FACULTAD AGROPECUARIA Y DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

# EVALUACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD, POTENCIAL FORRAJERO Y ANÁLISIS ECONÓMICO DE MEZCLAS FORRAJERAS PARA PASTOREO EN LA ZONA MEDIA DEL CANTÓN GONZANAMÁ

Trabajo de tesis previo a la obtención del título de
**MÉDICA VETERINARIA ZOOTECNISTA**

**AUTORA**

Ibeth Sthefania Paccha Reinoso

**DIRECTOR**

Dr. Rodrigo Medardo Abad Guamán Ph.D

**LOJA - ECUADOR**
2019

# CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DE TESIS

Dr. Rodrigo Medardo Abad Guamán Ph.D
**DIRECTOR DE TESIS**

**CERTIFICA**

Que he revisado la presente tesis titulada **"EVALUACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD, POTENCIAL FORRAJERO Y ANÁLISIS ECONÓMICO DE MEZCLAS FORRAJERAS PARA PASTOREO EN LA ZONA MEDIA DEL CANTÓN GONZANAMÁ"** realizada por la Srta. Egresada **IBETH STHEFANIA PACCHA REINOSO**, la misma que **CULMINÓ DENTRO DEL CRONOGRAMA APROBADO**, cumpliendo con todos los lineamientos impuestos por la Universidad Nacional de Loja, por lo cual, **AUTORIZO QUE SE CONTINÚE CON EL TRÁMITE DE GRADUACIÓN**.

Loja, 20 de Marzo de 2019

Atentamente

Dr. Rodrigo Medardo Abad Guamán Ph.D
Director de Tesis

## LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL DE GRADO

## CERTIFICAN

Que el proyecto de tesis titulado **"EVALUACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD, POTENCIAL FORRAJERO Y ANÁLISIS ECONÓMICO DE MEZCLAS FORRAJERAS PARA PASTOREO EN LA ZONA MEDIA DEL CANTÓN GONZANAMÁ"** realizada por la Srta. Egresada **IBETH STHEFANIA PACCHA REINOSO,** previo a la obtención del título de MEDICA VETERINARIA ZOOTECNISTA, ha incorporado las observaciones realizadas por el Tribunal en el momento de la calificación. Por lo que se autoriza la impresión del trabajo y continuar con los trámites de graduación.

Loja, 26 de Agosto del 2019

.....

Dr. Luis Antonio Aguirre Mendoza, Mg.Sc

**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

.....

Dr. Manuel Benjamín Quezada Padilla, Mg.Sc

**VOCAL**

.....

Dr. Edwin Geovanny Mizhquero Rivera, Mg.Sc

**VOCAL**

# AUTORÍA

Yo, **Ibeth Sthefania Paccha Reinoso**, declaro ser autora del presente trabajo de tesis que ha sido desarrollado con base a una investigación exhaustiva y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos, de posibles reclamos o acciones legales, por el contenido de la misma; los conceptos, ideas, resultados, conclusiones, y recomendaciones vertidos en el desarrollo del presente trabajo de investigación, son de absoluta responsabilidad de su autor.

Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja, la publicación de mi tesis en el Repositorio Institucional-Biblioteca Virtual.

**AUTOR:** Ibeth Sthefania Paccha Reinoso

**FIRMA:**

**CÉDULA:** 1900576883

**FECHA:** 26 Agosto 2019

## CARTA DE AUTORIZACIÓN DE TESIS POR PARTE DEL AUTOR PARA LA CONSULTA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL TEXTO COMPLETO

Yo **Ibeth Sthefania Paccha Reinoso**, declaro ser el autora de la tesis titulada "EVALUACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD, POTENCIAL FORRAJERO Y ANÁLISIS ECONÓMICO DE MEZCLAS FORRAJERAS PARA PASTOREO EN LA ZONA MEDIA DEL CANTÓN GONZANAMÁ", como requisito para optar al grado de Médica Veterinaria Zootecnista, autorizo al Sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que con fines académicos, muestre al mundo la reproducción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera, en el Repositorio Digital Institucional (RDI): Las Personas puedan consultar el contenido de este trabajo en el RDI, en las redes de Información del país y del exterior, con las cuales tenga convenio la Universidad. La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copia de la tesis que realice un tercero, con fines académicos. Para constancia de esta autorización, firmo en la ciudad de Loja, a los 26 días del Agosto de del 2019.

**FIRMA:**

**Autor:** Ibeth Sthefania Paccha Reinoso
**Cédula de identidad:** 1900576883
**Dirección:** Loja, Francisco de Caldas y Alexander Von Humbolt, Electricista Alto
**Correo electrónico:** tefita94@hotmail.es
**Teléfono:** 0968611355

**DATOS COMPLEMENTARIOS**

**Director de Tesis:**

Dr. Rodrigo Medardo Abad Guamán Ph.D

**Tribunal de Grado:**

Dr. Luis Antonio Aguirre Mendoza Ph.D (Presidente)
Dr.Manuel Benjamín Quezada Padilla Mg.Sc (Vocal)
Dr. Edwin Geovanny Mizhquero Rivera Mg.SC (Vocal)

# AGRADECIMIENTOS

*A Dios y a la Virgen Santísima, por ayudarme a culminar mis estudios, por no dejarme desfallecer, por guiarme por el buen camino a pesar de las adversidades y siempre reconfortarme espiritualmente en los momento más difíciles*

*A mi madre, padre y hermanos, a mis papitos, tías les agradezco eternamente por su apoyo constante en mi vida estudiantil.*

*A la Universidad Nacional de Loja, por abrirme sus puertas y por permitirme formar parte de ella. A mis queridos docentes por impartinos sus conocimientos y experiencias día a día*

*Al Ing. Osmani López , Dra. Rosita Arias y todos quien conforman el Proyecto Ganadería Climáticamente Inteligente, FAO por haberme apoyado económicamente y colaborado en la realización de la presente investigación.*

*A mi director de tesis y docente Dr. Rodrigo Abad Guamán por guiarme y apoyarme en todo momento para la realización del trabajo investigativo*

*Mi eterno agradecimiento a mis amigos Kiim, Ronald, Yepi, Jeffer, Marco, Lalo, por cada momento compartido, por el apoyo y el cariño,que siempre me brindaron. Momentos y experiencias que siempre serán recordados con cariño y alegría*

*Ibeth Sthefanía Paccha Reinoso*

# DEDICATORIA

*A mi mami Teresa por el gran apoyo moral, espritual y económico que recibí toda mi vida estudiantil, por su gran esfuerzo, por sacar adelante a mis hermanos y a mí.*

*A mi Papito Francisco por cuidarme y apoyarme, siempre guardaré tu recuerdo y consejos en mi mente y alma.*

*A mis hermanos Jhonnathan, Brayan, Ronald, Damaris, Astridh, porque juntos como un gran equipo me apoyaron en todo momento a pesar de todas nuestras pruebas de vida las sobrellevamos unidos*

*Ibeth Sthefanía Paccha Reinoso*

# ÍNDICE GENERAL

**ÍNDICE DE TABLAS** XII

**ÍNDICE DE FIGURAS** XIV

**RESUMEN** XVI

**ABSTRACT** XVII

**1. INTRODUCCIÓN** 1

**2. REVISIÓN DE LITERATURA** 3

2.1. GANADERÍA EN EL ECUADOR . . . . . 3

2.2. SISTEMAS DE PRODUCCIÓN . . . . . 3

2.2.1. Sistema Extensivo . . . . . 4

2.2.2. Sistema Semi Intensivo . . . . . 4

2.3. IMPORTANCIA DE LOS PASTOS EN EL ECUADOR . . . . . 4

2.4. MEZCLAS FORRAJERAS . . . . . 5

2.4.1. Evaluación de las Mezclas Forrajeras . . . . . 5

2.4.2. Ventajas de las Mezclas Forrajeras . . . . . 5

2.4.3. Composición Botánica de las Mezclas Forrajeras . . . . . 6

2.4.4. Especies Forrajeras del Clima Templado . . . . . 7

2.4.5. Especies Forrajeras del Clima Tropical . . . . . 9

2.5. ESPECIES Y VARIEDADES DE PASTOS . . . . . 10

2.5.1. Chilena (*Panicum maximun*) . . . . . 10

2.5.2. *Brachiaria brizantha* . . . . . 15

2.5.3. *Brachiaria decumbes* . . . . . 17

2.5.4. Centrosema (*Centrosema pubescens*) . . . . . 19

2.5.5. Pasto mulato (*Brachiaria híbrido*) . . . . . 21

2.6. TRABAJOS RELACIONADOS . . . . . 23

**3. METODOLOGÍA** **25**

3.1. LOCALIZACIÓN DE ÁREA DE ESTUDIO . . . . . 25

3.1.1. Ubicación Geográfica . . . . . 25

3.1.2. Ubicación Política . . . . . 26

3.1.3. Condiciones Ecológica . . . . . 26

3.2. ESTABLECIMIENTO Y MANEJO DE LAS MEZCLAS FORRAJERAS . . . . . 27

3.3. Diseño Experimental . . . . . 29

3.3.1. Descripción del Experimento . . . . . 29

3.4. VARIABLES EN ESTUDIO . . . . . 31

3.4.1. Parámetros Productivos . . . . . 31

3.4.2. Potencial Forrajero . . . . . 33

3.4.3. Estudio de Rentabilidad . . . . . 36

3.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO . . . . . 38

**4. RESULTADOS** **39**

4.1. PARÁMETROS PRODUCTIVOS DE LAS MEZCLAS FORRAJERAS . . . . . 39

4.1.1. Altura de la planta desde la siembra hasta el Corte de Igualación a los 75 días de siembra . . . . . 39

4.1.2. Altura Post Corte de Igualaciòn a los 120 días de siembra . . 40

4.1.3. Composición Botánica de las Mezclas Forrajeras . . . . . 41

4.1.4. Producción de Biomasa . . . . . 43

4.2. POTENCIAL FORRAJERO DE LAS MEZCLAS . . . . . 45

4.2.1. Calidad Nutritiva de las Mezcla Forrajera . . . . . 45

4.2.2. Digestibilidad *in situ*. . . . . 50
4.2.3. Gustabilidad . . . . . 52
4.3. ESTUDIO DE RENTABILIDAD . . . . . 53

**5. DISCUSIÓN 54**
5.1. PARÁMETROS PRODUCTIVOS . . . . . 54
5.2. POTENCIAL FORRAJERO . . . . . 56
5.3. ANÁLISIS ECONÓMICO . . . . . 58

**6. CONCLUSIONES 59**

**7. RECOMENDACIONES 60**

**8. BIBLIOGRAFÍA 61**

# ÍNDICE DE TABLAS


1. Características morfológicas diferenciales de gramíneas para zonas templadas . . . . . 7
2. Clasificación taxonómica de *Panicum maximun*. . . . . 11
3. Diferencias morfológicas de dos cultivares de *Panicum maximun*. . . 12
4. Valoración agronómica de *Panicum maximun*. . . . . 13
5. Calidad nutricional en las hojas de los pastos Mombaza y Tanzania en Materia Seca ( %). . . . . 15
6. Clasificación Taxonómica *Brachira brizantha*. . . . . 15
7. Clasificación Taxonómica de *Brachiaria decumbes*. . . . . 17
8. Clasificación Taxonómica de Centrosema. . . . . 19
9. Dosis de fertilizante por tratamiento. . . . . 28
10. Descripcion de los tratamientos evaluados . . . . . 29
11. Características del ensayo establecido en el piso medio del cantón Gonzanamá . . . . . 30
12. Cantidad de semilla por parcela. . . . . 31
13. Altura de los forrajes (cm), desde la siembra hasta el corte de igualación a los 75 días, en el piso medio del cantón Gonzanamá. . . . . 39
14. Altura de los forrajes (cm) post corte de igualación hasta los 120 días de siembra en el piso medio del cantón Gonzanamá. . . . . 40
15. Composición botánica de las mezclas forrajeras en el piso medio del cantón Gonzanamá, 2019. . . . . 42
16. Producción de biomasa de las mezclas forrajeras en el piso medio del cantón Gonzanamá, 2019. . . . . 44
17. Calidad nutricional de las mezclas forrajeras en el piso medio del cantón Gonzanamá, 2019. . . . . 45
18. Cinética de degradación de las mezclas forrajeras. Punzara, 2019. . 50

19. Degradación deacuerdo a tiempo de incubación de las mezclas forrajera, Punzara,2019. . . . . 51

20. Gustabilidad de mezclas forrajeras en el piso medio del cantón Gonzanamá, 2019 . . . . . 52

21. Estudio de rentabilidad de las mezclas forrajeras, piso medio del Gonzanamá, 2019. . . . . 53

# ÍNDICE DE FIGURAS


1. Ubicación de la parroquia Changaimina, cantón Gonzanamá, provincia de Loja . . . . . 25

2. Esquema de campo en DBCA . . . . . 30

3. Curva de crecimiento de mezclas forrajeras, expresado en cm, en el piso medio del cantón Gonzanamá, 2019. . . . . 41

4. Composición botánica a los 75 días de siembra en el piso medio del cantón Gonzanamá, 2019. . . . . 43

5. Producción de biomasa en el piso medio del cantón Gonzanamá, 2019. . . . . 44

6. Cenizas de mezclas forrajeras en el piso medio del cantón Gonzanamá, 2019. . . . . 46

7. Materia seca de mezclas forrajeras en el piso medio del cantón Gonzanamá, 2019. . . . . 46

8. Extracto etéreo de mezclas forrajeras en el piso medio del cantón Gonzanamá, 2019. . . . . 47

9. Extracto libre de nitrógeno de mezclas forrajeras en el piso medio del cantón Gonzanamá, 2019. . . . . 47

10. Fibra detergente neutra de mezclas forrajeras en el piso medio del cantón Gonzanamá, 2019. . . . . 48

11. Hemicelulosa de mezclas forrajeras en el piso medio del cantón Gonzanamá, 2019. . . . . 48

12. Celulosa de mezclas forrajeras en el piso medio del cantón Gonzanamá, 2019. . . . . 49

13. Degradación deacuerdo a tiempo de incubación de las mezclas forrajera, Punzara,2019. . . . . 51

14. Gustabilidad de mezclas forrajeras en el piso medio del catón Gonzanamá, 2019. . . . . 52

15. Estudio de rentabilidad de las mezclas forrajeras, piso medio del Gonzanamá, 2019. . . . . 53

16. Recolección de datos de altura. . . . . 68
17. Pesaje de biomasa. . . . . 68
18. Implementación de parcelas. . . . . 69
19. Corte de igualación. . . . . 69
20. Análisis económico del tratamiento testigo. . . . . 70
21. Análisis económico del tratamiento T1. . . . . 70
22. Análisis económico del tratamiento T2. . . . . 71
23. Análisis económico del tratamiento T3. . . . . 71
24. Análisis económico del tratamiento T4. . . . . 72
25. Preparación de la muestra. . . . . 73
26. Colocación de bolsas, en el rúmen de ovino. . . . . 73
27. Salida del SAS de Biomasa, utilizando el procedimiento REML, con sus p-valores. . . . . 74

# “EVALUACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD, POTENCIAL FORRAJERO Y ANÁLISIS ECONÓMICO DE MEZCLAS FORRAJERAS PARA PASTOREO EN LA ZONA MEDIA DEL CANTÓN GONZANAMÁ”

# RESUMEN

El objetivo de la presente investigación fue determinar parámetros productivos, potencial forrajero y rentabilidad de mezclas forrajeras para el mejoramiento de la alimentación y productividad del ganado lechero. El experimento se realizó en la parroquia Changaimina, cantón Gonzanamá provincia de Loja, mediante un diseño de bloques completamente al azar, con 5 tratamientos y 5 repeticiones (bloques) en un área total de 625 $m^2$, con parcelas de 16 $m^2$, y caminos de 1 m. Se evaluaron 5 mezclas forrajeras: i) pasto Chilena (T0), ii) pasto chilena con centrosema (T1), iii) pasto *Brachiaria brizantha* con centrosema (T2), iv) pasto *Brachiaria decumbes* con centrosema (T3), y v) pasto mulato (*Brachiaria híbrido*) con centrosema (T4). Se evaluaron las siguientes variables: altura al primer corte, composición botánica, producción biomasa (kg/0,25$m^2$), calidad nutricional, digestibilidad *in situ*, palatabilidad y rentabilidad de las mezclas forrajeras. Los resultados fueron medidos a través de un modelo mixto de medidas repetidas, utilizando el procedimiento mixed del SAS (SAS University edition). Las medias fueron analizadas a través de un test de Tukey. Los p-valores $<$0,05 fueron considerados como significativos, donde el tratamiento T0 (Chilena), evidenció la mayor altura a los 120 días post siembra con 76,1 cm, con la producción de biomasa verde a los 75 días post siembra el tratamiento T0 (chilena) muestra el valor más alto con 1,69 kg/0,25$m^2$, siendo el mismo el más rentable con 53,2 % con una relación beneficio/costo de $1,53 al implementar la pastura.

***Palabras claves:*** Mezcla forrajera, potencial forrajero, producción forrajera, digestibilidad in situ, rentabilidad

# ABSTRACT

The objective of the present investigation was to determine productive parameters, forage potential and profitability of forage mixtures for the improvement of the feeding and productivity of dairy cattle. The experiment was carried out in the Changaimina parish, Gonzanamá province of Loja canton, through a completely randomized block design, with 5 treatments and 5 repetitions (blocks) in a total area of 625 m $^2$, with 16 m plots $^2$, and roads of 1 m. Five forage mixtures were evaluated: i) Chilean grass (T0), ii) Chilean grass with centrosema (T1), iii) Brachiaria brizantha grass with centrosema (T2), iv) Brachiaria decumbes grass with centrosema (T3), and v) mulatto grass (Brachiaria hybrid) with centrosema (T4). The following variables were evaluated: height at first cut, botanical composition, biomass production (kg / 0.25m $^2$), nutritional quality, digestibility emph in situ, palatability and profitability of forage mixtures. The results were measured through a mixed model of repeated measures, using the SAS mixed procedure (SAS University edition). The averages were analyzed through a Tukey test. The p-values $< 0.05$ were considered significant, where the T0 treatment (Chilean) showed the highest height at 120 days post sowing with 76.1 cm, with the production of green biomass at 75 days post sowing The T0 treatment (Chilean) shows the highest value with 1.69 kg / 0.25m $^2$, the same being the most profitable when it comes to implementing the pasture with a benefit / cost ratio of 3,06.

***Key words:*** feed mix, feed potential, feed production, digestibility in situ, profitability.

# 1. INTRODUCCIÓN

El sector ganadero se ha desarrollado a un ritmo sin precedentes en las últimas décadas, aportando con un 40 % de la producción agrícola mundial, contribuyendo a la economía y seguridad alimentaria de casi 1.300 millones de personas (Cruz *et al.*, 2018).

En la provincia de Loja, la ganadería es una importante fuente de ingresos, ocupa 205 000 ha con pastos naturales y cultivados. De esta superficie 60 244 ha (29,3 %) se encuentran en zonas incompatibles para este tipo de producción, 125 522 ha (61,1 %) están distribuidos en zonas de baja vocación ganadera, y solo 19 596 ha (9,5 %) se encuentran en zonas de alta vocación ganadera (FAO *et al.*, 2017).

Uno de los factores de mayor influencia en la ganadería es la estacionalidad climática, que genera déficit de forraje en la estación seca (García y Cabrera, 2008), con baja capacidad de carga y disminución de la productividad por unidad de área (Senra, 2009). Así mismo el inadecuado uso de los pastos y forrajes en la alimentación del ganado, especialmente con gramíneas tropicales, provoca subutilización de los carbohidratos estructurales del material vegetal como fuente energética, lo que disminuye el aprovechamiento de los nutrientes de la dieta, y compromete el rendimiento del ganado (Barrera *et al.*, 2015).

La mezcla de gramíneas y leguminosas en praderas permite mejorar la alimentación y con ello la producción animal, dado que el hábito de crecimiento del pasto determina su compatibilidad (Thompson, 2012). Así mismo se mejora el valor nutritivo por el aporte de las especies forrajeras lo que contribuye a una dieta forrajera de pastoreo a base de carbohidratos y proteínas para la alimentación animal (Durand, 2014).

