



Universidad
Nacional
de Loja

Universidad Nacional de Loja

Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables

Carrera de Agronomía

Evaluación de la producción forrajera y calidad nutricional de *Brachiaria brizantha* con fertilización química, orgánica y micorrizas, en la parroquia Valladolid, provincia de Zamora Chinchipe.

Trabajo de Integración Curricular
previo a la obtención del título de
Ingeniero Agrónomo

AUTOR:

Davidson Salatiel Toledo Calva

DIRECTORA:

Ing. Paulina Vanesa Fernández Guarnizo Mg.Sc.

Loja – Ecuador

2023

Certificación

Loja, 23 de febrero de 2023

Ing. Paulina Vanesa Fernández Guarnizo Mg.Sc.

DIRECTORA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

C E R T I F I C O:

Que he revisado y orientado todo el proceso de elaboración del Trabajo de Integración Curricular denominado: **Evaluación de la producción forrajera y calidad nutricional de *Brachiaria brizantha* con fertilización química, orgánica y micorrizas, en la parroquia Valladolid, provincia de Zamora Chinchipe.**, de la autoría del estudiante **Davidson Salatiel Toledo Calva**, con **cédula de identidad Nro.1150074282** previa a la obtención de 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 tramites de titulación.



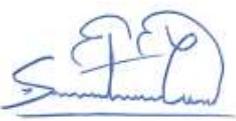
Firmado electrónicamente por:
**PAULINA VANESA
FERNANDEZ GUARNIZO**

Ing. Paulina Vanesa Fernández Guarnizo Mg.Sc.

DIRECTORA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Autoría

Yo, **Davidson Salatiel Toledo Calva**, declaro ser autor del presente Trabajo de Integración Curricular 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 Integración Curricular, en el Repositorio Digital Institucional – Biblioteca Virtual.

Firma: 

Cédula de identidad: 1150074282

Fecha: 12 de junio de 2023

Correo electrónico: davidson.toledo@unl.edu.ec

Teléfono: 0982491338/0978959788

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

Yo, **Davidson Salatiel Toledo Calva**, declaro ser autor del Trabajo de Integración Curricular denominado: **Evaluación de la producción forrajera y calidad nutricional de *Brachiaria brizantha* con fertilización química, orgánica y micorrizas, en la parroquia Valladolid, provincia de Zamora Chinchipe**, como requisito para optar por el título de **Ingeniero Agrónomo** 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 Integración Curricular que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Loja, a los doce días del mes de junio de dos mil veintitrés.

Firma: 

Autor: Davidson Salatiel Toledo Calva

Cédula: 1150074282

Dirección: Cantón Palanda, calle San Juan Bautista y San Vicente

Correo electrónico: davidson.toledo@unl.edu.ec

Teléfono: 0982491338/0978959788

DATOS COMPLEMENTARIOS:

Directora del Trabajo de Integración Curricular: Ing. Paulina Fernández Guarnizo Mg. Sc.

Dedicatoria

El presente trabajo de tesis dedico principalmente a mi apreciado padre Benemerito, por su incondicional apoyo, enseñanzas y ejemplo de superación, por ello es mi fuente de inspiración para lograr ser cada día mejor y así cumplir mis sueños y metas planteadas.

A mi madre, hermanas y tíos por su generoso apoyo y motivación para seguir adelante a pesar de las adversidades.

A mi querido abuelo por bendecirme y orar por mí.

Davidson Salatiel Toledo Calva

Agradecimiento

Mis más sincero agradecimiento y gratitud a Dios por regalarme salud, vida, fuerzas y sabiduría para seguir alcanzando mis sueños, sin el en mi vida nada de esto hubiese sido posible.

A mis padres Benemerito Toledo y Marlene Calva, eternamente agradecido por su inmenso amor, esfuerzo y sacrificio. Estoy orgulloso de este triunfo, que hemos logrado juntos.

A la Universidad Nacional de Loja, especial a la Carrera de Ingeniería Agronómica, quien me ha brindado la oportunidad de desarrollarme profesionalmente y enriquecer mis conocimientos. Y todos los docentes que fueron parte de mi formación personal y profesional, por compartir sus conocimientos, experiencias y sabidurías.

A mi directora de tesis la Ing. Paulina Fernández Guarnizo Mg. Sc. por su asesoramiento y orientación académica durante el desarrollo de este trabajo de investigación.

A las ingenieras Marina Mazón y Beatriz Guerrero por haberme compartido muy amablemente sus conocimientos y guiarme para llevar a cabo con éxito mi trabajo de investigación.

Davidson Salatiel Toledo Calva

Índice de contenidos

Portada	i
Certificación	ii
Autoría	iii
Carta de autorización	iv
Dedicatoria	v
Agradecimiento	vi
Índice de contenidos	vii
Índice de tablas	ix
Índice de figuras	x
Índice de anexos	xii
1. Título	1
2. Resumen	2
2.1. Abstract.....	3
3. Introducción	4
3.1. Objetivo General.....	6
3.2. Objetivos Específicos	6
4. Marco teórico	7
4.1. Generalidades del pasto <i>Brachiaria brizantha</i>	7
4.1.1. Origen y taxonomía	7
4.1.2. Características botánicas y morfológicas	7
4.2. Situación del cultivo en el Ecuador	8
4.2.1. Cultivo de pasto <i>Brachiaria</i> en el Ecuador	8
4.2.2. Importancia	8
4.3. Factores edafoclimáticos	8
4.3.1. Adaptación.....	8
4.3.2. Clima.....	8
4.3.3. Suelo.....	9
4.4. Nutrición y fertilización.....	9
4.4.1. Requerimientos del pasto.....	9
4.4.2. Fertilización.....	10
4.5. Producción	12
4.6. Calidad de las pasturas.....	12
4.7. Valor nutritivo del pasto	12
4.7.1. Componentes del pasto	12

4.8.	Estudios sobre el efecto de distintos tipos de fertilización en la producción y calidad de los pastos.....	13
5.	Metodología	15
5.1.	Localización del estudio	15
5.2.	Metodología general	16
5.2.1.	<i>Tipo de investigación y alcance</i>	16
5.2.2.	<i>Diseño experimental</i>	17
5.2.3.	<i>Manejo del cultivo</i>	18
5.3.	Metodología para cada objetivo.....	20
5.3.1.	<i>Metodología para el primer objetivo específico</i>	20
5.3.2.	<i>Metodología para el segundo objetivo específico:</i>	22
5.4.	Análisis estadístico	23
6.	Resultados	24
6.1.	Resultados para el primer objetivo específico	24
6.1.1.	<i>Altura de planta</i>	24
6.1.2.	<i>Diámetro</i>	24
6.1.3.	<i>Número de hojas</i>	25
6.1.4.	<i>Número de macollos</i>	26
6.1.5.	<i>Cobertura vegetal</i>	26
6.1.6.	<i>Producción de materia verde</i>	27
6.1.7.	<i>Producción de materia seca</i>	28
6.2.	Resultados para el segundo objetivo específico:	28
6.2.1.	<i>Valor nutricional</i>	28
7.	Discusión	30
7.1.	Parámetros Productivos	30
7.2.	Valor Nutricional	32
8.	Conclusiones	34
9.	Recomendaciones	35
10.	Bibliografía	36
11.	Anexos	41

Índice de tablas

Tabla 1.	Taxonomía del pasto <i>Brachiaria brizantha</i> de acuerdo a Olivera et al. (2006).	7
Tabla 2.	Requerimientos nutricionales del pasto <i>Brachiaria brizantha</i> según Franco et al. (2007).	9
Tabla 3.	Descripción de las unidades experimentales de <i>Brachiaria brizantha</i>	18
Tabla 4.	Corrección del pH de todo el espacio de ensayo y para los macro y micronutrientes de las parcelas del tratamiento 2.	19
Tabla 5.	Dosis de fertilización y micorrizas a aplicar en el pasto <i>B. brizantha</i> de acuerdo con el tratamiento.	19

Índice de figuras

Figura 1.	Mapa de la zona de estudio, parroquia Valladolid del cantón Palanda.....	16
Figura 2.	Esquema experimental del diseño de campo (DBCA) de la <i>B. brizantha</i>	18
Figura 3.	Altura de las plantas del pasto <i>Brachiaria brizantha</i> hasta los 106 DDS con la aplicación de fertilización química, orgánica y micorrizas. Diferentes letras indican diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$).....	24
Figura 4.	Diámetro de las plantas del pasto <i>Brachiaria brizantha</i> hasta los 106 DDS con la aplicación de fertilización química, orgánica y micorrizas. Letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$).....	25
Figura 5.	Número de hojas de las plantas del pasto <i>Brachiaria brizantha</i> hasta los 106 DDS con la aplicación de fertilización química, orgánica y micorrizas.	25
Figura 6.	Número de macollos por planta de pasto <i>Brachiaria brizantha</i> hasta los 106 DDS con la aplicación de fertilización química, orgánica y micorrizas. Letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$).....	26
Figura 7.	Cobertura vegetal del pasto <i>Brachiaria brizantha</i> desde los 21 DDS hasta los 106 DDS con la aplicación de fertilización química, orgánica y micorrizas. Diferentes letras indican diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$).....	27
Figura 8.	Producción de materia verde del pasto <i>Brachiaria brizantha</i> a los 106 DDS con la aplicación de fertilización química, orgánica y micorrizas.	27
Figura 9.	Producción de materia seca del pasto <i>Brachiaria brizantha</i> a los 106 DDS con la aplicación de fertilización química, orgánica y micorrizas.....	28
Figura 10.	Valor nutricional del pasto <i>Brachiaria brizantha</i> a los 106 DDS con la aplicación de fertilización química, orgánica y micorrizas: % de la materia seca en TCO (A), % de humedad TCO(B), % de cenizas en BS (C) y % de proteína en BS (D). * TCO (Tal Como Ofrecido) y en BS (Base Seca).	29
Figura 11.	A) Limpieza superficial del punto a tomar la submuestra. B) Toma de la submuestra y homogenizado de las mismas para llevar enviar al laboratorio. ...	41
Figura 12.	A) Limitación de caminos. B) Picado del área de terreno útil. C) Parcelas listas para la siembra.	42
Figura 13.	A) Pesaje de las dosis correspondientes de los fertilizantes químicos. B) Adición del producto Nutrisano. C) Disolución de las micorrizas en agua para su posterior incorporación.....	43

Figura 14.	A) Pesaje de la cantidad de semillas por gramo por parcela. B) Semilla para cada una de las parcelas. C) Siembra de la semilla por el método al voleo.....	43
Figura 15.	A) Altura de la planta. B) Diámetro del tallo. C) Cobertura vegetal.	43
Figura 16.	A) Conteo del número de macollos. B) Conteo del número hojas. C) Medición de la altura del pasto.	44
Figura 17.	A) Insecticida de contacto CHLORCYRIN®. B) Aplicación del producto en una dosis de 1cm ³ por 1 litro de agua. C) El insecto plaga.....	44
Figura 18.	A) Pesaje de la producción en materia verde del pasto brachiaria. B) Homogenización del pasto de cada repetición de los tratamientos con el fin de tomar muestras para el análisis bromatológico.	45
Figura 19.	A) Picado de las muestras de pasto de cada repetición de los tratamientos. B) Pesaje y enfundado de submuestras de 150 g de pasto picado por cada repetición. C) Colocación de las submuestras en la estufa para su secado.....	45
Figura 20.	A) Molido de las muestras previamente secadas B) Colocación de las muestras molidas en envases. C) Envase con la muestra seca molida del T2R3.....	45

Índice de anexos

Anexo 1. Muestreo de suelo en el área de estudio, parroquia Valladolid, 2022; enviadas al Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), estación experimental Santa Catalina.	41
Anexo 2. Análisis químico del suelo del área de estudio, parroquia Valladolid, cantón Palanda, 2022.	41
Anexo 3. Eliminación del pasto merkerón para la implementación de la brachiaria.	42
Anexo 4. Delimitación y preparación de las parcelas para la implementación de la brachiaria.	42
Anexo 5. Cálculos de las dosis de fertilización química, orgánica y micorrizas para cada parcela.	42
Anexo 6. Aplicación de los fertilizantes a cada parcela de acuerdo con los tratamientos. ...	43
Anexo 7. Preparación de la cantidad de semilla de <i>B. brizantha</i> a sembrar y siembra de la misma.	43
Anexo 8. Medición de variables en los primeros días después de la emergencia de las plántulas.	43
Anexo 9. Medición de variables.	44
Anexo 10. Control de la plaga Diabrotica (<i>Diabrotica</i> spp.).	44
Anexo 11. Corte del pasto brachiaria a los 106 DDS a una altura de 5 cm del suelo.	44
Anexo 12. Medición de las variables de producción.	45
Anexo 13. Determinación el valor nutritivo del pasto, en el laboratorio de Suelos, Aguas y Bromatología de la Universidad Nacional de Loja, 2023.	45
Anexo 14. Preparación de muestras previamente secadas en el laboratorio de Suelos Aguas y Bromatología de la Universidad Nacional de Loja, 2023.	45
Anexo 15. Determinación de la proteína del pasto <i>Brachiaria brizantha</i> con los diferentes tratamientos, en el laboratorio de Suelos Aguas y Bromatología de la Universidad Nacional de Loja, 2023.	46
Anexo 16. Análisis bromatológico del pasto del pasto <i>Brachiaria brizantha</i> con los diferentes tratamientos, en el laboratorio de Suelos Aguas y Bromatología de la Universidad Nacional de Loja, 2023.	46
Anexo 17. Certificado de traducción del Abstract	47

1. Título

Evaluación de la producción forrajera y calidad nutricional de *Brachiaria brizantha* con fertilización química, orgánica y micorrizas, en la parroquia Valladolid, provincia de Zamora Chinchipe.

2. Resumen

La ganadería bovina es un pilar fundamental para el sector agropecuario del Ecuador por su dinamismo en la economía rural, los pastos representan la fuente más importancia en la alimentación del ganado y son de bajo costo. El limitado rendimiento y escaso valor nutritivo de las pasturas es un factor preponderante en la toma de decisión del ganadero para mejorar o implementar nuevas alternativas con especies forrajeras potenciales. La *Brachiaria brizantha* es una especie que está haciendo cultivada en mayor escala en la zona de estudio; sin embargo, para aumentar la producción es necesario que se ejecuten prácticas de manejo, entre ellas la gestión de la fertilización en las pasturas que generalmente es nula o limitada. El presente estudio permitió evaluar la producción forrajera y calidad nutricional de *Brachiaria brizantha* con fertilización química, orgánica, y micorrizas. El ensayo se estableció en la parroquia Valladolid, bajo un Diseño en Bloques Completamente al Azar (DBCA) con 4 tratamientos y 3 repeticiones. T1 (testigo), T2 (fertilizante químico), T3 (fertilizante orgánico) y T4 (micorrizas). Las variables altura, diámetro, número de hojas, número de macollos se registraron cada 8 días desde la germinación, la producción de materia verde y de materia seca se evaluó a los 106 Días Después de la Siembra (DDS), al igual que las variables de nutrición. Los análisis estadísticos ANOVA y prueba de comparación de LSD Fisher se realizaron en el programa InfoStat. El pasto alcanzó la mayor altura 107,56 cm con el T2 y la menor 93,85 cm con el T4 a los 106 DDS. La mejor producción de MV se obtuvo con fertilización química 99 166,67 kg. ha⁻¹ por corte, al igual que la producción de MS con 11 571,11 kg. ha⁻¹. El mayor contenido de cenizas se obtuvo con el T4 (15,74 %), mientras que la de proteína cruda (PC) fue con el T2 (16,79 %). Las variables de rendimiento no presentaron diferencias estadísticamente significativas, pero en general el T2 predominó y con relación al mayor contenido en el valor nutricional fueron el T2 y T4.

Palabras clave: Poaceae, fertilizantes, rendimiento, valor nutricional, proteína.

