



Universidad  
Nacional  
de Loja

## Universidad Nacional de Loja

### Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables

#### Carrera de Ingeniería Agronómica

### Influencia de la fertilización química y orgánica en la producción y calidad nutricional de mezclas forrajeras *Lolium perenne* y *Trifolium repens* en la Quinta Punzara.

Trabajo de Titulación previo a la obtención del título de Ingeniero Agrónomo

#### AUTOR:

María Mercedes Vásquez Toledo

#### DIRECTOR:

Ing. Paulina Vanesa Fernández Guarnizo Mg. Sc.

Loja – Ecuador

2024

## Certificación

Loja, 28 de agosto del 2023

Ing. Paulina Vanesa Fernández Guarnizo Mg. Sc.

### **DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

#### **C E R T I F I C O:**

Que he revisado y orientado todo el proceso de la elaboración del Trabajo de Titulación denominado: **“Influencia de la fertilización química y orgánica en la producción y calidad nutricional de mezclas forrajeras *Lolium perenne* y *Trifolium repens* en la Quinta Punzara”** de autoría del estudiante **María Mercedes Vásquez Toledo**, con cédula de identidad Nro. **1900823202** previa a la obtención del título de **Ingeniero Agrónomo**. Una vez que el trabajo cumple con todos los requisitos estipulados por la Universidad Nacional de Loja, apruebo y autorizo su presentación para los trámites de titulación.

En mi calidad de Directora del Trabajo de Titulación certifico que la investigación realizada ha sido trabajo propia de la egresada.



Ing. Paulina Vanesa Fernández Guarnizo Mg. Sc.

**DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

## **Autoría**

Yo, **María Mercedes Vásquez Toledo**, declaro ser autor 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 del mismo. 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:**

**Cédula de identidad:** 1900823202

**Fecha:** 27/06/2024

**Correo electrónico:** [maria.m.vasquez@unl.edu.ec](mailto:maria.m.vasquez@unl.edu.ec)

**Teléfono:** 0990662231

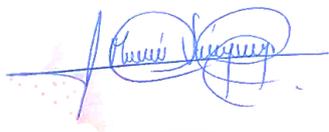
**Carta de autorización por parte del autor, para consulta, reproducción parcial o total y/o publicación electrónica del texto completo, del Trabajo de Titulación.**

Yo **María Mercedes Vásquez Toledo**, declaro ser autor del Trabajo de Titulación denominado: **Influencia de la fertilización química y orgánica en la producción y calidad nutricional de mezclas forrajeras *Lolium perenne* y *Trifolium repens* en la Quinta Punzara**, como requisito para optar por el título de **Ingeniería Agronómica**, autorizo al sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que, con fines académicos, muestre la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido 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 las cuales tenga convenio 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 veintisiete días del mes de junio del dos mil veinticuatro.



**Firma:**

**Autor:** María Mercedes Vásquez Toledo

**Cédula:** 1900823202

**Dirección:** Zamora, 10 de noviembre

**Correo electrónico:** [maria.m.vasquez@unl.edu.ec](mailto:maria.m.vasquez@unl.edu.ec)

**Celular:** 0990662231

**DATOS COMPLEMENTARIOS**

**Director del Trabajo de titulación**

**Ing. Paulina Vanesa Fernández Guarnizo Mg. Sc.**

## **Dedicatoria**

El presente Trabajo de Titulación lo dedico primeramente a JEHOVÁ por guiarme, protegerme y darme la sabiduría para culminar con éxito mi carrera universitaria.

A MIS AMADOS PADRES, Carlos Humberto Vásquez Valladares y Silvia Fátima Toledo Vásquez por ser la base fundamental para mi superación quienes con gran cariño, esfuerzo y sacrificio supieron apoyarme en todo momento para poder cumplir con mi anhelada meta de culminar mis estudios universitarios.

A MIS HERMANOS Y HERMANAS, por ser mis compañeros en el transcurso de la vida, del mismo modo a mi sobrina Karla y prima Katherin y demás familiares y amigos que han aportado estabilidad y resiliencia en todo el desafío afrontado.

Sin ustedes no hubiese podido hacer realidad este sueño. Con mucho amor y cariño.

*María Mercedes Vásquez Toledo*

## **Agradecimiento**

Deseo expresar mi más sincero agradecimiento a la Universidad Nacional de Loja, Área Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables, carrera de Ingeniería Agronómica y a todos los docentes que contribuyeron en mi formación académica y profesional.

A mi Directora de Trabajo de Titulación la Ing. Paulina Vanesa Fernández Guarnizo Mg. Sc., guía de este trabajo investigativo, quien gracias a sus enseñanzas, paciencia y apoyo se logró culminar exitosamente el proyecto.

Así mismo, agradezco a mi compañera de clase y amiga: Cristina Barba, quien me ha apoyado en todo el transcurso de la carrera.

*María Mercedes Vásquez Toledo*

## Índice de contenidos

<b>Portada</b> .....	<b>i</b>
Certificación.....	<b>ii</b>
Autoría.....	<b>iii</b>
Carta de autorización.....	<b>iv</b>
Dedicatoria.....	<b>v</b>
Agradecimiento.....	<b>vi</b>
Índice de contenidos.....	<b>vii</b>
1. Título.....	<b>1</b>
2. Resumen.....	<b>2</b>
2.1. Abstract.....	<b>3</b>
3. Introducción.....	<b>4</b>
3.1. Objetivo general.....	<b>5</b>
3.2. Objetivos específicos.....	<b>5</b>
4. Marco teórico.....	<b>6</b>
4.1. Mezcla forrajera.....	<b>6</b>
4.1.1. <i>Composición botánica de las mezclas forrajeras</i> .....	<b>6</b>
4.2. Especies forrajeras usadas en la investigación.....	<b>7</b>
4.2.1. <i>Raygrass (Lolium perenne L.)</i> .....	<b>7</b>
4.2.1. <i>Trébol blanco (Trifolium repens L.)</i> .....	<b>8</b>
4.3. Calidad nutricional.....	<b>10</b>
4.4. Fertilización.....	<b>10</b>
4.4.1. <i>Nutrisano</i> .....	<b>11</b>
4.4.2. <i>Inoculantes microbianos</i> .....	<b>11</b>
5. Metodología.....	<b>11</b>
5.2. Localización del experimento.....	<b>11</b>
5.3. Distribución de los tratamientos.....	<b>12</b>
5.4. Diseño experimental.....	<b>13</b>
5.5. Manejo del experimento.....	<b>14</b>
5.5.1. <i>Análisis de suelo</i> .....	<b>14</b>
5.5.2. <i>Preparación del terreno</i> .....	<b>14</b>
5.5.3. <i>Aplicación de enmiendas y fertilización</i> .....	<b>14</b>
5.5.4. <i>Siembra</i> .....	<b>15</b>
5.5.5. <i>Caracterización de semillas recomendadas por tipo de especie</i> .....	<b>15</b>
5.5.6. <i>Riego</i> .....	<b>15</b>
5.6. Metodología para el primer objetivo.....	<b>15</b>

5.6.1.	<i>Emergencia</i> .....	15
5.6.2.	<i>Número de macollos</i> .....	166
5.7.	Metodología para el segundo objetivo.....	16
5.7.1.	<i>Humedad</i> .....	17
5.7.2.	<i>Materia seca en kg/ha</i> .....	17
5.7.3.	<i>Ceniza</i> .....	17
5.7.4.	<i>Grasa</i> .....	18
5.7.5.	<i>Porcentaje de proteína</i> .....	18
5.8.	Análisis estadístico .....	18
<b>6.</b>	<b>Resultados</b> .....	<b>19</b>
6.2.	Resultados del primer objetivo:.....	19
6.2.1.	<i>Emergencia</i> .....	19
6.2.2.	<i>Número de macollos</i> .....	21
6.2.3.	<i>Número de hojas</i> .....	23
6.2.4.	<i>Altura</i> .....	25
6.2.5.	<i>Cobertura</i> .....	26
6.2.6.	<i>Producción de biomasa en kg/ha</i> .....	27
6.3.	Resultados del segundo objetivo .....	28
6.3.1.	<i>Humedad</i> .....	28
6.3.2.	<i>Materia seca</i> .....	29
6.3.3.	<i>Ceniza</i> .....	30
6.3.4.	<i>Grasa</i> .....	30
6.3.5.	<i>Proteína</i> .....	31
<b>7.</b>	<b>Discusión</b> .....	<b>32</b>
7.2.	Discusión para el primer objetivo.....	32
7.3.	Discusión para el segundo objetivo.....	35
<b>8.</b>	<b>Conclusiones</b> .....	<b>38</b>
<b>9.</b>	<b>Recomendaciones</b> .....	<b>39</b>
<b>10.</b>	<b>Bibliografía</b> .....	<b>40</b>
<b>11.</b>	<b>Anexos</b> .....	<b>46</b>

## Índice de tablas

<b>Tabla 1.</b> Composición química de Nutrisano (Nutrisano, 2017).....	11
<b>Tabla 2.</b> Distribución de los tratamientos en la Quinta Experimental Punzara de la Universidad Nacional de Loja.....	12
<b>Tabla 3.</b> Cantidad de semilla sembrada en el ensayo .....	15

## Índice de figuras

<b>Figura 1.</b> Quinta Experimental Punzara .....	12
<b>Figura 2.</b> Distribución de los tratamientos y repeticiones en campo de un diseño en bloques completamente aleatoria.....	13
<b>Figura 3.</b> Emergencia del raygrass. 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 las tres repeticiones. ....	19
<b>Figura 4.</b> Emergencia del trébol. 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 las tres repeticiones. ....	20
<b>Figura 5.</b> Número de macollos de raygrass. 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 las tres repeticiones. ....	21
<b>Figura 6.</b> Número de macollos del trébol. 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 las tres repeticiones. ....	22
<b>Figura 7.</b> Número de hojas del raygrass. 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 las tres repeticiones. ....	23
<b>Figura 8.</b> Número de hojas del trébol. 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 las tres repeticiones. ....	24
<b>Figura 9.</b> Altura del raygrass. 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 las tres repeticiones. ....	25
<b>Figura 10.</b> Altura del trébol. 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 las tres repeticiones. ....	26
<b>Figura 11.</b> Cobertura de la mezcla forrajera. 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 las tres repeticiones.....	27
<b>Figura 12.</b> Producción de Biomasa. 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 las tres repeticiones. ....	28
<b>Figura 13.</b> Porcentaje de humedad de la mezcla forrajera. 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 las tres repeticiones. ....	29
<b>Figura 14.</b> Porcentaje de materia seca de la mezcla forrajera. 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 las tres repeticiones .....	29

<b>Figura 15.</b> Porcentaje de ceniza de la mezcla forrajera. 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 las tres repeticiones. ....	30
<b>Figura 16.</b> Porcentaje de grasa de la mezcla forrajera. 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 las tres repeticiones. ....	31
<b>Figura 17.</b> Porcentaje de proteína cruda de la mezcla forrajera. 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 las tres repeticiones. ....	31

## Índice de anexos

<b>Anexo 1.</b> Análisis de suelo.....	46
<b>Anexo 2.</b> Ficha técnica del abono orgánico Nutrisano.....	47
<b>Anexo 3.</b> Ficha técnica del abono orgánico Orgevit .....	50
<b>Anexo 4.</b> Evidencias Fotográficas.....	52
<b>Anexo 5.</b> Certificado de traducción del abstract.....	55

## **1. Título**

Influencia de la fertilización química y orgánica en la producción y calidad nutricional de mezclas forrajeras *Lolium perenne* y *Trifolium repens* en la Quinta Punzara.

## 2. Resumen

La producción de mezclas forrajeras representa una alternativa eficiente para la alimentación animal, proporcional un balance adecuado tanto en producción y calidad de la pastura; en esta investigación se evaluó la influencia de la fertilización química y orgánica en la producción y calidad nutricional de mezclas forrajeras con *Lolium perenne* y *Trifolium repens*. El trabajo se efectuó en la Quinta Experimental Punzara, cantón Loja, provincia de Loja, para su desarrollo se utilizó un Diseño Bloques Completamente al Azar (DBCA) con diez tratamientos y tres repeticiones, con un total de 30 unidades experimentales. Los tratamientos fueron los siguientes: T1 (Raygrass var. Tetraverde + Trébol blanco var. Ladino con fertilización química); T2 (Raygrass var. Tetraverde + Trébol blanco var. Ladino con fertilización orgánica más micorrizas); T3 (Raygrass var. Tetraverde + Trébol blanco var. Ladino con fertilización orgánica); T4 (Raygrass var. Tetraverde + Trébol blanco var. Ladino con fertilización micorrizica); T5 (Raygrass var. Bandito + Trébol blanco var. Ladino con fertilización química); T6 (Raygrass var. Bandito + Trébol blanco var. Ladino con fertilización orgánica más micorrizas); T7 (Raygrass var. Bandito + Trébol blanco var. Ladino con fertilización orgánica); T8 (Raygrass var. Bandito + Trébol blanco var. Ladino con fertilización micorrizica); T9 (Raygrass var. Tetraverde + Trébol blanco var. Ladino como testigo) y T10 (Raygrass var. Bandito + Trébol blanco var. Ladino como Testigo); las variables evaluadas fueron emergencia, número de hojas, número de macollos, altura, cobertura, biomasa, humedad, materia seca, ceniza, grasa y proteína. Para el análisis estadístico de datos, se utilizó el software InfoStat empleando análisis de varianza (ANOVA), y para las diferencias estadísticas se utilizó una prueba de Tukey al 95 %. Las variables que presentaron diferencias estadísticas significativas fueron: Número de macollos del raygrass (12), número de hojas del raygrass (70 por mata), número de hojas del trébol (29), altura del raygrass (38,43 cm), altura del trébol (21,81 cm), cobertura (98,93 %), biomasa (3756.53 Kg/Ha), humedad (87,25 %), materia seca (12,75 %), ceniza (13,18 %) con el tratamiento T5.

**Palabras clave:** bandito, tetraverde, nutrisano, micorrizas.

## 2.1. Abstract

The production of forage mixtures represents an efficient alternative for animal feeding, providing a balanced combination of both pasture production and quality. This research evaluated the influence of chemical and organic fertilization on the production and nutritional quality of forage mixtures with *Lolium perenne* and *Trifolium repens*. The study was conducted at Quinta Experimental Punzara, Loja canton, Loja province. A Completely Randomized Block Design (CRBD) with ten treatments and three replicates, totaling 30 experimental units, was used. The treatments were as follows: T1 (Ryegrass var. Tetraverde + White clover var. Ladino with chemical fertilization); T2 (Ryegrass var. Tetraverde + White clover var. Ladino with organic fertilization plus mycorrhizae); T3 (Ryegrass var. Tetraverde + White clover var. Ladino with organic fertilization); T4 (Ryegrass var. Tetraverde + White clover var. Ladino with mycorrhizal fertilization); T5 (Ryegrass var. Bandito + White clover var. Ladino with chemical fertilization); T6 (Ryegrass var. Bandito + White clover var. Ladino with organic fertilization plus mycorrhizae); T7 (Ryegrass var. Bandito + White clover var. Ladino with organic fertilization); T8 (Ryegrass var. Bandito + White clover var. Ladino with mycorrhizal fertilization); T9 (Ryegrass var. Tetraverde + White clover var. Ladino as control) and T10 (Ryegrass var. Bandito + White clover var. Ladino as Control). The evaluated variables were emergence, number of leaves, number of tillers, height, coverage, biomass, moisture, dry matter, ash, fat, and protein. For the statistical analysis, InfoStat software was used employing analysis of variance (ANOVA), and a Tukey test at 95 % confidence level was used for statistical differences. The variables that showed significant statistical differences were: Ryegrass tiller number (12), Raygrass leaf number (70 per plant), clover leaf number (29), Ryegrass height (38.43 cm), clover height (21.81 cm), coverage (98.93 %), biomass (3756.53 Kg/Ha), moisture (87.25 %), dry matter (12.75 %), ash (13.18 %) with treatment T5.

**Keywords:** bandito, tetraverde, nutrisano, mycorrhizae.

### 3. Introducción

De acuerdo con la encuesta de superficie y producción agropecuaria 2021, en el Ecuador el ganado vacuno posee un total de 4 066 930 unidades de cabezas a nivel nacional, seguido por el ganado porcino con 1 053 923 unidades de cabezas; así mismo a nivel nacional la superficie destinada a labores agropecuarias es de 5 288 057 ha; de las cuales 3'000 000 ha., corresponden a pastos cultivados y naturales. En la actualidad en la provincia de Loja comprenden alrededor de 214 486 ha de suelo usado en labor agropecuaria, de los cuales 111 555 ha son de pastos cultivados y 155 608 unidades de ganado vacuno; sin embargo al comparar los datos de pastos cultivados y el ganado vacuno se resalta que hay una demanda considerable de éste alimento bovino, por lo que es necesario optimizar rendimientos en producción forrajera ([ESPAC, 2021](#)).

Las mezclas forrajeras son de interés, tanto en la agricultura como en la ganadería porque son una fuente importante de nutrición para el ganado ([León et al. \(2018\)](#)). Las especies forrajeras más comunes que se encuentran son las gramíneas, cuya característica principal es su elevado contenido en hidratos de carbono, mientras que las leguminosas son más ricas en proteínas y vitaminas; por esta razón se asocian estas especies forrajeras, ya que proporcionan un alimento balanceado para el ganado ([Paladines, 2004](#)).

Según [Vallejos-Fernández et al. \(2021\)](#), la mezcla forrajera de raygrass y trébol blanco constituyen la base de la alimentación del ganado vacuno; sin embargo, esta asociación de gramínea y leguminosa pierde sus características agronómicas y nutricionales debido al deficiente manejo de estas pasturas y a la falta de gestión de la fertilidad del suelo, afectando el rendimiento y por ende el nivel de ingreso económico de la localidad dedicada a la actividad ganadera.

La fertilidad del suelo es el factor importante para el mejoramiento cualitativo y cuantitativo de las especies forrajeras se puede aplicar diferentes fertilizantes de acuerdo al análisis de suelo y a los requerimientos nutricionales del pasto ([Cárdenas and Garzón \(2011\)](#)). [Carrión \(2019\)](#) asevera que el uso de fertilizantes químicos es favorable para las características fisiológicas, rendimiento de biomasa y calidad nutricional del pasto; por otra parte [Jiménez et al. \(2010\)](#) nos indica que la fertilización orgánica produce efectos positivos sobre la textura del suelo, enriquece el medio con flora y fauna, especialmente de bacterias, logrando un beneficio para la nutrición de cultivos; [Noda \(2009\)](#) menciona que las relaciones micorrízicas desarrollan una calidad biológica superior, en cuanto a mayor altura, vigor y área foliar, incrementando los

rendimientos (entre 15 y 50 %); a pesar de lo dicho, no se han encontrado estudios relacionados con el abonamiento orgánico más micorrizas en la ciudad de Loja.

El desarrollo de la presente investigación se fundamenta en el uso de diferentes fertilizantes y su influencia en la producción y contenido nutricional de mezclas forrajeras, como una alternativa de manejo técnico de los pastizales del sector, ya que una adecuada dieta alimenticia para los animales se verá reflejada en la producción, beneficiando a los pequeños y medianos productores.

### **3.1. Objetivo General**

- Evaluar la influencia de la fertilización química y orgánica en la producción y calidad nutricional de mezclas forrajeras *Lolium perenne* y *Trifolium repens* en la Quinta Punzara.

