



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

**FACULTAD AGROPECUARIA Y DE RECURSOS
NATURALES RENOVABLES**

CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

**EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO Y CALIDAD NUTRICIONAL DEL
PASTO CHILENA (*Panicum maximum*) CON LA APLICACIÓN DE
FERTILIZACIÓN CONVENCIONAL, ORGÁNICA Y MICORRIZAS EN EL
CANTÓN CHAGUARPAMBA**

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

AUTOR:

Jean Carlos Bravo Mosquera

DIRECTOR:

Ing. Paulina Vanesa Fernández Guarnizo Mg. Sc.

Loja – Ecuador

2022

CERTIFICACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Loja, 05 de enero de 2022

Ing. Paulina Vanesa Fernández Guarnizo Mg. Sc.

DIRECTORA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Certifico:

Que he revisado y orientado todo proceso de la elaboración del Trabajo de Titulación titulado: “EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO Y CALIDAD NUTRICIONAL DEL PASTO CHILENA (*Panicum maximum*) CON LA APLICACIÓN DE FERTILIZACIÓN CONVENCIONAL, ORGÁNICA Y MICORRIZAS EN EL CANTÓN CHAGUARPAMBA” de autoría del estudiante Jean Carlos Bravo Mosquera, previa a la obtención del título de Ingeniero Agrónomo, una vez que el trabajo cumple con todos los requisitos exigidos por la Universidad Nacional de Loja para el efecto, autorizo la presentación para la respectiva sustentación y defensa.



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

Ing. Paulina Vanesa Fernández Guarnizo Mg. Sc

DIRECTORA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

AUTORÍA

Yo, Jean Carlos Bravo Mosquera, declaro ser el autor del presente Trabajo de Titulación y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes Jurídicos de posibles reclamos o acciones legales por el contenido de la misma. Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja, la publicación de mi Trabajo de Titulación en el Repositorio Institucional - Biblioteca Virtual.

Firma:



Cédula de identidad: 0705743268

Fecha: 18 de abril de 2022

Correo electrónico: jean.bravo@unl.edu.ec

Celular: 0959581590

CARTA DE AUTORIZACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN POR PARTE DEL AUTOR PARA LA CONSULTA DE PRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL, Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DE TEXTO COMPLETO

Yo, Jean Carlos Bravo Mosquera, declaro ser autor, del Trabajo de Titulación titulado “EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO Y CALIDAD NUTRICIONAL DEL PASTO CHILENA (*Panicum maximum*) CON LA APLICACIÓN DE FERTILIZACIÓN CONVENCIONAL, ORGÁNICA Y MICORRIZAS EN EL CANTÓN CHAGUARPAMBA”, como requisito para optar 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 de la siguiente manera en el Repositorio Institucional.

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

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

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Loja a los dieciocho días del mes de abril del dos mil veintidós.

Firma: 

Autor: Jean Carlos Bravo Mosquera

Número de cédula: 0705743268

Dirección: Cda. 28 de mayo. Piñas, El Oro, Ecuador.

Correo electrónico: jean.bravo@unl.edu.ec

Celular: 0959581590

DATOS COMPLEMENTARIOS

Director del Trabajo de Titulación: Ing. Paulina Fernández Guarnizo Mg. Sc.

Tribunal de Grado:

Ing. Kléver Ivan Granda Mora PhD.

Presidente

Ing. Marlene Lorena Molina Müller PhD.

Vocal

Ing. Freddy Eliazar Tinoco Tinoco Mg. Sc.

Vocal

DEDICATORIA

A Dios y a la Virgen Santísima, por la salud y fortaleza tanto física como mental, en aquellos momentos difíciles de mi carrera.

De todo corazón a mis amados padres Julio y Aydecita, por su incondicional apoyo, enseñanzas y ejemplo de superación, esto es por y para ustedes.

A mis queridos hermanos Joel, Anahí, Mayerly y Vinicio, por su generoso apoyo y motivación.

A mis abuelitos María, Guillermina y Miguel, por bendecirme y orar por mí.

Jean Carlos Bravo Mosquera

AGRADECIMIENTO

Primero a Dios y a la Virgen Santísima, sin ellos en mi vida, nada de esto fuese posible.

A mis padres Julio Bravo y Aydecita Mosquera, eternamente agradecido por su inmenso amor, esfuerzo y sacrificio. Estoy muy orgulloso de ustedes y de este triunfo, que hemos logrado juntos.

Agradezco a mis hermanos y abuelitos, pues con su incondicional apoyo me motivaron a seguir adelante.

De manera muy especial a Vanessa Cueva, por su constante apoyo durante mi formación académica y por ser un pilar fundamental en mi vida. A mi amigo Jefferson Conza por sus consejos y colaboración.

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

A los ingenieros Vinicio Ruilova, Mirian Capa, Santiago Vásquez, Jhonny Granja y Beatriz Guerrero por haberme compartido muy amablemente sus conocimientos para llevar a cabo con éxito mi tesis.

Jean Carlos Bravo Mosquera

ÍNDICE DE CONTENIDOS

PORTADA.....	i
CERTIFICACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	ii
AUTORÍA.....	iii
CARTA DE AUTORIZACIÓN	iv
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO	vi
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
ÍNDICE DE TABLAS.....	xi
ÍNDICE DE ANEXOS	xii
1. TÍTULO	1
2. RESUMEN.....	2
2.1. ABSTRACT	3
3. INTRODUCCIÓN.....	4
Objetivo general	6
Objetivos específicos	6
4. MARCO TEÓRICO	7
4.1. Pasto Chilena (<i>Panicum maximum</i>).....	7
4.1.1. Origen y taxonomía.....	7
4.1.2. Condiciones ecológicas (edafoclimáticas del cultivo).....	8
4.2. Producción y Rendimiento del Pasto Chilena.....	8
4.3. Calidad Nutricional del Pasto Chilena	9
4.4. Requerimientos Nutricionales del Pasto Chilena	9
4.5. Fertilizantes Químicos	10
4.5.1. Tipos de fertilizantes químicos.	10
4.5.1.1. Fertilizantes convencionales.....	10

4.5.1.2. <i>Fertilizantes compuestos</i>	10
4.6.Fertilizantes Orgánicos	11
4.6.1. Generalidades.	11
4.6.2. Tipos de fertilizantes orgánicos.	11
4.7.Micorrizas	11
4.7.1. Características.	11
4.7.2. Tipos de micorrizas.	12
4.7.2.1. <i>Endomicorrizas.</i>	13
4.7.2.2. <i>Ectomicorrizas.</i>	13
4.7.2.3. <i>Ectendomicorrizas.</i>	13
4.7.3. Especies comerciales de micorrizas.	13
4.7.3.1. <i>Micorriza ericoide</i>	13
4.7.3.2. <i>Micorrizas ectotróficas o ectomicorrizas.</i>	13
4.7.3.3. <i>Micorrizas endotróficas.</i>	13
5. METODOLOGÍA	15
5.1. Ubicación del Estudio	15
5.1.1. Ubicación geográfica.	15
5.2. Método y Tipo de Investigación	16
5.3. Diseño Experimental	16
5.3.1. Esquema del experimento.	17
5.3.2. Análisis estadístico.	19
5.4. Metodología General	19
5.5. Establecimiento del Cultivo	19
5.6. Metodología para el Objetivo Específico 1	20
5.6.1. Altura de la planta.	20
5.6.2. Macollamiento.	20
5.6.3. Índice de Área Foliar (IAF).	20

5.6.4. Producción de forraje en materia verde.....	20
5.6.5. Producción de forraje en materia seca.....	21
5.7. Metodología para el Objetivo Específico 2	21
5.7.1. Calidad nutricional.....	21
6. RESULTADOS.....	22
6.1. Altura de la Planta	22
6.2. Macollamiento	23
6.3. Índice de Área Foliar (IAF).....	25
6.4. Producción de Forraje en Materia Verde	26
6.5. Producción de Forraje en Materia Seca.....	27
6.6. Calidad Nutricional.....	29
7. DISCUSIÓN.....	30
7.1. Parámetros de Rendimiento.....	30
7.2. Calidad Nutricional.....	33
8. CONCLUSIONES.....	37
9. RECOMENDACIONES.....	38
10. BIBLIOGRAFÍA.....	39
11. ANEXOS	45

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de ubicación de la zona de estudio, sector Amancayes, parroquia de Santa Rufina del Cantón Chaguarpamba.....	15
Figura 2. Esquema del experimento.....	17
Figura 3. Curva de crecimiento de la altura de la planta, hasta los 97 DDS del pasto chilena con la aplicación de fertilización convencional, orgánica y micorrizas en el cantón Chaguarpamba, 2021.	23
Figura 4. Curva de crecimiento del número de macollos por planta, hasta los 97 DDS del pasto chilena con la aplicación de fertilización convencional, orgánica y micorrizas en el cantón Chaguarpamba, 2021.	24
Figura 5. IAF a los 97 DDS del pasto chilena con la aplicación de fertilización convencional, orgánica y micorrizas en el cantón Chaguarpamba, 2021.	25
Figura 6. Producción de forraje en materia verde en kg/m ² al momento del corte del pasto chilena con la aplicación de fertilización convencional, orgánica y micorrizas en el cantón Chaguarpamba, 2021.	27
Figura 7. Producción de forraje en materia seca en kg/ha/corte del pasto chilena con la aplicación de fertilización convencional, orgánica y micorrizas en el cantón Chaguarpamba, 2021.	28

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación taxonómica del pasto chilena.	7
Tabla 2. Composición nutricional del pasto chilena.	9
Tabla 3. Requerimientos nutricionales y recomendación de fertilización para <i>Panicum maximum</i>	10
Tabla 4. Dosis de fertilización y micorrizas por tratamiento en el pasto chilena, en el cantón Chaguarpamba, 2021.	18
Tabla 5. Altura de la planta, hasta los 97 DDS del pasto chilena con la aplicación de fertilización convencional, orgánica y micorrizas en el cantón Chaguarpamba, 2021.	22
Tabla 6. Número de macollos por planta, hasta los 97 DDS del pasto chilena con la aplicación de fertilización convencional, orgánica y micorrizas en el cantón Chaguarpamba, 2021.	23
Tabla 7. Índice de Área Foliar (IAF) a los 97 DDS del pasto chilena con la aplicación de fertilización convencional, orgánica y micorrizas en el cantón Chaguarpamba, 2021.	25
Tabla 8. Producción de forraje en materia verde, al momento del corte de <i>Panicum maximum</i> con la aplicación de fertilización convencional, orgánica y micorrizas en el cantón Chaguarpamba, 2021.	26
Tabla 9. Producción de forraje en materia seca, al momento del corte de <i>Panicum maximum</i> con la aplicación de fertilización convencional, orgánica y micorrizas en el cantón Chaguarpamba, 2021.	27
Tabla 10. Calidad nutricional al momento del corte de <i>Panicum maximum</i> con la aplicación de fertilización convencional, orgánica y micorrizas en el cantón Chaguarpamba, 2021.	29

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Muestreo de suelo en el área de estudio, sector Amancayes del cantón Chaguarpamba, 2021; enviadas al Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), estación experimental Santa Catalina.	45
Anexo 2. Preparación del terreno para la implementación del pasto chilena (<i>Panicum maximum</i>), en el sector Amancayes del cantón Chaguarpamba, 2021.....	45
Anexo 3. Análisis químico del suelo en el área de estudio, sector Amancayes del cantón Chaguarpamba, 2021	46
Anexo 4. Cálculos para las enmiendas correspondientes según el análisis de suelo del área experimental, sector Amancayes del cantón Chaguarpamba, 2021.	47
Anexo 5. Cálculos de las dosis de fertilización orgánica (ORGEVIT) y micorrizas (ECORHIZA), sector Amancayes del cantón Chaguarpamba, 2021.	47
Anexo 6. Cálculos de las dosis para la fertilización química, sector Amancayes del cantón Chaguarpamba, 2021.	48
Anexo 7. Análisis estadístico software InfoStat. Análisis de Varianza (ANOVA) en altura de la planta a los 13, 27, 40, 55, 70, 86 y 97 DDS, sector Amancayes del cantón Chaguarpamba, 2021.	49
Anexo 8. Análisis estadístico software InfoStat. Prueba de comparación de Tukey en la variable proteína cruda, en el sector Amancayes del cantón Chaguarpamba, 2021.....	49
Anexo 9. Delimitación de parcelas y bloques para la siembra de <i>Panicum maximum</i> , en el sector Amancayes del cantón Chaguarpamba, 2021.....	50
Anexo 10. Aplicación de las enmiendas correspondientes según el análisis de suelo, en el sector Amancayes del cantón Chaguarpamba, 2021.....	50
Anexo 11. Siembra de la semilla de <i>Panicum maximum</i> , en el sector Amancayes del cantón Chaguarpamba, 2021.	51
Anexo 12. Aplicación del T3 (micorrizas) al momento de la siembra del pasto chilena, en el sector Amancayes del cantón Chaguarpamba, 2021.	51
Anexo 13. Deshierba y transplante de <i>Panicum maximum</i> , en el sector Amancayes del cantón Chaguarpamba, 2021.	52

Anexo 14. Primera aplicación del T2 (fertilizante químico) y T4 (fertilizante orgánico) al pasto chilena, en el sector Amancayes del cantón Chaguarpamba, 2021.	52
Anexo 15. Control de plagas en el pasto chilena, utilizando el insecticida Cedrus, con una dosis de 10 ml en 5 L de agua, en el sector Amancayes del cantón Chaguarpamba, 2021.	53
Anexo 16. Parcelas establecidas y medición de altura de la planta, en el sector Amancayes del cantón Chaguarpamba, 2021.	53
Anexo 17. Desarrollo del pasto chilena con los diferentes tratamientos; repetición uno, desde izquierda a derecha: T3 (micorrizas), T2 (fertilizante químico), T4 (fertilizante orgánico) y T1 (testigo), en el sector Amancayes del cantón Chaguarpamba, 2021.	54
Anexo 18. Segunda aplicación de todos los tratamientos a los 80 DDS, en el sector Amancayes del cantón Chaguarpamba, 2021.....	54
Anexo 19. Inicio de la prefloración de <i>Panicum maximum</i> , en el sector Amancayes del cantón Chaguarpamba, 2021.....	55
Anexo 20. Lanzamiento del cuadrante de 1 m ² para el corte y posterior cálculo de biomasa, en el sector Amancayes del cantón Chaguarpamba, 2021.	55
Anexo 21. Corte a los 106 DDS del pasto chilena a una altura de 30 cm, en el sector Amancayes del cantón Chaguarpamba, 2021.....	56
Anexo 22. Pesaje de la producción de forraje en materia verde del pasto chilena, en el sector Amancayes del cantón Chaguarpamba, 2021.....	56
Anexo 23. Picado y enfundado de las muestras en el laboratorio de Suelos Aguas y Bromatología de la Universidad Nacional de Loja, 2021.....	57
Anexo 24. Molido de las muestras previamente secadas en el laboratorio de Suelos Aguas y Bromatología de la Universidad Nacional de Loja, 2021.....	57
Anexo 25. Seguimiento del ensayo por parte del director de tesis, en el laboratorio de Suelos Aguas y Bromatología de la Universidad Nacional de Loja, 2021.	58
Anexo 26. Análisis bromatológico del pasto chilena, en el sector Amancayes del cantón Chaguarpamba. Laboratorio de Suelos Aguas y Bromatología de la Universidad Nacional de Loja, 2021.....	59

**EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO Y CALIDAD NUTRICIONAL DEL PASTO
CHILENA (*Panicum maximum*) CON LA APLICACIÓN DE FERTILIZACIÓN
CONVENCIONAL, ORGÁNICA Y MICORRIZAS EN EL CANTÓN
CHAGUARPAMBA**

2. RESUMEN

Los pastos constituyen el principal alimento, el más económico y eficiente en la dieta alimenticia de los rumiantes. En nuestro país la especie *Panicum maximum* Jacq., es la más cultivada, no obstante, el inadecuado establecimiento y manejo y la escasa o nula investigación sobre alternativas de producción, ha generado baja productividad y calidad nutricional en este cultivo. El presente estudio permitió determinar la influencia de la aplicación de fertilización convencional, orgánica y micorrizas sobre el rendimiento y calidad nutricional del pasto chilena. El ensayo se estableció en el cantón Chaguarpamba, bajo un Diseño en Bloques Completamente al Azar (DBCA) con 4 tratamientos y 3 repeticiones. T1 (testigo), T2 (fertilizante químico), T3 (micorrizas) y T4 (fertilizante orgánico). Las variables altura de la planta y macollamiento se registraron cada 15 días desde la germinación, el Índice de Área Foliar (IAF) se evaluó a los 97 Días Después de la Siembra (DDS) y la producción de forraje en materia verde y seca, al igual que las variables de nutrición, se determinaron a los 106 DDS. Los análisis estadísticos ANOVA y prueba de comparación de Tukey se realizaron en el programa InfoStat. El pasto alcanzó la mayor altura 198,5 cm con el T2 y la menor 147,6 cm con el T4 a los 97 DDS. La mejor producción de forraje en materia verde 145,54 t/ha/año se obtuvo con fertilización química (T2) y la menor producción 60,04 t/ha/año con el tratamiento control (T1) a los 106 DDS. El mayor contenido de proteína cruda se obtuvo con el T2 con 8,76 % y el menor valor lo presentó el T1 con 5,85 % a los 106 DDS. Las variables de rendimiento y de nutrición no presentaron diferencias estadísticamente significativas, a excepción de la proteína cruda. En general, el pasto presentó mejores resultados con la aplicación de fertilización química.

Palabras clave: Poaceae, forrajera, fertilizantes, producción, proteína cruda.

2.1. ABSTRACT

Pastures are the main food, the cheapest and efficient in the ruminant's diet. In our country, the *Panicum maximum* Jacq., species is the most cultivated, however, the inadequate establishment and management, scant or zero research on production alternatives, has generated low productivity and nutritional quality in this crop. The present study allowed to determine the application of conventional, organic and mycorrhizal fertilization influence over Chilean grass yield and nutritional quality. The trial was established in the Chaguarpamba canton, under a Completely Random Block Design (CRBD) with 4 treatments and 3 repetitions. T1 (control), T2 (chemical fertilizer), T3 (mycorrhiza) and T4 (organic fertilizer). The variables plant height and tillering were recorded every 15 days from germination, the Leaf Area Index (LAI) was evaluated at 97 Days After Sowing (DAS), and the forage production in green and dry matter, as well as the nutrition variables, were determined at 106 DAS. The statistical analyzes ANOVA and Tukey's comparison test were carried out in InfoStat - Software. The grass reached the highest height of 198.5 cm with the T2 and the lowest 147.6 cm with the T4 at 97 DAS. The best forage production in green matter 145.54 t/ha/year was obtained with T2 and the lowest production 60.04 t/ha/year with T1 at 106 DAS. The highest crude protein content was with T2 with 8.76 % and the lowest value was presented with T1 with 5.85 % at 106 DAS. The yield and nutrition variables did not present statistically significant differences, except in crude protein. In general, the grass presented the best results with the application of chemical fertilization in T2.

Keywords: Poaceae, fodder, fertilizers, production, raw protein.

3. INTRODUCCIÓN

Los pastos constituyen la dieta básica y más económica en la alimentación de los animales mayores y menores, además permiten incrementar la materia orgánica, conservan la humedad y en terrenos con topografía accidentada detienen la acelerada erosión del suelo (Valerio, 2016). Según la FAO (2018) las cifras actuales estiman que el 26 % de la superficie terrestre y el 70 % de la superficie agrícola mundial están cubiertos por praderas, las cuales contribuyen a la subsistencia de más de 800 millones de personas.

En el Ecuador, 5,20 millones de hectáreas se encuentran bajo labor agropecuaria con cultivos permanentes, transitorios, pastos cultivados y naturales, siendo los pastos cultivados los que tienen la mayor superficie sembrada con 2,07 millones de hectáreas. En el territorio ecuatoriano la variedad saboya o chilena es la más cultivada con un 40,94 %, seguido del pasto mixto con 25,35 % (ESPAC, 2020).

El pasto chilena es una especie forrajera de gran importancia para el sector ganadero del país, cultivándose en la costa, amazonia y valles de la sierra. Se caracteriza por su adaptabilidad a diferentes ecosistemas, fácil propagación, resistencia al pisoteo, competitividad y rápida recuperación después del pastoreo. En la provincia de Loja, existen 205 000 hectáreas dedicadas al sector ganadero con pastos naturales y cultivados (Carrión, 2019).

Para lograr la eficiencia en la producción, es necesario al momento de establecer una pastura considerar la especie a sembrar, la disponibilidad de los recursos naturales de la producción, capacitación, investigación y manejo. Por lo general, el ganadero escasamente pone en práctica alternativas para gestionar la fertilidad del suelo. Molina (2010) manifiesta que, el deficiente manejo, escasas investigaciones, y casi nula implementación de alternativas de producción afecta el potencial y calidad nutricional de las pasturas.

Alesandri y Alesandri (2009) mencionan que el uso de fertilizantes convencionales es un factor importante para la producción de forrajes, ya que influye sobre la cantidad de materia seca, concentración de proteína cruda y mejoran los rendimientos de las praderas. González (2019) afirma que la aplicación excesiva de fertilizantes ha producido: toxicidad de las aguas, contaminación del aire, degradación del suelo, reducción de la biodiversidad, etc.; por tanto, es necesario brindar los requerimientos según las necesidades del cultivo.

Los productores tienen como necesidad prioritaria mejorar el rendimiento y calidad nutricional de los pastos, para incrementar la producción de carne y leche. La fertilización es una actividad de manejo importante, ya que permite el aumento de materia seca con mayor tenor nutricional, mejora los procesos de digestibilidad disminuyendo la emisión de gases efecto invernadero (Molina, 2010).

La fertilización en la producción de pasturas, en el contexto ganadero nacional, es limitada o nula, son muy pocas las explotaciones ganaderas que realizan esta práctica de manejo, usando comúnmente agroinsumos convencionales o químicos con el empleo de macro o micronutrientes producidos sintéticamente. La otra opción puede ser la fertilización orgánica con la utilización de biofertilizantes como el humus, bioles, compost, entre otros, los que actúan mejorando las condiciones físicas y nutritivas del suelo, aportando materia orgánica. Otra alternativa, es el empleo de micorrizas que permiten conservar el suelo, además son uno de los tipos de simbiosis más abundante de la biosfera, mejoran la absorción de agua y nutrientes de la raíz, permitiendo que colonicen los suelos más pobres (Navarro, 2018).

En el cantón Chaguarpamba, no se han realizado trabajos sobre el uso de diferentes fuentes de fertilización en el pasto chileno, mucho menos la implementación de alternativas de manejo orgánico y uso de micorrizas que podrían mejorar la producción, y mitigarían la contaminación por la emisión de gases de efecto invernadero (Rosero, 2011). En este sector, no se evidencia un rendimiento significativo de las pasturas, menos aún una calidad nutricional que permita suplir las necesidades alimenticias del ganado. A esto, se suman problemas relacionados al no control de la carga animal por hectárea, la no estimación del tiempo máximo de ocupación y descanso de los potreros, y no llevar un programa de fertilización eficiente, siendo la única fuente de fertilización la nitrogenada con urea, que es aplicada sin considerar un análisis de suelo y las necesidades nutricionales de los cultivos, por ende, están provocando eutrofización, procesos de contaminación de los recursos naturales y gastos económicos innecesarios (Molina, 2010).

El presente trabajo muestra resultados de rendimiento y calidad nutricional de la chilena, en relación con la aplicación de diferentes fuentes de fertilización: química, orgánica y micorrizas en el cantón Chaguarpamba. La información generada sobre este pasto aporta con evidencias para agricultores, ganaderos y organizaciones involucradas al sector pecuario sobre características morfológicas, productivas y nutricionales, brindando información confiable que permite tomar decisiones para el manejo sostenible de los recursos naturales.

Para el cumplimiento del estudio se plantearon los siguientes objetivos:

Objetivo general

Brindar alternativas de producción de pasto chilena (*Panicum maximum*) con la aplicación de fertilización convencional, orgánica y micorrizas, para mejorar su rendimiento y calidad nutricional, en el sector Amancayes del cantón Chaguarpamba.

Objetivos específicos

Evaluar los efectos de la aplicación de fertilización convencional, orgánica y micorrizas sobre el rendimiento del pasto chilena.

Determinar la influencia de la aplicación de fertilización convencional, orgánica y micorrizas sobre la calidad nutricional del pasto chilena.

4. MARCO TEÓRICO

4.1. Pasto Chilena (*Panicum maximum*)

Es una gramínea conocida también como saboya, guinea o cauta. Es una especie de tamaño mediano a alto, pudiendo llegar a medir 250 cm de altura. De crecimiento matoso y erecto, sus hojas son abundantes, lineares lanceoladas de 25 a 80 cm de largo y de 8 a 35 milímetros de ancho, volviéndose ásperas cuando están maduras. La panícula mide entre 30 a 60 cm de largo, presenta ramificaciones donde se hallan las semillas de 3 a 4 mm de largo. Sistema radicular muy delgado y ramificado, las raíces en su mayoría se concentran en la capa superior del suelo, lo que permite un rápido desarrollo con ligeros riegos o lluvias (INIAP, 1989). León *et al.* (2018) mencionan que la semilla se forma por apomixis.

4.1.1. Origen y taxonomía.

Es una planta nativa del África tropical y subtropical, que ha sido ampliamente cultivada en América del sur, al oeste de la India, al sur y este de Asia (Gonzalez, 2017).

En la Tabla 1, se presenta la clasificación taxonómica del pasto chilena según León *et al.* (2018).

Tabla 1. Clasificación taxonómica del pasto chilena.

Dominio	Eukaryota
Reino	Plantae
Filo	Magnoliophyta
Clase	Liliopsida
Orden	Poales
Familia	Poaceae
Género	<i>Panicum</i>
Especie	<i>Panicum maximum</i> Jacq

4.1.2. Condiciones ecológicas (edafoclimáticas del cultivo).

El pasto chilena necesita de suelos de media a alta fertilidad, bien drenados con pH de 5 a 8 y no tolera suelos inundables. Alturas entre 0 – 1500 m s.n.m y precipitaciones entre 1000 y 3500 mm/año, según la FAO (2018) crece muy bien en temperaturas altas, con rangos que van desde 18 a 40 °C. Tiene menor tolerancia a la sequía que los Brachiarias; tolera media sombra y crece bien bajo árboles (Peters *et al.*, 2010).

En Ecuador es el pasto más difundido en el litoral, encontrándose inclusive en forma subespontánea, llega hasta las quebradas y valles bajos de la sierra. Los mejores rendimientos están asociados con alta temperatura y elevada humedad. Suelos de textura media o suelta; se adapta particularmente a terrenos quebrados de los bosques húmedos (León *et al.*, 2018).

4.2. Producción y Rendimiento del Pasto Chilena

El pasto chilena presenta una producción de forraje en Materia Verde (MV) promedio de 180 t/ha/año. La aplicación de nitrógeno puede doblar la producción de forraje, cada kg de N produce hasta 38 kg/MS. Los mejores niveles de fertilización son 100 - 250 kg/N/ha (León *et al.*, 2018). Es un pasto que tiene prestigio como productor de leche (Gonzalez, 2017). En los costos de mantenimiento, se debe tener en cuenta la necesidad de continuos cortes para eliminar los residuos toscos y controlar las malezas, por lo menos dos veces al año (León *et al.*, 2018).

Bernal y Espinosa (2003) mencionan que esta gramínea bajo condiciones naturales y en suelos relativamente fértiles donde la cantidad de minerales, materia orgánica y agua son suficientes para los requerimientos de las plantas, puede llegar a producir de 12 a 15 toneladas de forraje seco por ha/año (aproximadamente de 60 a 75 toneladas por ha/año de forraje verde); realizando cortes cada 7 a 9 semanas y aplicando urea a cantidad de 50 kg/ha/año se han alcanzado rendimientos de 30 a 40 t/ha/año de forraje seco (aproximadamente 150 a 200 t/ha/año de forraje verde).

La época más adecuada para el pastoreo, es cuando la altura del pasto esta entre los 80 a 100 centímetros o antes de iniciar la floración, este instante es el más adecuado para el pastoreo; ya que esta especie en estas condiciones generalmente presenta hasta el 60 % de digestibilidad (Gonzalez, 2017).

4.3. Calidad Nutricional del Pasto Chilena

Según León *et al.* (2018) este pasto alcanza valores de proteína a los 35 días de 10,5 - 10,9 % en verano y 11,5 - 13,28 % en invierno.