La implementación de mezclas forrajeras permite mejorar la calidad del forraje obteniendo un rendimiento máximo de las distintas especies, así como garantiza una

alimentación balanceada de los animales y contribuye a mejorar la productividad (Terán *et al.*, 2015).

El desarrollo de la presente investigación permitió determinar, la calidad de mezclas forrajeras con el análisis del potencial forrajero, nuevas alternativas de alimentación, mejor aprovechamiento de suelos y reducción de la emisión de gas de efecto invernadero (GEI) brindándole al pequeño productor mejores rentabilidades económicas para el progreso de su propiedad. Así los pequeños productores de la parroquia Changaimina tendrán mejor conocimiento de las mezclas forrajeras apropiadas de acuerdo al tipo de clima, suelo y estructura de terreno, aportando a la sociedad alimentos de calidad, como son la leche y carne de ganado bovino. Adicionalmente esta investigación contribuye la base para que futuros trabajos de investigación. Se plantearon los siguientes objetivos:

- Determinar los parámetos productivos de las diferentes mezclas forrajeras propuestas para el piso medio del cantón Gonzanamá
- Evaluar el potencial forrajero de las mezclas forrajeras propuestas para el piso medio del cantón Gonzanamá.
- Determinar el análisis económico de las diferentes mezclas forrajeras propuestas para el piso medio del cantón Gonzanamá.

# 2. REVISIÓN DE LITERATURA

## 2.1 GANADERÍA EN EL ECUADOR

La ganadería en el Ecuador ha sido un sector esencial para la economía nacional, donde a través de los años se ha mejorado dentro de la industria; aporta alrededor del 7,59 % del PIB del país, por eso se deben tomar acciones y prácticas responsables para que siga siendo una industria sostenible.

En el Ecuador, según el censo, la superficie con uso agropecuario oscila alrededor de 12 355.881 ha, de las cuales 3 357,167 ha, corresponden a pastos cultivados en 2 980,962 UPAs y 1 129.701 ha., pastos naturales en 205833 unidades productivas, lo que significa que el 36 % del suelo de uso agropecuario están ocupadas por pastos, donde satisfacen sus necesidades vitales aproximadamente 4 486,020 unidades de ganados vacunos y 3 517,214 de otros animales (ovejas, caballos, mulas, asnos, etc.) y, el 32,0 % restante por cultivos, 5 % de páramo, 32 % de montes y bosques, 3 % en descanso y 3 % otros usos" (Salazar *et al.*, 2017).

## 2.2 SISTEMAS DE PRODUCCIÓN

La elección de un sistema de explotación está determinada en función de la producción a que esté destinada la raza, a la adaptabilidad de la misma en las condiciones ambientales de la zona y a la disponibilidad de alimentos con que cuente el productor. Los sistemas de explotación bovina se pueden clasificar de acuerdo con la similitud en las condiciones biológicas, económicas y sociopolíticas en las que se lleva a cabo el proceso productivo. Estas condiciones determinan el nivel tecnológico empleado, la viabilidad ecológica y económica de la explotación y la productividad alcanzada (Cunya, 2018).

### 2.2.1. Sistema Extensivo

Los sistemas de manejo extensivo se basan en la utilización de especies ganaderas de interés zootécnico, las cuales son capaces de aprovechar eficazmente los recursos naturales mediante el pastoreo. Estas especies ganaderas explotadas corresponden a genotipos autóctonos adaptados a los factores limitantes y ecológicos del medio que se encuentran (Bellido *et al.*, 2001).

### 2.2.2. Sistema Semi Intensivo

La alimentación se basa en pastoreo y suplementación con alimentos concentrados. Es un sistema intermedio entre extensivo e intensivo, en la que, con la implementación de innovaciones tecnológicas, algo de administración y de infraestructura productiva (alambradas, corrales y aguadas), se realiza adecuadamente el manejo del hato, manejo de pastizales, la genética y el manejo sanitario (A. R. Sánchez Migueland Ledesma *et al.*, 2001).

## 2.3 IMPORTANCIA DE LOS PASTOS EN EL ECUADOR

Monteros *et al.* (2015) indican que en el Ecuador los pastos cultivados representan un 48.1 % de la superficie dedicada a la labor agrícola, equivaliendo 3,409.953 de ha mismos que contribuyen a la nutrición del ganado bovino. En el Ecuador en la región sierra existe una superficie de pasto del 25,2 % naturales y 21,8 % de pastos cultivados, en la costa existe un 33,8 % de pastos y finalmente en el oriente con un 32,5 % demostrándonos que somos unos de los países más ricos en pastos.

## 2.4 MEZCLAS FORRAJERAS

Tatamues y Enrique (2014), manifiestan que las mezclas forrajeras de gramíneas y leguminosas perennes de clima frío, cumplen un papel significativo en la nutrición promoviendo el consumo y con ello la palatabilidad de los rumiantes y otros herbívoros debido que incrementan el valor nutricional cuando están en asocio, como también disminuye los efectos tóxicos que cuando están en particular, especialmente las leguminosas. Las praderas con mezclas forrajeras son más estables frente a variaciones climáticas debido que poseen diferentes sistemas radiculares y área folicular logrando un mejor balance forrajero durante el año, mejorando la digestibilidad de los animales.

### 2.4.1. Evaluación de las Mezclas Forrajeras

Las mezclas forrajeras requieren grandes cantidades de nutrientes por lo cual es necesario una fertilización fuerte dependiendo de las necesidades del suelo, por lo general requieren las siguientes cantidades: Nitrógeno: 100 a 400 kg/ha ; Fosforo: 50 a 150 kg/ha ; Potasio: 200 a 250 kg/ha.

Las mezclas forrajeras son cultivos que responden bien a aplicaciones de hasta 30 toneladas por hectárea de estiércol, que debe estar completamente descompuesto. El estiércol se aplica con anticipación, incorporándolo al suelo durante la aradura (Campoverde y Sarmiento, 2018).

### 2.4.2. Ventajas de las Mezclas Forrajeras

Las ventajas de sembrar juntas, gramíneas, leguminosas y adventicias son diversas, siendo las principales las siguientes:

- La diferente profundidad de las raíces y altitud a que llegan las especies permite

que utilicen al máximo los elementos nutritivos del suelo y de la atmósfera.

- Los efectos de la sequía, del exceso de humedad, plagas, etc., son menos notorios porque si alguna especie se ve afectada por el factor que le sea particularmente desfavorable, siempre hay otra u otras en la mezcla que resisten mejor a aquellos factores negativos y compensan la producción de forraje.

- El forraje de las mezclas es más apetecido por el ganado que cuando se trata de una siembra pura.

- Una dieta variada, es mejor calidad alimenticia y mejor balanceada. Han demostrado que potreros de raigrás aumentan el consumo y la producción de leche de vacas a pastoreo, cuando incluyen 20-25 % de trébol blanco.

- Hay menor peligro de torzón. En el caso del loto, el llantén ayudan a prevenir los posibles problemas ocasionados por los tréboles y la alfalfa.

- Las leguminosas gracias a la "simbiosis", suministran nitrógeno a las gramíneas. También el suelo se beneficia con el N de la simbiosis y la mayor cantidad de materia orgánica y humus incorporado, con lo cual se tiene producción sostenible sin contaminación ambiental.

- Se protege al suelo contra la erosión.

- Se controlan mejor las malas hierbas.

- Se disminuye el riesgo de plagas y enfermedades (León *et al.*, 2018).

### 2.4.3. Composición Botánica de las Mezclas Forrajeras

En la sierra, gramíneas 70-75 %, leguminosas 25-30 % y adventicias 2-3 %. Un porcentaje más alto de leguminosas (tréboles) puede causar timpanismo, a excepción del loto que como sabemos no causa torzón debido a que contiene taninos. En zonas donde se produce bien la alfalfa, el aporte de esta leguminosa a la mezcla debe ser

entre un 50 y un 60 % de la materia seca (MS) total ofrecida, pero se puede llegar al 100 %.

En la costa, el porcentaje de leguminosas puede ser 40 %. No existe restricción por riesgo de timpanismo, por cuanto las leguminosas tropicales tienen cantidades altas de fibra y taninos, mucha leguminosa más bien puede disminuir la digestibilidad y la palatabilidad de la dieta; salvo el caso del maní forrajero que tiene poca fibra y si el ganado lo ingiere en forma monofítica puede causar timpanismo (Ceron, 2015).

### 2.4.4. Especies Forrajeras del Clima Templado

En el manejo de las especies forrajeras, resulta importante conocer determinados aspectos tales como su morfología, fisiología y estado de la planta al momento del corte o defoliación. La condición morfológica de la planta al corte define la cantidad y calidad de forraje y además afecta el rebrote subsiguiente (Quilumbaquín y Magdalena, 2014).

**Tabla 1.** Características morfológicas diferenciales de gramíneas para zonas templadas

| CARACTERÍSTICAS |
|---|
| Menor potencial de producción |
| Menos relación parte aérea/raíces |
| Más macolladoras |
| Macollos más livianos |
| Menor contenido de agua |
| Baja eficiencia en el uso del agua |

Fuente: Quilumbaquín y Magdalena (2014)

Dentro de las leguminosas podemos distinguir dos tipos en función del desarrollo (erecto o rastrero) y mecanismos de crecimiento o rebrote.

En las regiones templadas generalmente se encuentran a una precipitación de 500 y 2000mm, las pasturas que se desarrollan contribuyen de manera significativa a la producción animal. Las especies más utilizadas pertenecen a las familias de las gramíneas y las leguminosas más utilizadas de la cadena forrajera son las siguientes:

#### 2.4.4.1. Pasturas permanentes (“especies de base”)

Para campos altos y de buena fertilidad: Alfalfa pura o en mezcla con gramíneas (cebadilla, festuca y raigras) y trébol blanco. Para campos con mayor probabilidad de anegamiento: Trébol rojo en mezcla con gramíneas, Trébol blanco y/o Achicoria (*Chichorium intybus*), Festuca, Agropiro, Falaris.

#### 2.4.4.2. Pasturas anuales (“especies de complemento”)

Verdeos de verano: sorgo forrajero, moha, mijo, sorgo granífero, maíz, etc. Verdeos de invierno: avena y en menor medida, ray-gras anual, trigo doble propósito, cebada, centeno y triticale.

La producción de materia seca de una pastura es variable a lo largo del año, siendo las tasas de crecimiento mayores en primavera y otoño y muy bajas en invierno. De esta forma, bajo condiciones de pastoreo y para nuestra situación en particular, resulta práctico conservar los excesos de forraje (de primavera y principios de verano) en la forma de heno o silaje para ofrecerlo en el momento en que la tasa de crecimiento de la pastura es baja (Quilumbaquín y Magdalena, 2014).

#### 2.4.4.3. Valor nutritivo de las pasturas templadas

El contenido de fibra (relacionado con la digestibilidad del alimento) y de proteína de una pastura definen su valor nutritivo. Este puede a su vez expresarse como energía metabolizable (EM). Las pasturas de alta calidad son aquellas que posee bajos valores de fibra y elevados de proteína. La estación del año y el estado de crecimiento dentro de una estación afectan los contenidos de materia seca, proteína cruda y fibra de la pastura.

La calidad de una pastura se encuentra siempre en estado dinámico, debido a factores como: la edad de la pastura, el clima, el manejo del pastoreo, la fertilización,

la composición botánica de la pastura.

Cuando las leguminosas y las gramíneas maduran, disminuye su digestibilidad debido a un incremento en la relación tallo: hoja, sumado a una importante reducción en la digestibilidad de los tallos. Los cambios en la composición química asociados a un incremento en la madurez resultan en una reducción de los carbohidratos fácilmente fermentable (contenido celular) y un incremento de los estructurales (celulosa y hemicelulosa) y de la lignina.

Existen diferencias importantes entre especies en cuanto a su digestibilidad y a la tasa de declinación de ésta con el avance de la madurez:

- Las leguminosas poseen una mayor digestibilidad y una menor tasa con respecto a las gramíneas
- Las gramíneas, el ray-gras tienen mayor digestibilidad que el pasto ovillo o que la festuca para un mismo estado de madurez.

Entre las leguminosas, el trébol blanco mantiene su digestibilidad con el avance de la madurez, en mayor medida que el trébol rojo o la alfalfa. El contenido de proteína bruta del forraje varía considerablemente entre especies, siendo mayor en las leguminosas que en las gramíneas y dentro de las leguminosas, es mayor en el trébol blanco (Quilumbaquín y Magdalena, 2014).

### 2.4.5. Especies Forrajeras del Clima Tropical

Chachalo y Elías (2017), menciona que para establecer asociaciones forrajeras, conviene emplear tres leguminosas (centrosema, soya, siratro), esto se justifica para asegurar la persistencia y palatabilidad de leguminosas a lo largo del año. Se recomienda utilizar en total 12 kg de semilla de leguminosas/ha; con esto se consigue elevar la proteína cruda en 1 %, e incrementar la materia seca en aproximadamente 3 000-4 000 kg/ha/año.

#### 2.4.5.1. Especies de acuerdo al clima tropical

- En clima tropical seco utiliza principalmente *Neonotonia* y *Phaseolus*.
- En clima semi húmedo, Centrosema y *Desmodium*.
- En climas tropicales húmedos las leguminosas más adecuadas son *Pueraria* y *Arachis*.
- En el subtrópico, las más convenientes son *Desmodium sp.* si se trata de clima poco húmedo y *Arachis pintoi* si hay humedad suficiente.

Se recomienda que las semillas de leguminosas se mezclen con 50 kg. de superfosfato triple, y se proceda a la siembra. Esta mezcla se justifica por ser el fósforo el elemento más limitante para el establecimiento de leguminosas en el trópico; a la vez que se facilita la distribución de la semilla. A las leguminosas se les debe permitir semillar por lo menos una vez cada dos años para asegurar su renovación natural.

El mantenimiento de mezclas de gramíneas y leguminosas tropicales se dificulta más por aspectos como incompatibilidad entre las especies, diferentes velocidades de crecimiento, altura e intensidad del pastoreo, invasión de malezas (especialmente de hoja ancha), presencia de plagas y enfermedades y competencia por luz y humedad, que por aspectos nutricionales, aunque estos pueden ser importantes en muchos suelos del trópico.Para superar estos inconvenientes (Ceron, 2015).

## 2.5 ESPECIES Y VARIEDADES DE PASTOS

### 2.5.1. Chilena (*Panicum maximun*)

Tiene un alto rendimiento y una calidad nutritiva, con una excelente palatabilidad y digestibilidad; su crecimiento es amacollado y sus hojas son anchas y abundantes.

Requiere de suelos fértiles y un buen manejo, muy tolerable a la sequía como también al encharcamiento temporal. Este pasto se puede utilizar a pastoreo o corte para conservarlo en forma de heno y ensilaje (Arronis Díaz *et al.*, 2003).

#### 2.5.1.1. Clasificación taxonómica

**Tabla 2.** Clasificación taxonómica de *Panicum maximun*.

| CATEGORÍA | TAXÓN |
|---|---|
| Reino | Plantae |
| División | Magnoliophyta |
| Clase | Liliopsida |
| Orden | Poales |
| Familia | Poaceae |
| Subfamilia | Panicoidea |
| Tibu | Paniceae |
| Género | Panicum |
| Especie | Maximun |
| Nombre científico | *Panicum maximun* |

Fuente: Arronis Díaz *et al.* (2003)

#### 2.5.1.2. Clasificación botánica

Es una especie perenne su propagación es por medio de semillas y vegetativamente la germinación de la semilla es de 25 a 35 % teniendo un poder de germinación baja, crece durante el verano formando matas densas, su periodo de floración empieza en época lluviosa y finaliza en época húmeda, estas plantas pueden llegar a producir 9 mil semillas (J. Vargas *et al.*, 2014).

#### 2.5.1.3. Clasificación morfológica

Puede llegar a medir hasta 3 m de altura, al pastoreo se recomienda que la planta alcance entre 60 y 80 cm, aprovechándolo hasta los 20 cm, se desarrolla en macollas aisladas de crecimiento erecto, su inflorescencia es en forma de espiga con ramificaciones laterales de color lila verdoso en panículas abiertas y colgantes, las

hojas son erectas, largas y anchas con vainas glabras, los tallos son levemente rojizos (morados) y glabros. La semilla se desprende de la panícula, produciendo perdidas de cariópside, el desprendimiento de la semilla madura y la presencia inmadura simultáneamente, dificultan la cosecha. Los tallos al tener nudos, estos se doblan y tocan el suelo formando raíces creando plantas nuevas; las vainas de las hojas se encuentran en la base de los tallos y cubiertos de pelos finos; las láminas foliares son de hasta 35mm de ancho y forma conica en una punta fina de largo. La fértil (mujeres) lema superior es pálida (J. Vargas *et al.*, 2014).

**Tabla 3.** Diferencias morfológicas de dos cultivares de *Panicum maximun*.

| DESCRIPTORES | Mombaza | Tanzania |
|---|---|---|
| Altura de la planta | 1.7 | 1.2 |
| Ancho de la hoja | 3.0 | 2.7 |
| Manchas rojizas en las espiguillas | Pocas | muchas |
| Pilosidad de las hojas | Pocas | Ausente |
| Pilosidad de los tallos | Ausente | Ausente |
| Serosidad de los tallos | Ausente | Ausente |
| Porte de las hojas | Erectas | Decumbentes |

Fuente: J. Vargas *et al.* (2014)

#### 2.5.1.4. Clasificación agronómica

Se trata de un cultivo exigente en cuanto a la fertilidad del suelo, en especial, a niveles de fósforo y potasio por ocasión de establecimiento, siendo, por lo tanto, recomendada para suelos de alta fertilidad natural o corregidos. Preferiblemente suelos areno-arcillosos, bien drenados. Se adapta bien a regiones de clima caliente, con precipitación pluvial superior a 1,000 mm y situadas entre 0 y 2,000 m.s.n.m de altitud. Tolera heladas leves y esporádicas. Poco tolerante a suelos encharcados (Sellan, 2016).

- Clima: Se adapta bien a regiones de clima caliente, Tolera heladas leves y esporádicas temperaturas entre 20-35°C.
- Altitud: Situadas entre 0 y 2,000 m.s.n.m de altitud.

**Tabla 4.** Valoración agronómica de *Panicum maximun*.

| VARIEDADES | | |
|---|---|---|
| CARACTERISTICAS AGRONOMICAS | Mombaza | Tanzania |
| Producción de materia verde (t/ha/año) | 165 | 132 |
| Producción de materia seca foliar (t/ha/año) | 33 | 26 |
| Porcentaje de hojas | 82 | 80 |
| Rebrote después de cortes (escala 0 a 5) | 2.9 | 3.0 |
| Produccion de semilla (kg/ha) | 72 | 132 |
| Porcentaje de crecimiento en periodo seco | 11 | 10.5 |
| Porcentaje de reducción sin fertilización | 24 | 21 |
| Porcentaje de reducción al segundo año | 45 | 48 |

Fuente: Sellan (2016)

- Suelo: Preferiblemente suelos areno-arcillosos, bien drenados. Poco tolerante a suelos encharcados. Con un pH de 5.0 – 8.0.

- Precipitación: Con precipitación pluvial superior a 1,000-1300 mm.

- Riego: Buen drenaje.

- Fertilización: Se trata de un cultivo exigente en cuanto a la fertilidad del suelo, en especial, a niveles de fósforo y potasio por ocasión de establecimiento, siendo, por lo tanto, recomendada para suelos de alta fertilidad natural o corregidos.

  Para el mantenimiento y producción de las praderas en la mayor parte de los suelos de la llanura costera, se recomiendan las dosis de fertilización anual de 150-60-00, que equivale a 334 kg/ha de urea y 134 kg/ha de superfosfato triple de calcio para Mombaza, y de 100-20-00 (222 kg/ha de urea y 45 kg/ha de superfosfato triple de calcio). La dosis de N (urea) se debe fraccionar en al menos dos aplicaciones durante la época de lluvias, mientras que el superfosfato triple de calcio se puede aplicar todo en una sola ocasión, de preferencia mezclado con la primera fracción de urea. Para el establecimiento, se aplica la mitad de la dosis de fertilización recomendada para mantenimiento y producción, asimismo fraccionando la urea en al menos dos partes iguales (Burgos *et al.*, 2014).

