



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**“Determinar la respuesta fisiológica del pasto Saboya (*Megathyrsus maximus*), y
Brachiaria (*Urochloa brizantha*) a la inoculación con *Trichoderma spp.*, Micorrizas y un
extracto multimineral”**

Chiliquinga Oña, Jaritza Estefany y Díaz Reyes, Luis Enrique

Departamento de Ciencias de la Vida y la Agricultura

Carrera de Ingeniería Agropecuaria

Trabajo de integración curricular, previo a la obtención del título de Ingeniería Agropecuaria

Ing. Mgs. Romero Salguero, Edison Javier

29 de Agosto del 2023

Reporte de verificación de contenido



Determinar la respuesta fisiológica d...

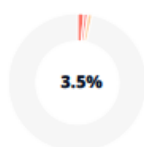
Scan details

Scan time:
August 29th, 2023 at 18:36 UTC

Total Pages:
50

Total Words:
12271

Plagiarism Detection



Types of plagiarism		Words
Identical	1.5%	187
Minor Changes	0.9%	110
Paraphrased	1.1%	133
Omitted Words	0%	0

AI Content Detection



Text coverage

- AI text
- Human text



Firmado electrónicamente por:
EDISON JAVIER
ROMERO SALGUERO

Ing. Romero Salguero, Edison Javier

Director



Departamento de Ciencias de la vida y la Agricultura

Carrera de Ingeniería Agropecuaria

Certificación

Certifico que el trabajo de integración curricular: “**Determinar la respuesta fisiológica del pasto Saboya (*Megathyrsus maximus*), y Brachiaria (*Urochloa brizantha*) a la inoculación con *Trichoderma spp.*, Micorrizas y un extracto multimineral**” fue realizado por los señores **Chiliquinga Oña, Jaritza Estefany y Díaz Reyes, Luis Enrique**, el mismo que cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, además fue revisado y analizada en su totalidad por la herramienta de prevención y/o verificación de similitud de contenidos; razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que se lo sustente públicamente.

Santo Domingo de los Tsáchilas, 29 de Agosto del 2023

Firma:



Firmado electrónicamente por:
EDISON JAVIER
ROMERO SALGUERO

Ing. Romero Salguero, Edison Javier

C. C. 1715875751



Departamento de Ciencias de la vida y la Agricultura

Carrera de Ingeniería Agropecuaria

Responsabilidad de Autoría

Nosotros, **Chiliquina Oña, Jaritza Estefany y Díaz Reyes, Luis Enrique**, con cédulas de ciudadanía n° 2250042955 y 1718206921, declaramos que el contenido, ideas y criterios del trabajo de integración curricular: **“Determinar la respuesta fisiológica del pasto Saboya (*Megathyrus maximus*), y Brachiaria (*Urochloa brizantha*) a la inoculación con *Trichoderma spp.*, Micorrizas y un extracto multimineral”** es de nuestra autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos, y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Santo Domingo de los Tsáchilas, 29 de agosto del 2023

Firmas:

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Jaritza Estefany Chiliquina Oña', written over a horizontal dotted line.

Chiliquina Oña Jaritza Estefany

C.C.: 2250042955

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Luis Enrique Díaz Reyes', written over a horizontal dotted line.

Díaz Reyes Luis Enrique

C.C.: 1718206921



Departamento de Ciencias de la vida y la Agricultura

Carrera de Ingeniería Agropecuaria

Autorización de Publicación

Nosotros Chilliquinga Oña, Jaritza Estefany y Díaz Reyes, Luis Enrique, con cédulas de ciudadanía n° 2250042955 y 1718206921, autorizamos a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar el trabajo de integración curricular: **"Determinar la respuesta fisiológica del pasto Saboya (*Megathyrsus maximus*), y Brachiaria (*Urochloa brizantha*) a la Inoculación con *Trichoderma spp.*, Micorrizas y un extracto multimineral"** en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi/nuestra responsabilidad.

Santo Domingo de los Tsáchilas, 29 de agosto del 2023

Firmas:

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Jaritza Estefany', written over a horizontal dotted line.

Chilliquinga Oña Jaritza Estefany

C.C.: 2250042955

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Luis Enrique Díaz Reyes', written over a horizontal dotted line.

Díaz Reyes Luis Enrique

C.C.: 1718206921

Dedicatoria

Con profundo amor y gratitud, dedico esta tesis a mis amados padres, *Clara y Joaquín*. Su constante apoyo, aliento y cariño han sido la base de mi camino hacia la realización de este logro. Sus palabras de aliento en los momentos de duda, su guía en los momentos de confusión y su amor incondicional en cada paso del camino, son los pilares que han hecho posible este logro.

A mis queridos hermanos, *Johanna y Kevin*, quienes han sido una fuente de inspiración en mi vida. A pesar de la partida prematura de mi hermano, su memoria perdura en cada paso que doy y en cada logro que alcanzo.

A mi querida hermana, por su apoyo inquebrantable, su amor incondicional y su constante aliento. Tu presencia ha sido una luz en los momentos oscuros y una compañía en cada paso del camino. Tu espíritu resiliente y tu cariño han sido pilares fundamentales en mi búsqueda del conocimiento y el crecimiento personal.

Cada página de esta tesis lleva un pedacito de su amor y dedicación, esto es un reconocimiento de cómo sus vidas han moldeado la persona que soy hoy. Espero que este logro les llene de orgullo tanto como a mí me llena de felicidad.

Con todo mi amor y gratitud eterna ♥.

Jaritza Stef.

Dedicatoria

De todo corazón quiero dedicar esta tesis primero a Dios por cada día darme aliento y fuerzas para realizar todo lo que me propongo y por nunca dejarme solo.

A mis padres Enrique y Rosa quienes me han apoyado en todo lo que han podido y más, con quienes estaré eternamente agradecido, gracias por su amor incondicional, por sus consejos y por impulsarme a superarme cada día.

A mis hermanas Katherine, Alisson y Thaily por todo su cariño, amor y comprensión que me han brindado a lo largo de mi vida.

También quiero agradecer a todas las personas que me han acompañado en este camino, que me han visto o me han ayudado a convertirme en la persona que soy ahora. Los amo a todos con todo mi corazón.

Luis Díaz.

Agradecimiento

En la culminación de este arduo viaje académico, deseo expresar mi más sincero sentimiento a todos aquellos que han contribuido de manera significativa a la realización de esta tesis.

A mi querida Universidad de las Fuerzas Armadas, por su calidad de educación ha sido fundamental en mi formación profesional.

A mi estimado director de tesis el Ing. Edison Romero, por su guía experta y paciencia incansable, sus valiosos conocimientos y apoyo continuo han sido esenciales para dar forma y dirección a esta investigación.

A cada una de las empresas que contribuyeron con el éxito de este proyecto apoyando nuestra investigación con sus productos, Axel Triviño de la empresa “EcoCycle Biotech S.A.”, Ing. Andrés Tello empresa “BIOMECSA” e Ing. Eduardo Navarrete empresa “Agropecuarios Navarrete”.

A mis incondicionales amigos, quienes han sido mi refugio durante las jornadas de estudio y mis cómplices en los momentos de descanso. Agradezco a cada uno de ustedes *a mi mejor amigo Sebastián J., Andreina N., María José I., Karellys U., Gabriela D., Nayeli C., Jilmar G., MaBel T., Majo Juna y Néstor G.* quien ha sido mi guía espiritual, agradezco que formen parte de esta etapa de mi vida, llenando mis días de risas, acompañadas de palabras de aliento y apoyo incondicional.

Jaritza Stef.

Agradecimiento

A la prestigiosa Universidad de las Fuerzas Armadas “ESPE” por la formación profesional que me ha brindado a través de los años, que en ella me ella me he nutrido de conocimientos y habilidades en el área agropecuaria a través de la tutela de los distintos docentes, quienes han cumplido con el propósito de enseñar y preparar a sus estudiantes.

A mi estimado director de tesis el Ing. Edison Romero, por habernos sido un guía no solo en el desarrollo de este trabajo, sino a lo largo de la carrera universitaria, por haber compartido sus conocimientos y brindando su apoyo.

A cada una de las empresas que contribuyeron con el éxito de este proyecto, apoyando nuestro trabajo con sus productos, Axel Triviño de la empresa “EcoCycle Biotech S.A.”, Ing. Andrés Tello empresa “BIOMECSA” e Ing. Eduardo Navarrete empresa “Agropecuarios Navarrete”.

A cada una de las personas que de una manera u otra ayudaron en el desarrollo de este trabajo, a Nohelia Moreira, Erika Montenegro, Joselyn Yuqui, Jessica Toalombo, al Dr. Fernando Hurtado, a la Ing. Gissela Ponce, y a todos los chicos de cuarto y quinto nivel de ingeniería agropecuaria.

Quiero agradecer especialmente a aquellos con quienes compartí este recorrido, a mis grandes compañeros y amigos, que me han estado conmigo, me han apoyado y me han brindado buenos momentos que siempre recordaré con cariño, a Alisson Álvarez, Kennia Peñaherrera, Joseph Romero, Kevin Saltos, Jhon Toala, Maitte Vásquez y Fernando Vélez.

Luis Díaz

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Caratula	1
Reporte de verificación de contenido	2
Certificación	3
Responsabilidad de Autoría	4
Autorización de Publicación	5
Dedicatoria.....	6
Agradecimiento	8
Resumen	14
Abstract.....	15
Capítulo I	16
Introducción.....	16
Objetivos	18
Objetivo General.....	18
Objetivos Específicos.....	18
Hipótesis	19
Hipótesis nula	19
Hipótesis alternativa.....	19
Capítulo II	20
Revisión de literaria.....	20
Pasto Saboya (<i>Megathyrsus maximus</i> cv. Mombasa)	20

	11
Raíces de pastos con agentes microbiológicos.....	26
Hongo Trichoderma spp.....	27
Micorrizas	28
Extracto multimineral-Coctel biológico	29
Capítulo III	31
Materiales y Métodos	31
Ubicación del área de investigación	31
Materiales	33
Métodos	35
Características de las UE.....	36
Métodos	39
Capítulo IV	44
Resultados y Discusión	44
Desarrollo radicular.....	44
Altura del pasto.....	50
Altura del rebrote del pasto <i>Brachiaria</i> y Saboya.....	54
Número de Hojas	59
Número de Hojas después del primer corte	62
Rendimiento.....	65
Capítulo V	67
Conclusiones.....	67

	12
Recomendaciones.....	68
Capítulo VI.....	70
Bibliografía	70

Índice de figuras

Figura 1 Mapa de la localización geográfica en la cual se realizó la investigación	32
Figura 2 Croquis de distribución de las unidades experimentales	37
Figura 3 Altura del pasto Bracharia en la semana 12	52
Figura 4 Altura del pasto Saboya en la semana 12	53
Figura 5 Tendencia de crecimiento semanal del pasto Bracharia hasta el primer corte.....	54
Figura 6 Tendencia de crecimiento semanal del pasto Saboya hasta el primer corte.....	54
Figura 7 Altura del pasto Bracharia al día 28.....	56
Figura 8 Altura del pasto Saboya al día 28.....	57
Figura 9 Tendencia de crecimiento diaria del pasto Bracharia después del primer corte.....	58
Figura 10 Tendencia de crecimiento diaria del pasto Saboya después del primer corte.....	58
Figura 11 Curva de crecimiento semanal del número de hojas del pasto Bracharia	61
Figura 12 Curva de crecimiento semanal del número de hojas del pasto Saboya	61
Figura 13 Curva de incremento diario del número de hojas después primer corte del pasto Bracharia.....	64
Figura 14 Curva de incremento diario del número de hojas después primer corte del pasto Saboya	65

Índice de tablas

Tabla 1 Características agronómicas del pasto Saboya (<i>Megathyrsus maximus</i> cv. Mombasa)	21
--	----

Tabla 2 Características agronómicas del pasto Brachiaria (<i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandú)	24
Tabla 3 Diferencias entre Pasto Saboya (<i>Megathyrsus maximus</i> cv. Mombasa) y Brachiaria (<i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandú)	26
Tabla 4 Descripción de reactivos, insumos, equipos y muestras a usar en laboratorio para análisis de proteína-fibra en pastos	33
Tabla 5 Descripción de materiales a usar en campo donde se realizó la investigación	34
Tabla 6 Identificación de los tratamientos para pasto Saboya y Brachiaria	35
Tabla 7 Esquema de la varianza de la investigación en estudio	38
Tabla 8 Análisis de varianza de la variable peso seco de la raíz	44
Tabla 9 Comparación de medias de Tukey de la variable peso seco de la raíz	45
Tabla 10 Promedios del porcentaje de materia seca del sistema radicular del pasto Saboya y Brachiaria	45
Tabla 11 Composición bromatológica de los tratamientos aplicados en pasto Saboya y Brachiaria	47
Tabla 12 Análisis de varianza de la variable altura semanal en pasto Brachiaria y Saboya	50
Tabla 13 Comparación de medias de Tukey de la variable altura	51
Tabla 14 Análisis de varianza de la variable altura diaria en pasto Brachiaria y Saboya	55
Tabla 15 Comparación de medias de Tukey de la variable altura del rebrote	55
Tabla 16 Análisis de varianza de la variable número de Hojas en pasto Brachiaria y Saboya	59
Tabla 17 Comparación de medias de Tukey de la variable Número de Hojas en pasto Brachiaria y Saboya	60
Tabla 18 Análisis de varianza de la variable Número de Hojas del rebrote en pasto Brachiaria y Saboya	62
Tabla 19 Comparación de medias de Tukey de la variable Número de Hojas del rebrote en pasto Brachiaria y Saboya	63
Tabla 20 Rendimiento kg/m ² del pasto Brachiaria y Saboya	65

Resumen

En la presente investigación se va a determinar la respuesta fisiológica del pasto Saboya (*Megathyrsus maximus*), y *Brachiaria* (*Urochloa brizantha*) a la inoculación con *Trichoderma spp.*, Micorrizas y un extracto multimineral; el cual se llevó a cabo en la hacienda Zoila Luz, km 24 vía Quevedo en la ciudad de Santo Domingo. En el ensayo se trabajó con 4 tratamientos con las dos variedades incluyendo al testigo (T1: Micorrizas; T2: *Trichoderma spp.*, T3; Cóctel Biológico y T4: Testigo) con cuatro repeticiones cada uno. El diseño experimental usado fue un DCA y las variables evaluadas fueron en ambos pastos fueron: Tasa absoluta de emergencia de hojas (número de hojas/semana) donde se apreció que entre la variedad Saboya se presentó un promedio de alrededor de 5 Hojas por planta, mientras que el pasto *Brachiaria* presentó un promedio de 6 hojas por planta. Tasa absoluta de crecimiento en altura (cm/semana) aquí se obtuvo que el mayor desarrollo longitudinal a la semana 12 en el caso del pasto *Brachiaria* fue obtenido por el tratamiento 2 con 151,28 cm, mientras que la variedad Saboya el resultado más alto fue obtenido en el tratamiento 2 con una altura de 181,4 cm. Peso fresco aéreo (g MV/planta), peso seco aéreo (g MS/planta). Peso fresco raíz (g MV/planta), peso seco raíz (g MS/planta), producción total de biomasa (aérea y raíz) (g MS/planta) donde se obtuvo que en el pasto Saboya el tratamiento 2 presentó el mayor contenido de materia seca con 31,42%, mientras que las raíces del pasto *Brachiaria* el tratamiento 1 y 2 mostraron los mayores contenidos de materia seca con 41,8% y 41,79. Rendimiento (kg m²) donde se presentó que la variedad Saboya tuvo el mayor rendimiento en los tratamientos 2 y 3 con un peso de 1,8 kg/m², mientras que en el caso del pasto *Brachiaria* el mayor rendimiento fue el T2 con 2 kg/m². Para determinar las diferencias significativas de las variables evaluadas se aplicó la prueba de Tukey al 5% (p>0,05). Se registró que la inoculación de *Trichoderma spp.* brindo los mejores resultados en la mayor parte de los parámetros evaluados.