Según la Unión Ganadera Regional de Jalisco (2006) el pasto chilena es altamente consumido por el ganado en los primeros 25 días de crecimiento, presentando un contenido proteico de hasta 14 % cuando la proporción de hojas es mayor que la de tallos. Este pasto tiende a lignificarse cuando madura, conteniendo solo de 6 a 8 % de proteína y hasta 38 % de fibra cruda. El contenido de fibra cruda fluctúa entre 28 y 36 % dependiendo principalmente de la frecuencia de cortes y la edad de la planta. El contenido de extracto libre de nitrógeno varía de 40 - 50 % y al parecer es ligeramente menor que en otros pastos.

En la Tabla 2, se detalla la composición nutricional del pasto chilena descrita por Arrobo y Espinoza (2010).

Tabla 2. Composición nutricional del pasto chilena.

Composición nutricional	Unidad	Cantidad
Materia seca	%	30,00
NDT	%	16,70
Proteína (TCO)	%	1,70
Calcio (TCO)	%	0,08
Fósforo total (TCO)	%	0,04
Grasa (TCO)	%	0,60
Fibra (TCO)	%	11,97

4.4. Requerimientos Nutricionales del Pasto Chilena

Según Chávez (2008) el pasto chilena es una especie exigente en fertilidad del suelo y por ello es común encontrarla con niveles altos de fertilización y en los mejores suelos que se explotan con ganadería.

Los elementos nutritivos principales que necesita este pasto son; nitrógeno, fósforo, potasio y calcio, mientras que el magnesio, azufre, manganeso, zinc, cobre, boro, molibdeno y cobalto, en ciertas zonas pueden encontrarse en cantidades deficientes. El efecto de los elementos menores es mayor sobre las leguminosas. El cobre es necesario para la reproducción de las

plantas, el zinc para el crecimiento vegetativo temprano y el molibdeno para la fijación del nitrógeno (Chávez, 2008).

En la Tabla 3, Bernal y Espinosa (2003) detallan los requerimientos nutricionales y la recomendación de fertilización con nitrógeno, fósforo y potasio para el pasto chilena, en un suelo con pH= 6.7 y M.O. = 3.3 %.

Tabla 3. Requerimientos nutricionales y recomendación de fertilización para *Panicum maximum*.

Pasto	Producción de materia seca t/ha/año	Extracción de nutrientes			Cantidad a aplicarse		
		kg/ha/año					
		<i>N</i>	<i>P</i>	<i>K</i>	<i>N</i>	<i>P₂O₅</i>	<i>K₂O</i>
Chilena	6.7	23.8	9.5	16.8	75	46	60
	16.5	68.2	55	62.8	180	115	120
	28.0	120	99.5	85.4	280	183	180

4.5. Fertilizantes Químicos

4.5.1. Tipos de fertilizantes químicos.

4.5.1.1. Fertilizantes convencionales. Son los más utilizados, principalmente en el sector agrícola y jardines. Son caracterizados por su rápida disolución en el suelo, por lo cual, las plantas disponen de los nutrientes de forma inmediata, o a su vez, algunos días después (EcuRed, 2014).

4.5.1.2. Fertilizantes compuestos. Denominados así por contener al menos dos macroelementos principales N, P, K (PK - NP - NPK - NK). Se expresan por medio de una fórmula de dos o tres números (ej: 30 - 30 - 30), hace referencia a las cantidades (en porcentaje) de cada elemento incluido en 100 kg de abono. El primero indica el nitrógeno, el segundo el ácido fosfórico y el tercero la potasa (N, P y K). De esta manera puede surgir un cuarto número (ej: 30 - 10 - 20 - 0,1B) indicando la participación de un cuarto elemento, 100 g de boro. Este número y expresión se puede ver implicada con otros términos como Mg (Magnesio), Ca (Calcio), S (Azufre) y así con el resto de nutrientes (Marta, 2020). En el presente estudio se utilizaron los siguientes fertilizantes químicos: el producto comercial YaraVera, que contiene

40 % de nitrógeno total y 5,6 % de azufre; superfosfato triple con 46 % de fósforo total; y sulfato de potasio con 52 % de potasio y 18 % de azufre.

4.6. Fertilizantes Orgánicos

4.6.1. Generalidades.

Desde hace mucho tiempo los abonos orgánicos han sido utilizados con el fin de incrementar la fertilidad de los suelos, de igual forma para mejorar las características de los mismos, beneficiando el desarrollo adecuado de los cultivos (Peters *et al.*, 2010). Hoy en día su uso es de gran importancia, pues han demostrado ser efectivos en el incremento de rendimientos y mejora de la calidad de los productos (INTAGRI, 2016).

4.6.2. Tipos de fertilizantes orgánicos.

Son denominados abonos orgánicos los residuos de cultivo, estiércoles, y compostas. De tal modo que un abono orgánico es, por ejemplo: estiércol de bovino, paja de maíz y lombricompost (INTAGRI, 2016).

En la presente investigación se utilizó el producto comercial ORGEVIT de la empresa EUROAGRO S.A., este es un fertilizante orgánico edáfico, está compuesto por: materia seca 90 %, materia orgánica total 65 %, ácidos húmicos 50 %, carbono orgánico 60 %, micorrizas 100 mil esporas/lbs, nitrógeno orgánico 3,6 %, fósforo 3 %, potasio 2,5 %, magnesio y azufre 1 %, calcio 9 %, pH 7 y la relación C/N 9 %.

4.7. Micorrizas

4.7.1. Características.

Las micorrizas son uno de los organismos simbióticos más abundante de la biosfera, optimizan la absorción de agua y nutrientes de la raíz, permitiendo la colonización de los suelos más áridos o pobres (Marta, 2020). Los hongos que crean micorrizas generalmente son: *Zigomicetos*, *Basidiomicetos*, *Ascomicetos* y *Deuteromicetos*. Éstos se encuentran difundidos

no solo en asociación con las plantas arbóreas, también con las herbáceas anuales y perennes, como el trigo; y son especialmente habituales en los terrenos ricos en humus, muchas especies de hongos micorrizantes viven en simbiosis con plantas superiores (Franco, 2018).

Según Tang (1988) la relación entre las micorrizas y las raíces de las plantas es favorable para perfeccionar la capacidad de las plantas en la exploración del suelo y al momento de tomar nutrientes. Estas cuentan con estructuras específicas conocidas como vesículas y arbuscúlos. Estos últimos ayudan en el transporte de nutrientes desde el hongo hacia el sistema radical y las vesículas, almacenan P como fosfolípidos. La colonización y esporulación sucede en suelos con baja fertilidad. Para cultivar las micorrizas se debe usar un hospedante específico; el sorgo, la cebolla, entre otras hierbas son los más convenientes. Para la propagación del inóculo, se puede seguir el siguiente procedimiento:

- Lavar arena fina con agua y esterilizarla en autoclave.
- En un pote o vaso se toma cierta cantidad de arena.
- El inóculo con micorrizas se conserva como un cultivo puro, las esporas, esporocarpos y raíces infectadas se dispersan sobre la arena en una capa.
- Sobre el inóculo se esparce una capa extra de arena.
- En una profundidad medida, sobre el tiesto se hacen hoyos donde se siembran las semillas de las plantas hospedantes. Durante tres o cuatro meses da como resultado un gran aumento de esporas fungosas de las micorrizas para generar una cantidad importante del inóculo.

Tales cultivos se emplean como inóculo en forma de semillas peletizadas, gránulos o como tal, en bolsas plásticas y pueden almacenarse a 4 °C durante 2 - 3 meses. Para producir inoculadores puros de MVA, se ha propuesto el enfoque de usar cultivos de órganos de las raíces infectadas con esporas simples esterilizadas de hongos MVA, y se ha estandarizado para producir 10 - 100 kg de inóculo de una manera estándar.

4.7.2. Tipos de micorrizas.

Actualmente se distinguen varios tipos de micorrizas, diferenciados principalmente por sus características de infección y en las asociaciones mutualistas que las establecen.

Harley y Harley (1987) reconocen hasta siete tipos, pero a efectos prácticos se distinguen principalmente dos grandes tipos de micorrizas: ectomicorrizas (micorriza ectotrófica) y

endomycorrizas (micorriza endotrófica), y un tercer grupo que podría considerarse a medio camino entre estos dos grupos anteriores:

4.7.2.1. *Endomicorrizas*. En este tipo de micorrizas el micelio fúngico ingresa en las células del córtex de la raíz, siendo la relación más estrecha. Su micelio no es tabicado. Actúan hongos Zigomicetos pertenecientes al orden Glomales. Estos micelios no solo penetran en la capa cortical de las raíces, sino que también se albergan en el interior de sus células, suelen ser digeridas por la planta hospedante, la cual se beneficia de sus albuminoides y del nitrógeno orgánico que producen.

4.7.2.2. *Ectomicorrizas*. Las hifas del hongo de estas micorrizas no ingresan en las células de la planta, sino que generan una cobertura que rodea las raíces del cual brotan algunas hifas que se introducen entre las células de la raíz. Se trata de un micelio que luego formará la micorriza; las partes más finas de las raíces son rodeadas con una densa capa de micelios, hasta cubrirlas por completo, incluso al ápice vegetativo de la misma raíz.

4.7.2.3. *Ectendomycorrizas*. Componen un conjunto con estructura intermedia entre endomycorrizas y ectomicorrizas, desarrollando funciones análogas a ambos grupos.

4.7.3. Especies comerciales de micorrizas.

Según Franco (2018) las especies de micorrizas más manejadas en la producción de biofertilizantes son las siguientes:

4.7.3.1. *Micorriza ericoide*. Son micorrizas endotróficas (biseptadas) que viven a través del delgado sistema de raíces de las especies ericáceas.

4.7.3.2. *Micorrizas ectotróficas o ectomicorrizas*. Pertenecen los hongos micorizógenos que ingresan en los espacios intercelulares, únicamente de la corteza radical (no al interior de las raíces).

4.7.3.3. *Micorrizas endotróficas*. Estas son las micorrizas que se utilizaron en el ensayo, específicamente el producto comercial llamado ECORHIZA, que es un concentrado de

endomycorrizas compuesto por 4 cepas de endomycorrizas del género *Glomus* spp, con una concentración mínima garantizada de 100 esporas por gramo. Son llamadas así ya que, son hongos que no constituyen una cubierta externa, sino que existen dentro (endo) de la raíz y están implicados en la asociación endotrófica. Se encargan de proteger a las plantas de los hongos que puedan dañarlas, además ayudan a la estimulación radicular para un óptimo crecimiento de la planta y mejor absorción de nutrientes.

5. METODOLOGÍA

5.1. Ubicación del Estudio

5.1.1. Ubicación geográfica.

El estudio se realizó en el sector Amancayes perteneciente a la parroquia Santa Rufina del cantón Chaguarpamba, ubicado al sur de la república del Ecuador, al nor-oeste del cantón Chaguarpamba, provincia de Loja. Se localiza a una latitud de $3^{\circ} 51' 18.1410''$ de latitud sur y a $79^{\circ} 46' 58.0034''$ de longitud oeste. Y está a una altitud de 900 m s.n.m.

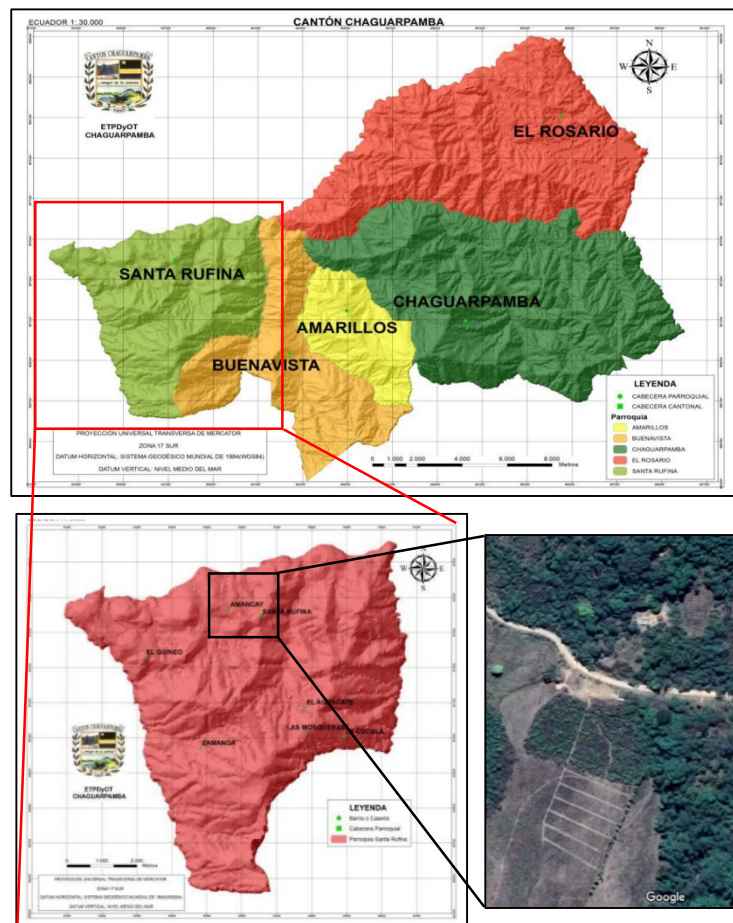


Figura 1. Mapa de ubicación de la zona de estudio, sector Amancayes, parroquia de Santa Rufina del Cantón Chaguarpamba.

5.2. Método y Tipo de Investigación

En la investigación se aplicó el método inductivo - deductivo, se inició con la observación directa, medición de variables, para llegar al análisis de los resultados y establecer conclusiones sobre el efecto que tiene la aplicación de fertilización convencional, orgánica y micorrizas sobre la producción y calidad del pasto chilena (*Panicum maximum*); se empleó también la investigación experimental - cuantitativo, con el establecimiento de cuatro tratamientos y tres repeticiones, se midieron variables en campo y laboratorio, permitiendo el análisis estadístico y poder determinar que tratamiento fue el mejor.

5.3. Diseño Experimental

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

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

Dónde:

Y_{ij} = Variable respuesta

μ = Media global de la variable respuesta

T_i = Efecto de los tratamientos

β_j = Efecto de los bloques

ϵ_{ij} = 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 3 m de largo (9 m²), el esquema del experimento se muestra en la Figura 2. Los tratamientos fueron: T1= testigo, T2= fertilizante químico (YaraVera, superfosfato triple y sulfato de potasio), T3= micorrizas (endomicorrizas, producto comercial ECORHIZA) y T4= fertilizante orgánico (ORGEVIT de la empresa EUROAGRO S.A.). La dosificación y forma de aplicación de cada producto utilizado en esta investigación se encuentra detallado en (Tabla 4).

