited* [en línea], 1994, (Colombia) 371(1), pp. 236–238. [Consulta: 03 de abril de 2023] Disponible en: <https://doi.org/10.1038/371236a0>

**GADPO.** “Plan de desarrollo y ordenamiento territorial de la Provincia de Orellana 2015-2019”. *Gobierno Autonomo Descentralizado de la Provincia de Orellana* [en línea]. Orellana – Ecuador, 2022. [Consulta: 05 de abril de 2023] Disponible en: <https://www.orellana.gob.ec/docs/PDYOT%20/PDYOT%20DOC.pdf>

**GARCIA, R.; et al.** *Sistemas silvipastoris na região sudeste. Sistemas agroflorestais pecuários: opções de sustentabilidade para áreas tropicais e subtropicais.* [blog]. Brasil: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2001, pp. 173-187. [Consulta: 10 de abril de 2023] Disponible en: <http://saf.cnpqc.embrapa.br/publicacoes/22.pdf>



**GOMIDE, C.; et al.** “Effect of shade on the chemical composition and in vitro digestibility of *Brachiaria decumbens* grass”. *Journal of Agriculture and Food Research* [en línea], 2018, (Brasil) 30, pp. 160-170. [Consulta: 20 de abril de 2023] Disponible en: <https://doi.org/10.1111/gfs.12395>

**GONZÁLEZ, Raúl; et al.** *Manual de pastos tropicales para la amazonía ecuatoriana. Estación Experimental Napo Payamino, Programa de Ganadería Bovina y Pastos INIAP* [en línea]. Ecuador, 1997. [Consulta: 20 de abril de 2023]. Disponible en: <https://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/2432>

**GUARIGUATA, M.; et al.** *Reciclaje de nutrientes. Ecología y conservación de bosques neotropicales. (GTZ)*. [en línea]. Costa Rica: Editoriales Universitarias de America Latina y el Canbe (EULAC) & la Agencia de Cooperación Técnica Alemana, 2022. [Consulta: 20 de abril de 2023]. Disponible en: [https://faculty.lsu.edu/kharms/files/harms\\_2002.pdf](https://faculty.lsu.edu/kharms/files/harms_2002.pdf)

**GUEVARA VÁSQUEZ, Sixto.** *Estimación de la radiación solar*. [en línea] Perú: Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente, 2003. [Consulta: 20 de abril de 2023] Disponible en: <http://www.ingenieroambiental.com/4014/xxii.pdf>

**HERNÁNDEZ, R.; et al.** *Metodología de la investigación* [en línea]. México D.F: 6ta Edición Sampieri McGraw Hill, 2016. [Consulta: 21 de abril de 2023]. Disponible en: <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>

**JÁCOME, L.; & RAMÍREZ, M.** “Incidencia del sombreado, biorreguladores y bioestimulante en el desarrollo y rendimiento del pasto Mombaza (*Panicum maximum* Jacq)”. *Rev. De La Facultad De Agronomía De La Universidad Del Zulia* [en línea], 2021, (Venezuela) 38, pp. 382-403. [Consulta: 25 de abril de 2023]. ISSN 2477-9407. Disponible en: <https://www.produccioncientificaluz.org/index.php/agronomia/article/view/35505>

**LIMA, M.; et al.** “Productivity and nutritive value of *Brachiaria decumbens* and performance of dairy heifers in a long-term silvopastoral system”. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* [en línea], 2017 (Brasil) 52, pp. 160-170 [Consulta: 02 de mayo de 2023] Disponible en: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/194459/1/2019-011.pdf>

**LABORATORIO, Labsu.** *Métodos Análíticos y Control de Calidad*. Ecuador: Laboratorio Labsus, 2015. p. 152.

**LARRIPA, M.** “Estudio de la masa arbórea y su influencia en la sustentabilidad de los sistemas lecheros”. *Rev. Americana de Empreendedorismo e Inovação* [en línea], 2021, (Argentina) 3(3), pp. 1-12. [Consulta: 04 de mayo de 2023]. SSN 2674-7170. Disponible en: <https://doi.org/10.33871/26747170.2021.3.3.4129>

**LEÓN, Morillo.** Aspectos de la fisiología de beta vulgaris en condiciones de siembra otoñal. Sevilla [En línea] (Trabajo de titulación). (Pregrado) Universidad de Sevilla, España. 2016. p. 326. [Consulta: 06 de mayo de 2023] Disponible en: <https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/39162/TesisAranchaDef.pdf?sequence=4&isAllowed=y>

**LEÓN, R.; et al.** *Pastos y forrajes del Ecuador: siembra y producción de pasturas*. [en línea]. 1ra edición. Cuenca-Ecuador: Universidad Politécnica Salesiana, 2018. [Consulta: 10 de mayo de 2023]. Disponible en: <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/19019>

**LÓPEZ, O.; et al.** “Los sistemas silvopastoriles como alternativa para la producción animal sostenible en el contexto actual de la ganadería tropical”. *Pastos y forrajes* [en línea], 2017, (Cuba) 40(2), pp. 83-95. [Consulta: 10 de mayo de 2023]. ISSN 2078-8452. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0864-03942017000200001](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03942017000200001)

**LORENZO, P.** “El cultivo de invernaderos y su relación con el clima”. *Cuadernos de estudios agroalimentarios (CEA)*. [en línea], 2012, (España), p. 23-44. [Consulta: 20 de mayo de 2023]. ISSN 2173-7568. Disponible en: <https://www.publicacionescajamar.es/publicacionescajamar/public/pdf/publicaciones-periodicas/cuadernos-de-estudios-agroalimentarios-cea/3/3-536.pdf>

**MORA, José.** Efectos de aplicación de fitohormonas sobre el crecimiento y rendimiento de forraje del pasto Dallis (*Brachiaria decumbens*), en la zona de Febres-Cordero, provincia de Los Ríos. Babahoyo [En línea] (Trabajo de titulación). (Pregrado) Universidad Técnica de Babahoyo, Ecuador, Babahoyo. 2013. p. 72. [Consulta: 21 de mayo de 2023] Disponible en: <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/210>

**MURGUEITIO, R.** “Investigación participativa en sistemas silvopastoriles integrados: La experiencia de CIPAV”. *Rev. de Agroecología* [en línea], 2003, (Colombia) 16(4), p. 4. [Consulta: 29 de mayo de 2023]. Disponible en: <https://www.leisa-al.org/web/index.php/volumen-16-numero-4/2341-investigacion-participativa-en-sistemas-silvopastoriles-integrados-la-experiencia-de-cipav-en-colombia>

**NAVAS, Alexander.** “Importancia de los sistemas silvopastoriles en la reducción del estrés calórico en sistemas de producción ganadera tropical”. *Rev. de Medicina Veterinaria*. [en línea], 2010, (Colombia) 19, pp. 1-3. [Consulta: 01 de junio de 2023]. ISSN 2389-8526. Disponible en: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0122-93542010000100010](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0122-93542010000100010)

**NIETO, Carlos; et al.** *Análisis reflexivo sobre el desarrollo agropecuario sostenible en la Amazonía Ecuatoriana*. [en línea] 1era Edición, Ecuador: INAP Estación Experimental Central Amazónica, 2012. [Consulta: 02 de junio de 2023] Disponible en: <https://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/3791>

**OBISPO, N.; et al.** “Efecto del sombreado sobre la producción y calidad del pasto guinea (*Panicum maximum*) en un sistema silvopastoril”. *Rev. Zootecnia tropical*. [en línea], 2008, (Venezuela) 26, pp. 285-288. [Consulta: 02 de junio de 2023]. ISSN 0798-7269. Disponible en: [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0798-72692008000300027](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-72692008000300027)

**YUSEIKA OLIVERA, R.** “Evaluación de accesiones de *Brachiaria brizantha* en suelos ácidos. Época de máximas precipitaciones”. *Pastos y Forrajes* [en línea], 2007, (España) 30(3), pp. 303-313. [Consulta: 15 de marzo de 2023]. ISSN 0864-0394. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0864-03942007000300002](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03942007000300002)

**ORTIZ, A.** “Seguimiento de la radiación absorbida por la vegetación (APAR) en áreas de pasturas permanentes”. *Revista INIA* [en línea], 2016, (España) pp. 53-54. [Consulta: 03 de junio de 2023]. Disponible en: <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/5793/1/Rev.INIA-2016-No45-p.53-54.pdf>