### **3.2. Objetivos Específicos**

- Determinar la influencia de la aplicación de fertilizante químico y orgánico más micorrizas sobre la producción de biomasa de las mezclas forrajeras.
- Evaluar la calidad nutricional de las mezclas forrajeras con la aplicación de fertilizante químico y orgánico más micorrizas.

## 4. Marco teórico

### 4.1. Mezcla forrajera

Los pastos y forrajes se consideran como la principal fuente de nutrientes para la alimentación del ganado en todas las regiones. Contribuyen a suministrar grandes cantidades de proteínas, minerales, vitaminas y fibras al ganado, si se destina a la producción de leche y carne ([Sanchez, 2007](#)). Una de las mayores limitaciones de la ganadería en nuestra zona es la mala calidad de los pastos. Así, la respuesta productiva del animal depende en gran medida de la disponibilidad de materia seca, de la calidad del alimento suministrado, así como del genotipo animal ([Nardone et al., 2010](#)).

[Risso et al. \(1995\)](#) define una mezcla forrajera como una población formada por varias especies con distintas características tanto morfológicas como fisiológicas. Como resultados de esta asociación, se produce un proceso de interferencias que puede tener diferentes resultados tales como una mutua depresión, depresión de una especie en beneficio de otra, mutuo beneficio o falta total de interferencia.

Las mezclas forrajeras de gramíneas y leguminosas perennes de clima frío juegan un papel importante en la nutrición al promover el consumo y por lo tanto el apetito de los rumiantes y otros animales herbívoros, porque aumentan su valor nutricional cuando se mezclan, así como también reducen sus efectos tóxicos, especialmente las leguminosas. Los pastizales con una mezcla forrajera son más estables ante los cambios climáticos porque tienen diferentes sistemas radiculares y zonas foliculares, teniendo un mejor balance forrajero durante todo el año, mejorando así la digestión de los animales ([Bocquier & González-García, 2010](#)).

#### 4.1.1. *Composición botánica de las mezclas forrajeras*

En las zonas de la sierra, las gramíneas representan del 70 al 75 %, las leguminosas del 25 al 30 % y las adventicias del 2 al 3 %. Mayores porcentajes de leguminosas (trébol) pueden provocar flatulencias, a excepción de la flor de loto que, como se sabe, no produce hinchazón porque contiene taninos. En zonas donde se produce bien el trébol blanco, el aporte de esta leguminosa a la mezcla debe estar entre el 50 y el 60 % del total de materia seca (MS) aportada, pero puede llegar al 100 %. En las zonas costeras, el porcentaje de leguminosas puede llegar al 40 %. No hay restricción debido al riesgo de hinchazón, ya que las leguminosas tropicales son ricas en fibra y taninos, en cambio, muchas leguminosas pueden reducir la digestibilidad y palatabilidad de la dieta; excepto en el caso de los cacahuetes forrajeros que son bajos en fibra y si se comen pueden causar timpanismo ([Li et al., 2014](#)).

## **4.2. Especies forrajeras usadas en la investigación**

### **4.2.1. Raygrass (*Lolium perenne* L.)**

**4.2.1.1. Origen.** El Raygrass perenne es una especie perteneciente a la familia de las Poaceas, llamada comúnmente ballica ([Terrell, 1968](#)), misma que es una gramínea nativa del sur de Europa, Medio Oriente, África del Norte y hacia el este hasta Asia central. Como una especie útil de pasto para forraje y pastoreo de ganado, ha sido tomada por los agricultores que se están instalando en nuevas áreas, incluyendo América del Norte, Sudáfrica y Australia ([Inda et al., 2014](#)).

**4.2.1.2. Descripción botánica.** El sistema radicular del Raygrass se presenta de forma superficial y densa, siendo muy útil en la absorción del agua en los primeros centímetros de las capas del suelo, y está compuesto por raíces seminales y adventicias. Sus hojas son lampiñas, rígidas, plegadas a las yemas, de un tono verde intenso, muy brillante e intenso en la cara inferior, tierna, glabra, de vainas cerradas, las inferiores rojizas y láminas plegadas de 0,8 a 2 cm de ancho por 22 cm de longitud aproximadamente. Las hojas exponen aurículas visibles hacia el ápice, su lígula es membranosa de 1 a 4 mm de longitud. La inflorescencia del Raygrass es una espiga de 5 a 30 cm de largo, la cual tiene de 5 a 40 espiguillas acomodadas y unidas en forma alterna directamente a lo largo del borde del raquis central. Sus tallos se componen de nudos y entrenudos, cada nudo sostiene una hoja. Las hojas están dobladas en el nudo y son de 2 a 6 mm de ancho y 5 a 15 cm de largo, son puntiagudas de color verde brillante y las superficies de abajo son lisas y sin vellos (Guerrero, 2019). En cuanto a la semilla de Raygrass tenemos que 1000 semillas pesan aproximadamente de 1,8 a 2 gramos y tienen una longitud de más o menos 4 mm ([Karadag & Seydosoglu, 2014](#)).

**4.2.1.3. Adaptación.** Se puede establecer bien en diferentes tipos de suelos, pero presentará mayor producción en suelos ricos en nitrógeno, con un pH óptimo de 5,0 – 7,0. No tolera suelos salinos. No resiste saturación de aluminio ni suelos pesados ([León et al., 2018](#)). Se puede establecer en alturas entre 2400 – 3000 msnm, con temperaturas de 10 a 14 °C, y precipitaciones entre 900 – 2500 mm/año; requiere una precipitación mínima de 1500 mm/año, más riego suplementario, o 2200 mm de precipitación bien distribuida durante todo el año; es susceptible a la sequía ([Villalobos & Sánchez, 2010](#)).

**4.2.1.4. Enfermedades y plagas.** La principal enfermedad que afecta al Raygrass es la roya de la hoja y del tallo. La roya del tallo se presenta con menor gravedad que la de la hoja, esta puede atacar con gran intensidad causando necrosis o muerte de los tejidos de las hojas,

provocando una disminución de la producción. En cuanto a plagas las principales son los chupadores y pulgones, pero su nivel de daño no alcanza a afectar económicamente a la pradera ([Hannaway et al., 1999](#)).

**4.2.1.5. Calidad nutricional.** Presenta un contenido de proteína cruda 15 – 17,5 %; digestibilidad del 80 %. Puede lograr producciones de 20 ton MS/ha/año, es decir unas 80 ton MV/ha. Los animales que consumen esta pastura presentan ganancias de peso entre 600 – 700 g/d, y una producción de leche 16 – 18 l/v/d ([León et al., 2018](#)).

**4.2.1.6. Establecimiento y manejo.** Su establecimiento se realiza utilizando semillas sexuales, ya que estas poseen un alto porcentaje de germinación, se requieren de 30 - 35 kg de semilla por ha con máquina en líneas o 40 - 45 kg en siembra al voleo, el primer corte o pastoreo se puede realizar cuando el pasto tenga entre 70 - 90 días de establecido. Se puede asociar con Trébol Blanco o Trébol Rojo entre surcos de 25 - 30 centímetros. El Raygrass requiere una alta fertilización para ello se necesitan los siguientes elementos: 70 kg de N; 57,25 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; 24 kg de K<sub>2</sub>O; 33 kg de MgO; 59,8 kg de SO<sub>4</sub>. Los raigrases son exigentes en fertilización con N, P, Ca, S, Mg, Cu, Zn y B. Se recomienda hacer fertilización de establecimiento según análisis de suelos, y enclado si es necesario. También se recomienda fertilización de mantenimiento después de cada corte o pastoreo.

**4.2.1.6. Usos.** Se utiliza principalmente en pastoreo rotacional en asocio con otras gramíneas y leguminosas, además se lo puede utilizar para corte, ensilaje, palatización, deshidratación y heno ([Vicuña, 1985](#))

#### **4.2.1. Trébol blanco (*Trifolium repens* L.)**

**4.2.1.1. Origen.** El trébol blanco es una especie de la familia Fabaceae ([Togán & Javier, 2014](#)), misma que es una leguminosa nativa de Europa mediterránea y de las Islas Británicas; sin embargo, el trébol blanco es autóctono de Europa y Asia, hacia el sur desde 70° N, y en todo el suroeste de Asia, Siberia, China y el norte de África. Se ha introducido en la mayoría de las zonas templadas del mundo en particular, Nueva Zelanda, Australia, Japón, EE. UU., Canadá, Sudáfrica y partes de América del Sur. En el Ecuador luego de su introducción a finales del siglo XIX se ha naturalizado de manera que se encuentra en casi todos los ecosistemas de la Sierra en la forma de un trébol de poco desarrollo ([Caradus, 1994](#)).

**4.2.1.2. Descripción botánica.** Es una especie herbácea perenne de porte rastrero, sus hojas son glabras trifoliadas asentándose en peciolo glabro largo provenientes de los nudos de los estolones. Las láminas son sésiles y aserradas. Las estípulas son pequeñas lanceoladas

en punta formando un tubo alrededor del tallo, alcanza una altura de 10 cm. Las plántulas de trébol blanco desarrollan inicialmente un tallo primario con 5 - 8 nudos, los internudos no se separan y las hojas que surgen de cada nudo se agrupan estrechamente, los primeros estolones surgen de las axilas de estas hojas para formar una roseta. La inflorescencia en cabezuela tiene un pedúnculo relativamente largo, con flores de color blanquecino o levemente rosadas, las vainas provenientes de cada flor contienen de 1 a 7 semillas. Eventualmente en dos años o menos los estolones se separan de la planta original formando unidades independientes. Esta especie se adapta a suelos fértiles, franco a franco-arcillosos con humedad suficiente y pH entre 5 y 7. No resiste los suelos anegados permanentemente y su capacidad para sobrevivir se reduce significativamente en suelos mal drenados. En los valles de la Sierra, la falta de drenaje de los potreros es uno de los graves problemas para la persistencia del trébol blanco, este trébol no está diseñado para sembrar como cultivo puro. La mezcla con Raygrass es la mezcla clásica en los países de clima templado y sirve de comparación para cualquier otra. En suelos fértiles el trébol blanco propicia una muy buena actividad simbiótica. En estas condiciones no responde a la aplicación de N con incremento en su producción, pero utiliza el N del fertilizante reduciendo la acción bacteriana. En general se recomienda la aplicación de 50 kg de N/ha al momento de la siembra para propiciar el rápido desarrollo de las plántulas de trébol y de gramínea delante de las malezas ([León et al., 2018](#)).

**4.2.1.3. Adaptación.** Se puede establecer bien en suelos fértiles si cuenta con la humedad adecuada, con un pH entre 5,0 - 7,5. No tolera salinidad y requiere buen drenaje. Se puede establecer en alturas entre 2000 - 3000 msnm, con temperaturas de 10 a 20 °C, y precipitaciones entre 800 - 1600 mm/año; es susceptible a la heladas ([Vallejos-Fernández et al., 2021](#)).

**4.2.1.4. Calidad nutricional.** Presenta un contenido de proteína cruda 14 - 18 %; y digestibilidad 65 - 75 %, asevera que su calidad supera a las leguminosas forrajeras más conocidas. Si bien existen picos de calidad con digestibilidades cercanas al 80 % el promedio anual es de 70 % y este se sostiene gracias a la capacidad de la especie de seguir produciendo hojas nuevas aun en pleno estado reproductivo. Puede lograr producciones de 10 ton MS/ha/año, los animales que consumen esta pastura presentan una producción de leche 14 - 16 l/v/d ([Villarreal-González, 2018](#)).

**4.2.1.5. Establecimiento y manejo.** Su establecimiento se realiza utilizando semillas asexuales (estolones) o sexuales, se requieren de 7 kg de semilla por ha con semilla inoculada para siembra al voleo. El trébol blanco requiere una mínima fertilización y se recomienda utilizar por ha al año 500 kilos de calfos, fosforita. Puesto que generalmente los tréboles van

asociados con pastos, solo deben tenerse como prioridad el tipo de asocio y que el porcentaje del trébol utilizado no supere el 30 %. También es recomendable fertilizar utilizando 57,25 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; 24 kg de K<sub>2</sub>O; 33 kg de MgO; 59,8 kg de SO<sub>4</sub>; cabe recalcar que el establecimiento del trébol blanco es lento ([Demagnet Filippi, 2014](#)).

**4.2.1.6. Usos.** Es manejado principalmente en pasto, heno y ensilado, el trébol blanco es utilizado en mezclas forrajeras de alto rendimiento y calidad, en combinación con *Lolium perenne*, u otras especies en mezclas más complejas. Mantiene la alta calidad del forraje, pues al ser una planta de la especie, el tallo no desarrolla luz para facilitar el sostén de la planta y la inflorescencia. Por otro lado, tener tallos falsos dificulta su consumo por parte de animales que solo cosechan, en condiciones normales de pastoreo, hojas blandas y pecíolos ([Ahmad & Zeb, 2021](#)).

### **4.3. Calidad nutricional**

La calidad nutricional de los forrajes se refiere a la capacidad del pasto, el grano o sus subproductos para satisfacer las necesidades de los animales para mantener la productividad y los niveles reproductivos, ésta calidad está determinada por varios factores, incluido el contenido de humedad y la madurez del pasto; además las mezclas forrajeras varían mucho en calidad debido a las diferentes etapas de crecimiento y las diferentes partes de la planta (básicamente hojas, tallos) ([INIA, 2018](#)).

[León et al. \(2018\)](#) afirma que el valor nutritivo de un potrero permite hacer frente a las exigencias de un hato de calidad, sin que haya necesidad de suministrarle un complemento de concentrados; además indicó que un forraje de alta calidad debe tener: 18 - 24 % de materia seca (MS), 18 - 25 % proteína cruda (PC), < 40 % fibra detergente neutra (FDN), 2,3 - 2,8 Mcal/kg/materia seca, 60 % de digestibilidad.

### **4.4. Fertilización**

Son sustancias que aplican directa o indirectamente a las plantas para favorecer a su crecimiento, aumentar su producción y mejorar su calidad. La fertilización de pastura es una práctica que produce mejores resultados en un tiempo más corto, cuando factores del suelo o la humedad no son limitantes para el desarrollo de las plantas. La fertilización balanceada aumenta la cantidad y calidad del forraje (Ramos y Terry, 2014).

Fertilizantes para aplicar en ensayo:

#### 4.4.1. *Nutrisano*

Es un producto de elevado rendimiento, elaborado con residuos vegetales y estiércoles animales seleccionados y compostado, que aporta con macro y micro elementos necesarios para los cultivos (Anexo 2). Además, su alto contenido de materia orgánica mejora las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo.

**Tabla 1.** Composición química de Nutrisano (Nutrisano, 2017).

<b>Composición química de Nutrisano</b>		
<b>Nombre</b>	<b>Unidad</b>	<b>Composición</b>
Materia orgánica	%	65,75
pH	U. pH	7,5
Conductividad	μS/cm	7,3
Calcio expresado como CaO.	%	6,62
Potasio expresado como K <sub>2</sub> O	%	2,42
Nitrógeno	%	1,75
Fosforo expresado como P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	%	1,52
Magnesio expresado como MgO	%	0,79

#### 4.4.2. *Inoculantes Microbianos*

Son productos científicos basados en microorganismos, promotores del crecimiento vegetal. Pueden sustituir parcial o completamente a los fertilizantes químicos, por lo que son de gran valor para la sustentabilidad de la agricultura, particularmente en regiones económicamente abatidas ([Pedraza et al., 2010](#)). Las micorrizas son hongos que viven en una relación íntima y mutuamente beneficiosa con las plantas (Anexo 3). Cuando coexisten, las micorrizas hacen una diferencia significativa en la capacidad de la planta de usar nutrientes al suelo. Lo hacen formando una red viva alrededor de las raíces que actúan como extensiones de raíz, devolviendo nutrientes a la planta ([Prakash, 2021](#)).

## 5. Metodología

### 5.2. Localización del experimento

El experimento se llevó a cabo en terrenos de la quinta Experimental Punzara (Figura 1), del cantón Loja, provincia de Loja, localizado geográficamente a 04°02'32" de latitud Sur y 79°12'59" de longitud Oeste. Se caracteriza por tener como condiciones agroclimáticas: una altitud correspondiente a 2235 msnm, temperatura 12 y 18 °C, precipitación media de 796 mm

anuales. Cuenta con un clima templado lluvioso con invierno seco no riguroso y un clima templado lluvioso húmedo, su ecología se define por ser un Bosque seco Montano Bajo (Bs-Mb) ([Sánchez, 2013](#)).



**Figura 1.** Quinta Experimental Punzara

### 5.3. Distribución de los tratamientos

Para evaluar el efecto de la fertilización química y orgánica más micorrizas en dos mezclas forrajeras se aplicarán ocho tratamientos con fertilización y dos testigos sin fertilización; los tratamientos se muestran en la tabla 2.

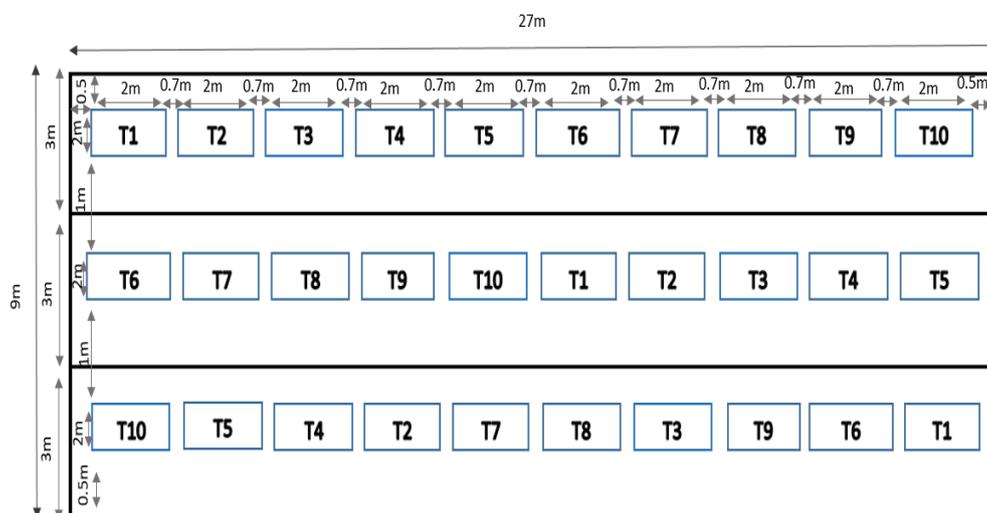
**Tabla 2.** Distribución de los tratamientos en la Quinta Experimental Punzara de la Universidad Nacional de Loja.

