



**unl**

Universidad  
Nacional  
de Loja



## **Universidad Nacional de Loja**

### **Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables**

#### **Carrera de Ingeniería Agronómica**

Evaluación del potencial productivo y calidad nutricional de tres mezclas forrajeras de gramíneas con leguminosas para el mejoramiento de la productividad ganadera, en el Cantón Yacuambi Provincia de Zamora Chinchipe.

Trabajo de titulación  
previo a la obtención  
del título de Ingeniera  
Agrónoma

#### **AUTORA:**

Mayra Alexandra Ávila Medina.

#### **DIRECTORA:**

Ing. Paulina Vanesa Fernández Guarnizo Mg.Sc.

Loja - Ecuador

2022

## **Certificación del Trabajo de Titulación**

Loja, 02 de marzo de 2022

Ing. Paulina Vanesa Fernández Guarnizo Mg.Sc.

**Directora de Trabajo de Titulación**

**Certifico:**

Que he revisado y orientado todo proceso de elaboración del trabajo de Titulación del grado titulado: “Evaluación del potencial productivo y calidad nutricional de tres mezclas forrajeras de gramíneas con leguminosas para el mejoramiento de la productividad ganadera, en el Cantón Yacuambi Provincia de Zamora Chinchipe” de autoría de la estudiante Mayra Alexandra Ávila Medina, previa a la obtención del título de Ingeniera Agrónoma, una vez que el trabajo cumple con todos los requisitos exigidos por la Universidad Nacional de Loja para el efecto, autorizó la presentación para la respectiva sustentación y defensa.



Ing. Paulina Vanesa Fernández Guarnizo Mg. Sc.

**Directora del Trabajo de Titulación**

## **Autoría**

Yo, Mayra Alexandra Ávila Medina, declaro ser autora del presente trabajo de titulación y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos de posibles reclamos y acciones legales, por el contenido de la misma. Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja, la publicación de mi Trabajo de Titulación en el Repositorio Digital Institucional - Biblioteca Virtual.

**Firma:**  MAYRA  
ALEXANDRA  
AVILA MEDINA

**Cédula de identidad:** 1105352916

**Fecha:** 28 de mayo del 2022

**Correo electrónico:** mayra.avila@unl.edu.ec

**Celular:** 0959261621

**Carta de autorización del Trabajo de Titulación por parte del autor para la consulta de producción parcial o total, y publicación electrónica de texto completo.**

Yo, Mayra Alexandra Ávila Medina, declaro ser autora del Trabajo de Titulación: “Evaluación del potencial productivo y calidad nutricional de tres mezclas forrajeras de gramíneas con leguminosas para el mejoramiento de la productividad ganadera, en el Cantón Yacuambi Provincia de Zamora Chinchipe”; autorizo al sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que con fines académicos muestre al mundo la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera en el Repositorio Institucional:

Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo en el Repositorio Institucional, en las redes de información del país y del exterior con los cuales tenga convenido la Universidad.

La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copia del trabajo de titulación que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Loja, a los veinte y ocho días del mes de mayo del dos mil veintidós



**Firma:**

**Autor:** Mayra Alexandra Avila Medina

**Cédula:** 11053532916

**Dirección:** Parroquia 28 de Mayo, calle Zamora entre Amazonas y Quito

**Correo electrónico:** mayra.avila@unl.edu.ec

**Celular:** 0959261621

**DATOS COMPLEMENTARIOS**

**Directora del trabajo de titulación:** Ing. Paulina Vanesa Fernández Guarnizo Mg.Sc.

**Tribunal de grado:** PhD. Marina Mazón Morales

PhD Marlene Molina Muller

PhD. Alex Eduardo Salazar González

## **Dedicatoria**

El presente trabajo de tesis dedico principalmente a mis queridos padres quienes con su esfuerzo, dedicación y confianza me han permitido cumplir uno de mis grandes sueños. Me han enseñado que el trabajo constante y la perseverancia a lo largo da grandes frutos, por ello son mi fuente de inspiración para lograr ser cada día mejor.

A mis hermanos por compartir día a día conmigo y estuvieron siempre apoyándome y motivando para seguir adelante a pesar de las adversidades, gracias a su bondad y cariño.

A mis apreciados abuelitos quienes marcaron mi vida de forma significativa durante mi niñez y adolescencia, gracias por sus grandes consejos, lecciones y valores enseñados.

**Mayra Alexandra Ávila Medina**

## **Agradecimiento**

Mis más sincero agradecimiento y gratitud al Padre Celestial por regalarme salud y vida de una forma tan generosa que me permite seguir alcanzando grandes sueños, porque estabas presente en cada momento de mi vida y no me dejaste caer, por regalarme fuerzas y sabiduría para seguir triunfando.

A la Universidad Nacional de Loja, Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables, de manera especial a la Carrera de Ingeniería Agronómica, quien me ha brindado la oportunidad de desarrollarme profesionalmente y enriquecer mis conocimientos.

Agradezco infinitamente a mi directora de tesis Ing. Paulina Fernández Mg. Sc., por su paciencia y asesoramiento para la culminación de este trabajo. A todos los docentes que fueron parte de mi formación personal y profesional, gracias por compartir sus conocimientos, experiencias y sabidurías.

Gracias a la vida por este nuevo triunfo

**Mayra Alexandra Ávila Medina**

## Índice de Contenidos

Portada: .....	i
Certificación del Trabajo de Titulación .....	ii
Autoría .....	iii
Carta de autorización. ....	iv
Dedicatoria .....	v
Agradecimiento .....	vi
Índice de Contenidos.....	vii
Índice de Figuras .....	ix
Índice de tablas.....	xi
Índice de anexos .....	xii
2. Resumen .....	2
2.1. Abstract.....	3
3. Introducción.....	4
4. Marco Teórico .....	6
4.1. Importancia de los Pastos y Forrajes en el Ecuador .....	6
4.2. Producción Ganadera en el Ecuador y la Amazonía.....	6
4.3. Gramíneas y Leguminosas .....	7
4.3.1. Gramíneas forrajeras.....	7
4.3.2. Leguminosas forrajeras .....	10
4.4. Mezclas Forrajeras.....	11
4.4.1. Ventajas de la mezcla forrajera.....	12
4.4.2. Calidad de las semillas forrajeras .....	12
4.4.3. Composición química y valor nutritivo de las mezclas forrajeras .....	12
4.5. Potencial Forrajero .....	13
4.5.1. Producción de biomasa .....	13
4.6. Calidad Nutricional .....	13
4.6.1. Grasa .....	13
4.6.2. Materia verde.....	13
4.6.3. Materia seca.....	13
4.6.4. Humedad .....	14
4.6.5. Fibra detergente neutra.....	14
4.6.6. Fibra detergente ácida .....	14
4.6.7. Cenizas.....	14
4.6.8. Digestibilidad .....	14
4.6.9. Palatabilidad .....	15
4.6.10. Grasas o extracto etéreo .....	15

5.	Metodología.....	16
5.1.	Ubicación del Estudio.....	16
5.1.1.	Ubicación geográfica .....	16
5.2.	Metodología de la Investigación .....	16
5.2.1.	Diseño experimental .....	17
5.2.2.	Preparación del suelo y siembra de mezclas forrajeras.....	18
5.2.3.	Análisis estadístico .....	20
5.3.	Metodología para el Primer Objetivo .....	20
5.4.	Metodología para el segundo objetivo.....	22
5.4.1.	Valor nutricional de la mezcla.....	22
6.	Resultados.....	26
6.1.	Determinar la calidad nutricional de las mezclas forrajeras en el cantón Yacuambi provincia de Zamora Chinchipe .....	34
7.	Discusión.....	41
7.1.	Parámetros Productivos .....	41
7.2.	Calidad nutricional .....	43
8.	Conclusiones.....	46
9.	Recomendaciones.....	47
10.	Bibliografía.....	48
11.	Anexos.....	53



## Índice de Figuras

Figura 1. Localización del lugar de estudio, Barrio San José, parroquia 28 de Mayo, cantón Yacuambi, provincia de Zamora Chinchipe.....	16
Figura 2. Esquema de campo.....	20
Figura 3. Altura de las mezclas forrajeras: T1(Gramalote), T2 (Cuba OM-22), T3 (Brachiaria brizantha), T4 (Gramalote + Kudzú tropical), T5 (Cuba OM-22+ Kudzú tropical) y T6 (Brachiaria brizantha + Kudzú tropical).....	27
Figura 4. Ancho de hojas de las mezclas forrajeras: T1(Gramalote), T2 (Cuba OM-22), T3 (Brachiaria brizantha), T4 (Gramalote + Kudzú tropical), T5 (Cuba OM-22+ Kudzú tropical) y T6 (Brachiaria brizantha + Kudzú tropical).....	28
Figura 5. Longitud de hojas mezclas forrajeras: T1(Gramalote), T2 (Cuba OM-22), T3 (Brachiaria brizantha), T4 (Gramalote + Kudzú tropical), T5 (Cuba OM-22+ Kudzú tropical) y T6 (Brachiaria brizantha + Kudzú tropical).....	30
Figura 6. Curva de crecimiento del número de hojas mezclas forrajeras: T1(Gramalote), T2 (Cuba OM-22), T3 (Brachiaria brizantha), T4 (Gramalote + Kudzú tropical), T5 (Cuba OM-22+ Kudzú tropical) y T6 (Brachiaria brizantha + Kudzú tropical).....	30
Figura 7. Número de tallos a los 130 días después de la siembra de las mezclas forrajeras. Medias con letras iguales en las barras no son estadísticamente diferentes (Tukey, 0.05). Las barras en los gráficos representan el error estándar de las medias de tres repeticiones.....	31
Figura 8. Curva de crecimiento del diámetro de tallos de mezclas forrajeras: T1(Gramalote), T2 (Cuba OM-22), T3 (Brachiaria brizantha), T4 (Gramalote + Kudzú tropical), T5 (Cuba OM-22+ Kudzú tropical) y T6 (Brachiaria brizantha + Kudzú tropical).....	32
Figura 9. Porcentaje de Cobertura aérea de las mezclas forrajeras. Medias con letras iguales en las barras no son estadísticamente diferentes (Tukey, 0.05). Las barras en los gráficos representan el error estándar de las medias de tres repeticiones.....	33
Figura 10. Producción de biomasa de las mezclas forrajeras. Medias con letras iguales en las barras no son estadísticamente diferentes (Tukey, 0.05). Las barras en los gráficos representan el error estándar de las medias de tres repeticiones.....	34
Figura 11. Porcentaje de humedad (H%) de las mezclas forrajeras. Medias con letras iguales en las barras no son estadísticamente diferentes (Tukey, 0.05). Las barras en los gráficos representan el error estándar de las medias de tres repeticiones.....	35

Figura 12. Porcentaje de materia seca (MS %) de las mezclas forrajeras. Medias con letras iguales en las barras no son estadísticamente diferentes (Tukey, 0.05). Las barras en los gráficos representan el error estándar de las medias de tres repeticiones.....36

Figura 13. Porcentaje de cenizas (C%) de las mezclas forrajeras. Las barras en los gráficos representan el error estándar de las medias de tres repeticiones.....37

Figura 14. Porcentaje de extracto etéreo (EE %) de las mezclas forrajeras. Las barras en los gráficos representan el error estándar de las medias de tres repeticiones.....38

Figura 15. Porcentaje de proteína cruda de las mezclas forrajeras. Medias con letras iguales en las barras no son estadísticamente diferentes (Tukey, 0.05). Las barras en los gráficos representan el error estándar de las medias de tres repeticiones.....39

Figura 16. Porcentaje de fibra cruda (FC %) de las mezclas forrajeras. Medias con letras iguales en las barras no son estadísticamente diferentes (Tukey, 0.05). Las barras en los gráficos representan el error estándar de las medias de tres repeticiones.....40

Figura 17. Porcentaje de extracto libre de nitrógeno (E.L.N %) de las mezclas forrajeras. Medias con letras iguales en las barras no son estadísticamente diferentes (Tukey, 0.05). Las barras en los gráficos representan el error estándar de las medias de tres repeticiones.....41

## Índice de tablas

Tabla 1. Definición de los tratamientos .....	18
Tabla 2. Requerimientos nutricionales de las mezclas forrajeras .....	19
Tabla 3. Descripción de los tratamientos establecidos .....	20

## Índice de anexos

Anexo 1. Análisis físico-químico del suelo propiedad del Sr. Vicente Ávila, sector San José, parroquia 28 de Mayo, cantón Yacuambi.....	53
Anexo 2. Preparación del terreno para la implementación de mezclas forrajeras de gramíneas con leguminosas.....	54
Anexo 3. Corrección del pH del suelo para la siembra mezclas forrajeras de gramíneas con leguminosas.....	54
Anexo 4. Material vegetal ( <i>Pennisetum sp</i> y <i>Axonopus scoparius</i> ) y semillas ( <i>Urochloa brizantha</i> y <i>Pueraria phaseoloide</i> ), para la siembra de mezclas forrajeras.....	55
Anexo 5. Deshierba de las mezclas forrajeras de gramíneas con leguminosas.....	55
Anexo 6. Registro de los parámetros productivos de las mezclas forrajeras de gramíneas con leguminosas.....	56
Anexo 7. Corte de las mezclas forrajeras de gramíneas con leguminosas para el cálculo de la producción de biomasa.....	56
Anexo 9. Peso de las muestras para determinación de producción de biomasa forrajera.....	57
Anexo 10. Registro del peso de las muestras de las mezclas forrajeras para los análisis de proteína, fibra cruda, extracto libre de nitrógeno, extracto etéreo, cenizas y humedad. Laboratorio de Bromatología y Aguas de la Universidad Nacional de Loja.....	57
Anexo 11. Extracción de grasa (extracto etéreo). Laboratorio de Bromatología y Aguas de la Universidad Nacional de Loja.....	58
Anexo 12. Certificado de traducción del Abstract .....	58

## **1. Título**

**Evaluación del potencial productivo y calidad nutricional de tres mezclas forrajeras de gramíneas con leguminosas para el mejoramiento de la productividad ganadera, en el Cantón Yacuambi Provincia de Zamora Chinchipe.**

## 2. Resumen

El pasto constituye el alimento más completo y económico para la alimentación animal; se puede incrementar el rendimiento y calidad nutricional con la implementación de mezclas forrajeras. El presente trabajo tuvo como finalidad evaluar el potencial productivo y calidad nutricional de tres mezclas forrajeras de gramíneas con leguminosas en el cantón Yacuambi, Provincia de Zamora Chinchipe. El ensayo se estableció bajo un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA) con 6 tratamientos y 3 repeticiones por tratamiento: T1(*Axonopus scoparius*), T2 (*Pennisetum sp*), T3 (*Urochloa brizantha*), T4 (*Axonopus scoparius* + *Pueraria phaseoloide*), T5 (*Pennisetum sp* + *Pueraria phaseoloide*) y T6 (*Urochloa brizantha* + *Pueraria phaseoloide*). Las variables evaluadas fueron: altura de planta, número, ancho y largo de hojas, cobertura vegetal y diámetro de tallos, humedad, proteína, extracto etéreo, fibra cruda, extracto libre de nitrógeno y cenizas. De acuerdo a los resultados obtenidos, el T2 y T5 se destacaron entre los tratamientos en variables como altura con 371,07 cm y 362, 53 cm, número de hojas con 11,20 y 10,87 hojas/planta, diámetro de tallo con 2,30 cm y producción de forraje verde con 5,53 kg/FV/ m<sup>2</sup> y 5,52 kg/FV/ m<sup>2</sup>. El análisis bromatológico demostró que las gramíneas solas o asociadas con la leguminosa forrajera presentaron resultados similares en ceniza y extracto etéreo, pero los tratamientos T1, T3, T4, T2, T1 presentaron los mayores contenidos de humedad, materia seca, proteína cruda, fibra cruda y extracto libre de nitrógeno respectivamente. El T4 se caracteriza por presentar los niveles más altos de proteína con un 10,82% convirtiéndose en una de las mejores alternativas de alimentación bovina para incrementar la producción de carne y leche en la provincia de Zamora Chinchipe.

Palabras claves: Poacea, fabaceae, asociación, valor nutricional, producción.

## 2.1. Abstract

Grass is the most complete and economical food for animal feed, yield and nutritional quality can be increased with the implementation of forage mixtures. The purpose of this investigation was to evaluate the productive potential of three forage mixtures of grasses with legumes in the Yacuambi canton, Province of Zamora Chinchipe. The essay established that under a Completely Random Block Design (CRBD), with 6 treatments and 3 repetitions per treatment: T1 (*Axonopus scoparius*), T2 (*Pennisetum* sp), T3 (*Urochloa brizantha*), T4 (*Axonopus scoparius* + *Pueraria phaseoloide*), T5 (*Pennisetum* sp + *Pueraria phaseoloide*) y T6 (*Urochloa brizantha* + *Pueraria phaseoloide*). The variables evaluated were: plant height, number, width and length of leaves, plant cover and stem diameter, moisture, protein, ethereal extract, raw fiber, nitrogen, and ash free extract. According to the results obtained, the T2 and T5 stood out among the treatments in variables such as height with 371.07cm and 362.53cm, number of leaves with 11, 20 and 10,87 leaves/plants stem diameter with 2,30cm and green fodder production with 5,53 kg/FV/ m<sup>2</sup> and 5,52 kg/FV/ m<sup>2</sup>. Bromatological analysis showed that grasses alone or associated with forage legume presented similar results in ash and ethereal extract, but treatments T1, T3, T4, T2, T1 presented the higher moisture content, dry matter, crude protein, raw fiber, and free nitrogen extract, respectively. T4 is characterized by presenting the highest levels of protein with a 10,82% becoming one of the best alternatives of bovine feeding to increase the production of meat and milk in the Province of Zamora Chinchipe.

**Keywords:** Poacea, fabaceae, association, nutritional value, production.

### 3. Introducción

En el año 2019 el sector agropecuario aportó con el 7,7 % al Producto Interno Bruto (PIB) convirtiéndose en uno de los rubros de gran importancia para la economía ecuatoriana (Banco Central del Ecuador, 2021). En el Ecuador 5,20 millones de hectáreas son dedicadas a la producción agropecuaria (cultivos permanentes, transitorios, pastos cultivados y pastos naturales); 2.065.699 hectáreas son ocupadas por pastos cultivados que constituyen la principal fuente de alimentación y nutrientes para los animales bovinos que predominan dentro del sector ganadero con un total de 4,34 millones de cabezas (Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua, 2021).