- Manejo: Aguanta pastoreo intensivo, pero solo con el mantenimiento de la fertilidad del suelo y responde bien a fertilización. Se recomienda retirar los animales de la pastura cuando ésta alcance 20 cm de altura. Bajo estas condiciones el pastoreo se iniciará a los 90 a 120 días después de la siembra. Después del primer pastoreo, se puede pastorear cada 6-8 semanas cuando las plantas alcancen 15-20cm de altura. También el pastoreo no debe ser al ras del suelo. Para una mayor persistencia y eficacia en su utilización se recomienda pastorear con rotación, con un período de ocupación por potrero no mayor a 6 días y teniendo como descanso de 35 a 45 días, en épocas de buena humedad. En época seca y cuando no hay riego disponible, se debe aumentar los períodos de descanso para que el tiempo de recuperación sea mayor. Cuando el pasto alcanza de 80 a 100 cm de altura o antes de iniciar la floración, se considera la época más adecuada para el pastoreo; ya que en estas condiciones presenta hasta el 60 % de digestibilidad. El control de malezas en los potreros se puede controlar con químicos y de forma manual. Se puede puede utilizar en pastoreo directo o en silos (Peters *et al.*, 2011).
- Producción de biomasa: Materia seca ha/año: 26 tn.
- Proteína en la MS: 7,4 %
- Porcentaje de DIVMS: 55 %.
- Paltibilidad: Óptima.
- Altura de corte: 30/40 cm retirar los animales.
- Cargas de UBA: Panicum soporta cargas de 2.5 a 4 animales / ha durante las lluvias y 1.5 a 2 animales / ha en sequía.
- Calidad nutricional

**Tabla 5.** Calidad nutricional en las hojas de los pastos Mombaza y Tanzania en Materia Seca ( %).

| VARIEDADES | PB | FND | FAD | N-FND | N-FAD |
|---|---|---|---|---|---|
| Mombaza | 11,6 | 70,9 | 37,8 | 22,9 | 4,6 |
| Tanzania | 12,3 | 72,9 | 38,2 | 23,5 | 4,5 |

Fuente: Peters *et al.* (2011)

### 2.5.2. *Brachiaria brizantha*

Es una gramínea perenne, crece formando macollas de 1.60 metros de altura, produce tallos capaces de enraizar en los nudos que entra en contacto con el suelo, por lo que se puede sembrase en forma vegetativa como también en semilla (Olivera *et al.*, 2006).

**Tabla 6.** Clasificación Taxonómica *Brachira brizantha*.

| **CATEGORÍA** | **TAXÓN** |
|---|---|
| Reino | Plantae |
| División | Magnoliophyta |
| Clase | Liliopsida |
| Orden | Poales |
| Familia | Poaceae |
| Subfamilia | Panicoidea |
| Tibu | Paniceae |
| Género | Brachiaria ssp |
| Especie | Brizantha |
| Nombre científico | *Brachiaria brizantha* |

Fuente: Olivera *et al.* (2006)

#### 2.5.2.1. Clasificación botánica

Es una especie perenne su propagación es por medio de semillas y vegetativamente. Se debe sembrar al inicio de las lluvias con semilla gámicas; al voleo utilizando 3 a 5 kg/ha, en surcos o hileras de 2 a 3 kg/ha y con espeque (labranza mínima y cero labranzas) de 1.5 a 2.5 kg/ha. Posee 75 % de germinación (Olivera *et al.*, 2006).

#### 2.5.2.2. Clasificación morfológica

Las hojas pueden ser con vellosidades o sin vellosidades, se propagan por rizomas y por estolones, presenta macollas vigorosas, de hábito erecto o semi-erecto, con tallos que alcanzan hasta 2,0 m de altura. Los rizomas horizontales son cortos, duros y curvos. Las raíces son profundas, le permite sobrevivir durante la sequía. Estas son de color blanco-amarillento y de consistencia blanda. Los nudos pueden ser glabros o poco pilosos, de color morado. La vaina, de 10 a 23 cm de longitud, es de color verde, ocasionalmente con tonalidades moradas hacia los bordes. La inflorescencia es en forma de panícula racemosa, de 34 a 87 cm de longitud, con el eje principal 4 estriado, glabro o piloso, con 1 a 17 racimos solitarios, unilaterales y rectos, de 8 a 22 cm de longitud (Olivera *et al.*, 2006).

#### 2.5.2.3. Clasificación agronómica

- Clima: Caliente, a una temperatura 18 a 32°C.
- Altitud: entre 0 a 2,000 m.s.n.m de altitud.
- Suelo (ph, textura): Es poco tolerante a suelos encharcados con pH del suelo: 4.0 – 8.0. Requiere suelos que no sean muy arcillosos.
- Precipitación: Precipitación pluvial excede los 1,500 hasta 3500 mm.
- Fertilización: Se adapta a niveles de fertilización moderados.
- Manejo: Excelente tasa de crecimiento durante la época seca, se pastorea evitando el sobre pastoreo. Forma asociaciones persistentes y productivas (Cañizares *et al.*, 2015). Se controla la maleza de forma manual y química.
- Producción de biomasa: producción de forraje de 10 a 18 tn/Ms/ha/año, siendo determinado por factores como la edad, llegando a 1643.35 kg Ms/ha.

- Calidad nutricional: La digestibilidad promedio del forraje producido por esta especie es de 66 %, con un rango que puede variar entre 56 y 75 %, dependiendo de la edad del rebote. El contenido de proteína bruta promedio es de 10 %, oscilando entre 8 y 13 %, según la edad del rebote y la fertilidad del suelo (Ceron, 2015).

### 2.5.3. *Brachiaria decumbes*

Es de crecimiento rastrero, sus principales características son resistencia a la sequía, tolera el frio y la sombra, se adapta a terrenos laderosos y pocos fértiles, forma asociaciones estables y persistentes con leguminosas, no es bien consumida por los caballos (Grof, 1968).

**Tabla 7.** Clasificación Taxonómica de *Brachiaria decumbes*.

| CATEGORÍA | TAXÓN |
|---|---|
| Reino | Plantae |
| División | Magnoliophyta |
| Clase | Liliopsida |
| Orden | Poales |
| Familia | Poaceae |
| Subfamilia | Panicoidea |
| Tibu | Paniceae |
| Género | Brachiaria ssp |
| Especie | Decumbes |
| Nombre científico | *Brachiaria decumbes* |

Fuente: Grof (1968).

#### 2.5.3.1. Clasificación botánica

Es de crecimiento rastrero, sus tallos producen muchas raíces, lo que facilita la siembra del material vegetativo que cubre el suelo rápidamente, resistente a la sequía tolera el frio y la sombra se adapta a terrenos laderosos y poco fértiles, es altamente

susceptible a la baba de culebra, crece en forma natural en sabanas abiertas o con presencia de arbustivas (Cañizares *et al.*, 2015).

#### 2.5.3.2. Clasificación morfológica

Tiene un hábito de crecimiento rastrero y estolonífero, sus estolones son largos y enraízan, poseen hojas medianas lanceoladas que miden de 20 a 40 cm de longitud de color verde oscuro y con vellosidades, pubescentes y con una inflorescencia en forma de panícula, con 2 o 5 racimos extendidos o semirrectos.

#### 2.5.3.3. Clasificación agronómica

Se caracteriza por su grado de adaptación a diferentes tipos de suelos como laderas, tienden a cubrir el suelo rápidamente evitando la erosión.

- Clima: Se adapta a condiciones tropicales calientes y húmedas, con una temperatura de 18 a 28°C.
- Altitud: 0 a 1200 m.s.n.m.
- Suelo: Se adapta a suelos ácidos e infértiles, sin embargo, posee gran potencial de respuesta con mejoras del nivel de fertilidad del suelo. Se adapta a terrenos laderosos y poco fértiles, a un pH de 3.0 a 7.5.
- Precipitación: 1000 hasta 4500mm.
- Fertilización: Se recomienda una fertilización base, con un análisis de suelo durante la etapa de siembra. Se han observado respuestas buenas con la aplicación de 50 N-40 P-17 K.
- Manejo: Control de malezas de forma integral .

- Producción de biomasa: Con riego y fertilización (300,0 kg N/ha/año) alcanza entre 18,0 y 20,0 tn/MS/ha/año, y en secano (con 240,0 kg N/ha) puede producir hasta 12,0 tn/MS/ha. Produce entre 17,1 y un 29,0 % del rendimiento anual en la época de seca.

- Número de cortes: A mayor altura de corte mayor producción, los 45 días próximos este pone en marcha su a poderío para no dejar rincón alguno por germinar.

- Calidad nutricional: La producción de materia seca oscila entre 17.000 a 24.000 kg /ha/año, la digestibilidad en un porcentaje de 54 a 58 % y la proteína cruda de 4.4 a 9.5 %. Se puede considerar intermedio en términos de digestibilidad composición química y consumo; el contenido de PC disminuye rápidamente con la edad del pasto desde 10 % a los 30 días a 5 % a los 90 días.

### 2.5.4. Centrosema (*Centrosema pubescens*)

Es una leguminosa de amplia distribución y adaptación en Latinoamérica, es tolerante a la sombra, sequía, suelos ácidos, mal drenados y de baja fertilidad, protege de la erosión y crea otros beneficios ecológicos (R. Ramírez, 2012).

**Tabla 8.** Clasificación Taxonómica de Centrosema.

| CATEGORÍA | TAXÓN |
|---|---|
| Reino | Plantae |
| Clase | Magnoliopsida |
| Orden | Fabales |
| Familia | Fabaceae |
| Género | Centrosema ssp |
| Especie | Virginianum |
| Nombre científico | *Centrosema pubescens* |

Fuente: R. Ramírez (2012).

#### 2.5.4.1. Clasificación botánica

Es una especie perenne, rastrera y tiende a ser muy agresiva trepando

#### 2.5.4.2. Clasificación morfológica

Tiene una altura de 40 a 50 cm, sus raíces son pivotantes y vigorosas, sus tallos son muy delgados y rastreros muy poco pubescentes, sus hojas son trifoliadas de color oscuro que miden aproximadamente de 4cm de largo y de ancho 3.5, sus flores son grandes de color lila, su semilla es de 4 a 5mm de color castaño negro.

#### 2.5.4.3. Clasificación agronómica

- Clima: Se adapta a clima trópico y subtropical a temperaturas bajas.
- Altitud: 0 a 1700 m.s.n.m.
- Suelo: No se adapta a suelos muy ácidos, con un ph de 4.5 a 7, con una textura de suelo desde arenoso-franco a arcillosos-limoso.
- Precipitación: 1000 a 1750 mm /año.
- Manejo: El control de malezas al momento del establecimiento, se establece al voleo o en surcos a una distancia de 50 a 100 cm entre surcos y 5 cm entre plantas, utilizando de 5 – 7 kg de semilla/ha y a una profundidad de siembra de 2 - 3 cm con semillas escarificadas. Se establece moderadamente rápido.
- Producción de biomasa: 3 – 10 tn/MS/ha/ año.
- Número de cortes: A las 15 semanas post-siembra se realiza el primer corte de igualación.
- Calidad nutricional: Proteína 15 a 25 %, tiene una digestibilidad del 50 al 65 % (Ceron, 2015).

### 2.5.5. Pasto mulato (*Brachiaria híbrido*)

Su origen es africano, se originó a partir de cruces iniciados en 1988 en el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) en Cali, Colombia, entre el clon sexual 44-6 de *Brachiaria ruziziensis* y la especie tetraploide apomíctica *B. Brizantha* CIAT 6294 (= CIAT 6780), que corresponde al cv. Diamantes 1raen Costa Rica, al cv. Marandu en Brasil y al cv. Insurgente en México. Estos cruces dieron origen a ocho clones de primera generación entre los que se contó el clon 625-06, el cual se identificó como sexual mediante análisis de sacos embrionarios (N. Vargas y Alfonso, 2013).

#### 2.5.5.1. Clasificación botánica

La siembra con semilla botánica puede ser al boleo, con espeque, o a chorro continuo, sobre surcos separados entre 0.50 y 0.70 cm, bien sea sobre terreno preparado convencionalmente con arado para controlar la vegetación con machete o herbicidas no selectivos. En estos casos recomienda tasas de siembra de 5 a 6 kg de semilla con un valor cultural mínimo de 60 % lo que significa una semilla de 80 % de pureza y 75 % de germinación. La siembra con espeque requiere menor calidad de semilla que cuando se siembra a voleo (P. Argel *et al.*, 2005). Según Peters *et al.* (2011) Centroamérica y Colombia tasas de siembra que varían de 3 a 5 kg de semilla con pureza y germinación mayor de 80 % y una digestibilidad de 55 a 66 % con excelentes resultados de palatabilidad de los animales.

#### 2.5.5.2. Clasificación morfológica

La Brachiaria cv Mulato es una gramínea perenne de crecimiento inicial macollado que puede alcanzar hasta 1.0 m de altura. Produce tallos cilíndricos vigorosos, algunos con hábito semi-decumbente capaces de enraizar a partir de los nudos cuando entran en estrecho contacto con el suelo, bien sea por efecto del pisoteo animal o

por compactación mecánica, lo cual favorece el cubrimiento total del suelo en potreros bajo pastoreo. Las hojas son lanceoladas con alta pubescencia y alcanzan hasta 40 cm de longitud y entre 2.5 a 3.5 cm de ancho (Guiot, 2017). La inflorescencia es una panícula de 30 a 40 cm de longitud, generalmente con 3 a 8 racimos con hilera doble de espiguillas, las cuales varían entre 2.4 mm de ancho y 6.2 mm de largo, que presentan durante la antesis estigmas de color cardenal oscuro (P. Argel *et al.*, 2005). Cada tallo produce una inflorescencia terminal, aunque se ha observado la aparición de una segunda espiga proveniente de nudos intermedios en el mismo tallo, particularmente cuando se despunta la panícula principal.

#### 2.5.5.3. Clasificación agronómica

- Clima: 18-20°C.
- Altitud: 1,200 m.s.n.m.
- Suelo: Suelos ácidos (pH 4.2) y también en alcalinos (pH 8.0).
- Precipitación: 800-2,000 mm por año.
- Manejo: A los 30 días después de la siembra se debe hacer control de malezas, según sea el caso, esta puede hacerse manual o con químicos. La fertilización se distribuye desde la siembra hasta que el pasto esté listo para el pastoreo (60-90 días después de la siembra). Las fertilizaciones se hacen dos veces por año, al inicio y al final de las lluvias y de acuerdo a un análisis del suelo. Una buena fertilización consiste en aplicar una fuerte dosis de Fósforo al momento de la siembra (70-80 kg de triple Superfosfato) y 80 kg de Nitrógeno a los 30 días después de la siembra. Considerando la altura del pasto para el consumo animal se recomienda utilizar un 67 % del total disponible en la pastura, dejando una reserva en la pastura de un 33 %, esto permitirá una recuperación rápida del pasto en 15-20 días como máximo.
- Producción de biomasa: 150 kg/ha.

- Número de cortes: 120 días.
- Calidad nutricional: 12 – 15 % de proteína (Guiot, 2017).

## 2.6 TRABAJOS RELACIONADOS

Segun B. Sánchez *et al.* (2016) en la "Evaluación de una mezcla de cuatro especies forrajeras en alimentacion de ganado CEBU en etapa de lavante" nos indica que el proyecto consiste en evaluar cual es el efecto de una mezcla a base de cuatro especies forrajeras: King grass morado, cuba 22, caña de azúcar y botón de oro sobre el consumo voluntario de forraje y la ganancia diaria de peso (GDP) en 12 animales cebú comercial, estos fueron asignados al grupo tratamiento, donde las raciones diarias fueron calculadas con el alimento ofrecido y el restante para medir su consumo. Al grupo control fueron asignados 12 animales donde consumían forraje Brachiaria decumbens en pastoreo rotacional. Se realizo un análisis bromatológico de la mezcla ofrecida al grupo tratamiento y a la pastura *Brachiaria decumbens* del grupo control. Finalmente, se realizó una evaluación económica de estas prácticas. Los resultados indican que el consumo diario de la mezcla aumento 10 kg de materia verde por animal mensualmente. El efecto sobre las ganancias diarias de peso (kg) mejoró significativamente con la mezcla de los cuatro forrajes (0,680 kg/d) al compararla con el control (0,377 kg/d). Entre las fuentes la más alta ganancia ($P<0,01$) se obtuvo en el mes de julio (0,733 kg/d). La respuesta animal a la mezcla en este experimento parece deberse a mejoras en la cantidad y calidad de alimento ofrecido. Al medirse el impacto económico de la mezcla, resultó ser más eficiente, por el diferencial en la ganancia de peso alcanzado en los 4 meses, también se puede realizar dos ciclos de levante mientras que se realiza un ciclo en pastoreo que tiene una duración en promedio de 10 meses.

A. Ramírez *et al.* (1971) en su tema "Evaluación de mezclas de gramineas y leguminosas forrajeras tropicales bajo condiciones de pastoreo y corte" muestra un suelo aluvial del Centro Experimental Palmira, Valle del Cauca,localizado a 1. 006 m. s.

n. m., con una precipitación promedia anual de 1.000 mm y 24°C de temperatura media, se realizaron dos ensayos, uno bajo condiciones de corte con guadaña y otro bajo condiciones de pastoreo controlado. Las gramíneas y leguminosas se sembraron simultáneamente en surcos alternos distanciados 30 cm uno del otro. El diseño experimental utilizado en ambos ensayos, fue el de parcelas divididas con tres repeticiones: las gramíneas como parcelas principales y las leguminosas como subparcelas. El tamaño de las subparcelas fue de 2,40 x 6,00 (14,40 $m^2$) En el ensayo bajo condiciones de pastoreo se cosecharon dos metros cuadrados por subparcela antes de entrar y al salir los animales; éstos eran vacas de raza Holstein en producción. En el ensayo bajo condiciones de pastoreo se cosecharon dos metros cuadrados por subparcela antes de entrar y al salir los animales; éstos eran vacas de raza Holstein en producción. En el ensayo bajo condiciones de corte se cósechó una faja central de seis metros cuadrados por subparcela: el corte se hizo a cinco cm sobre el suelo, exceptuando el pará, el cual se cosechó a 25 cm. Además, en cada corte se determinó en forma visual el porcentaje de leguminosa en cada mezcla.

# 3. METODOLOGÍA

## 3.1 LOCALIZACIÓN DE ÁREA DE ESTUDIO

La investigación se realizó en el piso medio del cantón Gonzanamá, en la parroquia Changaimina en el sector de Jorupe. En la finca seleccionada en base a sus características productivas ganaderas del sector, la cual se denomina como "Finca piloto" del Proyecto Ganadería Climáticamente Inteligente, perteneciente al Sr. Byron Torres, ocupando una extensión territorial aproximada de 20 ha.

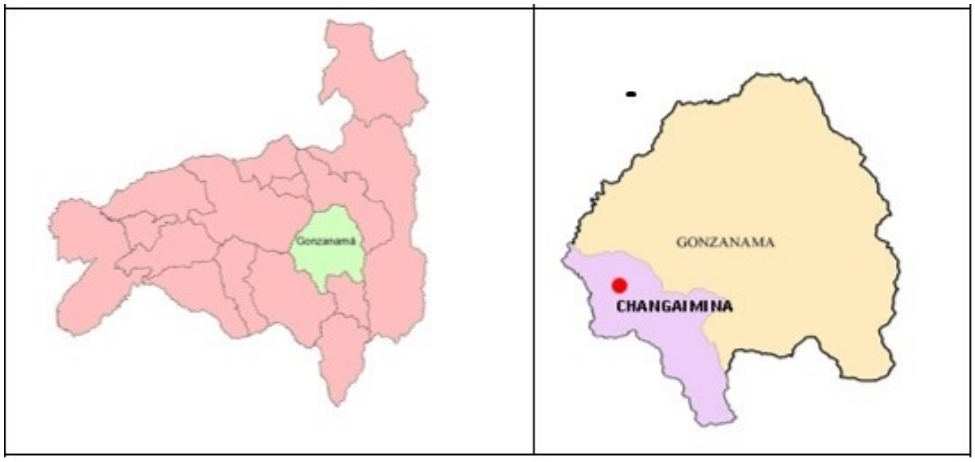


**Figura 1.** Ubicación de la parroquia Changaimina, cantón Gonzanamá, provincia de Loja

### 3.1.1. Ubicación Geográfica

- Latitud: S 4º 20' / S 4º 0'
- Longitud: W 79 º 30' / W 79 º 0' 5
- Altitud: 1701 a 2400 m.s.n.m.