Palabras clave: *Trichoderma spp.*, Micorrizas, Extracto multimineral respuesta fisiológica.

Abstract

In the present investigation, the physiological response of Savoy grass (*Megathyrus maximus*) and *Brachiaria* (*Urochloa brizantha*) to inoculation with *Trichoderma* spp., Mycorrhizae and a multimineral extract will be determined; which took place at the Zoila Luz farm, km 24 via Quevedo in the city of Santo Domingo. The trial worked with 4 treatments with the two varieties including the control (T1: Mycorrhizae; T2: *Trichoderma* spp, T3; Biological Cocktail and T4: Control) with four repetitions each. The experimental design used was a DCA and the variables evaluated were in both pastures: Absolute rate of leaf emergence (number of leaves/week) where it was observed that among the Saboya variety an average of around 5 leaves per plant appeared, While the *Brachiaria* grass presented an average of 6 leaves per plant. Absolute growth rate in height (cm/week) here it was obtained that the greatest longitudinal development at week 12 in the case of *Brachiaria* grass was obtained by treatment 2 with 151.28 cm, while the Saboya variety had the highest result. was obtained in treatment 2 with a height of 181.4 cm. Aerial fresh weight (g MV/plant), aerial dry weight (g DM/plant). Root fresh weight (g MV/plant), root dry weight (g DM/plant), total biomass production (aerial and root) (g DM/plant) where it was obtained that in Saboya grass treatment 2 presented the highest content of dry matter with 31.42%, while the roots of the *Brachiaria* grass treatment 1 and 2 showed the highest dry matter contents with 41.8% and 41.79. Yield (kg m²) where it was found that the Saboya variety had the highest yield in treatments 2 and 3 with a weight of 1.8 kg/m², while in the case of *Brachiaria* grass the highest yield was that of treatment 2 with 2 kilos/m². To determine the significant differences of the evaluated variables, the Tukey test was applied at 5% (p>0.05). It was recorded that the inoculation of *Trichoderma* spp. providing the best results in most of the parameters evaluated.

Keywords: *Trichoderma* spp., Mycorrhizae, Multimineral extract, physiologicla response.

Capítulo I

Introducción

El pasto juega un papel crucial en la economía, la ecología y la sociedad del Ecuador. El pasto es esencial para la ganadería en Ecuador, que es una de las actividades agrícolas más importantes del país. El ganado se alimenta principalmente de pasto, lo que contribuye a la producción de carne y productos lácteos. (Plan Nacional de Desarrollo, 2017-2021)

Entre los principales factores que afectan el desarrollo de los pastos (Jones & Donnelly, 2004), tenemos que la temperatura es un factor muy importante, ya que el rango de temperaturas óptimas varía dependiendo de la especie de pasto, pero las temperaturas extremadamente altas o bajas pueden afectar negativamente el crecimiento. El desarrollo vegetativo de la hierba también está fuertemente influenciado por la incidencia de la luz solar, que es fundamental para la fotosíntesis y por tanto para el crecimiento de la hierba.

Otro factor de importancia es la estructura o composición del suelo en el que se va a establecer la pastura, donde se analiza la textura y estructura (arena, limo, arcilla) del suelo y la estructura del suelo influyen en la retención de agua y nutrientes. El pH del suelo es importante igualmente ya que dependiendo del nivel de acidez o alcalinidad del suelo la disponibilidad de nutrientes como nitrógeno, fósforo y potasio se verá afectada. (Bai, 2018)

La gestión agrícola de igual manera es un factor de vital importancia para obtener buenos resultados en el rendimiento de las pasturas. La intensidad y frecuencia del pastoreo pueden influir en la capacidad de regeneración del pasto. La aplicación de fertilizantes puede mejorar la disponibilidad de nutrientes en el suelo. El riego controlado puede ayudar a mantener niveles adecuados de humedad en el suelo. (Teixeira, 2013)

El desarrollo radicular es un factor de importancia crucial para garantizar un desarrollo idóneo de las plantas. Las raíces son las principales estructuras encargadas de absorber agua y

nutrientes esenciales del suelo. Un sistema radicular bien desarrollado permite a la planta acceder a los recursos necesarios para el crecimiento, la fotosíntesis y otros procesos metabólicos. (Hodge, 2004) El agua y los nutrientes absorbidos por las raíces son transportados hacia las hojas, donde se utilizan en la fotosíntesis para producir energía y materia orgánica. Un sistema radicular eficiente asegura un suministro constante de estos elementos, lo que afecta directamente la tasa de crecimiento de la planta (Pantin, 2013) Las raíces también desempeñan un papel importante en el anclaje de la planta al suelo, proporcionando estabilidad frente a vientos fuertes y condiciones adversas. Un sistema radicular robusto y profundo ayuda a prevenir el vuelco y daño físico a la planta. (Ennos, 2015)

El desarrollo radicular puede influir en la calidad del suelo al crear canales y espacios para el flujo de agua y aire. Además, las raíces liberan compuestos orgánicos que pueden influir en la estructura del suelo y la actividad microbiana. (Jones & Darrah, 1996)

Un sistema radicular saludable permite a la planta sobrevivir y recuperarse más eficazmente de condiciones adversas como sequías, inundaciones y suelos pobres en nutrientes. (Munns & Tester, 2008) La biomasa de las raíces puede influir en la distribución general de la biomasa de la planta entre la parte aérea y las raíces. En algunas especies, un mayor desarrollo radicular puede resultar en una mayor acumulación de biomasa subterránea. (Eissenstat & Caldwell, 1988) Un sistema radicular bien desarrollado otorga a la planta una ventaja competitiva en la competencia por agua y nutrientes.

Los pastizales también desempeñan un papel importante en la conservación del suelo y el agua. Actúan como protección de cultivos, previenen la erosión del suelo y mantienen intacta la estructura del suelo. Además, las raíces de los pastos ayudan a retener la humedad y filtrar el agua, lo que ayuda a reponer los acuíferos y prevenir inundaciones (Altamirano, T., et al. 2008).

Objetivos

Objetivo General

Determinar la respuesta del pasto Saboya (*Megathyrsus maximus*), y *Brachiaria* (*Urochloa brizantha*) a la inoculación con *Trichoderma spp.*, Micorrizas y un extracto multimineral-Coctel biológico.

Objetivos Específicos

Establecer un ensayo en campo aplicando prácticas de inoculación con *Trichoderma spp.*, Micorrizas y un extracto multimineral-coctel biológico, registrando datos del peso de la raíz para determinar la incidencia de estos tratamientos sobre el desarrollo radicular.

Analizar los efectos de la aplicación de *Trichoderma spp.*, Micorrizas y un extracto multimineral-Coctel biológico en el crecimiento (altura de la planta en función de los días de corte) y producción de biomasa de los pastos en estudio, mediante comparación de pesos frescos y secos de las partes aéreas.

Aplicar análisis estadístico como la prueba de Tukey con un nivel de significancia del 5%, para determinar las existencias de diferencias significativas entre los tratamientos en términos de crecimiento, tasa de emergencia de hojas y desarrollo radicular.

Determinar la composición bromatológica (%fibra y %proteína) de los pastos *Brachiaria* y Saboya de los tratamientos evaluados, tanto del primer y segundo corte, y compáralos con otras investigaciones relacionadas al tema.

Hipótesis

Hipótesis nula

H_0 : La inoculación con *Trichoderma spp.*, Micorrizas y un extracto multimineral-Coctel biológico, en los pastos Saboya (*Megathyrsus maximus*), y *Brachiaria* (*Urochloa brizantha*) no generan cambios en los parámetros de crecimiento y desarrollo de los mismos.

Hipótesis alternativa

H_a : La inoculación con *Trichoderma spp.*, Micorrizas y un extracto multimineral-Coctel biológico, en los pastos Saboya (*Megathyrsus maximus*), y *Brachiaria* (*Urochloa brizantha*) si generan cambios en los parámetros de crecimiento y desarrollo de los mismos.

Capítulo II

Revisión de literaria

Pasto Saboya (*Megathyrsus maximus* cv. Mombasa)

Se trata de una gramínea perenne proveniente de África tropical, que se encuentra distribuida de manera completa por América. Se caracteriza por ser una especie vigorosa que llega a una altura máxima de 250 cm, además posee raíces adventicias, con presencia de tricomas en los nudos del tallo; por otro lado, sus hojas son alternas que se disponen en 2 hileras en el tallo, la inflorescencia se presenta en una gran panícula con flores pequeñas que poseen una semilla unida a una de las paredes el fruto (Gonzalez, 2021).

Según en el Ecuador, el pasto Saboya abarca alrededor del 80% de las áreas destinadas a pastizales artificiales. En la parte meridional de Ecuador, específicamente en las provincias de Guayas y El Oro es usualmente identificada vulgarmente como Guinea, Cauca y Paja chilena (Pilco, 2017).

Clasificación taxonómica

Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Liliopsida
Orden:	Poales
Familia:	Poaceae
Subfamilia:	Panicoideae
Tribu:	Paniceae ^o

Género: Megathyrsus

Especie: *M. maximus* (Jacq.) B.K.Simon & S.W.L.Jacobs

Características agronómicas

Tabla 1

Características agronómicas del pasto Saboya (Megathyrsus maximus cv. Mombasa)

Parámetro	Descripción
Ciclo vegetativo	Perenne, persistente
Adaptación	pH 5.0 – 8.0
Fertilidad del suelo	Media alta
Drenaje	Buen drenaje
m.s.n.m.	0 – 1 800 m
Precipitación	1 000 a 4 000 mm/año
Densidad de siembra	6 – 9 kg/ha
Profundidad de siembra	Sobre el suelo, ligeramente tapada
Valor nutritivo	Proteína 10 – 14 %, digestibilidad 60 – 70 %

Nota. Tabla obtenida de (Lucero, 2020), donde se observan los parámetros agronómicos del pasto Saboya.

Adaptación

Su rango altitudinal llega hasta los 2,000 m.s.n.m.; Su óptimo crecimiento se da en suelos con un pH entre 6 y 8, con fertilidad elevada, y no puede sobrevivir en terrenos con exceso de

humedad. Requiere una cantidad de lluvia que oscila entre 1 000 mm y 4 000 mm por año ya que su resistencia a la sequía es menor, y su desarrollo es especialmente favorable en climas con altas temperaturas. Por otro lado, muestra una adaptación exitosa en entornos arbolados y bajo sombra (Mera, 2022).

Establecimiento

Al establecer una zona destinada al pastoreo, resulta fundamental detallar los factores esenciales relacionados con el césped. Un ejemplo de esto sería la carga animal que se planea gestionar, con el propósito de ejercer un control y calcular la productividad de Unidades de Bovinos Adultos por hectárea (UBA/ha) (Pilco, 2017).

Producción de semillas y propagación vegetativa

Genera semillas a lo largo de todo el año, generando una mayor producción en las estaciones secas; su obtención es complicada gracias a las variadas etapas de desarrollo en las espigas, conllevando una cosecha prematura, generando un nivel de germinación insatisfactorio (Segura, 2007).

Productividad y rendimiento

Su producción anual de materia seca oscila entre 10 y 30 toneladas por hectárea; su contenido de proteína se encuentra en un rango de 10 al 14%, y su digestibilidad varía de 60 al 70%. La significativa calidad nutricional de esta variedad conlleva a una productividad animal considerable; en áreas de pastoreo adecuadamente administradas, las ganancias de peso fluctúan desde 700 gramos por animal por día durante las temporadas lluviosas hasta 170 gramos por animal por día durante el verano (Ortiz, 2021).

Usos

En primer lugar, se implementa en pastoreo rotacional usando períodos de descanso que van de 30 a 35 días, 2 a 3 días en época de lluvias y de 60 a 70 días de descanso y máximo 2 días de ocupación en época seca.

Cuando la producción es elevada se utiliza heno o ensilaje, siendo importante para hacer su conservación, más a un ensilada.

Para usar como corte y acarreo es recomendable cortarse cada 40 a 45 días en temporada de lluvia y 60 – 70 días en temporada seca (Gonzalez, 2021).