5.3.1. Esquema del experimento.

En la Figura 2, se presenta el esquema del experimento utilizado en la presente investigación, correspondiente a un Diseño en Bloques Completamente al Azar (DBCA).

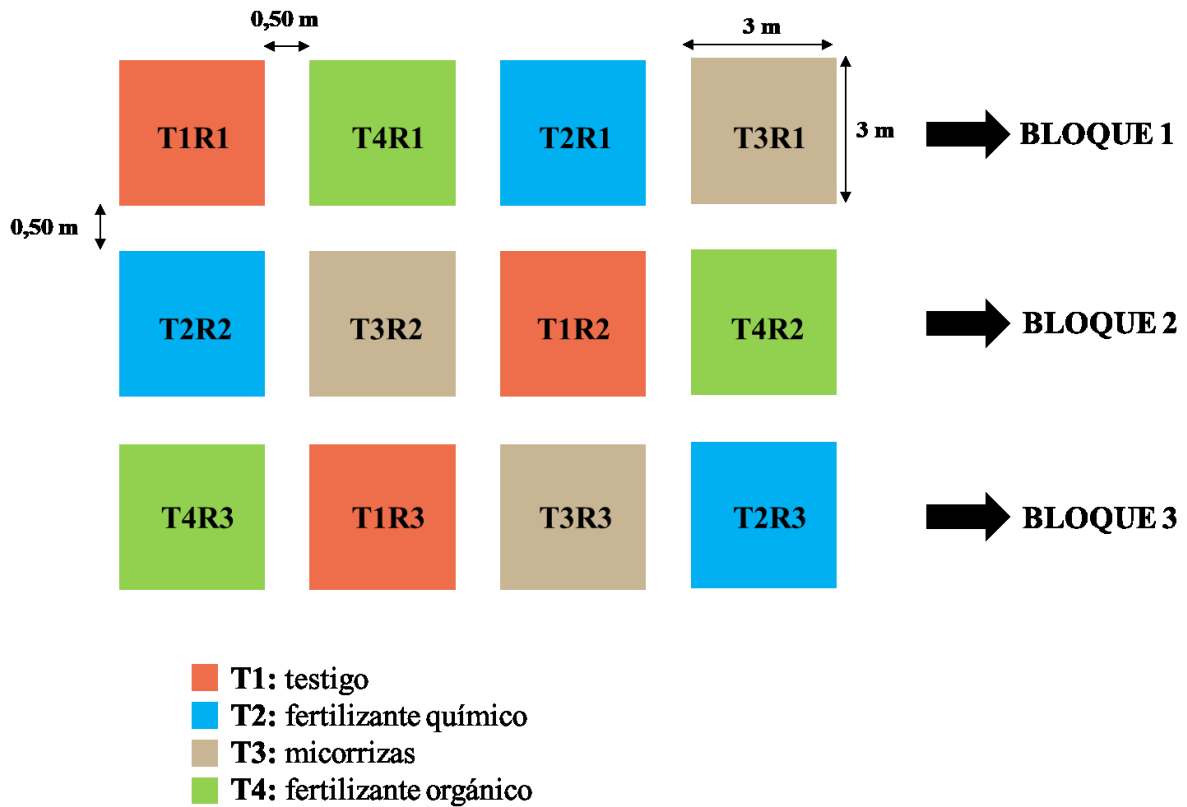


Figura 2. Esquema del experimento.
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4. Dosis de fertilización y micorrizas por tratamiento en el pasto chilena, en el cantón Chaguarpamba, 2021.

Fuentes de fertilización y micorrizas				
Tratamiento	Origen del producto	Producto	Dosis g/9m ² (Siembra y 80 DDS)	Forma de aplicación
		N – YaraVera	84,60	
T2	Químico	P – Superfosfato Triple	45	Edáfica
		K – Sulfato de Potasio	51,75	
T3	Orgánico	ECORHIZA	0,1	Diluido en agua (Drench)
T4	Orgánico	ORGEVIT	45	Edáfica

* Días Después de la Siembra (DDS)

Se realizaron dos aplicaciones de los productos por cada tratamiento, considerando las especificaciones técnicas de aplicación de los fabricantes. La primera dosis al momento de la germinación, excepto el T3 (micorrizas) puesto que estas fueron incorporadas al momento de la siembra; y la segunda dosis de todos los tratamientos se aplicó a los 80 DDS (anexo 12, 14 y 18).

Para la aplicación del T2 (fertilizante químico) se partió de un análisis de suelo (anexo 1 y 3) y se calculó las dosis de fertilizante de acuerdo a los requerimientos del cultivo, datos presentados en la Tabla 3; se realizó dos aplicaciones de N, P y K, como fuente de nitrógeno se empleó 507, 6 g de YaraVera, por cada aplicación fueron 253,8 g; para fósforo se utilizó 270 g de superfosfato triple, 135 g por aplicación; y para el potasio se aplicó 310, 5 g de sulfato de potasio con 155, 25 g por aplicación (anexo 6).

En el T3 (micorrizas) se empleó el producto ECORHIZA, con una dosis de 0,54 g en total, con 0,27 g en cada aplicación considerando las recomendaciones del fabricante (anexo 5). Se utilizaron endomicorrizas, debido a que, ayudan a la estimulación radicular para un mejor crecimiento de la planta y mayor absorción de nutrientes, contiene un consorcio micorrízico de 100 - 120 UFC/g, la dosis recomendada fue de 100 g/ha.

En el T4 (fertilizante orgánico) se utilizó el producto comercial ORGEVIT, siguiendo la recomendación del fabricante se empleó un total de 270 g, por cada aplicación fueron 135 g. Este producto contiene materia seca 90 %, materia orgánica total 65 %, ácidos húmicos 50 % y micorrizas 100 ml/lbs, la dosis recomendada fue de 50 kg/ha (anexo 5). Cabe recalcar que

para la implementación del T2 y T4 se lo realizó aplicando de forma directa al suelo los productos; mientras que, para el T3 al ser dosis muy bajas, se procedió a disolver el producto en 3 litros de agua pura y se aplicó vía Drench (anexo 12 y 14).

5.3.2. Análisis estadístico.

El tipo de análisis que se utilizó dentro de la investigación fue: Análisis de supuestos, Análisis de Varianza (ANOVA) para comprobar la diferencia de las medias entre los tratamientos respecto a cada variable estudiada, y en los casos donde existió diferencias significativas ($p < 0,05$) se aplicó el test de comparación múltiple Tukey al 95 % haciendo uso del software estadístico InfoStat (anexo 7 y 8).

5.4. Metodología General

En el sector Amancayes de la parroquia de Santa Rufina se trazaron 12 parcelas de 9 m² cada una, con una distancia de caminos tanto entre bloques y entre parcelas de 0,5 m. La distancia de siembra entre hileras fue de 0.4 m y se sembraron semillas del pasto chileno (*Panicum maximum*) con la técnica de chorro continuo. En cada una de las parcelas con el cultivo establecido se aplicaron aleatoriamente los tratamientos elegidos en este experimento. Se realizaron labores culturales necesarias, principalmente deshierbas y el riego se efectuó en función a las condiciones imperantes en la zona y en la época del ensayo (anexo 11, 12, 13, 14 y 18). Por último, a los 106 días después de la siembra se cortaron las muestras de pasto y se enviaron al laboratorio para su respectivo análisis bromatológico (21 y 22).

5.5. Establecimiento del Cultivo

Se realizó un análisis de suelo del área experimental mediante la técnica de zigzag, para posteriormente hacer las debidas correcciones o enmiendas (anexo 1, 3, 4 y 10). Además, se realizó la limpieza de malezas del área mediante la utilización de herramientas como: machete, guadaña y lampa. Se delimitó las parcelas mediante el uso de cinta métrica, flexómetro, piolas, combo y estacas. Posteriormente se trazaron las hileras conforme a la densidad de siembra

anteriormente mencionada. Finalmente se realizó la siembra del pasto chilena (anexo 2, 9 y 11).

5.6. Metodología para el Objetivo Específico 1

“Evaluar los efectos de la aplicación de fertilización convencional, orgánica y micorrizas sobre el rendimiento del pasto chilena”.

5.6.1. Altura de la planta.

Mediante el uso de una regla milimetrada se registró desde la superficie basal de la planta hasta la media terminal de la hoja más alta, la altura de 5 plantas al azar de los surcos intermedios, se sacó un promedio general del tratamiento eliminando el efecto borde. Con una frecuencia de 15 días desde el momento de la emergencia (anexo 16).

5.6.2. Macollamiento.

Se contabilizaron en 5 plantas al azar de cada parcela, el número de macollos/planta, durante todo el ciclo de crecimiento cada 15 días desde el momento de la emergencia.

5.6.3. Índice de Área Foliar (IAF).

La relación entre la superficie superior de las hojas y la superficie del suelo en m², expresa la densidad de hojas de una pastura, se midieron en 5 plantas al azar de cada parcela, se utilizó la siguiente ecuación:

$$IAF = \frac{\text{Área Foliar (m}^2\text{de hoja)}}{\text{Área de suelo (m}^2\text{de suelo)}} \quad \text{Ecuación 1}$$

5.6.4. Producción de forraje en materia verde.

Se realizaron muestreos aleatorios en cada parcela, en los que se cortaron manualmente, en un área de 1,0 m por 1,0 m el forraje verde producido a 0,30 m de altura ya que es un pasto de

crecimiento erecto. Este material obtenido se pesó en campo con la ayuda de una balanza, y se obtuvo el peso fresco de la muestra (PFM) (anexo 20, 21 y 22).

5.6.5. Producción de forraje en materia seca.

Del material vegetal fresco de la muestra, se tomó una submuestra en un rango de peso de 200 a 250 g, se registró su peso fresco (PFSub), se empacó en bolsa de papel (anexo 23) y se llevó al laboratorio de bromatología, en donde se secaron en estufa a una temperatura de 65 °C durante 72 horas, hasta peso constante. Posteriormente, se registró el peso seco de la submuestra (PSSub), la producción de materia seca producida por hectárea por corte se calculó mediante la siguiente ecuación:

$$\text{Materia seca (kg.ha}^{-1}\text{.corte)} = \frac{\text{PFM (g)} \times \text{PSSub (g)}}{\text{PFSub (g)}} * 10 \quad \text{Ecuación 2}$$

5.7. Metodología para el Objetivo Específico 2

“Determinar la influencia de la aplicación de fertilización convencional, orgánica y micorrizas sobre la calidad nutricional del pasto chilena”

5.7.1. Calidad nutricional.

Se tomaron muestras representativas del pasto en prefloración, que es la etapa en que mayor contenido de nutrientes presenta (anexo 21) y se analizaron en el laboratorio de Suelos Aguas y Bromatología de la Universidad Nacional de Loja para sus respectivos análisis de acuerdo a los protocolos de la AOAC Internacional (2019): proteína cruda (2001.11), cenizas (923.03), fibra cruda (978.10), extracto etéreo (948.22), humedad (934.01) y el extracto libre de nitrógeno se calculó mediante la siguiente ecuación:

$$\text{Extracto Libre de Nitrógeno (\%)} = 100 - (\text{A} + \text{B} + \text{C} + \text{D} + \text{E}) \quad \text{Ecuación 3}$$

Donde:

A = Contenido de humedad (%)

D = Contenido de fibra cruda (%)

B = Contenido de proteína cruda (%)

E = Contenido de ceniza (%)

C = Contenido de lípidos crudos (%)

6. RESULTADOS

6.1. Altura de la Planta

En la Tabla 5 y Figura 3, se presenta la altura del pasto chilena en centímetros, registrada a los 13, 27, 40, 55, 70, 86 y 97 Días Después de la Siembra (DDS).

Tabla 5. Altura de la planta, hasta los 97 DDS del pasto chilena con la aplicación de fertilización convencional, orgánica y micorrizas en el cantón Chaguarpamba, 2021.

Tratamiento	Altura (cm)						
	13 DDS	27 DDS	40 DDS	55 DDS	70 DDS	86 DDS	97 DDS
T1 testigo	7,1	29,7	43,9	85,5	110,6	136,1	150,9
T2 fertilizante químico	8,2	34,3	49,3	104,0	147,7	184,1	198,5
T3 micorrizas	7,0	29,2	43,4	90,3	121,4	150,1	166,2
T4 fertilizante orgánico	7,0	30,2	44,5	87,3	110,1	135,5	147,6

* Días Después de la Siembra (DDS)

Al analizar la variable altura de la planta se observó que, no existieron diferencias significativas entre los valores de altura registrados en los diferentes días desde el momento de la germinación. Sin embargo, a los 97 DDS se evidenció que, las plantas tratadas con fertilizante químico alcanzaron la mayor altura (198,5 cm) del ensayo, esto debido a que, este fertilizante tuvo una composición química definida (N, P, K), el cual, junto al riego constante suministrado al cultivo, pudo ser absorbida y asimilada de forma más rápida por la planta, logrando una mejor estimulación del crecimiento vegetativo en comparación al resto de tratamientos.