2.1. Abstract

Cattle raising is a fundamental support for Ecuador's agricultural sector due to its dynamism in the rural economy; pastures represent the most important source of livestock feed and are low cost. The limited yield and low nutritional value of pastures is a preponderant factor in the decision making of the farmer to improve or implement new alternatives with potential forage species. *Brachiaria brizantha* is a species that is being cultivated on a larger scale in the study area; however, to increase production it is necessary to implement management practices, including the management of fertilization in pastures, which is generally null or limited. The present study evaluated the forage production and nutritional quality of *Brachiaria brizantha* with chemical, organic and mycorrhizal fertilization. The trial was established in Valladolid parish, under a Completely Randomized Block Design (CRBD) with 4 treatments and 3 replications. T1 (control), T2 (chemical fertilizer), T3 (organic fertilizer) and T4 (mycorrhizae). The variables height, diameter, number of leaves, number of tillers were recorded every 8 days from germination, green matter and dry matter production were evaluated at 106 days after sowing (DDS), as well as the nutritional variables. Statistical analyses ANOVA and LSD Fisher's comparison test were performed in the InfoStat program. The grass reached the highest height 107.56 cm with T2 and the lowest 93.85 cm with T4 at 106 DDS. The best MV production was obtained with chemical fertilization 99 166.67 kg. ha⁻¹ per cutting, as was DM production with 11 571.11 kg. ha⁻¹. The highest ash content was obtained with T4 (15.74 %), while crude protein (CP) was obtained with T2 (16.79 %). The yield variables did not show statistically significant differences, but in general the T2 was predominant and in relation to the highest content in nutritional value were T2 and T4.

Keywords: Poaceae, fertilizers, yield, nutritional value, protein.

3. Introducción

La ganadería bovina es un pilar fundamental para el sector agropecuario del Ecuador debido a que contribuye al dinamismo de la economía rural con la oferta de productos cárnicos y lácteos, que son parte de la canasta básica y la seguridad alimentaria del país (Hidalgo et al., 2020). Los pastos en la ganadería son de suma importancia para la alimentación básica del ganado por ser el alimento considerado de bajo costo (Oliva et al., 2015), es la principal fuente de alimentación bovina por el gran contenido de proteínas, vitaminas, carbohidratos, solubles y minerales que ayudan a incrementar la producción de leche y mejora de la carne (Oliva et al., 2015).

La producción de pastos cultivados a nivel nacional según Márquez et al. (2021) es de 2,1 millones de hectáreas, siendo el pasto saboya el que representa el 40,9 % de la producción. En Palanda del cual es parte la parroquia Valladolid, los pastos para pastoreo más cultivados y representativos son el merkerón con el 80,8 % y brachiarias con el 15 %; mientras que pastos de corte como cuba 22 (Cuba CT-115) con el 2,7 %, king grass el 1 % y el 0,5 % saboya son minoritarios (Chuquirima, 2019), estos pastos de corte y el merkerón son alternativas de producción por algunos años: sin embargo, no suplen las necesidades alimenticias por tener un bajo tenor nutricional debido al deficiente manejo y condiciones genéticas de estas especies (Chuquirima, 2019).

El bajo rendimiento y calidad de las pasturas es un factor preponderante para la decisión del ganadero en incrementar nuevas áreas de cultivo destinadas para pastos, provocando la deforestación y ampliación de la frontera agrícola en áreas no aptas para la ganadería por sus condiciones orográficas. También se ha visto en la necesidad de introducir nuevas especies de pastos como es la siembra en estos últimos años de brachiarias (Gobierno Provincial de Zamora Chinchipe, 2020), que son factibles de cultivar en países tropicales y subtropicales; por tanto se ha ido introduciendo a la Amazonía ecuatoriana; su producción alcanza un rendimiento promedio de materia seca (MS) total de 6,34 t ha⁻¹ a las 10 semanas de rebrote (Apollon et al., 2022).

Para mantener la producción de esta especie es necesario que el ganadero incluya prácticas de manejo, considerando una de las más importantes la fertilización, práctica que en la zona es limitada o nula; es decir, no hay una adición de fuentes de nutrientes de origen orgánico ni químico, siendo la causa de este problema el desconocimiento, la limitación económica, o la falta de costumbre. La fertilización es importante en las pasturas, los elementos

necesarios en los sistema de producción son el nitrógeno (N), el fósforo (P) y el potasio (K), los cuales bien aplicados, manifiestan un efecto significativo para incrementar los niveles de producción y la rentabilidad (López-Collado et al., 2018; Apollon et al., 2022). Pérez-López & Afanador-Téllez (2017) consideran que la fertilización es indispensable y aún más si esta es orgánica para que un sistema ganadero sea sostenible.

Las fuentes de fertilización pueden ser de origen químico, orgánico y uso de micorrizas; la química suele ser la más común, sin embargo, se ve limitada al empleo exclusivo de fuentes nitrogenadas, aplicadas sin un previo análisis de suelo y sin conocer las necesidades del cultivo; según González (2019), la aplicación excesiva e inadecuada de este produce impactos negativos como: lixiviación y variación del pH, debido a que las plantas solo absorben entre un 30 % y 50 %, el resto se pierde en el suelo. Por otro lado, se tiene la fertilización orgánica que es la alternativa debido a que se han reportado beneficios al cultivo como: nutrientes en el corto y largo plazo, reducción de la densidad aparente, mejora de su estructura, aumento de la aireación y retención de agua, favoreciendo así el crecimiento y desarrollo de las plantas (Polo, 2021).

Una tercera alternativa para realizar mejoramiento del pasto es la aplicación de Hongos Micorrízicos Arbusculares (HMA) los cuales ayudan a la sostenibilidad del suelo, remoción de toxinas, la solubilización de fosfatos orgánicos e inorgánicos y la resistencia a patógenos (Garzón, 2015; Pérez et al., 2016). Así mismo estos absorben nutrientes del suelo y liberan hacia las células hospedadoras, permitiéndole un mayor crecimiento, rendimiento y calidad del pasto (Solís et al., 2020).

No obstante, en la zona de estudio y sus alrededores no existen investigaciones sobre la fertilización y su influencia en las pasturas debido a que se produce y maneja con un conocimiento que ha pasado de generación en generación y se cree que no es necesario fertilizar; por lo tanto, no se conoce de los beneficios que trae al ganado bovino un pasto con mejor calidad en cuanto a nutrientes haciéndolo más completo y eficiente para la producción ganadera. Al no existir este tipo de prácticas no se sabe cuál es la fertilización que más se adapte al lugar, pudiendo ser esta de carácter químico, orgánico y biológico.

La investigación contribuye con la generación de conocimientos para la toma de decisiones por parte del ganadero logrando un impacto en la producción bovina; los objetivos propuestos fueron:

3.1. Objetivo General

Evaluar la producción forrajera y calidad nutricional de *Brachiaria brizantha* con fertilización química, orgánica, y micorrizas en la parroquia Valladolid, provincia de Zamora Chinchipe.

3.2. Objetivos Específicos

- Determinar la influencia de la fertilización química, orgánica y micorrizas en la producción forrajera de *Brachiaria brizantha*.
- Evaluar el valor nutricional de *Brachiaria brizantha* con la aplicación de fertilización química, orgánica y micorrizas.

4. Marco Teórico

4.1. Generalidades del pasto *Brachiaria brizantha*

4.1.1. Origen y taxonomía

Las especies del género *Brachiaria* spp. son originarias de las regiones tropicales de África, existen alrededor de 100 especies que crecen en regiones tropicales y subtropicales en los hemisferios Oriental y Occidental. Entre las más utilizadas como forrajeras en América son *B. brizantha* cv. Marandú, Toledo y La Libertad, *B. decumbens* cv. Basilisk, *B. humidicola* y *B. ruziziensis* cv. Kennedy (Villalobos & Montiel, 2015).

La *B. brizantha* es una gramínea perenne, adaptable a condiciones de sequía o humedad, suelos pobres y ácidos (Olivera et al., 2006), así como también resiste la carga de 1,5 - 2,5 Unidades Bovinas Adultas por hectárea (UBAs/ha) en época seca y de 3 - 4 UBAs/ha en época de lluvia (León et al., 2018). En la tabla 1 se detalla la taxonomía del pasto *Brachiaria brizantha* de acuerdo a Olivera et al. (2006).

Tabla 1. Taxonomía del pasto *Brachiaria brizantha* de acuerdo a Olivera et al. (2006).

Categoría	Taxón
Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Liliopsida
Orden	Poales
Familia	Poaceae
Subfamilia	Panicoidea
Tribu	Paniceae
Genero	<i>Brachiaria</i> sp.
Especie	<i>Brachiaria brizantha</i> (Hochst ex A. Rich) Stapf.

4.1.2. Características botánicas y morfológicas

Es de crecimiento erecto y sub-erecto, puede llegar a medir entre 0,50 a 1,50 m; su proporción de hojas es alta y contenido de proteína es cercana al 15 % en pasturas bien manejadas. Se debe sembrar al inicio de las lluvias; puede ser al voleo utilizando 3 a 5 kg/ha, en surcos o hileras de 2 a 3 kg/ha y con espeque de 1,5 a 2,5 kg/ha. Las semillas se caracterizan por tener un promedio de 75 % de germinación (INTA, 2015). Esta especie presenta macollas vigorosas y sus rizomas horizontales son cortos, duros y curvos. Las raíces son de consistencia blanda, de color blanco-amarillento y profundas. Sus hojas pueden presentar vellosidades o no, los nudos pueden ser glabros o poco pilosos de color morado, la vaina es de 10 a 23 cm de longitud de color verde y ocasionalmente con tonalidades moradas hacia los bordes. La inflorescencia es en forma de panícula racemosa de 34 a 87 cm de longitud (Olivera et al., 2006).

4.2. Situación del cultivo en el Ecuador

4.2.1. Cultivo de pasto *Brachiaria* en el Ecuador

En Ecuador, varios cultivares de *brachiaria* han sido introducidos, debido a que tienen potencial para aumentar la productividad de los sistemas ganaderos en los diferentes ecosistemas de los cuales existen reportes positivos sobre su aceptación por los agricultores debido a su alto valor nutricional, adaptación a un amplio rango de suelos y tolerancia de plagas y enfermedades. Benítez et al. (2016) menciona que el rendimiento pecuario constituye una principal actividad económica en la Región Amazónica Sur del Ecuador, donde las productividades lecheras varían entre 3,5 a 4 litros diarios por animal en un solo ordeño. Esta baja productividad se da por la pérdida de fertilidad del suelo, determinando un escaso valor nutritivo de los forrajes teniendo como consecuencia la baja productividad animal por hectárea y terreno.

4.2.2. Importancia

En el sector ganadero la fuente de nutrientes y la alimentación más barata para el ganado vacuno son los pastos y forrajes, a pesar de ello, la disponibilidad de pastos y forrajes de buena calidad ha sido una de las principales limitaciones. Sin embargo, en los últimos 25 años el género *Brachiaria* ha tenido mucho valor debido a su impacto económico, llegando a ocupar cientos y miles de hectáreas en el Ecuador, esto se debe en parte a su exitoso establecimiento en áreas o zonas degradadas, convirtiéndose, así como una alternativa para asegurar la sostenibilidad alimentaria y así potenciar la ganadería (Luna et al., 2015).

4.3. Factores edafoclimáticos

4.3.1. Adaptación

Crece eficientemente en épocas de sequía, esto se debe a la mayor formación de follaje comparado con otros tipos de pastos de la misma especie, pueda que esté asociado con el alto contenido de carbohidratos no-estructurales; esta especie se adapta a altitudes desde 0 - 1 400 msnm (León et al., 2018).

4.3.2. Clima

Se adapta bien en regiones tropicales y subtropicales húmedas y semihúmedas, con precipitaciones de 1 000 a 3 500 mm por año; se cultivan donde las temperaturas varían entre 15 °C a 31 °C, inclusive pueden soportar heladas (León et al., 2018).

4.3.3. Suelo

Se han realizado estudios donde mencionan que se adaptan bien en las zonas donde los suelos son ácidos y con una baja fertilidad, arcillosos o arenosos con un excelente drenaje y buena tolerancia a la sequía (hasta por 3 - 4 meses). La especie se puede desarrollar en suelos con pH 4,2 a 8,5; se caracteriza por ser altamente agresiva en pastoreo, no tolera encharcamientos que excedan los 5 - 7 días y puede tolerar ligera toxicidad de aluminio en el suelo (León et al., 2018).

4.4. Nutrición y fertilización

Las plantas, aparte del agua, también necesitan ciertos elementos químicos, que le son proporcionados a expensas de las sustancias minerales del suelo y a través del sistema radicular. Aunque estos elementos constituyen solo una pequeña porción del peso anhidro de la planta del orden del 2 – 10 %, no dejan de ser fundamentales para su bienestar, lo que explica que sean considerados para la nutrición. La nutrición mineral es la relación de cómo las plantas obtienen y usan los nutrientes minerales para obtener un alto rendimiento (Pérez, 2017).

Los nutrientes de la solución del suelo provienen de muchas fuentes como: disolución de los materiales primarios, descomposición de la materia orgánica, aplicación de fertilizantes, entre otras. Un nutriente puede sufrir muchas y variadas reacciones, por ejemplo, forman parte de biomoléculas estructurales o reguladoras. La acción de los micronutrientes se ejerce principalmente en la catálisis enzimática, ya sea como cofactores o como componentes de enzimas (Pérez, 2017).

4.4.1. Requerimientos del pasto

Los elementos que ayudan al establecimiento y mantenimiento de las especies forrajeras son el N, P y K, además del Ca, Mg y S. Sin embargo, es preciso hacer un análisis de suelo antes de iniciar una pastura dado que debe ser tratado como un cultivo y saber con exactitud cuál es la cantidad que le falta de dicho elemento, de forma general en la tabla 2 se presentan los requerimientos nutricionales del pasto (Franco et al., 2007).

Tabla 2. *Requerimientos nutricionales del pasto Brachiaria brizantha según Franco et al. (2007).*

	Requerimiento nutricional		
	N kg/ha	P ₂ O ₅ kg/ha	K ₂ O kg/ha
Bajo	150	80	80
Medio	120	60	40
Alto	100	20	20

4.4.2. Fertilización

De acuerdo con López et al. (2018), la fertilización es muy importante en una pastura y los elementos más importantes en cualquier sistema de producción son el N, P y K, que bien aplicados influyen positivamente en el rendimiento y calidad del pasto, además de elevar la fertilidad del suelo lo que también hace recomendable integrar diferentes tecnologías como los insumos. La fertilización ya sea de tipo orgánica o inorgánica en los pastos es un factor por considerar para alcanzar mayores rendimientos; cabe resaltar que la aplicación se debe realizar de acuerdo con el análisis químico del suelo, para determinar la dosis adecuada.

4.4.2.1. Fertilización de origen químico.

La fertilización química proporciona nutrientes que son fácilmente disponibles para el crecimiento de las plantas; pero el problema es que no contribuyen a mejorar las propiedades físicas del suelo. Los fertilizantes tienen efecto residual y está relacionado con la solubilidad de estos, siendo eficientes en la aplicación del cultivo. Del nitrógeno aplicado al suelo solo el 40 o 60 % es utilizado por las plantas; en suelos arenosos y donde existen mayores precipitaciones la utilización puede ser ineficiente debido a la lixiviación (Cardona et al., 2016).

El fertilizante químico por ningún motivo debe estar en contacto con las semillas, es mejor aplicar en el suelo y sobre él una capa de tierra y encima de esta se coloca la semilla a una distancia de 6 cm. Cuando se incorpora fertilizante nitrogenado se incrementa el rendimiento de materia seca y la calidad del forraje, además se incrementan las concentraciones de proteína cruda, lo que es beneficioso para los animales y el productor. La aplicación en las praderas oscila entre los 250 a 400 kg N/ha⁻¹ /año⁻¹, este rango de dosis tiende a tener una respuesta relativamente lineal. Al aumentar la dosis de los datos anteriormente mencionados, se obtiene respuesta de decrecimiento, hasta alcanzar el pico de productividad, dando como resultado una eficiencia negativa y respuesta cero (Franco et al., 2007).