### 3.1.2. Ubicación Política

El Cantón está dividido políticamente por 5 parroquias. La urbana, Gonzanamá que es la cabecera cantonal; y las parroquias rurales Changaimina, Nambacola, Purunuma y Sacapalca. El cantón Gonzanamá limita al Norte: con el cantón Catamayo; al Sur: con el cantón Calvas y Quilanga; al Este: con el cantón Catamayo y Loja y; al Oeste: con el cantón Calvas y Paltas (Zaquinaula, 2010).

### 3.1.3. Condiciones Ecológica

#### 3.1.3.1. Suelo

Los suelos del cantón Gonzanamá son principalmente del tipo Entisol con el 41,01 % que corresponden a 27962,29 ha, es decir son suelos de textura de moderadamente gruesa a fina con topografía variable entre plana a empinada; seguido de los Inceptisoles con el 29,24 % es decir ocupan 19936,92 ha estos son suelos que no tienen acumulación de arcilla, son superficiales a moderadamente profundos de topografía plana a quebrada; las restantes categorías están presentes en bajos porcentajes: Vertisol ocupa el 11,44 % del territorio cantonal, Inceptisol+Entisol corresponde al 7,06 % de superficie, Alfisol+Inceptisol ocupa el 6,83 % y Alfisol corresponde al 4,43 % del territorio (Zaquinaula, 2010).

El cantón Gonzanamá posee suelos con pendientes que se encuentra en mayor proporción de medias a fuerte (menores al 70 %), poseen una pedregosidad menor al 50 %. El segundo tipo de suelo que representa en mayor proporción se encuentran en pendientes que varían desde planas (0-2 %) que pueden ser suelos muy pedregosos a no pedregosos. El tercer tipo de suelo tienen pendientes menores a 12 %, suaves, muy suaves y planas, son poco profundos (Zaquinaula, 2010).

#### 3.1.3.2. Clima

El cantón Gonzanamá posee una temperatura de 18 $°C$ a 23 $°C$ , con una precipitación que varía de 900 a 1200 mm/ año con una humedad relativa del 85 % y una evapotranspiración media anual de 741 mm (Zaquinaula, 2010).

#### 3.1.3.3. Clasificación de los ecosistemas

El cantón Gonzanamá posee ecosistemas que se encuentra ocupada por Matorral Montano Xérico Andino que abarca el 26,04 % (17755,45 ha) y Matorral Húmedo Montano con 15,88 % (10829,15 ha). Además de pasto cultivado con 23,99 % es decir 16359,72 hectáreas, en la categoría pecuario (Zaquinaula, 2010).

## 3.2 ESTABLECIMIENTO Y MANEJO DE LAS MEZCLAS FORRAJERAS

El experimento se establecio en un aréa de 625 $m^2$, con 25 parcelas, para esto se empleó maquinaria agrícola con tres pases de arado de disco sin volteo del suelo, y con el uso de herramientas de mano se procedió a desmenuzar el suelo y eliminar malezas, con el fin de obtener un terreno bien mullido y apto para la siembra de las mezclas forrajeras.

Se utilizó semillas certificadas, entregadas por el proyecto de Ganadería Climáticamente Inteligente; variedades de: Semillas de Chilena (*Panicum maximun* cv tanzania), Brachaira brizantha (*Brachiaria brizantha* cv piatá), Brachaira decumbes (*Brachiaria decumbes* cv brasilik) ,Crentrosema (*Centrosema pubescens* cv Benth)y pasto mulato(*Brachiaria híbrido* cv Mulato II (CIAT 36087)), con una proporción de 75 % gramíneas, y 25 % leguminosas.

El terreno donde se implementó la investigación tuvo las siguientes característi-

cas: suelos de textura franco-arcilloso, índices altos en materia orgánica,calcio, magnesio, cobre, hierro; medio, en manganeso, zinc, potasio; valores bajos en boro, azufre, fosforo; pH de 7,0 (neutro).

Por lo tanto, se realizó una fertilización base de acuerdo a los resultados de análisis de suelos y requerimientos nutricionales de la mezcla forrajera. Los fertilizantes aplicados fueron los siguientes:

**Tabla 9.** Dosis de fertilizante por tratamiento.

| **Descripción** | **Fertilizante** | **Dosis (g)/parcela** |
|---|---|---|
| Testigo T0(Chilena) | Ácido bórico | 23 |
| | 10-30-10 | 107 |
| T1 (Chilena + Centrosema) | Ácido bórico | 23, 0 |
| | 10-30-10 | 107 |
| T2 (Brachiaria brizantha + Centrosema) | Ácido bórico | 23 |
| | 10-30-10 | 144 |
| T2 (Brachiaria decumbes + Centrosema) | Ácido bórico | 23 |
| | 10-30-10 | 144 |
| T2 (Pasto Mulato + Centrosema) | Ácido bórico | 23 |
| | 10-30-10 | 144 |
| Todas las mezclas | Abono orgánico | 2000 |

En cuanto a la siembra se consideró la relación gramínea-leguminosa en un porcentaje de 75-25 respectivamente para los cálculos de peso de semilla para cada parcela, la siembra se mediante el método al voleo, tratando de realizar una distribución homogénea.

Se realizaron dos deshierbas manuales la primera antes de realizar el corte de igualación y la segunda antes del primer corte, con la finalidad de que exista un mejor desarrollo de los pastos para los siguientes cortes y evitar la competencia con averses.

El riego se aplicó cada 8 días por aspersión durante 3 horas manteniendo un nivel de humedad del 80 al 100 % de capacidad de campo por cuatro ocasiones, debido que se presentó la época de lluvia, siendo no necesario el riego.

## 3.3 Diseño Experimental

Se utilizó un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA), con los tratamientos que se detallan a continuación.

**Tabla 10.** Descripcion de los tratamientos evaluados

| Tratamientos | Nombre Común | Denominación |
|---|---|---|
| Testigo | Chilena | To |
| Tratamiento 1 | Chilena + centrosema | T1 |
| Tratamiento 2 | Brachairia Brizantha + centrosema | T2 |
| Tratamiento 3 | Brachiaria decumbes + centrosema | T3 |
| Tratamiento 4 | Pasto Mulato + centrosema | T4 |

Nombres Científicos: Chilena = *Panicum maximun*; Centrocema = *Centrosema pubescens*; Brachairia Brizantha = *Brachiaria brizantha*; Brachiaria decumbes = *Brachiaria decumbes*; Pasto Mulato = *Brachiaria híbrido*

### 3.3.1. Descripción del Experimento

Se realizó el trazado de 5 bloques, cada bloque con 5 tratamientos sumando un total de 25 parcelas. Los bloques separados a una distancia de 1 m entre bloques y 1 m distancia entre parcela, estos a su vez están subdivididos en unidades experimentales de 25 $m^2$ (5 m x 5 m), el mismo que se eliminó 0,5 $m^2$ por parcela (efecto borde), quedando una parcela de 16 $m^2$, tomando en cuenta que los bloques se construyero perpendicularmente a la gradiente del terreno. Las características del experimento son las siguientes:

**Tabla 11.** Características del ensayo establecido en el piso medio del cantón Gonzanamá

| Descripción | Tamaño |
|---|---|
| Numero de tratamiento | 5 |
| Número de unidades experimentales | 25 |
| Tamaño de parcela | 25 $m^2$ |
| Largo de la parcela | 5 m |
| Ancho de la parcela | 5 m |
| Distancia entre parcela | 1 m |
| Numero de bloques | 5 |
| Numero de parcela por bloque | 5 |
| Distancia entre bloque | 1 m |
| Área total útil | 400 $m^2$ |
| Largo del ensayo | 25 |
| Ancho del ensayo | 25 |
| Área Total del ensayo | 625 $m^2$ |

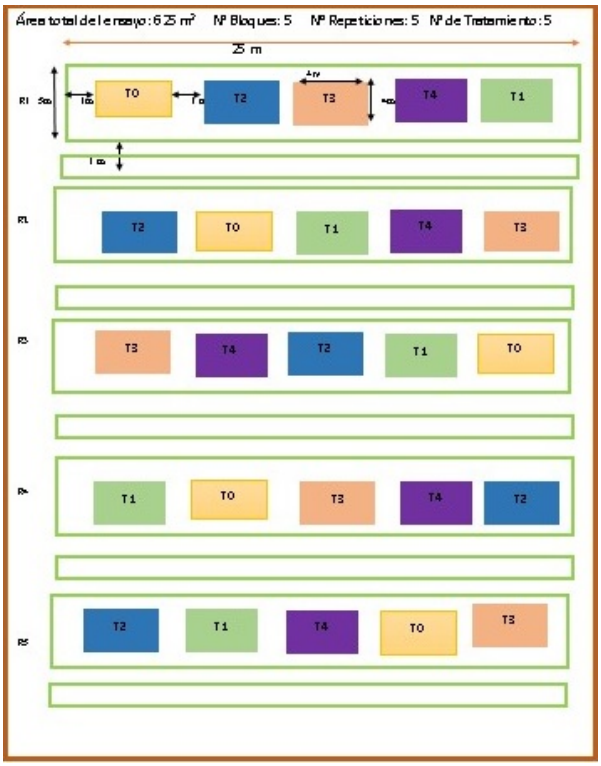


**Figura 2.** Esquema de campo en DBCA

En el experimento se utilizó las siguientes variedades: Semillas de Chilena (*Panicum maximum* cv tanzania), Brachaira brizantha (*Brachiaria brizantha* cv piatá),

Brachaira decumbes (*Brachiaria decumbes* cv brasilik), Crentrosema (*Centrosema pubescens* cv Benth) y pasto mulato (*Brachiaria híbrido* cv Mulato II (CIAT 36087). Para poder realizar la siembra por parcela, se tomó en cuenta la cantidad de semillas utilizada por hectárea, luego se relacionó por parcela, a continuación se muestra en la siguiente.

**Tabla 12.** Cantidad de semilla por parcela.

| Descripción | Semillas | Proporción {G-L ( %)} | Dosis (g)/parcela | Dosis (kg/ha) |
|---|---|---|---|---|
| T0 | Panicum maximum cv tanzania | 100 G | 48 | 6 |
| T1 | Panicum maximum cv tanzania | 75 G | 36 | 6 |
| | Centrosema pubescens cv Benth | 25 L | 12 | 6 |
| T2 | Brachiaria brizantha cv piatá | 75 G | 42 | 7 |
| | Centrosema pubescens cv Benth | 25 L | 12 | 6 |
| T3 | Brachiaria decumbes cv brasilik | 75 G | 42 | 7 |
| | Centrosema pubescens cv Benth | 25 L | 12 | 6 |
| T4 | Brachiaria híbrido cv Mulato II (CIAT 36087) | 75 G | 48 | 8 |
| | Centrosema pubescens cv Benth | 25 L | 12 | 6 |

## 3.4 VARIABLES EN ESTUDIO

### 3.4.1. Parámetros Productivos

#### 3.4.1.1. Altura de la planta

Se tomó la altura en 5 plantas al azar por cada especie en cada parcela, con un total de 125 plantas, durante todo el ciclo del cultivo cada 15 días, hasta el corte de igualación y posterior a ello llegando al primer corte; estos datos se midieron con ayuda de una regla milimetrada, desde el nivel de suelo hasta la yema terminal de la planta.

#### 3.4.1.2. Composición botánica

Se realizó un muestreo en zigzag, con tres evaluaciones, con ayuda de un cuadrante de madera de 0,25 $m^2$ por parcela en las 25 unidades experimentales; esto de lo realizó durante el corte de igualación y el primer corte, para esto se procedió a cortar la mezcla forrajera dentro del cuadrante a una altura de 5 cm simulando el consumo del animal, posteriormente se procedió a homogenizar la muestra y pesar 500 gramos de mezcla forrajera, para lo cual se realizó la separación de gramínea, leguminosa y maleza, pesando cada muestra de especie, obteniendo la relación gramínea, leguminosa, maleza.

#### 3.4.1.3. Corte de igualación

El corte de igualación se realizó cuando la mezcla tenía una altura de 45 a 50 cm, y presente el 10 % de floración, a 10 cm del suelo.

#### 3.4.1.4. Primer corte

Se realizó a los 35 días después del corte de igualación con la ayuda de un 1 hoz para la recolección de muestra y con una motoguadaña para el resto de material en la parcela.

#### 3.4.1.5. Producción de biomasa

se realizó un muestreo en forma de zigzag en cada uno de las unidades experimentales, utilizando un cuadrante de 0,25 $m^2$ donde se obtuvierón 3 sub-muestras cortando el forraje a una altura de 10 cm dentro del cuadrante, se pesó el material cortado en fresco y se obtuvo el total de biomasa /parcela/bloque, para luego proyectarlo para una ha.

$$PMV(t/ha) = (PMV(kg/m^2)) * 10$$

Donde:

- PMV (t/ha): Peso de materia verde en toneladas por hectárea
- PMV (Kg/m$^2$): Peso de materia verde en kilogramos por metro cuadrado (Correa *et al.*, 2018).

Para el procesamiento de los datos se utilizó el programa estadístico mixed del SAS (SAS University edition), para realizar análisis de varianzas en bloques, con un grado de probabilidad del 0,05 % de significancia.

### 3.4.2. Potencial Forrajero

#### 3.4.2.1. Valor nutricional de la mezcla

Para el análisis bromatológico, primero se realizó la recolección de muestras, de 3 repeticiones al azar con sus 3 tratamientos, obteniendo un total de 15 muestras; se pesó 500 g y se colocó la muestras en una bolsa de polietileno con sierre, previamente etiquetada e identificada y se envió al laboratorio del INIAP de Santa Catalina de Quito, para sus respectivos análisis de: materia seca, cenizas o materia orgánica, proteína bruta, fibra cruda, extracto etéreo y extracto libre de nitrógeno, con los protocolos establecido en el laboratorio.En el laboratorio de bromatología de la Universidad Nacional de Loja, se analizó Fibra detergente neutra, Fibra detergente ácida, Lignina, Hemicelulosa y Celulosa, con los protocolos del mismo.

#### 3.4.2.2. Pruebas de digestibilidad *in situ*.

Para realizar las pruebas de digestibilidad *in situ* de materia seca, se utilizó un ovino macho fistulado de 41,2 kg de peso, raza mestiza, para ello se siguió el si-

guiente procedimiento: Primero para la determinación de los análisis de materia seca se procedió a picar en trozos pequeños de 3 cm de la mezcla forrajera, colocándolos en bolsas de papel con sus respectivas etiquetas; una vez concluido este paso, se realizó el proceso de secado dentro de la estufa a una temperatura de 65°C por 48 horas. Se utilizó 2 g por bolsa y 2 bolsas por tratamiento/tiempo de incubación, con un total de 60 g de cada tratamiento/todos los tiempos de incubación, con tres repeticionesde cada tratamiento. Se elaboró bolsas con tela chiffon de marca madacron, con un tamaño de poro de 45 micras, de 10 x 4 cm de longitud. Posterior a ello, fueron previamente identificadas con un código para no confundirlas. Se utilizó una cadenas de aproximadamente 0,25 m de longitud y unos 2,5 a 3 cm de espesor, para poder introducir en el rumen las bolsas, y no se nos dificulte, al momento de retirar las bolsas para lavar.

Para la incubación se comenzó de forma inversa con el tiempo de 96 horas (0, 6, 12, 24, 48 y 96 horas), introduciendo 10 bolsas con la muestra de forma consecutiva según los tiempos. Para determinar el porcentaje de desaparición de la muestra, se evaluó en la cero horas (0h), ya que las bolsas, para este tiempo, solo se sumergían en el líquido rúminal. Transcurridos los tiempos de incubación, se procedió a extraer y lavar las bolsas con agua corriente fría y caliente, hasta que el agua se vea cristalina, después se las dejo que se escurran, para posteriormente llevarlas a la estufa a 65°C/24 horas, quedando listas para realizar la determinación de cinética de degradación.

#### 3.4.2.3. Determinación de la cinética de digestión

La degradación de la materia seca (MS) estuvo sujeta a una ecuación sigmoidal expuesta por Orskov *et al.* (1980):

$$Y = (a(a + b))/(a + b^{-ct})$$

Donde:

- Y: Porcentaje de degradación acumulada en el tiempo t, %
- a: Intercepto de la curva de degradación cuando t= 0 (degradabilidad inicial, %)
- b: Fracción degradada por acción de los microorganismos (degradación máxima, %).
- c: Tasa de degradación, % h1
- t: Tiempo de incubación en el rumen, horas
- e: Base de los logaritmos naturales.

$$\%Degradabilidad = \frac{cantidad \quad inicial(g) - cantidad \quad residual(g)}{cantidad \quad inicial(g)} * 100$$

#### 3.4.2.4. Porcentaje de gustabilidad

Se llevó a cabo durante 2 días en cinco bovinos colocando comederos independientes en horas de la mañana, donde procedió a administrar el 5 % del peso vivo de cada mezcla forrajera (peso inicial) y se procedió a pesar (peso final) el forraje residual con una balanza de precisión.

Para establecer la palatabilidad de los forrajes se tuvo en cuenta la tasa de preferencia, propuesta por Giles y Schemntz (1980), aplicando la siguiente fórmula (Arévalo, 2010):

$$P = d/a$$

Donde:

- P: Tasa u orden de preferencia

- d: Porcentaje extraído de cada especie, relacionado con todas las especies extraídas y consumidas
- a: Porcentaje de disponibilidad de cada especie relacionado con la disponibilidad de todas las especies.

### 3.4.3. Estudio de Rentabilidad

En este estudio nos permitió determinar la relación beneficio/costo (B/C) al establecerse una mezcla forrajera; para la recolección de datos se procedió a obtener los costos de los siguientes rubros: preparación de suelo, insumos químicos, fertilización, mano de obra, semillas, siembra y rendimiento de forraje verde; a continuación se detallan las siguientes formulas:

#### 3.4.3.1. Cálculo del costo total de la producción (CT)

El CT se obtuvo de la sumatoria de los costos totales + interés del capital + el % de gastos de administración e imprevistos.

#### 3.4.3.2. Ingreso Total

$$IT = Q * Vp$$

Donde:

- Q: Volumen total de la producción
- Vp: Valor de la producción

#### 3.4.3.3. Utilidad marginal (Ingreso Neto IN)

$$UM = IT – CT$$

Donde:

- IT: Ingreso Total
- CT: Costos Total de producción

#### 3.4.3.4. Rentabilidad

$$R = (UM/CT) * 100$$

Donde:

- UM: Utilidad marginal (ingreso neto)
- CT: Costo total

#### 3.4.3.5. Relación Beneficio/ Costo (B/C)

$$B/C = (VAI)/(VAC)$$

Donde:

- VAI = Valor Actual de los Ingresos totales netos o beneficios netos.
- VAC = Valor Actual de los Costos de inversión o costos totales.

## 3.5 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se realizó análisis de varianza con el siguiente modelo matemático.

$$Yij = (\mu + \tau i + \beta j +^{\epsilon} ij)$$

Donde:

- Yij: es la j - ésima observación del i - ésimo tratamiento
- $\mu$: es la media general de las observaciones
- $\tau$i: es el efecto del i - ésimo tratamiento
- $\beta$j: es el efecto del j - ésimo bloque
- $\epsilon$ij: es una variable aleatoria normal independiente distribuida con esperanza 0 y varianza $\sigma^2$.

Los parámetros productivos se analizaron a través de un modelo mixto de medidas repetidas, utilizando el procedimiento MIXED del SAS (SAS University Edition, 2016). En el modelo el tratamiento fue la variable fija, y el bloque y la unidad experimental fueron las variables aleatorias. Las medias se compararon con el test de Tukey. Los probabilidades (p-valor) $\leq 0,05$ fuerón consideradas como diferencias significativas.