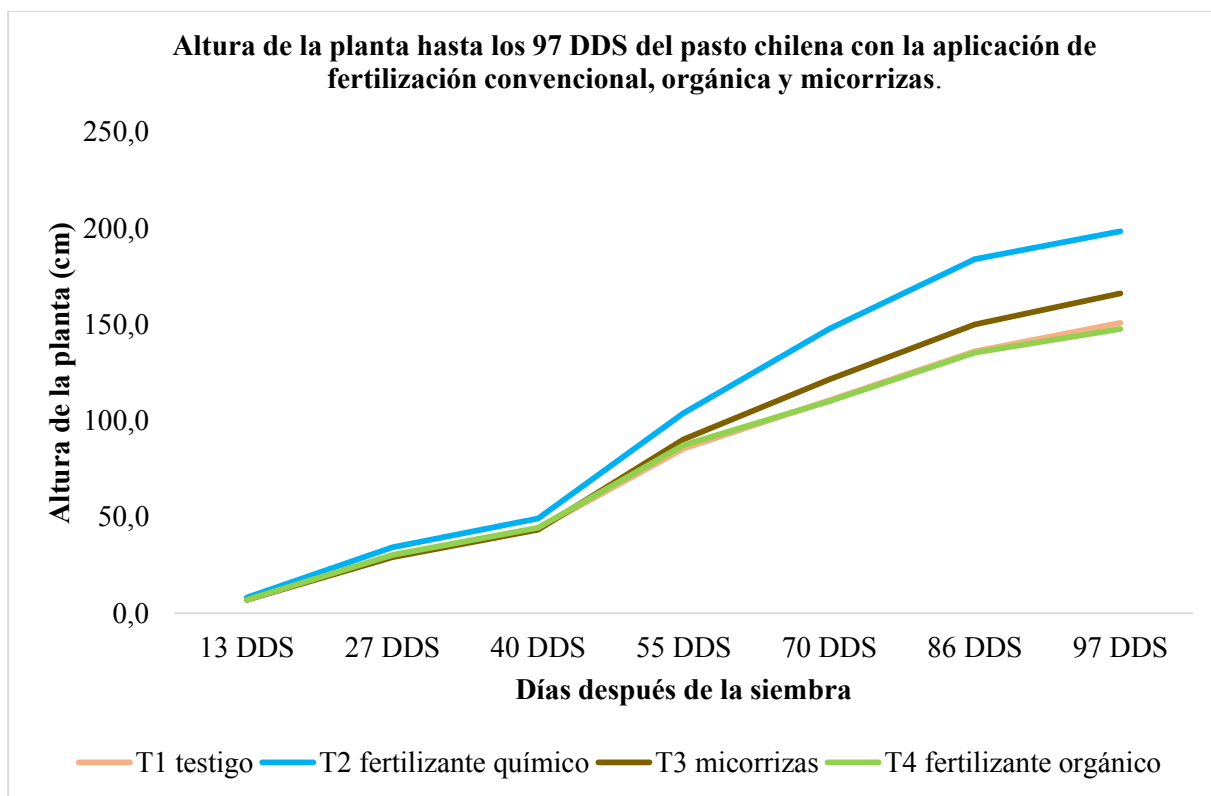


Figura 3. Curva de crecimiento de la altura de la planta, hasta los 97 DDS del pasto chilena con la aplicación de fertilización convencional, orgánica y micorrizas en el cantón Chaguarpamba, 2021.

6.2. Macollamiento

En la Tabla 6 y Figura 4, se presentan el número de macollos por planta, registrados a los 13, 27, 40, 55, 70, 86 y 97 DDS.

Tabla 6. Número de macollos por planta, hasta los 97 DDS del pasto chilena con la aplicación de fertilización convencional, orgánica y micorrizas en el cantón Chaguarpamba, 2021.

Tratamiento	N° Macollos/planta						
	13 DDS	27 DDS	40 DDS	55 DDS	70 DDS	86 DDS	97 DDS
T1 testigo	0	5	6	8	10	11	11
T2 fertilizante químico	0	4	6	9	10	10	10
T3 micorrizas	0	3	5	7	7	8	8
T4 fertilizante orgánico	0	4	5	9	10	10	10

* Días Después de la Siembra (DDS)

Para la variable macollamiento se realizó el análisis de varianza, donde se determinó que en ninguno de los días después de la siembra donde se registraron las mediciones, existieron diferencias significativas entre el número de macollos/planta respecto a los tratamientos utilizados ($p > 0,05$). A los 97 DDS el tratamiento testigo obtuvo el mayor valor con 11

macollos/planta, con lo cual se demuestra que, en este experimento el macollamiento no estuvo influenciado por la aplicación de fertilizante químico, orgánico o micorrizas. De igual manera no se vio influenciado por las condiciones climáticas y riego establecido, ya que, para todo el ensayo fue igual; sin embargo, estos resultados se justifican debido a que, todos los tratamientos contaron con el mismo marco de plantación: entre hilera 0,4 m y entre planta con la técnica de chorro continuo.

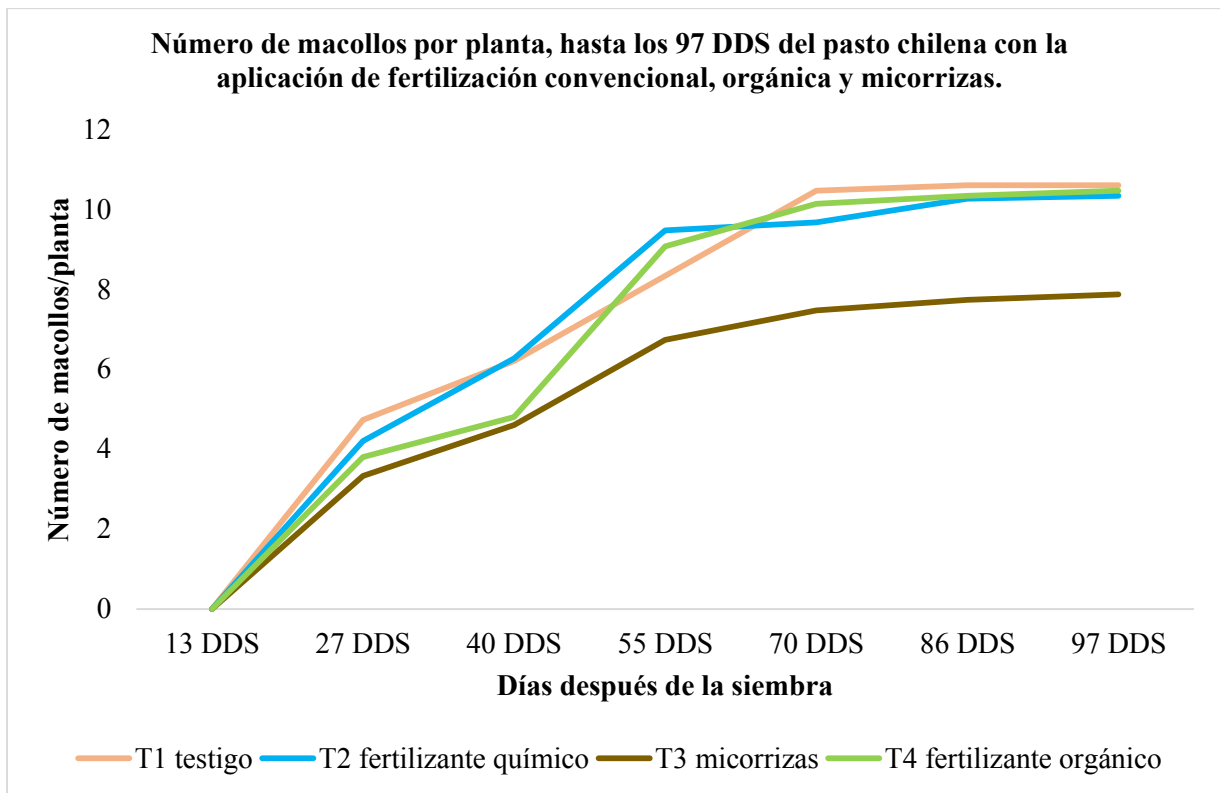


Figura 4. Curva de crecimiento del número de macollos por planta, hasta los 97 DDS del pasto chilena con la aplicación de fertilización convencional, orgánica y micorrizas en el cantón Chaguarpamba, 2021.

6.3. Índice de Área Foliar (IAF)

En la Tabla 7 y Figura 5, se presenta el Índice de Área Foliar (IAF) del pasto chilena (*Panicum maximum*), registrado a los 97 DDS.

Tabla 7. Índice de Área Foliar (IAF) a los 97 DDS del pasto chilena con la aplicación de fertilización convencional, orgánica y micorrizas en el cantón Chaguarpamba, 2021.

Índice de Área Foliar (IAF)						
Tratamiento	Σ área hojas (cm ²)	Factor	Área Foliar (cm ²)	Área Foliar (m ²)	Área de suelo (m ²)	IAF
T1 testigo	6777,11		5082,84	0,51		3,18
T2 fertilizante químico	10755,14	0,75	8066,35	0,81	0,16	5,04
T3 micorrizas	6468,60		4851,45	0,49		3,03
T4 fertilizante orgánico	7166,45		5374,84	0,54		3,36

* Σ : Sigma (Suma del área de todas las hojas de la planta).

De acuerdo al análisis de varianza se determinó que a los 97 DDS del pasto chilena, no existieron diferencias significativas ($p > 0,05$) entre los tratamientos, respecto al IAF. Las plantas con el tratamiento químico presentaron el IAF más alto (5,04), puesto que este fertilizante al presentar una composición química definida (N, P, K), junto con el riego implementado periódicamente, a diferencia del resto de tratamientos, fue absorbido y asimilado rápida y eficientemente por la planta, lo que permitió una mayor longitud y ancho de la hoja, por lo cual, a mayor área foliar, mayor IAF.

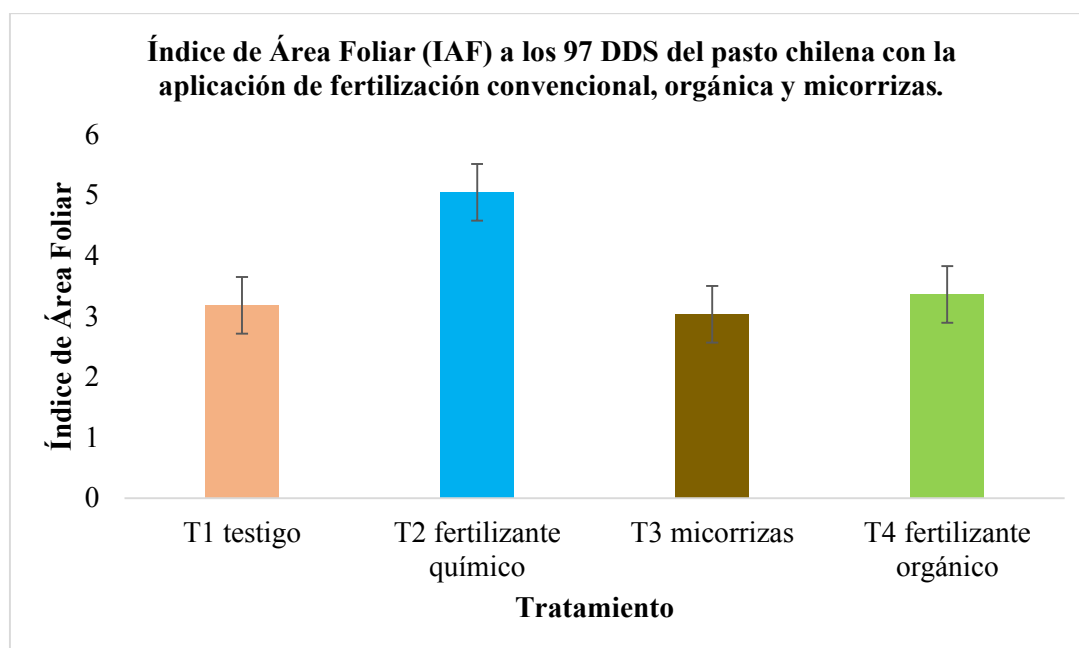


Figura 5. IAF a los 97 DDS del pasto chilena con la aplicación de fertilización convencional, orgánica y micorrizas en el cantón Chaguarpamba, 2021.

6.4. Producción de Forraje en Materia Verde

En la Tabla 8 y Figura 6, se observan los datos de producción en forraje de materia verde expresada en kg/m², estimado a kg/FV/ha/año y t/FV/ha/año, a los 106 DDS.

Tabla 8. Producción de forraje en materia verde, al momento del corte de *Panicum maximum* con la aplicación de fertilización convencional, orgánica y micorrizas en el cantón Chaguarpamba, 2021.

Trat.	Rend. por cuadrante kg/m ²	Rend. estimado por corte/ha (kg)	5% Pérdidas en el corte (kg)	Producción FV disponible por corte (kg)	Número de cortes/año (365 días)	FV disponible /ha/año (kg)	Rend. estimado t/ha/año
T1	1,58	15800	790	15010		60040	60,04
T2	3,83	38300	1915	36385	4	145540	145,54
T3	2,28	22800	1140	21660		86640	86,64
T4	2,12	21200	1060	20140		80560	80,56

* FV: forraje verde disponible por corte (kg).

Según los resultados obtenidos al realizar el análisis de varianza para la variable producción de forraje en materia verde, no se encontraron diferencias significativas ($p > 0,05$) entre los tratamientos. No obstante, a los 106 DDS las plantas con el tratamiento químico obtuvieron la mejor producción (3,83 kg/FV/m²), puesto que este producto contó con composiciones químicas definidas (N, P, K), y al tener una rápida disolución en agua, permitió a la planta absorber sus nutrientes y realizar actividades metabólicas de manera rápida y favorable, con lo cual se obtuvo una mayor altura, ancho y largo de hojas, mayor IAF, por ende, la acumulación de materia en forraje verde fue mejor que el tratamiento con micorrizas, orgánico y que el testigo.

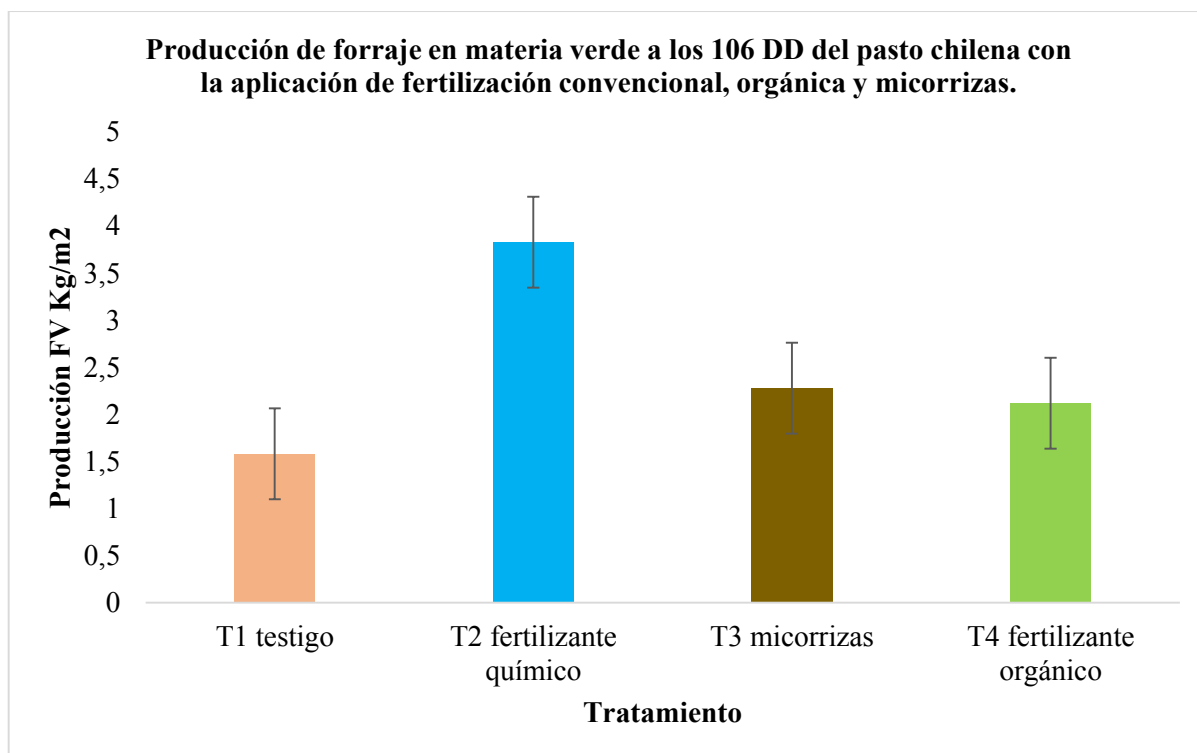


Figura 6. Producción de forraje en materia verde en kg/m² al momento del corte del pasto chilena con la aplicación de fertilización convencional, orgánica y micorrizas en el cantón Chaguarpamba, 2021.