Pasto *Brachiaria* (*Brachiaria brizantha* cv. Marandú)

El Pasto *Brachiaria* es una gramínea perenne de rápido crecimiento y producción de forraje de alta calidad, originaria de África tropical y caracterizada por ser usada ampliamente en pastoreo además de tener una fácil asociación con leguminosas. Puede tener una altura máxima de 1,5 m y su tallo es semi-erecto, genera macollas caracterizadas por ser densas, vigorosas y pubescentes. Las hojas son lanceoladas y pilosas, por otro lado, la inflorescencia se genera en racimos y posee un sistema radicular profundo. Su proteína bruta (PB) va entre 7 y 14% (Agroactivocol, 2020).

Clasificación taxonómica

Reino:	Plantae
Orden:	Poales
Familia:	Poaceae
Subfamilia:	Panicoideae
Tribu:	Paniceae

Género: Brachiaria

Especie: *B. brizantha* (Trin.) Griseb.

Características agronómicas

Tabla 2

Características agronómicas del pasto Brachiaria (Brachiaria brizantha cv. Marandú)

Parámetro	Descripción
Ciclo vegetativo	Perenne, persistente
Adaptación	pH 4.0 – 8.0
Fertilidad del suelo	Media alta
Drenaje	Tolera periodos cortos de encharcamiento
m.s.n.m.	Superior a 800 mm
Precipitación	1 000 a 3 000 mm/año
Densidad de siembra	4 kg/ha
Profundidad de siembra	1 – 2 cm
Valor nutritivo	Proteína 7 – 14 %, digestibilidad 55 - 70%

Nota. Información obtenida de (Magalhães, 2019), donde se presenta los parámetros evaluados del pasto Brachiaria.

Adaptación

Esta especie muestra una excelente adaptabilidad en suelos que poseen niveles de fertilidad moderada a alta con un rango de 4 - 8 pH y textura media a ligera, y su desarrollo demanda aproximadamente 1 000 mm de precipitación anual (Magalhães, 2019).

Resistencia

Sus raíces son profundas y pujantes, conllevando a una buena tolerancia a la seca. Es resistente al frío, sombra y a plagas tales como las cigarrillas (Agroactivocol, 2020).

Producción de semillas y propagación vegetativa

- Al boleó: Durante el lapso estándar, que abarca desde octubre hasta enero, se recomienda emplear 400 unidades de cultivo/ha. Posteriormente, se aconseja usar 450 unidades.
- En línea: Normalmente se usa 300 unidades de vc/ha. Luego de ese punto, se sugiere incrementar esta cifra a 350 unidades (Gonzalez, 2021).

Productividad y rendimiento

Esta especie genera rendimientos anuales entre 8 y 20 t de MS/ha, gracias a su alta productividad de forraje en espacios amplios. Al año se puede producir entre 180 y 280 kg/animal y entre 540 y 840 kg de carne/ha si se le brinda este pasto a los animales (Lucero, 2020). Por otro lado, se presenta un incremento de apetencia y aproximadamente 60% de digestibilidad in vitro (Magalhães, 2019).

Usos

Como primera opción es destinado al pastoreo debido a su fácil asociación con leguminosas. Es recomendable realizar el primer pastoreo entre 3 a 4 meses del establecimiento usando de 3-4 unidades animales, lo cual va a contribuir a la creación de un terreno uniforme. En otro caso se utiliza como henos y ensilaje, por lo cual es cosechado y conservado, siendo posible esto por su alta producción (Agroactivocol, 2020).

Tabla 3

Diferencias entre Pasto Saboya (Megathyrsus maximus cv. Mombasa) y Brachiaria (Brachiaria brizantha cv. Marandú)

Parámetro	Saboya	Brachiaria
Rendimiento (MS/t/ha/año)	10,5 t	8 a 20 t
Proteína (%)	10 – 14 %	7 – 14 %
Digestibilidad (%)	60 – 70 %	55 - 70%
Adaptación	pH 5.0 – 8.0	pH 4.0 – 8.0
Drenaje	Buen drenaje	Tolera periodos cortos de encharcamiento
m.s.n.m.	0 – 1 800 m	Superior a 800 mm
Densidad de siembra	6 – 9 kg/ha	4 kg/ha
Profundidad de siembra	Sobre el suelo, ligeramente tapada	1 – 2 cm

Nota. Información obtenida de (Lucero, 2020), donde se observa las diferencias agronómicas entre los pastos Saboya y Brachiaria.

Raíces de pastos con agentes microbiológicos

Existen agentes biológicos microscópicos que generan una simbiosis con las plantas para poder ofrecerse beneficios de manera mutua, por ejemplo, algunos hongos, como es el caso de *Trichoderma spp.* y las micorrizas, establecen una colonización en las raíces o la zona de

influencia de las raíces (rizósfera) y generan un impacto favorable en las plantas que las acogen u hospedan. Por ejemplo:

- *Trichoderma spp.* disminuye y regula la presencia de otros patógenos o parásitos.
- Algunas cepas de micorriza potencian la capacidad de las plantas para la absorción de nutrientes, además de tener la capacidad de resistir la sequía (Westermann, 2004).

Hongo *Trichoderma spp.*

Su género de hongos proviene de la división Ascomycota, se caracteriza por ser cosmopolita encontrándose en absolutamente todos los suelos cultivables, aunque se presenta tan solo en un 2% en suelos que poseen materia orgánica (MO) debido a que no pueden expresar sus beneficios en este espacio (Hernández & Ferrera, 2019).

Beneficios agrícolas

Genera efectos positivos, basándose principalmente en la colonización de la masa edáfica evitando la presencia de otros microorganismos patógenos del reino Fungi que ocasionan daños en las plantas, como es el caso de *Botrytis*, *pythium*, *rhizoctonia*, entre otros.

Al alimentarse de otros hongos, se reduce la capacidad de propagación de los mismos, evitando el daño a raíces.

Función en las plantas

Según (Mula, 2021), *Trichoderma spp.* presenta varias funciones que son benéficas para las plantas, donde encontramos:

- Dañar la pared celular de hongos patógenos por medio de enzimas y antibióticos que salen al exterior.
- Parasitación y destrucción completa de las hifas.

- Proporción de resistencia adquirida, permitiendo de esta manera la aplicación foliar.
- Los suelos se convierten supresivos evitando el incremento de la expresividad de hongos patógenos.
- La más importante, es la estimulación de la raíz de manera indirecta para incrementar la capacidad de asimilar los nutrientes.

Micorrizas

Debido a que las plantas vasculares generan un lazo de asociaciones simbióticas con hongos en sus raíces, se presentan beneficios para las plantas de interés agronómico. Por medio de la simbiosis, se obtiene un aprovechamiento en las acciones de las plantas y los microorganismos, ya que las raíces secretan compuestos como azúcares, aminoácidos y ácidos grasos, que proveen ventajas a los hongos, mientras que estos permiten el paso de minerales del suelo y materia en descomposición en formas que las raíces de la planta pueden absorber eficientemente (López & Barceló, 2019).

División en categorías

Se clasifican en dos grandes grupos: ectomicorrizas y endomicorrizas.

- Ectomicorrizas: presentes en una relación simbiótica con especies forestales. En este grupo se distinguen 6 subcategorías, encontrándose las micorrizas vesículo arbusculares (VAM), las cuales llegan a alterar la forma de las raíces por medio de los arbusculos (Westermann, 2004).
- Endomicorrizas: Las hifas poseen la capacidad de penetrar las células de las raíces. En los arbusculos hay un cambio mutuo de nutrientes por C entre hongo-raíz (Symborg, 2021).

Beneficios agrícolas

- Existe una mejoría en la absorción de nutrientes, especialmente P y N.
- Incremento en la absorción de agua y existe una mayor resistencia ante el estrés hídrico.
- Mayor obstrucción ante hongos patógenos por el efecto antagónico que provee, incrementando las defensas de las plantas.
- Mejor estructura del suelo por los agregados que generan las hifas y los filamentos del hongo en mención.
- Hay un aumento en el desarrollo fisiológico de las plantas gracias a los factores hormonales que proveen las micorrizas.
- Se producen efectos hormonales sobre las raíces que hacen que aumente su desarrollo y el de toda la planta (Franco, 2017).

Extracto multimineral-Coctel biológico

Se trata de una solución que se compone de diferentes elementos que proporciona beneficios a las plantas, encontrando un sinnúmero de productos en el mercado, los cuales ofrecen actuar como el principal catalizador en el proceso de compostaje, además de asociarse con las raíces de las plantas para desempeñar funciones de absorción en mayor calidad los multiminerales que se proveen (Orgánicos SOGAP, 2020).

Beneficios agrícolas

Genera funciones básicas tales como:

- La nutrición de las plantas en mayor aprovechamiento gracias a este cóctel.

- Desarrollo de raíz y follaje por medio del aceleramiento fisiológico de la planta al estar expuesta al medio.
- Reproducción en mayor porcentaje al encontrarse en un estado óptimo para desempeñar este papel (Galeano, 2018).

Capítulo III

Materiales y Métodos

Ubicación del área de investigación

Ubicación Política

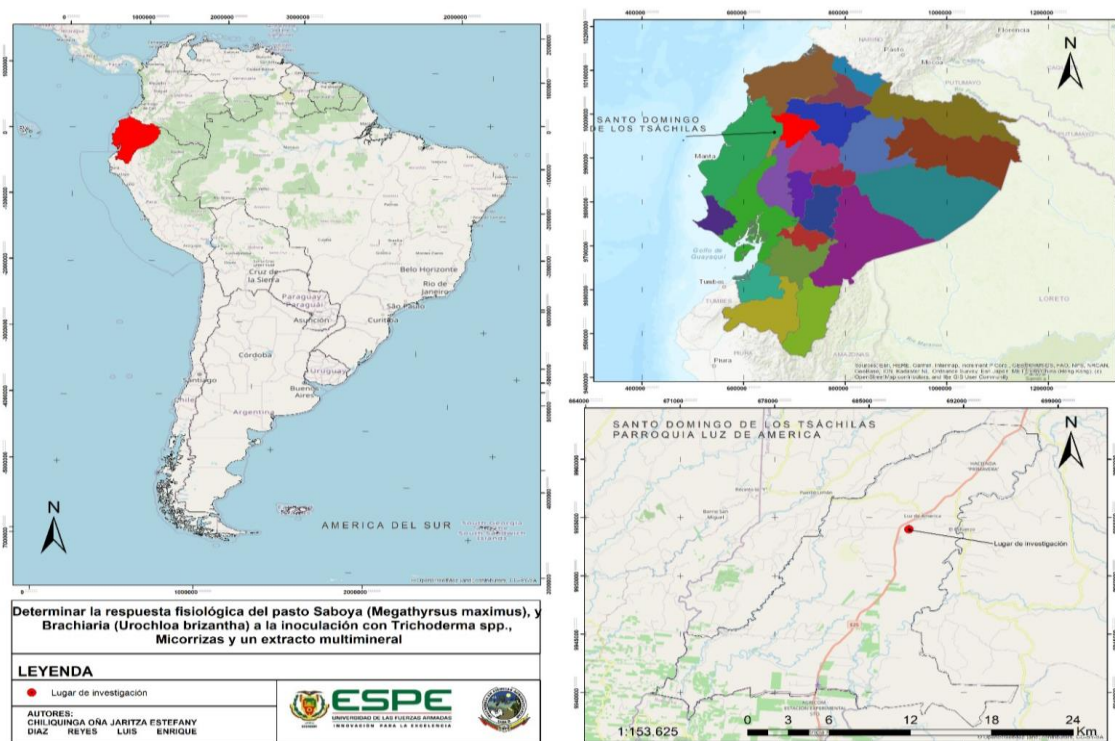
País:	Ecuador
Provincia:	Santo Domingo de los Tsáchilas
Cantón:	Santo Domingo
Parroquia:	Luz de América
Dirección:	Km 24 vía Santo Domingo

Ubicación Geográfica

El trabajo de titulación se llevó a cabo en la Hacienda Zoila Luz, en las instalaciones de la Universidad de las Fuerzas Armadas “ESPE” sede Santo Domingo, específicamente en el área de taller de pasturas.

Figura 1

Mapa de la localización geográfica en la cual se realizó la investigación



Nota: Ubicación geográfica del lugar donde se instaló y realizó la investigación.

Ubicación Ecológica

Zona de vida: Bosque Húmedo Tropical, (bh-T)

Temperatura: 24-26 °C

Humedad: 89%

Pluviosidad: 2980 mm anuales

Altitud: 270 m.s.n.m.

Heliofanía: 660 horas/luz/año

Materiales

Tabla 4

Descripción de reactivos, insumos, equipos y muestras a usar en laboratorio para análisis de proteína-fibra en pastos

Reactivos	Insumos	Equipos	Muestra
Ácido sulfúrico concentrado 96% (d= 1,84)	Tubos de destilación	Balanza analítica sensible al 0.1 mg	Pasto Saboya
Solución de Hidróxido de Sodio al 35%	Matraz Erlenmeyer de 250 ml	Unidad digestora	Pasto Brachiaria
Solución de Ácido Bórico al 2% (HBO ₃) ₃₃	Gotero	Sorbona o colector/extractor de humos (unidad scrubber y bomba de vacío de circulación de agua)	
Solución de Ácido Clorhídrico 0. 1 N (HCl), debidamente estandarizada	Mortero	Unidad de Destilación	
Tabletas Catalizadoras	Probeta de 100 ml	Plancha de calentamiento con agitador magnético.	
Indicador Kjeldahl	Pisetas	Equipo de titulación.	
Agua destilada	Pipetas	Equipo Dosi-Fiber	

Reactivos	Insumos	Equipos	Muestra
Ácido sulfúrico 0,128M	Matraz Kitasato	Balanza analítica sensible al 0.1 mg	
Hidróxido potasio KOH	Crisoles porosos	Bomba de vacío	
Octanol		Estufa	
Acetona		Mufla	
		Desecador	

Nota. Materiales utilizados para el análisis de fibra y proteína, realizado en el laboratorio de Bromatología de la ESPE.

Tabla 5

Descripción de materiales a usar en campo donde se realizó la investigación.

Materiales	Insumos	Equipos	Muestra
Flexómetro de 3 m	Micorrizas	Balanza	Semillas de pasto
Machete	<i>Trichoderma spp.</i>	gramera	Saboya
Pala	Cóctel biológico		Semillas de pasto
Bomba de fumigar	Urea		Brachiaria
Estacas de madera	Glifosato		
Cinta tomatera	Extracto multimeneral		
Regadoras de 8L	Regulador de pH		

Materiales	Insumos	Equipos	Muestra
Esferográfico			
Libreta de campo			
Cuadrado PVC 0.5 m x 0.5 m			

Nota: Materiales utilizados en campo en todo el establecimiento de la investigación.