4.4.2.2. Fertilización de origen orgánico.

Los abonos de origen orgánico constituyen una alternativa importante para la regulación de muchos procesos relacionados con la producción de pastos. Los abonos orgánicos son todos aquellos de origen animal y vegetal, que resultan de un proceso de descomposición por acción de algunos microorganismos presentes en el medio. Al adicionarlos al suelo mejoran las características físicas, químicas y biológicas y con ello, su fertilidad, con el fin de mejorar la capacidad productiva del cultivo y obtener un mayor rendimiento,

además este tipo de fertilizante es un complemento o reemplazo de los fertilizantes sintéticos (Ramos & Terry, 2014).

Cabe mencionar que estos abonos presentan cantidades significativas de nitrógeno y de otros elementos nutritivos para las plantas como el fósforo, calcio, magnesio, y potasio dependiendo de cuál fue su origen, es decir de qué material se originó; por ejemplo, el producto Nutrisano aporta de nitrógeno el 1,75 % y el estiércol de cuy 0,70 % (Pantoja, 2014). También estos fertilizantes dependiendo del nivel o dosis aplicado producen un aumento en los contenidos de materia orgánica del suelo, en la capacidad de retención de humedad a su vez modifica algunas de las propiedades y características del suelo como el pH, el intercambio catiónico, entre otras (Ramos & Terry, 2014).

4.4.2.3. Micorrizas.

Garzón (2015) comenta que gracias a los beneficios de la relación simbiótica de las plantas con los HMA, estos son un instrumento de gran potencial para un manejo ecológico de la agricultura, que conduzca a un uso sostenible del suelo, evidenciándose en el incremento del porcentaje de colonización de las raíces con estos hongos, lo que repercute en la efectividad para llevar a cabo funciones como la remoción de toxinas, la solubilización de fosfatos orgánicos e inorgánicos y la resistencia a patógenos. La presencia de HMA asociadas a las raíces de la pastura, facilitan la disponibilidad de nutrientes poco móviles en el suelo como el fósforo, siendo este elemento importante para la productividad y calidad nutricional de pasto (Pérez et al., 2016).

Solís et al. (2020) dicen que las raíces de la especie de pastos proporcionan hábitat especializado donde los microorganismos obtienen todo o parte de sus requerimientos esenciales para su crecimiento y mayor rendimiento. Así, los hongos micorrízicos absorben nutrientes del suelo y liberan hacia las células hospedadoras, gracias al incremento en la absorción de los nutrientes y el agua. Pero para que estos HMA se puedan establecer y formar una correcta simbiosis, según Pérez & Peroza (2013) mencionan que están determinados por diversas condiciones tales como: factores físico-químicos del suelo (pH, contenido de fósforo, temperatura, aireación, textura y contenido de materia orgánica), condiciones climáticas (intensidad y duración de la luz, temperaturas, humedad, épocas de lluvias y épocas secas) y por las prácticas agronómicas (preparación del terreno y prácticas culturales).

4.5. Producción

La producción forrajera de brachiarias puede producir 50 t/MV/ha/año, mientras que en materia seca produce entre el 12 - 15 t/MS/ha/año. La digestibilidad promedio del forraje es del 56,75 al 66 % dependiendo de la edad del rebrote. El contenido de proteína bruta presenta un promedio de 10 % según la edad del rebrote y la fertilidad del suelo porque a mayor contenido proteico del pasto mayor es la respuesta del rumiante (León et al., 2018).

4.6. Calidad de las pasturas

Se refiere a la capacidad de los pastos de satisfacer los requerimientos de los animales para mantener niveles productivos, esta calidad depende de varios factores, entre ellos su contenido de agua y su estado de madurez. Las pasturas muestran gran variación en calidad en sus distintas etapas de crecimiento y en las diferentes fracciones de la planta (hoja, tallo). Además, la calidad difiere a causa de las variaciones en las condiciones edafo-ambientales (suelo, clima, fertilizaciones), al material genético y al manejo (INIA Uruguay, 2018).

Existen parámetros que marcan la calidad de un alimento, uno de ellos es la digestibilidad, esta mide la proporción de nutrientes que incorpora efectivamente el animal, es decir que representa el porcentaje de un alimento consumido que no es eliminado y por tanto queda disponible dentro del animal para cumplir con funciones para que mejore la producción; pero cabe mencionar que la digestibilidad del pasto es afectado por su estado de madurez, el nivel de procesamiento que tienen y su composición química. Por ello, para determinar la calidad se realiza un análisis bromatológico donde se miden los componentes químicos del pasto: humedad, carbohidratos, extracto etéreo, cenizas y proteína cruda (INIA Uruguay, 2018).

4.7. Valor nutritivo del pasto

El valor nutritivo de las especies forrajeras va de acuerdo con la fertilidad del suelo, condiciones climáticas, edad fisiológica, elementos como el: N, P, Ca, Mg y S que son primordiales para las especies forrajeras. Además, el valor nutritivo del pasto está en función del manejo que se le dé y la relación de la estructura tallo-hoja (Navajas, 2011).

4.7.1. Componentes del pasto

Reyes & Mendieta (2000) indican que los componentes químicos que contienen los pastos son: agua, carbohidratos estructurales y no estructurales, extracto etéreo (compuestos orgánicos), cenizas y proteína cruda que determina la calidad del forraje.

4.7.1.1. Humedad.

El agua debido a sus enormes propiedades influye en la estabilidad de los alimentos durante el almacenamiento, ya que favorece el desarrollo de microorganismos y la actividad enzimática. En lo que respecta al contenido de materia seca (MS), a mayor porcentaje de agua es menor el porcentaje de MS (Reyes & Mendieta, 2000).

4.7.1.2. Cenizas.

La fracción ceniza del análisis proximal está representada por los constituyentes inorgánicos del alimento. Este permite conocer el contenido de materia orgánica en los alimentos (Reyes & Mendieta, 2000).

4.7.1.3. Proteína bruta.

La proteína bruta recoge las sustancias nitrogenadas que se encuentran en el forraje, es una medida directa de su digestibilidad debido al componente proteico que es digestible si se realiza una comparación con los carbohidratos estructurales. La proteína contiene aproximadamente el 16 % de nitrógeno (Reyes & Mendieta, 2000).

4.7.1.4. Extracto etéreo (E.E).

El contenido de extracto etéreo es la principal causa de la diferencia de energía bruta en los alimentos; el extracto etéreo se estima que produce más o menos 9 calorías por gramo (Reyes & Mendieta, 2000).

4.7.1.5. Fibra detergente neutra (F.D.N.).

Consiste en hervir a reflujo con detergente neutro, una pequeña porción de forraje seco en el que se solubilizan los ingredientes de las células obteniendo un residuo llamado FDN o pared celular conteniendo celulosa, hemicelulosa y lignina (Reyes & Mendieta, 2000).

4.8. Estudios sobre el efecto de distintos tipos de fertilización en la producción y calidad de los pastos.

En un estudio realizado en República Dominicana sobre el efecto de la fertilización orgánica e inorgánica en la producción y calidad de *Brachiaria brizantha* llevada a cabo por Apollon et al. (2022), evaluaron el rendimiento y la composición bromatológica de dos cultivares Sinaí y Xaraés, en dos tipos de suelo y tres tipos de fertilizantes (hongo micorrízico arbuscular, estiércol de bovino y fertilizante mineral). Encontraron que con la aplicación del estiércol de bovino obtuvieron las plantas más altas (96,06 cm), que la fertilización orgánica e inorgánica tuvieron un efecto significativo en el rendimiento y la calidad nutricional de los pastos donde el rendimiento de MS y MV al aplicar un fertilizante mineral es mayor al abono

orgánico y al HMA (la MS con fertilización mineral obtuvieron 68,8 kg/ha en comparación con un inoculante HMA (8,9 kg/ha)) y con respecto al contenido de PC igual con el fertilizante mineral presentó mayor valor con un 20,81 % en comparación con un abono orgánico (10,69 %) o un HMA (8,63 %).

En el estudio realizado por Solís et al. (2020) en la provincia de Manabí, Ecuador evaluaron el efecto de inocular 0,15 g y 0,30 g de micorrizas arbusculares en los pastos *Digitaria eriantha*, *Urochloa brizantha*, *Panicum máximum* y *Panicum maximum* cv. Tanzania, donde los resultados en el pasto brizantha obtuvieron que con la aplicación de 0,15 g de inóculo las alturas alcanzadas fueron de 5,30 cm, 15,00 cm, 51,18 cm y 73,83 cm, a los 30, 45, 70 y 95 días, correspondientemente; mientras que con 0,30 g de inóculo las alturas fueron de 5,35 cm, 12,50 cm, 65,50 cm y 96,00 cm, a los 30, 45, 70 y 95 días, respectivamente. En cuanto al rendimiento encontraron que el mayor valor fue para el pasto Saboya sin micorrizas con 7 167 kg/ha, 29 567 kg/ha y 44 383 kg/ha a los 45, 70 y 95 días y que los menores valores los presentó el pasto *Urochloa brizantha* sin micorrizas con 3 267 kg/ha a los 45 días, sin embargo con la aplicación de 15 g de las micorrizas el pasto *U. brizantha* a los 95 días presentó una producción mayor a 30 000 kg/ha, dando a entender que la simbiosis micorrícica incrementa la absorción de los nutrientes y el agua en las plantas micorrizadas, así como un mayor crecimiento y rendimiento.

En Panamá, Polo (2021) realizó un estudio con el fin de determinar el efecto de la fertilización con abono orgánico elaborado con gallinaza (75 %), cerdaza (20 %) y material vegetal (5 %), con una maduración de 60 días sobre la producción de MS en tres especies del género *Brachiaria* (*Brachiaria decumbens*, *Brachiaria brizantha*, y *Brachiaria* híbrido). Los efectos de la aplicación dieron valores medios de 2 193 – 3 144 kg/ha/corte para las plantas fertilizadas con el compuesto orgánico, con diferencias significativas ($p < 0.01$) entre las Brachiarias, con abono orgánico y sin la utilización de este, sobre los rendimientos de materia seca, por lo que es posible la sustitución del fertilizante químico por fuentes orgánicas.

5. Metodología

5.1. Localización del estudio

El proyecto se realizó en la parroquia Valladolid perteneciente al cantón Palanda, ubicado en la parte suroriental de la provincia de Zamora Chinchipe en un rango altitudinal de 1 596 msnm, presenta un clima mesotérmico semihúmedo, la temperatura fluctúa entre 8 °C – 20 °C, las precipitaciones varían entre 1 000 – 1 250 mm; en cuanto a la topografía son terrenos con pendientes muy fuertes en las partes más altas del 79,69 % y de pendientes medias en las zonas más bajas del 25 - 50 % (Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Valladolid, 2015).

La parroquia Valladolid presenta 23,58 % de suelos histosoles - inceptisoles (alto contenido en material de suelo orgánico), 75,92 % de inceptisoles (material parental altamente resistente) y 0,5 % de inceptisoles - histosoles (presentan un pH ácido, malas condiciones de drenaje y contiene minerales de arcilla). Dentro de la clase textural del suelo la parroquia cuenta con suelos de textura franco limosa (Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Valladolid, 2015).

La finca experimental donde se ejecutó el proyecto está a una latitud de 4°31'30,04"S y longitud de 79°6'38,38"O y una altitud de 2 095 m s.n.m. (Figura 1).

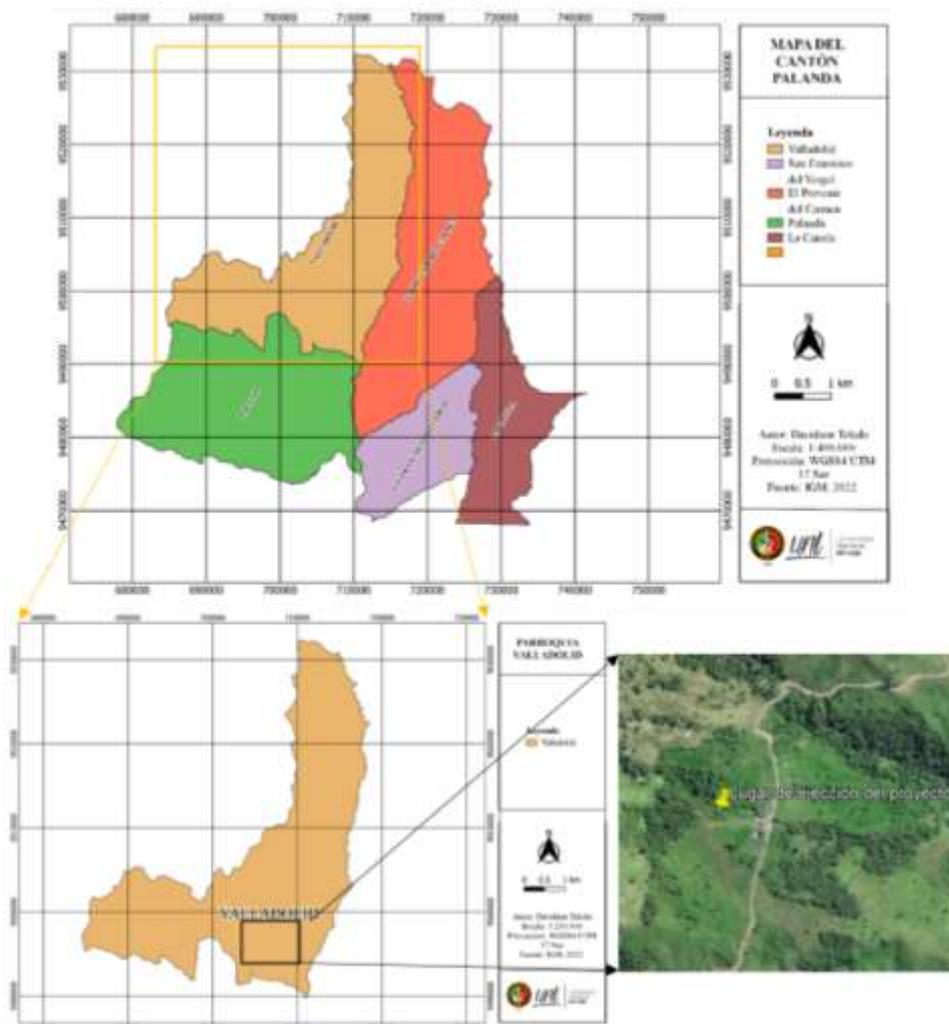


Figura 1. Mapa de la zona de estudio, parroquia Valladolid del cantón Palanda.

5.2. Metodología general

5.2.1. Tipo de investigación y alcance

La investigación fue de tipo experimental: a nivel de campo se establecieron tratamientos mediante la implementación de parcelas demostrativas que permitieron observar el comportamiento en el desarrollo de las plantas con la adición de fertilizante químico, orgánico y micorrizas; en el laboratorio se obtuvieron resultados sobre la calidad nutricional mediante la aplicación de métodos y técnicas experimentales para obtener proteína, grasa, ceniza, materia seca y humedad. Se aplicó la investigación de tipo cuantitativa, se midieron variables en campo y laboratorio, permitiendo el análisis estadístico y poder determinar qué tratamiento es el que da mejor resultado. Este estudio también fue descriptivo porque representó las respuestas de cada una de las variables bajo los tratamientos y explicativo-causal debido a que se manipularon diferentes tratamientos para ser aplicados a las unidades de estudio en un momento determinado generando una respuesta, lo cual se evaluó mediante la

descripción del efecto de cada tratamiento sobre cada una de las variables medidas y la relación entre las mismas (independiente - dependiente).