6.5. Producción de Forraje en Materia Seca

En la Tabla 9 y Figura 7, se observan los datos de producción de forraje en materia seca, en kg/ha/corte, estimado a kg/MS/ha/año y t/MS/ha/año, a los 106 DDS.

Tabla 9. Producción de forraje en materia seca, al momento del corte de *Panicum maximum* con la aplicación de fertilización convencional, orgánica y micorrizas en el cantón Chaguarpamba, 2021.

Trat.	PFM (g)	PFSUB (g)	PSSUB (g)	MS kg/ha/corte	Número de cortes/año (365 días)	MS disponible/ha/año (kg)	Rendimiento estimado t/ha/año
T1	1583,33	194,19	49,12	4005,00		16020	16,02
T2	3833,33	194,74	41,91	8249,71	4	32998,84	33,00
T3	2283,33	193,63	44,97	5302,97		21211,88	21,21
T4	2116,67	193,27	46,50	5092,62		20370,48	20,37

* PFM: Peso fresco de la muestra. * PFSUB: Peso fresco de la submuestra. * PSSUB: Peso seco de la submuestra.

* MS: Materia seca.

Después de analizar los resultados obtenidos de la variable producción de forraje en materia seca, según el análisis de varianza, no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos, respecto a esta variable. Sin embargo, las plantas con el tratamiento químico alcanzaron claramente la mejor producción de MS (8249,71 kg/ha/corte), al igual que en la producción de forraje en materia verde, la rápida acción del producto y favorable asimilación de los nutrientes de este fertilizante por parte de las plantas, permitieron una producción superior que el resto de tratamientos.

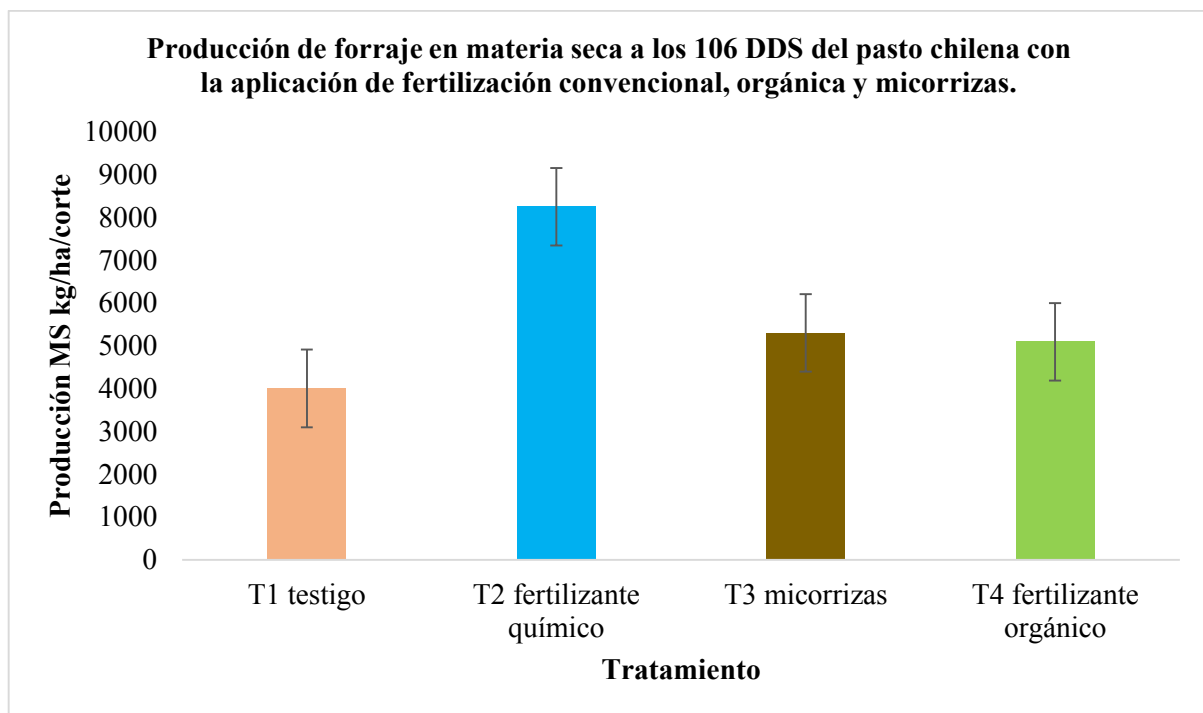


Figura 7. Producción de forraje en materia seca en kg/ha/corte del pasto chilena con la aplicación de fertilización convencional, orgánica y micorrizas en el cantón Chaguarpamba, 2021.

6.6. Calidad Nutricional

En la Tabla 10, se observa la calidad nutricional del pasto chilena (*Panicum maximum*) en Tal Como Ofrecido (TCO) y en Base Seca (BS) a los 106 DDS.

Tabla 10. Calidad nutricional al momento del corte de *Panicum maximum* con la aplicación de fertilización convencional, orgánica y micorrizas en el cantón Chaguarpamba, 2021.

Tratamiento	Análisis bromatológico – 106 DDS						
	TCO			BS			
	M.S. %	H %	Cz %	E.E. %	P.C. %	F.C. %	E.L.N. %
T1	23,53	76,45	11,38	1,55	5,85 b	43,78	37,45
T2	20,10	79,88	13,03	1,78	8,76 a	42,64	33,79
T3	21,83	78,15	12,99	1,95	6,49 ab	42,60	35,97
T4	22,63	77,37	12,49	2,36	6,42 ab	41,76	36,97

* Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

* Porcentaje de Materia Seca (M.S. %), porcentaje de Humedad (H %), porcentaje de Cenizas (Cz %), porcentaje de Extracto Etéreo (E.E. %), porcentaje de Proteína Cruda (P.C. %), porcentaje de Fibra Cruda (F.C. %) y porcentaje de Extracto Libre de Nitrógeno (E.L.N. %).

Luego de realizar el ANOVA y la prueba de comparación de Tukey sobre los resultados obtenidos del análisis bromatológico del pasto chilena a los 106 DDS, se observó que, solamente en la variable porcentaje de proteína cruda existieron diferencias significativas entre tratamientos, siendo el tratamiento químico quien obtuvo el mayor contenido con 8,76 %, seguido del T3 y T4 con 6,49 y 6,42 % respectivamente. Por último, el T1 con 5,85 % de P.C., mientras que, el resto de variables no presentaron diferencias significativas ($p > 0,05$).

7. DISCUSIÓN

7.1. Parámetros de Rendimiento

En la presente investigación, respecto a la altura de la planta pese a que no existieron diferencias significativas entre tratamientos, se evidenció que, con la aplicación de fertilizante químico (T2), se alcanzó la mayor altura a los 97 DDS con un valor de 198, 5 cm. Esto se pudo deber a que, este fertilizante tuvo una composición química determinada (N, P, K), es decir, cuenta con los elementos específicos que la planta requiere para su correcto metabolismo, síntesis de proteínas y elongación de los meristemas. Además, es fácilmente soluble en agua, condición que fue favorable para la pronta absorción y asimilación de los nutrientes por las plantas, ya que el ensayo contó con riego por aspersión durante todo el ciclo. Estos datos son similares a los de León *et al.* (2018) quienes, al aplicar al pasto chilena, fertilizante químico a base de nitrógeno, fósforo y potasio lograron a los 90 – 120 días después de la siembra, una altura de 160 - 250 cm. Mera (2021) menciona que, los cultivares del género *Panicum* muestran comportamientos favorables y buena adaptación en regiones tropicales y subtropicales; asimismo, cuando este cultivo es fertilizado con productos de origen químico y riego periódico, su altura es mayor que la de las plantas fertilizadas con abonos orgánicos, condiciones que son similares a las del sector Amancayes donde se realizó la presente investigación.

Vargas *et al.* (2014) en su estudio realizado en la amazonia ecuatoriana a los 70 DDS obtuvieron una altura promedio de 160 cm, lo cual explica que, al aumentar la edad de la planta existe un incremento en la altura, esto puede estar dado por el crecimiento de la fracción tallo, debido a una mayor síntesis de compuestos orgánicos, en comparación con estadios más jóvenes. Lo cual tiene relación con los resultados obtenidos en esta investigación, ya que, a mayor edad en la que se registró la altura, mayor fue su valor.

El número de macollos por planta fue similar entre tratamientos, el tratamiento testigo obtuvo el mayor valor, por lo que se evidencia que no hubo efecto de la aplicación de las distintas fuentes de fertilización y micorrizas sobre el macollamiento en el pasto chilena, ya que las condiciones climáticas, riego y manejo fue el mismo para todo el proyecto; sin embargo, se especula que estos resultados si fueron influenciados por el marco de plantación. Mera (2021) a los 45 días después de la siembra obtuvo un promedio de 11 macollos/planta utilizando una

distancia de siembra de 0,7 m x 0,7 m datos que difieren a los de la investigación; sin embargo, los datos se asemejan cuando este autor presentó los resultados del T4 (0,8 m x 0,8 m) con 5 macollos por planta. Frente a lo expuesto anteriormente, se puede deducir que, en esta investigación al haber sembrado el pasto a una distancia entre hilera de 0,4 m y entre planta a chorro continuo, el número de macollos por planta no se ve afectado, puesto que todos los tratamientos cuentan con el mismo marco de plantación, es decir, el macollamiento es indistinto a la fuente de fertilización utilizada, más bien esta dado por el espacio que tiene tanto entre hilera y entre planta para desarrollarse. De igual manera, León *et al.* (2018) mencionan que, el número total de macollos por planta puede fluctuar, dependiendo fundamentalmente del cultivar, de la fertilidad del suelo, de la fecha de siembra, del suministro hídrico y de la densidad de población.

Según estudios realizados por Onyeonagu y Ugwuanyi (2012) manifiestan que el número de macollos de la planta generalmente aumenta cuando se aplica mayores cantidades de fertilizantes nitrogenados. Sin embargo, en este ensayo, no se ve reflejado este aumento, debido a que no se compararon diferentes niveles de nitrógeno entre tratamientos, sino que se probó el efecto de diferentes fuentes de fertilización y micorrizas, tratamientos que claramente no influyeron en el apareamiento de macollos por planta.

El índice de área foliar estuvo relacionado directamente con la tasa de crecimiento del largo y ancho de la hoja, puesto que, a mayor área foliar, mayor IAF. Entre tratamientos no se evidenció diferencias significativas, no obstante, a los 97 DDS los cultivares manejados con el tratamiento químico obtuvieron el mayor valor (5,04), debido a que, este fertilizante fue incorporado y asimilado rápidamente por las plantas, conforme aumentó la edad de la planta también aumentó la eficiencia fotosintética de la misma, por ende, tendrá mayor capacidad de interceptar la luz (Artola y Villavicencio, 2012). Los datos de la investigación se asemejan a los encontrados por Clavero (1993) quien, al evaluar el efecto de la defoliación y fertilización de los pastos tropicales con fertilizante químico, obtuvo a los 42 días después de la siembra un IAF de 4,62.

El mayor valor de IAF en esta investigación estuvo influenciado además de la aplicación de fertilizante químico, también por las condiciones climáticas presentes en el lugar, el cultivo se desarrolló en época de verano, lo cual concuerda con Velasco *et al.* (2018) quienes, encontraron un valor de IAF en verano de 5,3.

La mejor producción de forraje en materia verde, fue alcanzada con el T2 (fertilizante químico), con un valor alcanzando de 145,54 t/ha/año de FV. Datos que se justifican, al tener este producto una composición química dada (N, P, K), al actuar de manera más rápida y al ser asimilados eficientemente por las plantas. Sin embargo, León *et al.* (2018) obtuvieron mayores rendimientos con 180 t/FV/ha/año, en comparación a los obtenidos en este ensayo, debido a que en su experimento aplicaron dosis más altas de fertilizante químico y el corte lo efectuaron 30 días después del realizado en este ensayo.

Las mayores tasas de producción de forraje verde, se deben a la temperatura del suelo, mayor porcentaje de humedad, radiación solar y la cantidad de nutrientes en el suelo, todos estos factores intervienen en el crecimiento y procesos fenológicos de la planta (Zaragoza *et al.*, 2009). De igual manera López *et al.* (2018) citan que, la producción de forraje tiene relación directamente proporcional a la humedad del suelo, concordando con las condiciones en donde se realizó el presente ensayo, ya que, el cultivo contó con riego por aspersión de forma periódica, la humedad en el suelo fue favorable.

Por otro lado, Zambrano (2012) presentó un rendimiento promedio de 122,48 t/FV/ha/año, datos inferiores a los de esta investigación, esto debido a que, realizó fertilizaciones utilizando únicamente abonos orgánicos sólidos en época lluviosa. Por lo anterior, es evidente que la utilización de fertilizantes químicos acompañados de riego o épocas lluviosas, aumentan en forma considerable la producción de FV.