Métodos

Diseño Experimental

Se empleo el diseño completamente al azar (DCA) con 2 variedades de pasto, 4 tratamientos cada uno incluyendo los testigos y cuatro repeticiones, siendo alrededor de 32 unidades experimentales.

Tratamientos a evaluar

A continuación, la tabla 6 muestra los tratamientos aplicados en las dos variedades de pasto (Saboya y Brachiaria) con una descripción de los productos inoculados.

Tabla 6

Identificación de los tratamientos para pasto Saboya y Brachiaria

Tratamientos		Descripción
Saboya	Brachiaria	
ST1	BT1	Micorrizas
ST2	BT2	<i>Trichoderma</i> spp.
ST3	BT3	Cóctel biológico
ST4	BT4	Testigo

Nota. En esta tabla se observan los 4 tratamientos con las 2 variedades de pasto evaluadas.

Material vegetativo

Se estableció desde la siembra este trabajo de investigación con semillas de Saboya (*Megathyrsus maximus* cv. Mombasa) y *Brachiaria* (*Brachiaria brizantha* cv. Marandú).

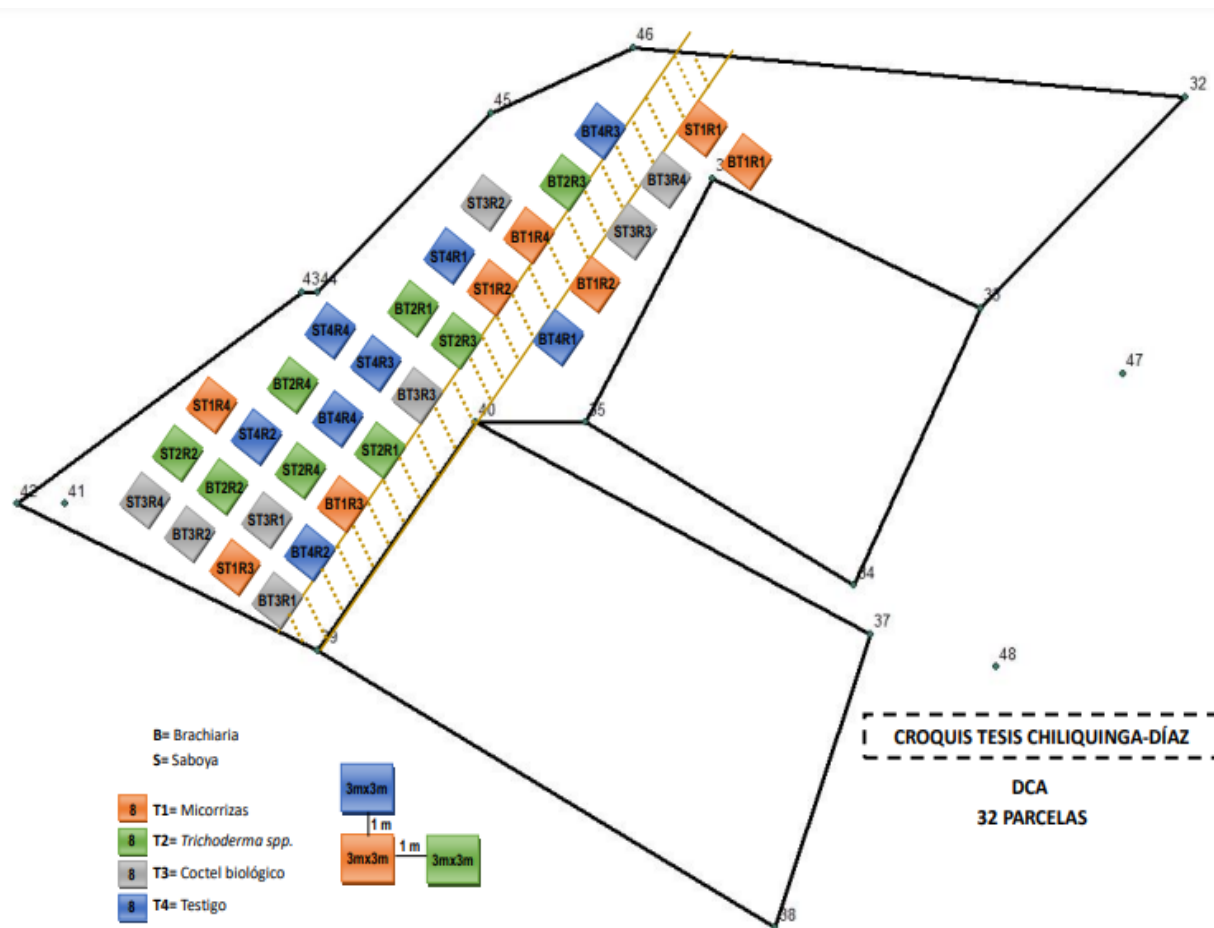
Características de las UE

Número de unidades experimentales:	32 UE
Forma de unidad experimental:	Cuadrado
Ancho de unidad experimental:	3 m
Largo de la unidad experimental:	3 m
Área de las unidades experimentales:	9 m ²
Área neta del ensayo:	288 m ²
Área total del ensayo:	500 m ²

Croquis del diseño

Figura 2

Croquis de distribución de las unidades experimentales



Nota. Figura de la distribución de los 4 tratamientos en dos variedades de pastos *Brachiaria* y Saboya con cuatro repeticiones cada uno, dando un total de 32 UE en el área de pasturas.

Análisis estadístico

La presente investigación contó con ocho tratamientos de estudio, cada uno con cuatro repeticiones en dos variedades de pasto, con un total de 32 unidades experimentales.

Esquema del análisis de varianza

Tabla 7

Esquema de la varianza de la investigación en estudio

Fuentes de variación	Fórmula	Especie Brachiaria – Saboya
Tratamientos	K-1	3
Error Experimental	N-K	28
Total	N-1	31

Nota. Se presenta un resumen visual de la descomposición de la varianza utilizada en el análisis de datos recopilados en la investigación.

Coeficiente de Varianza

Para calcular el coeficiente de variación, se empleó la fórmula que se presenta a continuación:

$$CV = \frac{\sqrt{CM_e}}{\tilde{x}} * 100$$

Donde:

CV = Coeficiente de variación

CM_e = Cuadrado medio del error experimental

\tilde{x} = Media general del experimento

Análisis Funcional

Para realizar la comparación de las diferencias significativas entre las variables analizadas, se utilizó la prueba de Tukey con un nivel de significancia del 5%.

Variables de estudio

En el contexto de la investigación, se contemplaron diversas variables específicas las cuales se describen a continuación, con el propósito de alcanzar los objetivos planteados en la investigación.

- Altura del pasto
- Número de hojas del pasto
- Peso de raíz
- Peso fresco aéreo
- Peso seco aéreo
- Rendimiento del pasto
- Análisis de proteína
- Análisis de fibra

Métodos

Altura del pasto

Se realizó el control de la altura de 10 plantas de cada una de las unidades experimentales, para lo cual se utilizó un flexómetro de 3m para la toma de datos, este registro se inició desde la siembra, tomando datos una vez por semana hasta la semana 12 y luego del primer corte los datos fueron diarios hasta el día 28.

Número de hojas del pasto

El control del número de hojas se hizo de 10 plantas junto al dato de la altura, se contabilizó en cada unidad experimental del ensayo.

Peso de raíz

Se seleccionaron al azar algunas muestras de pastos, donde se sacaron con cuidado de no dañar el sistema radicular, se lavaron para evitar que el suelo distorsione el dato del peso, y así en todas las UE. Se utilizó una balanza analítica para pesar estas muestras.

Peso fresco aéreo

Estos datos se obtuvieron del primer y segundo corte de los pastos *Brachiaria* y *Saboya*, donde se colectaron muestras de 200 gr que fueron pesadas en una balanza analítica en todas las UE en cada corte.

Peso seco aéreo

Las muestras que habían sido elegidas en la variable previa fueron dispuestas dentro de la estufa a una temperatura constante de 70°C durante 3 días. A continuación, se procedió a tomar el valor del peso en la balanza analítica.

Rendimiento del pasto

Se lanzó un cuadro de $1m^2$ a azar en todas las UE donde se cortaron las muestras que quedaron dentro del perímetro y se pesaron en una balanza analítica.

Análisis de proteína

Se calculó el % de proteína bruta usando el método de Kjeldahl, con muestras previamente secadas. Donde pasó por un proceso de digestión usando solución ácida concentrada. Posteriormente, se procedió a la destilación de la solución, con el objetivo de separar el nitrógeno contenido en las proteínas y por último la valoración usando la siguiente formula usada por ITW Reagents (2023):

$$\%PB = \frac{(VHCl - Vb) * 1.401 * NHCl * F}{g.muestra}$$

Donde:

1.401 = Peso atómico del Nitrógeno

NHCl = Normalidad del Ácido Clorhídrico 0.1N

F = Factor de conversión (6.25)

VHCl = Volumen del ácido clorhídrico consumido en la titulación

Vb = Volumen del Blanco (0.3)

Análisis de fibra

Se determinó el % de fibra del ensayo usando el método de Weende, con muestras previamente secas. Pasaron por un proceso de extracción, filtración y lavado. Donde para obtener los resultados se empleó la siguiente fórmula empleada por Casallas Argaez, (2014):

$$\%Fibra\ bruta = \frac{W1 - W2}{W0} * 100$$

Donde:

W_0 =Peso de la muestra

W_1 =Peso del crisol + muestra seca

W_2 =Peso del crisol + muestra calcinada

Implementación de las parcelas experimentales

Se realizó la labranza del sitio de ensayo ($500m^2$) con una tractor, luego se fumigó con bomba mochila de 20 L. Glifosato (Glifopac® 480) + regulador de pH del agua (FIXDER-PLUS®) para el control de malezas, se dividieron en forma cuadrada (3x3) con piola tomatera y estacas las 32 UE.

Siembra e inoculación de los productos

La siembra de los pastos *Brachiaria* y Saboya del tratamiento con la inoculación de micorrizas (BT1 y ST1) se realizó una semana después de la aplicación de Glifosato, para lo cual se mezclaron las dos variedades de forma homogénea con las micorrizas arbustivas "FUNGIFERT®" la siembra fue al lineal en las 8 UE. Se sembraron de forma lineal en las 24 UE restantes incluida el testigo, donde en 8 UE se aplicó el producto con *Trichoderma spp.*, en los tratamientos BT2 y ST2, las otras 8 UE con extracto multimineral-coctel biológico y las ultimas 8 UE fueron el testigo en todo el ensayo, los productos se aplicaron en regadera de 8L a excepción de las micorrizas. Los productos se aplicaron 3 veces en todo el ensayo, excepto las micorrizas que sólo fueron una vez al inicio.

Fertilización

Se realizó la fertilización al voleo con Urea, 2 semanas antes del 1er y 2do corte de los pastos *Brachiaria* y Saboya, en todos los tratamientos incluido el testigo, es decir, en las 32 UE del ensayo con una dosis de 50 g. en cada una.

Primer y segundo corte realizado al pasto

El primer corte se realizó a la semana 12 antes de que los pastos lleguen a la etapa de floración o maduración en las 32 UE, se lo hizo con una moto guadaña tratando de mantener la homogeneidad en corte dejando una altura para rebrote de 14 cm en promedio, las muestras colectadas fueron llevadas a laboratorio para su correspondiente análisis bromatológico.

Y el segundo corte de los realizó en el día 28 luego del primer corte, de igual forma con moto guadaña, dejando una altura de 17 cm en promedio para rebrote, de igual manera fueron analizadas las muestras con sus respectivos tratamientos.

Capítulo IV

Resultados y Discusión

Desarrollo radicular

Análisis de varianza

Tabla 8

Análisis de varianza de la variable peso seco de la raíz

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Inoculo	228,05	3	76,02	5	0,0078
Variedad	1171,1	1	1171,1	77,08	<0,0001
Error	364,63	24	15,19		
Total	1803,91	31			

Nota. La tabla es de autoría propia, donde se reflejan que existe diferencias significativas entre los pesos secos del sistema radicular de las dos variedades de pastos y en cada tratamiento.

En la Tabla 8 se presenta el análisis de varianza de la masa radicular del pasto Saboya y *Brachiaria*, a un nivel de significancia al 5%; donde se identificó que existe diferencia estadísticamente significativa en el inoculo de los microorganismos utilizados para cada tratamiento ($p=0,0078$). De igual manera se identificó diferencia estadísticamente significativa entre las variedades Saboya y *Brachiaria* ($p<0,0001$).

Tabla 9

Comparación de medias de Tukey de la variable peso seco de la raíz

Inoculo	Variedad	Medias
Testigo	Saboya	22,67 ^A
Coctel Biológico	Saboya	29,02 ^A
Micorrizas	Saboya	30,69 ^{AB}
<i>Trichoderma spp.</i>	Saboya	31,63 ^{AB}
Testigo	Brachiaria	38,39 ^{BC}
Coctel Biológico	Brachiaria	38,6 ^{BC}
Micorrizas	Brachiaria	42,26 ^C
<i>Trichoderma spp.</i>	Brachiaria	43,15 ^C

Nota. Esta tabla es de autoría propia, nos indica que existió diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos con el inoculo Micorrizas y *Trichoderma spp.*, con respecto al Testigo y al tratamiento con Coctel Biológico.

Tabla 10

Promedios del porcentaje de materia seca del sistema radicular del pasto Saboya y Brachiaria

Tratamiento	Peso fresco raíz	Peso seco raíz	%MS
ST1	50	15,37	30,74%
ST2	50	15,71	31,42%
ST3	50	14,20	28,39%
ST4	50	11,30	22,59%
BT1	50	20,90	41,80%
BT2	50	20,89	41,79%

Tratamiento	Peso fresco raíz	Peso seco raíz	%MS
BT3	50	18,99	37,97%
BT4	50	19,34	38,69%

Nota. Tabla de autoría propia, donde los indica el %MS de cada los 4 tratamientos en las dos variedades en relación con el peso fresco y seco de la raíz.