5.2.2. *Diseño experimental*

El diseño experimental que se utilizó en la investigación es un Diseño en Bloques Completamente al Azar (DBCA), los mismos que se ajustaron al siguiente modelo lineal aditivo:

$$Y_{ij} = \mu + r_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = variable de respuesta

μ = media general

r_i = Efecto del tratamiento

β_j = Efecto del bloque

ε_{ij} = Efecto del error experimental

El diseño constó de 4 tratamientos y 3 repeticiones, con un total de 12 unidades experimentales, cada unidad experimental fue de 3 m de ancho por 2 m de largo (6 m²) (Figura 2, Tabla 3).

Los tratamientos fueron:

- T1= testigo.
- T2= fertilizante químico (macro y micronutrientes de acuerdo con el análisis del suelo).
- T3= fertilizante orgánico (producto comercial NUTRISANO)
- T4= micorrizas (endomycorrizas, producto comercial HUXTABLE® MICORRIZA VAM®).

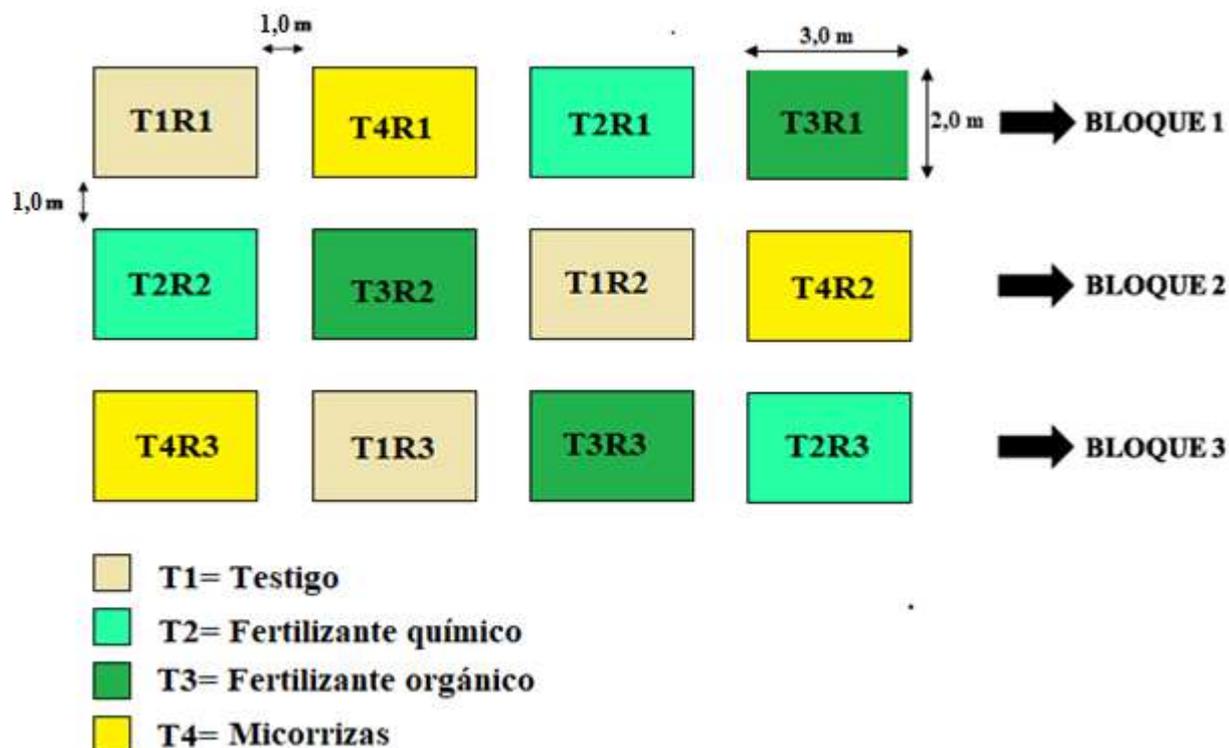


Figura 2. Esquema experimental del diseño de campo (DBCA) de la *Brachiaria brizantha*.

Tabla 3. Descripción de las unidades experimentales de *Brachiaria brizantha*.

Delineamiento	
Número de unidades experimentales	12
Número de tratamientos	4
Número de repeticiones	3
Distancia entre tratamientos (m)	1,00
Distancia entre repeticiones (m)	1,00
Longitud de parcela (m)	2,00
Ancho de la parcela (m)	3,00
Área total de la parcela (m ²)	6,00
Área útil del ensayo (m ²)	72,00
Área total del ensayo (m ²)	170,00

5.2.3. Manejo del cultivo

En el establecimiento del cultivo se realizó primeramente un análisis de suelo del área experimental mediante la técnica de zigzag, para hacer las debidas correcciones de encalado para todos los tratamientos y corrección de los macro y micronutrientes para las parcelas del tratamiento 2 (Tabla 4, Anexo 1 y 2). Además, se delimitó el área a utilizar con ayuda de postes y alambre de púas para cerca.

Tabla 4. Corrección del pH de todo el espacio de ensayo y para los macro y micronutrientes de las parcelas del tratamiento 2.

Correcciones	Producto	Dosis	Dosis por parcela
pH	Cal	4 000,00 kg/ha	2,40 kg/6 m ²
Nitrógeno y Azufre	Sulfato de amonio ((NH ₄) ₂ SO ₄)	476,20 kg/ha	0,28 kg/6 m ²
Fósforo	Super fosfato tripe (SFT)	130,40 kg/ha	0,09 kg/6 m ²
Potasio	Cloruro de potasio (KCl)	33,30 kg/ha	0,02 kg/6 m ²
Boro	Bórax	10,00 kg/ha	0,01 kg/6 m ²

Posteriormente se realizó la limpieza y la eliminación del anterior pasto (merkerón) del área mediante la utilización del azadón y lampón (Anexo 3). Una vez eliminado el merkerón se trazaron las parcelas mediante el uso de cinta métrica, flexómetro, piolas, barreta y estacas. Posterior a la delimitación se prepararon las parcelas con ayuda de azadón, pico y rastrillo (Anexo 1).

La fertilización se aplicó de acuerdo con los tratamientos que se estudiaron, la cual se detalla en la Tabla 5 (Anexo 5 y 6).

Tabla 5. Dosis de fertilización y micorrizas a aplicar en el pasto *B. brizantha* de acuerdo con el tratamiento.

Fuentes de fertilización y micorrizas					
Tratamiento	Tipo de fertilización	Producto comercial	Dosis por parcela (6 m ²)	Dosis por tratamiento	Momento y forma de aplicación
1	Testigo	-	-	-	-
2	Química	Descritos en la Tabla 4			<ul style="list-style-type: none"> Se aplicó al inicio de la siembra el (NH₄)₂ SO₄, el SFT, el KCl y Bórax todo al voleo y se los incorporó al suelo (forma edáfica) mezclándolos con un azadón a los primeros 25 cm de profundidad, requerimientos calculados según el análisis de suelo.
3	Orgánica	NUTRISANO	2,40 kg	7,20 kg	<ul style="list-style-type: none"> Se aplicó al inicio de la siembra y de forma edáfica considerando la dosis recomendada en la ficha técnica.
4	Micorrizas	Endomicorriza (HUXTABLE® MICORRIZA VAM®)	75 ml	225 ml	<ul style="list-style-type: none"> Se la aplicó al inicio de la siembra. Antes de la aplicación se la diluyó en agua en una relación 12,5 ml de micorrizas en un 1 L de agua.

La labor de siembra se la hizo posterior a la fertilización de forma manual por semilla sexual y al voleo, la densidad de siembra fue de 4 kg de semilla/ha (Anexo 7). La siembra fue de 1 a 2 cm de profundidad ya que si se siembran muy profundas las semillas se pueden ahogar (Ministerio de Agricultura y Ganadería de Costa Rica, 1998).

En cuanto al riego se aplicó en función a las condiciones meteorológicas, el control de las malezas se lo realizó manualmente cuando existía la presencia de estas en el cultivo con la ayuda de una lampa; además se realizó un control de la plaga Diabrotica (*Diabrotica* spp.) con el insecticida de contacto CHLORCYRIN® que está compuesto de 500 gramos de Chlorpyrifos y 50 gramos de Cypermethrin por litro de producto comercial; sus mecanismos de acción es Chlorpyrifos como inhibidor de la colinesterasa y Cypermethrin actúa sobre el sistema nervioso del insecto, perturba la función de las neuronas por la interacción con el canal de sodio (Anexo 10).

5.3. Metodología para cada objetivo

5.3.1. Metodología para el primer objetivo específico

“Determinar la influencia de la fertilización química, orgánica y micorrizas en la producción forrajera de Brachiaria brizantha”

Para el cumplimiento de este primer objetivo se seleccionaron 5 plantas al azar ubicadas dentro de la parcela útil de cada unidad experimental, en donde a cada planta se les tomó los datos de las variables: altura, diámetro, número de hojas, número de macollos cada 8 días debido a que esta especie una vez implementada tarda entre 4 – 5 meses para realizar su primer corte (Anexo 8 y 9). Para las variables: producción de materia verde y producción de materia seca se registraron los datos una solo vez cuando el pasto ya estuvo de corte.

5.3.1.1. Altura de planta (cm).

La altura de la planta es un indicador de crecimiento, que representa la distancia vertical desde la parte basal de la planta hasta el ápice terminal del tallo principal, por lo que la medición se realizó con el uso de una regla milimétrica, desde el momento de la emergencia.

5.3.1.2. Diámetro del tallo (mm).

Este representa el segmento de recta o sección transversal u horizontal del tallo y se midió de forma horizontal en la parte basal de la planta, con ayuda de un calibrador electrónico de la marca JEM.

5.3.1.3. Número de hojas.

Es el número de hojas vivas (completamente verdes) que se mantiene más o menos constante (León et al., 2018), por lo que a través de la manipulación de las plantas se contabilizó el número hojas/ planta.

5.3.1.4. Número de macollos.

Se da en la fase vegetativa de la planta y es una colección de macollos, que son los brotes que salen de la corona de tallo principal de la planta (León et al., 2018), por lo que a través de la manipulación de las plantas se contabilizó el número de macollos/planta desde el momento del macollamiento y durante todo el ciclo de crecimiento.

5.3.1.5. Cobertura vegetal (%).

Para determinar el porcentaje de cobertura vegetal se usó la aplicación Canopeo que permitió cuantificar el porcentaje de cubierta vegetal verde viva de la pastura a partir de fotografías de la unidad experimental; para ello se tomaron 3 fotos por cada unidad experimental, ubicando la cámara a una distancia superior a 60 cm y tratar de realizar las mediciones a la misma altura, se lo hizo desde el momento de la emergencia y semanalmente.

5.3.1.6. Producción de materia verde.

Es el forraje verde o forraje fresco, con el contenido de agua normal o natural (León et al., 2018). Se realizaron 4 muestreos aleatorios con un cuadrante de 0,50 x 0,50 en cada parcela, los cuales se cortaron manualmente a 5 cm del suelo durante la etapa de prefloración del pasto (momento de mayor contenido de nutrientes). Este material obtenido se pesó en campo con la ayuda de una balanza, se obtuvo el peso fresco de las muestras (PFM) y se sumaron sus pesos, la unidad de medida fue de kg MV/ha que significa kilogramos de materia verde por hectárea (Anexo 11 y 12).

5.3.1.7. Producción de materia seca.

Es la cantidad de forraje seco producido por unidad de superficie, sin el contenido de agua (León et al., 2018). Del material vegetal fresco de las muestras de cada parcela, se tomó una submuestra en un rango de 500 g a 1000 g, se registró el peso fresco de la submuestra (PFSub), luego se lo empaquetó en bolsa de polietileno con cierre y su respectiva etiqueta para llevarlo al laboratorio de bromatología, en donde se secó en estufa a una temperatura de 65 °C durante 72 horas, hasta peso constante. Posteriormente se registró el peso seco de la submuestra (PSSub) y se calculó la producción de materia seca producida por hectárea por corte mediante la siguiente ecuación:

$$\text{Materia seca (kg. ha}^{-1}\text{. corte)} = \frac{\text{PFM (g)} \times \text{PSSub (g)}}{\text{PFSub (g)}} \times 10$$

5.3.2. Metodología para el segundo objetivo específico:

“Evaluar el valor nutricional de Brachiaria brizantha con la aplicación de fertilización química, orgánica y micorrizas”

Para dar cumplimiento a este objetivo, de las muestra que se cortaron para medir la variable materia verde se tomó una submuestra de entre 500 g a 1000 g de cada parcela, posteriormente dichas muestras fueron colocadas en bolsas de polietileno y con su respectiva etiqueta, las cuales fueron llevadas al laboratorio de Bromatología de la Universidad Nacional de Loja para sus respectivos análisis de acuerdo a los protocolos de la AOAC International (2016): materia seca (protocolo AOAC 945.15), cenizas (protocolo 923.03), proteína cruda (protocolo 2001.11), los cuales se analizaron en Tal Como Ofrecido (TCO) y en Base Seca (BS) (Anexo 16).

5.3.2.1. Determinación del % de la muestra parcialmente seca.

Indica indirectamente la cantidad de agua del forraje (Gallardo, 2007), por lo que las muestras que se tomaron en campo se picaron, homogenizaron y colocaron en una bolsa de papel y luego en la estufa a 65 °C hasta que alcanzó un peso constante; a estas se las pesaron y molieron, la muestra molida se puso en un recipiente previamente identificado con el registro de laboratorio (Anexo 13 y 14). Para cálculo se utilizó la siguiente fórmula:

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

5.3.2.2. Determinación de materia seca total (MST).

Luego de la determinación del % de la muestra parcialmente seca se pesaron 2 g de muestra molida y se colocaron en los crisoles, se llevaron a la estufa a 105 °C durante 12 horas, pasado eso se las dejaron en el desecador hasta enfriar y luego se registró el peso en una balanza analítica. Para el cálculo se usó la siguiente fórmula:

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

5.3.2.3. Determinación de cenizas.

Las cenizas son componentes minerales (macro y microelementos), tanto propios del vegetal como adquiridos del ambiente (Gallardo, 2007). Para determinar las cenizas, las muestras obtenidas de la determinación de % de materia seca se colocaron en la mufla a 600 °C por el lapso de 8 horas. Transcurrido ese tiempo se trasladaron al desecador hasta enfriar y

finalmente se pesaron y se registraron los valores. Para calcular el porcentaje de la ceniza se aplicó la siguiente fórmula:

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

5.3.2.4. Determinación de proteína.

Es el contenido de proteína verdadera (compuesta por aminoácidos) y nitrógeno no proteico (Gallardo, 2007). Para determinar el contenido de proteína total, se calculó el contenido de nitrógeno (N) que resultó tras la eliminación de la materia orgánica con ácido sulfúrico (método de Kjeldahl) calculándose finalmente el contenido de proteína con ayuda de un factor (f= 6,25). Se tomó 2 g de muestra molida y se colocó en el tubo Kjeldahl, se agregó un catalizador y 10 ml de H₂SO₄ con la finalidad de que todo el material se sumerja en el ácido durante 3 horas. Seguidamente se preparó un matraz de Erlenmeyer con 25 - 50 ml de H₃BO₃ 4 % (sobre el cual se recogió el NH₃ destilado) y gotas de indicador Mortimer (color rojo), y se colocó a la salida del refrigerante. Al equipo se le agregó la cantidad necesaria de solución de NaOH 40 % para neutralizar el ácido sulfúrico, esto se destiló hasta llegar a aproximadamente a 200 ml en el Erlenmeyer colector. El destilado se valoró con solución de H₂SO₄ 0,1 N, hasta lograr el viraje del indicador Mortimer al color inicial rojo (Anexo 15). Para determinar la proteína total se utilizó la siguiente fórmula:

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

Donde:

V _{Muestra}	ml de ácido gastados en la valoración de la muestra
V _{Blanco}	ml de ácido gastados en la valoración del blanco
N _{Ácido}	normalidad del ácido sulfúrico
0.014	peso del meq de nitrógeno, en g
F	factor de conversión de nitrógeno a proteína
G _{muestra}	peso en g de la muestra

5.4. Análisis estadístico

Los datos de campo se tabularon en Microsoft Excel, y mediante el Software InfoStat versión 2020 se realizó una distribución de los datos comprobando los supuestos de homogeneidad de varianzas (Test de Levene) y normalidad de los datos (Shapiro Wilks), una vez comprobado que se cumplen los supuestos se realizó un Análisis de Varianza (ANOVA) para determinar la existencia de diferencias significativas entre los tratamientos con un nivel de significancia al 5 %, y se aplicó el test de Comparación Múltiple de Mínima Diferencia Significativa (LSD) Fisher al 95 %, para identificar el mejor tratamiento con base en la variable dependiente analizada.