**ORTÍZ, Iombo.** Evaluación de la disponibilidad de biomasa y capacidad de rebrote de leñosas forrajeras en potreros del trópico seco de Nicaragua [En línea] (Trabajo de titulación). (Posgrado) Programa Agroambiental Mesoamericano (MAP), Costa Rica, Turrialba. 2012. p. 87. [Consulta: 04 de junio de 2023] Disponible en: <https://repositorio.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/8031/252.pdf?sequence=2&isAllowed=y>

**PENTÓN, Gertrudis.** “Tolerancia del *Panicum Maximum* CV. Likoni a la sombra en condiciones controladas”. *Pastos y Forrajes* [en línea], 2000, (Cuba) 23(1), pp. 1-5. [Consulta: 05 de junio de 2023]. ISSN 2078-8452. Disponible en: <https://payfo.ihatuey.cu/index.php?journal=pasto&page=article&op=view&path%5B%5D=960>

**RÍOS, S.; & BENÍTEZ, D.** “Análisis del funcionamiento económico productivo de los sistemas de producción cárnica bovina en la Amazonía Ecuatoriana”. *Archivos de zootecnia* [en línea], 2015, (España) 64, pp. 409-416. [Consulta: 06 de junio de 2023]. ISSN 0004-0592. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/495/49543393015.pdf>

**ROMERO, Gerlver; et al.** “Efecto del faique (*Acacia macracantha*) sobre el valor nutricional del pasto guinea (*Panicum maximum* Jacq.) en un sistema silvopastoril”. *Rev. de Investigaciones Veterinarias del Perú* [en línea], 2020, (Perú) 31, p. 9. [Consulta: 06 de junio de 2023]. ISSN 1609-9117. Disponible en: [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1609-91172020000100003&script=sci\\_abstract](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1609-91172020000100003&script=sci_abstract)

**SOTELO, Mauricio; et al.** *Sistemas sostenibles de producción ganadera en el contexto amazónico Sistemas silvopastoriles: ¿una opción viable?* [en línea]. Colombia: Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), 2017. [Consulta: 07 de junio de 2023]. Disponible en: <https://cgspace.cgiar.org/handle/10568/89088>

**SHELTON, H.; & STUR, W.** “The effect of shade on forage quality. Forages for plantation crops”. *Australian Centre for International Agricultural Research* [en línea], 2009, (Indonesia) 1, pp. 83-88. [Consulta: 08 de junio de 2023] ISBN I 863200320 Disponible en: [https://www.aciar.gov.au/sites/default/files/legacy/node/304/pr32\\_pdf\\_12899.pdf](https://www.aciar.gov.au/sites/default/files/legacy/node/304/pr32_pdf_12899.pdf)

**TOALA, Jeniffer; et al.** “¿Qué método aplicar para el control de humedad en fincas dedicadas a la agricultura en el oriente ecuatoriano?”. *Rev. Domino de las Ciencias*. [en línea], 2021, (Ecuador) 7(1), pp. 1167-1181. [Consulta: 09 de junio de 2023] ISSN: 2477-8818 Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8383912>

**VALLES , B., CASTILLO, E.; & BERNA, H.** “Rendimiento y degradabilidad ruminal de materia seca y energía de diez pastos tropicales cosechados a cuatro edades”. *Rev. Mexicana de Ciencias Pecuarias* [en línea], 2016, (México) 7(1), pp.141-158. [Consulta: 10 de junio de 2023]. ISSN 2448-6698. Disponible en: [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-11242016000200141](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-11242016000200141)

**VILLANUEVA, Cristóbal; et al.** “Árboles dispersos en potreros de fincas ganaderas en un ecosistema seco de Costa Rica”. *Agroforestería en las Américas* [en línea], 2006, (Costa Rica) 10, pp. 12-20. [Consulta: 11 de junio de 2023]. ISSN 1022-7482. Disponible en: <https://www.biopasos.com/documentos/081.pdf>

**VILLALOBOS, Luis; et. al.** “Producción de biomasa y costos de producción de pastos estrella africana (*Cynodon nlemfuensis*), kikuyo (*Kikuyuocloa clandestina*) y ryegrass perenne (*Lolium perenne*) en lecherías de Costa Rica”. *Rev. Agronomía Costarricense*. [en línea], 2013, (Costa Rica) 37(1), pp. 91-103. [Consulta: 12 de junio de 2023]. ISSN 0377-9424. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=43630132008>

**VINUEZA, Bryan.** Composición química de residuos agroindustriales del maíz (*Zea mays*)(Cáscara, Pelusa, Tusa y Panca) utilizados en la alimentación de rumiantes [En línea] (Trabajo de titulación). (Pregrado) Universidad Técnica Estatal De Quevedo, Ecuador. 2020. p. 59. [Consulta: 13 de junio de 2023]. Disponible en: <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/5324/1/T-UTEQ-0096.pdf>

**WILSON, J.; et al.** “Adaptation to water stress of the leaf water relations of four tropical forage species”. *Australian Journal of Plant Physiology* [en línea], 1980, (Australia) 7(1), pp. 207-220. [Consulta: 16 de junio de 2023] Disponible en: DOI:10.1071/PP9800207

Cristian Tenelanda.S  
30-06-2023 .



## ANEXOS

### ANEXO A: ANÁLISIS ESTADÍSTICO PARA LA VARIABLE DEPENDIENTE ALTURA CM/M<sup>2</sup> TOTAL DEL PASTO DALLIS (*Brachiaria decumbens*).

Model Information	
Conjunto de datos	WORK.CVCV
Variable dependiente	Altura
Estructura de covarianza	Variance Componentes
Método de estimación	REML
Método de varianza	Parámetro residual
Residual	Basado en el modelo
Efectos fijos	Método SE
Método de grados de libertad	Between-Within

Información de nivel de clase		
Class	Levels	Values
Tratamiento	3	C T1 T2
Sistema	2	Con Sombra Sin sombra
Periodo	3	15 30 45
B1	3	1 2 3

Dimensions	
Parámetros de covarianza	1
Columnas en X	6
Columnas en Z	0
Asuntos	144
Obs máx por asunto	1
Observaciones utilizadas	135
Observaciones no utilizad	9
Observaciones totales	144

### Iteration History

Iteration	Evaluations	-2 Res Log Like	Criterion
0	1	895.72757057	
1	1	895.72757057	0.00000000

Se ha cumplido el criterio de convergencia.

### Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	Num DF	Den DF	F-Valor	Pr > F
Tratamiento	2	131	25.04	<.0001
Sistema	1	131	74.71	<.0001

### Least Squares Means

Effect	Tratamiento	Sistema	Error Estimador	estándar	DF	Valor t	Pr >  t
Tratamiento	C		58.2284	2.4173	131	24.09	<.0001
Tratamiento	T1		44.7496	0.9534	131	46.94	<.0001
Tratamiento	T2		40.7317	0.8257	131	49.33	<.0001
Sistema		Con Sombra	42.5083	1.2146	131	35.00	<.0001
Sistema		Sin sombra	53.2982	0.9777	131	54.52	<.0001

**ANEXO B: ANÁLISIS ESTADÍSTICO PARA LA VARIABLE DEPENDIENTE H/T  
% TOTAL DEL PASTO DALLIS (*Brachiaria decumbens*).**

Model Information	
Conj. datos	WORK.SSSS
Variable dependiente	TH
Estructura de covarianza	Variance Components
Método de estimación	REML
Método de varianza	Parámetro
Método SE	Basado en el modelo
Método de grados de libertad	Between-Within

Información de nivel de clase		
Class	Levels	Values
Tratamiento	3	C T1 T2
Sistema	2	Con Sombra Sin sombra
Periodo	3	15 30 45
B1	3	1 2 3

Dimensions	
Parámetros de covarianza	1
Columnas en X	6
Columnas en Z	0
Asuntos	144
Obs máx por asunto	1
Observaciones utilizadas	135
Observaciones no utilizad	9
Observaciones totales	144

Iteration History			
Iteration	Evaluations	-2 Res Log Like	Criterion
0	1	814.78839817	
1	1	814.78839817	0.00000000

Se ha cumplido el criterio de convergencia.



Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	Num DF	Den DF	F-Valor	Pr > F
Tratamiento	2	131	1.23	0.2951
Sistema	1	131	19.80	<.0001

Least Squares Means

Effect	Tratamiento	Sistema	Error Estimador	estándar	DF	Valor t	Pr >  t
Tratamiento	C		44.0307	1.7749	131	24.81	<.0001
Tratamiento	T1		44.5161	0.7000	131	63.59	<.0001
Tratamiento	T2		43.0728	0.6062	131	71.05	<.0001
Sistema		Con Sombra	41.8339	0.8918	131	46.91	<.0001
Sistema		Sin sombra	45.9125	0.7178	131	63.96	<.0001

**ANEXO C: ANÁLISIS ESTADÍSTICO PARA LA VARIABLE DEPENDIENTE MS/KG/HA<sup>1</sup> TOTAL DEL PASTO DALLIS (*Brachiaria decumbens*).**

Model Information	
Conj. datos	WORK.DFDFDF
Variable dependiente	MS
Estructura de covarianza	Variance Components
Método de estimación	REML
Método de varianza del residual	Parámetro
Método SE de efectos fijos	Basado en el modelo
Método de grados de libertad	Contención

Información de nivel de clase		
Class	Levels	Values
Tratamiento	3	C T1 T2
Sistema	2	Con Sombra Sin sombra
Periodo	2	Final Inicio
Bloques	3	1 2 3

Dimensions	
Parámetros de covarianza	2
Columnas en X	6
Columnas en Z	3
Asuntos	1
Obs máx por asunto	28
Observaciones utilizadas	18
Observaciones no utilizad	10
Observaciones totales	28

Iteration History			
Iteration	Evaluations	-2 Res Log Like	Criterion
0	1	37.36168451	
1	2	37.36176007	0.00001293
2	1	37.36168452	0.00000000

Se ha cumplido el criterio de convergencia.

Type 3 Tests of Fixed Effects				
Effect	Num DF	Den DF	F-Valor	Pr > F
Tratamiento	2	12	2.73	0.1055
Sistema	1	12	24.09	0.0004

Least Squares Means							
Effect	Tratamiento	Sistema	Error		DF	Valor t	Pr >  t
			Estimador	estándar			
Tratamiento	C		94.9200	0.2934	12	323.50	<.0001
Tratamiento	T1		94.0052	0.2934	12	320.39	<.0001
Tratamiento	T2		94.7401	0.2934	12	322.89	<.0001
Sistema		Con Sombra	95.3866	0.2396	12	398.16	<.0001
Sistema		Sin sombra	93.7236	0.2396	12	391.21	<.0001

**ANEXO D: ANÁLISIS ESTADÍSTICO PARA LA VARIABLE DEPENDIENTE CB  
% DEL PASTO DALLIS (*Brachiaria Decumbens*).**

Model Information	
Conj. datos	WORK.SDS
Variable dependiente	CB
Estructura de covarianza	Variance Components
Método de estimación	REML
Método de varianza del residual	Parámetro
Método SE de efectos fijos	Basado en el modelo
Método de grados de libertad	Between-Within

Información de nivel de clase		
Class	Levels	Values
Tratamiento	3	C T1 T2
Sistema	2	Con Sombra Sin sombra
Periodo	3	15 30 45
B1	3	1 2 3

Dimensions	
Parámetros de covarianza	1
Columnas en X	6
Columnas en Z	0
Asuntos	144
Obs máx por asunto	1
Observaciones utilizadas	135
Observaciones no utilizad	9
Observaciones totales	144

Iteration History			
Iteration	Evaluations	-2 Res Log Like	Criterion
0	1	1001.65881964	
1	1	1001.65881964	0.00000000

Se ha cumplido el criterio de convergencia.

Type 3 Tests of Fixed Effects				
Effect	Num DF	Den DF	F-Valor	Pr > F
Tratamiento	2	131	5.00	0.0081
Sistema	1	131	302.23	<.0001

Least Squares Means							
Effect	Tratamiento	Sistema	Error Estimador	estándar	DF	Valor t	Pr >  t
Tratamiento	C		53.2817	3.6218	131	14.71	<.0001
Tratamiento	T1		43.4952	1.4285	131	30.45	<.0001
Tratamiento	T2		41.3322	1.2371	131	33.41	<.0001
Sistema		Con Sombra	29.7792	1.8198	131	16.36	<.0001
Sistema		Sin sombra	62.2935	1.4648	131	42.53	<.0001

**ANEXO E: ANÁLISIS ESTADÍSTICO PARA LA VARIABLE DEPENDIENTE PB  
KG/HA<sup>1</sup> TOTAL DEL PASTO DALLIS (*Brachiaria Decumbens*).**

Model Information	
Conj. datos	WORK.FSDDDFD
Variable dependiente	PB
Estructura de covarianza	Variance Components
Método de estimación	REML
Método de varianza el residual	Parámetro
Método SE de efectos fijos	Basado en el modelo
Método de grados de libertad	Contención

Información de nivel de clase		
Class	Levels	Values
Tratamiento	3	C T1 T2
Sistema	2	Con Sombra Sin sombra
Periodo	2	Final Inicio
Bloques	3	1 2 3

Dimensions	
Parámetros de covarianza	2
Columnas en X	6
Columnas en Z	3
Asuntos	1
Obs máx por asunto	28
Observaciones utilizadas	18
Observaciones no utilizad	10
Observaciones totales	28

Iteration History			
Iteration	Evaluations	-2 Res Log Like	Criterion
0	1	4.57842138	
1	1	3.51380114	0.00000000

Se ha cumplido el criterio de convergencia.

Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	Num DF	Den DF	F-Valor	Pr > F
Tratamiento	2	12	0.28	0.7590
Sistema	1	12	2.00	0.1824

Effect	Tratamiento	Sistema	Estimador	estándar	DF	Valor t	Pr >  t
Tratamiento	C		4.1033	0.1022	12	40.15	<.0001
Tratamiento	T1		4.0300	0.1022	12	39.43	<.0001
Tratamiento	T2		4.0267	0.1022	12	39.40	<.0001
Sistema		Con Sombra	3.9867	0.09070	12	43.95	<.0001
Sistema		Sin sombra	4.1200	0.09070	12	45.42	<.0001

**ANEXO F: CROQUIS DE CAMPO.**

**Croquis Para El Establecimiento Del Diseño Experimental (Dbca), En Las Tres Fincas Experimentales De La Parroquia La Belleza Ecuador.**

Bloque 1				Bloque 2				Bloque 3			
T2	Cerca mobil 2500 m <sup>2</sup>	Cerca mobil 2500 m <sup>2</sup>	Cerca mobil 2500 m <sup>2</sup>	T3	Cerca convencional 10000 m <sup>2</sup>			T1	Cerca fija 3.333,33 m <sup>2</sup>	Cerca fija 3.333,33 m <sup>2</sup>	Cerca fija 3.333,33 m <sup>2</sup>
T1	Cerca fija 3.333,33 m <sup>2</sup>	Cerca fija 3.333,33 m <sup>2</sup>	Cerca fija 3.333,33 m <sup>2</sup>	T2	Cerca mobil 2500 m <sup>2</sup>	Cerca mobil 2500 m <sup>2</sup>	Cerca mobil 2500 m <sup>2</sup>	T3	Cerca convencional 10000 m <sup>2</sup>		
T3	Cerca convencional 10000 m <sup>2</sup>			T1	Cerca fija 3.333,33 m <sup>2</sup>	Cerca fija 3.333,33 m <sup>2</sup>	Cerca fija 3.333,33 m <sup>2</sup>	T2	Cerca mobil 2500 m <sup>2</sup>	Cerca mobil 2500 m <sup>2</sup>	Cerca mobil 2500 m <sup>2</sup>



**ANEXO G: REPLANTEO DEL EXPERIMENTO EN LAS TRES FINCAS EXPERIMENTALES.**

**Selección del terreno con Pasto *Brachiaria decumbens* Dallis establecido en la finca 1, 2 y 3 del proyecto de investigación (Sistema de producción agrosilvopastoril con enfoque turístico en la estación experimental la belleza de la ESPOCH sede Orellana y su área de influencia).**



**Establecimiento de parcelas por cada una de las fincas, distribución e identificación de tratamientos y repeticiones.**





**ANEXO H: MUESTREO DE SUELO DE LAS TRES FINCAS.**

**Muestreo para análisis de suelo**





**ANEXO I: TOMA DE MUESTRAS PARA ANÁLISIS BROMATOLÓGICO DE CADA UNA DE LAS FINCAS.**

**Recolección de muestras**





## ANEXO J: DETERMINACIÓN DE LA RADIACIÓN SOLAR INSTANTÁNEA.

### Radiación solar instantánea





**ANEXO K: DETERMINACIÓN DE LA TEMPERATURA Y HUMEDAD RELATIVA EN EL ÁREA DE ESTUDIO.**

**Medición de la temperatura y humedad relativa con la estación óptica HOBO en las fincas experimentales.**





**ANEXO L: EVALUACIÓN AGRONÓMICA DEL PASTO (*Brachiaria decumbens*)  
DALLIS.**



ANEXO M: ANÁLISIS DE SUELO EN LAS TRES FINCAS EXPERIMENTALES REALIZADO EN EL INIAP (INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS), ESTACIÓN EXPERIMENTAL CENTRAL DE LA AMAZONÍA.



**INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS**  
**ESTACIÓN EXPERIMENTAL CENTRAL DE LA AMAZONÍA**  
**CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y CAPACITACIÓN**  
**LABORATORIO DE SUELOS**

Vía Sacha - San Carlos, Km 3 de la Parker, Orellana - Ecuador  
 www.iniap.gob.ec - Correo electrónico: centralamazonia@iniap.gob.ec - Teléfono: 063/000002



**INFORME DE ANALISIS DE SUELOS**

DATOS DEL PROPIETARIO				DATOS DE LA PROPIEDAD				DATOS DE LA MUESTRA			
Nombre :	RAUL GONZALEZ	Nombre :	FINCA PRAIRO	Responsable Muestreo :	Cliente	Factura No. :	0				
Dirección :	EL COCA	Provincia :	ORELLANA	Fecha Muestreo :	10/08/2022	Fecha Análisis :	14/10/2022				
Ciudad :	PUERTO FRANCISCO DE ORELLANA	Cantón :	FCO. DE ORELLANA	Fecha Ingreso :	17/08/2022	Fecha Emisión :	14/10/2022				
Teléfono :	N/E	Parroquia :	LA BELLEZA	Cultivo Actual :	PASTO						
Fax :	N/E	Ubicación :	LA BELLEZA								

N° Laborat.	Identificación del Lote	pH	ppm		mg/100ml			ppm					%	g/cm3														
			NH4	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Fe	Mn			B	Cl	Humedad	Densidad Aparente										
20055	22S714 / M1	5.02	Ac	RC	68.82	A	2.31	B	0.27	M	1.90	B	0.59	B	2.40	B	1.01	B	0.96	B	287.0	A	12.90	M	0.31	B		
20066	22S716 / M2	4.83	MAC	RC	58.55	A	8.54	B	0.10	B	2.60	B	0.84	B	3.19	B	3.31	M	3.08	M	304.1	A	26.04	A	0.29	B		

Interpretación	
NH4, P, K, Ca, Mg, S	pH
Zn, Cu, Fe, Mn, B, Cl	
B = Bajo	M = Medio
A = Alto	

Definiciones	Metodología	Extractante
NH4, P	Colorimétrica	Clasch
K, Ca, Mg	Absorción	Molfrando
Zn, Cu, Fe, Mn	Espectroscópica	pH 6.5
S	Turbidimétrica	Pastor de Ca
B	Colorimétrica	Trisodioacetato
Cl	Mercurimétrica	Hidróxido de sodio
pH	Potenciométrica	Suelto en agua (1:5)

Niveles de Referencia					
NH4	20 - 40	P	10 - 30	K	20 - 40
P	10 - 30	S	10 - 30	Mn	5 - 15
K	0.3 - 0.4	Zn	2.0 - 7.0	B	0.5 - 1.0
Ca	4 - 8	Cu	1.0 - 4.0	Cl	17 - 34

NE = No entregado  
 <LC = Menor al Límite de Cuantificación  
 Los resultados emitidos en este informe, corresponden únicamente a la(s) muestra(s) sometida(s) al ensayo.  
 Se prohíbe la reproducción parcial, si se va a copiar que sea en su totalidad.





**INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS**  
**ESTACIÓN EXPERIMENTAL CENTRAL DE LA AMAZONÍA**  
**CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y CAPACITACIÓN**  
**LABORATORIO DE SUELOS**

Via Sacha - San Carlos, Km 3 de la Parker, Orellana - Ecuador  
 www.iniap.gob.ec - Correo electrónico: centralamazonia@iniap.gob.ec - Teléfono: 063 700000



**INFORME DE ANALISIS DE SUELOS**

DATOS DEL PROPIETARIO			DATOS DE LA PROPIEDAD			DATOS DE LA MUESTRA			
Nombre	: RAJIL GONZALEZ	Nombre	: LUIS PRADO	Informe No.	:	Responsable Muestreo	: Cliente	Factura No.	: 0
Dirección	: EL COCA	Provincia	: ORELLANA	Fecha Muestreo	: 10/08/2022	Fecha Análisis	: 14/10/2022	Fecha Emisión	: 14/10/2022
Ciudad	: PUERTO FRANCISCO DE ORELLANA	Cantón	: FCO. DE ORELLANA	Fecha Ingreso	: 17/08/2022	Cultivo Actual	: PASTO		
Teléfono	: N/E	Parroquia	: LA BELLEZA						
Fax	: N/E	Ubicación	: LA BELLEZA						

N° Laborat.	Identificación	Textura (%)			Clase Textural	mcq/100ml			dS/m	C.E.	M.O.	Σ Bases	Ca	Mg	Ca+Mg	mcq/100g		
		Arena	Limo	Arcilla		Al+H	Al	Na					Mg	K	K		C.I.C.	
20055	22S714 / M1	44	28	28	Franco-Arcilloso					3.96	M	2.76	3.22	M	2.19	B	9.22	B
20066	22S716 / M2	26	32	42	Arcilloso					3.87	M	3.54	3.10	M	8.40	M	34.40	M

Interpretación	
Al+H, A, Na	C.E.
Ad = Adecuada	NS = No Salino
LT = Ligero Toxic	LS = Lig. Salino
T = Tóxico	S = Salino
	MS = Muy Salino

Abreviatura
C.E. Conductividad Eléctrica
M.O. Materia Orgánica
Q.C. Capacidad de Intercambio Cationes

Determinación	Metodología	Extractante
M.O.	Walkley Black	Dicromato de K
C.I.C.		Acetato de Amonio
Na		Cloruro de Bario
Q.C.	Etido de porcelana	Agua

Niveles de Referencia			
Lig. Litico mcq/100mL	Lig. Salino (dSm)	Medio	
Al+H 0.51 - 1.50	C.E. 2.0 - 4.0	Ca/Mg	2.0 - 8.0
Al 0.31 - 1.00		Na/K	2.5 - 10.0
Na 0.5 - 1.0	M.O. 3.1 - 5.0	Ca/Mg/K	12.5 - 50.0

N/E = No entregado

<LC = Menor al Límite de Cuantificación

Los resultados emitidos en este informe, corresponden únicamente a la(s) muestra(s) someti-da(s) al ensayo

Se prohíbe la reproducción parcial, o se va a copiar que sea en su totalidad





**INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS**  
**ESTACIÓN EXPERIMENTAL CENTRAL DE LA AMAZONÍA**  
**CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y CAPACITACIÓN**  
**LABORATORIO DE SUELOS**

Vía Sacha - San Carlos, Km 3 de la Parker, Orellana - Ecuador  
 www.iniap.gob.ec - Correo electrónico: centralamazonia@iniap.gob.ec - Teléfono: 063700000



**INFORME DE ANALISIS DE SUELOS**

DATOS DEL PROPIETARIO		DATOS DE LA PROPIEDAD		DATOS DE LA MUESTRA			
Nombre	: RAUL GONZALEZ	Nombre	: HERALDO ENCARNACION	Responsable Muestreo	: Cliente	Factura No.	: 0
Dirección	: EL COCA	Provincia	: ORELLANA	Fecha Muestreo	: 10/08/2022	Fecha Análisis	: 25/10/2022
Ciudad	: PUERTO FRANCISCO DE ORELLANA	Cantón	: FCO. DE ORELLANA	Fecha Ingreso	: 17/08/2022	Fecha Emisión	: 25/10/2022
Teléfono	: N/E	Parroquia	: LA BELLEZA	Cultivo Actual	: PASTO		
Fax	: N/E	Ubicación	: LA BELLEZA				