En la tabla 10 se presenta el resultado del contenido de materia seca del sistema radicular en pasto Saboya y *Brachiaria*. Se puede apreciar que en el caso del pasto Saboya se dio el mayor porcentaje de materia seca en el tratamiento 2 (*Trichoderma spp.*) con un contenido de 31,42%, mientras que el menor contenido fue el presentado por el tratamiento 4 (Testigo) con 22,59%. En cambio, en *Brachiaria* los tratamientos 1 (Micorrizas) y 2 (*Trichoderma spp.*) presentaron los mejores resultados siendo prácticamente iguales con 41,8% y 41,79% respectivamente, y el menor contenido de materia seca fue el presentado por el tratamiento 3 (Coctel Biológico) con 37,97%.

Esto concuerda con lo afirmado por (Contreras-Cornejo et al., 2009) el *Trichoderma* tienen la capacidad de producir hormonas vegetales y compuestos promotores del crecimiento, como el ácido indolacético (IAA), que estimulan el desarrollo radicular y el crecimiento general del pasto. Según (Harman et al., 2004) el *Trichoderma* mejora el ambiente del suelo ya que funciona como antagonista o competencia de hongos fitopatógenos.

Sin embargo, se observó una respuesta similar de las Micorrizas especialmente en el caso del pasto *Brachiaria*, de acuerdo con (Smith et al., 2010) estas asociaciones benefician tanto a las plantas como a los hongos, mejorando la absorción de nutrientes, especialmente fósforo y agua, a través de una expansión del sistema radicular.

También se halló que un trabajo en conjunto podría maximizar los resultados del desarrollo, tal y como menciona (Inbar et al., 1994) algunas investigaciones sugieren que *Trichoderma* puede mejorar la colonización de micorrizas en las raíces, lo que a su vez puede mejorar la absorción de nutrientes y agua y, por lo tanto, contribuir al desarrollo radicular.

Análisis bromatológicos

Tabla 11

Composición bromatológica de los tratamientos aplicados en pasto Saboya y Brachiaria

Tratamientos	Proteína (%)		Fibra (%)		Materia seca (%)	
	1er Corte	2do Corte	1er Corte	2do Corte	1er Corte	2do Corte
ST1	13,72	17,37	27,55	29,43	20,22	20,81
ST2	13,43	12,26	29,88	29,60	22,96	17,51
ST3	12,26	14,30	27,21	30,43	24,25	23,11
ST4	13,57	13,60	28,67	28,47	17,44	18,00
BT1	13,13	18,10	29,29	29,91	30,11	19,21
BT2	12,26	16,35	27,02	28,92	21,00	17,57
BT3	12,11	14,89	28,92	27,82	24,08	17,75
BT4	10,51	10,95	28,64	27,56	17,37	17,30

Nota. Resultados obtenidos en el ensayo de los porcentajes de proteína, fibra y materia seca, donde el pasto Saboya presenta un incremento con el T1, y *Brachiaria* con el T1.

En la tabla 11, se presentan los resultados obtenidos de exámenes bromatológicos realizados en cada corte, en el caso de la proteína se puede apreciar que el pasto saboya en el tratamiento 1 (Micorrizas) presentó un incremento de 3,65% con respecto a los datos obtenidos en el primer corte, por contraparte el tratamiento 2 (*Trichoderma spp.*) sufrió una depresión del 1,17%, mientras que el testigo se mantuvo. En el caso del pasto *Brachiaria* se presentó incremento en el porcentaje de proteína, siendo el menor incremento el observado en el tratamiento 4 (Testigo) y el mayor en el tratamiento 1 (Micorrizas).

Los resultados descritos superan los niveles de proteína descritos por (Hodgson et al., 2011) quien establece que el contenido de proteína cruda en el pasto *Megathyrsus maximus* y *Urochloa brizantha* podría estar en el rango del 8% al 15%, esto es reafirmado por el autor (Oliveira et al., 2012)

También se evaluó el contenido de fibra de las pasturas, donde se presentó un incremento al segundo corte en ambas variedades, viéndose que en el caso del pasto Saboya el tratamiento 1 (Micorrizas) tuvo una subida de 1,42% en el contenido de fibra siendo este el mejor tratamiento, mientras que el menor fue el testigo con un ascenso de 0,35%. En el pasto *Brachiaria* se identificó que el tratamiento 3 (Coctel Biológico) tuvo el mayor incremento en el contenido de fibra con un aumento del 1,97%, mientras que el tratamiento 2 (*Trichoderma spp.*) presentó la menor diferencia con un incremento del 0,42% con respecto a lo presentado en el primer corte.

Se afirma que los resultados de fibra obtenidos son muy buenos ya que de acuerdo con lo mencionado en (Amador et al., 2013) el contenido de fibra en el pasto Saboya podría estar en el rango del 20% al 30% o más, dependiendo de la etapa de crecimiento y las condiciones del suelo. Estos rangos de fibra son los mismos para el pasto *Brachiaria* de acuerdo con (Pacheco et al., 2020).

Finalmente se evaluó el porcentaje de materia seca de la parte aérea de la planta, donde se obtuvo que en el caso del pasto Saboya hubo un incremento del 0,59% en el tratamiento 1 (Micorrizas) y del 0,56% en el tratamiento 4 (Testigo). Mientras que los otros 2 tratamientos presentaron una disminución en el contenido de materia seca, siendo la depresión más significativa la observada en el tratamiento 2 (*Trichoderma spp.*) donde perdió 5,44% con respecto al presentado en el primer corte, y el tratamiento 3 (Coctel Biológico) perdió 1,14% de su contenido de materia seca al segundo corte. Por otro lado, en el caso del pasto *Brachiaria* se observó pérdidas del contenido de materia seca en todos los tratamientos, el más significativo es el tratamiento 1 (Micorrizas) con una pérdida del 10,9% (siendo la más alta presentada entre las ambas variedades), mientras que el menor fue el que se presentó en el tratamiento 4 (Testigo) siendo del 0,07%.

Durante el primer corte los valores obtenidos en los tratamientos se mantuvieron dentro del rango normal de contenido de materia seca en este tipo de pastos ya que de acuerdo con (Sollenberger et al., 2012) quien afirma que el contenido de materia seca en estas variedades de pasto podría estar en el rango del 20% al 30% o más, dependiendo de la variedad, la etapa de crecimiento y las condiciones del suelo, lo cual concuerda de igual manera con lo mencionado por el autor (Nascimento et al., 2011)

Altura del pasto

Análisis de varianza

Tabla 12

Análisis de varianza de la variable altura semanal en pasto Brachiaria y Saboya

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Inoculo	2163,22	3	721,07	11,28	<0,0001
Variedad	4950,98	1	4950,98	77,42	<0,0001
Semana	1110389,3	11	100944,48	1578,48	<0,0001
Inoculo*Variedad	1336,51	3	445,5	6,97	0,0001
Inoculo*Semana	3452,4	33	104,62	1,64	0,0178
Variedad*Semana	10616,14	11	965,1	15,09	<0,0001
Error	20528,15	321	63,95		
Total	1153436,71	383			

Nota. Muestra el análisis de varianza en relación con la altura semanal en los pastos, donde se reflejan diferencias estadísticamente significativas.

La tabla 12 presenta un análisis de varianza para la variable altura en pasto Brachiaria y Saboya, a un nivel de significancia al 5%; donde se indica que existe diferencia estadísticamente significativa entre tratamientos ($p < 0,0001$). También se estableció que existe diferencia estadísticamente significativa entre el desarrollo de las 2 variedades de pasto con las cuales se

realizó este ensayo ($p < 0,0001$). De igual manera se determinó que entre semanas existe diferencia estadísticamente significativa ($p < 0,0001$). Se señaló que la interacción entre los 4 tratamientos y las 2 variedades presentó diferencia estadísticamente significativa ($p = 0,0001$). Mientras que la interacción entre los tratamientos y cada semana presentó diferencia estadísticamente significativa ($p = 0,0178$). Finalmente, la interacción entre los tratamientos y el desarrollo semanal presentó diferencia estadísticamente significativa ($p < 0,0001$).

Tabla 13

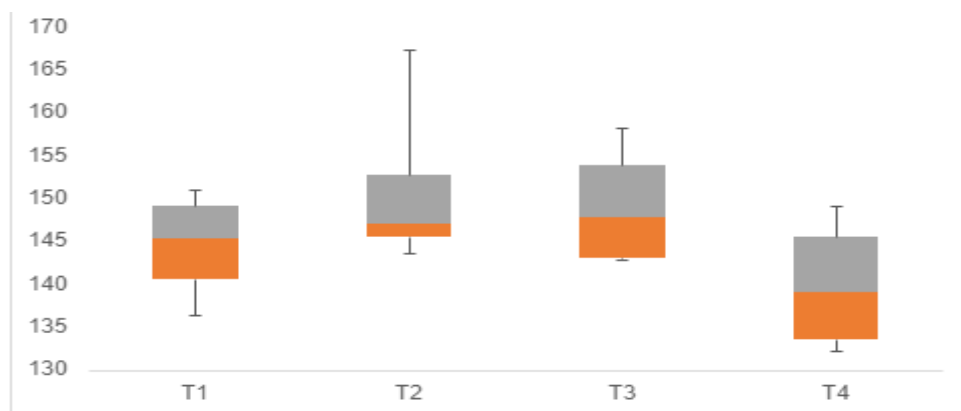
Comparación de medias de Tukey de la variable altura

Inoculo	Variedad	Medias
Testigo	Brachiaria	69,3 ^A
Micorrizas	Brachiaria	70,97 ^A
<i>Trichoderma spp.</i>	Brachiaria	71,6 ^{AB}
Coctel biológico	Brachiaria	72,55 ^{AB}
Testigo	Saboya	72,82 ^{AB}
Coctel biológico	Saboya	76 ^B
Micorrizas	Saboya	81,11 ^C
<i>Trichoderma spp.</i>	Saboya	83,21 ^C

Nota. Esta grafica nos indica que existió diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos y entre variedades, según los resultados obtenidos en la investigación.

Figura 3

Altura del pasto *Bracharia* en la semana 12

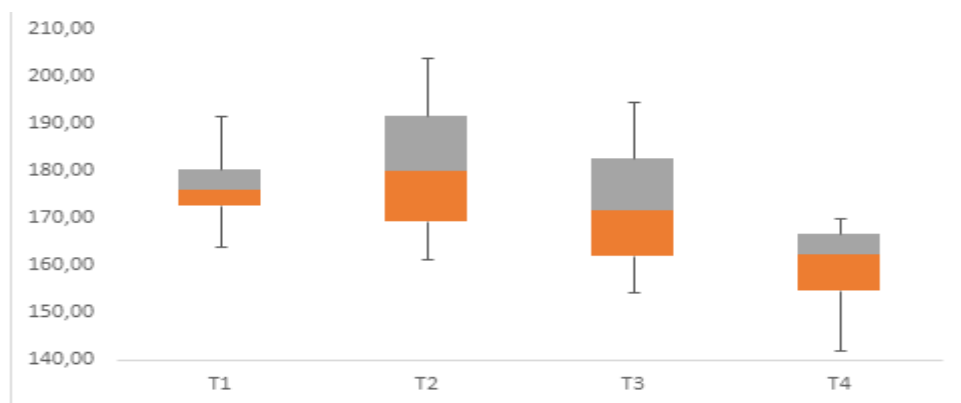


Nota. La siguiente grafica representa la forma de agrupación de los valores de altura obtenidos en los resultados del ensayo.

En la figura 3 se presentan los datos de altura del pasto *Bracharia* en la semana 12 después de su establecimiento, se puede apreciar que en el caso del tratamiento 2 (*Trichoderma spp.*) los datos se encuentran más agrupados, denotando una mayor homogeneidad entre estos, a diferencia del tratamiento 4 (Testigo) donde se puede apreciar que la agrupación de datos fue mayor, indicándonos una mayor diversidad de alturas. También se puede apreciar en el caso del tratamiento 2 (*Trichoderma spp.*) que este tuvo una variación de datos mayor por encima de la media y una variación mínima en valores en los datos por debajo de la media indicándonos una mayor cantidad de datos altos, a diferencia el tratamiento 1 (Micorrizas) donde se observó una variación menor en los datos por encima de la media y una variación mayor en los datos por debajo de la misma.

Figura 4

Altura del pasto Saboya en la semana 12

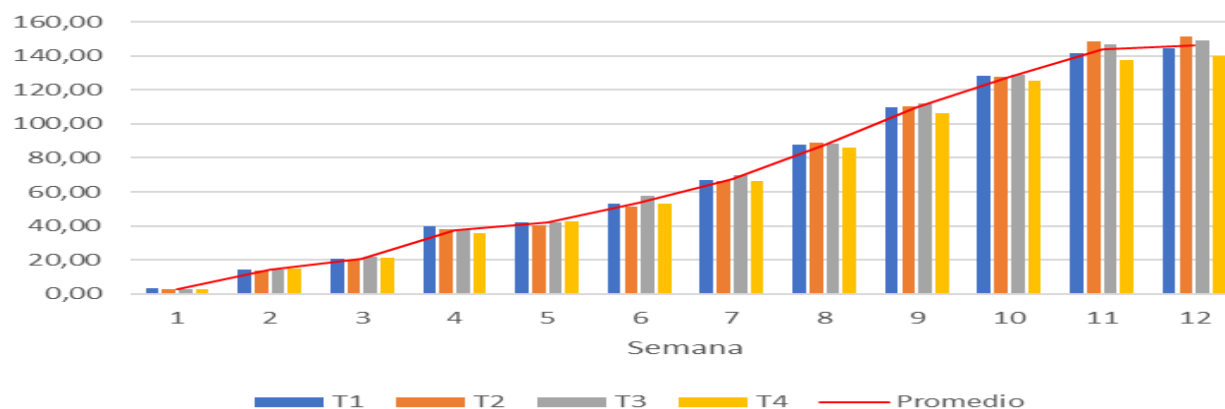


Nota. La siguiente grafica representa la forma de agrupación de los valores de altura obtenidos en base a los resultados del ensayo.