<b>Tratamiento</b>	<b>Variedades</b>	<b>Fertilización</b>
T1	Raygrass var. Tetraverde + Trébol blanco var. Ladino	Químico
T2	Raygrass var. Tetraverde + Trébol blanco var. Ladino	Orgánico + Micorrizas
T3	Raygrass var. Tetraverde + Trébol blanco var. Ladino	Orgánico
T4	Raygrass var. Tetraverde + Trébol blanco var. Ladino	Micorrizas
T5	Raygrass var. Bandito + Trébol Blanco var. Ladino	Químico

T6	Raygrass var. Bandito + Trébol Blanco var. Ladino	Orgánico + Micorrizas
T7	Raygrass var. Bandito + Trébol Blanco var. Ladino	Orgánico
T8	Raygrass var. Bandito + Trébol Blanco var. Ladino	Micorrizas
T9	Raygrass var. Tetraverde + Trébol blanco var. Ladino	Testigo
T10	Raygrass var. Bandito + Trébol Blanco var. Ladino	Testigo

#### 5.4. Diseño experimental

Para la ejecución del presente trabajo investigativo se empleó un Diseño en Bloques Completamente al Azar (DBCA) con arreglo bifactorial, con diez tratamientos y tres repeticiones; el diseño experimental está conformada por un área de 243 m<sup>2</sup> dentro de la cual se establecerán 30 unidades experimentales de 4 m<sup>2</sup> (2 m de largo por 2 m de ancho) como se puede observar en la en la figura 2.



**Figura 2.** Distribución de los tratamientos y repeticiones en campo de un diseño en bloques completamente aleatoria.

## **5.5. Manejo del experimento**

### **5.5.1. Análisis de suelo**

Antes de la preparación del terreno, se tomaron 10 muestras de suelo al azar en distintos puntos del área del experimento a 20 cm de profundidad, después de la homogenización, se seleccionó una muestra de 1 Kg y se envió al laboratorio de suelos del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) para su respectivo análisis químico donde se observó los macro y micronutrientes que tiene el suelo, lo cual fue de gran utilidad para diagnosticar los problemas nutricionales, estableciendo las respectivas recomendaciones de fertilización.

### **5.5.2. Preparación del terreno**

El trazado del diseño se realizó utilizando estacas de madera de 80 cm, cinta de 50 m, combo y piola. Se procedió a delimitar el área total del ensayo con una extensión de terreno de 243 m<sup>2</sup>, con el uso de herramientas de mano se procedió a limpiar el terreno de malezas, y se dio un pase de arado de disco para eliminar los terrones, para que el suelo quede bien mullido para recibir la semilla. Luego se trazó 30 parcelas de 2 m \* 2 m, formando caminos de 0,7 m, el área de cada parcela es de 4 m<sup>2</sup> y la separación por bloques es de 1 m, obteniendo un área cultivada de 243 m<sup>2</sup>, las parcelas se distribuyeron con los tratamientos y repeticiones con su respectivo letrero de identificación.

### **5.5.3. Aplicación de enmiendas y fertilización**

Para la dosificación, tomando como referencia los nutrientes requeridos por el pasto y el análisis del suelo (Anexo 1), del cual reflejó un bajo contenido de nutrientes, especialmente azufre, boro, zinc, cobre y magnesio; y un pH de 5,86 propio de un suelo ácido, por lo que se aplicó cal (256 g/m<sup>2</sup>) en 15 días antes de la siembra a cada parcela para la acidez del suelo, además se implementó dos tipos de fertilización: química y orgánica, con el fin de restaurar el suelo y aportar los nutrientes necesarios para la mezcla forrajera para intentar mejorar su productividad.

La fertilización química o base se la realizó diferentes fechas de aplicación con las siguientes dosis: en momento de siembra se aplicó bórax (0,5 g/m<sup>2</sup>), y luego de 15 días se aplicó urea (11,513 g/m<sup>2</sup>), muriato de potasio (3,3 g/m<sup>2</sup>), sulfato de zinc (0,5 g/m<sup>2</sup>), y fosfato de amonio (3,91 g/m<sup>2</sup>); mientras que la fertilización orgánica se aplicó en hora de siembra con Nutrisano (0.25 kg/m<sup>2</sup>), y Orgevid (0,125 kg/m<sup>2</sup>), toda la fertilización se aplicó una sola vez.

#### 5.5.4. Siembra

Luego de preparar las parcelas se sortearon los tratamientos y se sembró al voleo cada mezcla de las semillas de las especies de pastos, para la cantidad de semilla a sembrar se tomó en cuenta la relación 70 % gramínea y 30 % leguminosa; La siembra se realizó con un tiempo favorable, esto es, con suficiente lluvia y una buena temperatura, pues las semillas para una buena germinación necesitan sobre todo calor y humedad, sin embargo, se tuvo cuidado de no realizar la siembra en tiempo de grandes aguaceros, debido al peligro de arrastre de las semillas (León et al., 2018).

#### 5.5.5. Caracterización de semillas recomendadas por tipo de especie

**Tabla 3.** Cantidad de semilla sembrada en el ensayo

<b>Especie</b>	<b>Cantidad</b>
Raygrass var. tetraverde	13,97 g/4m <sup>2</sup>
Raygrass var. bandito	13,97 g/4m <sup>2</sup>
Trébol blanco var. ladino	2,29 g/4m <sup>2</sup>

#### 5.5.6. Riego

El sistema de riego se empleó por aspersión con una frecuencia de 8 días, esto dependió de las condiciones ambientales del lugar.

### 5.6. Metodología para el primer objetivo

Determinar el efecto de aplicación de fertilizante químico y orgánico más micorrizas sobre la producción biomasa de la mezcla forrajera.

Se procedió a medir las variables en 5 plantas al azar por especie de cada parcela, obteniendo un total de 300 plantas por todo el experimento, por lo tanto, la toma de datos se hizo cada 10 días, las variables del primer objetivo que se hizo en el Raygrass y trébol blanco son las siguientes:

#### 5.6.1. Emergencia

Para el registro de esta variable se utilizó un cuadrante de madera de 0.30 × 0.30 cm por cada lado; se lanzó al azar y se contabilizó el número de plantas germinadas que esté dentro del cuadrante, se hizo esto a los 6 días y a los 13 días DDS.

### **5.6.2. Número de macollos**

Se contó con el número de macollos por planta

### **5.6.3. Número de hojas**

Se contó el número de hojas por planta seleccionada para estudio.

### **5.6.4. Altura**

Para la determinación de la altura se hizo con el uso de una regla milimetrada, desde el nivel del suelo hasta la yema terminal por planta seleccionada para estudio.

### **5.6.5. Cobertura**

Se realizó por medio de una aplicación móvil llamado Canopeo; mismo que es una herramienta rápida y precisa para calcular la cobertura del tapiz vegetal. Esta aplicación cuantifica el porcentaje de cubierta vegetal verde viva de cualquier cultivo agrícola, césped o pastizal a partir de fotografías obtenidos con el móvil, la toma de imágenes se hizo con el celular a una distancia superior a 60 cm (depende de la altura de la vegetación), dispuesto de forma paralela al suelo, una vez tomada la imagen, la aplicación muestra el resultado de manera prácticamente inmediata. La aplicación presenta la imagen original y la imagen procesada, donde la cobertura vegetal se representa mediante píxeles blancos ([Patrignani & Ochsner, 2015](#)).

### **5.6.6. Producción de biomasa en kg/ha**

Para el registro de esta variable se utilizó un cuadrante de madera de  $0,30 \times 0,30$  cm por cada lado; se lanzó tres veces dentro de cada parcela se cortó el pasto dentro del cuadrante a la altura de 5 cm y luego se pesó en una balanza graduada en gramos; se registró el promedio del pesaje; después se multiplicó por  $10\ 000\ m^2$  para transformar el valor en rendimiento en kg/MV/ha ([Villalobos & Sánchez, 2010](#)).

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

Evaluar contenido nutricional de las mezclas forrajeras aplicación de fertilizante químico y orgánico más micorrizas.

Para la realización del objetivo mencionado se procedió a llevar las muestras de forraje de 1kg de cada parcela de los cultivares Raygrass y trébol blanco a los 61 días de edad de las

especies al laboratorio de Bromatología de la Universidad Nacional de Loja para medir las variables que a continuación se mencionan:

### 5.7.1. *Humedad*

Para el registro de esta variable se procedió a cortar en trozos pequeños las muestras de forraje y se las colocó en fundas de papel para ser pesadas en un total de 150 gr, mismo que se hicieron dos repeticiones por tratamiento; seguidamente se procedió a meterla a una estufa a una temperatura de 65 °C por 72 horas para deshidratarla, luego se comenzó a moler las muestras, mismas que se añadieron a recipientes etiquetados por tratamiento, y su resultado se expresa en porcentaje mediante la siguiente fórmula ([Valles et al., 2016](#)):

$$\% \text{ Humedad} = (\text{Peso fresco} - \text{Peso seco}) * 100 / \text{Pesofresco}$$

### 5.7.2. *Materia seca en kg/ha*

De las muestras ya molidas se pesó 2 g y se colocó en crisoles, llevándolas a la estufa a 105 °C por 12 horas, al retirarlas se colocaron en el desecador para que se enfríen, luego de 15 min se procedió a pesar en una balanza analítica, y su resultado se expresa en Tn/ha mediante la siguiente fórmula ([Valles et al., 2016](#)):

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

### 5.7.3. *Ceniza*

En un crisol de porcelana que previamente se calcinó y se llevó a peso constante, se colocó 2 g de muestra seca. Se colocó el crisol en una mufla y se calcinó a 600 °C por 8 horas, luego se pasó a un desecador para su enfriamiento ([González et al., 2011](#)). Cuidadosamente se pesó nuevamente el crisol conteniendo la ceniza y se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Contenido de ceniza (\%)} = 100((A - B) / C)$$

**A** = Peso del crisol con muestra (g)

**B** = Peso del crisol con ceniza (g)

**C** = Peso de la muestra (g)

#### **5.7.4. Grasa**

Para el análisis de grasa se utilizó el método de extracción Soxhlet, que es la técnica de separación sólido-líquido comúnmente usada para la determinación del contenido graso en muestras de diferente naturaleza.

La extracción Soxhlet es una extracción continua con un disolvente orgánico. Este se calienta, volatiliza para posteriormente condensarse sobre la muestra. El disolvente gotea continuamente a través de la muestra para extraer la grasa. El contenido de grasa se cuantifica por diferencia de peso entre la muestra o la grasa removida ([Redfern et al., 2014](#)).

#### **5.7.5. Porcentaje de Proteína**

Para el análisis de proteína (PB) se utilizó el método semimicro Kjeldahl, que consiste en colocar 2 g de muestra molida en los tubos Kjeldahl en una digestión caliente con  $H_2SO_4$  concentrado y catalizador, el nitrógeno amínico, imínico y de otros tipos que contiene la muestra se convierte en  $(NH_4)_2SO_4$ , que posteriormente por acción de un álcali fuerte (NaOH) se descompone liberando amoníaco ( $NH_3$ ) que se destiló y se recogió en ácido bórico. Finalmente el ácido proporcional a la cantidad de nitrógeno fue valorado por retroceso con un ácido normalizado y a partir de la cantidad de ácido que ha reaccionado con el amoníaco, se calculó la cantidad de nitrógeno que mediante la multiplicación por un factor ( $f = 6,25$ ), se obtuvo la cantidad de proteína bruta ([Sáez et al., 2013](#)).

### **5.8. Análisis Estadístico**

Se utilizó la estadística descriptiva por cada tratamiento en donde se calculó promedios, porcentajes de acuerdo con los requerimientos de las variables en estudio y se aplicó diferentes análisis como: análisis de supuestos, análisis de varianza y análisis de comparación de medidas de Tukey al 5 % de probabilidad. Por lo tanto, se utilizó el software InfoStat para la comparación de los resultados para poder determinar si existe o no diferencias significativas entre los tratamientos analizados.

## 6. Resultados

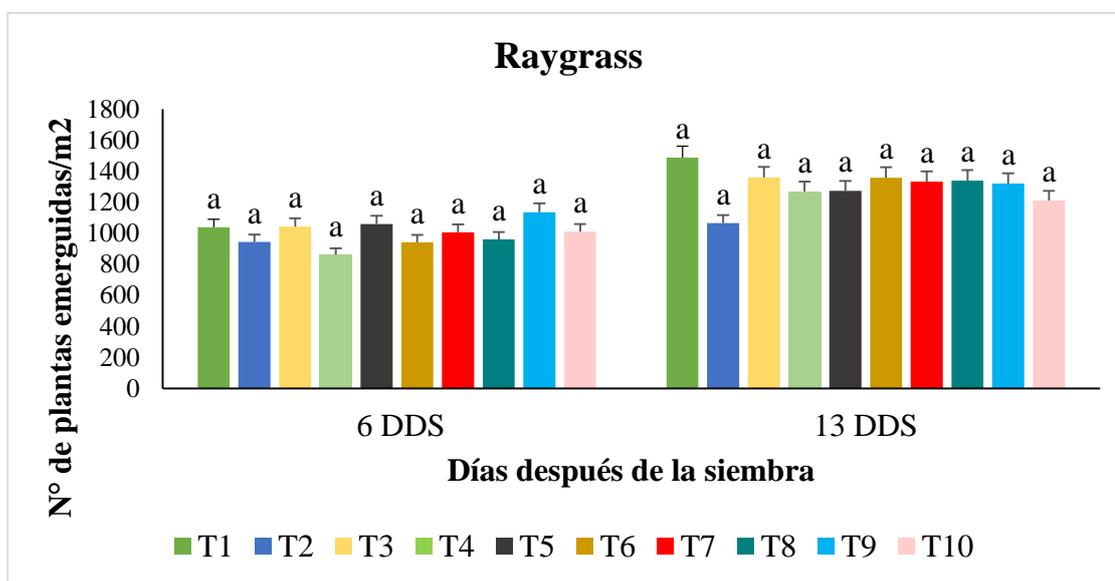
### 6.2. Resultados del primer objetivo:

Determinar la influencia de la aplicación de fertilizante químico y orgánico más micorrizas sobre la producción de biomasa de las mezclas forrajeras.

Las variables analizadas para este objetivo son las siguientes:

#### 6.2.1. Emergencia

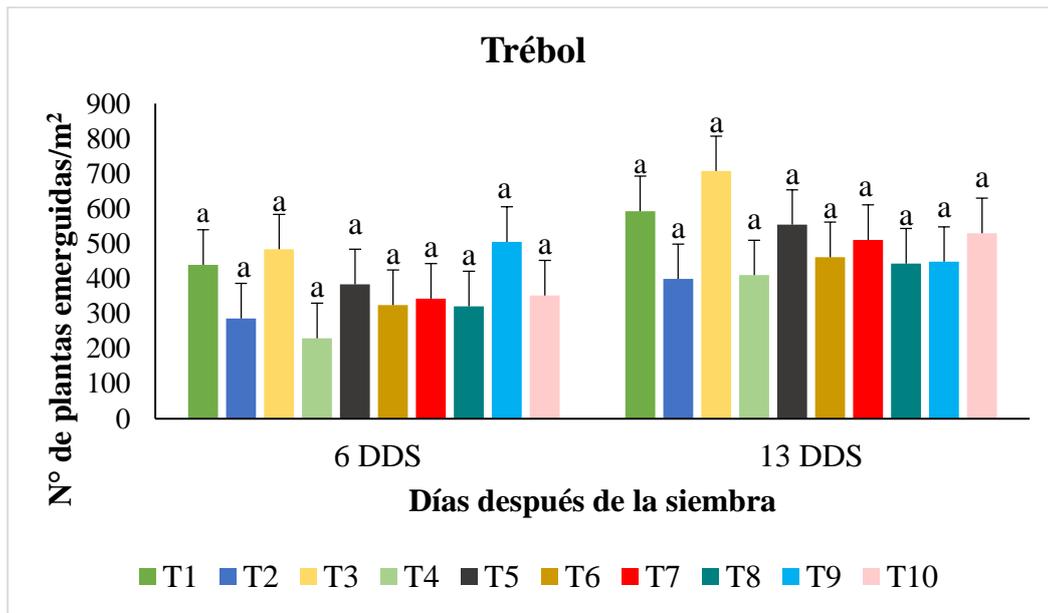
En la figura 3 se observa la dinámica de emergencia en raygrass la misma que no presenta diferencias estadísticamente significativas ( $P > 0,05$ ). A los 6 días después la siembra, T9 mostró la mayor cantidad de plantas emergidas por metro cuadrado, con un total de 1136 plantas. En contraste, el T4 tuvo el valor más bajo con 861 plantas emergidas. Al avanzar hasta el día 13, se observará un cambio en la tendencia, el tratamiento T1 lideró con 1487 plantas emergidas, mientras que el tratamiento T2, registró el valor más bajo con 1064 plantas emergidas por metro cuadrado. Aunque no se encontraron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos, estos resultados destacan la variabilidad en la emergencia de plantas de raigrás en los primeros días después de la siembra.



**Figura 3.** Emergencia del raygrass. Medias con letras iguales en las barras no son estadísticamente diferentes (Tukey,  $P > 0,05$ ). Las barras en los gráficos representan el error estándar de las medias de las tres repeticiones.

En la figura 4 se observa la emergencia del trébol en donde no presenta diferencias estadísticamente significativas ( $P > 0,05$ ). A pesar de la ausencia de diferencias estadísticas significativas, estos resultados destacan las variaciones en la emergencia de plantas entre los

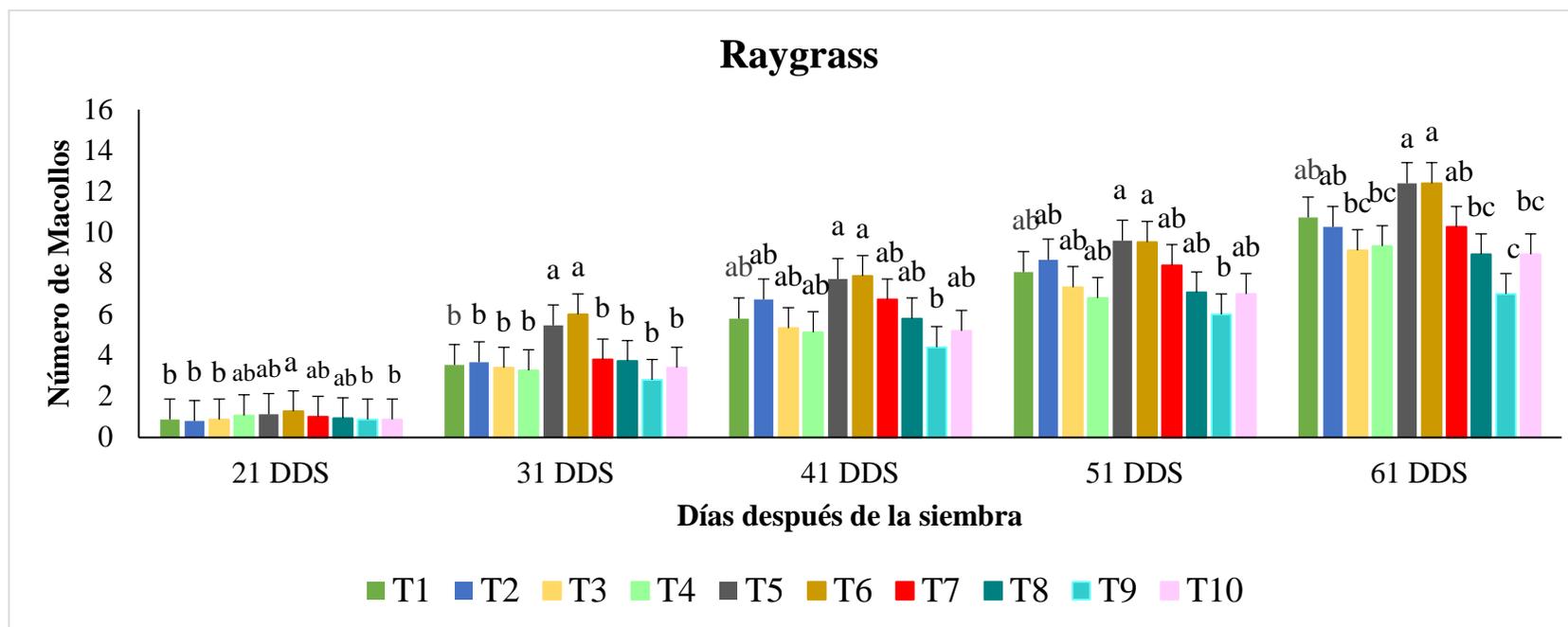
tratamientos. Al día 6, se observó que el tratamiento T9 destacó con el mayor número de plantas emergidas por metro cuadrado, registrando un total de 505 plantas. Por otro lado, el tratamiento T4 exhibió el valor más bajo, con solo 230 plantas emergidas por metro cuadrado. Para el día 13, el panorama mostró cambios, con el tratamiento T3 liderando la emergencia de plantas con un total de 707 por metro cuadrado. Por el contrario, el tratamiento T2 presentó el valor más bajo en este punto de evaluación, con 399 plantas emergidas.