La producción de forraje en materia seca, está directamente relacionada con la de forraje en materia verde. Por lo cual, en esta variable el tratamiento químico también fue el que presentó el mayor valor (33 t/MS/ha/año), esto debido a que una rápida adición de nutrientes estimula la formación de hojas, tallos y biomasa. Estos resultados son similares a los encontrados por Peters *et al.* (2010) quienes manifiestan que, el pasto chilena produce entre 10 y 30 t/MS/ha/año, en suelos de mediana a alta fertilidad, bien drenados, con pH 5 a 8 y alturas que van desde los 0 hasta 1500 m s.n.m, características con las que cuenta el sector Amancayes, donde se llevó a efecto el presente proyecto. Estos datos son respaldados por los de Nwankwo y Babayemi (2020) quienes, mostraron un rendimiento promedio de MS/ha/año vario de 23,54 a 39,12 resultados obtenidos de aplicar al igual que en este experimento fertilizantes a base de N, P y K al forraje.

La producción de forraje en materia seca, a más de estar regulado por la aplicación de distintas fuentes de fertilización y micorrizas, como se demostró en este experimento, está influenciado también por la edad del cultivo y los días al momento del corte. Tal como asegura Rodríguez (2009) quien manifiesta que, conforme avanza la edad del cultivo existe un incremento en la producción de materia seca, ya que, con la edad de la planta aumenta el proceso fotosintético y de igual manera la síntesis de carbohidratos estructurales, por lo que hay un incremento en la acumulación de materia seca.

7.2. Calidad Nutricional

Respecto al porcentaje de materia seca, al analizar los resultados se evidenció que, no está influenciado por la fertilización química, orgánica y micorrizas, ya que, no presentaron diferencias significativas entre sí. El T1 (testigo) obtuvo el mayor valor (23,53 %), esto pudo deberse a que el testigo sufrió levemente un estrés hídrico o su vez incorporó una menor cantidad de agua a su organismo. A diferencia de los demás tratamientos, los cuales, con la ayuda de las propiedades contenidas en los productos aplicados, pudieron absorber una mayor cantidad de líquido y conservar mayor porcentaje de humedad. Datos que concuerdan con los de Zambrano (2012) quien al utilizar abonos orgánicos sólidos en época lluviosa alcanzó un contenido de 23,5 % de materia seca a los 60 DDS. Por lo cual, en la presente investigación, se demuestra que, el fertilizante químico actúa de mejor manera evitando un posible estrés hídrico en las plantas y permite una mayor absorción de humedad, que el fertilizante orgánico, micorrizas y el testigo.

El contenido de materia seca está relacionado directamente con el contenido de humedad, a mayor edad de la planta, mayor será el contenido de materia seca (Ramírez *et al.*, 2010). Por otro lado, los datos de esta investigación son inferiores a los de Verdecia *et al.* (2008) quienes evaluaron el contenido de materia seca en días similares a los del presente ensayo (105 DDS) obteniendo un contenido de 29,02 % de materia seca. Esta diferencia en contenido de materia seca, pudo deberse a la variedad utilizada (*Panicum maximum* cv. Tanzania) por los autores anteriores.

Al aplicar fertilizante químico al pasto chilena, se obtuvo un mayor contenido de humedad (79,88 %) a los 106 DDS, respecto al resto de tratamientos. Esto pudo deberse, a que este

fertilizante es sintetizado en laboratorios, bajo estrictos estándares que le permiten disolverse de manera más rápida con el riego presente en el ensayo y ser absorbidos eficazmente por las plantas. Con lo que, el desarrollo de hojas y tallos se vio favorecido, logrando así una mejor acumulación de humedad en su estructura. Sin embargo, Verdecia *et al.* (2008) presentaron un contenido de humedad inferior (70,98 %) a los 105 DDS, esto debido a que ellos utilizaron una variedad diferente (*Panicum maximum* cv. Tanzania) a la utilizada en este experimento. Lo anterior concuerda con Cozzolino (2014) quien acota 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.

Por otro lado, Costa *et al.* (2007) a los 90 DDS presentó un valor de 78,72 % de humedad, resultados que se asemejan a los obtenidos en el presente estudio, lo cual fue atribuido a que, en ambas investigaciones se manejó el pasto con fertilización química y con riego por aspersión, durante todo el ciclo del cultivo.

El contenido de cenizas con el porcentaje más alto se logró con el tratamiento químico (13,03 %), esto se atribuye a una buena asimilación de los minerales, ya que, las cenizas son un complejo de materia inorgánica que fue absorbida por la planta del suelo, y luego fueron asimilados mediante la actividad fotosintética (León *et al.*, 2018). Datos levemente superiores presentó Astudillo (2014) quien obtuvo 14,56 % de ceniza a los 60 DDS, el porcentaje de ceniza es un indicador del contenido de minerales del pasto, aumenta con el tiempo de explotación. Sin embargo, Costa *et al.* (2007) en este mismo cultivo, mostró menores porcentajes (10,28 %) a los alcanzados en esta investigación, esto se pudo deber a que el tiempo de corte del pasto fue menor (90 DDS), por lo cual, las plantas absorbieron menor cantidad de materia inorgánica del suelo, dando como resultado porcentajes más bajos de cenizas al momento del corte.

El tratamiento que mostró el mejor porcentaje de extracto etéreo fue el tratamiento orgánico (2,36 %) debido a que, este fertilizante incrementa la porción de grasas, colesterol, esteroides y vitaminas liposolubles de las estructuras de las plantas. A diferencia del tratamiento convencional que, en este experimento, mostró un valor más bajo, con lo cual se puede inferir que el uso de fertilizantes químicos reduce la producción de grasas en este cultivo. Esto último, tiene relación con los valores encontrados por Costa *et al.* (2007) quienes fertilizaron el pasto con productos químicos y realizaron el corte a los 90 DDS, obteniendo un contenido de extracto etéreo de 0,68 %, resultados relativamente bajos, a los del presente experimento.

Por otro lado, los resultados del ensayo presentan similitud con los de Zambrano (2012) a los 60 DDS, con un rango de 2 a 2,9 % de E.E., ya que, en ambos trabajos se utilizaron abonos orgánicos como fuente de fertilización. Según Carrión (2019) el contenido de extracto etéreo en pastos y forrajes no supera valores del 3 %, concordando con los resultados obtenidos en esta investigación.

Los tratamientos respecto al porcentaje de proteína cruda presentaron diferencias significativas entre sí, siendo el tratamiento químico el que obtuvo el valor más alto (8,76 %). Lo cual explica que, la fertilización química junto con las condiciones imperantes en la zona, el riego y el manejo agronómico llevado en este estudio permitieron una actividad metabólica más óptima, lo cual favoreció la acumulación de proteína en esta especie, en mayor proporción que la fertilización orgánica, las micorrizas y sobre todo al testigo. Estos datos se asemejan a los mostrados por Hurtado *et al.* (2012) quienes al utilizar fertilizantes químicos sobre este pasto obtuvieron un contenido de 8,7 % de proteína cruda a los 90 DDS.

Por otro lado, Patiño *et al.* (2018) mencionan que, a medida que avanza el tiempo, se acumulan componentes fibrosos en el cultivar, por ende, la proporción de nutrientes disminuye potencialmente. Por lo anteriormente citado, se deduce que, en la presente investigación, el contenido de proteína cruda se ve disminuido, debido a que el corte se lo realizó a los 106 DDS, en comparación al contenido de proteína presentado por León *et al.* (2018) quienes al realizar el corte del pasto a los 35 DDS obtuvieron un valor de 10,5 – 10,9 % de proteína.

Respecto a la fibra cruda, no existieron diferencias significativas entre tratamientos, sin embargo, el tratamiento testigo obtuvo el mayor valor (43,78 %). Lo anterior puede ser debido a que el testigo, a diferencia del resto de tratamientos, al no contar con un producto cuyos componentes permitan una buena absorción y retención de agua, haya un incremento en la materia seca, es decir, pudo haber atravesado por un leve estrés hídrico, con lo cual, al avanzar la edad del cultivo, estos cultivares, tienden a acumular grandes cantidades de lignina, su valor nutritivo disminuye y el contenido de fibra aumenta. Alonso *et al.* (2008) mencionan que, el contenido de fibra cruda para el *Panicum maximum* a los 90 DDS fue de 43,38 %, demostrando al igual que el presente estudio que, a mayor edad de la planta, mayor cantidad de fibra presenta.

En otro estudio realizado por Verdecia *et al.* (2008) en el mismo cultivo, se evidenció un contenido de fibra cruda a los 105 DDS en período lluvioso de 35,53 % mediante la utilización de fertilizantes químicos, lo cual tiene relación a lo expresado anteriormente. Debido a que, a

pesar de haber realizado el corte en días después de la siembra similares a los del presente estudio, el pasto con la aplicación de fertilizante convencional, a diferencia del testigo, permite una mayor absorción y retención de agua, permitiendo conservar su valor proteico y retardar la acumulación de lignina, con lo cual, su contenido de fibra es menor.

En el contenido de extracto libre de nitrógeno el tratamiento testigo obtuvo el mayor valor (37,45 %). Estos datos son similares a los obtenidos por Pinargote (2018) quien en su investigación mostró que a los 35 DDS el pasto chilena tuvo un valor de 37,12 % de E.L.N, debido a que los carbohidratos solubles (almidones, glucosa, fructuosa, etc.) principales constituyentes del E.L.N., se encuentra en mayor cantidad en el forraje verde. De igual manera, los resultados tienen similitud a los encontrados por Vargas *et al.* (2016) quienes mencionan que el pasto chilena después de los 60 días de establecido, logró un valor de 38,9 % de extracto libre de nitrógeno, debido a que este pasto es una especie con un alto contenido de carbohidratos y azúcares totales.

Por otro lado, los resultados obtenidos en la investigación difieren con los datos hallados por Astudillo (2014) quien al investigar la concentración de carbohidratos solubles en el *Panicum maximum* a los 60 DDS menciona que, este pasto alcanzó 33,71 % de extracto libre de nitrógeno, debido a que, a mayor edad de la especie y en verano, los elementos nitrogenados disminuyen, mientras que el extracto no nitrogenado aumenta.

8. CONCLUSIONES

- Los valores más altos obtenidos tanto para el rendimiento, como para la calidad nutricional del pasto chilena, estuvieron influenciados por la aplicación de la fertilización convencional, siendo esta, la mejor alternativa de producción en este cultivo, en comparación con los demás tratamientos.
- La aplicación del T2, logró obtener mejores resultados respecto a las variables del rendimiento como: altura de la planta, Índice de Área Foliar (IAF), producción de forraje en materia verde y materia seca, debido a la composición química determinada (N, P, K) y a la fácil disolución con el riego aplicado en el ensayo, 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 las distintas fuentes de fertilización y micorrizas, ya que, el mayor valor lo presentó el tratamiento testigo, con lo cual, se cree que este es afectado por el marco de plantación.
- En cuanto a la calidad nutricional, las plantas con el tratamiento químico, obtuvieron el mayor porcentaje de proteína cruda (8,76 %), debido a que este producto junto con el agua de riego, las condiciones imperantes en la zona y el manejo agronómico dado al cultivo, permitieron una nutrición adecuada, con ello una óptima actividad metabólica, lo que favoreció a la acumulación de proteína en esta gramínea.

9. RECOMENDACIONES

- Evaluar el efecto de la aplicación de fertilización convencional, orgánica y micorrizas en el pasto chileno en otras condiciones edafoclimáticas, para obtener mayor información en este campo, que permita conocer cual alternativa de producción es la más eficiente para este cultivo.
- Implementar el pasto chileno con fertilización química, siempre que se realice un plan de fertilización previo.
- Determinar la influencia de distintas fuentes de fertilización y micorrizas sobre el rendimiento y calidad nutricional de este pasto, en condiciones de sequía, permitiendo conocer cual tratamiento ofrece mejores resultados.
- Realizar nuevas investigaciones con la implementación de otras fuentes de fertilización, principalmente de abonos orgánicos como: bioles, bocashi, lombricompost, etc., en el mismo sector o se pueden considerar nuevas localidades con características climáticas similares.
- Para comparar las variables tanto de rendimiento y calidad nutricional se sugiere que para futuras investigaciones se trabaje mínimo con tres variedades.
- Realizar el corte antes de los 106 DDS, para conocer si existen mejoras respecto a la calidad nutricional del pasto.

10. BIBLIOGRAFÍA

- Alesandri D., y Alesandri G. (2009). Seminario sobre fertilización nitrogenada en pasturas. Pasturas. Montevideo, Uruguay. Recuperado en:
<http://prodanimal.fagro.edu.uy/cursos/PASTURAS%20CRS/Seminarios%202009/Texto%20-%20Fertilizacion%20Nitrogenada%20en%20Pasturas.pdf> Consultado el: 11 de febrero de 2021.
- Alonso J., Febles G., Ruíz T., y Achang G. (2008). Características bromatológicas de guinea (*Panicum maximum* vc. Likoni) en un sistema silvopastoril con leucaena (*Leucaena leucocephala* vc. Perú). *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, Tomo 42, Número 3. 295-298.
- AOAC Internacional (2019). Official methods of analysis of AOAC International. Gaithersburg, Estados Unidos. Recuperado en:
https://catalogo.latu.org.uy/opac_css/index.php?lvl=notice_display&id=31273
Consultado el: 13 de abril de 2022.
- Arrobo N., y Espinoza Y. (2010). Evaluación de asociaciones de pasto chilena con tres ecotipos de *Centrosema pubescens*. Tesis Ingeniero Agrónomo. Loja, Ecuador. Carrera de Ingeniería Agronómica. Universidad Nacional de Loja. 101p.
- Artola G., y Villavicencio O. (2012). Comportamiento agronómico de 3 genotipos de maíz (*Zea mays* L.) por efecto de la aplicación de abonos orgánicos y sintéticos, Cofradía 2012. Tesis Ingeniero Agrónomo. Managua, Nicaragua. Departamento de Producción Vegetal. Universidad Nacional Agraria. 27p.
- Astudillo H. (2014). Determinación de la edad y la hora de corte sobre la concentración de carbohidratos solubles en el *Panicum maximum* (pasto guinea). Tesis Ingeniero Zootecnista. Riobamba, Ecuador. Facultad de Ciencias Pecuarias. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. 37p.
- Bernal J., y Espinosa J. (2003). Manual de nutrición y fertilización de pastos. Primera edición. Quito, Ecuador. *International Plant Nutrition Institute (IPNI)*. 24p.