6. Resultados

6.1. Resultados para el primer objetivo específico

“Determinar la influencia de la fertilización química, orgánica y micorrizas en la producción forrajera de *Brachiaria brizantha*”

6.1.1. Altura de planta

En la figura 3 se presentan los resultados de altura de planta, alcanzada por cada tratamiento a los 21, 29, 36, 43, 50, 57, 64, 71, 78, 85, 99 y 106 Días Después de la Siembra (DDS); se observó que existieron diferencias significativas por debajo del $p < 0,05$ entre los valores de los tratamientos registrados a los 21 DDS, mientras que en los demás días de muestreo no presentaron diferencias significativas; sin embargo, a los 106 DDS se evidenció que las plantas tratadas con fertilizante químico y orgánico alcanzaron las mejores alturas con 107,56 y 101,59 cm respectivamente, no obstante, el testigo y tratamiento con micorrizas alcanzaron 97,37 y 93,85 cm.

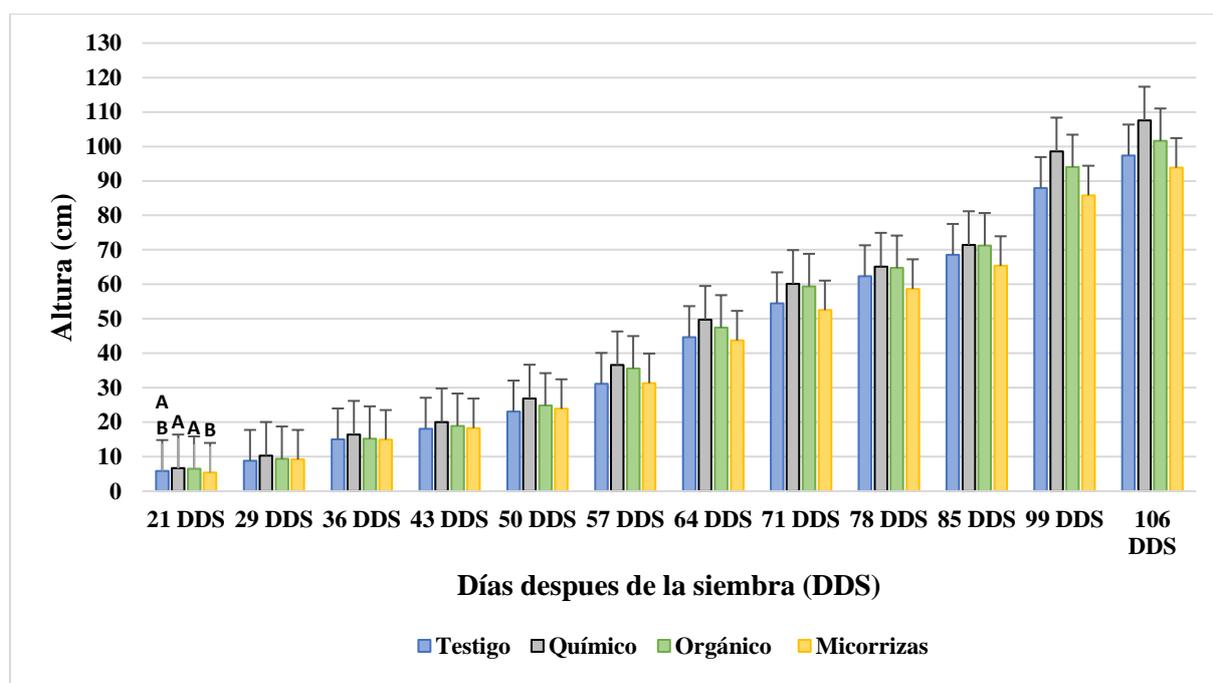


Figura 3. Altura de las plantas del pasto *Brachiaria brizantha* hasta los 106 DDS con la aplicación de fertilización química, orgánica y micorrizas. Diferentes letras indican diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$).

6.1.2. Diámetro

En la figura 4 se muestran el diámetro de las plantas en respuesta a los diferentes tratamientos. Al realizar el análisis estadístico se observó que existieron diferencias significativas por debajo del $p < 0,05$ en los valores registrados a los 21, 29 y 36 DDS; se destaca que a los 106 DDS se evidenció que las plantas tratadas con fertilizante orgánico

alcanzaron el valor más alto con 6,26 mm, seguido por el químico con 6,24 mm y en cuanto al testigo y micorrizas solo presentaron valores de 5,83 mm y 5,85 mm respectivamente.

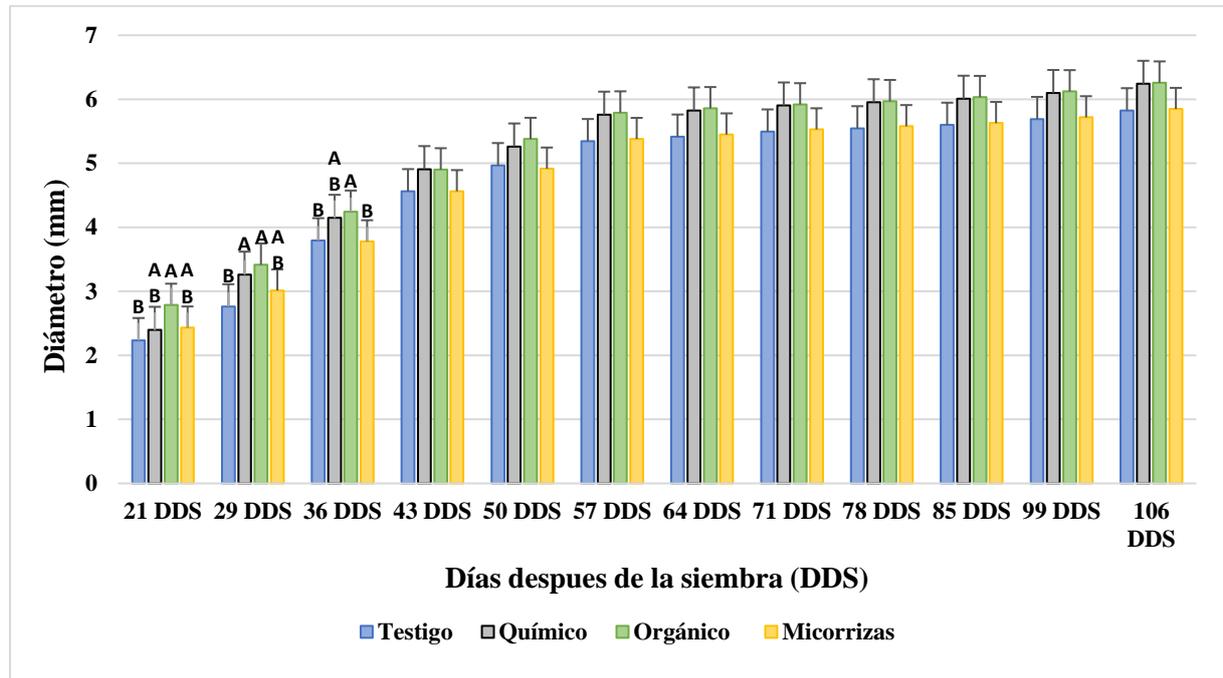


Figura 4. Diámetro de las plantas del pasto *Brachiaria brizantha* hasta los 106 DDS con la aplicación de fertilización química, orgánica y micorrizas. Letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$).

6.1.3. Número de hojas

La figura 5 se detalla el número de hojas por planta, destacando que no existieron diferencias significativas ($p < 0,05$) entre los tratamientos; no obstante, casi todos los tratamientos a los 64 DDS presentaron 6 hojas por planta, a excepción del tratamiento con fertilización orgánica que presentó 5 hojas.

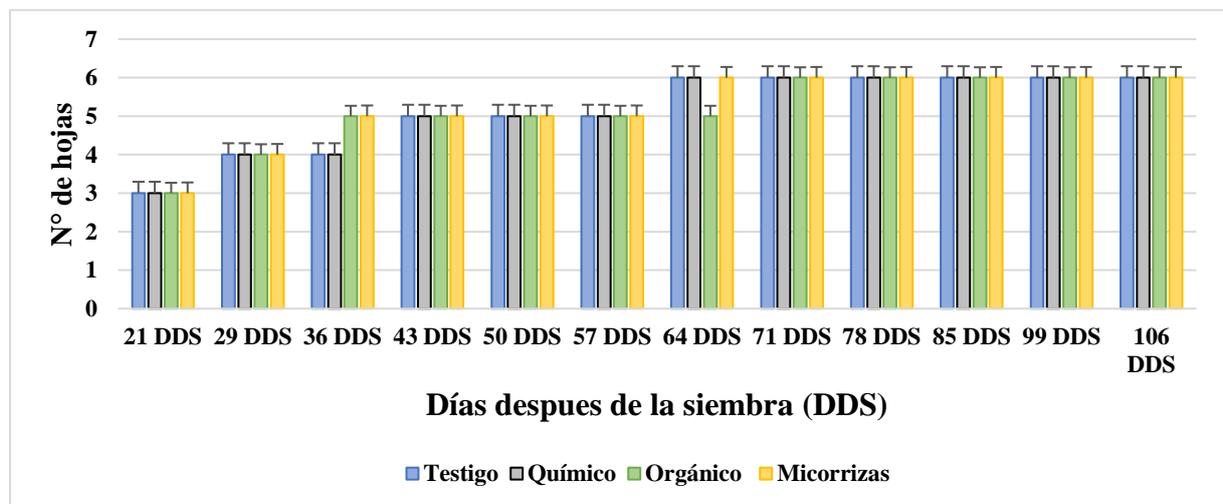


Figura 5. Número de hojas de las plantas del pasto *Brachiaria brizantha* hasta los 106 DDS con la aplicación de fertilización química, orgánica y micorrizas.

6.1.4. Número de macollos

La Figura 6 corresponde al número de macollos por planta, donde se observa que solo existieron diferencias significativas por debajo del $p < 0,05$ entre los valores registrados a los 29 y 50 DDS, siendo los de mejor resultado los tratamientos con fertilización orgánica y química. A los 106 DDS el tratamiento testigo (T1) y micorrizas (T4) tuvieron los mayores valores, con 24 y 23 macollos/planta respectivamente, frente a los 19 macollos/planta observados en el tratamiento con fertilización orgánica y 22 en la fertilización química.

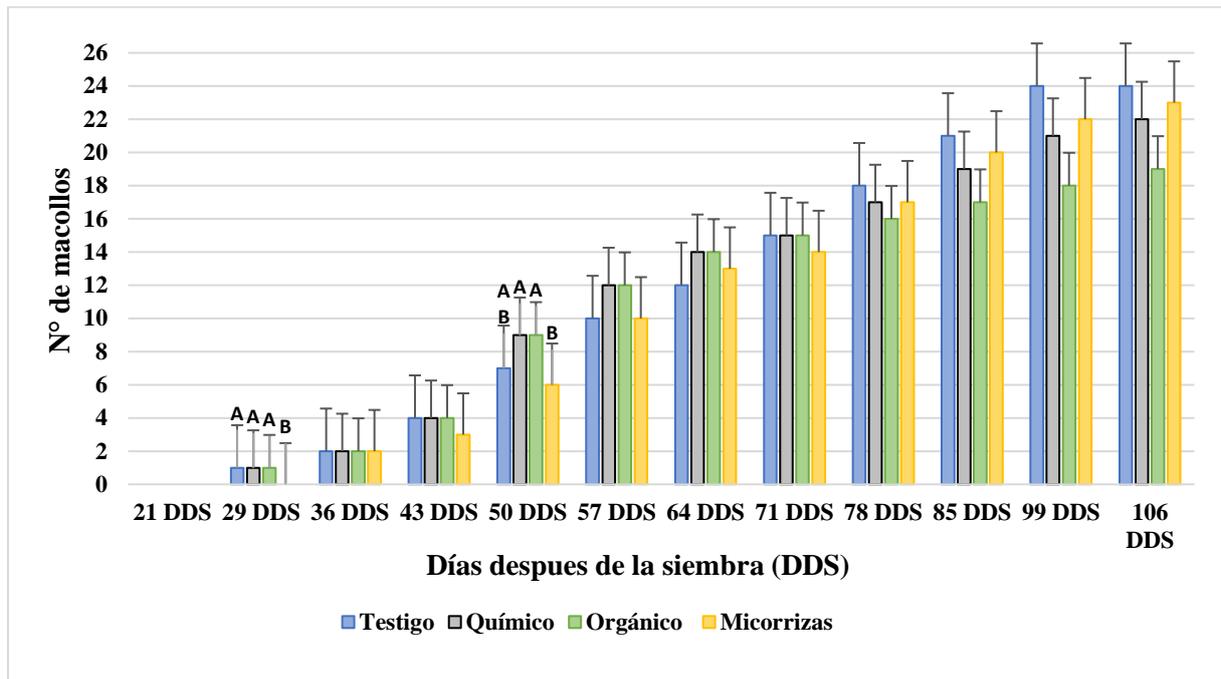


Figura 6. Número de macollos por planta de pasto *Brachiaria brizantha* hasta los 106 DDS con la aplicación de fertilización química, orgánica y micorrizas. Letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$).

6.1.5. Cobertura vegetal

En la figura 7 se indica la cobertura vegetal alcanzada por la *Brachiaria brizantha*, variable en la que existieron diferencias significativas por debajo del $p < 0,05$ entre los valores de los tratamientos registrados a los 21 y 29 DDS, pero no en los demás momentos de registro, de forma general a los 99 DDS la brachiaria ya cubrió más del 99 % de cada una de las parcelas de estudio.

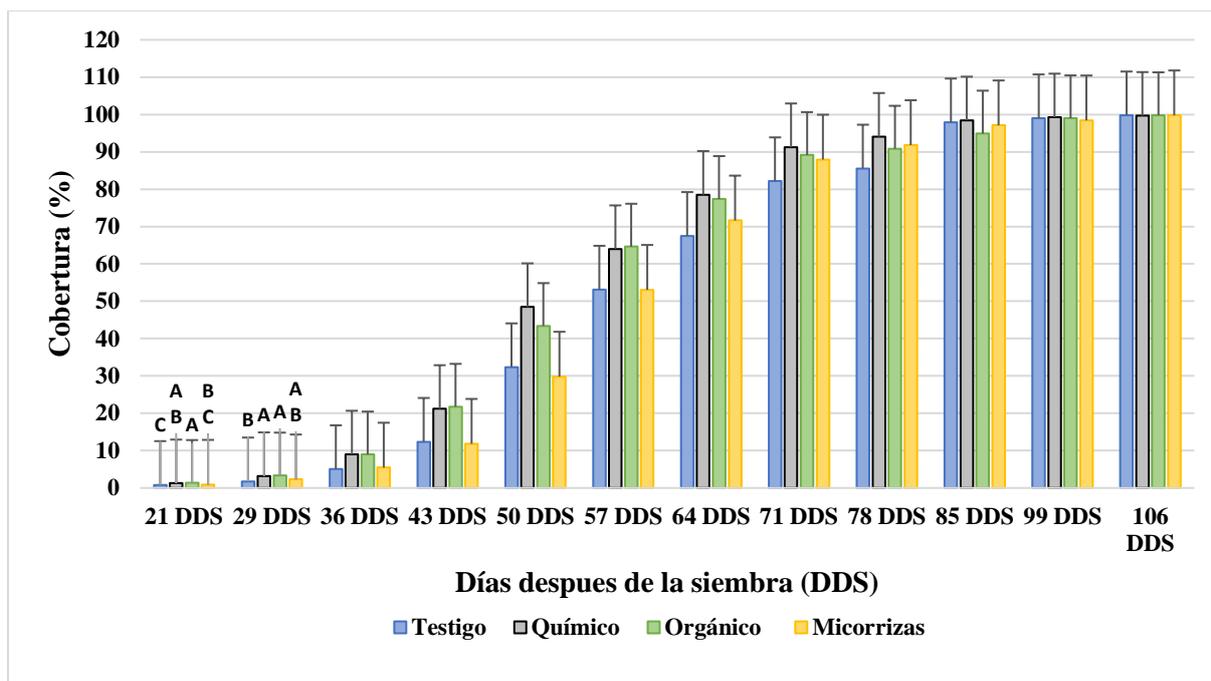


Figura 7. Cobertura vegetal del pasto *Brachiaria brizantha* desde los 21 DDS hasta los 106 DDS con la aplicación de fertilización química, orgánica y micorrizas. Diferentes letras indican diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$).