La agricultura y ganadería son las principales fuentes de ingresos económicos de la población amazónica (agricultura 56,5 %, ganadería 10 %, agricultura y ganadería 30 %) (López *et al.* 2013). No obstante, el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo, (2017) caracteriza a los suelos amazónicos de baja aptitud agrícola y ganadera, donde solo el 17,5 % del territorio es apto para la producción agropecuaria; pese a estas condiciones el 80 % de suelos del sur de la Amazonía están cubiertos de pastizales que han sido sobreutilizados en el ámbito ganadero, dando lugar a una producción de pasturas de baja calidad nutricional, lo cual genera una producción de leche menor a 3,5 litros/vaca/día y la producción de carne de 0,25 kg/animal/día (Caicedo *et al.* 2013).

El problema fundamental de la ganadería en la provincia de Zamora Chinchipe radica en una alimentación deficiente en cantidad y calidad de forrajes, que no supe los requerimientos nutricionales de los animales en pastoreo (FAO, 2003). Según Milera (2013), existen factores que han contribuido a la vulnerabilidad de los sistemas de producción ganadera que influyen directamente en la productividad de los pastos y forrajes, entre estos tenemos: el manejo inadecuado del pastoreo que ocasiona la pérdida de la cobertura vegetal debido a altas cargas animales, el sobrepastoreo, la utilización de especies mejoradas importadas que no son adecuadas para las condiciones edafoclimáticas, pastos y forrajes con edad avanzada o baja calidad que proporcionan bajo contenido de proteína, menor digestibilidad y mayor producción de gases efecto invernadero.

En el cantón Yacuambi la mayoría de los pastos utilizados son gramíneas de baja calidad nutricional (*Axonopus scoparius* y *Setaria splendida*) (Paccha y Ramón, 2009), mismos que presentan un contenido de Proteína Cruda (PC) de 6 -12 % y una digestibilidad dependiendo de la edad de corte entre 40 – 80 % (Peters, 2010). El pasto es consumido por el animal a partir de



los 120 a 260 días en especies de lento crecimiento como el gramalote, el cual soportan una carga animal por debajo de 0,8 UBA/ha (Ganadería Climáticamente Inteligente, GCI, 2019). Frente a estas limitantes en el sector ganadero, el productor se ve obligado a alimentar a los bovinos con concentrados a fin de acelerar su crecimiento, lo cual no resulta rentable para los productores, atentando su economía (Lascano y Ávila, 1991).

Debido al desconocimiento por parte de los ganaderos y la escasa investigación en este campo, hace que se continúe manejando la ganadería de forma tradicional, siendo una actividad no rentable, que ocasiona además un impacto ambiental en los recursos naturales renovables. Es por ello que en este estudio se implementaron mezclas forrajeras que permitan desarrollar sistemas alimenticios más eficientes y rentables en calidad y cantidad para el consumo de los animales bovinos, mismo que permitan mejorar su alimentación con una dieta alta en minerales, energía y proteínas, que generen un incremento de los índices de producción de carne y leche.

En ese contexto se plantearon para esta investigación los siguientes objetivos:

- Evaluar el potencial productivo de las diferentes mezclas forrajeras en el cantón Yacuambi provincia de Zamora Chinchipe.
- Determinar la calidad nutricional de las mezclas forrajeras en el cantón Yacuambi provincia de Zamora Chinchipe.

## **4. Marco Teórico**

### **4.1. Importancia de los Pastos y Forrajes en el Ecuador**

La importancia de los pastos y forrajes es reconocida desde el momento en que el hombre domesticó los animales y su evolución ha estado asociada al pastoreo de animales (Vergara, 1995 citado por León *et al.* 2018).

En Ecuador la superficie de pastos es mayor que la de cualquier otro cultivo. ESPAC, (2021) indica que los pastos cultivados ocuparon alrededor de 1'998.473 hectáreas que representan el 38,85 % y los pastos naturales el 17,92 %. Por otra parte, los principales pastos del Ecuador, por superficie son: saboya con 40,08 %, pasto mixto con 23,41 %, otros pastos 14,57 %, brachiaria con 8,02 %, pasto miel con 7,36 %, gramalote con 4,92 % y raigrás 1,65 %.

### **4.2. Producción Ganadera en el Ecuador y la Amazonía**

El sector ganadero juega un papel importante en la economía y el uso de los suelos ecuatorianos, las manadas de ganado se distribuyen aproximadamente en 274.506 granjas, que la mayoría de estos (221.082) podrían considerarse como sistemas de subsistencia (Iñamagua, *et al.* 2017). La encuesta de ESPAC (2019) revela que en el Ecuador predomina el ganado vacuno con un total de 4,31 millones de cabezas a nivel nacional. En la región Sierra se concentra el mayor número de cabezas de ganado vacuno que representa el 51,69 % del total nacional, seguido por la región Costa con 39,71 % y finalmente la Amazonía con 8,60 %. En cuanto a la raza del ganado vacuno que predomina, es la mestiza con el 29,77%, seguido de la raza criolla con un 24,21%.

### **4.3. Gramíneas y Leguminosas**

Las plantas que producen alimentos básicos pertenecen a unas pocas familias vegetales de las que se destacan principalmente dos: las gramíneas y las leguminosas. Ambas pertenecen a la clase Angiosperma (del latín *angi*, encerrada, y del griego *sperma*, semilla), nombre común de la división o filo que contiene las plantas con flor, que constituyen la forma de vida vegetal dominante (Alarcón, 2017).

#### **4.3.1. Gramíneas forrajeras**

Es una familia de plantas que se caracterizan, por la presencia de plantas herbáceas con tallos cilíndricos y huecos, para el caso de pastoreo de los animales se usan especies de hábito de crecimiento rastrero, cespitoso o macoloso y para el caso de la producción de forrajes (corte y acarreo), normalmente se utilizan especies erectas de alto crecimiento (Alonso, et al. 2009). Estas especies forrajeras son necesarias para cubrir requerimiento alimenticio de los animales ya sea en forma de fibras, almidón o azúcares más simples (Jewsbury, 2015).

##### *4.3.1.1. Brachiaria brizantha (Urochloa brizantha)*

- **Descripción y manejo**

Es una gramínea perenne de origen africano (INIAP, 1997), posee rizomas cortos y erectos, tallos de 60 a 150 cm de altura (a veces hasta 200cm) de hojas planas de color verde brillante hasta los 20 mm de ancho y 100 cm de largo. (Castrejón, 2017). De amplia adaptación a clima, suelo, tolera sequías, sombra, pero no encharcamientos mayores a 30 días. Su establecimiento se realiza mediante el uso de semilla sexual o material vegetativo (Peters, 2010).

- **Producción de forraje**

Manifiesta rendimientos superiores a las 14 t MS/ha/año. Es generalmente bien aceptado por los herbívoros y se considera un poco más apetecible que *U. decumbens*; al parecer es de baja toxicidad, sin embargo, puede causar fotosensibilidad grave en las ovejas, cabras y ganado joven cuando el pasto es sometido a estrés por helada, sequía prolongada o taque de salivazo (Castrejón, 2017).

- **Valor nutritivo**

Es una especie de buen valor nutritivo alcanza concentraciones de proteína cruda (PC) en las hojas del 13 % 10% y 8% a edades de rebrote de 25, 35 y 45 días, respectivamente. En estas mismas edades, digestibilidad in vitro de la MS fue de 67%, 64% y 60% (Lascano *et al.* 2002).

- **Asociación con leguminosas**

Se asocia bien con leguminosas como *Arachis*, *Desmodium*, *Peueraria* y *Centrocema*. El establecimiento debe hacerse evitando el exceso de humedad al suelo. Bajon pastoreo ligero, muchas leguminosas persistirán en el césped (mejor que con otras especies comerciales de *Urochloa*), en tanto que leguminosas como *Archis* spp, *Demodium heterocarpon* subsp. *ovalifolium*, *Pueraria phaseoloides*, entre otras, combinan bien bajo pastoreo intenso (Castrejón, 2017).

- **Usos**

El pasto ha sido utilizado bajo pastoreo con bovinos no obstante se ha observado que los equinos seleccionan las hojas tiernas de esta gramínea. Soporta una carga animal variable entre 2.5 y UA/ha durante el periodo lluvioso, con una frecuencia de pastoreo entre 14 y 21 días (Lascano *et al.* 2002).

#### 4.3.1.2. Gramalote (*Axonopus scoparius* Hitch)

- **Descripción y manejo**

Conocida también como pasto imperial, de crecimiento erecto cuya planta posee tallos achatados, frondosos y suculentos con abundante agua. Sus mejores rendimientos se obtienen en lugares donde las precipitaciones van de 1000 a 3500 mm anuales. Este pasto se encuentra presente en la selva alta de las provincias del Napo, Pastaza, Moro Santiago y Zamora Chinchi de la Región Amazónica, donde predomina en más del 90% de las áreas establecidas de pastizales (González, 1997).

*Axonopus scoparius* debe ser aprovechado bajo un sistema de pastoreo rotacional, debido a que sus rebrotes no toleran el pisoteo y son muy apetecibles para los animales. Se propaga a través de material vegetativo (tallos, matas enraizadas, cepas) (León, 2018). Su producción se puede incrementar notablemente con la aplicación de abonos orgánicos como gallinaza y porquinaza (Directorio Forestal Maderero, (DFM) 2019).

- **Producción de forraje**

Produce de 10 – 20 t de MS/ha/año, es una planta muy palatable durante todo su ciclo utilizado para producción de leche en bovinos. (Peters, 2010). En Colombia, cuyas regiones son de clima medio con suelos de origen aluvial y sin fertilización, se reportan rendimientos de 10-14 Tn/ha de materia seca al año. En Brasil, en un período de 13 meses se obtuvo un rendimiento de 21.9 Tn/ha de materia seca en parcelas sin fertilizar; en parcelas fertilizadas con NPK se reportan rendimientos 10% más altos (DFM, 2019).

- **Valor nutritivo**

Su calidad es moderada con un contenido de PC de 6 -12 % y una digestibilidad, dependiendo de la edad de corte entre 40 – 80 % (Peters, 2010).

- **Asociación con leguminosas**

Por tener una lenta recuperación después del pastoreo, se puede asociar con leguminosas arbustivas y rastreras para mejorar la calidad y cantidad del forraje (González, 1997). Se le puede asociar con maní forrajero, kudzú tropical y centrosema. También con árboles forrajeros como gliricidia sp. (matarratón), o eritrina sp. (caraca) (León *et al.* 2018).

#### 4.3.1.3. Cuba OM-22 (*Pennisetum sp*)

- **Descripción y manejo**

Híbrido originario de Cuba producto entre dos especies de *Pennisetum purpureum*, como progenitor masculino se utilizó el *P. purpureum* Cuba CT-169 y como progenitor femenino el *P. glaucum* Tifton. Cuba 22 es una planta de exuberante crecimiento, tallos y hojas completamente lisos, no contiene espinas, ni vellosidades. Para su desarrollo requiere suelos drenados, ácidos y neutros (Clavijo, 2016).

La siembra se realiza con material vegetativo a partir de tallos adultos cortados a 30 cm de longitud promedio. El rendimiento depende de la humedad, fertilidad, temperatura y edad del corte. Para alcanzar alta producción se requiere fertilizar el cultivo, especialmente en suelos con bajo contenido de materia orgánica, con riego y fertilizantes se obtienen rendimientos entre 30 y 50 t de MS/ha/año (Martínez *et al.* 2010).

- **Producción de forraje**

Según Pestrana, *et al.* (2015) en un estudio realizado en Nicaragua el rendimiento total y tasa de crecimiento se alcanzó a los 110 días después del corte con 38,600 kg MS ha<sup>-1</sup> y 435 kg MS ha<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup> , respectivamente.

- **Valor nutritivo**

Una vez realizado los análisis bromatológicos se obtuvo un contenido de proteína bruta (PB) con valores de 12.77 %, 77.68 % de fibra neutra detergente (FND), 49.70 % de Acido Detergente (FAD), (57.86 %) de la digestibilidad in vitro de la materia seca (DIVMS) (Pestrana *et al.* 2015)

- **Asociación con leguminosas**

Soporta asociaciones con leguminosas y forrajeras arbóreas (Clavijo, 2016).

#### **4.3.2. Leguminosas forrajeras**

Es una familia de plantas de porte herbáceo, arbustivo o arbóreo en ocasiones trepadoras. Producen menor cantidad de materia seca por hectárea, pero tiene mayor contenido de proteína bruta, por lo que su inclusión en la dieta es para cubrir esta fracción de los animales y en menor medida los requerimientos energéticos (Jewsbury, 2015)

##### *4.3.2.1. Kudzu tropical (Pueraria phaseoloide)*

- **Descripción y manejo**

Es una especie originaria de las zonas templadas y subtropicales del este y sureste de Asia, Malasia e Indonesia (Martínez, 2019). Se caracteriza por tener tallos trepadores, finos, flexibles, herbáceos y densamente pubescentes. Posee numerosos estolones que se entretrejen y se sujetan al suelo por las raíces generadas en sus nudos.

Crece bien en suelos ácidos en alturas que van de 0 – 2.000 metros sobre el nivel del mar (m s.n.m) y soporta temperaturas entre 18 – 27 °C, es la única de todas las especies de leguminosas que más tolera sombra (Martínez, 2019). Se puede propagar de formas mediante el uso de semillas (8-12) kg/ha o vegetativamente por coronas de 1 a 2 años (León *et al.* 2018).

- **Producción de forraje**

La producción de MS esta entre 5 y 6 t/ha/año; los altos contenidos de proteína y Ca se manifiesta en la producción animal. El potencial de producción del animal de gramíneas asociadas con *Pueraria* es de 400 a 700 g/animal/día (Peters, 2010).

- **Valor nutritivo**

Posee alta cantidad de proteína, consumo y digestibilidad. Su contenido de Proteína cruda oscila entre 18 – 22 % y una digestibilidad entre 55 – 60%.

- **Usos**

Se utiliza para formar pastizales de corte y pastoreo, éste no debe iniciarse antes de 6-8 meses a fin de permitir que se desarrolle sus gruesas y profundas raíces; posteriormente se puede cortar o pastorear cada 2-4 meses, dependiendo del suelo y la precipitación. También permite combatir la erosión en terrenos inclinados (León *et al.* 2018).

#### **4.4.Mezclas Forrajeras**

El asocio de leguminosas con las gramíneas contribuye a la mejora del contenido de MO del suelo, lo que condiciona la mejor distribución de agregados y la estimulación de la actividad microbiana, ya que la oclusión física de los componentes orgánicos puede determinar su accesibilidad para los organismos del suelo. Por otra parte, se encontraron que al incluir una leguminosa a las mezclas se obtiene mayor producción, aunque factores como el suelo, clima, manejo, entre otros, influyen en este comportamiento (Álvarez, 2016).

Los sistemas donde estén presentes las leguminosas, ya sean arbustivas o rastreras asociadas con gramíneas, pueden lograr sistemas que sean sostenibles con el medio ambiente y ecológicos como una mejor persistencia de las pasturas, disminuyen la utilización de fertilizantes nitrogenados y contribuyen en el secuestro de carbono en el suelo (Arcos *et al.* 2018).

Para que la mezcla forrajera sea balanceada se recomienda que su composición botánica tenga un porcentaje de gramíneas sobre el 75%, leguminosas máximo 30% y malezas de 2 a 3 %. Esta composición permite que los animales cubran sus requerimientos nutricionales y no sufran trastornos como el torzón que se provoca por la ingesta de un alto porcentaje de leguminosas (León *et al.* 2003).

#### **4.4.1. Ventajas de la mezcla forrajera**

- Mejora el valor nutricional del forraje en una pradera
- Por simbiosis con microorganismos de los géneros *Rhizobium* y *Brachyrhizobium* se pueden producir fijaciones en cantidades considerables de nitrógeno atmosférico al suelo.
- Incrementa la producción forrajera por unidad de superficie
- Compete mejor con las malezas que en monocultivo
- Por las características radiculares de las plantas se hace mejor uso del agua y de los nutrientes del suelo.
- En mezclas se reduce las posibilidades de timpanismo que si es muy provocado por la utilización de la leguminosa sola (Pontanza, 2012).

#### **4.4.2. Calidad de las semillas forrajeras**

El éxito de una pastura depende de la elección de una semilla de buena calidad. Además de la importante misión de propagar los pastos, la semilla contiene en su interior toda la información genética necesaria para la expresión de alta productividad, generalmente asociada con al menos una o más características deseables en los pastos, por esto la importancia de la calidad de la semilla (Comastri,2020).

#### **4.4.3. Composición química y valor nutritivo de las mezclas forrajeras**

El valor nutritivo de un pasto no sólo depende de la cantidad de nutrientes que lo constituyen sino también de la cantidad de nutrientes consumidos y el grado de aprovechamiento que el animal hace de ese consumo. Es tan importante el consumo que, aunque un alimento tenga una buena composición nutritiva, si no es consumida por el animal, su valor como alimento es nulo. De igual manera, un alimento puede ser consumido en abundancia, pero si debido a ciertas características no es aprovechado por el animal, resulta en un alimento de baja calidad nutritiva (INIAP, 1995).

El valor nutritivo de un pasto no se puede evaluar solo por un principio nutritivo, sino como el suministro total de nutrientes, el cual es afectado por tres factores: el consumo voluntario de materia seca del alimento, su digestibilidad y la eficiencia del alimento consumido (Betancurt, 2011).



## **4.5.Potencial Forrajero**

### **4.5.1. Producción de biomasa**

De acuerdo con Bonham, (2013) el mejor método para medir la biomasa herbácea es el corte y cosecha de la biomasa total. Se han desarrollado técnicas y metodologías de muestreo para obtener estimaciones de la biomasa herbácea y estos métodos se agrupan en tres categorías: métodos directos, métodos indirectos y una combinación de métodos directos e indirectos.