N° Laborat.	Identificación del Lote	pH	ppm		meq/100mL			ppm						%	g/cm3
			NH4	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Fe	Mn	B		
20057	22S716 / M1	4.81 <b>MAc RC</b>	77.35 <b>A</b>	2.56 <b>B</b>	0.36 <b>M</b>	3.99 <b>B</b>	0.99 <b>B</b>	2.86 <b>B</b>	2.09 <b>M</b>	3.33 <b>M</b>	316.7 <b>A</b>	51.60 <b>A</b>	0.12 <b>B</b>		
20058	22S717 / M2	4.98 <b>MAc RC</b>	60.72 <b>A</b>	3.07 <b>B</b>	0.13 <b>B</b>	2.18 <b>B</b>	0.60 <b>B</b>	2.59 <b>B</b>	1.36 <b>B</b>	1.15 <b>M</b>	285.0 <b>A</b>	13.83 <b>M</b>	0.47 <b>B</b>		

Interpretación	
NH4, P, K, Ca, Mg, S	pH
Zn, Cu, Fe, Mn, B, Cl	<b>MAc</b> = Muy Ácido <b>N</b> = Neutro <b>Ac</b> = Ácido <b>LA</b> = Lig. Alcalino <b>MAcA</b> = Mod. Ácido <b>MCA</b> = Mod. Alcalino <b>LAc</b> = Lig. Ácido <b>Al</b> = Alcalino <b>Prn</b> = Prac. Neutro <b>RC</b> = Requiere Cal
<b>B</b> = Bajo <b>M</b> = Medio <b>A</b> = Alto	

Elemento	Método	Estado
NH4, P	Colorimétrico	Orsen
K, Ca, Mg	Alcalimetría	Modificado
Zn, Cu, Fe, Mn	Atómica	pH 8.5
S	Turbidimetría	Fosfato de Ca
B	Colorimétrica	Modificado
Cl	Volumétrica	Para Salinidad
pH	Potenciométrico	Suelo: agua (1:2.5)

Niveles de Referencia			
NH4	20 - 40	Mg	1.0 - 7
P	10 - 20	Fe	20 - 40
K	0.2 - 0.4	Mn	5 - 15
Ca	4 - 8	Zn	2.0 - 7.0
		B	0.5 - 1.0
		Cu	1.0 - 4.0
		Cl	1.0 - 24

NE = No entregado  
 <L.C. = Menor al Límite de Cuantificación  
 Los resultados emitidos en este informe, corresponden únicamente a la(s) muestra(s) sometida(s) al ensayo.  
 Se prohíbe la reproducción parcial, si se va a copiar que sea en su totalidad.



**INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS**  
**ESTACIÓN EXPERIMENTAL CENTRAL DE LA AMAZONÍA**  
**CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y CAPACITACIÓN**  
**LABORATORIO DE SUELOS**

Via Sacha - San Carlos, Km 3 de la Parkeo, Orellana - Ecuador  
 www.iniap.gob.ec - Correo electrónico: centralamazonia@iniap.gob.ec - Teléfono: 063700000



**INFORME DE ANALISIS DE SUELOS**

DATOS DEL PROPIETARIO		DATOS DE LA PROPIEDAD		DATOS DE LA MUESTRA			
Nombre :	RAUL GONZALEZ	Nombre :	HERALDO ENCARNACION	Informe No. :		Factura No. :	0
Dirección :	EL COCA	Provincia :	ORELLANA	Responsable Muestreo :	Cliente	Fecha Análisis :	25/10/2022
Ciudad :	PUERTO FRANCISCO DE ORELLANA	Cantón :	FCO. DE ORELLANA	Fecha Muestreo :	10/08/2022	Fecha Emisión :	25/10/2022
Teléfono :	N/E	Parroquia :	LA BELLEZA	Fecha Ingreso :	17/08/2022		
Fax :	N/E	Ubicación :	LA BELLEZA	Cultivo Actual :	PASTO		

N° Laborat.	Identificación	Textura (%)			Clase Textural	meq/100mL			dS/m	C.E.	M.O.	Σ Bases	Ca	Mg	Cat+Mg	meq/100g
		Arena	Limo	Arcilla		Al+H	Al	Na					Mg	K	K	
20057	225716 / M1	30	26	44	Arcilloso						4.95 M	5.34	4.03 M	2.75 M	13.83 M	
20058	225717 / M2	42	26	32	Franco-Arcilloso						4.70 M	2.91	3.63 M	4.62 M	21.38 M	

Interpretación	
Al+H+Na	C.E.
Al = Alto	NS = No Salino
LT = Ligero Tóxico	LS = Lig. Salino
T = Tóxico	S = Salino
	MS = Muy Salino

Abreviaturas	
C.E.	Conductividad Eléctrica
M.O.	Materia Orgánica
C.C.	Capacidad de Intercambio Catiónico

Determinación	Metodología	Electrolito
Al+H	Winkler	Sulfato de K
C.C.		Acetato de Amonio
Na		Cloruro de Berio
C.E.	Electrodo de plata saturado	Agua

Liq. Tóxico meq/100mL	Niveles de Salinidad	
	Liq. Salino (dS/m)	Medio
Al+H	0.51 - 1.50	C.L. 2.0 - 4.0 CaMg 2.0 - 8.0
Al	0.31 - 1.00	Medio (%) MgK 3.5 - 10.0
Na	0.5 - 1.0	M.O. 3.1 - 5.0 (Ca-Mg/K) 125 - 35.0

NE = No entregado  
 <LC = Menor al Límite de Cuantificación  
 Los resultados emitidos en este informe, corresponden únicamente a la(s) muestra(s) sometida(s) al ensayo.  
 Se prohíbe la reproducción parcial, si se va a copiar que sea en su totalidad



**INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS**  
**ESTACIÓN EXPERIMENTAL CENTRAL DE LA AMAZONÍA**  
**CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y CAPACITACIÓN**  
**LABORATORIO DE SUELOS**

Via Sacha - San Carlos, Km 3 de la Parker, Orellana - Ecuador  
 www.iniap.gob.ec - Correo electrónico: centralamazonia@iniap.gob.ec - Teléfono: 063700000



**INFORME DE ANALISIS DE SUELOS**

DATOS DEL PROPIETARIO		DATOS DE LA PROPIEDAD		DATOS DE LA MUESTRA			
<b>Nombre</b> :	RAUL GONZALEZ	<b>Nombre</b> :	JOSE CUENCA	<b>Responsable Muestreo</b> :	Cliente	<b>Factura No.</b> :	0
<b>Dirección</b> :	EL COCA	<b>Provincia</b> :	ORELLANA	<b>Fecha Muestreo</b> :	10/08/2022	<b>Fecha Análisis</b> :	25/10/2022
<b>Ciudad</b> :	PUERTO FRANCISCO DE ORELLANA	<b>Cantón</b> :	FCO. DE ORELLANA	<b>Fecha Ingreso</b> :	17/08/2022	<b>Fecha Emisión</b> :	25/10/2022
<b>Teléfono</b> :	NI/E	<b>Parroquia</b> :	LA BELLEZA	<b>Cultivo Actual</b> :	PASTO		
<b>Fax</b> :	NI/E	<b>Ubicación</b> :	LA BELLEZA				

N° Laborat.	Identificación del Lote	pH	ppm			meq/100mL			ppm							%	g/cm3
			NH <sub>4</sub>	P		K	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Fe	Mn	B	Cl		
20059	23S718 / M1	4.92 <b>MAc</b> <b>RC</b>	96.88 <b>A</b>	6.07 <b>B</b>		0.14 <b>B</b>	3.57 <b>B</b>	0.95 <b>B</b>	2.43 <b>B</b>	1.66 <b>B</b>	1.68 <b>M</b>	329.2 <b>A</b>	17.33 <b>A</b>	0.40 <b>B</b>			
20060	23S719 / M2	4.81 <b>MAc</b> <b>RC</b>	80.70 <b>A</b>	4.14 <b>B</b>		0.18 <b>B</b>	1.78 <b>B</b>	0.69 <b>B</b>	2.03 <b>B</b>	1.50 <b>B</b>	1.11 <b>M</b>	297.9 <b>A</b>	15.86 <b>A</b>	0.32 <b>B</b>			

Interpretación	
NH <sub>4</sub> , P, K, Ca, Mg, S	pH
Zn, Cu, Fe, Mn, B, Cl	
B = Bajo	M = Medio
A = Alto	
MAc = Muy Acido	A = Acido
M = Medio	LA = Lig. Acido
	PN = Prac. Neutro
	N = Neutro
	LC = Lig. Alcalino
	MO = Mod. Alcalino
	AL = Alcalino
	RC = Requiere Cal