6.1.6. Producción de materia verde

En la figura 8 se evidencia la producción de materia verde a los 106 DDS, donde no hubo diferencias significativas ($p < 0,05$) entre tratamientos; sin embargo, la fertilización química y orgánica presentaron mayor producción con 99 166,67 y 91 666,67 kg MV/ha respectivamente.

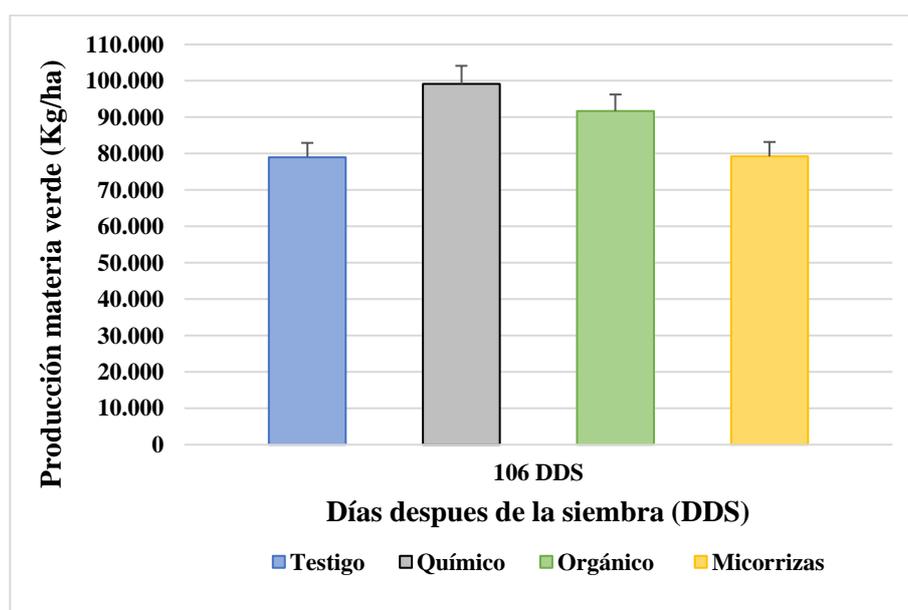


Figura 8. Producción de materia verde del pasto *Brachiaria brizantha* a los 106 DDS con la aplicación de fertilización química, orgánica y micorrizas.

6.1.7. Producción de materia seca

La figura 9 representa la producción de materia seca al aplicar distintos tratamientos de fertilización, los cuales no presentaron diferencias significativas ($p < 0,05$), aunque se observó que la fertilización química y orgánica presentaron mayor producción con 11 571,11 y 11 157,22 kg MS/ha respectivamente.

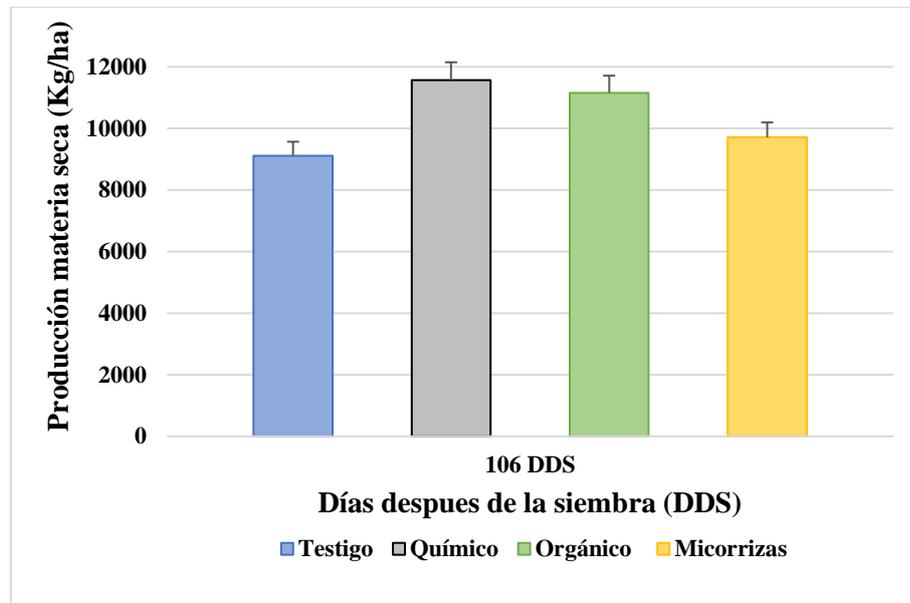


Figura 9. Producción de materia seca del pasto *Brachiaria brizantha* a los 106 DDS con la aplicación de fertilización química, orgánica y micorrizas.

6.2. Resultados para el segundo objetivo específico:

*“Evaluar el valor nutricional de *Brachiaria brizantha* con la aplicación de fertilización química, orgánica y micorrizas”*

6.2.1. Valor nutricional

En la figura 10 se representan los componentes en Tal Como Ofrecido (TCO) y en Base Seca (BS) del valor nutritivo del pasto a los 106 DDS al aplicar distintos tratamientos de fertilización, donde no se encontraron diferencias significativas; sin embargo, el tratamiento con micorrizas presento mayor porcentaje de materia seca con 14,33 %, y cenizas con 15,74 %; en cuanto a la humedad el que tuvo mayor valor fue el tratamiento químico con el 86,34 %, al igual que la proteína con el 16,79 %.

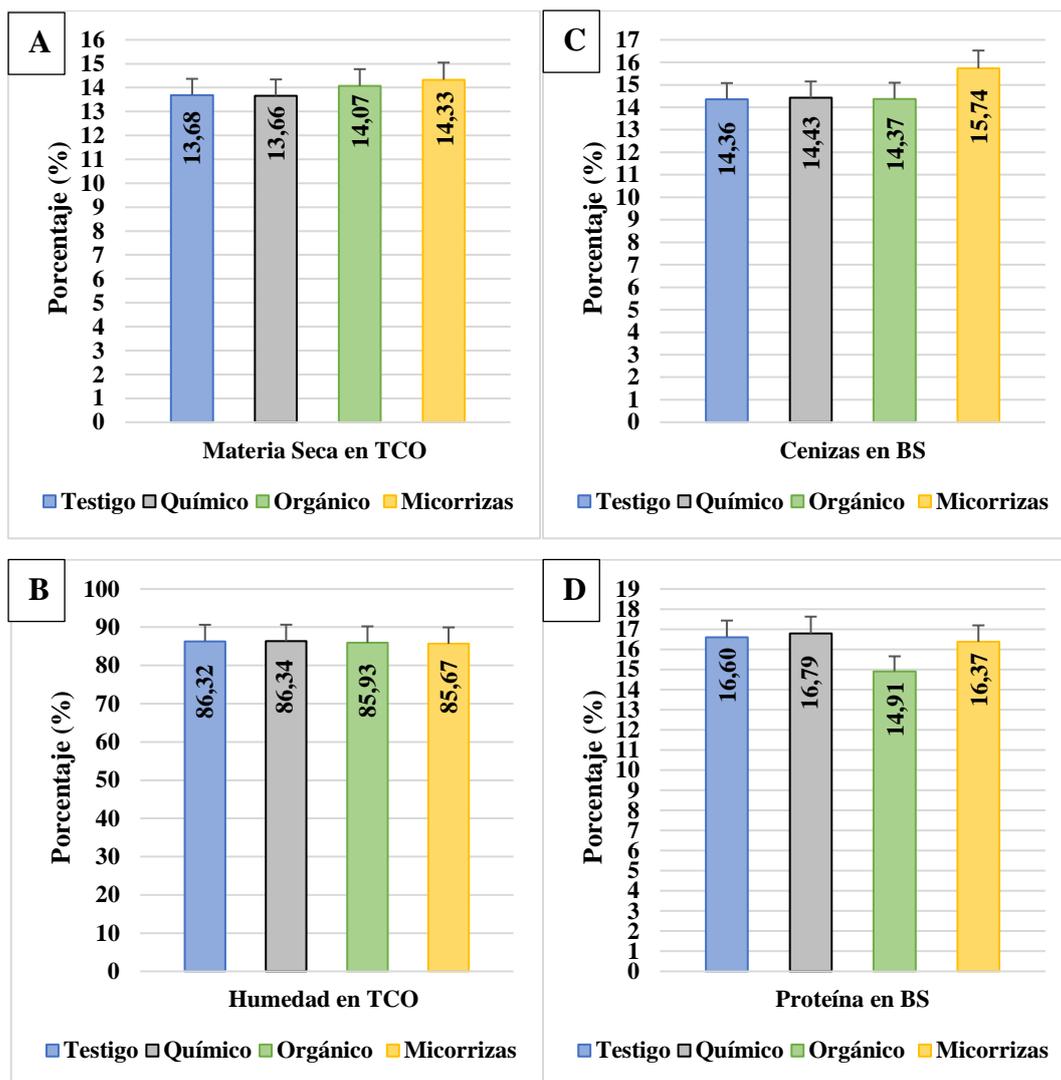


Figura 10. Valor nutricional del pasto *Brachiaria brizantha* a los 106 DDS con la aplicación de fertilización química, orgánica y micorrizas: % de la materia seca en TCO (A), % de humedad TCO (B), % de cenizas en BS (C) y % de proteína en BS (D). * TCO (Tal Como Ofrecido) y en BS (Base Seca).

7. Discusión

7.1. Parámetros Productivos

En la variable altura de la planta existió diferencias significativas entre tratamientos únicamente a los 21 DDS, siendo los tratamiento químico (T2) y orgánico (T3) los que alcanzaron la mayor altura de la planta a los 106 DDS con 107,56 y 101,59 cm respectivamente, en relación con los otros tratamientos; estos resultados son mayores a los reportados por Solís et al. (2020) quienes en su investigación al aplicar un inoculante a base de micorrizas obtuvieron una altura promedio de 96,00 cm a los 95 DDS, este valor es superior al del tratamiento con micorrizas (T4) del presente estudio el cual a los 99 DDS las plantas alcanzaron una altura de 85,83 cm, estos resultados confirman el potencial que tiene el hacer uso de la fertilización química y abonos de origen orgánico como fuente de nutrientes para las plantas. Los resultados de esta investigación se asemejan a los alcanzados por Jácome & Suquilanda (2009) quienes al aplicar nitrato de amonio, super fosfato triple, muriato de potasio y sulfato de magnesio lograron a los 100 DDS obtener una altura del pasto de 92,3 cm, según los autores argumentan que los fertilizantes químicos son de fácil asimilación, especialmente el nitrógeno, cuyo carácter de solubilidad y movilidad le permite esa rápida asimilación por parte de las plantas.

En la variable diámetro del tallo los tratamientos orgánico y químico presentaron el mayor diámetro con 6,26 mm y 6,24 mm respectivamente a los 106 DDS, resultado superior al logrado por Ordóñez (2013) con fertilización química que alcanzo un diámetro de 4,75 mm a los 100 DDS, el autor menciona que uno de los elementos importantes es el nitrógeno que su contenido fluctúa notablemente y depende de su disponibilidad en el suelo, de la edad y especie de pasto y la época del año, además de que es un elemento de gran movilidad en la planta, desplazándose en forma masiva hacia los puntos de crecimiento. Tijerino (2016) indica que el diámetro de tallo es un factor importante debido a que demuestra la calidad de la planta, lo cual está relacionado por el largo de la hoja, por la variedad, edad de planta, fertilización, otros.

En la variable número de hojas no se encontraron diferencias significativas todos los tratamientos a los 106 DDS llegaron a su máximo de hojas (6 hojas), resultado que difiere con el obtenido por Avellaneda et al. (2008) a los 112 días encontraron un promedio 4 hojas por tallo, notándose que el valor fue menor al encontrado en esta investigación; Este número de hojas en cuanto a su aparición total fue temprano a los 71 DDS si lo comparamos con los resultados de Zambrano (2016) donde la aparición total fue a los 84 días, este autor hacen mención que las plantas al utilizar 50 kg de N/ha es más rápida que al aplicar una menor dosis.

Con lo que respecta al número de macollos, los tratamientos con micorrizas y el testigo fueron los que tuvieron mayor números por planta con 23 y 24 respectivamente, en el caso del tratamiento con micorrizas estas aportan gran cantidad de fósforo que le proporcionan al pasto, según Ordóñez (2013) el fósforo se transloca rápidamente en los tejidos vegetales, y su movilización va de aquellos tejidos más viejos a las zonas juveniles de las plantas, interviene como factor clave en una serie de procesos metabólicos de las células vivas, regulando varios procesos enzimáticos y promoviendo el desarrollo radical y formación macollos ya que es la fuente principal de energía como parte de la molécula de ADP, ATP. León et al. (2018) menciona que el número de macollos esta influenciado por la luz la cual induce al desarrollo de yemas axilares, razón por lo que el tratamiento testigo y micorrizas tuvieron mayor número en comparación a los otros tratamientos quienes fueron mayor en altura por lo tanto tenían un mayor porcentaje de sobra haciendo que las yemas axilares presenten menos actividad.

En la variable cobertura vegetal solo a los 21 y 29 DDS existieron diferencias significativas siendo el del tratamiento orgánico el mejor; para los siguientes días no hubo diferencia estadísticas, sin embargo, a los 85 DDS todos los tratamientos presentaron una cobertura vegetal con más del 95 %, resultado que difiere del alcanzado por García et al. (2017) en donde obtuvieron el 76 % al aplicar lombrihumus y bokashi durante primer corte, esto pudo diferir a causa de que ellos aplicaron en una pastura ya establecida que se ha realizado cortes sucesivos y por tanto el potencial productivo decrece, mientras en la investigación es el primer corte que se realiza. Por otra parte, Condo & Ulloa (2019) al evaluar el efecto del biol de bovino en la producción de *Brachiaria brizantha* durante el primer corte, consiguieron una cobertura de 85,23 %, resultado similar al logrado en esta investigación y al obtenido por Olivera et al. (2006) quienes menciona que el desarrollo productivo de las diferentes especies de *Brachiarias* presentan coberturas entre 84,06 y 92,06 %.

En la producción de materia verde no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos, los tratamientos químico y orgánico mismos que presentaron la mejor altura, diámetro y cobertura también tuvieron la mayor producción a los 106 DDS con 99 116 y 91 666 kg/ha de materia verde, producción que es alta si comparamos con lo que menciona León et al. (2018) que la *Brachiaria brizantha* alcanza un rendimiento promedio de 50 000 kg/MV/ha/año; cabe mencionar que en la presente investigación se pudo encontrar valores superiores a los del autor mencionado debido a que los 3 días anteriores al corte se presentó lluvias prolongadas influyendo así en un aumento de pasto, lo que es respaldado por Álvarez et al. (2013) que los valores siempre van a ser superiores en el período lluvioso, este comportamiento se debe a que en la etapa de lluvia, hay mayor humedad del suelo y duración

del día, lo que propicia que las plantas acumulen mayor cantidad de agua en la biomasa; por lo antes mencionado al corroborar con otros autores los resultados, el de esta investigación va hacer superior, como los reportados por Mejía-Castillo et al. (2018) los cuales al aplicar un fertilizante químico obtuvieron una producción de 14 000 kg/ha/corte a los 90 DDS.