## **4.6.Calidad Nutricional**

### **4.6.1. Proteína**

Una gran mayoría de las proteínas contenidas en los forrajes son específicas de la especie, y por ende su valor biológico es distinto. Este valor biológico varía de acuerdo al contenido de aminoácidos. Por lo general en las leguminosas se encuentra más proteína que las gramíneas y las hojas contienen más proteínas que los tallos, su cantidad va disminuyendo a medida que la planta se desarrolla y envejece, pero esta disminución es menor que en las gramíneas (León *et al.* 2018).

### **4.6.2. Grasa**

Es la fuente concentrada de energía Alarcón (2017) menciona que el contenido de lípidos de las hojas varía entre 3-10%, y generalmente declina con la edad. Los lípidos tienen diferentes componentes, pero la mayor parte de ellos están compuestos por galactolípidos y fosfolípidos, la mayor parte se encuentra en los cloroplastos.

### **4.6.3. Materia verde**

Es el forraje verde o forraje fresco, con el contenido de agua normal o natural. De manera general se considera que un bovino es capaz de consumir entre 10 al 12% de su peso vivo en materia verde (León *et al.* 2018).

### **4.6.4. Materia seca**

La materia seca (MS) representa el peso total de un alimento menos su contenido de agua; ese contenido se expresa en porcentaje. La cantidad de materia seca de las pasturas y forrajes es variable a lo largo del año dependiendo principalmente de su estado de madurez, de la especie y del manejo. Generalmente se estima que el consumo de MS por bovino es 2-3 % de su peso vivo (Cozzolino *s, f.*).

#### **4.6.5. Humedad**

La humedad de los forrajes varía con la especie, el estado fisiológico y en menor medida con la estación del año. Es por esto que, todos los resultados deben expresarse en base a materia seca (único valor de utilidad para realizar comparaciones) (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria INTA, 1995).

#### **4.6.6. Fibra detergente neutra**

Es la medida de la Hemicelulosa, celulosa y lignina que representa toda la parte fibrosa del forraje determinando el consumo del animal, ya que depende de este para identificar si el alimento es palatable y digerible (Instituto Nacional Tecnológico, INATEC, 2016).

#### **4.6.7. Fibra detergente ácida**

Es el conteo de la celulosa y la lignina, en esta podemos identificar que a medida que la lignina aumenta la digestibilidad de la celulosa disminuye relacionando negativamente la digestibilidad total del insumo evaluado (Universidad de Costa Rica, 2018).

#### **4.6.8. Cenizas**

Las cenizas son un complejo de materiales inorgánicos que fueron absorbidos del suelo por la planta, y después asimilados en el proceso de fotosíntesis. El contenido en la planta da una idea cómo deben fertilizarse los pastos, así mismo el aporte al metabolismo del animal que consume el forraje.

En gramíneas, los elementos minerales disminuyen a medida que la planta madura mientras que, en las leguminosas la composición mineral depende menos del estado de madurez y es más uniforme a través del ciclo vegetativo (León *et al.* 2018).

#### **4.6.9. Digestibilidad**

La digestibilidad de un forraje indica la proporción del mismo que es retenida y digerida a lo largo del tracto digestivo del animal. Este se ve influenciando principalmente por el grado de madurez de las pasturas al momento de la siega. En fases tempranas la tasa de digestibilidad es máxima, debido a que hay mayor proporción de hojas en la planta y menor contenido de materiales lignificados, siendo mucho más nutritivo para los animales (Lachman, 2000).

#### **4.6.10. Palatabilidad**

Los animales seleccionan un alimento y no otro basándose en su olor, “tacto” y sabor. Por tanto, la palatabilidad puede estar influenciada por la textura, hojiosidad, presencia de orina o heces, humedad o infestación de ese alimento, y por componentes que dan lugar a un sabor dulce o agrio. Los forrajes de elevada calidad son, generalmente, muy palatables (Díaz *et al. s, f.*).

#### **4.6.11. Grasas o extracto etéreo**

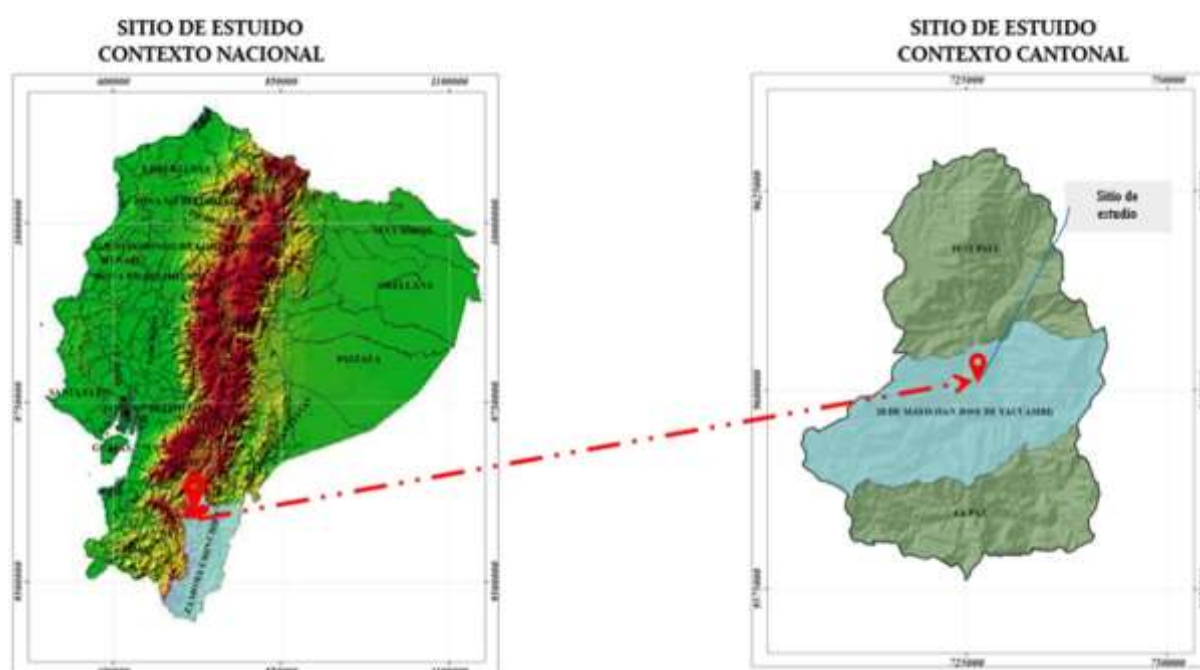
Son nutrientes altamente energéticas, contienen 2,8 veces más de la cantidad de energía en los carbohidratos (León, 2018).

## 5. Metodología

### 5.1. Ubicación del Estudio

#### 5.1.1. Ubicación geográfica

La investigación se llevó a cabo en la finca de la familia Ávila Medina, en la provincia de Zamora Chinchipe, cantón Yacuambi, parroquia 28 de Mayo, barrio “San José”, a 2 km de la cabecera cantonal (Figura 1). La finca posee una extensión de 3 ha, ubicada entre  $3^{\circ}38'25''$ S de latitud y  $78^{\circ}55'57''$ W de longitud, la altitud asciende a los 1145 m s. n. m, (Google Earth, 2021). Yacuambi se caracteriza por poseer un clima cálido Subhúmedo Subtropical (Sbh St), con una precipitación promedio de 2000 mm anual y una temperatura promedio de  $22,2^{\circ}\text{C}$  (Paccha y Ramón, 2009).



**Figura 1.** Localización del lugar de estudio, Barrio San José, parroquia 28 de Mayo, cantón Yacuambi, provincia de Zamora Chinchipe.

### 5.2. Metodología de la Investigación

El estudio fue de tipo experimental cualitativo, con enfoque participativo mediante un proceso de acción-reflexión-acción. El alcance de la investigación es descriptivo y comparativo ya que permitió mostrar con precisión el resultado de los tratamientos efectuados a partir de las variables evaluadas en campo. Durante la investigación se aplicaron métodos que promuevan

el manejo de la información por parte del propietario de finca, con la finalidad de que los resultados sirvan de referencia para ganaderos de la provincia de Zamora Chinchipe.

### 5.2.1. Diseño experimental

Para la evaluación de los tratamientos se utilizó un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA), los mismos que se ajustaron al siguiente modelo lineal:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \epsilon_{ij}$$

Dónde:

$Y_{ij}$ : Variable respuesta

$\mu$ : Media global de la variable respuesta

$\tau_i$ : Es el efecto el i-ésimo tratamiento

$\beta_j$ : Es el efecto de j-ésimo bloque

$\epsilon_{ij}$ : Error experimental

El diseño se constituyó por 6 tratamientos y tres repeticiones por tratamiento, con un total de 18 unidades experimentales, cada unidad experimental fue de 3 m de ancho por 4 m de largo (12m<sup>2</sup>). Los tratamientos empleados en esta investigación se detallan en la tabla 1.

**Tabla 1.** Definición de los tratamientos

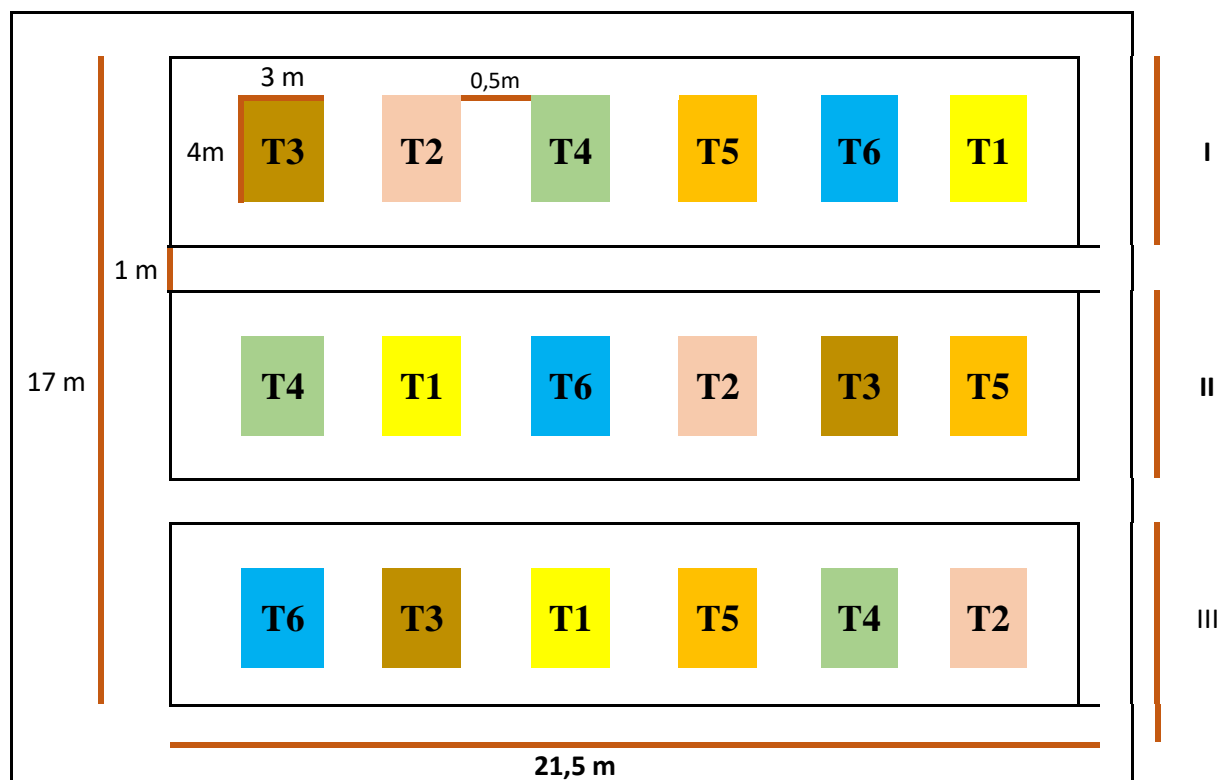
N° Tratamiento	Descripción	
	Nombre común	Nombre científico
T1	Gramalote	<i>Axonopus scoparius</i>
T2	Cuba OM-22	<i>Pennisetum sp</i>
T3	Brachiaria	<i>Urochloa brizantha</i>
T4	Gramalote + Kudzu	<i>Axonopus scoparius + Pueraria phaseoloide</i>
T5	Cuba OM- 22 + Kudzu	<i>Pennisetum sp +Pueraria phaseoloide</i>
T6	Brachiaria + Kudzu	<i>Urochloa brizantha +Pueraria phaseoloide</i>

Fuente: Autor

#### 5.2.1.1. Esquema de campo

e realizó un diseño de 3 bloques, cada bloque con 6 tratamientos sumando un total de 18 parcelas de 12 m<sup>2</sup> c/u. La distancia entre bloques fue de 1 m y la distancia entre parcelas fue de 0,5 m; además, para las mediciones se eliminó 0,5 m<sup>2</sup> por parcela para evitar el efecto borde.

**DBCA: Área total: 322,5 m<sup>2</sup>; 3 bloques**



**Figura 2.** Esquema de campo

**Fuente:** El autor

### **5.2.2. Preparación del suelo y siembra de mezclas forrajeras**

El experimento se estableció en el sector San José del Cantón Yacuambi ocupó un área de 322,5 m<sup>2</sup> dividido en 18 parcelas de 4,0 m x 3,0 m, para su preparación se inició con la limpieza de malezas, mullido del suelo y nivelación del terreno (anexo 2). Posterior a ello se procedió a la toma de muestras de suelo que fueron enviadas para su respectivo análisis químico, en el laboratorio de Manejo de Suelos y Agua de la estación Experimental Santa Catalina del INIAP, una vez obtenido los resultados del análisis se realizó la suministración de carbonato de calcio para neutralizar la acidez del suelo en una concentración de 4t/ha.

Antes de la siembra se realizó una aplicación de fertilización base con productos fertilizantes químicos: fosfato monoamónico (109 kg/ha), urea (121 kg/ha), bórax (18kg/ha), sulfato de zinc (22 kg/ha), sulfato de magnesio monohidratado (157 kg/ha), y sulfato de potasio (115 kg/ha) con la finalidad de corregir deficiencias de fósforo, nitrógeno, boro, zinc, magnesio y potasio, considerando los resultados del análisis de suelo (anexo 1) y los requerimientos nutricionales de los forrajes detallados en la tabla 2.

**Tabla 2.** Requerimientos nutricionales de las especies utilizadas en mezclas forrajeras

Especie	Requerimientos nutricionales (kg/ha)		
	N	P	K
<i>Axonopus scoparius</i>	99	132	100
<i>Urochloa brizantha</i>	50 -100	50	30-80
<i>Pueraria phaseoloide</i>	20	60	25
<i>Pennisetum sp</i>	150	200-300	100-150

Fuente: Autor

Para la implementación de los tratamientos de mezclas forrajeras se realizó de forma aleatoria, en el caso de *Urochloa brizantha* y *Pueraria phaseoloide* la propagación se realizó de forma sexual usando semillas certificadas; el *Axonopus scoparius* y *Pennisetum sp* se propagaron de manera asexual por estacas de 25-30 cm y se obtuvieron del mismo lugar de estudio (anexo 5). En el caso de las semillas de *Pueraria phaseoloide*, fue necesario realizar un proceso de escarificación mediante el uso del papel lija teniendo en cuenta de no dañar el interior de la semilla. Se consideró la relación gramínea-leguminosa en un porcentaje de 60-40 de acuerdo a las cantidades y métodos de siembra detallados en la tabla 2 (León *et al.* 2018). Finalmente se realizaron labores culturales constantes de deshierbas hasta los 130 DDS que se cortaron las muestras de las mezclas y se enviaron al laboratorio para respectivo análisis bromatológico.

**Tabla 3.** Descripción de los tratamientos establecidos para el estudio de mezclas forrajeras

Nombre científico	Descripción			
	Cant. Semilla solo	Cant. Semilla asociado	Propagación	Distancia de siembra (m)
<i>Axonopus scoparius</i>	1,5Ton/ha	0,9 Ton/ha	<b>Asexual:</b> por estacas	0,5x0,5
<i>Pennisetum sp</i>	2 Ton/ha	1,2 Ton/ha	<b>Asexual:</b> por estacas	0,6x 0,6
<i>Urochloa brizantha</i>	6 kg/ha	3,6 kg/ha	<b>Sexual:</b> voleo	
<i>Pueraria phaseoloide</i>	2,4 Kg/ha	2,4 Kg/ha	<b>Sexual:</b> 2 semillas por golpe	A 10 cm de la planta principal.

Fuente: Autor

### **5.2.3. Análisis estadístico**

Se hizo análisis de supuestos para determinar si los datos tienen distribución normal, un análisis de varianzas (ANOVA) para establecer la existencia de diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos. En caso de existir diferencias entre los tratamientos, se ejecutó un Test de Tukey al 95% para identificar cuál fue el mejor tratamiento. Todos los análisis se realizaron con el Software INFOSTAT (Casanoves *et al.* 2017).

### **5.3. Metodología para el Primer Objetivo**

*“Evaluar el potencial productivo de las diferentes mezclas forrajeras en el cantón Yacuambi provincia de Zamora Chinchipe”*

Para dar cumplimiento a este objetivo se desarrolló la evaluación de las siguientes variables.

#### **a. Altura de la planta (m)**

Se procedió a seleccionar 5 plantas al azar por especie en cada una de las unidades experimentales. La medición se realizó con un flexómetro misma que se colocó desde el nivel del suelo hasta el peciolo de la hoja más larga, este dato se registró en cm cada 15 días durante el ciclo de crecimiento.

#### **b. Ancho de hoja**

Se seleccionaron 5 plantas al azar, de las cuales se tomaron 3 hojas de cada planta y se procedió a medir con un flexómetro el tercio medio de la hoja, las medidas se registraron en cm cada 15 días.

#### **c. Longitud de hoja**

La longitud de hoja se evaluó en 5 plantas seleccionadas al azar, de las cuales se tomaron 3 hojas para registrar su medida con la ayuda de un flexómetro, se midió desde la base de la lámina foliar hasta el ápice de la misma, el proceso se repitió cada 15 días.