Definición	Método	Equivalente
NH <sub>4</sub> , P	Colorimétrico	Orten
K, Ca, Mg	Aboración	Modificado
Zn, Cu, Fe, Mn	Atómica	pH 8.5
S	Turbidimétrico	Fosfato de Co
B	Colorimétrico	Manabaco
Cl	Volumétrico	Papa Secada
pH	Potenciométrico	Sudo, agua (1:2.5)

Niveles de Referencia			
NH <sub>4</sub>	20 - 40	Mg	1.0 - 2
P	10 - 20	S	10 - 20
K	0.2 - 0.4	Zn	2.0 - 7.0
Ca	4 - 8	Cu	1.0 - 4.0
		Cl	17 - 34
		Mn	5 - 15
		B	0.5 - 1.0

NI/E = No entregado

<LC = Menor al Límite de Cuantificación

Los resultados emitidos en este informe, corresponden únicamente a la(s) muestra(s) sometida(s) al ensayo

Se prohíbe la reproducción parcial, si se va a copiar que sea en su totalidad



**INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS**  
**ESTACIÓN EXPERIMENTAL CENTRAL DE LA AMAZONÍA**  
**CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y CAPACITACIÓN**  
**LABORATORIO DE SUELOS**

Vía Sacha - San Carlos, Km 3 de la Parkeo, Orellana - Ecuador  
 www.iniap.gob.ec - Correo electrónico: centralamazonia@iniap.gob.ec - Teléfono: 063700000



**INFORME DE ANALISIS DE SUELOS**

DATOS DEL PROPIETARIO		DATOS DE LA PROPIEDAD		DATOS DE LA MUESTRA			
<b>Nombre</b> :	RAUL GONZALEZ	<b>Nombre</b> :	JOSE CUENCA	<b>Informe No.</b> :		<b>Factura No.</b> :	0
<b>Dirección</b> :	FL COCA	<b>Provincia</b> :	ORELLANA	<b>Responsable Muestreo</b> :	Clicio	<b>Fecha Análisis</b> :	25/10/2022
<b>Ciudad</b> :	PUERTO FRANCISCO DE ORELLANA	<b>Cantón</b> :	FCO. DE ORELLANA	<b>Fecha Muestreo</b> :	10/08/2022	<b>Fecha Emisión</b> :	25/10/2022
<b>Teléfono</b> :	N/E	<b>Parroquia</b> :	LA BELLEZA	<b>Fecha Ingreso</b> :	17/08/2022		
<b>Fax</b> :	N/E	<b>Ubicación</b> :	LA BELLEZA	<b>Cultivo Actual</b> :	PASTO		

N° Laborat.	Identificación	Textura (%)			Clase Textural	msq/100mL			dSm	C.E.		M.O.	Σ Bases	Ca	Mg	Ca+Mg	C.I.C	
		Arena	Limo	Arcilla		Al+H	Al	Na		Mg	K			K	meq/100g			
20059	23S718 / M1	38	30	32	Franco-Arcilloso					5.22	A	4.68	3.76	M	6.79	M	32.29	M
20060	23S719 / M2	44	28	28	Franco-Arcilloso					5.06	A	2.65	2.58	M	3.83	M	13.72	M

Interpretación	
Al+H, Al, Na	C.E.
Ad = Aldeado	NS = No Salino
LT = Ligero tóxico	LS = Lig. Salino
T = Tóxico	S = Salino
	MS = Muy Salino

Abreviaturas	
C.E.	Conductividad Eléctrica
M.O.	Materia Orgánica
QC	Capacidad de Intercambio Catiónico

Determinación	Metodología	Extractivo
M.O.	Walkley Black	Dicromato de K
C.I.C		Acetato de Amonio
Na		Cloruro de Bario
C.E.	Estudio de pasto saturado	Agua

Niveles de Referencia		
Liq. Tóxico (meq/100mL)	Liq. Salino (dSm)	Medio
Al+H 0.51 - 1.50	C.E. 2.0 - 4.0	Ca/Mg 2.0 - 8.0
Al 0.31 - 1.00	Medio (S)	Mg/K 2.5 - 10.0
Na 0.5 - 1.0	M.O. 3.1 - 5.0	(Ca+Mg)/K 12.5 - 50.0

N/E = No entregado  
 <LC = Menor al Límite de Cuantificación  
 Los resultados emitidos en este informe, corresponden únicamente a la(s) muestra(s) sometida(s) al ensayo.  
 Se prohíbe la reproducción parcial, si se va a copiar que sea en su totalidad



# ANEXO N: ANÁLISIS BROMATOLÓGICO DEL PASTO DALLIS REALIZADO EN LABORATORIO LABSU ORELLANA ECUADOR.

	<b>ANÁLISIS BROMATOLÓGICO</b>	Laboratorio de ensayo acreditado por el SAE con acreditación N° SAR LEN 07-003
	Informe de Ensayo	
	N°: 153 061	

Coca, 14 de abril de 2023.

## 1.- INFORMACIÓN PROPORCIONADA POR EL CLIENTE

Solicitado por: Sr. Jairo Zambrano/ Sr. Alex Montano

Dirección: Pítopago La Befesa - El Coca

Fecha de toma de muestra: 2 023/03/15 Hora: 06:00

Responsable: Sr. Jhonn Yanderman/ Sr. Alex Montano

Identificación de la muestra: Pasta dala proveniente de la comunidad El Higuerón - pítopago La Befesa. Cód. R1 -T1, R1 -T2, R1 -T3, muestra inicial tomada bajo estufa

## 2.- INFORMACIÓN DEL LABORATORIO

Fecha ingreso al Laboratorio: 2 023/03/03 Hora: 16:00

Condiciones Ambientales de Análisis T. Máx: 26,5°C

Fecha del análisis: 2 023/03/03 a 2 023/03/14

T. Mín: 21,7°C

Código de Labja: b 5 198 SPS: 23 - 0 829

## 2.1.- PARÁMETROS, MÉTODO / REFERENCIA:

Ítem	Análisis solicitados	Método de Referencia Normalizado/ PEE - LABSU	Unidad	Código			
				b 5 198			
				R1 -T1	R1 -T2	R1 -T3	
1	Fibra	Gravimétrica/ PEE-LABSU	%	23,79	23,36	24,22	
2	Proteína	Gravimétrica/ PEE-LABSU	%	6,38	6,32	6,29	
3	Grasa	Gravimétrica/ PEE-LABSU	%	3,10	4,19	4,33	
5	Extracto libre de nitrógeno	Calculo	%	46,50	37,82	38,40	
6	Macrominerales	Calcio	SM 3030 B, 3111 B/ PEE-LABSU-06/20	mg/Kg	154,642		
		Magnesio	SM 3030 B, 3111 B/ PEE-LABSU-06/31		43,271		
		Potasio	SM 3040 B/ PEE-LABSU-06/33		458,916		
		Fósforo	SM 3040 B/ PEE-LABSU-73		9,357		
		Sodio	SM 3030 B, 3111 B/ PEE-LABSU-06/39		278,985		
7	Macrominerales	Cobalto	SM 3030 B, 3111 B/ PEE-LABSU-06/26	mg/Kg	5,677		
		Hierro	SM 3030 B, 3111 B/ PEE-LABSU-06/27		52,998		
		Manganeso	SM 3030 B, 3111 B/ PEE-LABSU-06/28		126,927		
		Zinc	SM 3030 B, 3111 B/ PEE-LABSU-06/29		40,444		
8	Sustancia orgánica	Gravimétrica/ PEE-LABSU-66	%	20,43	20,85	20,23	
9	Cenizas	Gravimétrica/ PEE-LABSU	%	20,41	8,11	6,81	
10	Carbono	Gravimétrica/ PEE-LABSU	%	11,85	12,89	11,67	
11	Nitrógeno	KJELDAHL, EPA 351.2/ PEE-LABSU-71	%	1,02	1,04	1,01	

	<b>ANÁLISIS BROMATOLÓGICO</b>	Laboratorio de ensayo acreditado por el SAE con acreditación N° SAIS LIEN 07-003
	Informe de Ensayo	
	N°: 153 061	

**2.2.- COMENTARIOS Y OBSERVACIONES**

- El laboratorio no se responsabiliza por la información proporcionada por el cliente
- El informe sólo afecta a la muestra recibida a ensayo conforme lo solicitado por el cliente

**3.- RESPONSABLE DEL INFORME:**



Ing. Viviana Lara Villegas  
**DIRECCIÓN GENERAL**  
**AUTORIZADO**



Coca, 14 de abril de 2023

**1.- INFORMACIÓN PROPORCIONADA POR EL CLIENTE**

Solicitado por: Sr. Jhon Zambrano / Sr. Alex Montero.