En la producción de materia seca al igual que en la variable anterior no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos, y de la misma manera los tratamientos químico y orgánico presentaron la mayor producción de MS a los 106 DDS con 11 571 y 11 157 kg/ha respectivamente, estos valores de producción son altos debido a que la producción de materia verde también lo fue, ya que según León et al. (2018) la *Brachiaria brizantha* alcanza un rendimiento de materia seca que varía de 12-15 t/MS/ha/año. En este estudio los tratamientos químico y orgánico son los que predominaron, el químico se aplicó de acuerdo a los análisis del suelo y en el caso del orgánico se aplicó el producto Nutrisano el cual aporta con los elementos principales para el desarrollo del pasto; la FAO (2002) menciona que la eficiencia del nitrógeno baja cuando es aplicado solo, mientras que cuando todos los nutrientes son aplicados conjuntamente la eficiencia del potasio y del fósforo aumenta sostenidamente, indicando que un abonado completo trae interacciones más eficiente entre los nutrientes.

7.2. Valor Nutricional

El porcentaje de materia seca no se vio influenciado por ninguna de las fertilizaciones, aunque el tratamiento con micorrizas obtuvo el mayor valor 14,33 %; esto pudo deberse a que incorporó una menor cantidad de agua a su organismo, a diferencia de los demás tratamientos, ya que de acuerdo con Blanco & Salas (1997) las micorrizas además de entregar minerales poco móviles como P y ayudan en el incremento de la tasa fotosintética, también son reguladoras osmóticas, por tanto las plantas con micorrizas absorbieron solo la cantidad de agua que necesitaba la planta, razón que fue mayor al momento de comparar con los demás tratamientos, según Reyes & Mendieta (2000) afirma a que a mayor porcentaje de agua es menor el porcentaje de materia seca. Contrastando los resultados con los de Valle (2020) a los 90 días con aplicado de un fertilizante químico encontró un porcentaje de MS superior con 20,44 % a la encontrada en esta investigación, el mismo autor dice que durante el proceso de crecimiento de la planta, hay un rápido incremento de materia seca y un cambio continuo en los componentes orgánicos e inorgánicos. Balseca et al. (2015) quienes al evaluar el valor nutricional de las brachiarias, en la *B. brizantha* encontraron 23,4 % de MS a los 90 días.

El tratamiento químico fue el que presento mayor porcentaje de humedad con 86,34 %, sin embargo, no hubo diferencias significativas por tanto se puede sustituir el fertilizante químico por un orgánico o micorrizas. El porcentaje de humedad es superior al de Valle (2020),

que a los 90 días tuvo 79,56 % de humedad. Cozzolino (2018) recalca que la cantidad de humedad de los forrajes y pasturas es variable a lo largo del año y depende principalmente del estado de madurez, del manejo y de la especie.

Con lo referente al contenido de cenizas el porcentaje más alto se logró con el tratamiento con micorrizas (15,74 %), esto se debe a una buena asimilación de los minerales por parte de la simbiosis de la planta-micorriza, ya que, según León et al. (2018) las cenizas son un complejo de materia inorgánica que es absorbida por la planta del suelo, y luego son asimilados mediante la actividad fotosintética. Estos datos son superiores a los de García et al. (2017) en donde obtuvieron una concentración de ceniza que oscila entre 7 a 13 % al aplicar enmiendas orgánicas durante el primer corte, valores que se pudieron dar a que fue en una pastura ya establecida y porque usaron enmiendas orgánicas las cuales demoran en hacer efecto a diferencia de un fertilizante químico. También los valores de esta investigación son superiores a los de Avellaneda et al. (2008) que a los 112 días en el parámetro nutritivo de ceniza obtuvieron un 10,46 %, esto se pudo deber a que el tiempo de corte del pasto fue mayor al del estudio y este mismo autor dice que cuando la edad del pasto se incrementa se produce una disminución progresiva del valor nutritivo, por lo cual las plantas perdieron cantidad de materia inorgánica que absorbieron del suelo, dando como resultado porcentajes menores de cenizas al momento del corte.

En el porcentaje de proteína no existió diferencias significativas entre tratamientos, sin embargo, el tratamiento químico tuvo el mejor porcentaje de proteína cruda con 16,78 % a los 106 días; este resultado es similar al logrado por Mejia-Castillo et al. (2018) quienes aplicaron fertilizante químico y a los 90 DDS obtuvieron 15 % de PC. Valle (2020) a los 90 días de aplicar un fertilizante químico encontró un porcentaje de 14,02 % de PC; Avellaneda et al. (2008) a los 112 días encontraron 11,90 % de proteína, resultados inferiores a los alcanzados en esta investigación; la composición química de la pastura depende de la especie, la fertilidad del suelo, las condiciones climáticas presentes del lugar, estado de madurez y manejo agronómico; así mismo indica que dentro de los componentes más importantes de las pasturas las proteínas son esenciales para la alimentación de un ganado de leche, también recalca que el mayor contenido de nutrientes se localiza esencialmente en la materia seca; como carbohidratos, proteína y grasas (componente orgánico), además cenizas y minerales (componente inorgánico) lo que determina la calidad forrajera requeridos para el consumo animal (Valle, 2020).

8. Conclusiones

- La aplicación de la fertilización química y orgánica logró obtener mejores resultados respecto a las variables de productividad como: altura, diámetro, número de hojas, cobertura vegetal, producción de materia verde y de materia seca, debido a que en su composición estaba presente el N, P, K, lo que permitió a las plantas una rápida absorción y asimilación de estos nutrientes, logrando un crecimiento y desarrollo óptimo.
- El macollamiento no se vio influenciado por el fertilizante químico y orgánico, pero sí por la aplicación de micorrizas ya que presentó un valor mayor en comparación a los otros fertilizantes.
- En la calidad nutricional, las plantas con el tratamiento con micorrizas, obtuvieron el mayor porcentaje de materia seca y cenizas, debido a que las micorrizas junto con la planta crearon una simbiosis positiva, dado a la pastura permitieron una nutrición adecuada, con ello una óptima actividad metabólica.
- El estudio muestra que la fertilización tiene un efecto sobre la proteína cruda debido a que, a pesar de no ver diferencias significativas, la que mayor porcentaje obtuvo fue el tratamiento químico, esto debido a que fue una fertilización completa.

9. Recomendaciones

- Es necesario realizar estudios con interacciones entre la aplicación de abono químico con micorriza y de abono orgánico con micorriza con el fin de observar si con estas interacciones se puede ganar mayor altura juntamente con mayor número de macollos.
- Realizar nuevas investigaciones con la implementación de otras fuentes de fertilización, principalmente de abonos orgánicos como: bioles, bocashi, lombricompost, entre otros, en el mismo sector o nuevas localidades con características climáticas similares.
- Evaluar la aplicación de los diferentes tipos de fertilizante en distintas épocas y en distintas condiciones climáticas con el propósito de analizar y observar cómo esto ayuda o que limitaciones se presentan.

10. Bibliografía

- Álvarez, A., Herrera, R. S., Díaz, L., & Noda, A. (2013). Influencia de las precipitaciones y la temperatura en la producción de biomasa de clones de *Pennisetum purpureum*. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 47(4), 413-417.
- AOAC International. (2016). *Official methods of analysis of AOAC International*. 20° edición. Gaithersburg: AOAC International. 700 pp.
- Apollon, W., Jean-Baptiste, Y., Wagner, B., Luna-Maldonado, A., & Silos-Espino, H. (2022). Efecto de la fertilización orgánica e inorgánica en la producción y calidad de *Brachiaria brizantha*. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 13(1), 1-13.
- Avellaneda, J., Romero, D., Pinargote, E., Espinoza, I., Montañez, O., Luna, R., Zambrano, S., Cabezas, F., Quintana, J., & Vanegas, J. (2008). Comportamiento agronómico y composición química de tres variedades de brachiaria en diferentes edades de cosecha. *Ciencia y Tecnología*, 1(2), 87-94.
- Balseca, D., Cienfuegos, E., López, H., Guevara, H., & Martínez, J. (2015). Valor nutritivo de Brachiarias y leguminosas forrajeras en el trópico húmedo de Ecuador. *Ciencia e investigación agraria*, 42(1), 57-63.
- Benítez, E., Sánchez, E., Jumbo, D., & Hermógenes, C. (2016). Gramíneas y leguminosas promisorias para la alimentación del ganado en la Amazonía sur del Ecuador. *Revista del Colegio de Médicos Veterinarios del Estado Lara*, 12(2), 17-24.
- Blanco, F., & Salas, E. (1997). Micorrizas en la agricultura: contexto mundial e investigación realizada en Costa Rica. *Agronomía Costarricense*, 21(1), 55-67.
- Cardona, W., Bolaños, M., & Chavarriaga, W. (2016). Efecto de fertilizantes químicos y orgánicos sobre la agregación de un suelo cultivado con *Musa acuminata* AA. *Acta Agronómica*, 65(2), 144-148.
- Chuquirima, D. (2019). *Caracterización del sistema ganadero de los cantones Nangaritza y Palanda de la provincia de Zamora Chinchipe, Ecuador*. [Tesis Magister en Ciencias Agrarias, Universidad Nacional Agraria La Molina] Repositorio institucional – Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Condo, L., & Ulloa, L. (2019). Evaluación del biol en la producción de *brachiaria brizantha* en el Cantón El Triunfo. *Caribeña de Ciencias Sociales*, 10(12), 1-8.
- Cozzolino, D. (2018). Determinación de la materia seca de una pastura. Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria. Montevideo, Uruguay. Recuperado el 19 de febrero de 2023 de <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/11189/1/Ficha-tecnica-34-Determinacion-de-MS-de-una-pastura.pdf>

- FAO. (2002). *Los fertilizantes y su uso*. Recuperado el 20 de febrero de 2023 de <https://www.fao.org/3/x4781s/x4781s.pdf>
- Franco, L., Calero, D., & Durán, C. (2007). Manual de establecimiento de pasturas. Repositorio Institucional Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira. Recuperado el 13 de noviembre de 2022 de <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/8430>
- Gallardo, M. (2007). INTA Rafaela—El Valor de los Alimentos. Recuperado el 28 de julio de 2022 de http://rafaela.inta.gov.ar/info/documentos/nutricion/nutricion_valordealimentos.htm
- García, F., Miranda, J., & Calero, W. (2017). Producción y calidad de forraje con enmiendas orgánicas en pastura (*Brachiaria Brizantha*), en la Costa Caribe Sur de Nicaragua. *Revista Universitaria del Caribe*, 18(1),83-90.
- Garzón, L. (2015). Importancia de las micorrizas arbusculares (MA) para un uso sostenible del suelo en la amazonia colombiana. *Luna Azul*, 42(1), 217-234.
- Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Valladolid. (2015). Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Parroquia Valladolid 2015 – 2019. Recuperado el 23 de julio de 2022 de http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdiagnostico/1160034300001_DIAGNOSTICO%20DE%20LA%20ACTUALIZACION%20DEL%20Plan%20de%20Desarrollo%20y%20Ordenamiento%20Territorial%20de%20la%20Parroquia%20Valladolid_13-10-2015_09-17-42.pdf
- Gobierno Provincial de Zamora Chinchipe. (2020). PDOT-2019-2023-ZAMORA-CHINCHIPE. Recuperado el 20 de julio de 2022 de <http://zamora-chinchipe.gob.ec/wp-content/uploads/2020/08/PDOT-2019-2023-ZAMORA-CHINCHIPE.pdf>
- González, P. (2019). Consecuencias ambientales de la aplicación de fertilizantes. *Biblioteca Del Congreso Nacional de Chile*, 1-5.
- Hidalgo, M., Vargas, O., & Vite, H. (2020). Análisis situacional de la actividad ganadera en la parroquia Palmales del cantón Arenillas. *Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas*, 3(2), 124-130.
- INIA Uruguay. (2018). FICHA TÉCNICA N°33: Algunos conceptos sobre calidad de forrajes. Recuperado el 20 de julio de 2022 de <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/11188/1/Ficha-tecnica-33-Algunos-conceptos-sobre-calidad-de-forrajes.pdf>

- INTA. (2015). Cartilla_brachiaria. Recuperado el 20 de julio de 2022 de https://inta.gob.ar/sites/default/files/cartilla_brachiaria.pdf
- Jácome, L., & Suquilanda, M. (2009). Fertilización Química y órgano-mineral del Pasto Mulato (Brachiaria Híbrido) y Xaraés (Brachiaria Brizantha Xaraés). Santo Domingo De Los Tsáchilas. *Eidos*, 1(1), 62-72.
- León, R., Bonifaz, N., & Gutiérrez, F. (2018). *Pastos y forrajes del Ecuador: Siembra y producción de pasturas*. 1° edición. Universitaria Abya-Yala. 616 pp.
- López-Collado, C., De Dios-León, G., Guerrero-Peña, A., Ortega-Jiménez, E., Alonso-López, A., & Bolaños-Aguilar, E. (2018). Importancia de la fertilización en el manejo sustentable de pastos tropicales. *Agro Productividad*, 11(5), 130-133.
- Luna, R., Reyes, J., Avellaneda, J., Espinoza, A., Iza, N., & Luna, M. (2015). Respuesta agronómica de tres variedades de Brachiaria en el cantón El Empalme Provincia del Guayas, Ecuador. *Ciencia y Tecnología (Quevedo)*, 8(2), 45-50.
- Márquez, J., Salazar, D., & García, M. (2021). Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua, 2020. Dirección de Estadísticas Agropecuarias y Ambientales. Recuperado el 20 de julio de 2022 de https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac-2020/Boletin%20Tecnico%20ESPAC%202020.pdf
- Mejía-Castillo, H. J., Nájera Aparicio, K., Rubi, R. D., & Ramirez, C. N. (2018). Efecto de la fertilización sobre el pasto Brachiaria híbrido CV CIAT BR02/1794 como medida de mitigación ante el cambio climático. *Iberoamericana de Bioeconomía y Cambio Climático*, 4(7), 816-823.
- Ministerio de Agricultura y Ganadería de Costa Rica. (1998). La siembra de *B. brizantha* en la zona de ladera de Hojancha. Recuperado el 24 de julio de 2022 de <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/AV-0350.pdf>
- Miranda, H. A. (2009). *Adaptación y productividad de seis gramíneas forrajeras en Puerto Díaz, Chontales* [Tesis Ingeniero agrónomo generalista, Universidad Nacional Agraria]. Repositorio institucional – Universidad Nacional Agraria.
- Navajas, V. (2011). *Efecto de la fertilización sobre la producción de biomasa y la absorción de nutrientes en Brachiaria decumbens y Brachiaria híbrido Mulato*. [Tesis Magister en Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Colombia] Repositorio institucional – Universidad Nacional de Colombia.