# 4. RESULTADOS

A continuación se muestran los resultados obtenidos de la investigación. Para una mejor comprensión, se los agrupó por cada objetivo.

## 4.1 PARÁMETROS PRODUCTIVOS DE LAS MEZCLAS FORRAJERAS

### 4.1.1. Altura de la planta desde la siembra hasta el Corte de Igualación a los 75 días de siembra

En la tabla 13 se muestran las alturas de los forrajes, quincenalmente, desde la siembra hasta el corte de igualación a los 75 días.

**Tabla 13.** Altura de los forrajes (cm), desde la siembra hasta el corte de igualación a los 75 días, en el piso medio del cantón Gonzanamá.

| **Mezclas Forrajeras** | **Edad, días de siembra.** | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | **15** | **30** | **45** | **60** | **75** |
| Chilena | 10,0 | 11,0$^{b}$ | 23,7$^{a}$ | 38,0$^{a}$ | 68,2$^{a}$ |
| Chilena + centrosema | 10,5 | 11,8$^{a}$ | 23,3$^{a}$ | 39,0$^{a}$ | 67,5$^{a}$ |
| Brachiaria brizantha + centrosema | 9,72 | 10,5$^{b}$ | 27,7$^{a}$ | 36,1$^{a}$ | 57,5$^{b}$ |
| Brachiaria decumbes + centrosema | 8,24 | 8,70$^{b}$ | 24,5$^{a}$ | 30,7$^{b}$ | 52,0$^{c}$ |
| Pasto Mulato + centrosema | 6,28 | 6,90$^{b}$ | 15,3$^{b}$ | 22,6$^{c}$ | 29,3$^{d}$ |
| *Error estándar de la media* | 1,68 | 1,68 | 1,68 | 1,68 | 1,68 |
| *P-valor* | 0,121 | <0,046 | <0,001 | <0,001 | <0,001 |

a,b,c= diferencias estadísticamente significativas (p-valor $< 0.005$).

### 4.1.2. Altura Post Corte de Igualaciòn a los 120 días de siembra

En la tabla 14 se muestran las alturas de los forrajes, quincenalmente, desde el corte de igualación hasta el primer corte a los 120 días de siembra.

**Tabla 14.** Altura de los forrajes (cm) post corte de igualación hasta los 120 días de siembra en el piso medio del cantón Gonzanamá.

| **Mezclas Forrajeras** | **Edad, días de siembra.** | | |
|---|---|---|---|
| | **90** | **105** | **120** |
| Chilena | 60,8$^{a}$ | 72,3$^{a}$ | 76,1$^{a}$ |
| Chilena + centrosema | 58,6$^{a}$ | 64,1$^{a}$ | 69,9 $^{a}$ |
| Brachiaria brizantha + centrosema | 58,5$^{b}$ | 68,0$^{a}$ | 71,0 $^{a}$ |
| Brachiaria decumbes + centrosema | 53,0$^{c}$ | 62,7 $^{b}$ | 66,0 $^{b}$ |
| Pasto Mulato + centrosema | 40,4$^{c}$ | 44,2$^{a}$ | 47,6 $^{b}$ |
| *Error estándar de la media* | 0,829 | 0,829 | 0,829 |
| *P-valor* | <0,001 | <0,001 | <0,001 |

a,b,c= diferencias estadísticamente significativas (p-valor $< 0.05$).

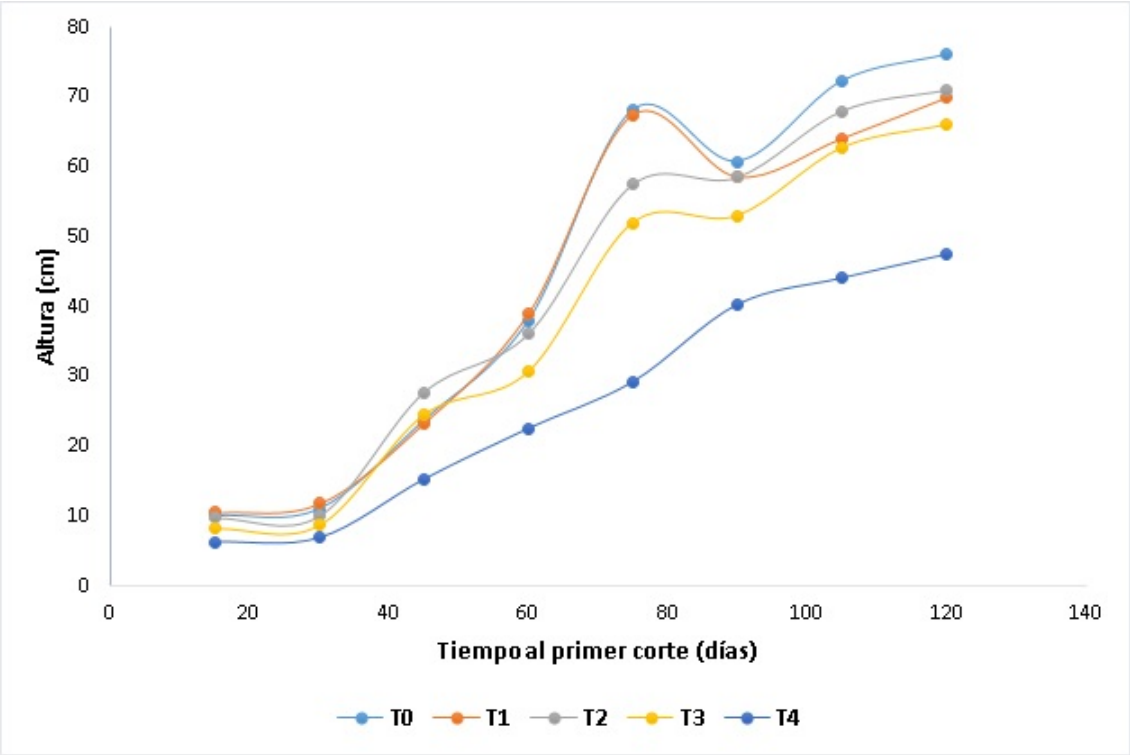


**Figura 3.** Curva de crecimiento de mezclas forrajeras, expresado en cm, en el piso medio del cantón Gonzanamá, 2019.

En la Tabla 13 , Tabla 14 y Figura 3, se puede observar que la altura de las diferentes mezclas forrajeras, presentan diferencias significativas a los 30, 45, 60, 75, 90, 105, 120 días de siembra, presentando los valores más altos el tratamiento T0 (Chilena) con 11 cm, 23,7 cm, 38 cm, 68 cm, 72,3 cm, 76,1 cm, mientras que el tratamiento T4 (Pasto Mulato + Centrosema) presenta los valores más bajos con valores 6,9 cm, 15,3 cm, 22,6 cm, 40,4 cm, 44,2 cm, 47,6 cm, respectivamente, en cambio a los 15 días de siembra no hay diferencias significativas para ningún tratamiento.

### 4.1.3. Composición Botánica de las Mezclas Forrajeras

En la tabla 15 se muestra la composición botánica de las mezclas forrajeras a los 75 y 120 DDS.

**Tabla 15.** Composición botánica de las mezclas forrajeras en el piso medio del cantón Gonzanamá, 2019.

| TRATAMIENTOS | 75 DDS | | |
|---|---|---|---|
| | **GRAMÍNEA ( %)** | **LEGUMINOSA ( %)** | **MALEZA ( %)** |
| Chilena (T0) | 90,9 $^{a}$ | 0,00 | 9,08 $^{b}$ |
| Chilena + centrosema (T1) | 91,4 $^{a}$ | 2,16 | 6,48 $^{b}$ |
| Brachiaria brizanta + centrosema (T2) | 76,5 $^{b}$ | 8,96 | 14,4 $^{b}$ |
| Brachiaria decumbes + centrosema (T3) | 87,7 $^{b}$ | 4,08 | 8,20 $^{b}$ |
| Mulato + centrosema (T4) | 65,4 $^{c}$ | 7,76 | 26,8 $^{a}$ |
| EEM | 1,31 | 1,31 | 1,31 |
| P-valor | <0,001 | 0,06 | <0,001 |
| **TRATAMIENTOS** | **120 DDS** | | |
| | **GRAMÍNEA ( %)** | **LEGUMINOSA ( %)** | **MALEZA ( %)** |
| Chilena (T0) | 94,4 | 0,00 | 5,64 |
| Chilena + centrosema (T1) | 92,4 | 1,84 | 7,92 |
| Brachiaria brizanta + centrosema (T2) | 87,9 | 1,30 | 12,5 |
| Brachiaria decumbes + centrosema (T3) | 90,4 | 0,68 | 8,79 |
| Mulato + centrosema (T4) | 91,0 | 1,18 | 7,77 |
| EEM | 1,31 | 1,31 | 1,31 |
| P-valor | 0,37 | 0,69 | 0,14 |

a,b,c= diferencias estadísticamente significativas (p-valor $< 0.005$).

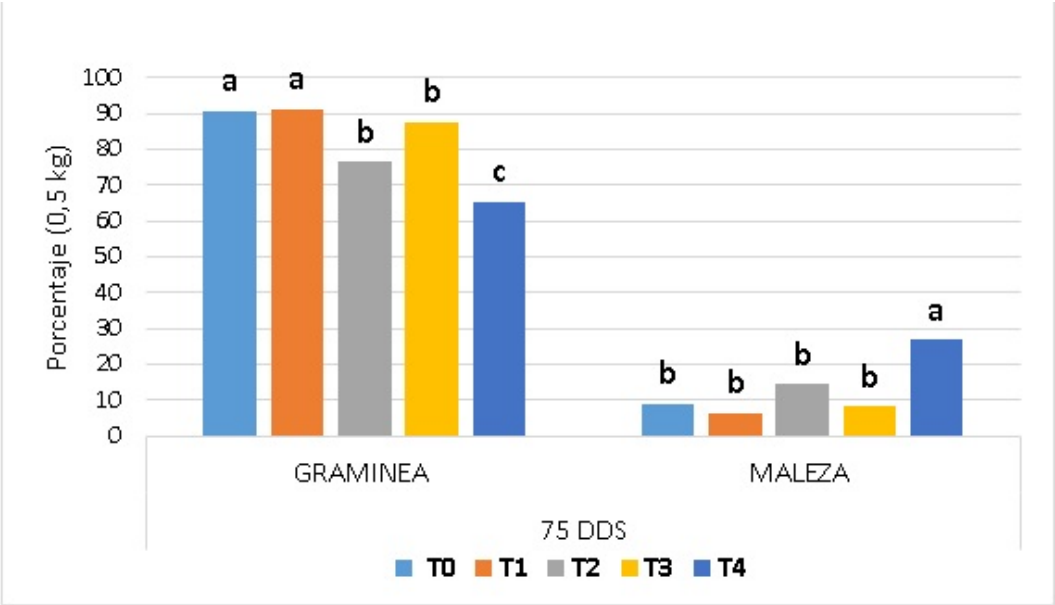


**Figura 4.** Composición botánica a los 75 días de siembra en el piso medio del cantón Gonzanamá, 2019.

En la Tabla 15 y Figura 4, se muestra que todos los tratamientos registran diferencia significativas a los 75 días de siembra (DDS) con respecto al porcentaje de gramínea y porcentaje maleza de la composición botánica de las mezclas forrajeras; indicándonos, que el tratamiento T1 (Chilena + Centrosema) contiene el porcentaje más alto de gramíneas con un 91,4 % , mientas que el tratamiento T4 (Pasto Mulato + centrosema) contiene elporcentaje de maleza más alto con el 26,8 %; sin embargo a los 120 días de siembra no se registran diferencias significativas .

### 4.1.4. Producción de Biomasa

En la tabla 16 se muestra la producción de biomasa de las mezclas forrajeras a los 75 y 120 días de siembra.

**Tabla 16.** Producción de biomasa de las mezclas forrajeras en el piso medio del cantón Gonzanamá, 2019.

| MEZCLA FORRAJERA | Días de siembra (kg/0,25 m$^2$ ) | |
|---|---|---|
| | **75** | **120** |
| Chilena (T0) | 1,69 $^a$ | 1,56 |
| Chilena + centrosema (T1) | 1,54 $^a$ | 1,58 |
| Brachiaria brizanta + centrosema (T2) | 1,44 $^a$ | 1,63 |
| Brachiaria decumbes + centrosema (T3) | 1,58 $^a$ | 1,46 |
| Mulato + centrosema (T4) | 0,75 $^b$ | 1,13 |
| *Error estándar de la media* | 0,176 | 0,176 |
| *P-valor* | 0,001 | 0,058 |

a,b,c= diferencias estadísticamente significativas (p-valor $<$ 0.005).

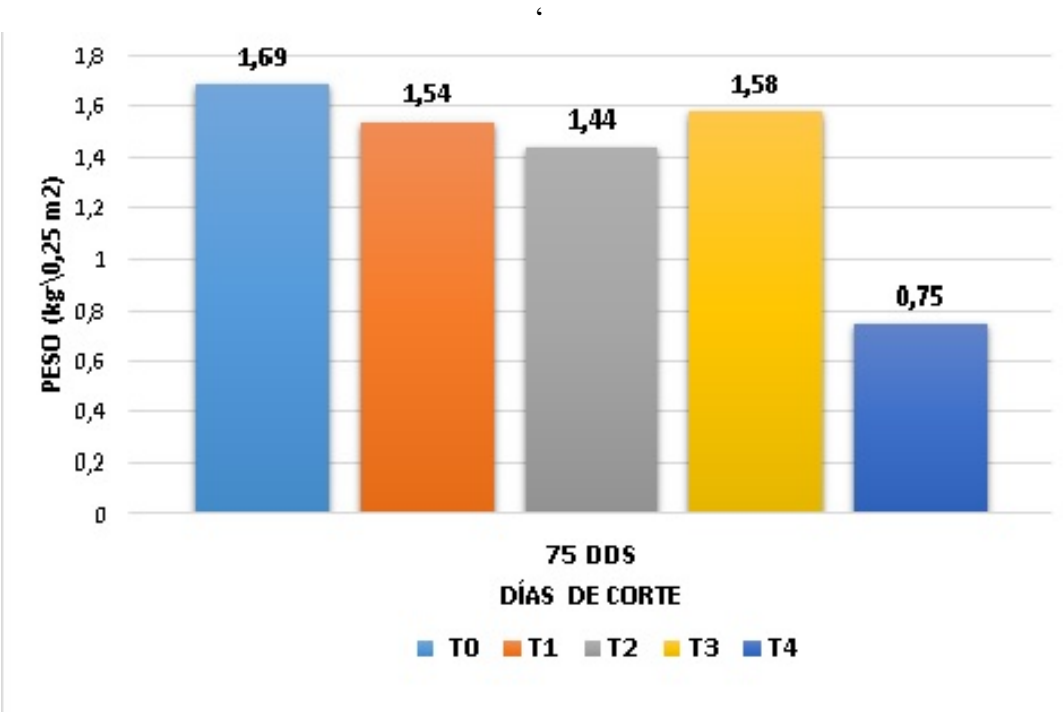


**Figura 5.** Producción de biomasa en el piso medio del cantón Gonzanamá, 2019.

En la Tabla 16 y Figura 5, se muestra que, existe diferencias significativas a los 75 días de siembra, donde el tratamiento T0 (Chilena) presenta el valor más alto con

1,69 kg/0,25m$^2$, encambio el tratamiento T4 (Pasto Mulato + Centrosema) tiene el valor más bajo con 0,75 kg/ 0,25m$^2$; mientras que a los 120 días de siembra no se muestras diferencias (P = 0,058).

## 4.2 POTENCIAL FORRAJERO DE LAS MEZCLAS

### 4.2.1. Calidad Nutritiva de las Mezcla Forrajera

En la tabla 17 se observa la calidad nutriconal de las mezclas forrajeras en materia seca a los 120 días de siembra.

**Tabla 17.** Calidad nutricional de las mezclas forrajeras en el piso medio del cantón Gonzanamá, 2019.

| **Análisi Bromatológico** | **Tratamientos** | | | | | **EEM** | **P-valor** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **T0** | **T1** | **T2** | **T3** | **T4** | | |
| Materia Seca | 21,0$^a$ | 21,9$^a$ | 21,3$^a$ | 19,3$^a$ | 18,1$^b$ | 0,77 | 0,030 |
| Cenizas | 14,8$^a$ | 14,1$^a$ | 11,9$^b$ | 12,9$^a$ | 12,7$^a$ | 0,41 | 0,001 |
| Proteína Bruta | 10,5 | 10,1 | 9,93 | 9,58 | 11,5 | 1,37 | 0,877 |
| Extracto Etereo | 2,69$^a$ | 2,43$^b$ | 3,23$^a$ | 2,73$^a$ | 3,43$^a$ | 0,21 | 0,007 |
| Fibra Bruta | 33,5 | 35,6 | 32,9 | 33,2 | 29,2 | 1,76 | 0,206 |
| ELN | 38,3$^b$ | 37,6$^b$ | 41,9$^a$ | 41,5$^a$ | 43,2$^a$ | 0,75 | $<$ 0,001 |
| Fibra Detergente Neutra | 67,1$^a$ | 68,8$^a$ | 68,2$^a$ | 70,0$^a$ | 64,7$^b$ | 1,14 | 0,008 |
| Fibra Detergente Ácida | 40,3 | 42,2 | 38,9 | 40,8 | 37,6 | 1,48 | 0,287 |
| Lignina | 10,5 | 14,1 | 17,4 | 11,4 | 13,4 | 2,42 | 0,357 |
| Hemicelulosa | 26,7$^a$ | 26,7$^b$ | 29,3$^a$ | 29,2$^a$ | 27,1$^a$ | 0,70 | 0,022 |
| Celulosa | 29,8$^a$ | 28,1$^a$ | 21,5$^b$ | 29,5$^a$ | 24,2$^a$ | 1,75 | 0,007 |

a,b.c= diferencias estadísticamente significativas (p-valor $<$ 0.005).