**Figura 4.** Emergencia del trébol. Medias con letras iguales en las barras no son estadísticamente diferentes (Tukey,  $P > 0.05$ ). Las barras en los gráficos representan el error estándar de las medias de las tres repeticiones.

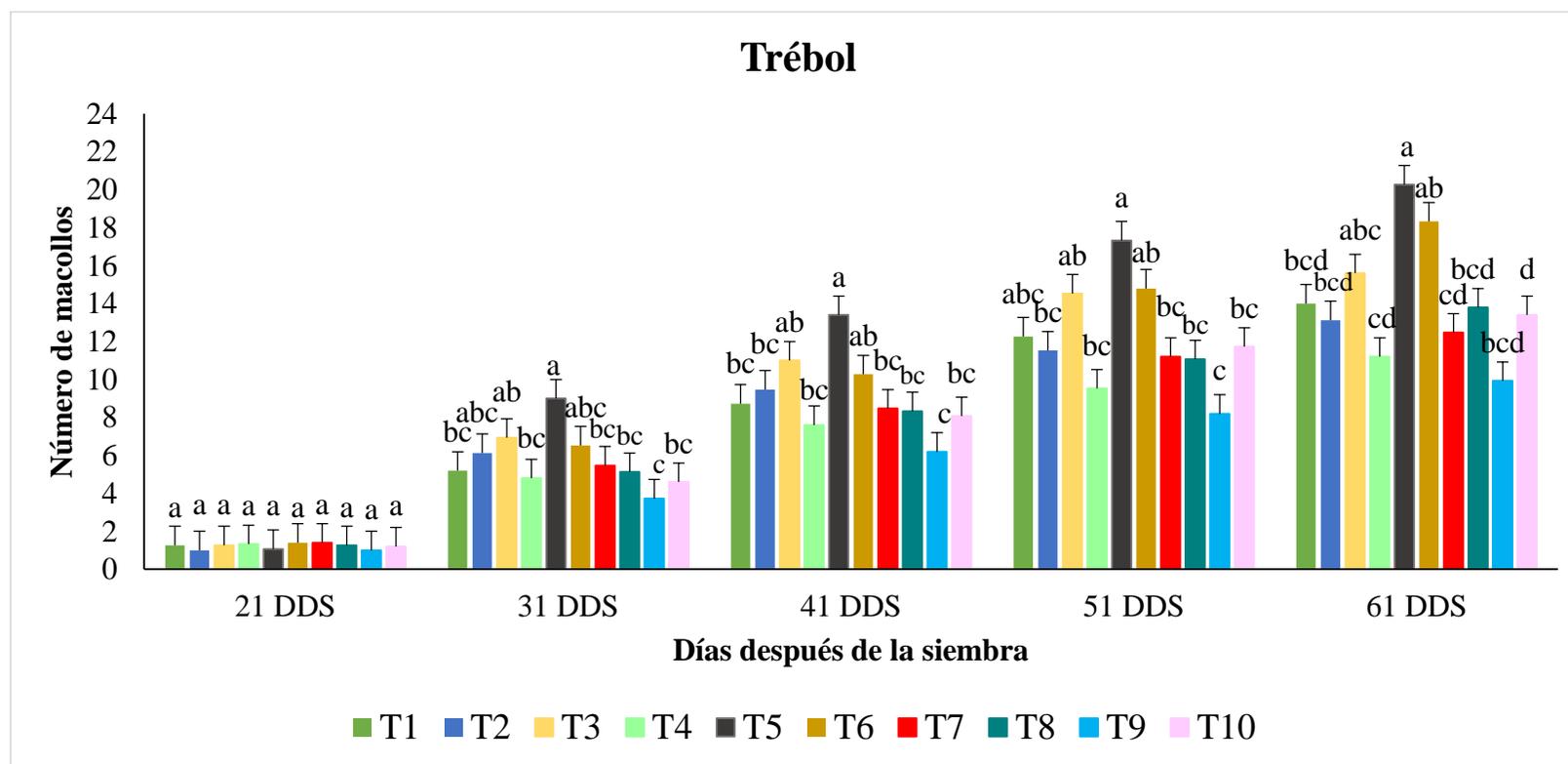
### 6.2.2. Número de macollos

Se observaron diferencias significativas en la variable de número de macollos entre los distintos tratamientos ( $p$ -valor  $< 0,05$ ). En el día 21, el tratamiento T6 mostró una diferencia estadísticamente significativa en comparación con T1, T2, T3, T9 y T10. A los 31 días, tanto T6 como T5 exhibieron un mayor número de macollos y fueron estadísticamente superiores a los demás tratamientos. Desde el día 41 hasta el 51, la aplicación de los tratamientos T5 y T6 influyó directamente en el número de macollos de la planta, siendo estadísticamente superior al T9, que funcionó como uno de los testigos. Sin embargo, no mostró superioridad estadística sobre los demás tratamientos. Finalmente, en el día 61, los tratamientos T5 y T6 (12 macollos), fueron estadísticamente significativos en comparación con T3, T4, T8, T9 y T10.



**Figura 5.** Número de macollos de raygrass. Medias con letras iguales en las barras no son estadísticamente diferentes (Tukey,  $P > 0,05$ ). Las barras en los gráficos representan el error estándar de las medias de las tres repeticiones.

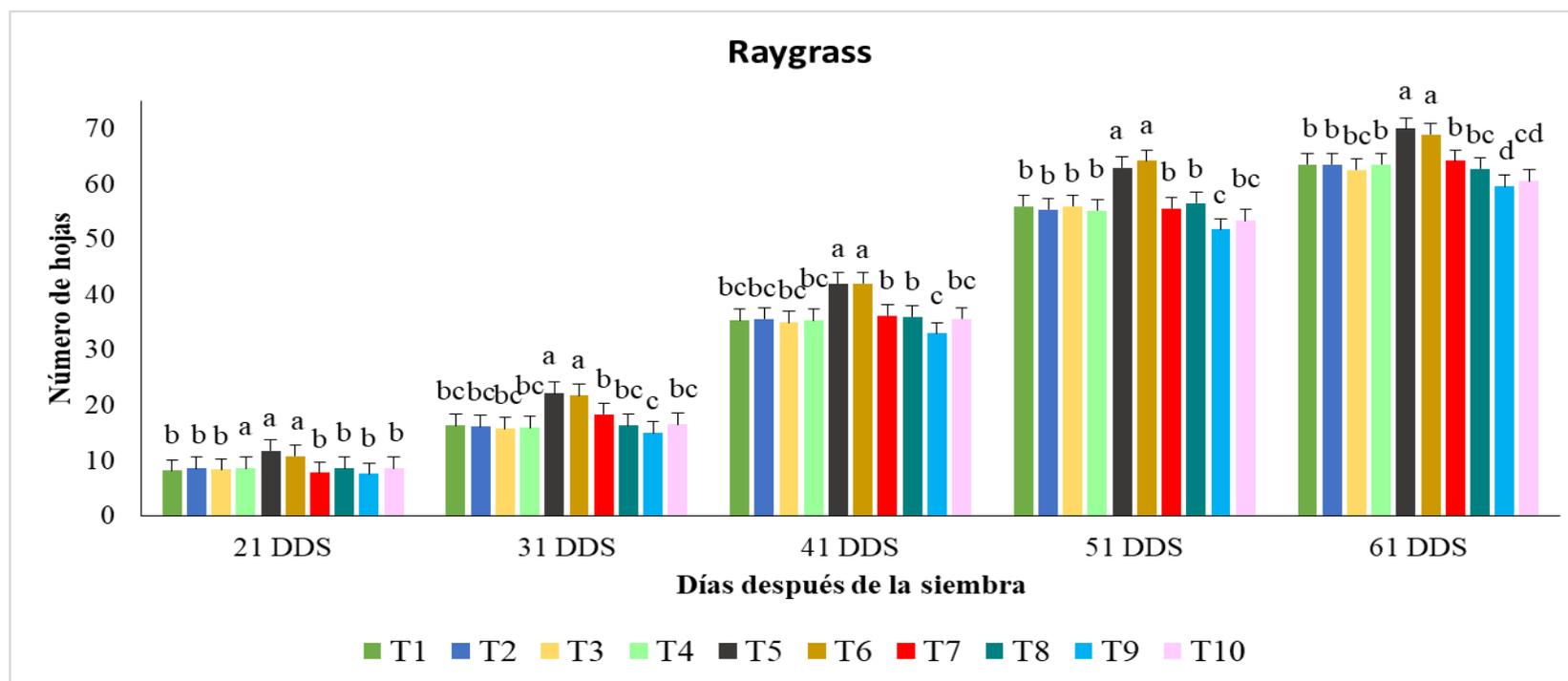
A los 21 días ninguno de los tratamientos fue estadísticamente significativo. Por otro lado, el tratamiento 5 se destacó como el más efectivo a partir de los 31 DDS hasta el final de la evaluación. Este tratamiento demostró consistentemente una superioridad en comparación con los demás tratamientos considerados en el estudio. Aunque el tratamiento 6 también exhibió un mayor número de macollos en relación con algunos de los tratamientos, es importante señalar que, estadísticamente, no se encontró significativamente superior a todos los demás tratamientos. Sin embargo, se observó que el tratamiento 6 superó de manera significativa a uno de los testigos T10 utilizado como referencia en el estudio (figura 6).



**Figura 6.** Número de macollos del trébol. Medias con letras iguales en las barras no son estadísticamente diferentes (Tukey,  $P > 0.05$ ). Las barras en los gráficos representan el error estándar de las medias de las tres repeticiones.

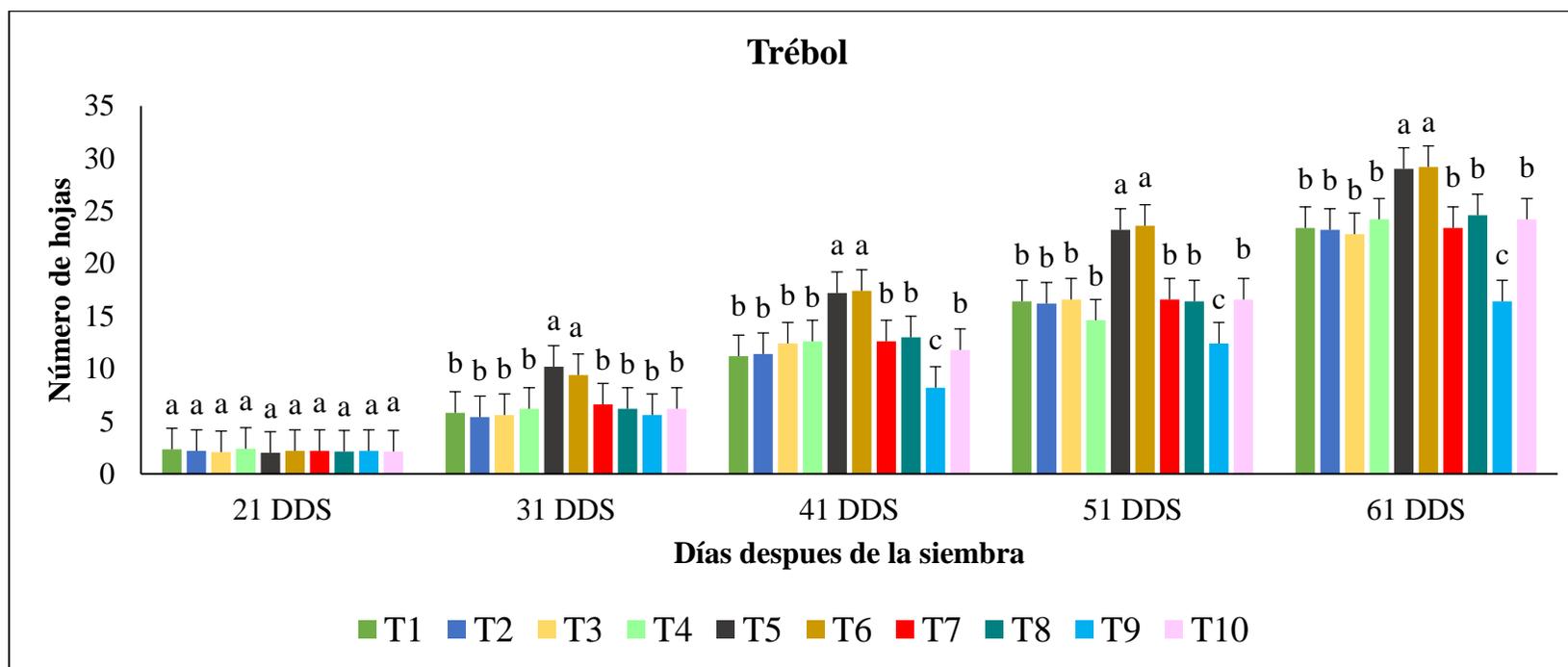
### 6.2.3. Número de hojas

En la fase inicial, a los 21 días después de la siembra, no se observaron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos evaluados. Sin embargo, desde el día 31 y hasta el día 61, se evidenciaron variaciones significativas en el desarrollo foliar. En este periodo, los tratamientos T5 y T6 destacaron como los más efectivos con 70 hojas por mata, registrando un incremento significativo en el número de hojas en comparación con los demás tratamientos. Cabe resaltar que, durante este intervalo de tiempo, el tratamiento T9 que es uno de los testigos exhibió el menor número de hojas presentes con un número de 59 hojas hasta el día 61 (figura 7).



**Figura 7.** Número de hojas del raygrass. Medias con letras iguales en las barras no son estadísticamente diferentes (Tukey,  $P > 0.05$ ). Las barras en los gráficos representan el error estándar de las medias de las tres repeticiones.

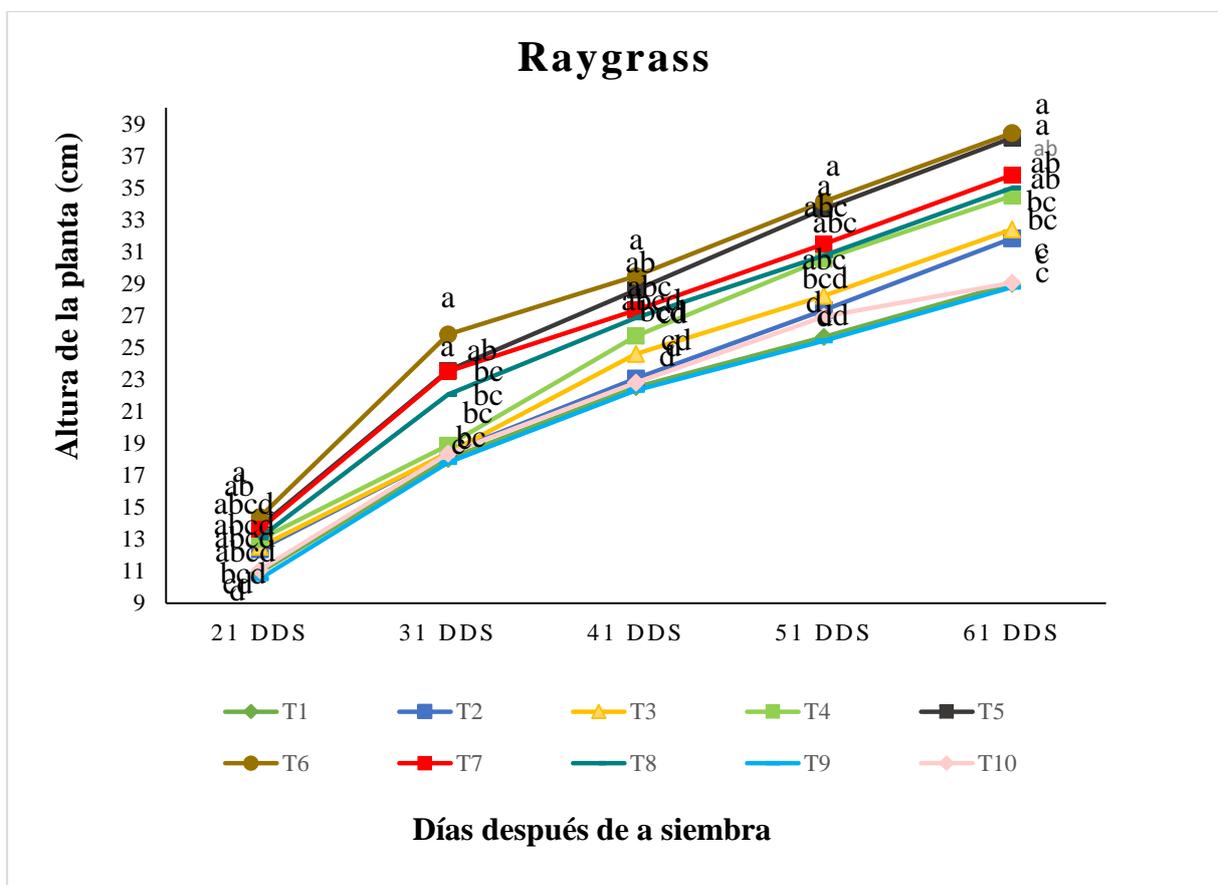
En la figura 8, se representa el período de evaluación comprendido entre el día 21 y el día 61 después de la siembra, durante el cual se realizó un análisis del número de hojas en trébol en diversos tratamientos. Se observó que los tratamientos 5 y 6 exhiben una diferencia estadística significativa con 29 hojas en comparación con los demás tratamientos, que mantuvieron una constancia en la cantidad de hojas. Además, es relevante señalar que el (T9), uno de los testigos, presentó un promedio de hojas inferior con 16 hojas en comparación con los demás tratamientos.



**Figura 8.** Número de hojas del trébol. Medias con letras iguales en las barras no son estadísticamente diferentes (Tukey,  $P > 0.05$ ). Las barras en los gráficos representan el error estándar de las medias de las tres repeticiones.