#### **d. Cobertura aérea (%)**

Para determinar el porcentaje de cobertura aérea se usó la aplicación Canopeo, el cual permite calcular el valor de manera inmediata a través de una imagen de la unidad experimental. Para ello se procedió a tomar 3 fotos por cada unidad experimental, ubicando la cámara a una misma altura. El resultado se lo obtuvo en porcentaje.



**e. Número de tallos (NT)**

Se seleccionaron 5 plantas al azar de cada parcela y se contó el número de tallos/planta, durante todo el ciclo de crecimiento cada 15 días.

**f. Diámetro de tallo (DT) cm**

Esta variable se evaluó cada 15 días con un calibrador pie de rey a una altura de 30 cm de nivel del suelo alrededor del tallo, su resultado se expresó en cm.

**g. Número de hojas (NH)**

Se seleccionaron 5 plantas al azar por unidad experimental y se contabilizó el número hojas/planta durante todo el ciclo de crecimiento cada 15 días.

**h. Longitud de hoja (LH) cm**

Esta variable se registró en 5 plantas/parcela seleccionadas al azar; para la medición se tomó una hoja de la parte central de la planta y se midió desde la base de la lámina foliar hasta el ápice de la misma, su medición se realizó cada 15 días y se reportó en cm.

**i. Ancho de hoja (AH) cm**

Su medición se realizó en el tercio medio de la hoja en las 5 plantas evaluadas, esta variable se reportó en cm y su medición fue cada 15 días.

**j. Producción de biomasa**

La época de corte de las especies se realizó tomando en cuenta el desarrollo fisiológico considerando la mejor edad de corte y altura de cada una de las especies. Para la medición de la biomasa se procedió a realizar un muestreo en zigzag con la ayuda de un cuadrante de 0,50 cm x 0,50 cm, para lo cual se tomaron 3 sub-muestras realizando el corte del pasto dentro del cuadrante a una altura de 10 cm del suelo, se pesó la biomasa fresca obtenida por cada unidad experimental, seguidamente se proyectó a una hectárea aplicando la siguiente fórmula:

$$PMV( Tn/ha) = (PMV(Kg/m2 )) \times 10$$

Donde:

**PMV (Tn/ha):** Peso de materia verde en toneladas por hectárea

**PMV (Kg/m2):** Peso de materia verde en kilogramos por metro cuadrado (Correa, 2016).

#### **5.4. Metodología para el segundo objetivo**

*“Determinar la calidad nutricional de las mezclas forrajeras en el cantón Yacuambi provincia de Zamora Chinchipe”*

Para dar cumplimiento a este objetivo se realizaron muestreos en campo que posteriormente fueron llevados a laboratorio para su respectivo análisis.

##### **5.4.1. Valor nutricional de la mezcla**

Para el análisis bromatológico, primero se realizó la recolección de 3 sub-muestras al azar por cada repetición en los 6 tratamientos; se homogenizaron las sub-muestras de cada repetición, obteniendo un total de 18 muestras; se pesó 500 g y se colocó la muestra en una bolsa de polietileno con cierre, previamente etiquetada e identificada para ser llevadas al laboratorio de bromatología de la Universidad Nacional de Loja, para sus respectivos análisis de: porcentaje de humedad, cenizas o materia inorgánica, proteína bruta, fibra cruda, extracto etéreo y extracto libre de nitrógeno.

##### **a. Determinación de la muestra parcialmente seca**

Las muestras picadas y homogenizadas se colocaron en fundas en la estufa a 65 °C hasta alcanzar un peso constante. Seguidamente se procedió a pesar y moler, la muestra molida se puso en un recipiente previamente identificado con el registro de laboratorio. Para cálculo se utilizó la siguiente fórmula:

$$\% MSP = \frac{\text{Peso de la muestra parcialmente seca}}{\text{peso muestra (TCO)}} \times 100$$

### **b. Determinación de materia seca total (MST)**

Se procedió a pesar 2 g de muestra molida y colocarlo en los crisoles, se llevó a la estufa a 105 °C durante 12 horas, se retiró y se colocó en el desecador hasta enfriar, seguidamente se registró el peso en una balanza analítica. Para el cálculo se utilizó la siguiente fórmula:

$$\% MS = \frac{\text{Peso de la muestra seca}}{\text{Peso muestra antes del secado}} \times 100$$

### **c. Determinación de cenizas**

Las muestras obtenidas de la determinación de materia seca total se colocaron en la mufla a 600 °C, por el lapso de 8 horas. Luego se trasladaron al desecador hasta enfriar y se procedió a pesar y registrar los valores.

Para calcular el porcentaje de la ceniza se aplicó la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Cenizas} = \frac{\text{Peso de crisol muestra} - \text{peso crisol cenizas}}{\text{Peso de la muestra}} \times 100$$

### **d. Determinación de proteína**

Para determinar el contenido de proteína total, se calculó el contenido de nitrógeno (N) que resulta tras eliminar la materia orgánica con ácido sulfúrico (método de Kjeldahl) calculándose finalmente el contenido de proteína con ayuda de un factor (en general f= 6,25).

Se tomó 2 g de muestra molida y se colocó en el tubo Kjeldahl y se agregó catalizador y 10 ml de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> con la finalidad que todo el material se sumerja en el ácido durante 3 horas.

Seguidamente se preparó un Erlenmeyer con 25-50 ml de H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub> 4% (sobre el cual se va a recoger el NH<sub>3</sub> destilado) y gotas de indicador Mortimer (color rojo), y se colocó a la salida del refrigerante. El equipo fue agregando la cantidad necesaria de solución de NaOH 40% como para neutralizar el ácido sulfúrico. El indicador vira a azul cuando empieza a destilarse el NH<sub>3</sub> por arrastre en corriente de vapor. Se siguió destilando hasta llegar a aproximadamente a 200 ml en el Erlenmeyer colector. El destilado se valoró con solución de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,1 N, hasta lograr el viraje del indicador Mortimer al color inicial rojo.

Para la determinación de la proteína total se utilizó la siguiente fórmula

**Cálculos:**

$$\text{Proteína total \%} = (V_{\text{Muestra}} - V_{\text{Blanco}}) \times N_{\text{Acido}} \times 1.4 \times F/G_{\text{Muestra}}$$

Siendo  $V_{\text{Muestra}}$  ml de ácido gastados en la valoración de la muestra

$V_{\text{Blanco}}$  ml de ácido gastados en la valoración del blanco

$N_{\text{Acido}}$  normalidad del ácido sulfúrico

0.014 peso del meq de nitrógeno, en g

F factor de conversión de nitrógeno a proteína

$G_{\text{muestra}}$  peso en g de la muestra.

**e. Determinación de grasa o extracto etéreo**

Se procedió a pesar los dedales de la celulosa, los balones, el papel filtro vacío y más 3 g de muestra, el papel más la muestra se puso en los dedales de extracción. Posteriormente se colocó el dedal con la muestra en el sifón del Soxhlet, se añadió 20 ml de éter en el balón y se armó el equipo encajando el sifón con el balón, y estos a su vez en el condensador. Después de un tiempo apropiado se retiraron los dedales y se destiló la mayor cantidad de solvente posible hasta alcanzar la sequedad.

Se retiraron los balones para ser llevados a estufa a 130 °C por 30 min a fin de eliminar restos del solvente y humedad residual, luego se trasladaron los balones a un desecador hasta que se enfriaran para ser pesados.

Para determinar el porcentaje de grasa se utilizó la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Grasa} = \frac{\text{Peso del balon con grasa} - \text{peso del balon vacío}}{\text{Peso de la muestra}} \times 100$$

**f. Determinación de fibra cruda**

Se procedió a pesar 1g de la muestra, se agregó 150 ml de ácido sulfúrico y 3 – 5 gotas de n-octanol como agente antiespumante. Se dejó hervir por 30 min desde la ebullición, para luego

lavar 3 veces con 30 ml de agua des ionizada, después del último lavado se agregó 150 ml de hidróxido de sodio precalentado y 3 – 5 gotas de antiespumante para hervir 30 por min más.

Finalmente se filtró y se lavó con agua desionizada fría para enfriar el crisol, este se secó en un horno a 105 °C durante una hora, se retiró del horno y se colocó en un desecador hasta lograr un peso constante

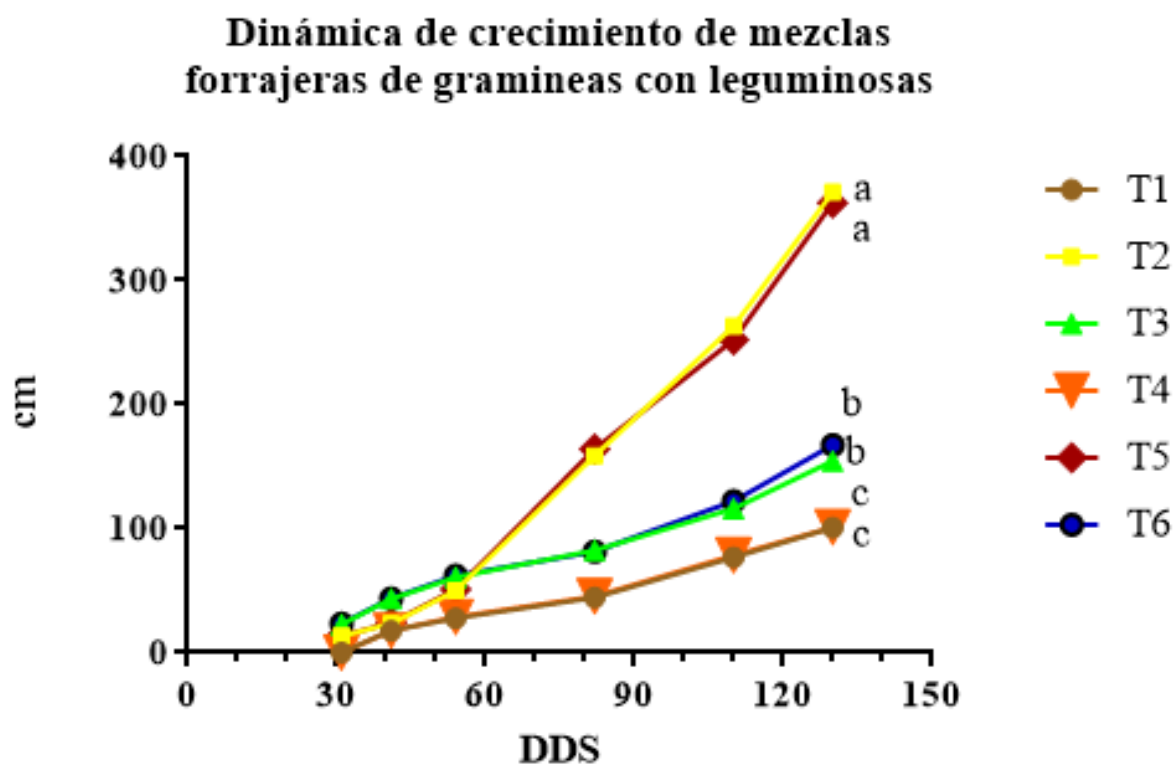
Para determinar el contenido de fibra bruta se utilizó la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Fibra} = \frac{(\text{peso del crisol} + \text{peso del residuo}) - \text{peso del crisol}}{\text{peso de la muestra}} \times 100$$

## 6. Resultados

### a. Altura de la Planta

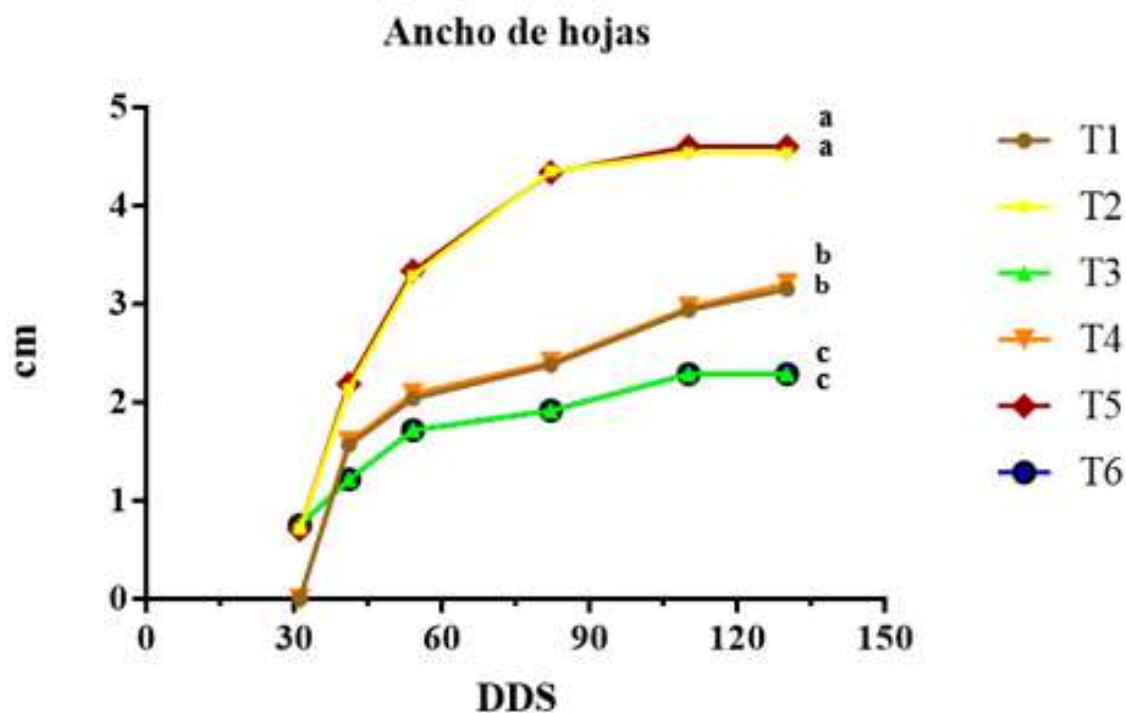
En la figura 3 se presentan los resultados de altura entre los diferentes tratamientos de mezclas forrajeras a los 31, 41, 54, 82, 110 y 130 Días Después de la Siembra (DDS).



**Figura 3.** Altura de las mezclas forrajeras: T1(Gramalote), T2 (Cuba OM-22), T3 (Brachiaria brizantha), T4 (Gramalote + Kudzú tropical), T5 (Cuba OM-22+ Kudzú tropical) y T6 (Brachiaria brizantha + Kudzú tropical)

Se determinó que la altura de las mezclas forrajeras presentan diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) entre los tratamientos al finalizar su desarrollo fisiológico; los T2 (Cuba OM-22) con 371,07 cm y T5 (Cuba OM-22+ Kudzú tropical) con 362,53 cm son los que presentan mayor altura y difieren del T3 (Brachiaria brizantha) 152,56 cm, T6 (Brachiaria brizantha + Kudzú tropical) con 154,56 cm, T1 (Gramalote) y T4 (Gramalote + Kudzú tropical), siendo este último el que presenta la menor altura entre tratamientos.

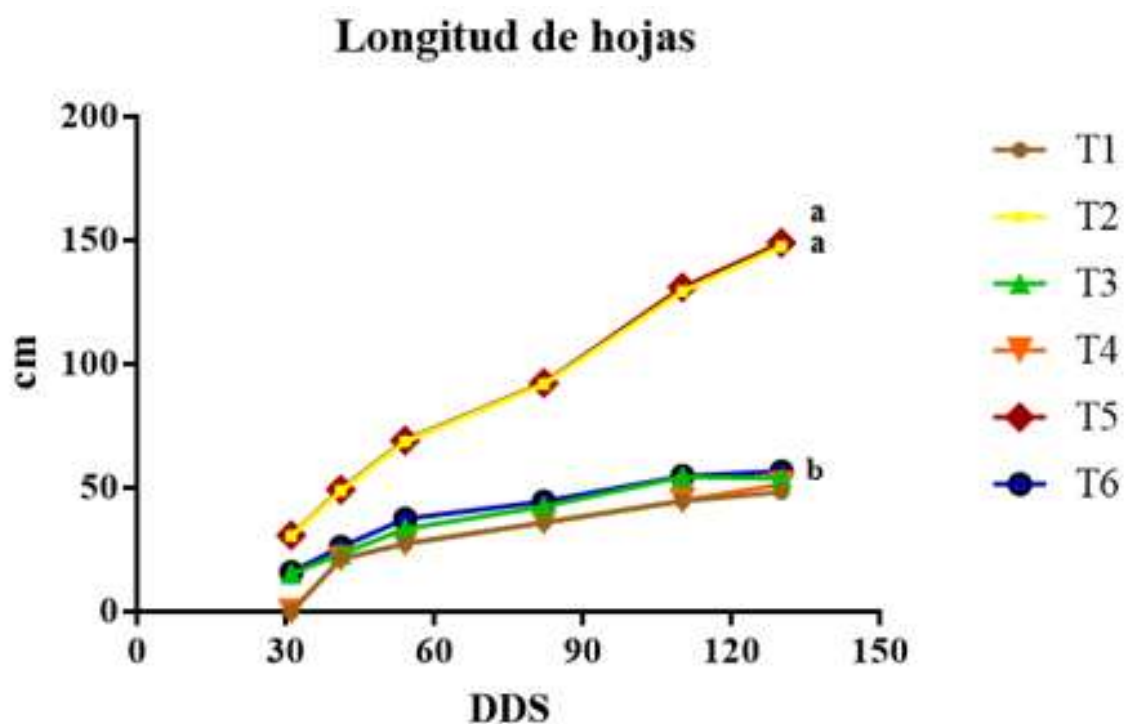
## b. Ancho de hojas



**Figura 4.** Ancho de hojas de las mezclas forrajeras: T1(Gramalote), T2 (Cuba OM-22), T3 (Brachiaria brizantha), T4 (Gramalote + Kudzú tropical), T5 (Cuba OM-22+ Kudzú tropical) y T6 (Brachiaria brizantha + Kudzú tropical)

Se determinó que el ancho de hojas de las mezclas forrajeras en la figura 4, presentan diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) entre los tratamientos al finalizar su desarrollo fisiológico; los tratamientos T5 (Cuba OM-22+ Kudzú tropical) con 4,60 cm y T2 (Cuba OM-22) con 4,54 cm alcanzaron los valores más altos, seguido por los tratamientos T4 (Gramalote + Kudzú tropical) con 3,21 cm y T1 (Gramalote) con 3,15 cm, T6 (Brachiaria brizantha + Kudzú tropical) con 3,29 cm y T3 (Brachiaria brizantha) con 3,29 cm.