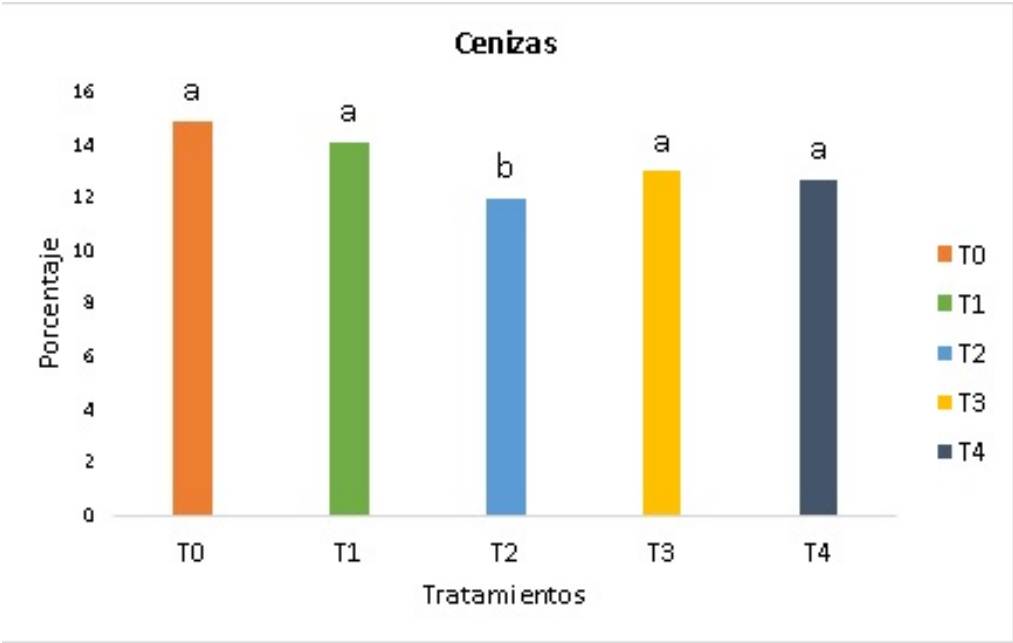


**Figura 6.** Cenizas de mezclas forrajeras en el piso medio del cantón Gonzanamá, 2019.

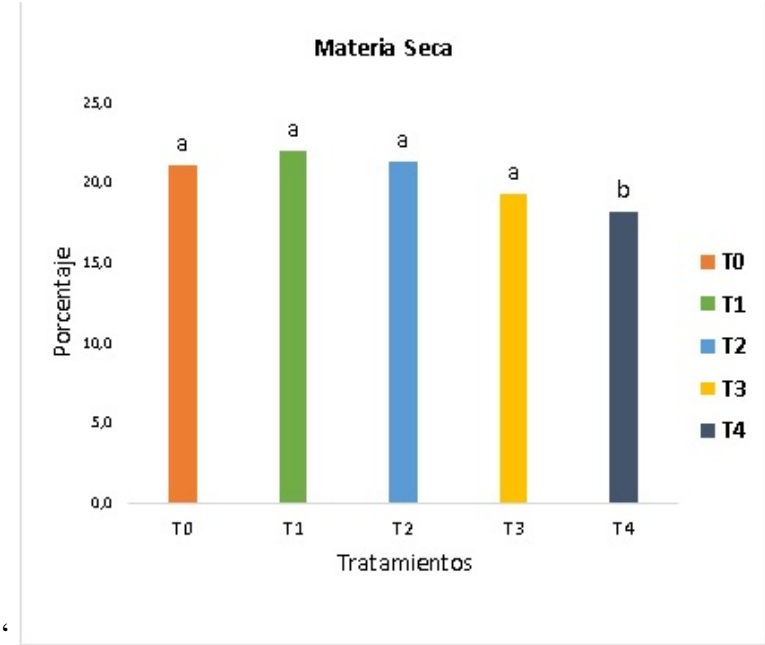


**Figura 7.** Materia seca de mezclas forrajeras en el piso medio del cantón Gonzanamá, 2019.

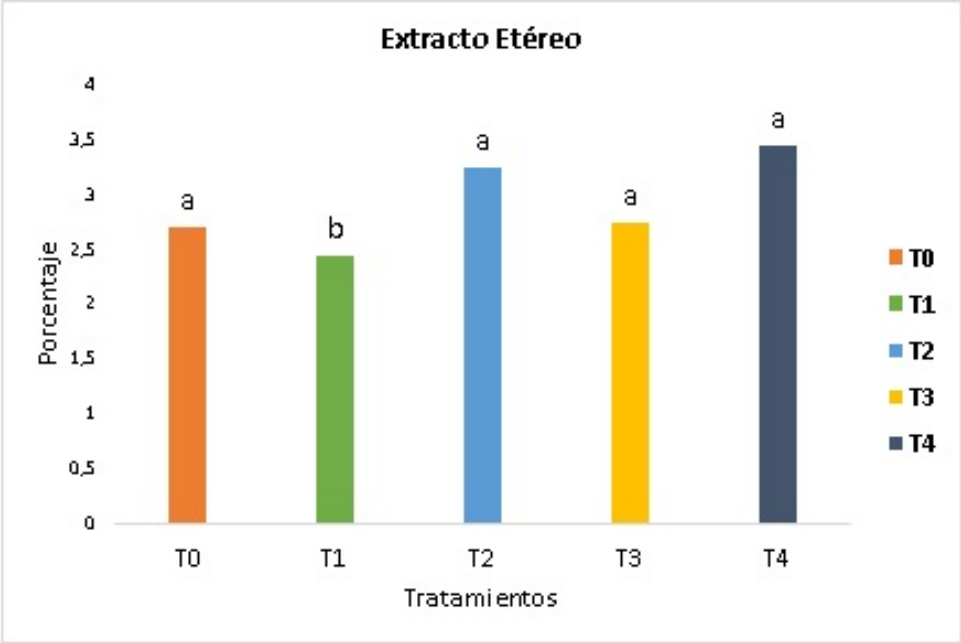


**Figura 8.** Extracto etéreo de mezclas forrajeras en el piso medio del cantón Gonzanamá, 2019.

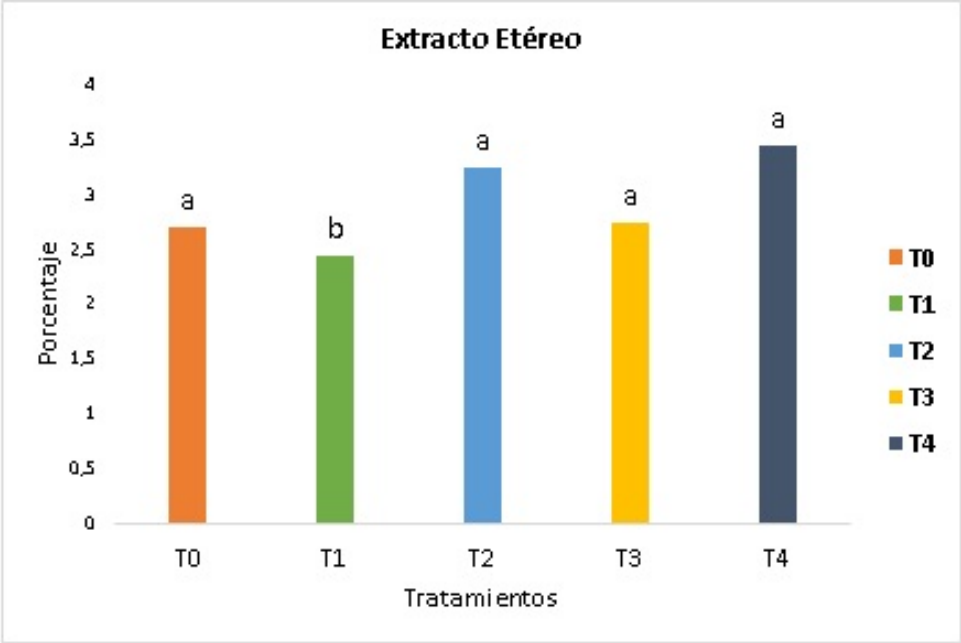


**Figura 9.** Extracto libre de nitrógeno de mezclas forrajeras en el piso medio del cantón Gonzanamá, 2019.

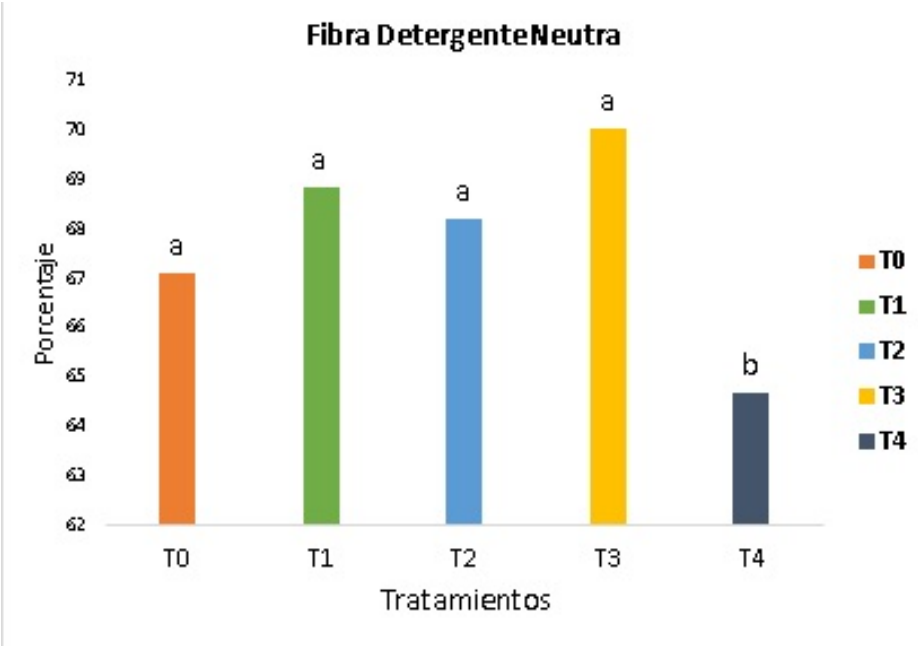


**Figura 10.** Fibra detergente neutra de mezclas forrajeras en el piso medio del cantón Gonzanamá, 2019.

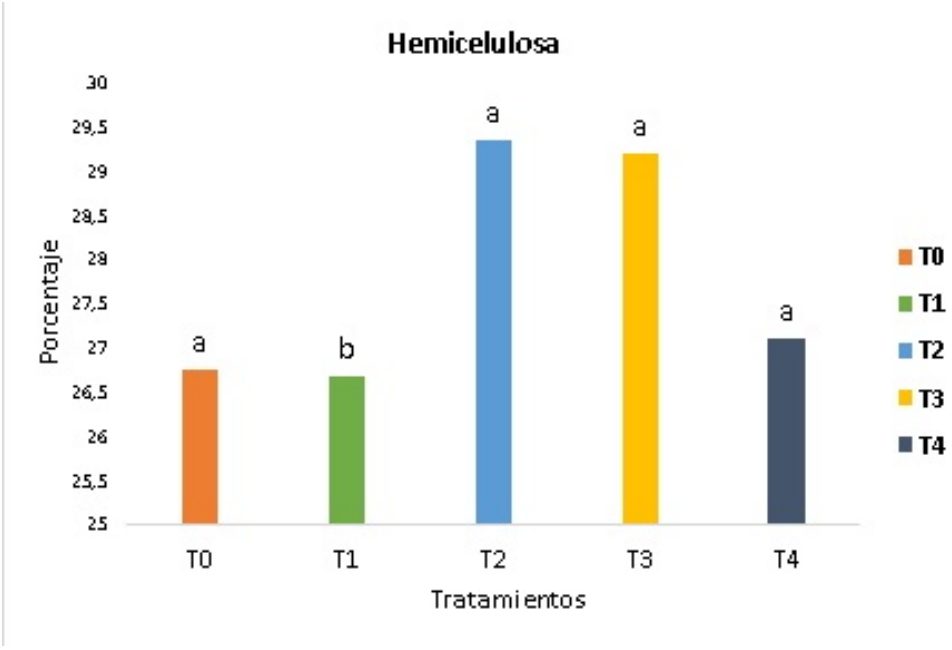


**Figura 11.** Hemicelulosa de mezclas forrajeras en el piso medio del cantón Gonzanamá, 2019.

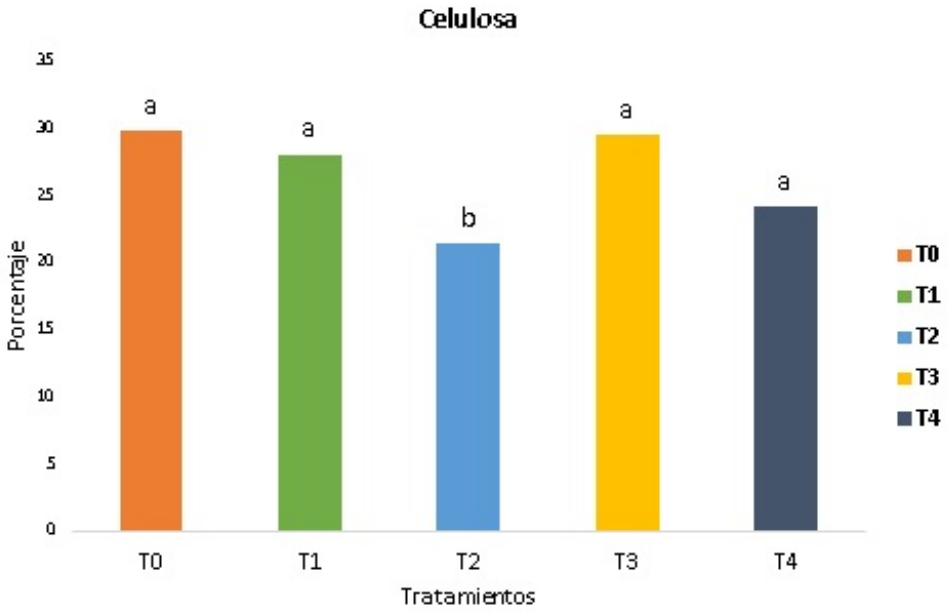


**Figura 12.** Celulosa de mezclas forrajeras en el piso medio del cantón Gonzanamá, 2019.

En la Tabla 17, Figura 6, Figura 7, Figura 8,Figura 9,Figura 10, Figura 11 y Figura 12 se presentan diferencias significativas en Materia seca, destacando el tratamiento T1 (Chilena + Centrosema) con el 21,9 % y valor más bajo de 18,1 %, los presenta el T4(Pasto mulato + cenntrosema); en cuanto a Cenizas el tratamiento T0(Chilena) presenta el valor más alto con un 14,9 % y el valor más bajo lo presenta el T2 con 11,9 %; en lo referente a Extracto Etéreo, el tratamiento T4(Pasto Mulato+Centrosema) tiene el valor más alto con 3,43 % y el T1 con 2,43 %; en la composición de ELN (Extracto libre de nitrógeno) presenta los valores más altos el tratamiento T4 con un valor de 43,17 % y el valor más bajo el T1 con 37,7 %; en los valores de FDN el T3 presenta los valores más altos con 70 %, y T4 nos indica el valor más bajo con 64,7 %; en cuanto a Hemicelulosa, se obtuvo resultados más altos en el tratamiento T2 (Brachiaria brizantha + Centrosema) con valor de 29,34 % y el T1 con valores bajos con 267 %; en los valores de Celulosa, el tratamiento T0 (Chilena) tiene valores más altos , con 29,83 %, y los valores más bajos los presenta el T2 con 21,5 %, y; finalmente en lo que se refiere a Proteína Bruta, Fibra Bruta,

Fibra Detergente Ácida y Lignina, no presentaron ninguna diferencia significativa ($p<0,05$).

### 4.2.2. Digestibilidad *in situ*.

En la tabla 18 se observa la cinética de degradación de las mezlas forrajeras a los 120 días de siembra.

**Tabla 18.** Cinética de degradación de las mezclas forrajeras. Punzara, 2019.

| TRATAMIENTO | a | b | c |
|---|---|---|---|
| Chilena (T0) | 4,10 | 79,9 | 0,08 |
| Chilena + centrosema (T1) | 2,51 | 78,1 | 0,12 |
| Brachiaria brizanta + centrosema (T2) | 3,13 | 76,9 | 0,10 |
| Brachiaria decumbes + centrosema (T3) | 2,13 | 77,5 | 0,12 |
| Mulato + centrosema (T4) | 3,10 | 75,8 | 0,13 |
| EEM | 1,62 | 3,31 | 0,03 |
| P-valor | 0,93 | 0,93 | 0,72 |

a=intersección de la curva de degradación en el tiempo cero,
b= fracción degradada por acción de los microorganismos,
c= Tasa de degradación % horas.

En la tabla 19 se muestra la degradación de acuerdo el tiempo de incubación de las mezclas forrajeras.

**Tabla 19.** Degradación deacuerdo a tiempo de incubación de las mezclas forrajera, Punzara,2019.

| TRATAMIENTO | TIEMPO DE INCUBACION (horas) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0 | 6 | 12 | 24 | 48 | 96 |
| Chilena (T0) | 4,1 | 6,58 | 10,4 | 23,4 | 62,4 | 83,5 |
| Chilena + Centrosema (T1) | 2,51 | 4,96 | 9,53 | 28,9 | 73,1 | 80,6 |
| Brachiaria brizanta + Centrosema (T2) | 3,13 | 5,37 | 9,04 | 22,8 | 63,7 | 79,8 |
| Brachiaria decumbes + Centrosema (T3) | 2,13 | 4,16 | 7,93 | 24,5 | 69,9 | 79,6 |
| Mulato + Centrosema (T4) | 3,1 | 6,32 | 12,4 | 36,1 | 74,6 | 78,9 |

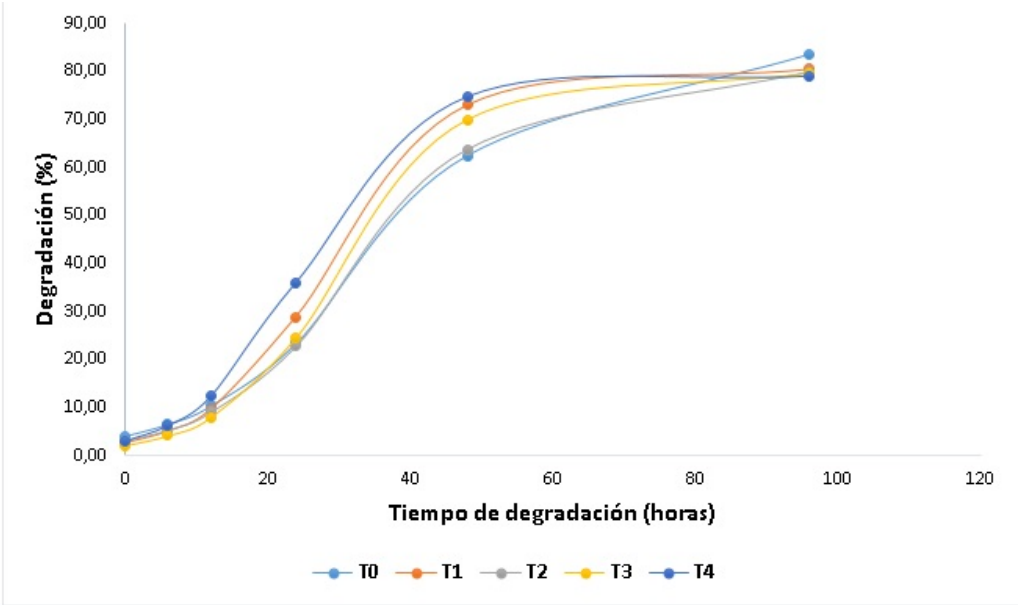


**Figura 13.** Degradación deacuerdo a tiempo de incubación de las mezclas forrajera, Punzara,2019.

En la Tabla 19 y Figura 13, se muestra la digestibilidad *in situ*, de las mezclas forrajeras, no se presentó diferencia estadística significativa ($p<0,05$), sin embargo, los valores más altos se dieron en los tiempos de incubación de 24,48 y 96 horas , con porcentajes desde 71,9 % hasta 83,5 %,correspondiendo el valor más alto a T0 (chilena), en cambio el tratamiento T4 (pasto mulato + centrosema) muestra los valores más bajos con un 78,9 %; mientras, que en los tiempos 0, 6, 12 horas mostró que se degrada más lentamente el tratamiento T3 (Brachiaria decumbes + Centrosema) con valores 2,13 %, 4,16 %, 7,93 % respectivamente.

**Tabla 20.** Gustabilidad de mezclas forrajeras en el piso medio del cantón Gonzanamá, 2019

| TRATAMIENTOS | GUSTABILIDAD ( %) |
|---|---|
| Chilena (T0) | 90,9 |
| Chilena + Centrosema (T1) | 91,4 |
| Brachiaria brizanta + Centrosema (T2) | 96,8 |
| Brachiaria decumbes + Centrosema (T3) | 96,6 |
| Mulato + Centrosema (T4) | 97,7 |
| *Error estándar de la media* | 2,76 |
| *P-valor* | 0,28 |

### 4.2.3. Gustabilidad

En la 20 se puede observar el porcentaje de gustabilidad a las 120 días de siembra.