### 6.2.4. Altura

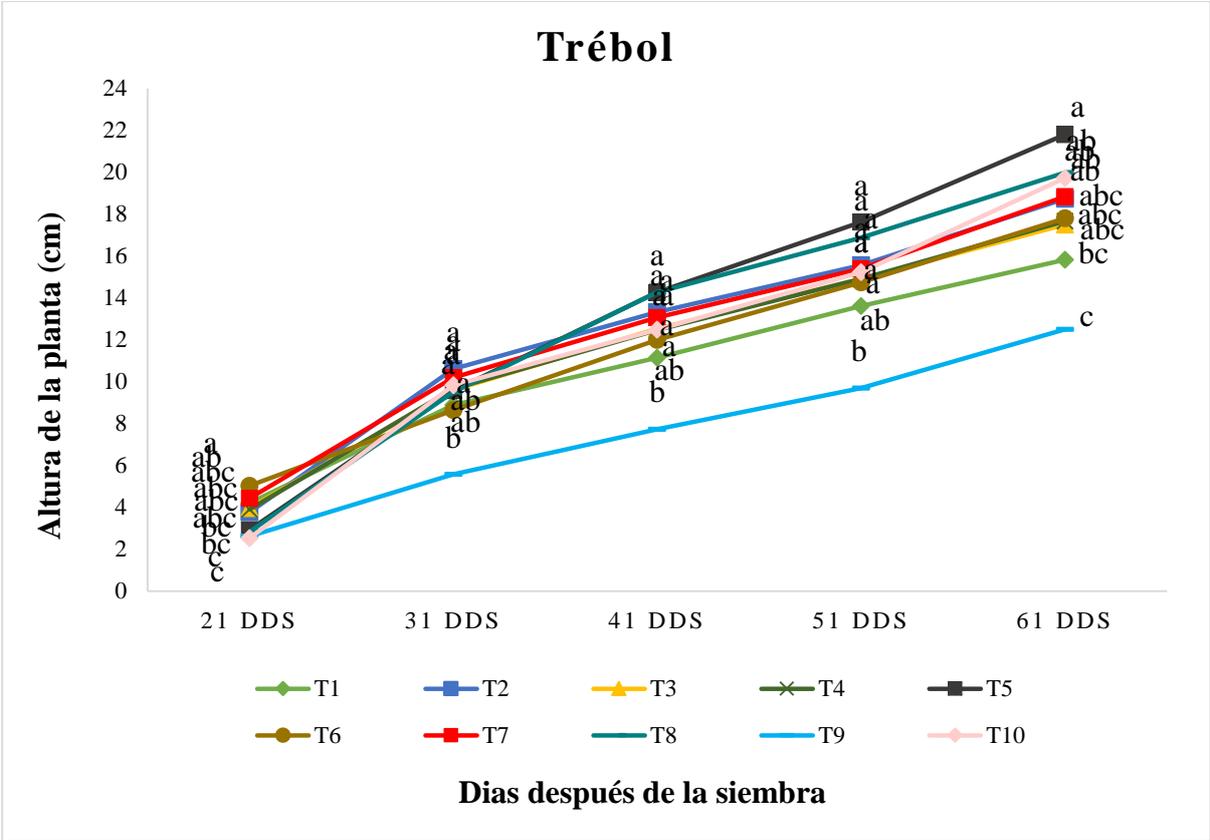
En la figura 9 se observa la altura del raygrass que presentó diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) En el día 21, el tratamiento T6 demostró ser el más efectivo, seguido por el T5. Aunque el aumento de altura en el T5 no fue estadísticamente significativo en comparación con otros tratamientos. A medida que avanzan los días, desde el día 31 hasta el 61, los tratamientos T6 y T5 continuaron siendo los más altos con 38,43 cm. Sin embargo, es interesante notar que, a pesar de su mayor altura, no fueron estadísticamente superiores a los tratamientos T7, T8 y T4. Sin embargo, cabe destacar que tanto el T6 como el T5 mantuvieron alturas superiores en comparación con los tratamientos de control durante toda la evaluación.



**Figura 9.** Altura del raygrass. Medias con letras iguales en las barras no son estadísticamente diferentes (Tukey,  $P > 0.05$ ). Las barras en los gráficos representan el error estándar de las medias de las tres repeticiones.

Inicialmente, en el día 21, el tratamiento T6 presentó una mayor altura. Sin embargo, a medida que transcurrieron los días, se observó una disminución progresiva en la altura de las plantas, culminando en el día 61, donde, a pesar de mostrar significancia estadística, ya no fue el tratamiento. Por el contrario, el tratamiento más efectivo a lo largo del período de estudio resultó ser el T5 con 21,81 cm. A medida que avanzaba el tiempo, este tratamiento mostró un

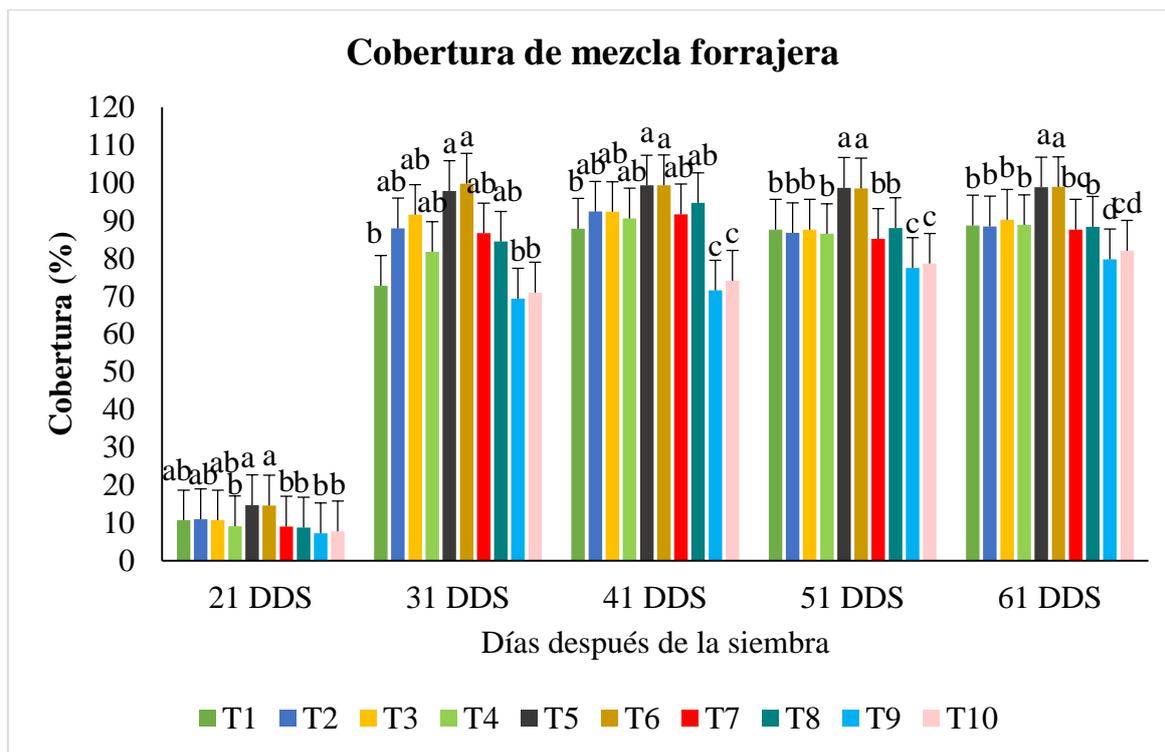
aumento sostenido en la altura de las plantas, consolidándose como el de mejor al llegar al día 61. En cuanto a los testigos, se destacó el T9 como el que presentó la menor altura entre todos los tratamientos con 12,51 cm (figura 10).



**Figura 10.** Altura del trébol. Medias con letras iguales en las barras no son estadísticamente diferentes (Tukey,  $P > 0.05$ ). Las barras en los gráficos representan el error estándar de las medias de las tres repeticiones.

**6.2.5. Cobertura**

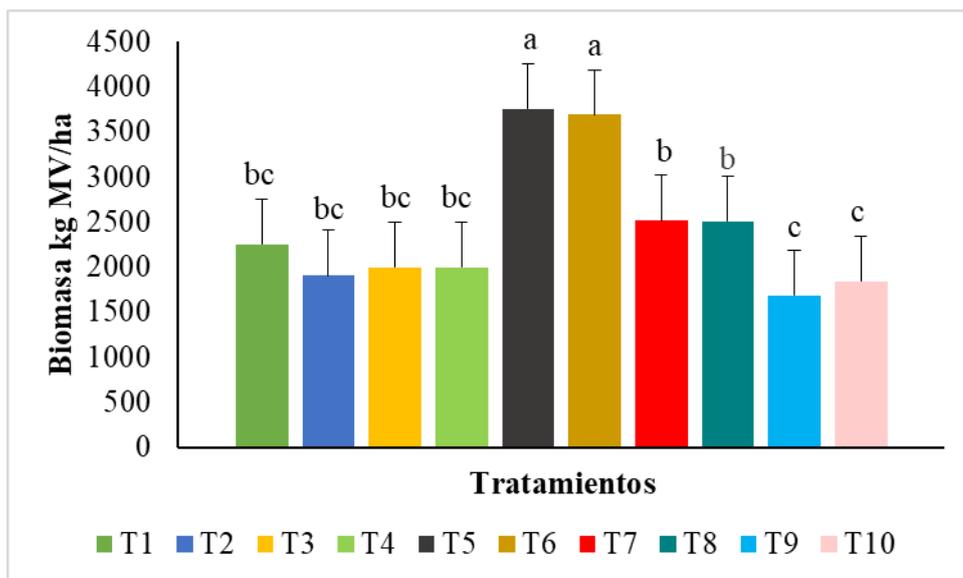
Durante el período de evaluación que abarcó desde el día 21 hasta el día 61, se observaron resultados significativos ( $P < 0,05$ ) en cuanto a la cobertura por la mezcla forrajera compuesta por Raygrass y Trébol. De manera destacada, los tratamientos T5 (98,86 %) y T6 (98,93 %) fueron los más efectivos en este contexto desde la primera hasta la última evaluación. Cabe resaltar que, que los testigos, mostraron una menor capacidad de cobertura (figura 11).



**Figura 11.** Cobertura de la mezcla forrajera. Medias con letras iguales en las barras no son estadísticamente diferentes (Tukey,  $P > 0.05$ ). Las barras en los gráficos representan el error estándar de las medias de las tres repeticiones.

#### 6.2.6. Producción de biomasa en kg/ha

En la figura 12 se presenta la biomasa en Kg/ha, estos resultados presentan diferencia significativa ( $P < 0,05$ ). Los resultados revelaron que los tratamientos T5 (3 756,53 Kg/Ha) y T6 (3 689,33 Kg/Ha) fueron estadísticamente superiores con los demás tratamientos, incluidos los testigos, que fueron los que presentaron la menor biomasa.



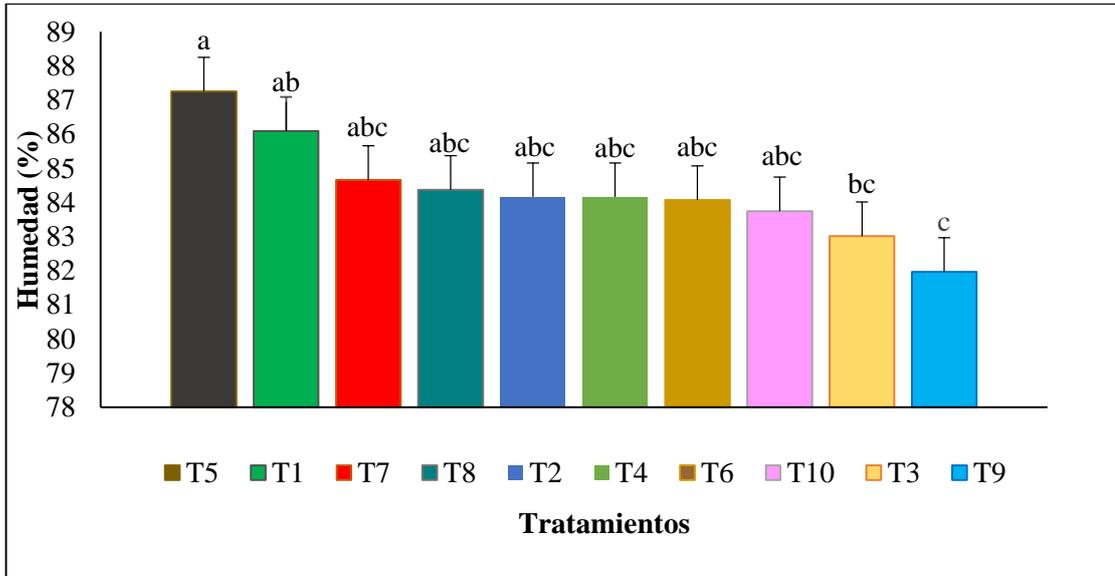
**Figura 12.** Producción de Biomasa. Medias con letras iguales en las barras no son estadísticamente diferentes (Tukey,  $P > 0.05$ ). Las barras en los gráficos representan el error estándar de las medias de las tres repeticiones.

### 6.3. Resultados del segundo objetivo

Evaluar la calidad nutricional de las mezclas forrajeras con la aplicación de fertilizante químico y orgánico más micorrizas.

#### 6.3.1. Humedad

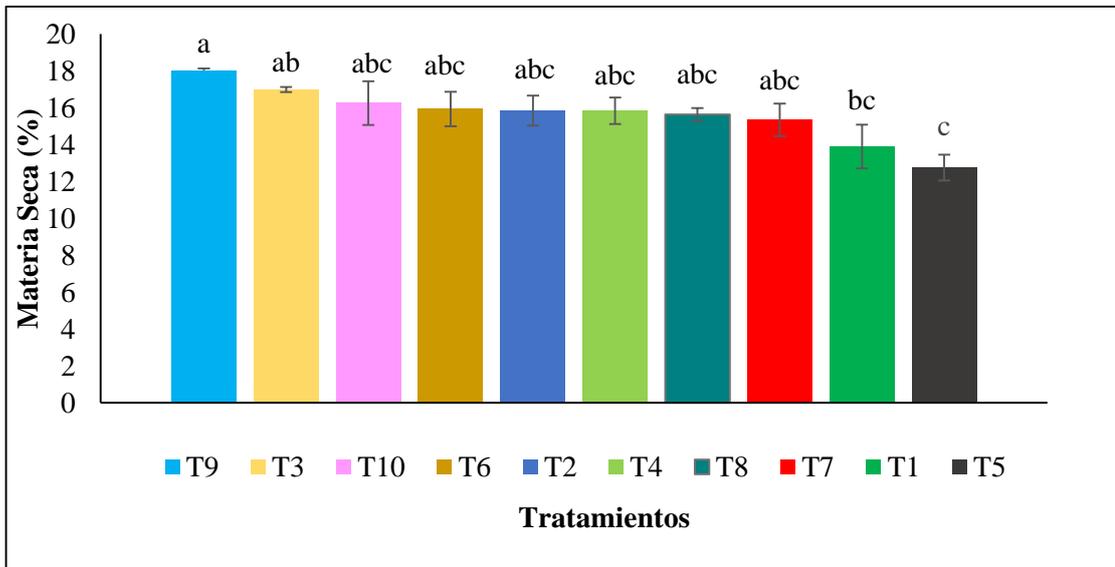
En la figura 13 se observa el porcentaje de humedad de la mezcla forrajera en donde presenta diferencias estadísticamente significativas ( $P > 0,05$ ) a los 61 DDS. Destacando el valor más alto entre tratamientos el T5 con 87,25 % de humedad, mientras que el valor más bajo fue el T9 con 81,97 % de humedad.



**Figura 13.** Porcentaje de humedad de la mezcla forrajera. Medias con letras iguales en las barras no son estadísticamente diferentes (Tukey,  $P > 0.05$ ). Las barras en los gráficos representan el error estándar de las medias de las tres repeticiones.

### 6.3.2. Materia seca

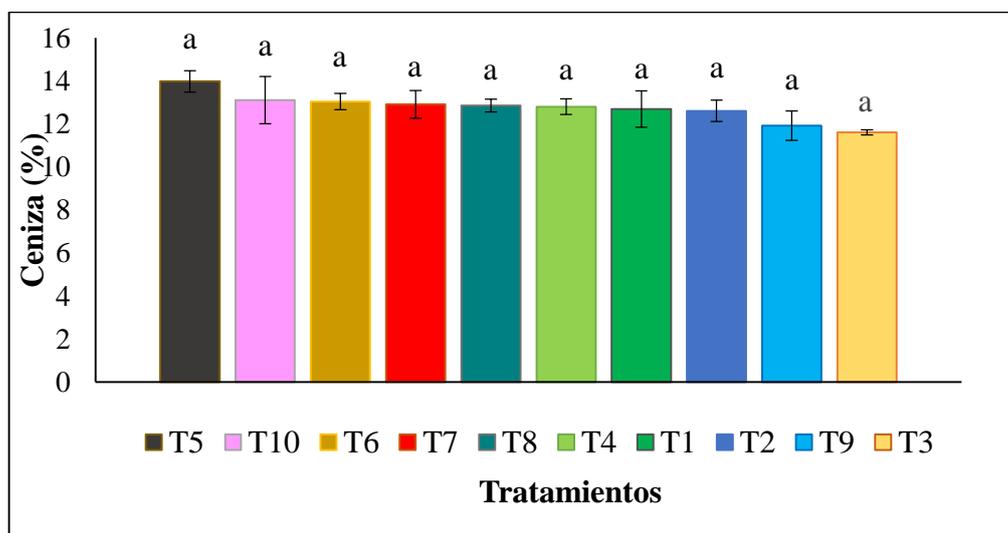
En la figura 16 se observa el porcentaje de materia seca de la mezcla forrajera en donde presenta diferencias estadísticamente significativas ( $P > 0,05$ ) a los 61 DDS. Destacando el valor más alto entre tratamientos el T9 con 18,03 % de materia seca, mientras que el valor más bajo fue el T5 con 12,75 % de materia seca.



**Figura 14.** Porcentaje de materia seca de la mezcla forrajera. Medias con letras iguales en las barras no son estadísticamente diferentes (Tukey,  $P > 0.05$ ). Las barras en los gráficos representan el error estándar de las medias de las tres repeticiones

### 6.3.3. Ceniza

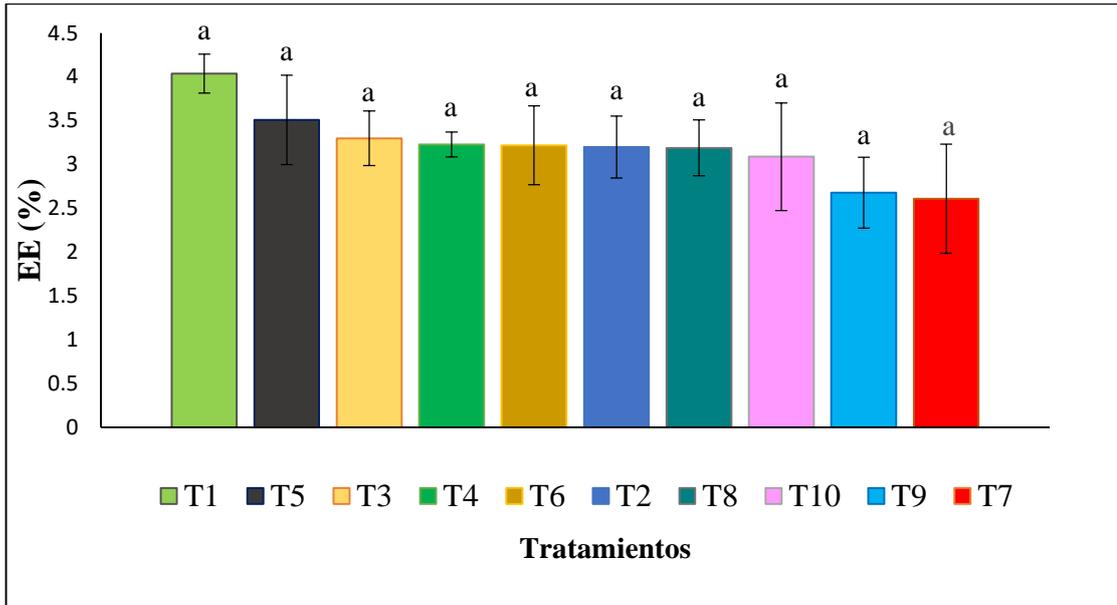
En la figura 15 se observa el porcentaje de ceniza de la mezcla forrajera en donde no presenta diferencias estadísticamente significativas ( $P > 0,05$ ) a los 61 DDS. Destacando el valor más alto entre tratamientos el T5 con 13,98 % de ceniza, mientras que el valor más bajo fue el T3 con 11,61 % de ceniza.