En la figura 4 se presentan los datos de altura del pasto Saboya en la semana 12 después de su establecimiento, donde se puede apreciar que en el tratamiento 1 (Micorrizas) los datos tanto por encima como por debajo de la media tienen poca dispersión, a diferencia de los tratamientos 2 (*Trichoderma spp.*) y 3 (Coctel Biológico) los cuales presentan un mayor nivel de dispersión de datos. Mientras que en el caso del tratamiento 4 (Testigo) se puede apreciar una menor variedad de datos por encima de la media y una mayor dispersión por debajo de la media, indicándonos que la mayor parte de estos son alturas más bajas.

Figura 5

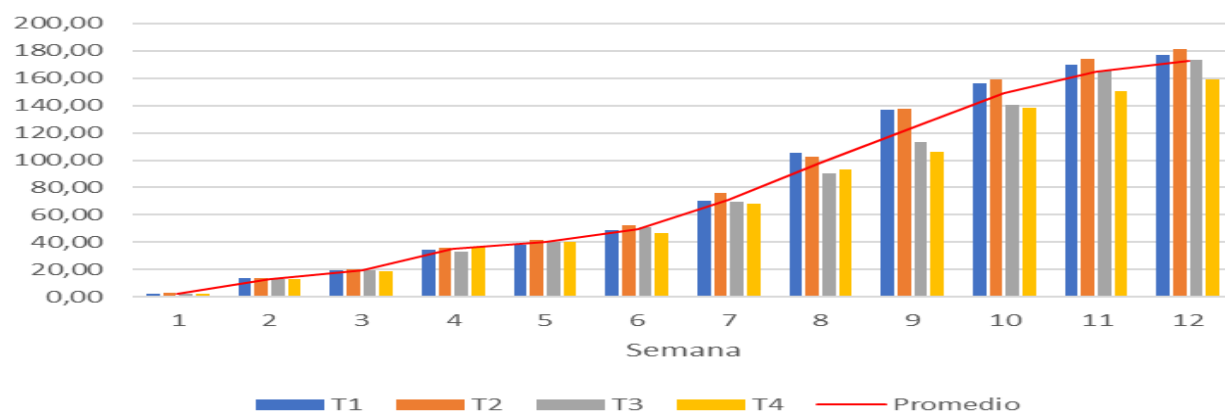
Tendencia de crecimiento semanal del pasto Brachiaria hasta el primer corte



Nota. Se observa el crecimiento semanal del pasto Brachiaria en relación con los tratamientos aplicados en el ensayo.

Figura 6

Tendencia de crecimiento semanal del pasto Saboya hasta el primer corte



Nota. Incremento ascendente del crecimiento semanal del pasto Saboya de acuerdo con los resultados obtenido en el ensayo.

Altura del rebrote del pasto *Brachiaria* y *Saboya*

Análisis de varianza

Tabla 14

Análisis de varianza de la variable altura diaria en pasto Brachiaria y Saboya

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Inoculo	970,64	3	323,55	22,31	<0,0001
Variedad	22389,93	1	22389,93	1543,86	<0,0001
Día	499451,63	27	18498,21	1275,51	<0,0001
Error	10920,45	753	14,5		
Total	547758,85	895			

Nota 1. Se observó mediante la tabla que si se presenta diferencias estadísticas significativas en la variable altura de las dos variedades de pasto.

La Tabla 14 presenta el análisis de varianza para el desarrollo longitudinal del pasto Saboya y Brachiaria, a un nivel de significancia al 5%; en este caso, se determinó que existió diferencia estadísticamente significativa entre tratamientos ($p < 0,0001$). Se presentó diferencia estadísticamente significativa entre variedades ($p < 0,0001$). Se presentó diferencia estadísticamente significativa entre días ($p < 0,0001$).

Tabla 15

Comparación de medias de Tukey de la variable altura del rebrote

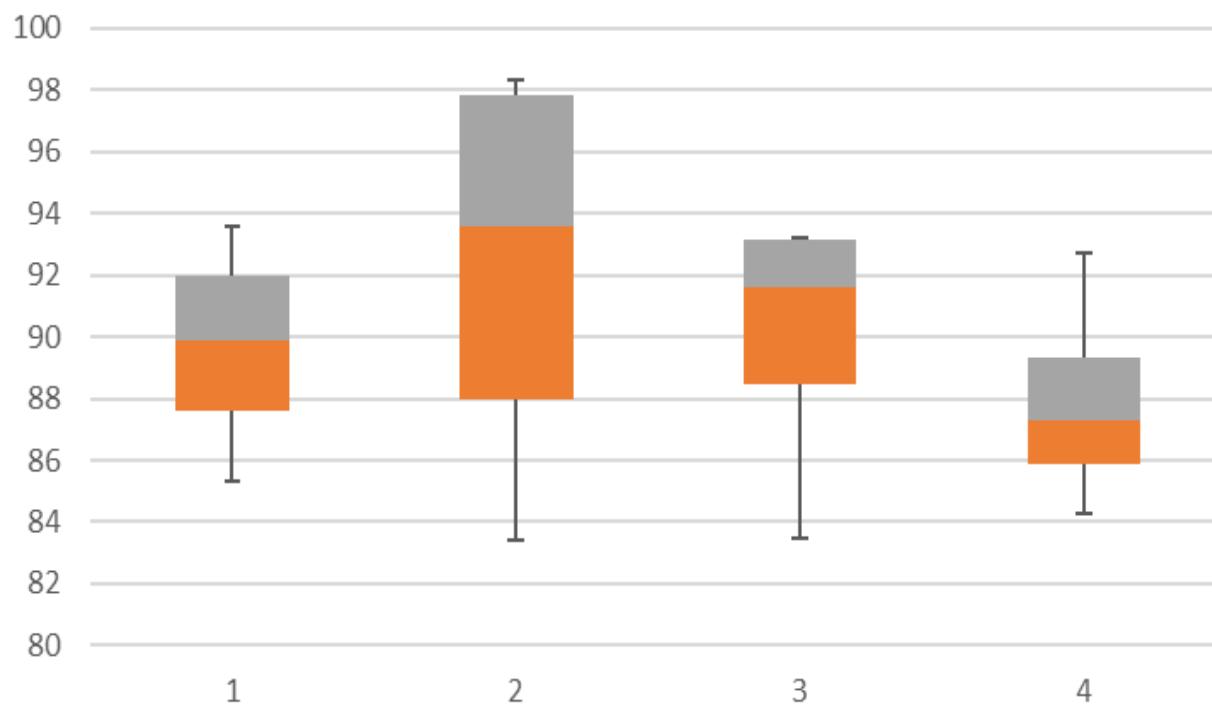
Inoculo	Variedad	Medias
Testigo	Brachiaria	60,5 ^A
Micorrizas	Brachiaria	61,04 ^A
Coctel Biológico	Brachiaria	61,5 ^{AB}

Inoculo	Variedad	Medias
<i>Trichoderma spp.</i>	Brachiaria	63,01 ^B
Testigo	Saboya	69,69 ^C
Micorrizas	Saboya	71,6 ^D
Coctel Biológico	Saboya	71,72 ^D
<i>Trichoderma spp.</i>	Saboya	73,03 ^D

Nota. Esta grafica nos indica que existió diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos y entre variedades, en base a los resultados del ensayo.

Figura 7

Altura del pasto Brachiaria al día 28

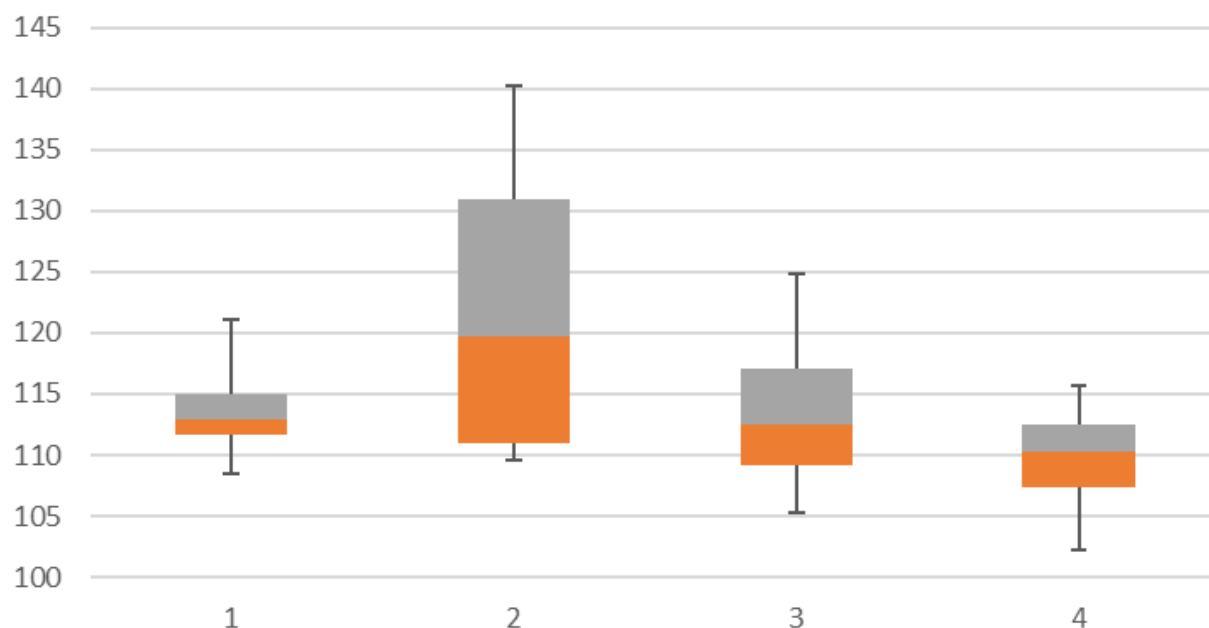


Nota. La siguiente grafica representa la forma de agrupación de los valores de altura obtenidos en base a los resultados obtenidos.

En la Figura 7 se presentaron los resultados de la altura del pasto *Brachiaria* al día 28, donde se logró identificar que los datos obtenidos en el tratamiento 1 (Micorrizas) presentaron datos homogéneos, tanto por encima como por debajo de la media. Mientras que el tratamiento 2 (*Trichoderma spp.*) presentó una mayor diversidad de alturas. Por otro lado, el tratamiento 3 presentó mayor homogeneidad en los datos por encima de la media, mientras que el tratamiento 4 presentó una mayor homogeneidad en los datos debajo de la media.

Figura 8

Altura del pasto Saboya al día 28

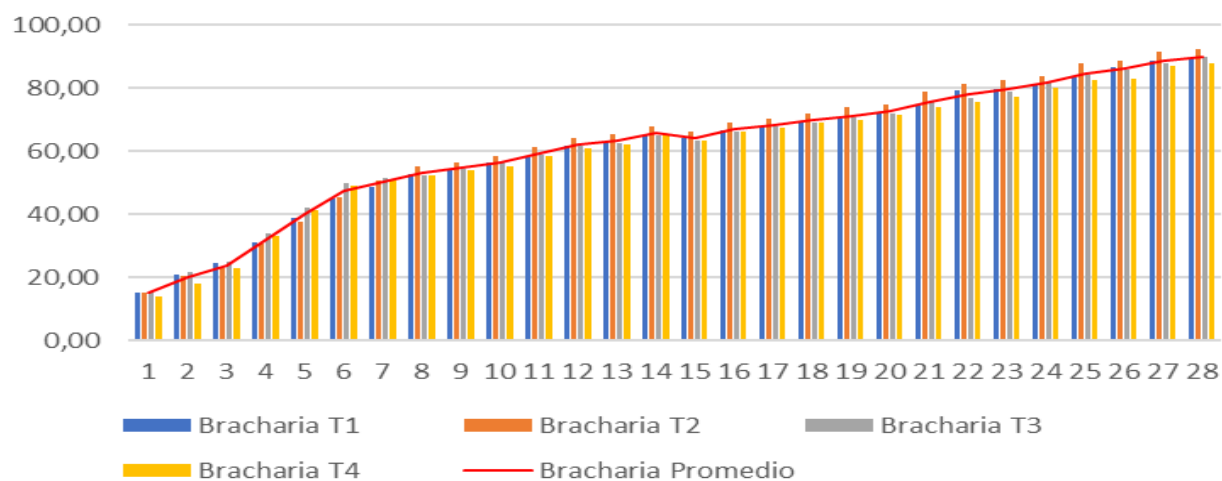


Nota. La siguiente gráfica representa la forma de agrupación de los valores de altura obtenidos en base en los resultados.

En la figura 8 se presentaron los resultados de la altura del pasto Saboya al día 28, en este caso se obtuvieron datos bastante homogéneos en los tratamientos 1 (Micorrizas), 3 (Coctel Biológico) y 4 (Testigo). Mientras que el tratamiento 2 (*Trichoderma spp.*) presentó una gran diversidad en datos de altura, tanto por encima como por debajo de la media, presentando una mayor variabilidad entre estos.

Figura 9

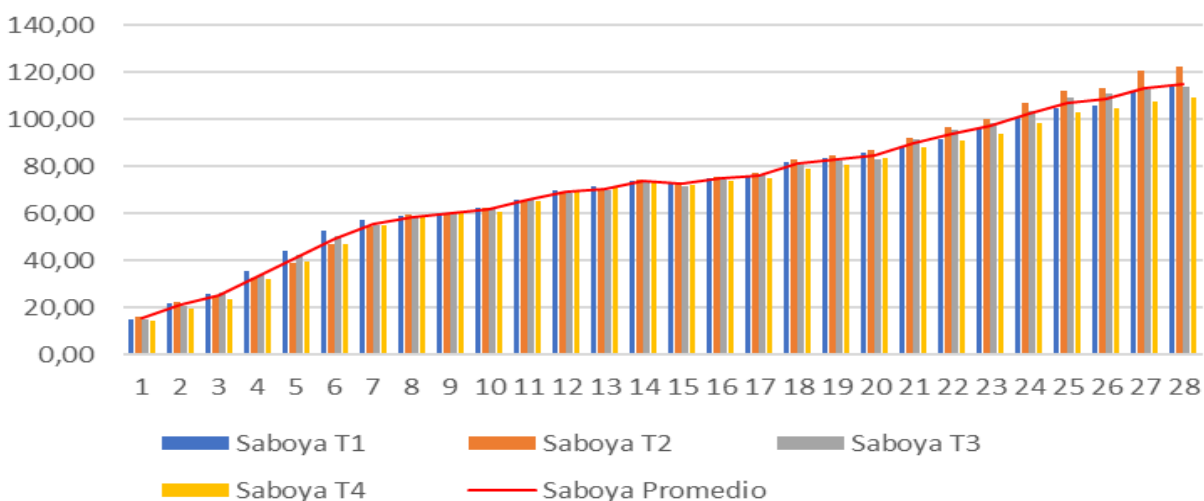
Tendencia de crecimiento diaria del pasto Bracharia después del primer corte



Nota. Crecimiento ascendente en base a los resultados generales de Bracharia, luego del primer corte en los cuatro tratamientos.