c. Longitud de hojas



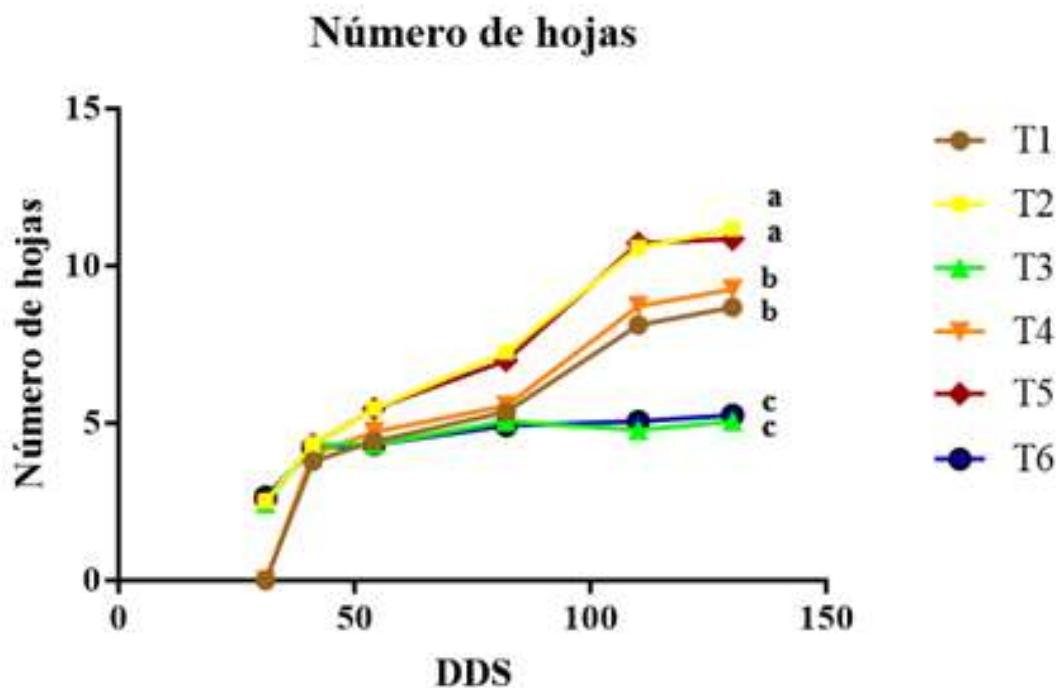
**Figura 5.** Longitud de hojas mezclas forrajeras: T1(Gramalote), T2 (Cuba OM-22), T3 (Brachiaria brizantha), T4 (Gramalote + Kudzú tropical), T5 (Cuba OM-22+ Kudzú tropical) y T6 (Brachiaria brizantha + Kudzú tropical)

En la figura 5 se presenta los resultados obtenidos de la longitud de hojas de las mezclas forrajeras a los 130 DDS predominando los tratamientos T5 (Cuba OM-22+ Kudzú tropical) con 149 cm y T2 (Cuba OM-22) con 147,54 cm, seguido por los tratamientos T6 (Brachiaria brizantha + Kudzú tropical) con 56,67 cm, T3 (Brachiaria brizantha) con 53,91 cm, T4 (Gramalote + Kudzú tropical) con 51,58 cm y T1 (Gramalote) con 48,40 cm.



#### d. Número de Hojas

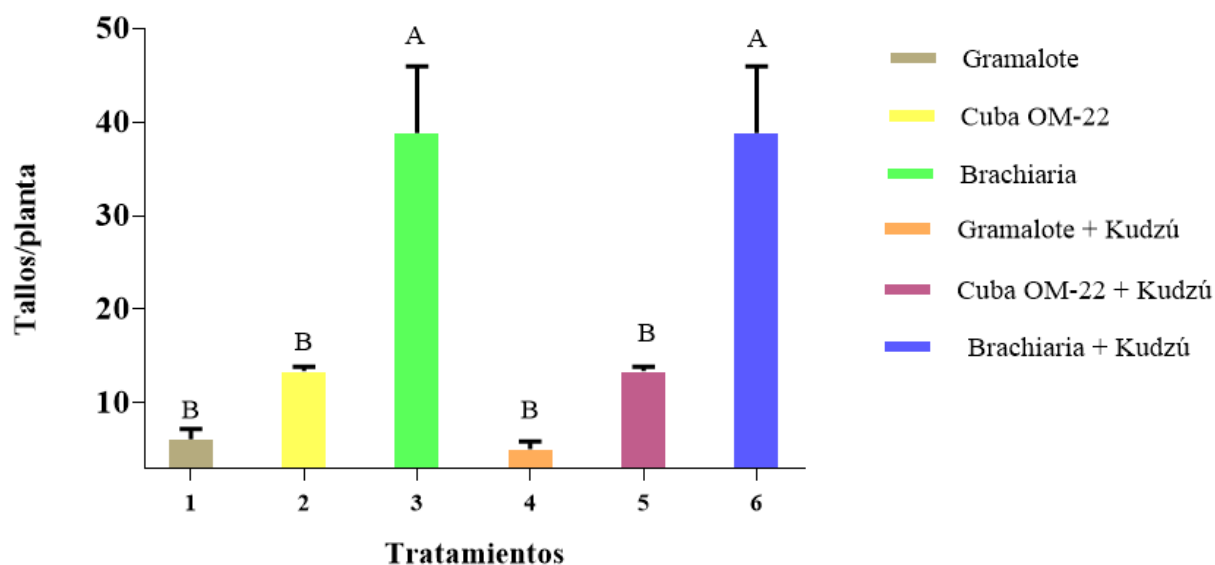
En la figura 6 se muestran los resultados del número de hojas evaluados durante el crecimiento de las mezclas forrajeras.



**Figura 6.** Curva de crecimiento del número de hojas mezclas forrajeras: T1(Gramalote), T2 (Cuba OM-22), T3 (Brachiaria brizantha), T4 (Gramalote + Kudzú tropical), T5 (Cuba OM-22+ Kudzú tropical) y T6 (Brachiaria brizantha + Kudzú tropical).

Se pudo determinar que el número de hojas de las mezclas forrajeras presentan diferencias significativas entre los tratamientos al finalizar su desarrollo fisiológico; los tratamientos T2 (Cuba OM-22) con 11,20 y T5 ((Cuba OM-22+ Kudzú tropical) con 10,87 hojas alcanzaron los valores más altos, seguido por los tratamientos T4 (Gramalote + Kudzú tropical) con 9,27, T1 (Axonopus scoparius) con 8,70, T6 (Brachiaria brizantha + Kudzú tropical) con 5,25 y T3 (Brachiaria brizantha) con 5,07 hojas.

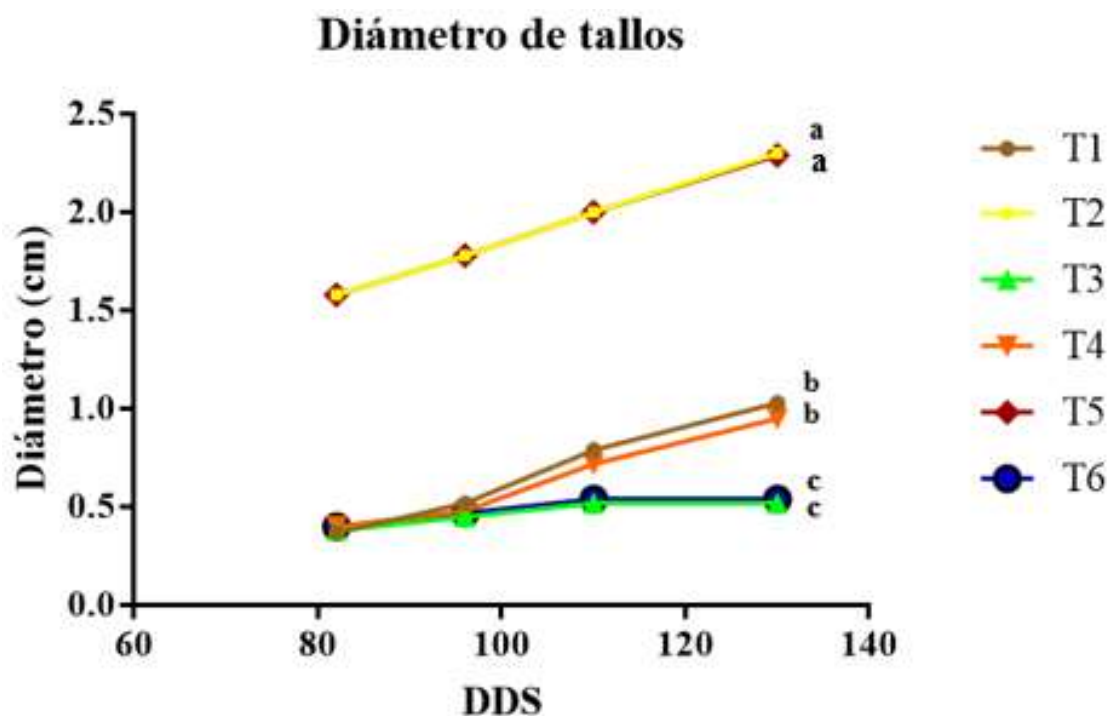
### e. Número de Tallos



**Figura 7.** Número de tallos a los 130 días después de la siembra de las mezclas forrajeras. Medias con letras iguales en las barras no son estadísticamente diferentes (Tukey, 0.05). Las barras en los gráficos representan el error estándar de las medias de tres repeticiones.

En la figura 7 se muestran las diferencias significativas entre los tratamientos a los 130 días después de la siembra, donde los tratamientos T6 (Brachiaria brizantha + Kudzú tropical) y T3 (Brachiaria brizantha) presentan el valor más alto con 38,87 tallos/planta, mientras que los tratamientos T5 (Cuba OM-22+ Kudzú tropical) y T2 (Cuba OM-22) alcanzan 13,40 tallos/planta y finalmente los tratamientos con menor número de tallos/planta fueron T1 (Gramalote) con 6,13 y T4 (Gramalote + Kudzú tropical) con 5,07 tallos/planta.

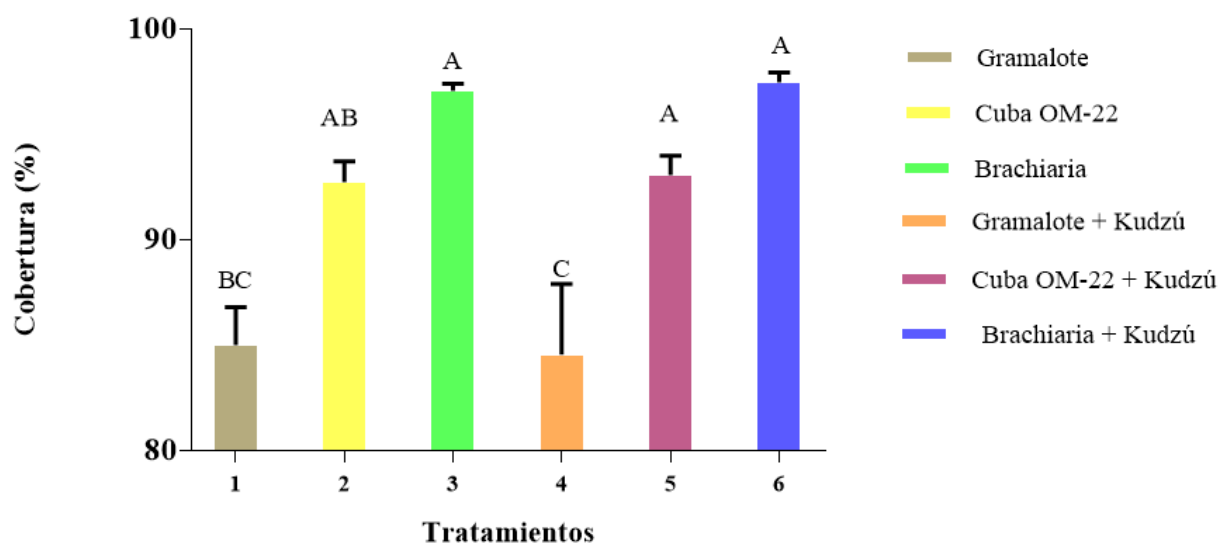
## f. Diámetro de Tallos



**Figura 8.** Curva de crecimiento del diámetro de tallos de mezclas forrajeras: T1(Gramalote), T2 (Cuba OM-22), T3 (Brachiaria brizantha), T4 (Gramalote + Kudzú tropical), T5 (Cuba OM-22+ Kudzú tropical) y T6 (Brachiaria brizantha + Kudzú tropical)

En la figura 8 se muestran las diferencias significativas de los tratamientos a los 130 días después de la siembra, donde los tratamientos T5 (Cuba OM-22+ Kudzú tropical) y T2 (Cuba OM-22) presentan el valor más alto de 2,30 cm de diámetro/tallo, seguido de los tratamientos T1 (Gramalote) con 1,03 cm y T4 (Gramalote + Kudzú tropical) con 0,95 cm, mientras que los tratamientos T6 (Brachiaria brizantha + Kudzú tropical) con 0,54 cm y T3 (Brachiaria brizantha) con 0,52 cm alcanzaron el menor diámetro de tallo de todos los tratamientos.

### g. Cobertura Aérea

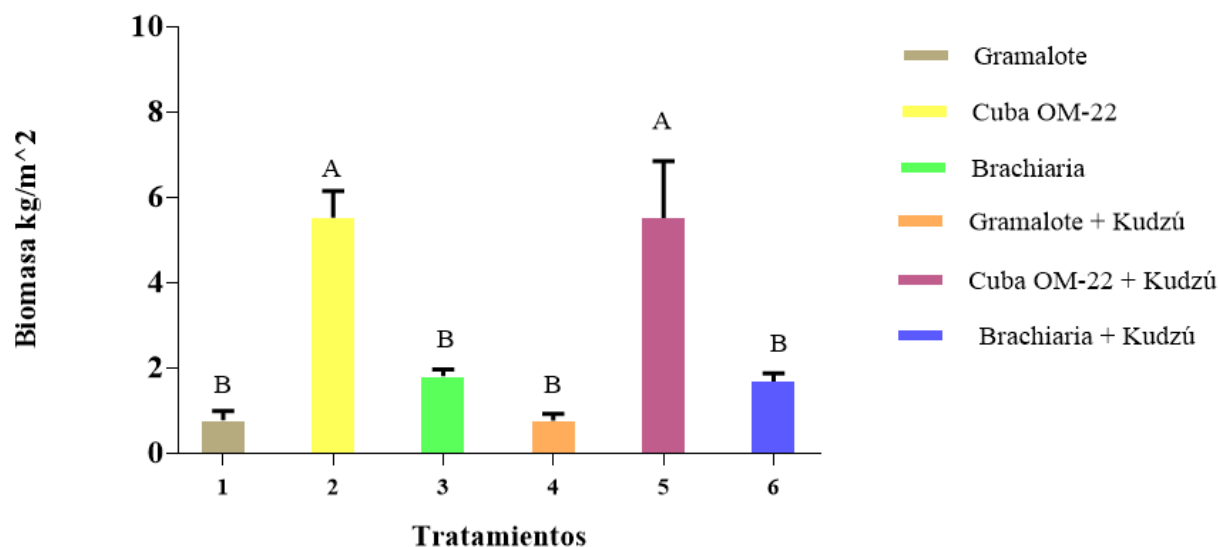


**Figura 9.** Porcentaje de Cobertura aérea de las mezclas forrajeras. Medias con letras iguales en las barras no son estadísticamente diferentes (Tukey, 0.05). Las barras en los gráficos representan el error estándar de las medias de tres repeticiones.

En la figura 9 se muestra que sí existen diferencias significativas entre los tratamientos a los 130 días de siembra, donde el tratamiento T6 (Brachiaria brizantha + Kudzú tropical) y T3 (Brachiaria brizantha) presentan los valores más altos con 97,48 % y 97,08 % respectivamente seguidos por los tratamientos T5 (Cuba OM-22+ Kudzú tropical) y T2 (Cuba OM-22) con 93,07 % y 92,75 % respectivamente y finalmente los tratamientos con menor cobertura aérea fueron T1 (Gramalote) con 85,02 % y T4 (Gramalote + Kudzú tropical) con 84,56 %.

## h. Producción de Biomasa

En la figura 10 se presentan los resultados de la producción de biomasa de los tratamientos a los 130 días después de la siembra.

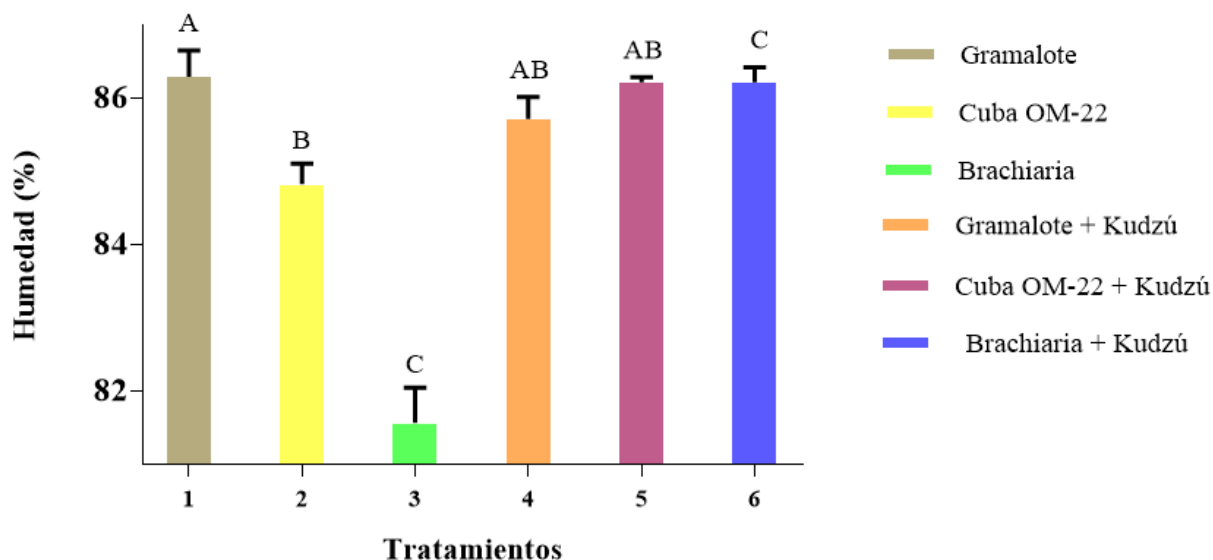


**Figura 10.** Producción de biomasa de las mezclas forrajeras. Medias con letras iguales en las barras no son estadísticamente diferentes (Tukey, 0.05). Las barras en los gráficos representan el error estándar de las medias de tres repeticiones.