**Figura 15.** Porcentaje de ceniza de la mezcla forrajera. Medias con letras iguales en las barras no son estadísticamente diferentes (Tukey,  $P > 0.05$ ). Las barras en los gráficos representan el error estándar de las medias de las tres repeticiones.

### 6.3.4. Grasa

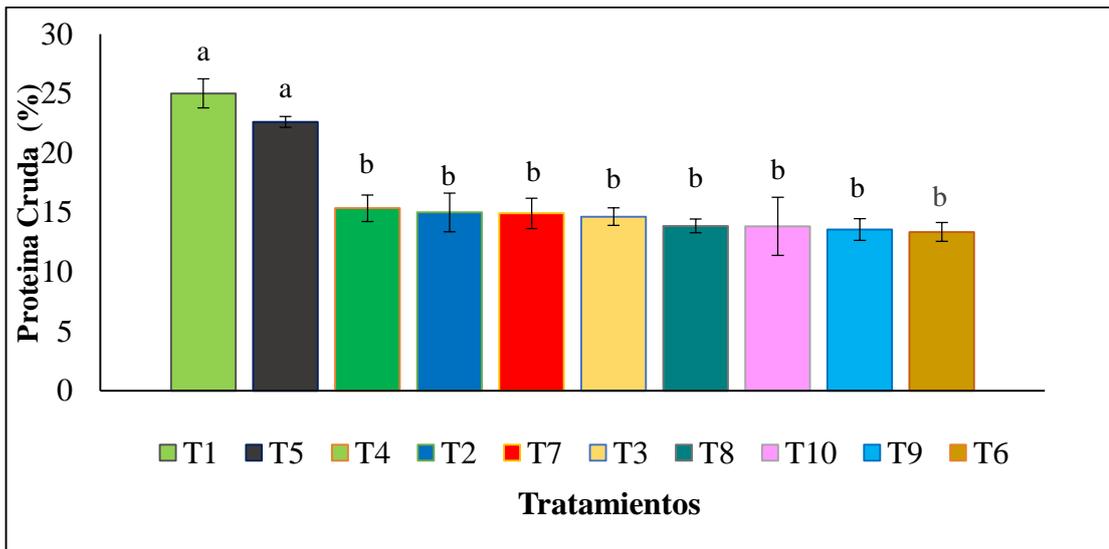
En la figura 16 se observa el porcentaje de grasa de la mezcla forrajera en donde no presenta diferencias estadísticamente significativas ( $P > 0,05$ ) a los 61 DDS. Destacando el valor más alto entre tratamientos el T1 con 4,04 % de grasa, mientras que el valor más bajo fue el T7 con 2,61 % de grasa.



**Figura 16.** Porcentaje de grasa de la mezcla forrajera. Medias con letras iguales en las barras no son estadísticamente diferentes (Tukey,  $P > 0.05$ ). Las barras en los gráficos representan el error estándar de las medias de las tres repeticiones.

### 6.3.5. Proteína

En la figura 17 se observa el porcentaje de proteína cruda de la mezcla forrajera en donde presenta diferencias estadísticamente significativas ( $P > 0,05$ ) a los 61 DDS. Destacando el valor más alto entre tratamientos el T1 con 25,01 % de proteína, mientras que el valor más bajo fue el T6 con 13,35 % de proteína.



**Figura 17.** Porcentaje de proteína cruda de la mezcla forrajera. Medias con letras iguales en las barras no son estadísticamente diferentes (Tukey,  $P > 0.05$ ). Las barras en los gráficos representan el error estándar de las medias de las tres repeticiones.

## 7. Discusión

### 7.2. Discusión para el primer objetivo

La presente investigación muestra resultados significativos que destacan la eficacia de los tratamientos T5 y T6 en la producción de biomasa y calidad nutricional en comparación con los testigos y los otros tratamientos evaluados. La mejora observada en términos de número de macollos, hojas, altura de planta, cobertura forrajera y producción de biomasa demuestra la influencia positiva de la combinación de Raygrass var. Bandito y Trébol Blanco var. Ladino, así como la fertilización química, y orgánica con la incorporación de micorrizas. Es interesante notar que, a pesar de la eficacia de estos tratamientos, no se observaron diferencias estadísticas significativas en la emergencia de las plantas de Raygrass y Trébol Blanco en las dos evaluaciones realizadas. Este hallazgo se asemeja a los resultados obtenidos por [Arbito \(2011\)](#), quien evaluó la producción de pastos mediante la siembra de Raygrass y Trébol en un predio establecido de kikuyo, con la aplicación de abono de gallina y yaramila en el cantón Guachapala provincia de Azuay, Ecuador, quien tampoco encontró diferencia significativa para la variable emergencia de plantas. La falta de diferencias estadísticas en la emergencia de plantas podría atribuirse a la naturaleza menos sensible de esta variable en las etapas tempranas del desarrollo. Es común que las variaciones en los tratamientos tengan un impacto más evidente en etapas posteriores del ciclo de vida de las plantas.

La observación del número de macollos se revela como un indicador crucial en la evaluación del desarrollo y salud de las plantas forrajeras. En este estudio, se identificaron diferencias significativas entre los tratamientos, evidenciando la influencia directa de distintos enfoques de fertilización en el crecimiento de las plantas. El tratamiento T6, se destacó desde el día 21, manifestando un aumento significativo en el número de macollos en comparación con otros tratamientos. Esta tendencia se mantuvo hasta el día 61, subrayando la eficacia de la fertilización orgánica en el estímulo del crecimiento vegetativo. Asimismo, el tratamiento T5, con la misma combinación de especies, pero con fertilización química, también demostró ser altamente efectivo, siendo estadísticamente superior en el número de macollos a lo largo del estudio. Estos resultados contrastan con los presentados por [Cobos and Narváez \(2018\)](#), quienes evaluaron la fenología y producción de Rye grass (*Lolium multiflorum*) bajo sistemas de fertilización convencional y alternativa en la Granja de Iquis, Ecuador, en su investigación, hasta el día 61, solo se observaron 7 macollos, mientras que, en el presente estudio, se registraron hasta 12 macollos en los tratamientos 5 y 6. Esta diferencia sugiere que las condiciones específicas del presente estudio, junto con la elección de especies y enfoques de

fertilización, pueden haber contribuido significativamente a una mayor producción de macollos. Los resultados obtenidos en este estudio respaldan la idea de que tanto la fertilización química como la orgánica pueden desencadenar respuestas positivas en el número de macollos, coincidiendo con las conclusiones de [Możdżer and Styrczula \(2019\)](#).

La observación del número de hojas en los cultivos de raygrass y trébol revela diferencias significativas, destacando los tratamientos T5 y T6 como los más efectivos en ambos casos. En el raygrass, se registró un máximo de 70 y 69 hojas para los tratamientos T5 y T6, respectivamente. Estos resultados superan a los presentados por [Cobos and Narváez \(2018\)](#), quienes, en un manejo convencional, obtuvieron 62 hojas, y con un manejo alternativo, alcanzaron 65 hojas. Esta discrepancia sugiere que la fertilización química en el caso del T5 y la fertilización orgánica en el T6 tienen un impacto positivo en el desarrollo foliar del raygrass. Además, señala la importancia de la elección de la combinación de especies y el tipo de fertilización en el desarrollo foliar de este cultivo. En cuanto al trébol, existe evidencia en la literatura, como señalan [Valladares et al. \(2017\)](#), que el número de hojas depende en gran medida del tipo de nutrición proporcionado. Los resultados del presente estudio respaldan esta afirmación al demostrar que tanto la fertilización química como la orgánica, cuando se aplican en dosis adecuadas, son esenciales para el crecimiento y desarrollo del trébol. Estos hallazgos resaltan la importancia de la gestión nutricional en el desarrollo foliar tanto del raygrass como del trébol. Los tratamientos T5 y T6 emergen como estrategias efectivas para estimular el crecimiento foliar en el raygrass, mientras que la consideración cuidadosa de la nutrición ya sea química u orgánica, es fundamental para el desarrollo óptimo de las hojas en el trébol.

La variable de altura de la planta de raygrass evidenció diferencias significativas entre tratamientos desde el inicio de la evaluación, destacándose los tratamientos 5 y 6 como los que alcanzaron las alturas máximas de 38 cm. Si bien estos resultados muestran alturas bajas en comparación con otros estudios, [Cobos and Narváez \(2018\)](#), donde obtuvieron alturas de 82 cm con manejo convencional y 103 cm con manejo alternativo en raygrass, los resultados del presente estudio son muy inferiores. La disparidad puede atribuirse a varias variables, como diferencias en las condiciones del suelo, la elección específica de las especies de raygrass, y las prácticas de manejo agrícola particulares en cada estudio. Estas variaciones subrayan la importancia de considerar factores contextuales para interpretar y comparar resultados entre diferentes investigaciones. En otro estudio relevante, [Moscoso et al. \(2015\)](#), al evaluar el efecto de diferentes niveles de fertilización en una mezcla forrajera de *Medicago sativa*, *Lolium perenne* y *Trifolium repens*, obtuvieron una altura de 50,96 cm para el día 45 de evaluación

presentando una mayor altura en comparación con el presente estudio. Esta comparación resalta nuevamente la variabilidad en los resultados entre estudios, sugiriendo que las condiciones específicas de la mezcla forrajera y las estrategias de fertilización pueden desempeñar un papel crucial en la determinación de la altura de las plantas de raygrass. Además, es relevante mencionar que la altura alcanzada por las plantas de raygrass en los tratamientos 5 y 6, a pesar de ser inferior a algunos estudios de referencia, puede considerarse satisfactoria en el contexto de la producción forrajera, especialmente si se tiene en cuenta la complejidad de factores interrelacionados que influyen en el crecimiento de las plantas.

La variable de cobertura vegetal reveló diferencias significativas entre tratamientos a lo largo del experimento, destacando consistentemente los tratamientos T5 y T6 como los que presentaron una cobertura más destacada. Hacia el día 61, estos tratamientos alcanzaron un porcentaje de cobertura del 98,86 % y 98,93 %, respectivamente. A pesar de estos resultados favorables, es crucial situarlos en el contexto de investigaciones similares para comprender mejor su relevancia y variabilidad. Comparando con [Quenguan and Gutiérrez \(2022\)](#), quienes evaluaron el rendimiento del raigrás perenne en Quito, Ecuador, se observa que los resultados actuales son inferiores. En su estudio, reportaron un promedio del 91,7 % de cobertura vegetal a los 28 días. Comparando con estudios que emplearon diferentes enfoques de fertilización, como [Quinzo \(2014\)](#), se observa una variabilidad en los resultados. La aplicación de purín y giberelinas, así como la utilización de abono orgánico de forma foliar, demostraron efectos positivos en la cobertura vegetal en algunos estudios ([Hidalgo, 2010](#)). Sin embargo, es esencial tener en cuenta las diferencias en las condiciones de aplicación y las características específicas de los abonos utilizados, lo que puede influir en la absorción por parte de las plantas.

Los resultados obtenidos en la variable de biomasa de la mezcla forrajera reflejan de manera consistente que los tratamientos T5 y T6 fueron superiores en comparación con los demás tratamientos, La mayor biomasa podría estar directamente relacionada con las estrategias de fertilización implementadas, que incluyeron tanto fertilizantes químicos como orgánicos. La aplicación de estas estrategias parece haber tenido un impacto positivo en el rendimiento de la mezcla forrajera, resultando en una mayor cantidad de biomasa producida en comparación con los demás tratamientos. Estos resultados son consistentes con las observaciones de [Vargas \(2011\)](#), quien evaluó diferentes dosis de enmiendas húmicas en la producción primaria de forraje del *Lolium perenne* indicó que el Raygrass perenne, al final del primer año en 9 cortes, puede producir entre 41,67 y 50 toneladas de forraje. Al relacionar estos valores con la producción por corte, se obtiene un rango entre 4 000 kg y 5 330 kg de FV/ha/corte. Los

resultados actuales, que muestran producciones de biomasa en el rango de 3 689,33 kg a 3 756,53 kg/ha, se encuentran dentro de este rango mencionado por [Vargas \(2011\)](#), respaldando la validez y coherencia de los datos obtenidos en este estudio.

Al contrastar estos resultados con el estudio de [Valladares et al. \(2017\)](#), donde evaluaron el efecto de la fertilización con purín de vacuno en una mezcla de tréboles anuales y raigrás italiano para ensilar, se observa una diferencia en los valores de biomasa. En el estudio mencionado, obtuvieron una biomasa de 5 292 kg, superior a los resultados del presente estudio. Estas discrepancias podrían atribuirse a varias razones, como las diferencias en la composición de la mezcla forrajera, las condiciones del suelo, o las estrategias específicas de fertilización utilizadas en cada estudio. Los resultados obtenidos en este estudio son consistentes con las conclusiones de otros investigadores, lo que fortalece la validez y relevancia de los hallazgos. [Liu et al. \(2017\)](#), destacaron la importancia de combinar fertilizantes orgánicos con fertilizantes químicos (NPK), resaltando que esta sinergia conlleva a un aumento significativo en el rendimiento del forraje. La colaboración entre ambos tipos de fertilizantes puede proporcionar una gama más amplia de nutrientes para las plantas, aprovechando las ventajas de las dos fuentes y optimizando el crecimiento de los cultivos.

### **7.3. Discusión para el segundo objetivo**

El tratamiento T5 exhibió un aumento significativo en el contenido de humedad, la comparación con el estudio de [Bohórquez \(2018\)](#), que evaluó distintos abonos en una mezcla forrajera similar, muestra que el tratamiento T5 del presente estudio exhibe un contenido de humedad superior (87,25 %) en comparación con el máximo de 76,9 % encontrado por Bohórquez. Esto sugiere que la fertilización química aplicada en el tratamiento T5 ha tenido un impacto más pronunciado en la retención de agua en las plantas. La referencia a [Meléndez \(2015\)](#), resalta que un mayor contenido de humedad no solo puede contribuir a un mayor peso fresco del forraje, sino que también puede influir en la palatabilidad, siendo un factor crítico para la aceptación y consumo por parte del ganado. La variabilidad en los porcentajes de humedad observados en diferentes estudios, como el de [Heydarzadeh et al. \(2023\)](#) con un 82 %, destaca que estos valores pueden variar en función de diversos factores. La variación subraya la necesidad de adaptar las prácticas agrícolas a las condiciones específicas de cada estudio. La mayor humedad registrada en el tratamiento T5 podría tener un impacto positivo en la palatabilidad del forraje, ya que los animales suelen preferir forraje más tierno y jugoso. Esto

es fundamental en la producción animal, ya que un forraje más sabroso puede estimular el consumo y, por lo tanto, influir positivamente en el rendimiento animal.

La ceniza, como componente mineral inorgánico, abarca minerales esenciales para la nutrición animal, según lo documentado en estudios previos [Martinez and Leiva \(2018\)](#). Aunque en nuestra investigación no se observaron diferencias significativas, es importante destacar que el tratamiento T5 exhibió el valor más alto de ceniza, alcanzando un 13,98 %. Comparando estos resultados con otros estudios, se observa una similitud con el porcentaje de ceniza presentado por [Vargas \(2011\)](#), donde obtuvieron un 13,87 %. Sin embargo, nuestros valores son superiores a los reportados por [Cevallos et al. \(2008\)](#), quienes, a los 112 días, registraron un 10,46 % en el parámetro nutritivo de ceniza. Este contraste podría atribuirse al mayor período de tiempo evaluado en el estudio de [Avellaneda et al. \(2023\)](#)., ya que el autor sugiere que, con el tiempo, la edad del pasto puede provocar una disminución progresiva del valor nutritivo, resultando en porcentajes menores de cenizas. En este sentido, las plantas pueden perder gradualmente la cantidad de materia inorgánica absorbida del suelo a medida que envejecen. Estos hallazgos subrayan la importancia de considerar el factor temporal en la evaluación de parámetros nutricionales, ya que la edad de la planta y el tiempo de crecimiento pueden influir significativamente en la composición química del forraje. Además, resaltan la variabilidad en los resultados entre estudios y subrayan la necesidad de adaptar las interpretaciones a las condiciones específicas de cada investigación.

El tratamiento T9 se destacó con un valor notablemente alto de materia seca, alcanzando un 18,03 %. Para contextualizar este resultado, lo comparamos con el estudio de [Villalobos and Sánchez \(2010\)](#), quienes llevaron a cabo una evaluación agronómica y nutricional del pasto raygrass perenne tetraploide (*Lolium perenne*) en lecherías de las zonas altas de Costa Rica. En dicho estudio, el mejor tratamiento logró un contenido de materia seca de 15,92 %, lo que contrasta con el 18,03 % obtenido en nuestro tratamiento T9. Este resultado es particularmente interesante ya que el tratamiento T9, a pesar de haber mostrado consistentemente desempeños menos favorables en otras variables, sorprendentemente se destaca como el mejor en términos de materia seca. Este hallazgo subraya la complejidad de las interacciones que pueden surgir, donde un tratamiento que no destaca en otras métricas puede sobresalir en aspectos específicos, como el contenido de materia seca. Este resultado podría indicar que la ausencia de fertilización química y orgánica promueve un mayor contenido de materia seca en el forraje, respaldando hallazgos previos ([Neves et al., 2019](#)).

El contenido de grasa en forrajes, generalmente fluctuante entre el 2 % y el 5 %, proporciona un contexto relevante para interpretar los resultados del presente estudio. Aunque las cifras mencionadas constituyen rangos generales y pueden variar en función de diversos factores, los resultados obtenidos en este estudio ofrecen una perspectiva valiosa sobre el contenido de grasa en las mezclas forrajeras de *Lolium perenne* y *Trifolium repens*. Si bien no se observaron diferencias significativas entre los tratamientos, es importante destacar que el T1 presentó un contenido de grasa del 4,04 %. Este valor, supera las cifras reportadas por [Castro et al. \(2019\)](#) en su estudio sobre la fertilización en cultivares de *Lolium perenne* L. en el trópico alto de Nariño-Colombia. En su mejor tratamiento, obtuvieron un 2,9 %, lo que sugiere que la combinación de factores específicos en el presente estudio pudo haber contribuido a un contenido de grasa superior en las mezclas forrajeras. Comparando estos resultados con la investigación de [Oliva et al. \(2018\)](#), quienes analizaron la influencia de fertilizantes químicos y orgánicos en sistemas silvopastoriles con *Lolium multiflorum* y *Trifolium repens*, se observa que el mejor tratamiento obtenido para el contenido de grasa fue del 3,74 % para *Lolium multiflorum* y 5,33 % para *Trifolium repens*. Aunque los valores obtenidos en el presente estudio se encuentran dentro del rango general, es importante destacar las variaciones que pueden surgir debido a las especies específicas utilizadas y las condiciones particulares del estudio. Estas discrepancias en los resultados pueden atribuirse a factores como la variabilidad genética de las especies, las condiciones climáticas, el tipo de suelo y las prácticas agronómicas aplicadas. Además, la interacción compleja entre fertilizantes químicos y orgánicos podría haber desempeñado un papel crucial en la determinación del contenido de grasa en las mezclas forrajeras.