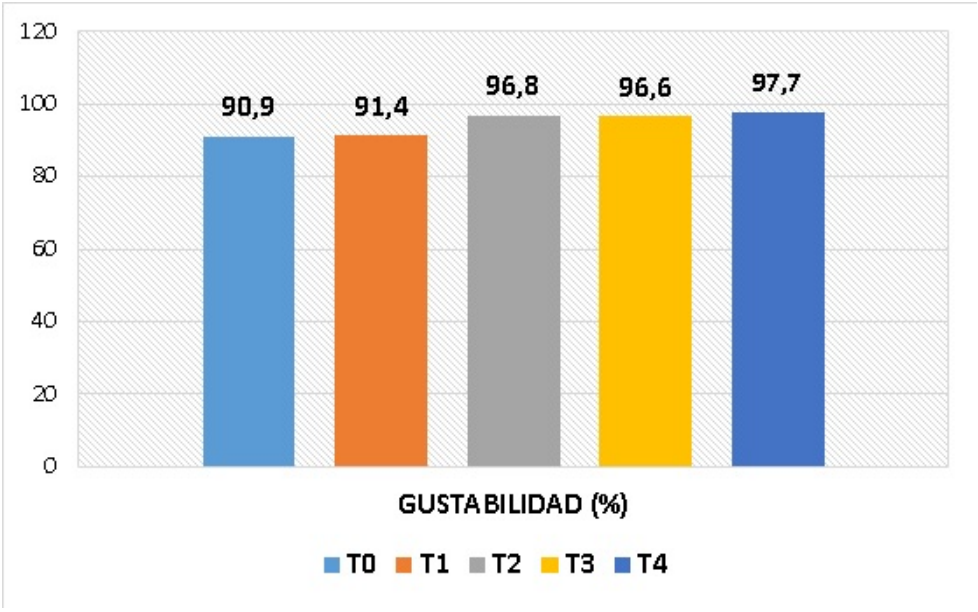


**Figura 14.** Gustabilidad de mezclas forrajeras en el piso medio del catón Gonzanamá, 2019.

En la Tabla 19,Figura 14, muestra que, no existe diferencias significativas en cuanto a la gustabilidad de cada tratamiento, obteniendo el valor más alto el T4 (Pasto Mulato + Centrosema) con 97,68 % (P<0,28)

## 4.3 ESTUDIO DE RENTABILIDAD

Las variables analizadas para este objetivo, corresponden preparación de suelo, insumos químicos, riego, fertilización, mano de obra, semillas, siembra, rendimiento por hectárea.

**Tabla 21.** Estudio de rentabilidad de las mezclas forrajeras, piso medio del Gonzanamá, 2019.

| Tratamientos | Producción kg/ha | Costo Total | Precio Unitario | Ingreso Total | RENTABILIDAD | | Relación Beneficio/Costo ($) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | % | Ganancia | |
| T0 | 16250 | 530,5 | 0,05 | 812,5 | 53,2 | 282 | 1,53 |
| T1 | 15600 | 531,6 | 0,05 | 780 | 46,7 | 248 | 1,47 |
| T2 | 15350 | 532,8 | 0,05 | 767,5 | 44,1 | 235 | 1,44 |
| T3 | 15200 | 533,4 | 0,05 | 760 | 42,5 | 227 | 1,42 |
| T4 | 9400 | 536,8 | 0,05 | 470 | -12,4 | -67 | 0,88 |

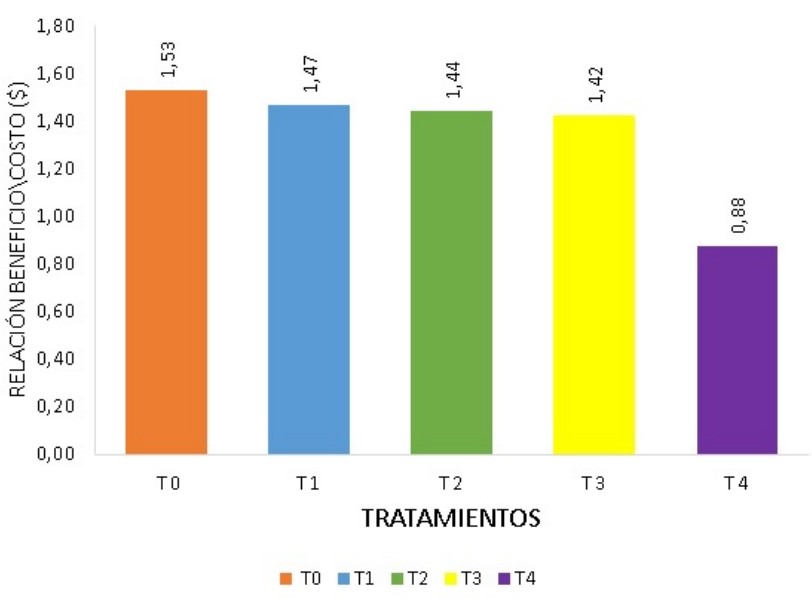


**Figura 15.** Estudio de rentabilidad de las mezclas forrajeras, piso medio del Gonzanamá, 2019.

En la Tabla 21,Figura 15, se observa el análisis económico, donde el tratamiento T0 (Chilena) presenta la mejor relación beneficio/costo de $1,53, con 53,2 % de rentabilidad, seguido del T1 (Chilena + Centrosema) con un valor $1,47 con 46,7 % del índice neto de rentabilidad, en cambio el valor del tratamiento T4 presenta el valor menos rentable con $0,88.

# 5. DISCUSIÓN

## 5.1 PARÁMETROS PRODUCTIVOS

La altura de las mezclas forrajeras, presentan diferencias significativas a los 30, 45, 60, 75, 90, 105, 120 días de siembra, presenta los valores más altos el tratamiento T0 (Chilena) con 11 cm, 23,7 cm, 38 cm, 68 cm, 72,3 cm, 76,1 cm, mientras que Márquez Castrillón (2017) muestra valores relativamente bajos en los primero días de crecimiento, ya que en su investigación, el *Panicum maximun* cv mombaza, obtuvo valores como: 52,25 cm a los 35 días (primer corte), 52,85 cm a los 70 días (segundo corte), mientras que en la presente investigacion existen valores altos con respecto a los 105 días con 64,2 cm (segundo corte) y a los 150 días con 81,90 (segundo corte) a los encontrados por el mismo. En cambio, el tratamiento T4 (Pasto Mulato + Centrosema) presenta los valores más bajos con valores 6,9 cm, 15,3 cm, 22,6 cm, 40,4 cm, 44,2 cm, 47,6 cm, respectivamente, lo que se opone a lo encontrado por Cevallos *et al.* (2008), en su investigación muestra que la Brachiarias obtiene una altura de 27,5cm a los 28 días, 64,92 cm a los 56 días, 90,61 cm a los 84 días y 102,94 cm a los 112 días.

Estos resultados podían estar relacionados con el estado fenológico de la planta, cuando las pasturas se encuentran en estado vegetativo, la acción de factores externos como: la temperatura, agua, luz, fertilización participan en la elongación de hojas, así como de factores internos como las fitohormonas (Auxinas, Giberelina y Citoquininas) que también participan en este proceso.

González (2008) mencionado por Abad (2019) en la composición botánica de los tratamientos registran diferencia significativas a los 75 días de siembra con respecto al porcentaje de gramínea y porcentaje maleza de las mezclas forrajeras; indicándonos, que el tratamiento T1 (Chilena + Centrosema) contiene el porcentaje más alto

de gramíneas con un 91,4 % , mientas que el tratamiento T4 (Pasto Mulato + centrosema) contiene el porcentaje de maleza más alto con el 26,8 %, valor alto respecto a lo encontrado por Jiménez *et al.* (2008) en su investigación donde observó que en la asociación de Mulato + A.pintoi presentó un 12 % de maleza y en gramíneas en monocultivo un 3 % de maleza. Esto puede deberse a la tasa de crecimiento de los componentes botánicos ya que éstos son afectados por factores como el clima, suelo y plantas. Esto significa que el crecimiento del pastizal depende de una adecuada proporción de nutrientes del suelo, humedad, temperatura y luz. Así mismo, la planta recurre a las reservas alimenticias que disponen los rebrotes para promover un nuevo crecimiento (Grijalva *et al.*, 1995).

Campoverde y Sarmiento (2018) mencionan en su investigación una producción de biomasa en MS del *Panicum maximun* de 8 651.79 kg/ha, Rodríguez-López (2009) encontró en su trabajo evaluando el *Panicum maximun* cv. Mombaza una producción de MS de 10.352 MS t/ha para una edad de rebrote de 60 días. Lo que no concuerda con nuestra investigación ya que el tratamiento T0 (Chilena) muestra los valores más altos con 16250 kg/ha y 16,25 t/ha a los 75 días post siembra, por otro lado el tratamiento T4 (Pasto Mulato + Centrosema) tiene el valor más bajo con 0,94 kg/m $^2$, lo que difiere con Aguirre *et al.* (2014) en su investigación dado que encontraron valores más altos de biomasa fresca con 3.54 kg/m$^2$, M. Argel *et al.* (2007) encontraron 19 tn/ha de MS(3,7 tn/ha en la época seca y 15,6 tn/ha durante la época lluviosa de 8 meses de duración). Estas diferencias marcadas para materia seca entre algunas gramíneas pueden darse debido a factores como la época/año, la frecuencia de pastoreo, edad de corte, por la calidad y cantidad de radiación solar incidente al estrato herbáceo en potreros con pasturas nativas o, debido a la implementación de especies mejoradas en asociación con especies leñosas (Ella *et al.*, 1991). Como también Grijalva *et al.* (1995), mencionan que sobre el 80 % de la producción total anual de materia seca se obtiene en el período de lluvias y el 20 % restante durante la época seca. Es probable que modificando algunos factores que intervienen en la dinámica del pastizal, tales como el uso de riego, fertilización y otras labores culturales, se logra mejorar la producción de pasto durante todo el año.

## 5.2 POTENCIAL FORRAJERO

En cuanto al valor nutritivo se evidenció diferencias significativas en todos tratamientos en lo que se refiere a materia seca, cenizas, Extracto etéreo, Extracto libre de nitrógeno, Fibra detergente neutra, hemicelulosa y celulosa.

En los índices de materia seca el tratamiento T1 (Chilena + Centrosema) se destaca con el 21,9 % a los 120 dias de siembras, valor bajo a los encontrados por Verdecia *et al.* (2008) en su investigación de *Panicum maximum* cv. Tanzania con 29,02 % alos 105 días de siembra, debido a que las células del forraje verde están turgentes y poseen un alto contenido de agua en rangos de 78 % a 88 %, también por estar constituidas por varias especies y cosechadas en estado vegetativo temprano (Hualca y Maritza, 2016).

En cuanto a Cenizas el tratamiento T0 (Chilena) presenta el valor más alto con un 14,9 % y el valor más bajo lo presenta el T2 con 11,9 %; Ortega *et al.* (2015) en su investigación demuestra un 12,87 % de cenizas total en el análisis de la composición nutricional esto se atribuye a una buena asimilación de los minerales; Mier (2009) citado por Abad (2019) manifiesta que la mayor concentración de minerales se encuentra en un estado vegetativo temprano de la planta es decir en la frecuencia de 30 a 45 días después del corte de igualación.

En lo referente a Extracto Etéreo, el tratamiento T4 (Pasto Mulato+Centrosema) tiene el valor más alto con 3,43 % y el T1 con 2,43 %; Cevallos *et al.* (2008) en su investigación demuestra un 2,08 % de extracto etéreo en el análisis de la composición química del heno de Brachiarias. De esta manera,León (2003) revela que un forraje aprovechado tempranamente posee la mayor cantidad de lípidos en las hojas y van disminuyendo a medida que aumenta la edad de la planta (p.19).

En la composición de ELN (Extracto libre de nitrógeno) presenta los valores más altos el tratamiento T4 con un valor de 43,17 % y el valor más bajo el T1 con 37,7 %; según Abad (2019) , el tratamiento T3 (ryegrass + trébol blanco+ llantén) tiene un

45,12 %; mientras que Castillo *et al.* (2006) con 42,80 %, debido a que los carbohidratos solubles (almidones, glucosa, fructuosa, etc.) principales constituyentes del E.L.N, se encuentra en mayor cantidad en el forraje verde.

En los valores de FDN el T3 presenta los valores más altos con 70 %, y T4 nos indica el valor más bajo con 64,7 %, valores similares a los encontrados por Hidalgo *et al.* (2004), en su investigación donde a los 35 días de edad el pasto mulato presento un 60, 3 %; Rosales y Pinzón (2005) mencionan que cuando el pasto madura, disminuye el contenido de PC y aumenta la FND (que constituye el total de la fibra y está altamente relacionada con la ingestión de alimento). Estos resultados coinciden con lo indicado.

En cuanto a Hemicelulosa, se obtuvo resultados más altos en el tratamiento T2 (Brachiaria brizantha + Centrosema) con valor de 29,34 % y el T1 con valores bajos con 267 %; Reyes *et al.* (2018) en su investigación obtuvieron un 29,84 % a los 60 días post siembra. En los valores de Celulosa, el tratamiento T0 (Chilena) tiene valores más altos, con 29,83 %, y los valores más bajos los presenta el T2 con 21,5 %, y; finalmente en lo que se refiere a Proteína Bruta, Fibra Bruta, Fibra Detergente Ácida y Lignina, no presentaron ninguna diferencia significativa ($p<0,05$).Reyes *et al.* (2018) en su investigación obtuvieron un 31,98 % a los 60 días post siembra.

En cuanto a la digestibilidad in situ de las mezclas forrajeras, no se presentó diferencia estadística, sin embargo, los valores más altos presentó el tratamiento T0 (chilena) en los tiempos de incubación de 24,48 y 96 horas con valores desde 71,9 % hasta 83,5 %,valores que se muestran altos con respecto a Rodríguez-López (2009)el cual en su investigación menciona que a los 10 y 60 días del panicum maximun muestra una digestibilidad in vitro de materia seca de un 69 a 61 %; mientras que, Carrillo (2017) muestra valores similares en su investigación del panicum maximun con un 81,22 % de digestibilidad in situ, mientras que el tratamiento T4 (pasto mulato + centrosema) muestra los valores más bajos con un 78,9 %;, valores altos con respecto a lo hallado por Cevallos *et al.* (2008), donde indica que a los 112 días el pasto mulato presenta una digestibilidad in situ de un 60,86 %; razón por lo cual Castellanos *et*

*al.* (2017), señala que los forrajes en estado temprano son más digestibles que los forrajes maduros, ya que el contenido de paredes celulares se incrementa a medida que el pasto madura, por ende los nutrientes disminuyen ya que las paredes celulares se lignifican (p.25).

En cuanto a la gustabilidad de cada tratamiento, obteniendo el valor más alto el T4 (Pasto Mulato + Centrosema) con 97,68 % (P=0,28), lo que concuerda con Abad (2019), ya que sus valores son similares en su tratamientos usando el ryegrass + trébol blanco + llantén, con porcentajes más altos con el 90, 39 %, este resultado puede atribuirse a varios factores como estado nuticional y físico del animal y condiciones ambientales.

## 5.3 ANÁLISIS ECONÓMICO

En la relación beneficio/costo (B/C) de los tratamientos establecidos, destaca el T0 (Chilena) ya que presenta el mejor valor en la relación beneficio/costo de $ 1,53,con 53,2 % de rentabilidad,valor superior a lo analizado por Abad (2019), en donde nos indica que el tratamiento T3 (ryegrass + trébol blanco + llantén) tiene un valor alto de rentabilidad con un porcentaje de 46,96 %, con relación beneficio /costo (B/C) de $ 1,47, resultado que son atribuidos a factores como, costo de la semilla y producción de biomasa (kg/ha).

# 6. CONCLUSIONES

Producto del análisis de los resultados se ha llegado a las siguientes conclusiones:

- El pasto chilena, es el que mejores parámetros productivos presentó, con un mejor desarrollo (altura), mayor predominancia respecto de otras especies vegetales no deseadas, y una mayor producción de biomasa. Mientras que, el pasto mulato es la especie forrajera que presento los parámetros productivos más bajos en el piso medio de la Parroquia Changaimina.

- El valor nutricional de la chilena, brachiaria brizanta, brachiaria decumbes y pasto mulato son similares, ya que presentan niveles homogéneos en su composición bromatológica, gustabilidad y degradabilidad.

- Los pastos tropicales (C4) estudiados, presentan niveles moderados de proteína, ($\sim$ 10,3 %) y altos niveles de fibra ($\sim 67,8\,\%deFND)lignificadas(\sim$13,4 % de LAD).

- El pasto chilena, desde el punto de vista económico, es el que muestra más factible de implementar en la zona, ya que resulto ser más rentable. Resultado que están relacionado principalmente a su producción de biomasa.

# 7. RECOMENDACIONES

Una vez expuestos los resultados, discusiones y conclusiones, se propone las siguientes recomendaciones:

- Implementar praderas con pasto Chilena con un manejo técnico adecuado, debido que ofrece buena producción de biomasa, potencial forrajero y mayor rentabilidad.
- No utilizar Centrosema ya que no presenta buena adaptación al clima.
- Utilizar como fuente de proteína una leguminosa adaptada al clima, en las mezclas forrajeras, ya que con ésto va a elevar la calidad nutritiva del animal y reducir emisiones de gases de efecto de invernadero.

# 8. BIBLIOGRAFÍA


Abad, L., Guerrero Alexandra. (2019). *Evaluación de la productividad, potencial forrajero y rentabilidad de mezclas forrajeras para pastoreo en el piso alto del cantón gonzanamá provincia de loja.* (B.S. thesis). Loja.

Aguirre, A., Zavala, C., y cols. (2014). Establecimiento y evaluación de la germinación, crecimiento, producción de biomasa y respuesta en la producción de leche de los pastos mulato ii (brachiaria híbrido cv. ciat 36087) y cayman (brachiaria híbrido cv. ciat br 02/1752) bajo condiciones del trópico seco.

Arévalo, J., Calle Gabriel. (2010). *Análisis de la producción y comercialización bovina en el cantón espíndola provincia de loja* (B.S. thesis).

Argel, M., Pedro, J., Miles, J. W., García, G., David, J., Cuadrado Capella, H., y Lascano, C. E. (2007). *Cultivar mulato ii (brachiaria hibrido ciat 36087): gramínea de alta calidad y producción forrajera, resistente a salivazo y adaptada a suelos tropicales ácidos bien drenados*. CIAT.

Argel, P., Miles, J., Guiot, J., y Lascano, C. E. (2005). Cultivar mulato (brachiaria híbrido ciat 36061): Gramínea de alta producción y calidad forrajera para los trópicos.

Arronis Díaz, V., y cols. (2003). *Recomendaciones sobre sistemas intensivos de producción de carne: estabulación, semiestabulación, suplementación estratégica en pastoreo* (Inf. Téc.). San José, CR: Ministerio de Agricultura y Ganadería.

Barrera, A. E., Avellaneda-Cevallos, J. H., Tapia-Moreno, E. O., Peña-Galeas, M. M., Molina-Hidrovo, C. A., y Ferrin, L. M. C. (2015). Composición química y degradación de cuatro especies de pennisetum sp. *Ciencia y Tecnología (1390-4051)*, *8*(2).

Bellido, M., Sánchez, M. E., Díaz, F. M., de Ledesma, A. R., y García, F. P. (2001). Sistemas extensivos de producción animal. *Archivos de zootecnia*, *50*(192), 465–489.

Burgos, J. V., Leonard, I., Uvidia, H., Ramírez, J., Torres, V., Andino, M., y Benítez, D. (2014). El crecimiento del pasto panicum maximum vc mombaza en la amazonía ecuatoriana. *REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria*, *15*(9), 1–7.

Campoverde, C. R., y Sarmiento, M. G. (2018). *Relación entre la disponibilidad primaria de los pastizales y la producción de leche en vacas al pastoreo, en los sistemas ganaderos en la zona occidental de la provincia del azuay* (B.S. thesis).

Cañizares, P. J., Ramírez Pedroso, J. F., Morgan Rosemond, O., Rivera Espinosa, R., y Plana Llerena, R. (2015). Contribución de la inoculación micorrízica arbuscular a la reducción de la fertilización fosfórica en brachiaria decumbens. *Cultivos Tropicales*, *36*(1), 135–142.

Carrillo, O. (2017). Pasto mombaza.

Castellanos, S., Gamarra, J., Gómez, C., y Fernández, M. (2017). Amonificación de la panca de maíz (zea mays l) con tres niveles de urea para la mejora de su digestibilidad. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, *28*(1), 78–85.

Castillo, M., y cols. (2006). *Producción y composición de los cultivares mulato i y ii de bachiaria híbridos inoculados con micorriza y trichoderma harzianum* (B.S. thesis). Zamorano: Escuela Agrícola Panamericana, 2012.

Ceron, A. (2015). Manual internacional de fertilidad de suelos. *Instituto de la Potasa y el Fósforo. AC INPOFOS. 164pág. México*.

Cevallos, J. H. A., Guerrero, F. C., Zamora, G. Q., Murillo, R. L., Valdez, O. D. M., Guerra, I. E., … Mendoza, E. P. (2008). Comportamiento agronómico y composición química de tres variedades de brachiaria en diferentes edades de cosecha. *Revista Ciencia y Tecnología*, *1*(2), 87–94.