Al realizar los análisis de varianza y prueba de Tukey, para la variable producción de biomasa fue posible evidenciar diferencias significativas ( $p$ -valor  $< 0,5$ ), destacando el T2 (Cuba OM-22) con 5,53 kg/FV/ m<sup>2</sup>; seguido del T5 (Cuba OM-22+ Kudzú tropical) 5,52 kg/FV/ m<sup>2</sup>; mientras que la menor producción de forraje se registró en los tratamientos T1 (Gramalote) con 0,78 y T4 (Gramalote + Kudzú tropical) con 0,77 kg/FV/ m<sup>2</sup> siendo significativos al 5%.

## 6.1. Determinar la calidad nutricional de las mezclas forrajeras en el cantón Yacuambi provincia de Zamora Chinchipe

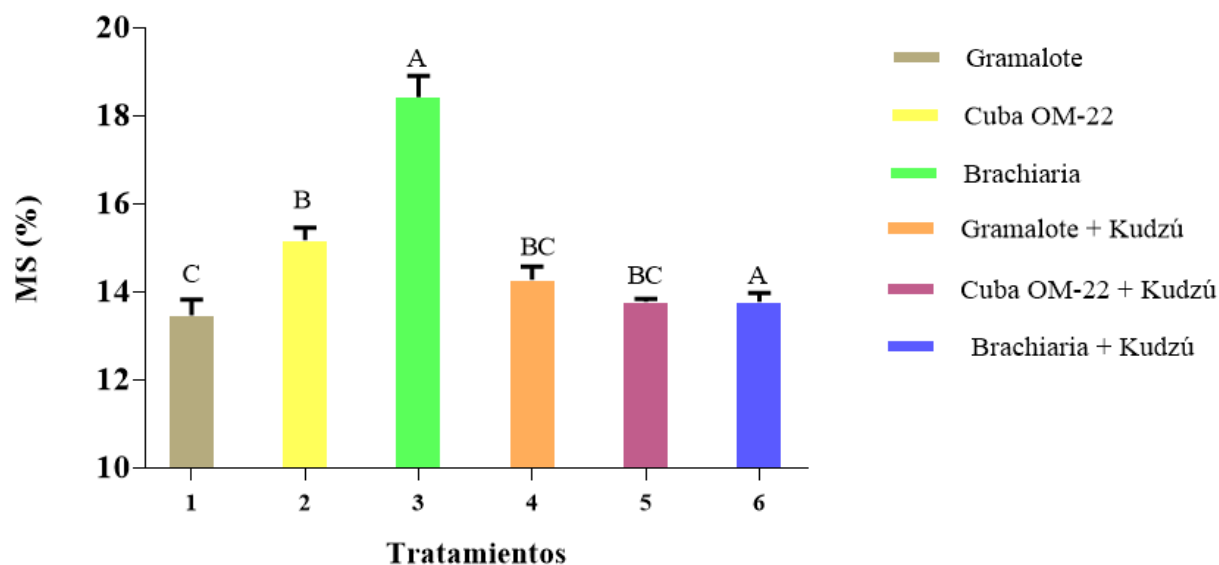
### a. Humedad



**Figura 11.** Porcentaje de humedad (H%) de las mezclas forrajeras. Medias con letras iguales en las barras no son estadísticamente diferentes (Tukey, 0.05). Las barras en los gráficos representan el error estándar de las medias de tres repeticiones.

Según los resultados obtenidos de la investigación al realizar el análisis de varianza y la prueba de Tukey, para el porcentaje de humedad en la figura 11 se encontraron diferencias significativas ( $p < 0,5$ ) entre los tratamientos, presentando valores altos en el T1 (Gramalote) con 86,52 % seguido del tratamiento T5 (Cuba OM-22+ Kudzú tropical) con 86,22 %; mientras tanto los tratamientos con menor porcentaje de humedad fueron T6 (Brachiaria brizantha + Kudzú tropical) con 81,86 % y T3 (Brachiaria brizantha) con 81,57 %.

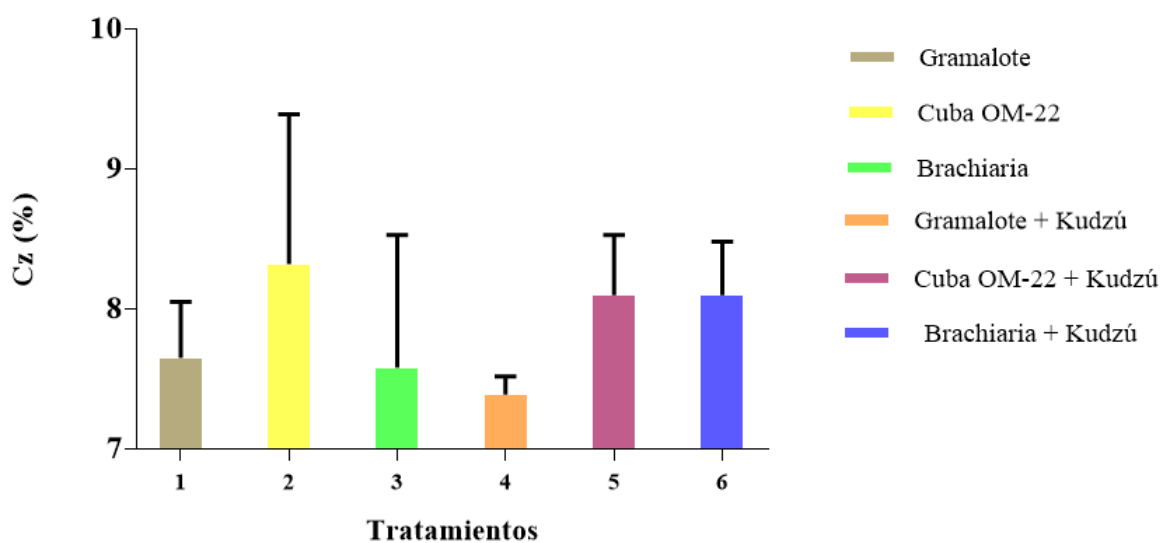
## b. Materia Seca



**Figura 12.** Porcentaje de materia seca (MS %) de las mezclas forrajeras. Medias con letras iguales en las barras no son estadísticamente diferentes (Tukey, 0.05). Las barras en los gráficos representan el error estándar de las medias de tres repeticiones.

De acuerdo al análisis de varianza y prueba de Tukey se constató que sí hay diferencias significativas para la materia seca entre los tratamientos representados en la figura 12; presentando los valores más altos los tratamientos T3 (Brachiaria brizantha) con 18,43 % y T6 (Brachiaria brizantha + Kudzú tropical) con 18,17 %, los tratamientos T5 (Cuba OM-22+ Kudzú tropical) con 13,78 % y T4 (Gramalote + Kudzú tropical) con 13,48 % presentaron los valores más bajos siendo significativos al 5 %.

### c. Ceniza

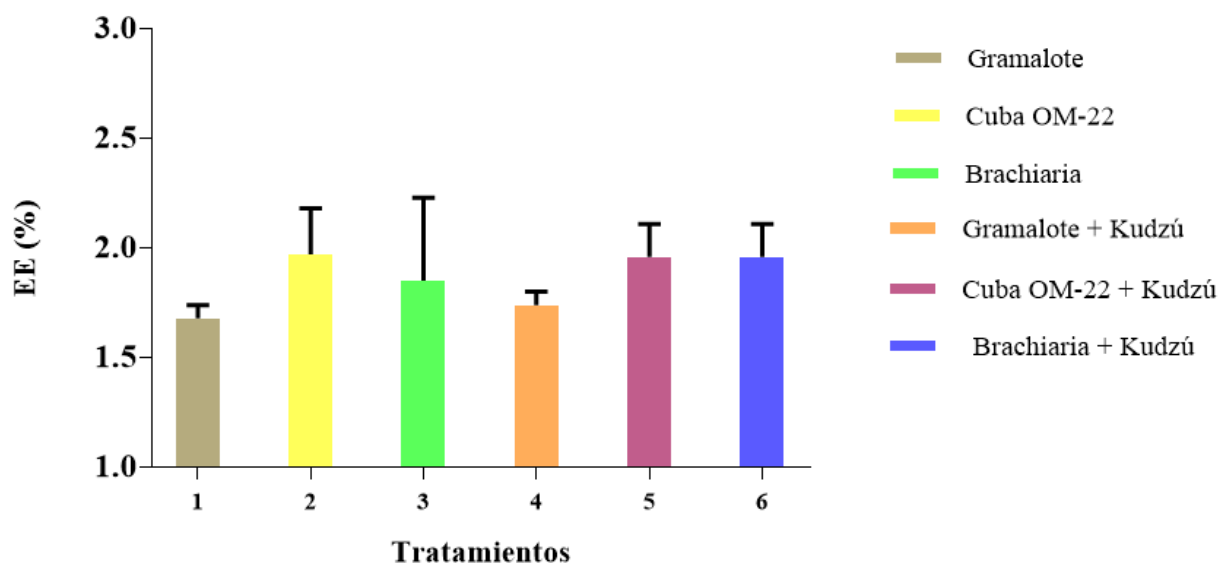


**Figura 13.** Porcentaje de cenizas (C%) de las mezclas forrajeras. Las barras en los gráficos representan el error estándar de las medias de tres repeticiones.

En la figura 13 del porcentaje de cenizas de las mezclas forrajeras, se puede evidenciar que no presentaron diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0,5$ ), sin embargo, el porcentaje más alto se obtuvo en el tratamiento T2 (Cuba OM-22) con 8,32 % y 7,39 % en el tratamiento T4 (Gramalote + Kudzú tropical) el más bajo.



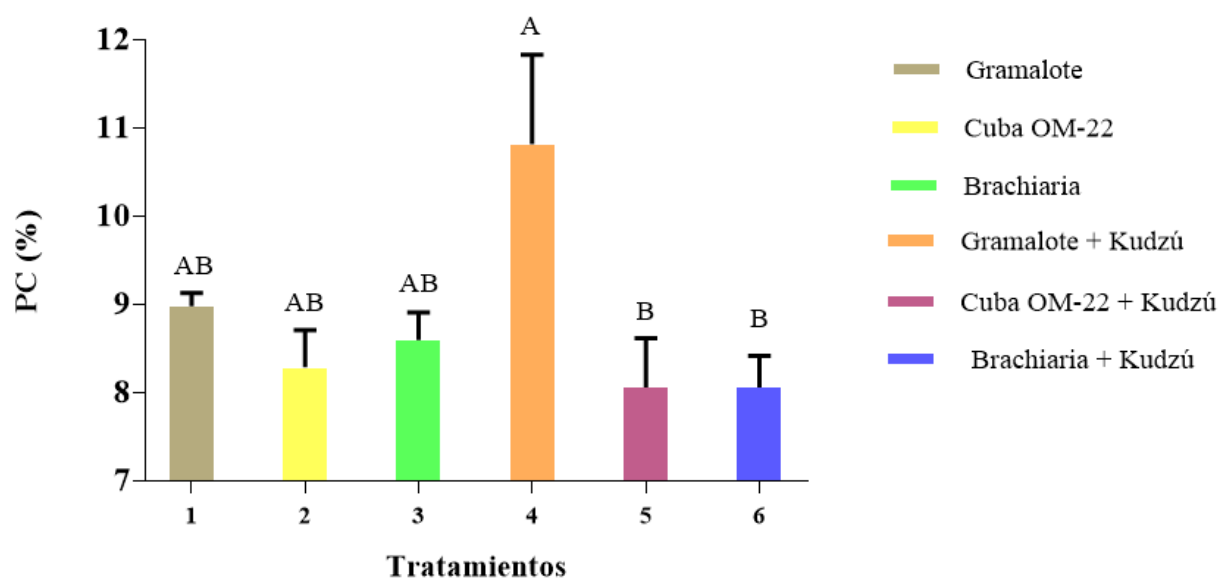
#### d. Extracto etéreo



**Figura 14.** Porcentaje de extracto etéreo (EE %) de las mezclas forrajeras. Las barras en los gráficos representan el error estándar de las medias de tres repeticiones.

En la figura 14 se presentan los resultados del análisis de varianza y prueba de Tukey de los tratamientos de mezclas forrajeras, mismos que no registran diferencias estadísticamente significativas pero el tratamiento T2 (Cuba OM-22) presenta un porcentaje mayor de 1,97 % seguido del tratamiento T5 (Cuba OM-22+ Kudzú tropical) con 1,96 % y finalmente el tratamiento con menor contenido de grasa es el T6 (Brachiaria brizantha + Kudzú tropical) con 1,52 %

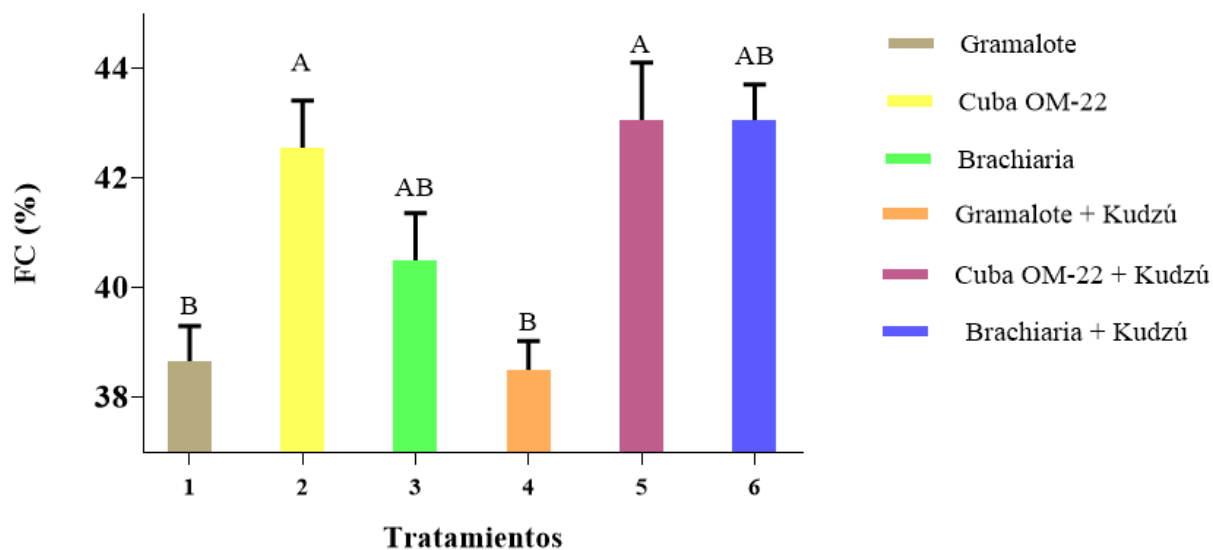
### e. Proteína Cruda



**Figura 15.** Porcentaje de proteína cruda de las mezclas forrajeras. Medias con letras iguales en las barras no son estadísticamente diferentes (Tukey, 0.05). Las barras en los gráficos representan el error estándar de las medias de tres repeticiones.

Se encontraron diferencias estadísticamente significativas al 5 % en la proteína de las mezclas forrajeras mediante el análisis de varianzas y prueba de Tukey. De la figura 15 se deduce que el tratamiento T4 (Gramalote + Kudzú tropical) con 10,82 % fue el mejor seguido por el tratamiento T1(Gramalote) con 8,85% mientras que el tratamiento T5 (Cuba OM-22+ Kudzú tropical) obtuvo el valor más bajo de los tratamientos.

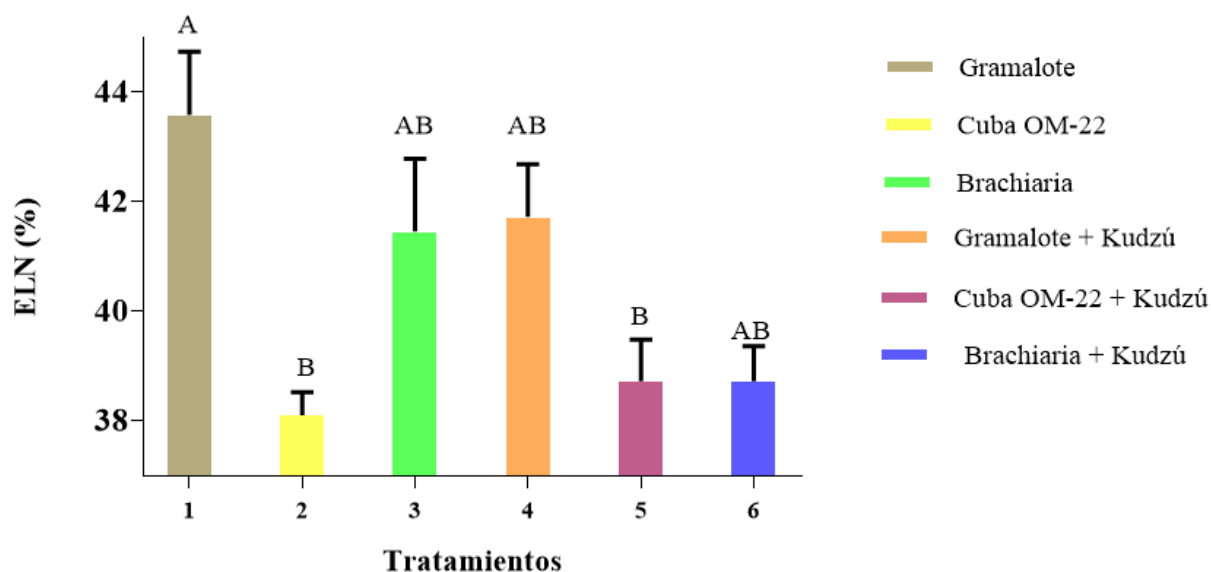
## f. Fibra Cruda



**Figura 16.** Porcentaje de fibra cruda (FC %) de las mezclas forrajeras. Medias con letras iguales en las barras no son estadísticamente diferentes (Tukey, 0.05). Las barras en los gráficos representan el error estándar de las medias de tres repeticiones.