Figura 10

Tendencia de crecimiento diario del pasto Saboya después del primer corte



Nota. Crecimiento ascendente en base a los resultados generales de Saboya, luego del primer corte en los cuatro tratamientos

De acuerdo con el autor (Ramiro León, 2018) la altura de pastoreo en el caso del pasto Saboya es de 90 cm y en el caso de la *Brachiaria* mulato es de 70 cm, respecto a esto determinamos que en el caso del pasto Saboya en los tratamientos 2 (*Trichoderma spp*) y 3 (Coctel Biológico) estuvieron en este nivel a los 21 días, mientras que en el pasto *Brachiaria* el tratamiento 2 (*Trichoderma spp*) estuvo al nivel en el día 17.

Número de Hojas

Análisis de varianza

Tabla 16

Análisis de varianza de la variable número de Hojas en pasto Brachiaria y Saboya

F.V.	Suma de Cuadrados	gl	Cuadrado Medio	F	p-valor
Variedad	32,61	1	32,61	402,77	<0,0001
Inoculo	0,3	3	0,1	1,24	0,2956
Semana	837,93	11	76,18	940,91	<0,0001
Error	25,99	321	0,08		
Total	914,8	383			

Nota. Los resultados del análisis de varianza en relación con los resultados de número de hojas en las dos variedades muestran diferencias significativas entre tratamientos, variedad y semanas.

La tabla 16 presenta el análisis de varianza para el número de hojas del pasto *Brachiaria* y Saboya, a un nivel de significancia al 5%; Donde se identificó que existe diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos ($P < 0,0001$). También se identificó que existe diferencia estadísticamente significativa entre tratamientos ($P = 0,2956$). De igual manera se

identificó que existe diferencia estadísticamente significativa entre las 12 semanas que se evaluaron ($P < 0,0001$).

Tabla 17

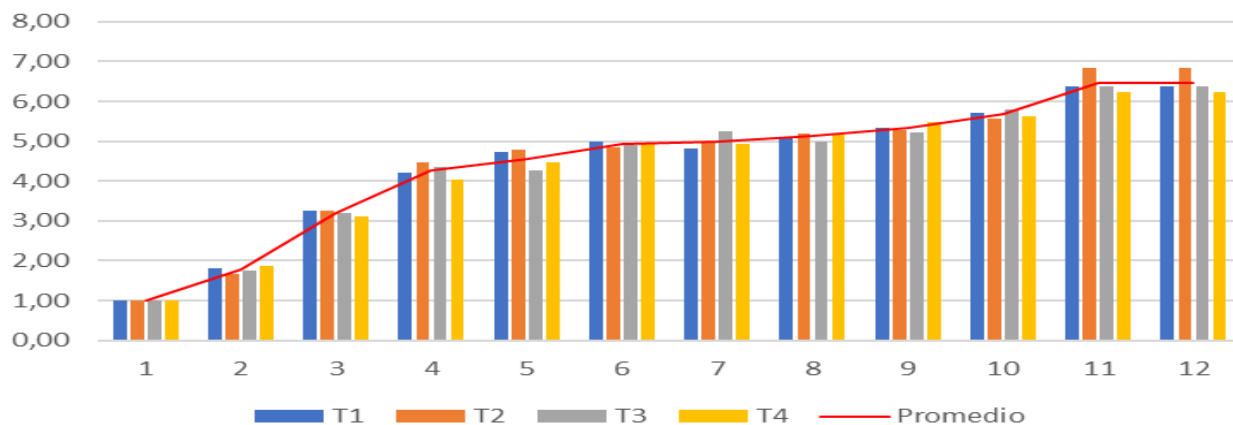
Comparación de medias de Tukey de la variable Número de Hojas en pasto Brachiaria y Saboya

Inoculo	Variedad	Medias
Micorrizas	Saboya	3,87 ^A
Coctel biológico	Saboya	3,87 ^A
<i>Trichoderma spp.</i>	Saboya	3,91 ^A
Testigo	Saboya	3,95 ^A
Testigo	Brachiaria	4,43 ^B
Coctel biológico	Brachiaria	4,46 ^B
Micorrizas	Brachiaria	4,48 ^B
<i>Trichoderma spp.</i>	Brachiaria	4,57 ^B

Nota. Esta grafica nos indica que existió diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos y entre variedades, en base a los resultados del ensayo.

Figura 11

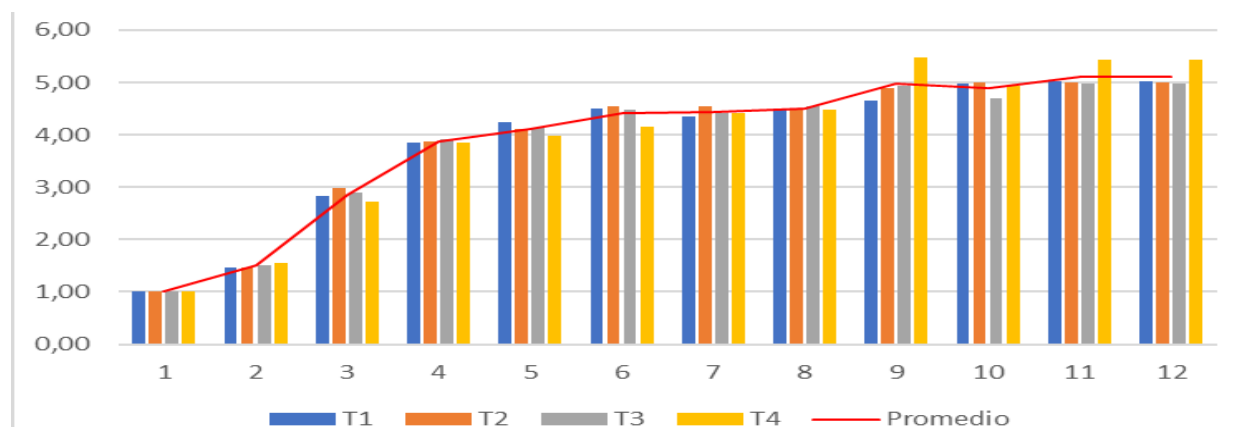
Curva de crecimiento semanal del número de hojas del pasto *Brachiaria*



Nota. Se observa que el T2 (*Trichoderma spp.*) presentó un mayor crecimiento en la semana 12 en comparación a los demás tratamientos, en relación con el número de hojas en pasto *Brachiaria*.

Figura 12

Curva de crecimiento semanal del número de hojas del pasto *Saboya*



Nota. Se observa que el T4 (*Testigo*) presentó un mayor crecimiento en la semana 12 en comparación a los demás tratamientos, en relación con el número de hojas en pasto *Saboya*.

Número de Hojas después del primer corte

Análisis de varianza

Tabla 18

Análisis de varianza de la variable Número de Hojas del rebrote en pasto Brachiaria y Saboya

F.V.	Suma de Cuadrados	gl	Cuadrado Medio	F	p-valor
Inoculo	0,57	3	0,19	5,06	0,0018
Variedad	23,96	1	23,96	639,67	<0,0001
Día	1466,45	27	54,31	1449,97	<0,0001
Error	28,21	753	0,04		
Total	1533,24	895			

Nota. Se observa en la tabla que las tres variables presentan diferencia estadística significativa en base a los resultados obtenido en el ensayo.

La tabla 18 presenta el análisis de varianza para el número de hojas del rebrote del pasto *Brachiaria* y *Saboya*, a un nivel de significancia al 5%; Donde se identificó que existe diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos ($P=0,0018$). También se identificó que existe diferencia estadísticamente significativa entre tratamientos ($P<0,0001$). De igual manera se identificó que existe diferencia estadísticamente significativa entre los 28 días que se evaluaron ($P<0,0001$).

Tabla 19

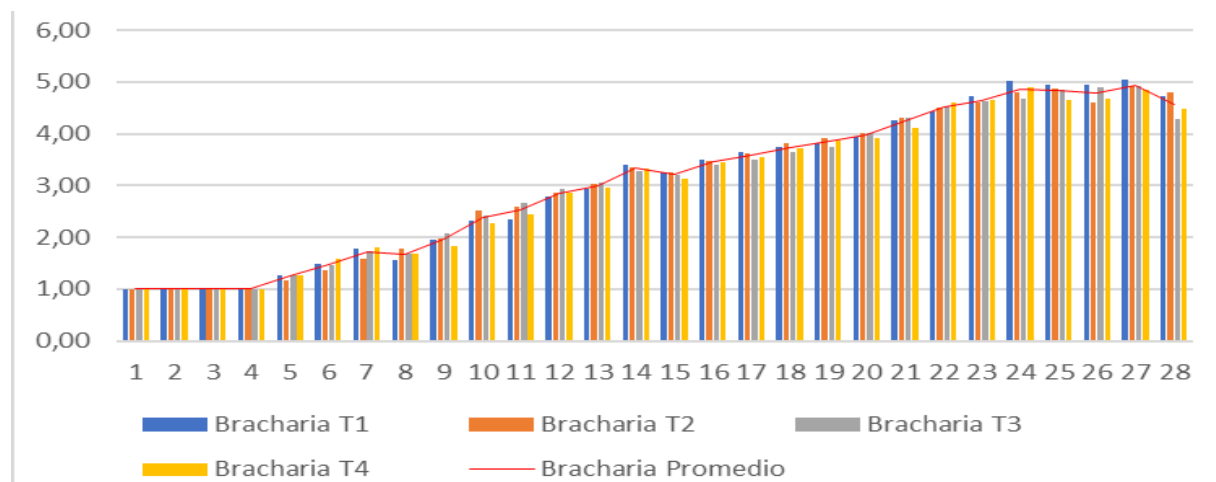
Comparación de medias de Tukey de la variable Número de Hojas del rebrote en pasto Brachiaria y Saboya

Inoculo	Variedad	Medias
Coctel Biológico	Saboya	2,69 ^A
Testigo	Saboya	2,7 ^A
Micorrizas	Saboya	2,71 ^{AB}
<i>Trichoderma spp.</i>	Saboya	2,78 ^B
Testigo	Brachiaria	3,02 ^C
Coctel Biológico	Brachiaria	3,04 ^C
<i>Trichoderma spp.</i>	Brachiaria	3,06 ^C
Micorrizas	Brachiaria	3,07 ^C

Nota. Esta grafica nos indica que existió diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos y entre variedades en base a los resultados obtenidos en el ensayo.

Figura 13

Curva de incremento diario del número de hojas después primer corte del pasto Brachiaria

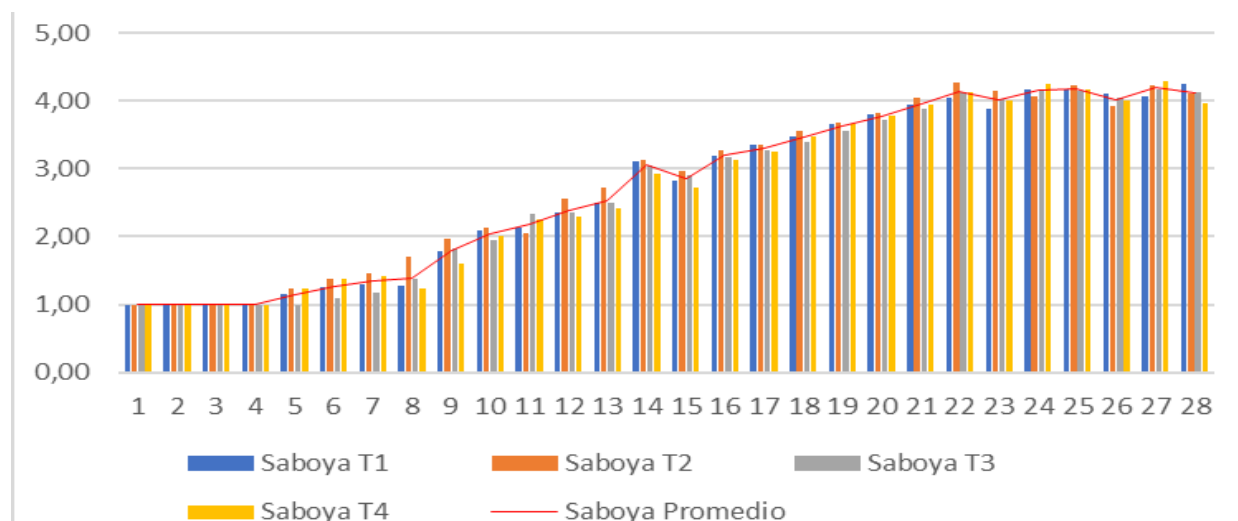


Nota. Curva de crecimiento de la tasa de emergencia de hojas del pasto *Brachiaria* en base a los resultados después del primer corte, donde el T2 presentó mayor número de hojas en el día 28.

De acuerdo a la figura 13 el número de hojas entre los tratamientos aplicados al pasto *Brachiaria*, llega a 4 en el día 21, lo cual según (Ramiro León, 2018) indica que se encuentra dentro de los rangos óptimos establecidos por esta especie, ya que el macollo en esta variedad debe estar entre 3 y 4 para mantener los niveles en cuanto a proteína y digestibilidad.

Figura 14

Curva de incremento diario del número de hojas después primer corte del pasto Saboya



Nota. Curva de crecimiento de la tasa de emergencia de hojas del pasto Saboya en base a los resultados diarios después del primer corte, donde el T1 (Micorrizas) presentó mayor número de hojas en el día 28.