Chachalo, C., y Elías, V. (2017). *Análisis de riesgo de plagas de granos de arveja (pisum sativum l.) para consumo, originarios de argentina.* (B.S. thesis). Quito: UCE.

Correa, H. J., Escalante, L. F., y Jaimes, L. J. (2018). Efecto de la época del año y la altura remanente posterior al pastoreo sobre el crecimiento y calidad nutricional del pasto kikuyo (cenchrus clandestinus) en el norte de antioquia.

Cruz, M. E., Jiménez, C. B., Mellado Balanzar, J. L., Dolores Santillan, G., y Rangel Andrade, D. (2018). Evaluación económica del proyecto de engorda de ganado.

Cunya, P. (2018). Influencia del nivel socioeconómico de los ganaderos en la aceptación de la transferencia de tecnología para el mejoramiento del ganado vacuno tropical, distrito de cuñumbuqui año 2018.

Durand, M. J. (2014). Comportamiento productivo de alfalfa (medicago sativa l.) en cultivo puro y asociado con gramineas forrajeras en el cip-camacani.

Ella, A., Stur, W., Blair, G., y Jacobsen, C. (1991). Effect of plant density and cutting frequency on the yield of four tree legumes and interplanted panicum maximum cv. *Riversdale. Trop. Grassl.*, *25*, 281–286.

FAO, I. L. R., DE LA DEGRADACIÓN, DE TIERRAS, Y. R. L. R., DE DESERTIFICACIÓN, E. P. V., y TÉCNICO, D. (2017). Ganadería climáticamente inteligente.

García, A., y Cabrera, A. (2008). Estacionalidad y estructura de la vegetación en la comunidad de anfibios y reptiles de chamela, jalisco, méxico. *Acta zoológica mexicana*, *24*(3), 91–115.

Grijalva, J., Espinosa, F., y Hidalgo, M. (1995). *Producción y utilización de pastizales en la región interandina del ecuador*. INIAP Archivo Historico.

Grof, B. (1968). Viability of seed of brachiaria decumbens. *Queensland Journal of Agricultural and Animal Sciences*, *25*, 149–152.

Guiot, J. (2017). *Pasto mulato ii (brachiaria hibrido): excelente alternativa para producción de carne y leche en zonas tropicales.*

Hidalgo, N., y cols. (2004). Producción de materia seca y contenido de proteína cruda y fibra neutro detergente del pasto brachiaria híbrido mulato.

Hualca, P., y Maritza, D. (2016). *Determinación de la calidad nutritiva de mezclas forrajeras ensiladas y frecuencias de aprovechamiento* (B.S. thesis). Quito, 2016.

Jiménez, F. E. C., Quiroz, J. F. E., Pérez, J. P., Garay, A. H., Haro, J. G. H., Jimenez, E. O., y Carrillo, A. R. Q. (2008). Forage production in three brachiaria species as a single crop or in association with arachis pintoi in isla, veracruz. *Técnica Pecuaria en México*, *46*(3).

León, R. (2003). Pastos y forrajes producción y manejo. *UCE, Quito, Ecuador*, 200.

León, R., Bonifaz, N., y Gutiérrez, F. (2018). *Pastos y forrajes del ecuador. siembra y producción de pasturas*.

Márquez Castrillón, S. (2017). Evaluación de diferentes frecuencias de corte a una altura de 40 cm en pasto guinea mombaza (panicum maximum, jacq), en condiciones de sol y sombra natural influenciada por el dosel del árbol de campano (pithecellobium saman) en la epoca seca, en el municipio de sampués, sucre.

Monteros, A., Sumba Lusero, E., y Salvador Sarauz, S. (2015). Productividad agrícola en el ecuador. *Dirección de Análisis y Procesamiento de la Información, Coordinación General del Sistema de Información Nacional*, *3*.

Olivera, Y., Machado, R., y Del Pozo, P. (2006). Características botánicas y agronómicas de especies forrajeras importantes del género brachiaria. *Pastos y Forrajes*, *29*(1).

Orskov, E., Hovell, F. d., Mould, F., y cols. (1980). The use of the nylon bag technique for the evaluation of feedstuffs. *Tropical Animal Production*, *5*(3), 195–213.

Ortega, C., Lemus, C., Prado, B., Owaldo, J., ALEJO SANTIAGO, G., RAMOS QUIRARTE, A., ... others (2015). Características agronómicas, composición bromatológica, digestibilidad y consumo animal en cuatro especies de pastos de los generos brachiaria y panicum. *CONACYT*.

Peters, M., Franco, T., Schmidt, A., y Hincapié Carvajal, B. (2011). *Especies forrajeras multipropósito: Opciones para productores del trópico americano.* Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT); Bundesministerium für ....

Quilumbaquín, G., y Magdalena, A. (2014). *Determinación del valor nutritivo del ray grass perenne (lollum perenne) destinado a la alimentación del ganado vacuno mediante la correlación entre grados brix y digestibilidad cayambe-ecuador 2013.* (B.S. thesis).

Ramírez, A., Lotero, J., Michielín de Pieri, A., Alarcón Millán, E., y cols. (1971). Evaluación de mezclas de gramíneas y leguminosas forrajeras tropicales bajo condiciones de pastoreo y corte.

Ramírez, R. (2012). Manejo integrado del kudzu (pueraria lobata) en la agricultura.

Reyes, J., Méndez, Y., Verdecia, D., Luna, R., Hernández, L., y Herrera, R. (2018). Componentes del rendimiento y la composición bromatológica de tres variedades de brachiaria en el área de el empalme, ecuador. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, *52*.

Rodríguez-López, M. (2009). Rendimiento y valor nutricional del pasto panicum maximun cv mombaza a diferentes edades y alturas de corte.

Rosales, R., y Pinzón, S. (2005). Limitaciones físicas y químicas de la digestibilidad de pastos tropicales y estrategias para aumentarla. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, *6*(1), 69–82.

Salazar, D., Cuichán, M., Ballesteros, C., Márquez, J., y Orbe, D. (2017). Encuesta de superficie y producción agropecuaria continua espac 2017. *Instituto Nacional de Estadísticas y Censos del Ecuador INEC: Quito, Ecuador*.

Sánchez, A. R., Migueland Ledesma, García, F. P., Bellido, M. M., y Díaz, F. J. M. (2001). Sistemas extensivos de producción animal. *Archivos de zootecnia*, *50*(192), 3.

Sánchez, B., Martínez, C., y Stivens, D. (2016). Evaluación de una mezcla de cuatro especies forrajeras en alimentación de ganado cebú comercial en etapa de levante.

Sellan, J. P. (2016). *Evaluación de la producción forrajera y análisis bromatológico de dos variedades mejoradas de panicum maximun sometidas a varios intervalos de corte en la época seca* (B.S. thesis). Babahoyo: UTB, 2016.

Senra, A. (2009). Impacto del manejo del ecosistema del pastizal en la fertilidad natural y sostenibilidad del suelo. *Avances en investigación agropecuaria*, *13*(2), 3–16.

Tatamues, R., y Enrique, L. (2014). *Influencia de los microorganismos eficientes em® en la producción de una mezcla forrajera."* (B.S. thesis).

Terán, J. M., y cols. (2015). *Evaluación entre dos sistemas de pastoreo para ganado lechero (bos taurus) en machachi, pichincha* (B.S. thesis). Quito: USFQ, 2015.

Thompson, D. y. o., BR y Stevens. (2012). Una comparación de la ingesta de vacas pastando suecos y col rizada y el consiguiente cambio en el puntaje de condición. En *Actas de la asociación de pastizales de nueva zelanda* (Vol. 74).

Vargas, J., Leonard, I., Uvidia, H., Ramírez, J., Torres, V., Andino, M., y Benítez, D. (2014). El crecimiento del pasto panicum maximum vc mombaza en la amazonía ecuatoriana. *REDVET-Revista electrónica de Veterinaria*, *15*(9), 1–7.

Vargas, N., y Alfonso, R. (2013). *Estudio fenológico y bromatológico de tres pastos panicum maxicum (tanzania), brachiaria brizantha (marandu) y brachiaria hibrida ciat 36087 (mulato ii) y la aceptabilidad en el pastoreo con ganado bovino* (B.S. thesis).

Verdecia, D. M., Ramírez, J. L., Leonard, I., Pascual, Y., y López, Y. (2008). Rendimiento y componentes del valor nutritivo del panicum maximum cv. tanzania. *REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria*, *9*(5), 1–9.

Zaquinaula, M. A. A. (2010). *Monografía del cantón gonzanamá de la provincia de loja* (Tesis Doctoral no publicada). UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA.

# Anexo I: Fotografías del Trabajo de Campo

**Figura 16.** Recolección de datos de altura.

**Figura 17.** Pesaje de biomasa.

+

**Figura 18.** Implementación de parcelas.

**Figura 19.** Corte de igualación.

# Anexo II: Fotografías de Análisis Económico

| TRATAMIENTO TESTIGO | | | | |
|---|---|---|---|---|
| DESCRIPCION | UNIDAD | CANTIDAD | COSTO UNITARIO | COSTO TOTAL |
| INSUMOS | | | | |
| **SEMILLAS** | | | | |
| Panicum maximum cv tanzania (kg) | 5 | 0,18 | 110 | 3,96 |
| | | | | 3,96 |
| | | | | |
| FERTILIZACION | | | | |
| Acido bonico H3BO3 | (kg/ha) | 25,55 | 5 | 127,75 |
| ABONO ORGÁNICO | 40 | 6 | 120 | 18 |
| 10-30-10 | 50 | 0,53 | $28,00 | 0,2968 |
| MANO DE OBRA | | | | |
| preparacion de suelo | Jornal | 2 | 15 | 30 |
| deshierba | Jornal | 1 | 15 | 15 |
| fertilización | Jornal | 1 | 15 | 15 |
| siembra | Jornal | 1 | 15 | 15 |
| EQUIPOS Y MATERIALES | | | | |
| Lampa | día | 1 | 7 | |
| Rastrillo | día | 1 | 7 | 1,39 |
| Azadon | día | 1 | 7 | |
| Riego (AGUA) | ha | 1 | 18,75 | 18,75 |
| Rotavator | día | 1 | 25 | 25 |
| Tractor (arado) | hora | 1 | 20 | 20 |
| Arriendo de terreno | ha | 1 | 25 | 25 |
| SUBTOTAL | | | | 315,1468 |
| Interés del capital (16,2%) | | | | 133,16 |
| Administración e imprevistos (10%) | | | | 82,2 |
| TOTAL (ha) | | | | 530,5 |
| 400m2 | | | | 21,2 |
| INGRESO TOTAL | | | | |
| Producción en fresco | kg/corte/ha | 16250 | 0,05 | 812,5 |
| Ingreso Neto | | | | 282,0 |

**Figura 20.** Análisis económico del tratamiento testigo.

| TRATAMIENTO 1 | | | | |
|---|---|---|---|---|
| DESCRIPCION | UNIDAD | CANTIDAD | COSTO UNITARIO | COSTO TOTAL |
| INSUMOS | | | | |
| **SEMILLAS** | | | | |
| Panicum maximum cv tanzania (kg) | 5 | 0,18 | 110 | 3,96 |
| Centrosema pubescens cv Barth (kg) | 1 | 0,06 | 18,5 | 1,11 |
| | | | | 5,07 |
| FERTILIZACION | | | | |
| Acido bonico H3BO3 | (kg/ha) | 25,55 | 5 | 127,75 |
| ABONO ORGÁNICO | 40 | 6 | 120 | 18 |
| 10-30-10 | 50 | 0,53 | $28,00 | 0,2968 |
| MANO DE OBRA | | | | |
| preparacion de suelo | Jornal | 2 | 15 | 30 |
| deshierba | Jornal | 1 | 15 | 15 |
| fertilización | Jornal | 1 | 15 | 15 |
| siembra | Jornal | 1 | 15 | 15 |
| EQUIPOS Y MATERIALES | | | | |
| Lampa | día | 1 | 7 | |
| Rastrillo | día | 1 | 7 | 1,39 |
| Azadon | día | 1 | 7 | |
| Riego (AGUA) | ha | 1 | 18,75 | 18,75 |
| Rotavator | día | 1 | 25 | 25 |
| Tractor (arado) | hora | 1 | 20 | 20 |
| Arriendo de terreno | ha | 1 | 25 | 25 |
| SUBTOTAL | | | | 316,2568 |
| Interés del capital (16,2%) | | | | 133,16 |
| Administración e imprevistos (10%) | | | | 82,2 |
| TOTAL (ha) | | | | 531,6 |
| 400m2 | | | | 21,3 |
| INGRESO TOTAL | | | | |
| Producción en fresco | kg/corte/ha | 15600 | 0,05 | 780 |
| Ingreso Neto | | | | 248,4 |

**Figura 21.** Análisis económico del tratamiento T1.

| TRATAMIENTO 2 | | | | |
|---|---|---|---|---|
| DESCRIPCION | UNIDAD | CANTIDAD | COSTO UNITARIO | COSTO TOTAL |
| INSUMOS | | | | |
| **SEMILLAS** | | | | |
| Brachiaria brizantha cv piatá (kg) | 2 | 0,21 | 24 | 5,04 |
| Centrosema pubescens cv barith (kg) | 1 | 0,06 | 18,5 | 1,11 |
| | | | | 6,15 |
| FERTILIZACION | | | | |
| Acido borico H3BO3 | (kg/ha) | 25,55 | 5 | 127,75 |
| ABONO ORGÁNICO | 40 | 6 | 120 | 18 |
| 10-30-10 | 50 | 0,72 | $28,00 | 0,4032 |
| MANO DE OBRA | | | | |
| preparacion de suelo | Jornal | 2 | 15 | 30 |
| deshierba | Jornal | 1 | 15 | 15 |
| fertilización | Jornal | 1 | 15 | 15 |
| siembra | Jornal | 1 | 15 | 15 |
| EQUIPOS Y MATERIALES | | | | |
| Lampa | día | 1 | 7 | |
| Rastrillo | día | 1 | 7 | 1,39 |
| Azadon | día | 1 | 7 | |
| Riego (AGUA) | ha | 1 | 18,75 | 18,75 |
| Rotavator | día | 1 | 25 | 25 |
| Tractor (arado) | hora | 1 | 20 | 20 |
| Arriendo de terreno | ha | 1 | 25 | 25 |
| SUBTOTAL | | | | 317,4432 |
| Interés del capital (16,2%) | | | | 133,16 |
| Administración e imprevistos (10%) | | | | 82,2 |
| TOTAL (ha) | | | | 532,8 |
| 400m2 | | | | 21,3 |
| INGRESO TOTAL | | | | |
| Producción en fresco | kg/corte/ha | 15350 | 0,05 | 767,5 |
| Ingreso Neto | | | | 234,7 |

**Figura 22.** Análisis económico del tratamiento T2.

| TRATAMIENTO 3 | | | | |
|---|---|---|---|---|
| DESCRIPCION | UNIDAD | CANTIDAD | COSTO UNITARIO | COSTO TOTAL |
| INSUMOS | | | | |
| **SEMILLAS** | | | | |
| Brachiaria decumbes cv brasilik (kg) | 1 | 0,21 | 27 | 5,67 |
| Centrosema pubescens cv barith (kg) | 1 | 0,06 | 18,5 | 1,11 |
| | | | | 6,78 |
| FERTILIZACION | | | | |
| Acido borico H3BO3 | (kg/ha) | 25,55 | 5 | 127,75 |
| ABONO ORGÁNICO | 40 | 6 | 120 | 18 |
| 10-30-10 | 50 | 0,72 | $28,00 | 0,4032 |
| MANO DE OBRA | | | | |
| preparacion de suelo | Jornal | 2 | 15 | 30 |
| deshierba | Jornal | 1 | 15 | 15 |
| fertilización | Jornal | 1 | 15 | 15 |
| siembra | Jornal | 1 | 15 | 15 |
| EQUIPOS Y MATERIALES | | | | |
| Lampa | día | 1 | 7 | |
| Rastrillo | día | 1 | 7 | 1,39 |
| Azadon | día | 1 | 7 | |
| Riego (AGUA) | ha | 1 | 18,75 | 18,75 |
| Rotavator | día | 1 | 25 | 25 |
| Tractor (arado) | hora | 1 | 20 | 20 |
| Arriendo de terreno | ha | 1 | 25 | 25 |
| SUBTOTAL | | | | 318,0732 |
| Interés del capital (16,2%) | | | | 133,16 |
| Administración e imprevistos (10%) | | | | 82,2 |
| TOTAL (ha) | | | | 533,4 |
| 400m2 | | | | 21,3 |
| INGRESO TOTAL | | | | |
| Producción en fresco | kg/corte/ha | 15200 | 0,05 | 760 |
| Ingreso Neto | | | | 226,6 |

**Figura 23.** Análisis económico del tratamiento T3.

| TRATAMIENTO 4 | | | | |
|---|---|---|---|---|
| DESCRIPCION | UNIDAD | CANTIDAD | COSTO UNITARIO | COSTO TOTAL |
| INSUMOS | | | | |
| **SEMILLAS** | | | | |
| Brachiaria híbrido cv Mulato II (CIAT 36087) (kg) | 2 | 0,24 | 75 | 9 |
| Centrosema pubescens cv benth (kg) | 1 | 0,06 | 18,5 | 1,11 |
| | | | | 10,11 |
| FERTILIZACION | | | | |
| Acido bonico H3BO3 | (kg/ha) | 25,55 | 5 | 127,75 |
| **ABONO ORGÁNICO** | 40 | 6 | 120 | 18 |
| 10-30-10 | 50 | 0,72 | $28,00 | 0,4032 |
| MANO DE OBRA | | | | |
| preparacion de suelo | Jornal | 2 | 15 | 30 |
| deshierba | Jornal | 1 | 15 | 15 |
| fertilización | Jornal | 1 | 15 | 15 |
| siembra | Jornal | 1 | 15 | 15 |
| EQUIPOS Y MATERIALES | | | | |
| Lampa | día | 1 | 7 | 1,39 |
| Rastrillo | día | 1 | 7 | |
| Azadon | día | 1 | 7 | |
| Riego (AGUA) | ha | 1 | 18,75 | 18,75 |
| Rotavator | día | 1 | 25 | 25 |
| Tractor (arado) | hora | 1 | 20 | 20 |
| Arriendo de terreno | ha | 1 | 25 | 25 |
| SUBTOTAL | | | | 321,4032 |
| Interés del capital (16,2%) | | | | 133,16 |
| Administración e imprevistos (10%) | | | | 82,2 |
| TOTAL (ha) | | | | 536,8 |
| 400m2 | | | | 21,5 |
| INGRESO TOTAL | | | | |
| Producción en fresco | kg/corte/ha | 9400 | 0,05 | 470 |
| Ingreso Neto | | | | -66,8 |

**Figura 24.** Análisis económico del tratamiento T4.

# Anexo III: Fotografías del Análisis de la Composición Química

**Figura 25.** Preparación de la muestra.

**Figura 26.** Colocación de bolsas, en el rúmen de ovino.

# Anexo III: Ejemplos de Salidas de Análisis Estadístico

Procedimiento Mixed

| Información del modelo | |
|---|---|
| Conjunto de datos | WORK.IMPORT1 |
| Variable dependiente | Biomasa |
| Estructura de covarianza | Simetría compuestas |
| Efecto de sujeto | UE(TTO) |
| Método de estimación | REML |
| Método de varianza del residual | Perfil |
| Método SE de efectos fijos | Basado en el modelo |
| Método de grados de libertad | Between-Within |

| Información del nivel de clase | | |
|---|---|---|
| Clase | Niveles | Valores |
| UE | 25 | 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 |
| Bloque | 5 | 1 2 3 4 5 |
| TTO | 5 | T1 T2 T3 T4 T0 |
| DDS | 2 | 75 120 |

| Dimensiones | |
|---|---|
| Parámetros de covarianza | 2 |
| Columnas en X | 23 |
| Columnas en Z | 0 |
| Sujetos | 25 |
| Obs máx por sujeto | 2 |

| Número de observaciones | |
|---|---|
| N.º observaciones leídas | 50 |

**Figura 27.** Salida del SAS de Biomasa, utilizando el procedimiento REML, con sus p-valores.