En la figura 16 se presentan las diferencias estadísticamente significativas al 5% del análisis de varianza y prueba de Tukey. Los tratamientos T2 (Cuba OM-22) con 43,32 y T5 (Cuba OM-22+ Kudzú tropical) con 43,07 presentan los valores más altos mientras que el tratamiento T1 (Gramalote) con 38,23 presenta el menor porcentaje de fibra cruda de todas las mezclas forrajeras.

**g. Extracto libre de nitrógeno**



**Figura 17.** Porcentaje de extracto libre de nitrógeno (E.L.N %) de las mezclas forrajeras. Medias con letras iguales en las barras no son estadísticamente diferentes (Tukey, 0.05). Las barras en los gráficos representan el error estándar de las medias de tres repeticiones.

En la figura 17 se presenta análisis de varianza y prueba de Tukey del E. L.N % en el cual se evidencia un nivel significancia al 5 % entre los tratamientos T1 (Gramalote) con 43,59 seguido por el tratamiento T4 (Gramalote + Kudzú tropical) con 41,73, sin embargo, el tratamiento T2 (Cuba OM-22) obtuvo los valores más bajos de los análisis con 38,11%.

## 7. Discusión

### 7.1. Parámetros Productivos

En el análisis de varianza y la prueba de Tukey para la variable altura se determinó que a los 130 días después de la siembra (DDS) existen diferencias significativas ( $p < 0,05$ ), el T2 y el T5 presentaron la mayor altura con 371,07 cm y 362,53 cm respectivamente por ser una especie de gran altura, estos datos se asemejan a los obtenidos por Baren y Centen (2017) quienes señalan que a los 90 días Cuba OM-22 puede alcanzar una altura de 393 cm, aunque otros autores difieren de esos resultados y han reportado alturas de 150 a 180 cm (Clavijo, 2016).

En el T4 se generó una interrelación equilibrada entre las dos especies Gramalote y Kudzú tropical debido a su lento crecimiento, permitiendo establecerse al mismo tiempo evitando la competencia. Por el contrario, en el T5 el Cuba OM-22 se caracteriza por tener una capacidad de crecimiento mayor a Kudzú tropical, generando un efecto competitivo sobre esta especie, limitando el crecimiento y finalmente generando su muerte.

Se pudo determinar que el número de hojas de las especies forrajeras, presentan diferencias significativas ( $p < 0,5$ ) entre los tratamientos al alcanzar los 130 DDS, los tratamientos T2 y T5 de Cuba OM-22 obtuvieron la mayor cantidad de hojas con 11,20 y 10,87 respectivamente. Este resultado es inferior al obtenido por Baren y Centen (2017), los cuales registran el dato más alto a los 98 DDS con 25,9 hojas. Es decir, mientras más se alargue el período de corte menor va ser la cantidad de hojas, debido al incremento de tallos y a la senescencia de la planta que genera la caída material vegetal (Rojas et al. 2018). Aunque otros autores atribuyen que el número de hojas en las gramíneas está relacionado con la capacidad fotosintética y la concentración de nutrientes lo cual implica una mayor productividad (Chamorro, *et. al* 2011)

El análisis realizado en la variable ancho de hoja determinó la existencia de diferencias significativas entre los tratamientos durante los 130 DDS, donde el T5 y T4 presentan los valores más altos de 4,60 y 4,54 cm. Datos similares obtuvo Pestrana y Rivas (2015) para la variable ancho de hoja en el pasto Cuba – OM 22 el cual presentó valores de 4,67 a 5,56 cm a los 84 DDS. Padilla (2010) menciona que el ancho de hojas del pasto Cuba - OM 22 es característico de esta especie, incluso es mayor al de su progenitor masculino.

Una vez que el pasto Cuba OM-22 alcanza los 98 días tiende a descender el ancho de hojas, Morales et al. (2014) lo atribuye a los cambios fisiológicos que sufre la especie por una transición del desarrollo vegetativo a la etapa reproductiva, para dar lugar al apareamiento de la panícula, es decir los nutrientes de las hojas se trasladan al tallo para su elongación, esto obedece al estado fisiológico de la planta que se registró a los 110 días.

Según los análisis de varianza y prueba de Tukey se determinó que para la longitud de hoja existe diferencias significativas entre los tratamientos durante los 130 DDS. Los tratamientos T2 y T5 se seleccionaron por presentar los valores más altos de 147,54 a 149 cm. En la investigación realizada por Pestrana y Rivas (2015) el pasto Cuba OM-22 alcanzó 121,86 cm a los 77 DDS, valor similar al encontrado en este estudio, pero en estado fisiológico más avanzado, donde tiende ya a decrecer. Durante una investigación realizada en Managua la longitud de hoja del pasto Cuba OM-22 a partir de los 42 días empezó a decrecer (Palma y Raudez, 2018).

Mediante el análisis de varianza y prueba de Tukey para la variable tallos, se determinó que a los 130 días después de la siembra (DDS) existió diferencias significativas al  $p < 0,05$ , presentado los valores más altos el T6 y T3 con 38,87 tallos. Estos datos son similares a los resultados obtenidos en el Empalme por Murillo et al. (2015), el cual obtiene un promedio de 30,23 tallos a los 63 DDS, así lo corroboró Carrión (2019) en estudio realizado en Gonzanamá. Algunos autores como Vega et al. (2006) y Ramírez et al. (2009) mencionan que la edad de corte influye en el crecimiento y calidad de forraje, es decir al prolongar la edad de corte se logra un rendimiento superior pero la calidad se reduce.

Mediante el análisis de varianza y prueba de Tukey para la variable diámetro de tallos, se determinó que a los 130 días después de la siembra (DDS) existen diferencias significativas al  $p < 0,05$ , donde los tratamientos T5 y T2 presentan los tallos más gruesos con 2,30 y 2,29 cm de diámetro. Estos datos son similares a los que obtuvo Clavijo (2016) a los 122 DDS con 2,1 cm de diámetro los cuales estuvieron establecidos a una densidad de siembra de 0,6 m entre fila. Afirma que las densidades de siembra altas dan lugar a tallos más delgados y muerte de las hojas inferiores, mientras que en las densidades bajas se obtienen tallos más vigorosos.

Mediante el análisis de varianza y prueba de Tukey para la variable cobertura aérea, se determinó que a los 130 días después de la siembra (DDS) existen diferencias significativas al  $p < 0,05$ , donde el tratamiento T6 y T3 alcanzan una mayor cobertura aérea con 97,48 % y 97,08 %. Condo y Ulloa (2019), al evaluar el efecto del biol en la producción de *Brachiaria brizantha*

durante el primer corte, consiguieron coberturas de 83,23 % la más baja y 85,23 % la más alta. Por su parte Olivera et al. (2010) menciona que el desarrollo productivo de las diferentes especies de Brachiarias presentan coberturas aéreas entre 84,06 y 92,06 %.

Al realizar los análisis de varianza y prueba de Tukey, para la variable producción de biomasa fue posible evidenciar diferencias significativas ( $p$ -valor $<0,5$ ), obteniendo la mayor producción de forraje verde los tratamientos: T2 con 221 168 kg/FV/ha/corte y el T5 con 220 924 kg/FV/ha/corte, los resultados de esta investigación son superiores a los datos presentados por Carrión (2019) ya que en su ensayo el Cuba 22 alcanzó rendimientos de 123 595 kg/FV/ha/corte a 124 735 kg/FV/ha/corte. De igual manera Baren y Centeno (2017) con el corte a los 90 días obtuvieron rendimientos de 524 600 kg/FV/ha/corte, resultados superiores a los obtenidos en este estudio.

En un estudio realizado por Clavijo (2016), el Cuba 22 alcanza rendimientos de 70 a 180 Tn/FV/ha/año. Al realizar una proyección de los T2 y T5 obtuvieron un rendimiento de 110,6 y 110,4 Tn/FV/ha, resultados que se encuentran dentro del rango estimado de la investigación. Otros investigadores Pestrana y Rivas (2015) encontraron valores de 90 y 65 Tn/FV/ha/año realizando cortes a los 90 días.

Los mismos tratamientos que presentaron mayor altura y mayor número de hojas al momento de la defoliación (130 días) produjeron mayor cantidad de biomasa forrajera, por su parte Artola y Villavicencio (2012) justifican que a mayor número de hojas mayor será la captación de luz solar, es decir el proceso fotosintético es más eficiente dando lugar a un índice de área foliar más alto, por ende, las plantas alcanzan mayor altura y producción de biomasa forrajera.

## **7.2.Calidad nutricional**

Según los resultados obtenidos de la investigación al realizar el análisis de varianza y la prueba de Tukey, para el porcentaje de humedad se encontraron diferencias significativas ( $p < 0,5$ ) entre los tratamientos, presentando valores más altos en el T1 con 86,52 %. Rodríguez (2017) encontró resultados similares en la evaluación nutricional del pasto imperial (*Axonopus scoparius*) mediante dos métodos de fertilización orgánica y química los cuales no mostraron diferencias significativas con valores de 79,40 % y 80,20 % respectivamente. Es característico de la especie que contenga mayor humedad por la presencia de tallos suculentos con abundante porcentaje de agua (INIAP,1997).

De acuerdo al análisis de varianza y prueba de Tukey se constató que sí hay diferencias significativas en el contenido de materia seca entre los tratamientos, presentando los valores más altos el T3 con 18,43 % y T6 con 18,17 %, resultados similares reportó Sánchez (2007) de 21 -25 % para *B. brizantha*. En contraste Lainton (2019) en la evolución de tres especies de *Brachiaria ssp.* encontró un contenido de materia seca para *B. brizantha* de 40,67 %, resultado superior al encontrado en el presente estudio.

Al analizar el contenido de cenizas se determinó que a los 130 DDS no existen diferencias estadísticas significativas al  $p < 0,05$ , sin embargo, el porcentaje más alto se obtuvo en el tratamiento T2 con 8,32 % seguido por los tratamientos T5 (8,10 %), T6 (8,10 %), T1 (7,65 %), T3 (7,68 %) y T4 (7,39 %). El mayor o menor contenido de cenizas en especies forrajeras está en función de la fertilidad del suelo, dosis de fertilización, factores genéticos y ambientales, estos factores influyen en la proporción de los compuestos inorgánicos dando lugar a deficiencias de uno o más minerales (Trujillo y Uriarte *s.f.*). Por ende, los resultados de la investigación no presentaron diferencias entre los tratamientos, debido a la aplicación de fertilizantes en misma cantidad a todos los tratamientos y estuvieron expuestas a un mismo ambiente y mismo tipo de suelo.

De acuerdo al análisis de varianza y prueba de Tukey se constató que no hay diferencias significativas entre los tratamientos (T1, T2, T3, T4, T5 y T6) presentando porcentajes similares (1,97%, 1,96 %, 1,85%, 1,70 % y 1,52 %). Los resultados obtenidos se encuentran dentro de lo establecido por Guevara (2004) el cual hace mención que el E.E se considera a la fracción de grasas pigmentos vegetales, esteroides, colesteroides, vitaminas liposolubles los cuales no superan en los pastos el 3%.

Para el caso de la proteína bruta (PB) se encontraron diferencias estadísticamente significativas al 5 % de las mezclas forrajeras mediante el análisis de varianzas y prueba de Tukey, donde el tratamiento T4 (Gramalote + Kudzú tropical) alcanzó el mayor porcentaje con 10,82 %. El contenido de (PB) fue superior para Gramalote sembrado en mezcla forrajera con Kudzú tropical a diferencia cuando se establece en monocultivo INIAP (1991) en un estudio realizado en la Amazonía encontraron 6,5 % de PC para Gramalote con corte a los 120 días. Gonzales et al. (2006) señala que el valor nutritivo de este pasto esta función de su estado de madurez, mientras más se prolongue su consumo menor su contenido nutricional, debido a la disminución de la actividad metabólica. Según estudios del INIAP (1991) en la Amazonía el aprovechamiento de Gramalote es a partir de los 7 meses después del último pastoreo, cuando



su valor nutritivo es realmente bajo lo cual influye también en la productividad que tiene la misma tendencia, afectando principalmente a los ganaderos debido a que requieren mayores extensiones de pasturas para mantener los animales y mayor tiempo para salir al mercado, lo cual no es rentable para el ganadero. Por su parte las leguminosas son una fuente importante de proteína siendo superiores a las gramíneas por su alta concentración de nitrógeno en las hojas, los cuales disminuyen muy lentamente con la edad de la planta en relación a las gramíneas (Sánchez, 2001). De hecho, las leguminosas forrajeras son ricas en calcio, fósforo y presentan bajas cantidades de fibra permitiendo una mayor digestibilidad en los animales, permitiendo incrementos en la productividad de carne y leche (Lascano y Ávila, 1991).

El contenido de fibra presentó diferencias estadísticamente significativas al 5% del análisis de varianza y prueba de Tukey. Los tratamientos T2 con 43,32 y T5 con 43,07 presentan los valores más altos similares a los obtenidos por Baren y Centeno (2017), quienes a los 90 días de corte obtuvieron el mayor porcentaje de fibra (37,92%) mientras que a los 45 días de corte Morocho (2020) obtuvo 32,20 % de fibra cruda, es decir esta se incrementa a medida que avanza la edad de corte. El contenido de fibra está relacionado con el incremento del número de tallos por su lignificación, a medida que estos envejecen los componentes nitrogenados y el contenido inorgánico desciende (Beltrán, 2012). Por ende, las especies forrajeras que contienen menor contenido de fibra son más digestibles y apetecibles para los animales ya que tienen un mayor aprovechamiento (Sánchez, 2007).

Al realizar los análisis de varianza y prueba de Tukey demuestran que no existen un nivel significancia al 5 % entre los tratamientos (T1, T4, T6, T3, T5 y T2) presentando porcentajes similares de 43,59 %, 41,73 %, 41,71 %, 41,46%, 38,75 % y 38,11 % respectivamente, dentro de ellos se destaca el T1 con 43,59 %. En los resultados obtenidos se cumple lo que menciona Gonzales et al (2006), según el cual (ELN) está inversamente relacionado con la cantidad de fibra presente en los forrajes, es decir a mayor contenido de fibra menor será el contenido de los carbohidratos solubles influyendo también en la digestibilidad de los forrajes. Es así como los tratamientos T1 y T4 con 43,59 % y 41,73 % obtuvieron un mayor contenido de (ELN) pero un menor contenido de FC en el T1 con 38,23 %, por otro lado, el T2 obtuvo el valor más bajo de los análisis con 38,11% de (ELN) pero obtuvo el mayor contenido de (FC) con 43,32 %. Según Narváez y Delgado, (2012) mencionan que también se puede encontrar vitaminas, carbohidratos solubles no nitrogenados: azúcares, almidón, y algunas hemicelulosas.

## 8. Conclusiones

- La mezcla de Kudzú tropical con gramíneas forrajeras no influyó en los aspectos fisiológicos de las gramíneas, sin embargo, en la producción de biomasa forrajera se destacaron los tratamientos T2 (Cuba OM-22) con 5, 53 Kg/FV/m<sup>2</sup> y T5 (Cuba OM-22+ Kudzú tropical) 5, 52 Kg/FV/m<sup>2</sup>.
- El valor nutritivo de la mezcla del Gramalote más el Kudzú tropical se vio influenciado por la presencia de la leguminosa forrajera ya que obtuvieron un porcentaje de 1,97 % más de proteína frente al tratamiento T2 donde el gramalote fue establecido solo. En cuanto al contenido de fibra cruda (FC) el gramalote establecido solo y en mezcla alcanzaron los valores más bajos de 38,23 y 38,51 % en relación a los demás tratamientos.

## 9. Recomendaciones

- Se recomienda a los ganaderos establecer cultivos de *Pennisetum sp* específicamente para bancos forrajeros, para ello se debe realizar una buena fertilización con el fin de obtener una mayor producción de forraje y de mejor calidad para suplir los requerimientos nutricionales de los bovinos.
- Si ya cuentan con bancos forrajeros de Cuba OM-22 u otra especie, se recomienda implementar bancos proteicos de quiebra barriga o botón de oro, especies de buena calidad nutricional y están adaptadas a las condiciones ambientales de la región Amazónica.
- Para el mejoramiento de calidad de las pasturas de pastoreo, se recomienda asociar con leguminosas forrajeras ya que estas fijan nitrógeno al suelo mejorando su fertilidad para una mejor movilidad y absorción de los nutrientes.
- Implementar mezclas forrajeras con Kudzú tropical siempre y cuando sean especies de lento crecimiento como el caso del Gramalote o Pasto Imperial (*Axonopus scoparius*).