De acuerdo a la figura 14, los resultados indican el pasto Saboya en el día 16 llega a la cantidad de 3 hojas por macollo, y este valor tiende a aumentar hasta el día 28 lo cual según (Ramiro León, 2018) se encuentra dentro de los rangos óptimos en esta especie.

Rendimiento

Tabla 20

Rendimiento kg/m² del pasto Brachiaria y Saboya

Tratamientos	Kg/m ²
ST1	1,6
ST2	1,8

Tratamientos	Kg/m ²
ST3	1,8
ST4	1,2
BT1	1,4
BT2	1,6
BT3	2
BT4	1,2

Nota. Resultados obtenidos del ensayo de los valores de rendimientos obtenidos en el 2do corte de los pastos en estudio, donde el T2 (*Trichoderma spp.*) y T3 (*Coctel biológico*) en la variedad Saboya presentaron los mejores resultados.

En la tabla 20 se puede observar que en cuanto a rendimiento (kg/m²), el tratamiento BT3 (*Brachiaria-Coctel biológico*) presentó un valor de 2kg/m², siendo este el más alto en relación a los otros tratamientos, y el ST2 (*Saboya-Trichoderma spp.*) con ST3 (*Saboya-Coctel Biológico*) presentaron el mismo valor, siendo este de 1,8 kg/m² en relación a su variedad.

Los rendimientos del pasto son superiores de acuerdo por lo establecido por (Nascimento et al., 2011) quien afirma que en condiciones favorables y con manejo adecuado, el rendimiento anual del pasto *Megathyrsus maximus* podría estar en un rango de 10,000 a 20,000 kg de materia seca por hectárea. Mientras que en el caso del pasto *Brachiaria* (Montagner et al., 2021) menciona que el rendimiento anual del pasto *Urochloa brizantha* podría estar en un rango de 15,000 a 25,000 kg de materia seca por hectárea. Mientras que en nuestro ensayo según los valores del tratamiento 3 del pasto *Brachiaria*, con el porcentaje de materia seca obtenido en un año obtendríamos un rendimiento de 48.000 Kg de materia seca por Ha.

Capítulo V

Conclusiones

Se concluye que todos los tratamientos si se presentó un notable desarrollo entre los tratamientos con la inoculación de los distintos tipos de microorganismos frente a los testigos.

Se obtuvo que el desarrollo radicular al final del ensayo se observó notablemente influenciada por los distintos microorganismos inoculados, siendo el tratamiento 2 (*Trichoderma spp*) el mejor en este parámetro de evaluación en ambas variedades con 31,42% de materia seca en Saboya y 41,79% en *Brachiaria*, mientras que el tratamiento 1 (Micorrizas) solamente fue significativo en el caso del pasto *Brachiaria* con 41,8% de contenido de materia seca.

En cuanto a la variable altura, medida de manera semanal durante los primeros 3 meses a partir de la siembra, y posteriormente se tomó datos diarios después del corte, donde se observó que el promedio de altura en el pasto *Brachiaria* de 151,28 cm en la semana 12 y 92,23 cm a los 28 días después del primer corte. Mientras que en el pasto Saboya el promedio fue de 181,4 cm en la semana 12 y 122,3 cm a los 28 días después del primer corte.

Con respecto al Rendimiento de la biomasa se obtuvo que en el caso de saboya el tratamiento 2 (*Trichoderma spp.*) presentó uno de los mejores resultados con 1,8 kg/m², mientras que el tratamiento 3 (Coctel Biológico) presentó el mejor rendimiento en ambas variedades, con 2 Kg/m² en *Brachiaria* y 1,8 Kg/m² en Saboya.

Continuando con el porcentaje de materia seca de la parte aérea del pasto, donde se vio un contraste con el resultado del rendimiento de biomasa en el caso del pasto Saboya el tratamiento 3 (Coctel Biológico) presentó los mejores resultados, siendo que en el primer corte se obtuvo un promedio de 24,25% y en el segundo corte 23,11%. Sin embargo, en el caso del

pasto *Brachiaria* los mejores resultados fueron los del tratamiento 1 (Micorrizas) con 30,11% al primer corte y 19,21% al segundo corte.

Se identificó que, si existe diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos sobre los parámetros de altura, tasa de emergencia de hojas y desarrollo radicular.

Con respecto a los resultados obtenidos en los análisis bromatológicos se obtuvo que en el caso de la proteína se vio un incremento a manera general en todos los tratamientos y en ambas variedades, donde se identificó que el mejor tratamiento fue el 1 (Micorrizas), incrementando en el pasto Saboya de 13,72% a 17,37% en el segundo corte, mientras que en la variedad *Brachiaria* fue de 13,13% a 18,1% al segundo corte.

Prosiguiendo con los análisis de fibra se observó que de igual manera hubo un incremento en todos los tratamientos y entre ambas variedades del primer al segundo corte, sin embargo, todos se mantuvieron dentro de los parámetros normales registrados en pastos.

Recomendaciones

Si se desea tener una mayor efectividad de las micorrizas sobre el pasto, es recomendable aplicar fertilizantes ricos en fósforo (P) al suelo o en suelos con alto contenido del mismo, ya que esto ayudará a tener una exitosa asociación mutualista en la inoculación, debido a que las micorrizas en suelos con alto contenido de P mejoran el desarrollo y ayuda a la implantación inicial de los cultivos.

En base a la respuesta que ha tenido el pasto Saboya (*Panicum maximum* cv. Mombasa) con la inoculación de *Micorrizas* arbustivas, se recomienda implantarlo en otras zonas con las condiciones edafoclimáticas similares a Santo Domingo, ya que la semilla presentó una buena respuesta, a su vez es tolerante al salivazo, al ataque de ciertos insectos masticadores y también porque con la inoculación el % proteína aumenta, como fue en este caso siendo de

13,72% en el primer corte, pasando a 17,37% en el segundo, con estos valores se podría incorporar esta dieta a los animales que se encuentren en crecimiento y producción, lo cual beneficiaría al productor.

De acuerdo a lo observado en campo, en relación a los resultados de altura obtenidos en las dos variedades de pasto (Saboya y Brachiaria), donde en el primer corte se dejó una altura entre 10-12 cm obteniendo una respuesta de rebrote lenta, a diferencia del segundo corte donde los pastos respondieron de excelente manera cuando se hizo el corte entre 15-16 cm, en base a esto se recomienda manejar estos rangos de altura respecto al corte para ambas variedades, pero es importante que sigan realizando más investigación que puedan enriquecer esta información.

En función a la altura de pastoreo con relación a la tasa de emergencia de hojas obtenidas en el ensayo, se determinó que al día 21 de todos los tratamientos estuvieron listos para el pastoreo o rotación de potreros en ambas variedades, para lo cual se recomienda implementar alguno de los tratamientos para recortar el tiempo de descanso de los pastos.

Capítulo VI

Bibliografía

Agroactivocol. (2020). SEMILLA BRACHIARIA BRIZANTHA MARANDÚ. <https://agroactivocol.com/producto/material-vegetal/semillas/pastos/brachiaria-brizantha-marandu/>

Altamirano, T., et al. (2008). El pastizal y su importancia en la conservación del agua. *Revista Agropecuaria Técnica*, 10(2), 5-12.

Amador, S. A., Fuentes, J. L., Alomar, D., Díaz, S., Amador, M., & Soca, P. (2013). Composición química y digestibilidad in vitro de la gramínea *Paspalum notatum*. *Revista de Producción Animal*, 25(1), 23-27.

Bai, Z. G., et al. (2018). Effect of soil and water conservation measures on soil erosion in a sloping cropland of the loess plateau, China. *Sustainability*, 10(7), 2446.

Contreras-Cornejo, H. A., Macías-Rodríguez, L., Cortés-Penagos, C., & López-Bucio, J. (2009). *Trichoderma virens*, a plant beneficial fungus, enhances biomass production and promotes lateral root growth through an auxin-dependent mechanism in *Arabidopsis*. *Plant Physiology*, 149(3), 1579-1592.

Eissenstat, D. M., & Caldwell, M. M. (1988). Below-ground leaf production in three Great Basin species: implications for herbivory. *Oecologia*, 76(2), 253-257.

Ennos, A. R. (2015). The mechanics of anchorage in plants. *Functional Plant Biology*, 42(1), 5-16.

Franco, N. (2017). Beneficios de las Micorrizas sobre el Estrés en Plantas. INTAGRI: <https://www.intagri.com/articulos/suelos/beneficios-de-las-micorrizas-sobre-el-estres-en-plantas>

Galeano, E. (21 de Noviembre de 2018). Cóctel de organismos vivos y nutrientes para la planta.

Gonzalez, K. (2 de junio de 2021). Ficha Técnica Pasto Guinea Mombasa. Pastos y forrajes.

Gonzalez, K. (4 de abril de 2021). Ficha Técnica Pasto Marandú (*Brachiaria brizantha* cv. Marandú).

Harman, G. E., Howell, C. R., Viterbo, A., Chet, I., & Lorito, M. (2004). *Trichoderma* species—opportunistic, avirulent plant symbionts. *Nature Reviews Microbiology*, 2(1), 43-56.

Hernández, D., & Ferrera, R. (mayo de 2019). Trichoderma: IMPORTANCIA AGRÍCOLA, BIOTECNOLÓGICA, Y SISTEMAS DE FERMENTACIÓN PARA PRODUCIR BIOMASA Y ENZIMAS DE INTERÉS INDUSTRIAL.

Hodge, A. (2004). The plastic plant: root responses to heterogeneous supplies of nutrients. *New Phytologist*, 162(1), 9-24. Pantin, F., et al. (2013). Developmental priming of stomatal sensitivity to abscisic acid by leaf microclimate. *Current Biology*, 23(18), 1805-1811.

Hodgson, J., Chacon, J. C. A., Carvalho, M. M., Sampaio, C. B., & Laca, E. A. (2011). Comparing grass and legume options for integrated crop–livestock systems in the Brazilian Cerrados. *Tropical Grasslands-Forrajes Tropicales*, 49(4), 215-225.

Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC). (2021). Encuesta Nacional Agropecuaria 2019. Ecuador.

Jones, D. L., & Darrah, P. R. (1996). Re-sorption of organic compounds by roots of *Zea mays* L. and its consequences in the rhizosphere. 2. Concentrations of re-sorbed compounds in soil and their effects on nutrient availability. *Plant and Soil*, 178(2), 151-159.

Jones, M. B., & Donnelly, A. (2004). Carbon sequestration in temperate grassland ecosystems and the influence of management, climate and elevated CO₂. *New Phytologist*, 164(3), 423-439.

López, C., & Barceló, A. (2019). Sobre micorrizas. <https://www.uma.es/estudios/centros/Ciencias/publicaciones/encuentros/ENCUENTROS55/micorrizas.html>

Lucero, J. (agosto de 2020). Determinación del tiempo de descanso para el rebrote del pasto Saboya (*Panicum maximum* Jacq) y *Brachiaria* (*Brachiaria brizantha* Hochst. Ex A. Rich) mediante tres tipos de corte de igualación.

Magalhães, L. (2019). *Brachiaria Brizantha* cv. Marandú. <https://www.pasoita.com.br/es/brachiaria-brizantha-cv-marandu>

Mera, J. (Abril de 2022). PROGRAMA DE FERTILIZACIÓN DE LOS PASTOS SABOYA (*Megathyrsus maximus*), BRACHIARIA (*Brachiaria brizantha*) Y MARALFALFA (*Pennisetum* sp). UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI EXTENSIÓN LA MANÁ.

Montagner, D. B., Almeida, E. X., do Valle, C. B. R., Morais, M. da G. de, de Oliveira, M. D. S., & de Lima, C. G. (2021). Nitrogen fertilization strategies in Tanzania grass pastures under continuous stocking. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 56. Mula, J. (2021). ¿Qué función tienen las Trichodermas en agricultura? <https://www.agromaticas.es/trichodermas-en-agricultura/>

Munns, R., & Tester, M. (2008). Mechanisms of salinity tolerance. *Annual Review of Plant Biology*, 59, 651-681.

Nascimento, W. G. D., Fancelli, A. L., & Vilela, L. (2011). Nitrogen rates and sources in Guinea grass forage under rotational grazing. *Scientia Agricola*, 68(5), 538-543.

Oliveira, M. A., Silva, S. C. da, Pires, A. J. V., Detmann, E., & Valadares Filho, S. de C. (2012). Composição química, digestibilidade e valor energético de gramíneas tropicais em diferentes idades de rebrota. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 41(9), 2025-2032.

Orgánicos SOGAP . (mayo de 2020). MULTIMINERAL ORGÁNICO. [Organicoscr](https://www.organicoscr.com/).

Ortiz, S. (15 de abril de 2021). Megathyrsus Maximus CV. Mombasa. <https://orsesa.com.pa/producto/mombasa/>

Pacheco, F. F., Sampaio, R. A., Barbosa, R. A., & Difante, G. S. (2020). Nutritional characteristics of *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk subjected to grazing management. *Semina: Ciências Agrárias*, 41(4), 1539-1548.

Pilco, L. (agosto de 2017). Comportamiento agronómico y composición química de variedades de Bruchiarias y Megathyrsus maximus.

Ramiro León, N. B. (2018). Pastos y forrajes del Ecuador. Cuenca: Editorial Universitaria Abya-Yala.

Segura, N. (2007). Evaluación del pasto saboya (*Panicum Maximum*) sometido a tres sistemas de manejo, en el acabado de toretes y vaconas charbray en la hacienda San Antonio.

Smith, S. E., & Read, D. J. (2010). *Mycorrhizal Symbiosis* (3rd ed.). Academic Press.

Symborg. (2021). MICORRIZAS, EL ALIADO IMPRESCINDIBLE PARA LA SALUD DE

Teixeira, W. G., et al. (2013). Grassland degradation and restoration: A conceptual framework of stages and thresholds illustrated by southern Brazilian grasslands. *Restoration Ecology*, 21(3), 456-464.

Westermann, R. (Diciembre de 2004). Respuesta del pasto *Brachiaria híbrido* cv. Mulato a la inoculación con los hongos benéficos *Trichoderma harzianum* y Micorrizas <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/9d2bca28-7ea2-4751-8231->