Dirección: Parroquia La Belleza - El Caura.

Fecha de toma de muestra: 2023/01/15 Hora: 12:00

Responsable: Sr. Jhon Zambrano / Sr. Alex Montero.

Identificación de la muestra: Pasto de las procedente de la comunidad Playas del Oriente - parroquia La Belleza. Cód.: R2 - T1; R2 - T2; R2 - T3, muestra inicial tomada bajo sombra.

**2.- INFORMACIÓN DEL LABORATORIO**

Fecha ingreso al Laboratorio 2023/03/03 Hora: 18:00

Condiciones Ambientales de Análisis: T. Mía: 26,5°C


Fecha del análisis: 2023/03/03 a: 2023/03/14

T. Mía: 21,5°C

 Código de LabSa: **b 3 199** SPS: 23 - 0 329

**2.1.- PARÁMETROS, MÉTODO / REFERENCIA:**

Ítem	Análisis solicitados	Método de Referencia Normalizado/ PEE - LABSU	Unidad	Código		
				b 3 199		
				R2 - T1	R2 - T2	R2 - T3
1	Fibra	Gravimetría/ PEE-LABSU	%	32,23	27,62	22,78
2	Proteína	Gravimetría/ PEE-LABSU	%	6,41	6,49	7,38
3	Grasa	Gravimetría/ PEE-LABSU	%	4,14	4,32	4,16
5	Extracto libre de nitrógeno	Cálculo	%	49,25	51,84	55,32
6	Macrominerales	Calcio	SM 3030 B, 3111 B/ PEE-LABSU-06/30	mg/Kg	21,640	
		Magnesio	SM 3030 B, 3111 B/ PEE-LABSU-06/31		7,756	
		Potasio	SM 2540 B/ PEE-LABSU-06/33		113,418	
		Fósforo	SM 2540 B/ PEE-LABSU-73		9,594	
		Sodio	SM 3030 B, 3111 B/ PEE-LABSU-06/32		4,692	
7	Microminerales	Cobre	SM 3030 B, 3111 B PEE-LABSU-06/26	mg/Kg	3,923	
		Hierro	SM 3030 B, 3111 B PEE-LABSU-06/27		29,941	
		Manganeso	SM 3030 B, 3111 B PEE-LABSU-06/28		120,169	
		Zinc	SM 3030 B, 3111 B PEE-LABSU-06/29		47,785	
8	Sustancia orgánica	Gravimetría/ PEE-LABSU-66	%	20,52	20,76	23,61
9	Ceniza	Gravimetría/ PEE-LABSU	%	7,96	9,93	10,36
10	Carbono	Gravimetría/ PEE-LABSU	%	11,90	12,04	13,69
11	Nitrógeno	KJELDAHL, EPA 351 2/ PEE-LABSU-71	%	1,03	1,04	1,18

	<b>ANÁLISIS BROMATOLÓGICO</b>	Laboratorio de ensayo acreditado por el SAE con acreditación N° SAE LEN 07-003
	Informe de Ensayo	
	N°: 153 062	

## 2.2.- COMENTARIOS Y OBSERVACIONES


- › El laboratorio no se responsabiliza por la información proporcionada por el cliente.
- › El informe sólo afecta a la muestra sometida a ensayo conforme lo solicitado por el cliente.

## 3.- RESPONSABLE DEL INFORME:



Ing. Viviana Lara Villegas  
**DIRECCIÓN GENERAL**  
**AUTORIZADO**



	<b>ANÁLISIS BROMATOLÓGICO</b>	Laboratorio de ensayo acreditado por el SAE con acreditación N° SAE LEN 07-003
	Informe de Ensayo	
	N°: 153 063	

Coca, 14 de abril de 2023

### 1.- INFORMACIÓN PROPORCIONADA POR EL CLIENTE

Solicitado por: Sr. Jhon Zambrano / Sr. Alex Montero

Dirección: Parroquia La Belleza - El Coca

Fecha de toma de muestra: 2 023/01/15 Hora: 15:00

Responsable: Sr. Jhon Zambrano / Sr. Alex Montero

Identificación de la muestra: Pasto de las procedente de la comunidad Playas del Oriente - parroquia La Belleza. Cód. R3 - T1, R3 - T2, R3 - T3, muestra mural tomada bajo sombra.

### 2.- INFORMACIÓN DEL LABORATORIO

Fecha ingreso al Laboratorio 2 023/03/03 Hora: 18:00

Condiciones Ambientales de Análisis: T. Máx: 26,5°C


Fecha del análisis: 2 023/03/03 a 2 023/03/14

T. Mín: 21,5°C

Código de LabSur: b 3 200 SPS: 23 - 0 329

#### 2.1.- PARÁMETROS, MÉTODO / REFERENCIA:

Ítem	Análisis solicitados		Método de Referencia Normalizado/ PEE - LABSU	Unidad	Código		
					b 3 200		
					R3 - T1	R3 - T2	R3 - T3
1	Fibra		Gravimetría/ PEE-LABSU	%	21,45	21,27	21,76
2	Proteína		Gravimetría/ PEE-LABSU	%	7,06	6,77	6,51
3	Grasa		Gravimetría/ PEE-LABSU	%	4,75	3,92	4,18
5	Extracto libre de nitrógeno		Cálculo	%	49,48	53,08	52,96
6	Macronutrientes	Calcio	SM 3030 B, 3111 B/ PEE-LABSU-06/30	mg/Kg	21,840		
		Magnesio	SM 3030 B, 3111 B/ PEE-LABSU-06/31		7,756		
		Potasio	SM 2540 B/ PEE-LABSU-06/33		113,418		
		Fósforo	SM 2540 B/ PEE-LABSU-73		9,594		
		Sodio	SM 3030 B, 3111 B/ PEE-LABSU-06/32		4,692		
7	Micronutrientes	Cobre	SM 3030 B, 3111 B/ PEE-LABSU-06/26	mg/Kg	3,923		
		Hierro	SM 3030 B, 3111 B/ PEE-LABSU-06/27		29,941		
		Manganeso	SM 3030 B, 3111 B/ PEE-LABSU-06/28		130,169		
		Zinc	SM 3030 B, 3111 B/ PEE-LABSU-06/29		47,785		
8	Sustancia orgánica		Gravimetría/ PEE-LABSU-66	%	22,58	21,67	20,83
9	Ceniza		Gravimetría/ PEE-LABSU	%	11,26	8,96	8,59
10	Carbono		Gravimetría/ PEE-LABSU	%	13,10	12,57	12,08
11	Nitrógeno		KJELDAHL, EPA 351.2/ PEE-LABSU-71	%	1,13	1,08	1,04

	<b>ANÁLISIS BROMATOLÓGICO</b>	Laboratorio de ensayo acreditado por el SAE con acreditación N° SAE LEN 07-003
	Informe de Ensayo	
	N°: 153 063	

**2.2.- COMENTARIOS Y OBSERVACIONES**

- » El laboratorio no se responsabiliza por la información proporcionada por el cliente.
- » El informe sólo afecta a la muestra sometida a ensayo conforme lo solicitado por el cliente.

**3.- RESPONSABLE DEL INFORME:**



Ing. Viviana Lara Villegas  
**DIRECCIÓN GENERAL**  
**AUTORIZADO**





## ANÁLISIS BROMATOLÓGICO

Informe de Ensayo

Nº: 153 064

Laboratorio de ensayo acreditado  
por el SAE con acreditación N°  
SAE LEN 07-003

Coca, 14 de abril de 2023

### 1.- INFORMACIÓN PROPORCIONADA POR EL CLIENTE

Solicitado por: Sr. Juan Zambrano / Sr. Alex Montoro

Dirección: Parroquia La Belleza - El Coca

Fecha de toma de muestra: 2023/02/13 Hora: 08:00

Responsable: Sr. Juan Zambrano / Sr. Alex Montoro

Identificación de la muestra: Pasto dialis procedente de la comunidad El Higuerón - parroquia La Belleza. Cód: R1 - T1; R1 - T2; R1 - T3, muestra final tomada en sonda.