En el porcentaje de proteína el T1 y T5 fueron los tratamientos que presentaron los mejores resultados, la selección específica de especies y la aplicación de fertilización química en estos tratamientos parecen haber contribuido de manera positiva al incremento del contenido de proteína en el forraje. Este hallazgo sugiere que la combinación de Raygrass y Trébol Blanco, junto con la fertilización química, puede ser una estrategia efectiva para maximizar el valor nutricional del forraje producido. Es importante destacar que, aunque el T1 y T5 compartan la aplicación de fertilización química, la diferencia en las variedades de Raygrass utilizadas podría estar influyendo en la variabilidad observada en los niveles de proteína. Esto subraya la importancia de la elección de especies en la formulación de mezclas forrajeras y cómo estas decisiones pueden afectar la calidad nutricional del forraje resultante. Los resultados coinciden con estudios previos [Villalobos and WingChing \(2020\)](#), [Dimaté \(2016\)](#), que destacan la

importancia de la fertilización química para mejorar el contenido de proteína en pastos y forrajes. Además, el hecho de que tanto el T1 como el T5 hayan demostrado resultados sobresalientes sugiere la eficacia de la fertilización química en combinación con estas variedades específicas en la promoción de la síntesis de proteínas.

Estos hallazgos tienen importantes implicaciones para la práctica agrícola en nuestro contexto. La elección adecuada entre fertilización química y orgánica puede depender de varios factores, como costos, disponibilidad de insumos y objetivos de producción. La combinación de Raygrass y Trébol Blanco, especialmente cuando se aplica fertilización orgánica (T6), puede ser una estrategia eficaz para mejorar la producción de biomasa en sistemas forrajeros. Sin embargo, es crucial considerar que los resultados pueden variar según las condiciones específicas del suelo, clima y manejo agronómico. Se sugiere realizar estudios adicionales para comprender mejor la interacción entre los distintos elementos del sistema de cultivo, como las micorrizas, y su contribución a la productividad a largo plazo.

## **8. Conclusiones**

Durante la evaluación, se observaron patrones significativos que indican que tanto la fertilización química como la orgánica, junto con la asociación simbiótica con micorrizas, desempeñan un papel fundamental en la mejora de la producción de biomasa.

Los tratamientos específicos, como el T5 (fertilización química) y el T6 (fertilización orgánica más micorrizas), destacaron al mostrar resultados positivos y superiores en términos de rendimiento forrajero.

La evaluación de la calidad nutricional de las mezclas forrajeras mediante la aplicación de fertilizantes químicos y orgánicos, junto con la incorporación de micorrizas, ha proporcionado información valiosa sobre los efectos de estas prácticas agronómicas en la composición nutricional de los cultivos.

Los resultados obtenidos revelan que la aplicación de fertilizante químico y orgánico influye de manera significativa en la calidad nutricional de las mezclas forrajeras. Específicamente, se observaron mejoras notables en parámetros clave como materia seca, el contenido de proteína, humedad.

## **9. Recomendaciones**

Este estudio resalta la importancia de implementar estrategias diversificadas de fertilización para optimizar la producción de biomasa en sistemas forrajeros. Además, sugiere que la integración de prácticas orgánicas y la simbiosis con micorrizas pueden ser alternativas viables y sostenibles para mejorar la eficiencia de la producción agrícola. En última instancia, la información recopilada proporciona a los productores agrícolas conocimientos valiosos que pueden guiar la implementación de prácticas de manejo específicas para mejorar la producción de forraje, resaltando la importancia de la sostenibilidad y la eficiencia en la agricultura contemporánea.

Establecer comparaciones económicas entre los diferentes tratamientos, evaluando los costos asociados con la mejora de la calidad nutricional. Esta aproximación integral ofrecerá valiosas percepciones para la toma de decisiones prácticas en la gestión forrajera y la producción ganadera.

## 10. Bibliografía

- Ahmad, S., & Zeb, A. (2021). Phytochemical profile and pharmacological properties of *Trifolium repens*. *Journal of Basic and Clinical Physiology and Pharmacology*, 32(1). <https://doi.org/doi:10.1515/jbcpp-2020-0015>
- Arbito, R., Nancy Elizabeth. (2011). *Evaluación de la producción de pastos mediante la siembra de Ray Grass Ingles (Lolium perenne) y Trebol Rojo (Trifolium pratense) en un predio establecido de Kikuyo (Pennisetum clandestinum), en suelos con pendiente de riesgo, comparado con la aplicación de abono de gallina y yaramila, en el cantón Guachapala*
- Avellaneda, A., Yesid, Castillo-Sierra, J., Mancipe-Muñoz, E. A., & Vargas-Martínez, J. d. J. (2023). Factores que afectan la calidad del ensilaje de pasto Kikuyo (*Cenchrus clandestinus*). *Agronomía Mesoamericana*, 34(3).
- Bocquier, F., & González-García, E. (2010). Sustainability of ruminant agriculture in the new context: feeding strategies and features of animal adaptability into the necessary holistic approach. *animal*, 4(7), 1258-1273. <https://doi.org/10.1017/S1751731110001023>
- Bohórquez, F., Alex Patricio. (2018). *Evaluación del efecto de distintos abonos en el rendimiento de la mezcla forrajera establecida Rye grass (Lolium perenne), Alfalfa (Medicago sativa), Trébol blanco (Trifolium repens) y Pasto azul (Poa pratensis) en la Comunidad San Ignacio, Parroquia Toacazo, Cantón Latacunga, Provincia de Cotopaxi 2017-2018 Ecuador, Latacunga Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC)].*
- Caradus, J. R. (1994, 1994). Genetic diversity within white clover (*Trifolium repens* L.).
- Cárdenas, A., & Garzón, J. P. (2011). Guía de manejo de pastos para la sierra sur ecuatoriana.
- Carrión, J. (2019). *Evaluación de La productividad, potencial forrajero y rentabilidad de gramíneas forrajeras de corte en asociación con Centrosema Pubescens Benth en el piso bajo del cantón Gonzanamá Universidad Nacional de Loja-Ecuador].* Loja.
- Castro, R., Edwin, Cardona-Iglesias, J. L., Hernández-Oviedo, F., Valenzuela-Chiran, M., & Avellaneda-Avellaneda, Y. (2019). Evaluación de tres cultivares de *Lolium perenne* L. con vacas lecheras, en el trópico alto de Nariño-Colombia. *Pastos y forrajes*, 42(2), 161-170.
- Cevallos, J. H. A., Guerrero, F. C., Zamora, G. Q., Murillo, R. L., Valdez, O. D. M., Guerra, I. E., . . . Mendoza, E. P. (2008). Comportamiento agronómico y composición química de tres variedades de *Brachiaria* en diferentes edades de cosecha. *Revista Ciencia y Tecnología*, 1(2), 87-94.

- Cobos, F., & Narváez, D. (2018). Fenología y producción de Rye grass (*Lolium multiflorum*) bajo sistema de labranza convencional y alternativa en la Granja de Irquis. *Universidad de Cuenca Facultad de Ciencias Agropecuarias. Carrera de Ingeniería Agronómica. Obtenido de: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/28826/3/Trabajo%20de%20Titulaci%C3%B3n.pdf>*.
- Demagnet Filippi, R. (2014). Manual de especies forrajeras 2014. In: Universidad de la Frontera.
- Dimaté, G., Hugo Alberto. (2016). Caracterización agronómica y nutricional de cultivares de raigrás (*Lolium perenne*) en el Noreste de Bogotá.
- ESPAC. (2021). *Encuesta de superficie y producción agropecuaria Continua*. <https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoiZTEyY2NiZDI0YjZiYi00ZGQ1LTlkNGEtNDk1OGViM2Q1N2VlIiwidCI6ImYxNThhMmU4LWNhZWVtNDQwNi1iMGFiLWY1ZTI1OWJkYUExMiJ9&pageName=ReportSection>
- González, I., Betancourt, M., Fuenmayor, A., & Lugo, M. (2011). Producción y composición química de forrajes de dos especies de pasto Elefante (*Pennisetum* sp.) en el Noroccidente de Venezuela. *Zootecnia tropical*, 29(1), 103-112.
- Hannaway, D. B., Fransen, S., Cropper, J. B., Teel, M., Chaney, M., Griggs, T. D., . . . Hansen, D. E. (1999). Perennial Raygrass (*Lolium perenne* L.). [https://ir.library.oregonstate.edu/concern/administrative\\_report\\_or\\_publications/9306sz60j](https://ir.library.oregonstate.edu/concern/administrative_report_or_publications/9306sz60j)
- Heydarzadeh, S., Arena, C., Vitale, E., Rahimi, A., Mirzapour, M., Nasar, J., . . . Gitari, H. (2023). Impact of different fertilizer sources under supplemental irrigation and rainfed conditions on eco-physiological responses and yield characteristics of dragon's head (*Lallemantia iberica*). *Plants*, 12(8), 1693.
- Hidalgo, P. (2010). Evaluación del comportamiento productivo de una mezcla forrajera de raygrass (*Lolium perenne*), pasto azul (*Dactylis glomerata*) y trébol blanco (*Trifolium repens*), mediante la utilización de diferentes niveles de vermicompost. *T. d. pregrado, Ed.) Escuela Superior Politecnica de Chimborazo*.
- Inda, L. A., Sanmartín, I., Buerki, S., & Catalán, P. (2014). Mediterranean origin and Miocene–Holocene Old World diversification of meadow fescues and Raygrasses (*Festuca* subgenus *Schedonorus* and *Lolium*) [<https://doi.org/10.1111/jbi.12211>]. *Journal of Biogeography*, 41(3), 600-614. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/jbi.12211>
- INIA. (2018). Algunos conceptos sobre calidad de forrajes. *Instituto nacional de investigaciones agropecuarias Uruguay*, 2.

<http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/11188/1/Ficha-tecnica-33-Algunos-conceptos-sobre-calidad-de-forrajes.pdf>

- Jiménez, O., Granados, L., Oliva, J., Quiroz, J., & Barrón, M. (2010). Calidad nutritiva de *Brachiaria humidicola* con fertilización orgánica e inorgánica en suelos ácidos. *Archivos de Zootecnia*, 59(228), 561-570.
- Karadag, Y., & Seydosoglu, S. (2014). Grasses. In Y. Karadag (Ed.), *Perennial Raygrass (Lolium perenne L.)* (pp. 392). Iksad Publications
- León, Bonifaz, N., & Gutiérrez, F. (2018). *Pastos y forrajes del Ecuador* (E. U. Abya-Yala, Ed. 1 ed.).
- Li, Y., Iwaasa, A. D., Wang, Y., Jin, L., Han, G., & Zhao, M. (2014). Condensed tannins concentration of selected prairie legume forages as affected by phenological stages during two consecutive growth seasons in western Canada. *Canadian Journal of Plant Science*, 94(5), 817-826. <https://doi.org/10.4141/cjps2013-234>
- Liu, M., Li, Y., Che, Y., Deng, S., & Xiao, Y. (2017). Effects of different fertilizers on growth and nutrient uptake of *Lolium multiflorum* grown in Cd-contaminated soils. *Environmental Science and Pollution Research*, 24, 23363-23370.
- Martinez, M., Brigitte Ángela, & Leiva, E., Milka Melina. (2018). Estudio comparativo de la producción de forraje y calidad nutricional de variedades de cultivo de alfalfa (medicago sativa), en la sierra central.
- Meléndez, P. (2015). Las bases para entender un análisis nutricional de alimentos y su nomenclatura. *El Mercurio*.
- Moscoso, M., Fiallos, L., & Guzmán, L. (2015). Efecto de diferentes niveles de carbón vegetal en la producción de una mezcla forrajera de medicago sativa (alfalfa) *lolium perenne* (rye grass) y *trifolium repens* (trébol blanco). *Revista de Investigación Talentos*, 2(2), 28-38.
- Możdżer, E., & Styrzula, P. (2019). The effect of mineral and organic fertilization on some soil chemical properties after perennial Raygrass cultivation. *Journal of Ecological Engineering*, 20(2).
- Nardone, A., Ronchi, B., Lacetera, N., Ranieri, M. S., & Bernabucci, U. (2010). Effects of climate changes on animal production and sustainability of livestock systems. *Livestock Science*, 130(1), 57-69. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.livsci.2010.02.011>
- Neves, R. G., Freitas, G. S., Deminicis, B. B., Mendonça, E. d. S., Peçanha, A. L., Dobbss, L. B., . . . Deminicis, R. G. d. S. (2019). Produção de matéria seca, índices de crescimento,

- composição química e digestibilidade do capim Marandu sob fertilização nitrogenada e orgânica líquida. *Semina Ciências Agrárias*, 40(5), 1901-1912.
- Noda, Y. (2009). Las Micorrizas: Una alternativa de fertilización ecológica en los pastos. *Pastos y forrajes*, 32(2), 1-1.
- Oliva, M., Valqui, L., Meléndez, J., Milla, M., Leiva, S., Collazos, R., & Maicelo, J. L. (2018). Influencia de especies arbóreas nativas en sistemas silvopastoriles sobre el rendimiento y valor nutricional de *Lolium multiflorum* y *Trifolium repens*. *Scientia Agropecuaria*, 9(4), 579-583.
- Paladines, O. (2004). Principales recursos forrajeros para las tres regiones del Ecuador. *Universidad Central del Ecuador, Quito, Ecuador*, 38-43.
- Patrignani, A., & Ochsner, T. E. (2015). Canopeo: A powerful new tool for measuring fractional green canopy cover. *Agronomy Journal*, 107(6), 2312-2320.
- Pedraza, R. O., Teixeira, K. R. S., Scavino, A. F., de Salamone, I. G., Baca, B. E., Azcón, R., . . . Bonilla, R. (2010). Microorganisms that enhance plant growth and soil quality. Review. *Revista CORPOICA. Ciencia y Tecnología Agropecuaria*.
- Prakash, O. (2021). Ficha Técnica Encanto. In G. Geolife (Ed.).
- Quenguan, P., Ximena Alexandra, & Gutiérrez, L., Francisco Adolfo. (2022). *Efecto de cinco fuentes de fertilizantes nitrogenadas sobre el rendimiento y calidad del raigrás perenne en el CADET Universidad Central del Ecuador*. <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/30544>
- Quinzo, A. (2014). *Evaluación de diferentes niveles de purín bovino 200, 400 y 600 l/ha, más giberelinas en dosis de 10, 20, 30 g, respectivamente en la producción primaria forrajera de la mezcla de Lolium perenne (rye grass perenne), Dactylis glomerata (pasto azul), y Trifolium repens (trébol blanco), en el sector de Urbina Tesis de Grado. EIZ. FCP-ESPOCH-Riobamba, Ecuador*].
- Redfern, J., Kinninmonth, M., Burdass, D., & Verran, J. (2014). Using soxhlet ethanol extraction to produce and test plant material (essential oils) for their antimicrobial properties. *Journal of microbiology & biology education*, 15(1), 45-46.
- Risso, D., Berretta, E., & Morón, A. (1995). Producción y manejo de pasturas. *Seminario Técnico*, 254. <http://www.inia.uy/Publicaciones/Documentos%20compartidos/111219240807135431.pdf>
- Sáez, P., Navas, M. J., Wybraniec, S., Michałowski, T., & Asuero, A. G. (2013). An Overview of the Kjeldahl Method of Nitrogen Determination. Part II. Sample Preparation,

- Working Scale, Instrumental Finish, and Quality Control. *Critical Reviews in Analytical Chemistry*, 43(4), 224-272. <https://doi.org/10.1080/10408347.2012.751787>
- Sánchez, E. (2013). Producción de forraje verde hidropónico de trigo y cebada, en diferentes épocas de cosecha en la quinta experimental Punzara. *Obtenido de <http://dspace.unl.edu/ec/jspui/bitstream/123456789/5369/1/PRODUCCI%C3%93N%20DE%20FORRAJE%20VERDE%20HIDROP%C3%93NICO.pdf>*.
- Sanchez, J. (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*, 1-24.
- Terrell, E. E. (1968). *A taxonomic revision of the genus Lolium*. Agricultural Research Service, US Department of Agriculture. [https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=iMEj3leIY0kC&oi=fnd&pg=PA1&dq=A+taxonomic+revision+of+the+genus+Lolium&ots=EmVgwfm1NJ&sig=g-ITvgT0EsyGCOcFfLZ\\_Zx9MpJw#v=onepage&q=A%20taxonomic%20revision%20of%20the%20genus%20Lolium&f=false](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=iMEj3leIY0kC&oi=fnd&pg=PA1&dq=A+taxonomic+revision+of+the+genus+Lolium&ots=EmVgwfm1NJ&sig=g-ITvgT0EsyGCOcFfLZ_Zx9MpJw#v=onepage&q=A%20taxonomic%20revision%20of%20the%20genus%20Lolium&f=false)
- Togán, G., & Javier, L. (2014). Producción del kikuyo ((*Pennisetum clandestinum* Hochst) con dos alturas de corte, cinco niveles de fertilización nitrogenada y en mezcla con trébol blanco (*Trifolium repens* L).
- Valladares, J., PEREIRA-CRESPO, S., Botana, A., RESCH, C., & FLORES-CALVETE, G. (2017). EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN CON PURIN DE VACUNO SOBRE EL RENDIMIENTO Y VALOR NUTRICIONAL DE UNA MEZCLA DE TRÉBOLES ANUALES COMPARADA CON RAIGRÁS ITALIANO COMO CULTIVOS DE.
- Vallejos-Fernández, L., Alvarez-García, W., Paredes-Arana, M., Odriozola, S. S., Guillén-Sánchez, R., Pinares-Patiño, C., . . . Tiellacuri, R. G. (2021). Comportamiento productivo y valor nutricional de siete genotipos de trébol en tres pisos altitudinales de la sierra norte del Perú. *Rev Inv Vet Perú*, 32(1), e17690.
- Valles, B., Castillo, E., & Bernal, H. (2016). Yield, and ruminal dry matter and energy degradability of ten tropical grasses harvested at four ages. *Revista mexicana de ciencias pecuarias*, 7(2), 141-158.
- Vargas, V., Cristian Agustín. (2011). *Evaluación de diferentes dosis de enmiendas húmicas en la producción primaria de forraje del Lolium perenne (Rye Grass)* Escuela Superior Politécnica de Chimborazo].
- Vicuña, P. E. (1985). Pastos y forrajes de clima frío. Cartilla 3.