- Oliva, M., Rojas, D., Morales, A., Oliva, C., & Oliva, M. (2015). Contenido nutricional, digestibilidad y rendimiento de biomasa de pastos nativos que predominan en las cuencas ganaderas de Molinopampa, Pomacochas y Leymebamba, Amazonas, Perú. *Scientia Agropecuaria*, 6(3), 211-215.
- Olivera, Y., Machado, R., & Del Pozo, P. P. (2006). Botanical and agronomic characteristics of important forage species of the *Brachiaria* genus. *Pastos y Forrajes*, 29(1), 1-13.
- Ordóñez, B. (2013). *Comportamiento agronómico de tres variedades de pastos en el recinto Clementina, parroquia Colonche*. [Tesis Ingeniera Agropecuaria, Universidad Estatal Península de Santa Elena] Repositorio institucional – Universidad Estatal Península de Santa Elena.
- Pantoja, R. (2014). *Evaluación de diferentes dosis de abonos orgánicos de origen animal en el comportamiento agronómico, del cultivo de brócoli en la zona de Huaca, Provincia del Carchi*. [Tesis Ingeniero Agrónomo, Universidad Técnica de Babahoyo] Repositorio institucional – Universidad Técnica de Babahoyo.
- Pérez, A., Cury, K., & Oviedo, L. (2016). Colonización de micorrizas arbusculares en tres especies de pasturas del departamento de Sucre. *Temas Agrarios*, 21(2), 65-75.
- Pérez, A., & Peroza, V. (2013). Micorrizas arbusculares asociadas al pasto angleton (*Dichathium aristatum* Benth) en fincas ganaderas del municipio de Tolú, Sucre-Colombia. *Revista MVZ Córdoba*, 18(1), 3362-3369.
- Pérez, F. (2017). FISILOGIA VEGETAL. Recuperado el 14 de noviembre de 2022 de <http://repositorio.unu.edu.pe/bitstream/handle/UNU/3201/000026082L.pdf>
- Pérez-López, O., & Afanador-Téllez, G. (2017). Comportamiento agronomico y nutricional de genotipos de *Brachiaria* spp. Manejados con fertilizacion nitrogenada solos y asociados con Pueraria phaseoloides en condiciones de la altillanura colombiana. *Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia*, 64(3), 52-77.
- Polo, E. (2021). Efecto de la fertilización orgánica sobre el rendimiento de materia seca de especies de *Brachiaria*. *Revista Semilla del Este*, 1(2), 64-69.
- Ramos, D., & Terry, E. (2014). Generalidades De Los Abonos Orgánicos: Importancia Del Bocashi Como Alternativa Nutricional Para Suelos Y Plantas. *Cultivos Tropicales*, 35(4), 52-59.
- Reyes, N., & Mendieta, B. (2000). Determinación del valor nutritivo de los alimentos. Recuperado el 14 de noviembre de 2022 de <https://repositorio.una.edu.ni/3125/>

- Solís, E., Intriago, H., Noa, A., Zambrano, T., & Andrade, J. (2020). Efecto de la inoculación de micorrizas arbustivas en la evaluación agronómica de cuatro tipos de pastos en el cantón Pedernales, provincia de Manabí, Ecuador. *TAYACAJA*, 3(2), 22-32.
- Tijerino, E. (2016). *Evaluar la adaptación de cuatro especies de Coberturas en terraplenes de Mina La Libertad, Chontales, 2015* [Tesis Ingeniero Agrónomo, Universidad Nacional Agraria] Repositorio institucional – Universidad Nacional Agraria.
- Valle, D. (2020). *Rendimiento y valor nutritivo del pasto Brachiaria brizantha cv. Marandú, en Río Verde, provincia de Santa Elena*. [Tesis Ingeniera Agropecuaria, Universidad Estatal Península de Santa Elena] Repositorio institucional – Universidad Estatal Península de Santa Elena.
- Villalobos, L., & Montiel, M. (2015). Características taxonómicas de pastos *Brachiaria* utilizados en Costa Rica. *Nutrición Animal Tropical*, 9(1), 39-56.
- Zambrano. (2016). *Potencial forrajero y valorización nutritiva de los pastos Brachiaria decumbens y Tanzania con diferentes niveles de fertilización nitrogenada*. [Tesis Magíster en Producción Animal, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo] Repositorio institucional – Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Anexo 3. Eliminación del pasto merkerón para la implementación de la brachiaria.



Anexo 4. Delimitación y preparación de las parcelas para la implementación de la brachiaria.



Figura 12. A) Limitación de caminos. B) Picado del área de terreno útil. C) Parcelas listas para la siembra.

Anexo 5. Cálculos de las dosis de fertilización química, orgánica y micorrizas para cada parcela.

Pasto Brachiaria							
Fertilización Química							
RECOMENDACIONES	DOSIS (Kg/ha)	FERTILIZANTE	DOSIS en Kg/ 170 m ²	DOSIS en Kg/ 6 m ²	DOSIS en g/ 6 m ²	X3 parcelas kg	X3 parcelas g
pH	4000,00	Cal	68,00	2,40	2400,00	7,20	7200,00
Nitrógeno	476,20	Sulfato de amonio (SO ₄ (NH ₄) ₂)	8,10	0,29	285,72	0,86	857,16
Fósforo	130,40	Super fosfato tripe (SFT)	2,22	0,08	78,24	0,23	234,72
Potasio	33,33	Cloruro de potasio (CLK)	0,57	0,02	20,00	0,06	59,99
Azufre		En el sulfato de amonio ya se aplica en (SO ₄ (NH ₄) ₂)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Boro	10,00	Bórax	0,17	0,01	6,00	0,02	18,00
Fertilización Orgánico							
RECOMENDACIONES	DOSIS (Kg/ha)	FERTILIZANTE	DOSIS en Kg/ 170 m ²	DOSIS en Kg/ 6 m ²	DOSIS en g/ 6 m ²	X3 parcelas kg	X3 parcelas g
Abono orgánico	4000,00	Nutrisano	68,00	2,40	2400,00	7,20	7200,00
Micorriza líquida							
RECOMENDACIONES	DOSIS (ml/m ²)	FERTILIZANTE	DOSIS en mL/ 170 m ²	DOSIS en mL/ 6 m ²	DOSIS en L/ 6 m ²	X3 parcelas mL	X3 parcelas L
Micoriza	1000,00	HUXTABLE®MICORRIZA VAM®	170000,00	6000,00	6,00	18000,00	18,00
		250 ml de micorrizas		20 L de agua			
		225 ml de micorrizas		18 L de agua			
Se diluye 225 ml de micorrizas en 18 Litros de agua. Y 12,5 ml de micorriza en un 1 L de agua.							

Anexo 6. *Aplicación de los fertilizantes a cada parcela de acuerdo con los tratamientos.*



Figura 13. *A) Pesaje de las dosis correspondientes de los fertilizantes químicos. B) Adicción del producto Nutrisano. C) Disolución de las micorrizas en agua para su posterior incorporación.*

Anexo 7. *Preparación de la cantidad de semilla de B. brizantha a sembrar y siembra de la misma.*



Figura 14. *A) Pesaje de la cantidad de semillas por gramo por parcela. B) Semilla para cada una de las parcelas. C) Siembra de la semilla por el método al voleo*

Anexo 8. *Medición de variables en los primeros días después de la emergencia de las plántulas.*

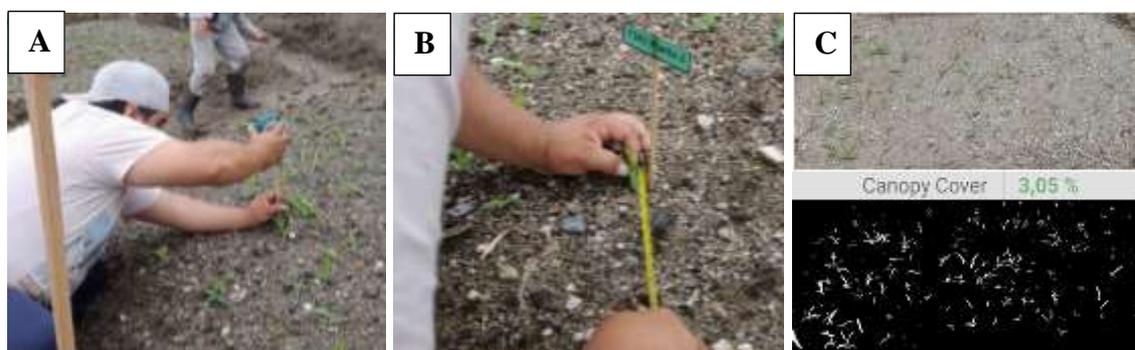


Figura 15. *A) Altura de la planta. B) Diámetro del tallo. C) Cobertura vegetal.*

Anexo 9. Medición de variables.



Figura 16. A) *Conteo del número de macollos.* B) *Conteo del número hojas.* C) *Medición de la altura del pasto.*

Anexo 10. Control de la plaga *Diabrotica* (*Diabrotica* spp.).



Figura 17. A) *Insecticida de contacto CHLORCYRIN®.* B) *Aplicación del producto en una dosis de 1cm³ por 1 litro de agua.* C) *El insecto plaga.*

Anexo 11. Corte del pasto *brachiaria* a los 106 DDS a una altura de 5 cm del suelo.



Anexo 12. Medición de las variables de producción.



Figura 18. A) Pesaje de la producción en materia verde del pasto brachiaria. B) Homogenización del pasto de cada repetición de los tratamientos con el fin de tomar muestras para el análisis bromatológico.

Anexo 13. Determinación el valor nutritivo del pasto, en el laboratorio de Suelos, Aguas y Bromatología de la Universidad Nacional de Loja, 2023.

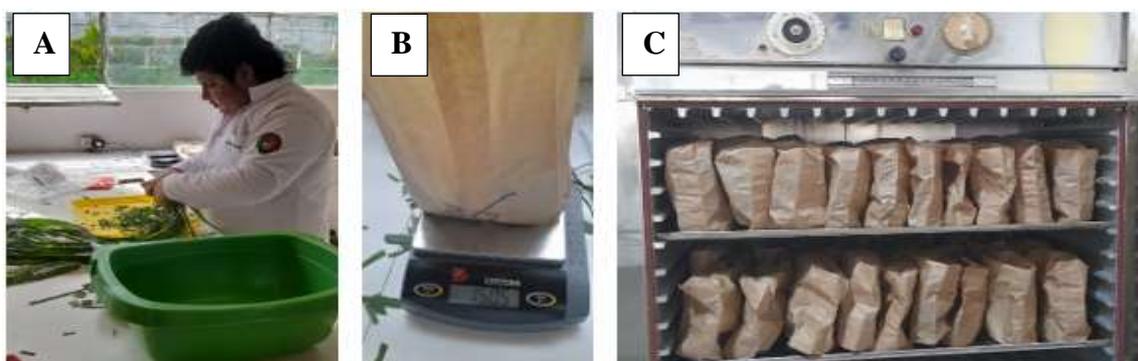


Figura 19. A) Picado de las muestras de pasto de cada repetición de los tratamientos. B) Pesaje y enfundado de submuestras de 150 g de pasto picado por cada repetición. C) Colocación de las submuestras en la estufa para su secado.

Anexo 14. Preparación de muestras previamente secadas en el laboratorio de Suelos Aguas y Bromatología de la Universidad Nacional de Loja, 2023.



Figura 20. A) Molido de las muestras previamente secadas B) Colocación de las muestras molidas en envases. C) Envase con la muestra seca molida del T2R3.

Anexo 15. Determinación de la proteína del pasto *Brachiaria brizantha* con los diferentes tratamientos, en el laboratorio de Suelos Aguas y Bromatología de la Universidad Nacional de Loja, 2023.



Anexo 16. Análisis bromatológico del pasto del pasto *Brachiaria brizantha* con los diferentes tratamientos, en el laboratorio de Suelos Aguas y Bromatología de la Universidad Nacional de Loja, 2023.

			%H I	TCO	PS	BS				%H I	TCO	PS	BS
T1R1	8500	MS	14,84%	14,1%	94,93%	100,00%	T3R1	8507	MS	16,78%	15,6%	93,27%	100,00%
		H	85,16%	85,91%	5,07%	0,00%			H	83,22%	84,35%	6,73%	0,00%
		Cz		1,88%	12,63%	13,31%			Cz		2,15%	12,83%	13,75%
		PC		2,26%	15,25%	16,07%			PC		2,12%	12,66%	13,57%
T1R2	8501		%H I	TCO	PS	BS	T3R2	8508		%H I	TCO	PS	BS
		MS	13,24%	12,6%	94,86%	100,00%			MS	14,17%	13,2%	93,39%	100,00%
		H	86,76%	87,44%	5,14%	0,00%			H	85,83%	86,77%	6,61%	0,00%
		Cz		1,86%	14,07%	14,83%			Cz		1,96%	13,85%	14,83%
			2,10%	15,89%	16,76%	PC		2,12%	14,94%	16,00%			
T1R3	8503		%H I	TCO	PS	BS	T3R3	8509		%H I	TCO	PS	BS
		MS	15,33%	14,4%	93,91%	100,00%			MS	14,24%	13,3%	93,62%	100,00%
		H	84,67%	85,60%	6,09%	0,00%			H	85,76%	86,67%	6,38%	0,00%
		Cz		2,15%	14,03%	14,94%			Cz		1,94%	13,61%	14,54%
			2,44%	15,94%	16,98%	PC		2,02%	14,19%	15,16%			
T2R1	8504		%H I	TCO	PS	BS	T4R1	8510		%H I	TCO	PS	BS
		MS	14,08%	13,3%	94,22%	100,00%			MS	15,05%	14,2%	94,41%	100,00%
		H	85,92%	86,73%	5,78%	0,00%			H	84,95%	85,79%	5,53%	0,00%
		Cz		1,87%	13,27%	14,08%			Cz		2,81%	18,68%	19,79%
			2,29%	16,23%	17,22%	PC		2,27%	15,11%	16,01%			
T2R2	8505		%H I	TCO	PS	BS	T4R2	8511		%H I	TCO	PS	BS
		MS	15,32%	14,4%	94,33%	100,00%			MS	16,23%	15,3%	94,45%	100,00%
		H	84,68%	85,55%	5,67%	0,00%			H	83,77%	84,67%	5,55%	0,00%
		Cz		2,16%	14,11%	14,95%			Cz		2,09%	12,90%	13,65%
			2,30%	15,05%	15,95%	PC		1,90%	11,74%	12,42%			
T2R3	8506		%H I	TCO	PS	BS	T4R3	8512		%H I	TCO	PS	BS
		MS	14,13%	13,3%	93,87%	100,00%			MS	14,40%	13,4%	93,40%	100,00%
		H	85,87%	86,74%	6,13%	0,00%			H	85,60%	86,55%	6,60%	0,00%
		Cz		1,89%	13,38%	14,25%			Cz		1,85%	12,86%	13,77%
			2,28%	16,13%	17,18%	PC		2,78%	19,32%	20,69%			

Anexo 17. Certificado de traducción del Abstract

Lic. Andrea Sthefanía Carrión Mgs

0984079037

andrea.s.carrion@unl.edu.ec

Loja-Ecuador

Loja, 8 de junio del 2023

La suscrita, Andrea Sthefanía Carrión Fernández, Mgs, **DOCENTE EDUCACIÓN SUPERIOR, ÁREA DE INGLÉS-UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA**, a petición de la parte interesada y en forma legal.

CERTIFICA:

Que la traducción del resumen del documento adjunto solicitado por el señor: **Davidson Salatiel Toledo Calva** con cédula de ciudadanía No. **1150074282**, cuyo tema de investigación se titula: **Evaluación de la producción forrajera y calidad nutricional de Brachiaria brizantha con fertilización química, orgánica y micorrizas, en la parroquia Valladolid, provincia de Zamora Chinchipe** ha sido realizado y aprobado por mi persona, Andrea Sthefanía Carrión Fernández, Mgs. Docente de Educación Superior 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 los fines académicos pertinentes, facultando al portador del presente documento, hacer el uso legal pertinente.

**ANDREA
STHEFANIA
CARRION
FERNANDEZ**

Firmado digitalmente por ANDREA
STHEFANIA CARRION FERNANDEZ
Nombre de reconocimiento (DN):
cn=ANDREA STHEFANIA CARRION
FERNANDEZ, o=mi@lumbus-170422180422,
ou=ENTIDAD DE CERTIFICACION DE
INFORMACION, c=EC
Fecha: 2023.06.08 17:09:00 -0800'

Andrea Sthefanía Carrión Fernández. Mgs.

English Professor