### 2.- INFORMACIÓN DEL LABORATORIO

Fecha ingreso al Laboratorio 2023/03/03 Hora: 18:00

Condiciones Ambientales de Análisis: T Máx: 26,5°C

Fecha del análisis: 2023/03/03 a 2023/03/14

T Mía: 21,5°C

Código de Laboratorio: b 3 201 SPS: 23 - 0 329

### 2.1.- PARÁMETROS, MÉTODO / REFERENCIA:

Ítem	Análisis solicitados	Método de Referencia Normalizado/ PEE - LABSU	Unidad	Código		
				b 3 201		
				R1 - T1	R1 - T2	R1 - T3
1	Fibra	Gravimétrico/ PEE-LABSU	%	19,79	16,28	21,11
2	Proteína	Gravimétrico/ PEE LABSU	%	6,59	6,69	6,34
3	Grasa	Gravimétrico/ PEE-LABSU	%	4,57	2,10	1,56
5	Extracto libre de nitrógeno	Cálculo	%	61,38	61,33	64,15
6	Sustancia orgánica	Gravimétrico/ PEE-LABSU-66	%	21,08	21,41	20,92
7	Ceniza	Gravimétrico/ PEE LABSU	%	7,66	13,60	6,64
8	Carbono	Gravimétrico/ PEE-LABSU	%	12,23	12,42	13,14
9	Nitrógeno	KJFDLDAIT, TPA 351.2/ PEE LABSU-71	%	1,05	1,07	1,05

### 2.2.- COMENTARIOS Y OBSERVACIONES

- El laboratorio no se responsabiliza por la información proporcionada por el cliente.
- El informe sólo afecta a la muestra sometida a ensayo conforme lo solicitado por el cliente.

### 3.- RESPONSABLE DEL INFORME:



VIVIANA LARA VILLEGAS  
DIRECCIÓN GENERAL  
LABSU

Ing. Viviana Lara Villegas  
DIRECCIÓN GENERAL  
AUTORIZADO

	<b>ANÁLISIS BROMATOLÓGICO</b>	Laboratorio de ensayo acreditado por el SAE con acreditación N° SAE LEN 07-003
	Informe de Ensayo	
	N°: 153 065	

Coca, 14 de abril de 2023

### 1.- INFORMACIÓN PROPORCIONADA POR EL CLIENTE

Solicitado por: Sr. Jhon Zambrano / Sr. Alex Montoya

Dirección: Parroquia La Belleza - El Coca

Fecha de toma de muestra: 2023/02/13 Hora: 12:00

Responsable: Sr. Jhon Zambrano / Sr. Alex Montoya

Identificación de la muestra: Pasto dalis procedente de la comunidad Playas del Oriente - parroquia La Belleza. Cód.: R2 - T1; R2 - T2; R2 - T3, muestra final tomada sin sombra.

### 2.- INFORMACIÓN DEL LABORATORIO

Fecha ingreso al Laboratorio: 2023/03/03 Hora: 18:00

Condiciones Ambientales de Análisis: T. Máx: 26,5°C

Fecha del análisis: 2023/03/03 a 2023/03/14

T. Máx: 21,5°C

Código de Laboratorio: b 3 202 SPS: 23 - 0 329

### 2.1.- PARÁMETROS, MÉTODO / REFERENCIA:

Ítem	Análisis solicitados	Método de Referencia Normalizado/ PEE - LABSU	Unidad	Código		
				b 3 202		
				R2 - T1	R2 - T2	R2 - T3
1	Fibra	Gravimetría/ PEE-LABSU	%	20,57	20,72	20,92
2	Proteína	Gravimetría/ PEE-LABSU	%	6,63	6,83	7,58
3	Grasa	Gravimetría/ PEE-LABSU	%	3,53	3,00	2,20
5	Extracto libre de nitrógeno	Cálculo	%	61,33	61,72	61,26
6	Sustancias orgánicas	Gravimetría/ PEE-LABSU 66	%	21,22	21,84	24,25
7	Ceniza	Gravimetría/ PEE-LABSU	%	7,94	7,73	8,04
8	Carbono	Gravimetría/ PEE-LABSU	%	12,31	12,67	14,06
9	Nitrógeno	KJELDAHL, EPA 351.2/ PEE-LABSU 71	%	1,06	1,09	1,21

### 2.2.- COMENTARIOS Y OBSERVACIONES

- El laboratorio no se responsabiliza por la información proporcionada por el cliente.
- El informe sólo afecta a la muestra sometida a ensayo conforme lo solicitado por el cliente.


### 3.- RESPONSABLE DEL INFORME:



VIVIANA VILLEGAS  
LARA VILLEGAS

Ing. Viviana Lara Villegas  
DIRECCIÓN GENERAL  
AUTORIZADO



	<b>ANÁLISIS BROMATOLÓGICO</b>	Laboratorio de ensayo acreditado por el SAE con acreditación N° SAE IEN 07-003
	Informe de Ensayo	
	N°: 153 066	

Coca, 14 de abril de 2023

### 1.- INFORMACIÓN PROPORCIONADA POR EL CLIENTE

Solicitado por: Sr. Jhon Zambrano/ Sr. Alex Montero

Dirección: Parroquia La Belleza - El Coca

Fecha de toma de muestra: 2023/03/15 Hora: 15:00

Responsable: Sr. Jhon Zambrano/ Sr. Alex Montero

Identificación de la muestra: Pasto óasis procedente de la comunidad Playas del Oriente - parroquia La Belleza. Cód.: R3 - T1; R3 - T2; R3 - T3; muestra final tomada sin sonda.

### 2.- INFORMACIÓN DEL LABORATORIO

Fecha ingreso al Laboratorio 2023/03/03 Hora: 18:00

Condiciones Ambientales de Análisis: T. Máx: 26,5°C

Fecha del análisis: 2023/03/03 a 2023/03/14

T. Mín: 21,5°C

Código de LabSu: **b 3 203** SPS: 23 - 0 329

#### 2.1.- PARÁMETROS, MÉTODO / REFERENCIA:

Ítem	Análisis solicitados	Método de Referencia Nonnalizado/ PER - LABSU	Unidad	Código		
				b 3 203		
				R3 - T1	R3 - T2	R3 - T3
1	Fibra	Gravimetría/ PEE-LABSU	%	23,05	17,62	23,10
2	Proteína	Gravimetría/ PEE-LABSU	%	7,24	6,98	6,73
3	Grasa	Gravimetría/ PEE-LABSU	%	2,46	1,95	2,84
5	Extracto libre de nitrógeno	Cálculo	%	51,52	66,48	60,37
6	Sustancia orgánica	Gravimetría/ PEE-LABSU-66	%	23,17	22,35	21,55
7	Ceniza	Gravimetría/ PEE-LABSU	%	15,74	6,96	5,95
8	Carbono	Gravimetría/ PEE-LABSU	%	13,44	12,96	12,50
9	Nitrógeno	KJELDAHL, EPA 351.2/ PEE-LABSU-71	%	1,16	1,12	1,08

#### 2.2.- COMENTARIOS Y OBSERVACIONES

- El laboratorio no se responsabiliza por la información proporcionada por el cliente.
- El informe sólo afecta a la muestra sometida a ensayo conforme lo solicitado por el cliente.

#### 3.- RESPONSABLE DEL INFORME:



Ing. Viviana Lara Villegas  
DIRECCIÓN GENERAL  
AUTORIZADO



epoch

Dirección de Bibliotecas y  
Recursos del Aprendizaje

UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS Y ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO Y  
DOCUMENTAL

REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA

Fecha de entrega: 30 / 06 / 2023

<b>INFORMACIÓN DEL AUTORA</b>
<b>Nombres – Apellidos:</b> Alex Andrés Montero Arteaga. Jhon Lenin Zambrano Cedeño.
<b>INFORMACIÓN INSTITUCIONAL</b>
<b>Facultad:</b> Ciencias Pecuarias.
<b>Carrera:</b> Zootecnia
<b>Título a optar:</b> Ingeniero Zootecnista
<b>f. responsable:</b> Ing. Cristian Sebastián Tenelanda Santillan.

Cristian Tenelanda S.  
30-06-2023



1304-DBRA-UPT-2023