- Villalobos, L., & Sánchez, J. M. (2010). Evaluación agronómica y nutricional del pasto Raygrass perenne tetraploide (*Lolium perenne*) producido en lecherías de las zonas altas de Costa Rica. I. Producción de biomasa y fenología. *Agronomía costarricense*, 34(1), 31-42.
- Villalobos, L. V., & WingChing, J., Rodolfo. (2020). Los pastos estrella africana, kikuyo y “rye grass” en Cartago, Costa Rica: biomasa, composición botánica y nutrientes. *UNED Research Journal*, 12(1), e2811-e2811.
- Villarreal-González, J. (2018). PRODUCTIVIDAD DE OVEJAS CRIOLLAS BAJO PASTOREO EXTENSIVO SUPLEMENTADAS ENERGETICAMENTE EN ÉPOCA CRÍTICA. *Agro Productividad*, 11(5), 100-106.

# 11. Anexos

## Anexo 1. Análisis de suelo

MC-LASPA-2201-01

 <p><b>INIAP</b> INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS</p>	<p><b>INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS</b>  <b>ESTACION EXPERIMENTAL SANTA CATALINA</b>  <b>LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS PLANTAS Y AGUAS</b>                  Panamericana Sur Km. 1. S/N Cutuglagua.                  Tfs. (02) 3007284 / (02)2504240                  Mail: laboratorio.dsa@iniap.gob.ec</p>	 <p><b>LASPA</b></p>
---	--	---

INFORME DE ENSAYO No: 22-0700

<b>NOMBRE DEL CLIENTE:</b> Vásquez Toledo María Mercedes <b>PETICIONARIO:</b> Vásquez Toledo María Mercedes <b>EMPRESA/INSTITUCIÓN:</b> Vásquez Toledo María Mercedes <b>DIRECCIÓN:</b> Loja	<b>FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA:</b> 22/11/2022 <b>HORA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA:</b> 15:36 <b>FECHA DE ANÁLISIS:</b> 28/11/2022 <b>FECHA DE EMISIÓN:</b> 02/12/2022 <b>ANÁLISIS SOLICITADO:</b> 54
---	---

Análisis	pH	Nutrientes											Cationes				Aniones			Textura (%)			IDENTIFICACIÓN
		N	P	S	B	K	Ca	Mg	Zn	Cu	Fe	Mn	Ca/Mg	Mg/K	Ca+Mg/K	Bases	MO	CO.*	Arena	Limo	Arcilla		
Unidad		ppm	ppm	ppm	ppm	meq/100g	meq/100g	meq/100g	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	meq/100g	%	%	%	%	%	Clase Textural	
22-2591	5,86 Me Ac	121,15 A	36,06 A	13,60 M	0,20 B	0,54 A	11,09 A	3,55 A	2,9 B	3,5 M	793 A	10,8 M	3,13	6,55	27,02	15,19	3,00 A		35	37	28	FRANCO-ARCILLOSO	

Análisis	Al+H*	Al*	Na*	C.E.*	N. Total*	N-NO3*	K H2O*	P H2O*	Cl*	pH KCl*	IDENTIFICACION
	ppm	ppm	meq/100g	%	%	ppm	meq/100g	ppm	ppm		

OBSERVACIONES:

\* Ensayos no solicitados por el cliente

METODOLOGIA USADA		
pH =	Suelo: Agua (1:2,5)	P K Ca Mg = Olsen Modificado
S.B =	Fosfato de Calcio	Cu Fe Mn Zn = Olsen Modificado
B =		Cu Curcúmina

INTERPRETACION		
pH	Elemento	
Ac = Acido	N = Neutro	B = Bajo
LAc = Liger. Acido	LAl = Lige. Alcalino	M = Medio
PN = Prac. Neutro	Al = Alcalino	A = Alto
RC = Requieren Cal		T = Tóxico (Boro)

ABREVIATURAS	
C.E =	Conductividad Eléctrica
M.O =	Materia Orgánica

METODOLOGIA USADA	
C.E. =	Pasta Saturada
M.O. =	Dicromato de Potasio
Al+H =	Titración NaOH

INTERPRETACION		
Al+H, Al y Na	C.E.	M.O y Cl
B = Bajo	NS = No Salino	S = Salino
M = Medio	LS = Lig. Salino	MS = Muy Salino
T = Tóxico		M = Medio
		A = Alto



LABORATORISTA



RESPONSABLE DE LABORATORIO

Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio.

Los resultados arriba indicados solo están relacionados con el objeto de ensayo  
 NI LA LEUCISMA NI LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN ESTE INFORME DE ENSAYO ES DE CARÁCTER COMERCIAL, ES DE ORIGEN ÚNICAMENTE AGROPECUARIO Y SOLO PUEDE SER USADA POR ESTE. Si el lector de este correo electrónico o fax no es el destinatario del mismo, se le notifica que cualquier copia o distribución de este se encuentra totalmente prohibida. Si usted ha recibido este informe de ensayo por error, por favor notificar inmediatamente al remitente por este mismo medio y eliminar la información.

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

## Anexo 2. Ficha técnica del abono orgánico Nutrisano



### INFORMACIÓN TÉCNICA DEL PRODUCTO

#### 1. DATOS GENERALES

- a. NOMBRE DEL PRODUCTO: **NUTRISANO**
- b. COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL PRODUCTO

DTERMINACION		RESULTADOS
NOMBRE	UNIDAD	
NITROGENO.	%	1.75
FOSFORO EXPRESADO COMO P2O5.	%	1.52
POTASIO EXPRESADO COMO K2O.	%	2.42
CALCIO EXPRESADO COMO CaO.	%	6.62
MAGNESIO EXPRESADO COMO MgO.	%	0.79
MATERIA ORGANICA.	%	65.75
PH	U. Ph	7.5
CONDUCTIVIDAD	Ms/cm	7.3

Laboratorio: SGS del Ecuador S. A.

- c. **USO PROPUESTO DEL PRODUCTO**

Nutrisano es un abono orgánico, que puede ser utilizado en cultivos de ciclo corto y perenne, ya sean orgánicos, o en planes de fertilización convencionales.

- d. **CERTIFICACION.**

Nutrisano es un insumo certificado para el uso en agricultura orgánica y ecológica por Quality Certification Services.

#### 2. CARACTERISTICAS DEL PRODUCTO

- a. **GENERALIDADES.** Nutrisano es un producto de elevado rendimiento, elaborado con residuos vegetales y estiércoles animales seleccionados y compostado, que aporta con macro y micro elementos necesarios para los cultivos, Además su alto contenido de materia orgánica mejora las propiedades físicas, químicas, y biológicas del suelo. Su proceso de descomposición controlado garantiza la calidad del producto final,

- b. **FORMULA EMPIRICA.**

- Residuos de caña Cachaza
- Estiércol de Chivo
- Ceniza de Bagazo
- Residuos de Zarandaja

- c. **GRUPO QUIMICO.** Orgánico

- d. **PROPIEDADES FISICAS.**

- **COLOR.** Marrón Oscuro
- **OLOR.** Olor suelo de bosque

- e. **PRESENTACION.**

ESTADO FISICO. Sólido

ENVASES. Sacos de polietileno con funda plástica interna

- Saco de 20 kilogramos
- Saco de 40 kilogramos

- f. **PUNTO DE FUSION.** No Aplica  
g. **PUNTO DE EBULLICION.** No Aplica  
h. **Ph.** 7.5  
i. **DENSIDAD.** 0.6 gr/cm<sup>3</sup>  
j. **INFLAMABILIDAD.** No Aplica  
k. **EXPLOSIVIDAD.** No Aplica

### 3. DATOS SOBRE LA APLICACIÓN DEL PRODUCTO

DOSIS.

#### a. CULTIVOS Y AMBITOS DE APLICACIÓN

SUELO

- Cultivos ciclo corto. 1 a 2 toneladas por Hectárea
- Cultivos ciclo perenne. 2 a 3 toneladas por Hectárea

La recomendación varía de acuerdo al análisis del suelo.

#### b. SINTOMAS DE DEFICIENCIA

Poco desarrollo radicular, desequilibrio nutricional de los cultivos, susceptibilidad a plagas y enfermedades, susceptibilidad a bajas temperaturas, bajo rendimiento de los cultivos, baja retención de humedad,

#### c. EFECTO SOBRE EL CULTIVO

Buen desarrollo radicular, buen equilibrio nutricional, resistencia a plagas y enfermedades, resistencia a cambios de temperatura, buena retención de humedad, mayor asimilación de nutrientes por ende mayor rentabilidad del cultivo.

#### d. CONDICIONES EN QUE DEBE SER UTILIZADO

Nutrisano debe ser aplicado en forma directa en suelo húmedos a capacidad de campo.

Observaciones.

- No Aplicar en suelos que tengan aplicación recientes de insecticidas y herbicidas
- No mezclar el producto al suelo en profundidades superiores a 30 cm en cultivos de ciclo corto y a 40 cm en cultivos perennes.

#### e. INSTRUCCIONES DE USO

**MODO DE APLICACIÓN.** Aplicar al voleo, incorporado en el último pase de rastra o de aplicación directa a la planta de acuerdo a la recomendación basada en el análisis del suelo.

#### EPOCA Y FRECUENCIA DE APLICACIÓN

Aplicar antes de la siembra para cultivos de ciclo corto y antes de la siembra con tres aplicaciones por año en cultivos perenne.

**PRECAUCIONES.** Al aplicarlo se sugiere el uso de protecciones personales, (Guantes mascarilla) no apto para el consumo humano.

**ALMACENAMIENTO.** El producto debe guardarse en lugares seguros sin presencia de humedad, y rayos solares directos.

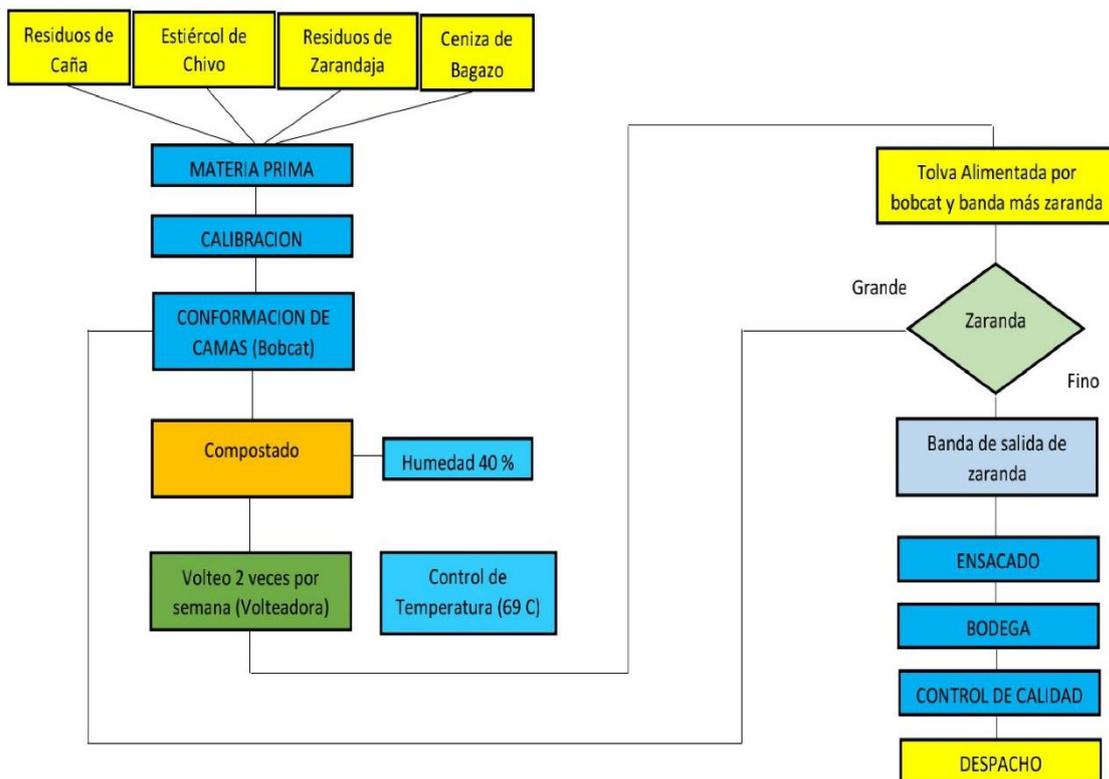
**f. COMPATIBILIDAD.**

Es compatible con todos los fertilizantes sintéticos y de origen orgánico.

**g. EFICACIA**

- Mejora la fertilidad de los suelos y regula los niveles de salinidad y acidez del suelo pH.
- Alta capacidad de retención de Humedad, mejora la permeabilidad del suelo.
- Mejora las propiedades físicas, químicas y microbiológicas del suelo.
- Condiciones climatológicas. Cultivos más resistentes a las sequias, y heladas.
- Incentiva la actividad microbiológica en suelo.
- Mejora el intercambio catiónico del suelo

DIAGRAMA DE FLUJO



### Anexo 3. Ficha técnica del abono orgánico Orgevit



Hoja Técnica 1/2

**ORGEVIT®**

#### 1. Información del producto

Nro. de registraci3n	1912-F-AGR-A
Nombre del producto	ORGEVIT® 7-15-20
Articulo Nro.	3101
Descripci3n producto	Fertilizante Orgánico con ácidos húmicos y micorrizas.
Clasificaci3n	Fertilizante Orgánico.
Recomendaci3n de uso	Al Suelo.

#### 2. Informaci3n General

Nombre comercial	ORGEVIT
Nombre formulador	MEMON.NEDERLAND
Tipo de producto	Fertilizante Orgánico
Tipo de formulaci3n	Solido Peletizado

#### 3. Propiedades Físicas

Estado físico	Solido Peletizado
Color	Café
Olor	Sin olor
pH	7
Densidad	600-650 kg m <sup>3</sup>
Estabilidad del producto en soluci3n	Estable
Estabilidad de almacenamiento	2 ańos

#### 4. Composici3n

Macro Elementos	% p/p	Método de análisis
<b>Materia seca</b>	90.0%	Spectrophotometer
Materia Orgánica Total	75.00%	
Ácidos Húmicos	50.00%	
Micorrizas	100 mil esporas -Lb	
Nitrogeno total	3.60%	
Fosforo	3.00%	
Potasio	2.50%	Spectrophotometer
Magnesio	1.00%	
Azufre	1.00%	
Calcio	1.00%	
pH	7.00%	
C/N	9.00%	
EC	5.1(mS/cm)	

5. Micro Elementos	mg/kg materia seca	Método de análisis
Hierro (Fe)	700	Atomic Absorption
Manganeso (Mn)	350	Atomic Absorption
Boro (B)	38	Atomic Absorption
Molibdeno (Mo)	4	Atomic Absorption
Cobalto (Co)	2	Atomic Absorption
Zinc (Zn)	320	Atomic Absorption

6. Metales Pesados	mg/kg materia seca	Método de análisis
Cadmio (Cd)	<0.3	Atomic Absorption
Cromo (Cr)	<1.0	Atomic Absorption
Plomo (Pb)	<5.0	Atomic Absorption
Arsénico (As)	3	Atomic Absorption
Mercurio (Hg)	<0.05	Atomic Absorption
Nickel (Ni)	<5.0	Atomic Absorption

**Almacenamiento**

Se recomienda el almacenamiento en seco y fresco. Cierre correctamente la bolsa después su uso para evitar que el material se humedece. Validez en envase original 5 años

**6. Identificación de manipulación/peligros según el Reglamento europeo 1272/2008/CE**

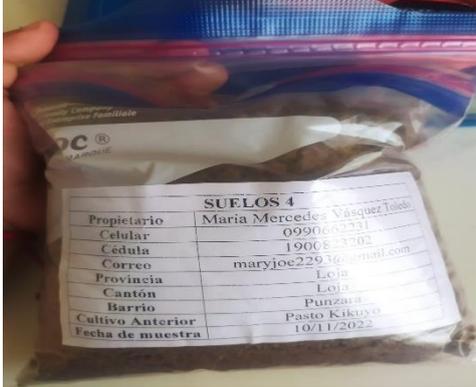
No clasificado según el reglamento 1272/2008/ CE. (CLP) El producto no es sustancia peligrosa, recomendamos evitar contacto con los ojos y contacto prolongada con la piel para evitar posibles irritaciones. Use gafas y guantes de seguridad. No aplique el producto de tal manera que se exponga a los trabajadores u otras personas.

**7. Declaraciones cautelares**

Antes de utilizar este producto, lea la Ficha de datos de seguridad de materiales (MSDS) y la Hoja de datos del producto (PDS). El producto no es para consumo humano o animal. No inherir. Mantener fuera del alcance de los niños. Manipular de acuerdo con las buenas prácticas de higiene industrial y observar las normas generales de seguridad para la manipulación de productos químicos. El producto es compatible con fertilizantes y agroquímicos más aplicados.

En caso de manejo inexperto recomendamos una prueba preliminar en áreas pequeñas. Siga las declaraciones de etiquetas del producto de todos los compuestos al mezclar o utilizar el producto en combinación con otros productos agrícolas, pesticidas o adyuvantes.

## Anexo 4. Evidencias Fotográficas

Número de figura	Imagen
<p><b>Figura 18.</b> Preparación del terreno en la quinta experimental Punzara</p>	
<p><b>Figura 19.</b> Recolección de muestras de suelo para su posterior análisis.</p>	
<p><b>Figura 20.</b> Siembra del raygrass y trébol y aplicación de Nutrisano, Orgevid y Borax</p>	
<p><b>Figura 21.</b> Emergencia de las semillas de raygrass y trébol</p>	

**Figura 22.** Aplicación de la fertilización química.



**Figura 23.** Parcelas de raygrass y trébol durante su crecimiento.



**Figura 24.** Toma de datos de campo.



**Figura 25.** Corte y pesaje de rendimiento de cada parcela.



**Figura 26.** Toma de datos de Laboratorio



## Anexo 5. Certificado de traducción del Abstract

Certificación de traducción del Abstract

Lic. Mercedes Thamara Pazmiño Toledo Mgs.  
0992198377  
[thamypazto@yahoo.es](mailto:thamypazto@yahoo.es)  
Loja - Ecuador

Loja, 06 de mayo 2024

La suscrita Lic. Mercedes Thamara Pazmiño Toledo Mgs. **DOCENTE DE LA UNIDAD EDUCATIVA "GUILLERMO HERRERA SANCHEZ"** parroquia Taquil del cantón Loja, a petición de la parte interesada y en forma legal.

### CERTIFICA:

Que la traducción de documento adjunto solicitada por el señor, MARÍA MERCEDES VÁSQUEZ TOLEDO. cédula de ciudadanía C.I. 1900823202, cuyo tema de investigación se titula, **"INFLUENCIA DE LA FERTILIZACIÓN QUÍMICA Y ORGÁNICA EN LA PRODUCCIÓN Y CALIDAD NUTRICIONAL DE MEZCLAS FORRAJERAS LOLIUM PERENNE Y TRIFOLIUM REPENS EN LA QUINTA PUNZARA"**, ha sido realizado y aprobado por mi persona, Lic. Mercedes Thamara Pazmiño Toledo Mgs. Docente en educación en la enseñanza del inglés como lengua extranjera.

El apartado del Abstract es una traducción textual del Resumen aprobado en español.

Particular que comunico en honor a la verdad para fines académicos pertinentes, facultando al portador el presente documento, hacer uso legal pertinente.



Lic. Mercedes Thamara Pazmiño Toledo Mgs.

**ENGLISH TEACHER**