## 10. Bibliografía

1. Alarcón, M. (2017). Manual de prácticas de producción y manejo de forrajes. Universidad Veracruzana. Producción y manejo de forrajes.
2. Arcos, C. Lascano, P. y Guevara, R. (2018). Manejo de asociaciones-gramíneas-leguminosas en pastoreo con rumiantes para mejora su persistencia, la productividad animal y el impacto ambiental en los trópicos y regiones templadas. Revista Ecuatoriana de Ciencia Animal, Vol. 2, No 2, 2018 ISSN 2602-8220.
3. Artola, G; Villavicencio, O. (2012). Comportamiento agronómico de 3 genotipos de maíz (*Zea mays* L.) por efecto de la aplicación de abonos orgánicos y sintéticos, Cofradía 2012. Universidad Nacional Agraria, Facultad Agronomía, Departamento de Producción Vegetal. Managua, Nicaragua.
4. Banco Central del Ecuador (BCE) (2021). Información Estadística Mensual No. 2029 - marzo 2021: Producto interno bruto por industria.
5. Baren, J y Centeno, Luis. (2017). Valores nutritivos del pasto Cuba OM-22 (*Pennisetum purpureum x Pennisetum glaucum*), sometido a cuatro intervalos de corte en el valle del río carrizal. Tesis previa a la obtención del Título de Ingeniero Agrícola. Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López. Carrera Agrícola. Calceta, Ecuador. 25p
6. Beltrán, X. (2012). Evaluación de tres abonos orgánicos aplicados en dos tiempos post corte en la producción de mar alfalfa (*Pennisetum sp*). Trabajo de titulación, Ingeniería. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba- Ecuador. p. 24, 25, 43, 60, 71.
7. Betancurt, L. (2011). Nutrición y alimentación. Revista Colombiana de ciencias Pecuarias
8. Bonham, C. (2013). Medidas para la Vegetación terrestre, Capítulo 8: Biomasa. Segunda edición. Universidad Estatal de Colorado.
9. Caicedo, W. 2013. Evaluación de sistemas silvopastoriles como alternativa para la sostenibilidad de los recursos naturales, en la Estación Experimental Central de la Amazonía, del INIAP. Tesis de Pregrado. Riobamba, Ecuador, ESPOCH. 203 p.
10. Casanoves, F. Bazarini, M. Di Rienzo, Julio. Tablada, Margot. Software estadístico InfoStat Versión 2017.
11. Castrejón, F. Corona, L. Martínez, R. Martínez, P. Lorenzana, A. Arzate, L. Aguilar, P. Guzmán, S. Pérez, A. Avilés, J. Castillo, B. Rodríguez, J. Duran, E. Flores, G. Paredes, S. Anaya, R. Martínez, R. Hernández, H. López, I. Ramírez, J. Valle, J. Soto, R. Carrillo, S. (2017). Características Nutrimientales de Gramíneas, Leguminosas y Algunas Arbóreas

- Forrajeras del trópico mexicano: Fracciones de Proteína (A1, B2, B3, y C), Carbohidratos y Digestibilidad in vitro (Proyecto PAPIIT IN2115310). (1ra Edición) Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad Universitaria, Coyoacán, C. P. 04510. Ciudad de México
12. Chamorro, D; Parra, M. H; Ramírez, M; Herrera, C; Velazco, D; Moreno, J. (2011). Evaluación morfo fisiológica y producción de biomasa de materiales de *P. purpureum* como componente herbáceo de sistemas silvopastoriles. Resultados proyecto “Evaluaciones, selección e incorporación de nuevos materiales de especies forrajeras en sistemas de producciones ganaderas en el trópico bajo colombiano”. Colombia: ACCI, Ministerio de la Agricultura.
  13. Clavijo, O. (2016). Manual del Forraje *Penisetum sp.* Cuba OM-22 (*Pennsetum purpureum x Pennisetum glaucum*). La Plata (Huila): SENA Regional Huila. Colombia. 12-18 p
  14. Clavijo, O. (2016). Manual del Forraje *Penisetum sp.* Cuba OM-22 (*Pennisetum purpureum x Pennisetum glaucum*). Centro de Desarrollo Agro empresarial y Turístico del Huila (SENA). La Plata (Huila)
  15. Comastri, L. (2020). Factores a considerar en la calidad de semillas de pastos. Sección artículos, Total Tecnología para el Agro.
  16. Condo, L; Ulloa L. (2019). Evaluación del biol en la producción de *Brachiaria brizantha* en el cantón el Triunfo. Revista Caribeña de Ciencias Sociales. El Triunfo, Guayas, Ecuador.
  17. Cozzolino (s, f.). Determinación de la materia seca de una pastura. Ficha técnica N° 34 INIA, Uruguay.
  18. Díaz, V. y Callejo, A. (s f.). Calidad del forraje y del heno. Conservación de forrajes I. Departamento de Ciencia y Tecnología Aplicadas a la I.T.A.E.U. de ING. Técnica Agrícola. Universidad Politécnica de Madrid.
  19. Directorio Forestal Maderero (DFM) (2019). Pasto imperial – *Axonopus scoparius* (Flügge) Kuhlm. Universidad Nacional, sede Medellín. Artículos, Especies, Forestal.
  20. Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC) (2021). Presentación de los principales resultados. Estadísticas Agropecuarias.
  21. Ganadería Climáticamente Inteligente (GCI) (2019). Integrando la reversión de la degradación de tierras y reduciendo los riesgos de desertificación en provincias vulnerables. Cayambe, Ecuador.
  22. Gonzales, R; Anzules, A; Vera, A; Riera, L. (2006). Manual de pastos tropicales para la amazonia ecuatoriana. Manual n° 38. Programa de Producción Animal. Estación

- Experimental Oriental “Napo-Payamino”. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Quito-Ecuador. p1-30.
23. González, R. Anzulez, A. Vera, A. y Riera, L. (1997). Manual de pastos para la Amazonia Ecuatoriana. Manual N° 33. Estación Experimental “Napo-Payamino” del INIAP.
  24. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) (1995). Producción y Utilización de Pastizales en la Región Interandina del Ecuador. Estación Experimental Santa Catalina. Quito-Ecuador.
  25. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) (1995). Técnica de Muestreo y Parámetros de Calidad de los Recursos Forrajeros. Estación Experimental Agropecuaria Rafaela, Publicación Técnica N°56.
  26. Ñamagua, J. Hillier, J. y Smith, P. (octubre 2017). Desafíos del cambio climático y seguridad alimentaria para el sector ganadero ecuatoriano: ¿Dónde estamos y que es necesario mejorar? Memorias del I Simposio internacional de ganadería bovina tropical “Desafíos para una ganadería sostenible”. Publicación Miscelánea No. 441. pág. 20.
  27. Jewsbury, G. (2016). Catedra botánica taxonómica de plantas forrajeras.
  28. Lachman, M. (2000). La estimación de la digestibilidad en ensayos con rumiantes. Maracaibo: Universidad del Zulia.
  29. Laiton, J; Hurtado, V; Granados, J. (2019). Evaluación de tres especies de *Brachiaria* spp con pastoreo rotacional para cebs bovina. Orinoquía, ISSN-e 0121-3709, Vol. 25, N°. 1, 2021, p. 15-22.
  30. Lascano, C, Pérez, R. Plazas B. Camilo H. Medrano, J. Argel M., Pedro J. 2002. Pasto Toledo (*Brachiaria brizantha* CIAT 26110): Gramínea de crecimiento vigoroso para intensificar la ganadería colombiana. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (CORPOICA); Cali, CO: Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Villavicencio, CO. 18 p.
  31. Lascano, C; Ávila, P. 1991. Potencial de producción de leche en pasturas solas y asociadas con leguminosas adaptadas a suelos ácidos. *Pasturas Tropicales* 13(3):1-9
  32. León, R. (2003). Pastos y Forrajes; producción y manejo. (1era Edición). Quito, Ecuador: Editorial Científica Agustín Álvarez.
  33. León, R. Bonifaz, N. y Gutiérrez, F. (2018). Pastos y Forrajes del Ecuador 1ra edición. Universidad Politécnica Salesiana.
  34. López, V. Espíndola, F. Calles, J. Ulloa, J. (2013). Atlas “Amazonía Ecuatoriana Bajo Presión”. EcoCiencia. Quito- Ecuador.

35. Martínez, R.O., Tuero, R., Torres, V., Herrera, R.S. (2010). Modelos de acumulación de biomasa y calidad en las variedades de hierba elefante, Cuba CT-169, OM – 22 y King grass durante la estación lluviosa en el occidente de Cuba. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, Tomo 44, Número 2, 2010
36. Milera, M. (2013). Contribución de los sistemas silvopastoriles en la producción y el medio ambiente. *Avances en investigación agropecuaria* 17 (3), 7-24. ISSN: 0188-7890.
37. Morales, J; Hernández, A; Cervantes, J; y Gámez, H. (2014). Características nutricionales de mijo perla en cuatro estados fenológicos. *Revista mexicana ciencias pecuarias*. México
38. Morocho, G. (2020). Evaluación del Potencial Forrajero y Composición Nutricional del pasto híbrido Cuba OM-22 (*Pennisetum purpureum Schumach x Pennisetum glaucum L.*) A tres Edades de corte. Trabajo de titulación para optar el título de Ingeniera Zootecnista. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba, Ecuador.
39. Narváez, J; Delgado, J. (2012). Valoración de la técnica *In Vivo* aparente para la determinación de la digestibilidad de forrajes en cuyes (*Cavia porcellus*). Departamento de producción y procesamiento animal. Universidad de Nariño, Colombia.
40. Olivera, Y; Machado, R; Pozo, P. (2006). Características botánicas y agronómicas de especies forrajeras importantes del género *Brachiaria*. *Pastos y Forrajes*. 21 p.
41. Organización de la Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación (FAO). (2003). Alimentación animal. Departamento de Agricultura y Protección del Consumidor
42. Paccha, E y Ramón, W. (2009). Ordenamiento territorial de la cabecera Cantonal del Cantón Yacuambi perteneciente a la provincia de Zamora Chinchipe. Tesis de Pregrado. Universidad Nacional de Loja, Área de la Energía, Las Industrias y los Recursos Naturales no Renovables, Carrera de Geología Ambiental y Ordenamiento Territorial. Loja, Ecuador. 57 p.
43. Padilla C; Martínez, R.O; Curbelo, F; Fraga, N; Delia, M; y Sarduy, L. (2010). Distancia de plantación y dosis de fertilización en la producción de semilla vegetativa de *Pennisetum purpureum* vc. Cuba CT-169, plantado a vuelta de arado. *Revista cubana de ciencias agrícolas*. ISSN:0034-7485.
44. Palma, D y Raudez, M. (2018). Caracterización de dos cultivares de *Pennisetum sp.* Cuba CT-169 (*Pennisetum purpureum x Pennisetum tiphoides*) y Cuba OM-22 (*Pennisetum purpureum x Pennisetum glaucum*) Managua, 2016. Trabajo de graduación previo a la obtención del título de Ingeniero Zootecnista. Managua, Nicaragua, febrero, 2018.
45. Pestrana, C. y Rivas, L. 2015. Caracterización fenotípica de dos variedades de pastos, *Pennisetum purpureum x Pennisetum glaucum* (Cuba OM-22) y *Pennisetum purpureum*

- (Cuba CT-169), en condiciones del trópico seco, El Plantel-2014. Tesis previa la obtención del título de Ingeniero Agrónomo de la Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua.
46. Peters, M. Franco, L. Schmidt, A e Hincapié, B. (2010). Especies forrajeras multipropósito. Opciones para productores del trópico americano. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) boletín divulgativo, Cali-Colombia.
  47. Pontanza, A. (2012). Pastos y forrajes Curso de Ganadería. Escuela de Formación y Capacitación Técnica México.
  48. Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) (2017). Desarrollo Sostenible de la Amazonía Ecuatoriana; manejo integrado de paisajes de usos múltiples y bosques de alto valor para la conservación. Ecuador
  49. Ramírez, J; Verdecia, D; Leonard, I. (2008). Rendimiento y caracterización química del *Pennisetum Cuba* CT 169 en un suelo pluvisol.
  50. Sánchez J. M. 2007. Utilización eficiente de las pasturas tropicales en la alimentación del ganado lechero. XI Seminario de Pastos y Forrajes en Sistemas de Producción Animal. Barquisimeto, Venezuela.
  51. Sánchez, A. 2001. Leguminosas como potencial forrajero en la alimentación bovina. Producción bovina de carne. Investigador. FONAIAP. Estación Experimental del Estado Falcón.
  52. Sánchez, J; Soto, H. (1998). Estimación de la calidad nutricional de los forrajes del cantón de San Carlos II. Componentes de la pared celular. Nutrición animal tropical. Costa Rica, Vol. 4. N°. 1, pp. 3-23. ISSN 2215-3527.
  53. Trujillo, A; Gonzalo, U. (s.f). Valor Nutritivo de las pasturas. Curso de alimentos para rumiantes. San Sebastián de la Gomera, España.
  54. Universidad de Costa Rica. (2018). Laboratorio de Bromatología. CINA; Costa Rica.



## 11. Anexos

**Anexo 1.** Análisis físico-químico del suelo propiedad del Sr. Vicente Ávila, sector San José, parroquia 28 de Mayo, cantón Yacuambi.



**INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS**  
**ESTACION EXPERIMENTAL SANTA CATALINA**  
**LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS PLANTAS Y AGUAS**  
 Panamericana Sur Km. 1 S/N Culestiguaes  
 Tfn. (02) 3007284 / (02)2504240  
 Mail: laboratorio.ias@iniap.org.ec

INFORME DE ENSAYO No: 21-0396

<b>NOMBRE DEL CLIENTE:</b> Ávila Medina Mayra Alexandra <b>PETICIONARIO:</b> Ávila Medina Mayra Alexandra <b>EMPRESA/INSTITUCIÓN:</b> Ávila Medina Mayra Alexandra <b>DIRECCIÓN:</b> Zamora entre Amazonas y Guilo	<b>FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA:</b> 13/05/2021 <b>HORA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA:</b> 14:37 <b>FECHA DE ANÁLISIS:</b> 17/05/2021 <b>FECHA DE EMISIÓN:</b> 21/05/2021 <b>ANÁLISIS SOLICITADO:</b> S1 + Textura + MO.
---	---

Análisis	Unidad	PH	N		P		S		B		K		Ca		Mg		Zn <sup>2+</sup>	Cu <sup>2+</sup>	Fe <sup>2+</sup>	Mn	Ca/Mg	Mg/K	Ca+Mg/K	I	MO	CO <sup>2</sup>		Textura (%)				IDENTIFICACIÓN	
			ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	%	%	arena	limo	arcilla		clase
21-1503	4,78	M Ac	88	A	18	M					0,08	B	1,50	M	0,36	M													45	18	36	FRANCO	Fines San José

Análisis	Al+P	Al <sup>3+</sup>	Na	C.E.	N. Total	N-NO3 <sup>-</sup>	K H2O <sup>2</sup>	P H2O <sup>2</sup>	Cl <sup>-</sup>
Unidad	mg/100g	mg/100g	mg/100g	dSm	%	ppm	ppm	ppm	ppm

**OBSERVACIONES:**

\* Ensayos no solicitados por el cliente

METODOS USADOS	
pH = Suelo Agua (1:2.5)	P, Ca, Mg = Dism. Multielemento
N, B = Perfilado de Color	Ca, Fe, Mn, Zn = Dism. Multielemento
	B = Selenio

INTERPRETACION			
pH			
Ácido		Alcalino	
A = Ácido	B = Medio	C = Básico	D = Muy Básico
U = Liger. Ácido	LU = Liger. Alcalino	M = Medio	
PH = Muy. Ácido	BH = Muy. Alcalino	A = Alto	
BC = Muy. Ácido-Cal	T = Muy. Básico		

ABREVATURAS	
Ca	Conductividad Eléctrica
MO	Materia Orgánica

METODOS USADOS	
Ca	Perfilado de Color
M.S.	Diámetro de Partícula
MO	Tricloroetileno

INTERPRETACION					
pH y Na		C.E.		MO (%)	
A = Bajo	B = Medio	C = Alto	D = Muy Alto	E = Bajo	F = Medio
G = Muy Alto	H = Liger. Bajo	I = Liger. Medio	J = Muy Bajo	K = Medio	L = Alto
M = Medio					



**LABORATORISTA**

Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio.  
 Los resultados entre indicaciones solo están relacionados con el objeto de ensayo.  
 Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio.  
 Los resultados entre indicaciones solo están relacionados con el objeto de ensayo.

**NOTA DE OCUPARDO:** La información contenida en este informe de ensayo es de carácter confidencial, está dirigida únicamente al destinatario de la muestra y solo podrá ser usada por este. Si el lector de este correo electrónico o fax no es el destinatario del mismo, se le ruega que cualquier copia o distribución de este se encuentre estrictamente prohibido. Si usted ha recibido este informe de ensayo por error, por favor notifique inmediatamente al remitente por este mismo medio y elimine la información.

\* Opciones de interpretación, etc. que se indican en este informe constituye una guía para el cliente.



**RESPONSABLE DE LABORATORIO**

**Anexo 2.** Preparación del terreno para la implementación de mezclas forrajeras de gramíneas con leguminosas.



**Anexo 3.** Corrección del pH del suelo para la siembra mezclas forrajeras de gramíneas con leguminosas.



**Anexo 4.** Material vegetal (*Pennisetum sp* y *Axonopus scoparius*) y semillas (*Urochloa brizantha* y *Pueraria phaseoloide*), para la siembra de mezclas forrajeras.



**Anexo 5.** Deshierba de las mezclas forrajeras de gramíneas con leguminosas.



**Anexo 6.** Registro de los parámetros productivos de las mezclas forrajeras de gramíneas con leguminosas.



**Anexo 7.** Corte de las mezclas forrajeras de gramíneas con leguminosas para el cálculo de la producción de biomasa.



**Anexo 9.** Peso de las muestras para determinación de producción de biomasa forrajera.



**Anexo 10.** Registro del peso de las muestras de las mezclas forrajeras para los análisis de proteína, fibra cruda, extracto libre de nitrógeno, extracto etéreo, cenizas y humedad. Laboratorio de Bromatología y Aguas de la Universidad Nacional de Loja.



**Anexo 11.** Extracción de grasa (extracto etéreo). Laboratorio de Bromatología y Aguas de la Universidad Nacional de Loja.



**Anexo 12.** Certificado de traducción del Abstract

Lic. Joan Lizette Morales Abad

Licenciado en Ciencias de la Educación, mención Idioma Inglés

**CERTIFICO:**

Que he traducido minuciosamente el Resumen del trabajo de Titulación titulado: **“Evaluación del potencial productivo y calidad nutricional de tres mezclas forrajeras de gramíneas con leguminosas para el mejoramiento de la productividad ganadera, en el Cantón Yacuambi Provincia de Zamora Chunchipe”** de la autoría de la Srta. Mayra Alexandra Avila Medina portadora de la cédula de identidad Nro. 1105352916 previo a la obtención del título de Ingeniera Agrónoma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad, autorizando a la interesada, hacer uso del presente en lo que estime conveniente.

Loja 27 de mayo de 2022

.....  
Lic. Joan Lizette Morales Abad