- Carrión M. (2019). Evaluación de la productividad, potencial forrajero y rentabilidad de gramíneas forrajeras de corte en asociación con *Centrosema pubescens* Benth en el piso bajo del cantón Gonzanamá. Tesis Ingeniero Agrónomo. Loja, Ecuador. Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables. Universidad Nacional de Loja. 58p.
- Chávez R. (2008). Manejo de pastos y forrajes. Departamento académico de producción animal. Tesis Ingeniero Agrónomo. Iquitos, Perú. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. 1-79p.
- Clavero T. (1993). Efecto de la defoliación sobre el crecimiento, área foliar e intercepción de luz en pastos tropicales. *Rev. Fac. Agron. (LUZ)*: 10:57 – 67.
- Costa M., Olivera R., Borja M., Lima L., Santa Rosa S., y Caribé J. (2007). Chemical composition of Massai crass (*Panicum maximum* cv. Massai) ensiled with sunflower cake from biodiesel industry, *Laboratorio de Nutrição animal (LANA)*. Fapesb, 28th World Congress on Oils and Fats, Salvador, Bahía, Brasil.
- Cozzolino D. (2014). Determinación de la materia seca de una pastura. Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria. Montevideo, Uruguay. Recuperado en: <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/11189/1/Ficha-tecnica-34-Determinacion-de-MS-de-una-pastura.pdf> Consultado el: 18 de noviembre del 2021.
- Enciclopedia Colaborativa Online Cubana (EcuRed). (2014). Fertilizante químico. La Habana, Cuba. Recuperado en: <https://www.ecured.cu/index.php?title=Fertilizantequ%C3%ADmico&oldid=2167196> Consultado el: 14 de febrero de 2021.
- Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC). (2020). Resultados uso del suelo. Resultados pastos cultivados. Quito, Ecuador. Recuperado en: https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac-2020/Presentacion%20ESPAC%202020.pdf Consultado el: 14 de diciembre de 2021.
- Franco J. (2018). Efectos beneficiosos de las micorrizas sobre las plantas. Bioscripts. Sevilla, España. Recuperado en:

https://www.ciaorganico.net/documypublic/200_infoagronomo.net_Micorrizas-beneficios.pdf Consultado el: 14 de febrero de 2021.

Gonzalez K. (2017). Pasto Guinea Mombasa (*Panicum máximum*, Jacq). Zootecnia y veterinaria es mi pasión. Sucre, Colombia. Recuperado en: https://zoovetespasion.com/pastos-y-forrajes/tipos-de-pastos/pasto-guinea-mombasa-panicum-maximum-jacq/#origenpasto_guinea_mombasa Consultado el: 10 de febrero de 2021.

González P. (2019). Consecuencias ambientales de la aplicación de fertilizantes. Asesoría Técnica Parlamentaria. Santiago de Chile, Chile. Recuperado en: https://obtienearchivo.bcn.cl/obtienearchivo?id=repositorio/10221/27059/1/Consecuencias_ambientales_de_la_aplicacion_de_fertilizantes.pdf Consultado el: 11 de febrero de 2021.

Harley J., y Harley E. (1987). A Check-List of Mycorrhiza in the British Flora. *New Phytologist*. Vol. 105: 1-102.

Hurtado D., Nocua S., Narváez W., y Vargas J. (2012). Valor nutricional de la morera (*Morus sp.*), matarratón (*Gliricidia sepium*), pasto india (*Panicum máximum*) y arboloco (*Montanoa quadrangularis*) en la alimentación de cuyes (*Cavia porcellus*). *vet.zootec.* 6(1): 56-65.

Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). (1989). Manual de pastos tropicales. Departamento de comunicación social y relaciones públicas del INIAP. Quito, Ecuador. Recuperado en: <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/1622/1/Manual%20n%c2%ba%2011%20de%20pastos%20tropicales%20reducido%20ultimo.pdf> Consultado el: 06 de febrero de 2021.

Instituto para la Innovación Tecnológica en la Agricultura (INTAGRI). (2016). Los Abonos Orgánicos. Beneficios, Tipos y Contenidos Nutrimientales. Ciudad de México, México. Recuperado en: <https://www.intagri.com/articulos/agricultura-organica/los-abonos-organicos-beneficios-tipos-y-contenidos-nutrimientales> Consultado el: 13 de febrero de 2021.

- León R., Bonifaz N., y Gutiérrez F. (2018). Pastos y forrajes del Ecuador. Siembra y producción de pasturas. Primera edición. Quito, Ecuador. *Editorial Universitaria Abya-Yala*. 217p.
- López G., Nuñez J., Aguirre L., y Flores E. (2018). Dinámica de la producción primaria y valor nutritivo de tres gramíneas tropicales (*Melinis minutiflora*, *Setaria sphacelata* y *Brachiaria mítica*) en tres estados fenológicos. *Rev Inv Vet Perú* 29: 396-409.
- Marta L. (2020). Abonos compuestos. Análisis Agrícolas - Fertibox. Villamayor, España. Recuperado en: <https://www.fertibox.net/single-post/abonos-compuestos> Consultado el: 14 de febrero de 2021.
- Mera C. (2021). Evaluación de cuatro distancias de siembra en el rendimiento del pasto zuri (*Panicum maximum* cv. brs zuri) bajo las condiciones ambientales de Manglaralto. Tesis Ingeniero Agropecuario. Santa Elena, Ecuador. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Estatal Península de Santa Elena. 18-26p.
- Molina C. (2010). Evaluación de diferentes abonos orgánicos en la producción de forraje de una mezcla forrajera de *Medicago sativa* (alfalfa) y *Dactylis glomerata* (pasto azul), en el cantón Mocha parroquia la Matriz. Tesis Ingeniero Zootecnista. Riobamba, Ecuador. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. 22-52p.
- Navarro J. (2018). Efectos beneficiosos de las micorrizas sobre las plantas. Bioscripts. Sevilla, España. Recuperado en: https://www.ciaorganico.net/documypublic/200_infoagronomo.net_Micorrizas-beneficios.pdf Consultado el: 10 de febrero de 2021.
- Nwankwo C., y Babayemi O. (2020). Rendimiento de pastos y composición mineral de *Panicum Maximum* tratado con fertilizantes a base de magnesio. *Revista Internacional de Agricultura y biociencias*. 9(3): 149-151.
- Onyeonagu C., y Ugwuanyi N. (2012). Influencia de la altura de corte y la fertilización con nitrógeno en altura de la planta y producción de macollos de guinea (*Panicum maximum* Jacq) pastos. *African Journal of Agricultural Research*. Vol. 7(48), pp. 6401-6407.

- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2018). AGP-Praderas, pastizales y cultivos forrajeros. Recuperado en: <https://goo.gl/CsVaKw> Consultado el: 22 de enero de 2021.
- Patiño R., Gómez R., y Navarro O. (2018). Calidad nutricional de Mombasa y Tanzania (*Megathyrus maximus*, Jacq.) manejados a diferentes frecuencias y alturas de corte en Sucre, Colombia. *Rev. CES Med. Zotec.* Vol 13 (1): 17-30.
- Peters M., Franco L., Schmidit A., y Hincaplé B. (2010). Especies Forrajeras Multipropósito. Opciones para Productores del Trópico Americano. Primera edición. Cali, Colombia. *CIAT.* 42-43p.
- Pinargote M. (2018). Digestibilidad *in vivo* de cuatro gramíneas de pastoreo de alto potencial productivo bajo fertilización fosforada. Tesis Ingeniero Agropecuario. El Carmen, Manabí. Carrera de Ingeniería Agropecuaria. Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí. 14p.
- Ramírez J., Verdecia D., Leonard I., y Álvarez Y. (2010). Rendimiento de materia seca y calidad nutritiva del pasto *Panicum maximum* vc. Likoni en un suelo fluvisol de la región oriental de Cuba. *REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria*, vol. 11, núm. 7. 1-14.
- Rodríguez M. (2009). Rendimiento y valor nutricional del pasto *Panicum maximun* cv. mombaza a diferentes edades y alturas de corte. Bachiller en Ingeniería en Agronomía. San Carlos, Costa Rica. Escuela de Agronomía. Instituto Tecnológico de Costa Rica sede regional San Carlos. 23p.
- Rosero J. (2011). Pastos y Forrajes en la alimentación del ganado. Tierra Adentro. Imbabura, Ecuador. Recuperado en: <http://revistatierraadentro.com/index.php/ganaderia/194-pastos-y-forrajes> Consultado el: 07 de febrero de 2021.
- Tang M. (1988). Selección de cepas eficientes de *Rhizobium* en cuatro cultivares. *StylosanTnes guianensis. Pastos y Forrajes.* 9-29.
- Unión Ganadera Regional de Jalisco (UGRJ). (2006). El zacate Guinea. Jalisco, México. Recuperado en:

http://www.ugrj.org.mx/index2.php?option=com_content&do_pdf=1&id=437#:~:text=Durante%20los%20primeros%2045%20a,hoja%20ancha%20y%20otros%20pastos.&text=Para%20un%20buen%20establecimiento%2C%20manejo,fertilizaci%C3%B3n%20con%20nitr%C3%B3geno%20y%20f%C3%B3sforo. Consultado el: 11 de febrero de 2021.

Valerio D. (2016). Manejo y uso de pastos y forrajes en y forrajes en ganadería tropical. UCO -Universidad de Córdoba. Córdoba, Argentina. Recuperado en: http://www.uco.es/zootecniaygestion/img/pictorex/08_21_24_4.1.1.pdf Consultado el: 10 de febrero de 2021.

Vargas J., Uvidia H., Leonard I., y Torres V. (2014). El crecimiento del pasto *Panicum maximum* cv Mombaza en la Amazonía Ecuatoriana. *Revista Electrónica de Veterinaria*. 15:09. 1-7.

Vargas J., Vivas R., Arteaga Y., García Y., y Cevallos M. (2016). Digestibilidad “*In vivo*” por ovinos Pelibuey a partir de dietas en base a Pasto Saboya REDVET. *Revista Electrónica de Veterinaria*, vol. 17, núm. 4. 1-12.

Velasco M., Hernández A., Vaquera H., Martínez J., Hernández P., y Aguirre J. (2018). Análisis de crecimiento de Pasto guinea (*Panicum maximum* Jacq.) cv. Mombasa. *Rev.MVZ Córdoba* 23(Supl):6951-6963. ISSN: 0122-0268.

Verdecia D., Ramírez J., Leonard I., Pascual Y., y López J. (2008). Rendimiento y componentes del valor nutritivo del *Panicum maximum* cv. Tanzania. *REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria*, vol. IX, núm. 5. 1-9.

Zambrano O. (2012). Comportamiento agronómico y valor nutricional del pasto saboya (*Panicum maximun*) con abonos orgánicos sólidos en época lluviosa. Tesis Ingeniero Agropecuario. Quevedo, Ecuador. Carrera de Ingeniería Agropecuaria. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. 40p.

Zaragoza J., Hernández A., Pérez J., Herrera J., Osnaya F., Martínez P., et al. (2009). Análisis de crecimiento estacional de una pradera asociada alfalfa-pasto ovilla. *Tec Pecu Méx* 47: 173-178.

11. ANEXOS

Anexo 1. Muestreo de suelo en el área de estudio, sector Amancayes del cantón Chaguarpamba, 2021; enviadas al Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), estación experimental Santa Catalina.



Anexo 2. Preparación del terreno para la implementación del pasto chilena (*Panicum maximum*), en el sector Amancayes del cantón Chaguarpamba, 2021.



Anexo 3. Análisis químico del suelo en el área de estudio, sector Amancayes del cantón Chaguarpamba, 2021



INIAP
INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS

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



LASPA

INFORME DE ENSAYO No: 21-0336

NOMBRE DEL CLIENTE: Bravo Mosquera Jean Carlos
PETICIONARIO: Bravo Mosquera Jean Carlos
EMPRESA/INSTITUCIÓN: Bravo Mosquera Jean Carlos
DIRECCIÓN: Ciudadela La Imaculada

FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA: 20/04/2021
HORA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA: 9:05
FECHA DE ANÁLISIS: 26/04/2021
FECHA DE EMISIÓN: 30/04/2021
ANÁLISIS SOLICITADO: S4

Análisis	PH	LAc	N		P		S		B		K		Ca		Mg		Zn	Cu	Fe	Mn	Ca/Mg	Mg/K	Ca+Mg/K	Σ Bases	MO	CO.*	Textura (%)			Clase Textural	IDENTIFICACIÓN							
			ppm	A	B	ppm	A	B	ppm	A	B	meq/100g	A	B	meq/100g	A	B	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	meq/100g	%	%	Arena	Limo	Arcilla									
21-1211	6,28	LAc	123	A	7,6	B	9	B	0,47	B	0,53	A	12,43	A	4,12	A	6,1	M	8,4	A	170	A	69,2	A	3,01	7,83	31,44	17,08	4,7	A				29	30	41	ARCILLOSO	Finca Bravos

Análisis	AH+*	Al*	Na *	C.E. *	N. Total*	N-NO3 *	K H2O*	P H2O*	Cl*
Unidad	meq/100g			dS/m	%	ppm	ppm	ppm	ppm

OBSERVACIONES: * Ensayos no solicitados por el cliente

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

INTERPRETACION	
pH	
Ac = Acido	N = Neutro
LAc = Liger. Acido	LAI = Lige. Alcalino
PN = Prac. Neutro	AI = Alcalino
RC = Requieren Cal	T = Tóxico (Boro)

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

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

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



Firmado electrónicamente por:
JOSE ALONSO LUCERO MALATAY

LABORATORISTA



Firmado electrónicamente por:
IVAN RODRIGO SAMANIEGO NAIGWA

RESPONSABLE DE LABORATORIO

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

Los resultados arriba indicados solo están relacionados con el objeto de ensayo

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

Los resultados arriba indicados solo están relacionados con el objeto de ensayo

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

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

Anexo 6. Cálculos de las dosis para la fertilización química, sector Amancayes del cantón Chaguarpamba, 2021.

N	75	1,63
P205	46	1
K20	60	1,30
área total 3 parcelas	27 m2	

ha	10000	m2
----	-------	----

	100 kg yavavera	40 kg N		100 kg Superfostrip	46 KGP		100 kg sulfatodeK	52 kg de K
x	188 kg yavavera	75 kg N	x	100 kg Superfostrip	46 KGP	x	115 kg sulfatodeK	60 kg de K
		kg/ha/ciclo			kg/ha/ciclo			kg/ha/ciclo
	188	10000 m2		100 kg Superfostrip	10000 m2		115 kg sulfatodeK	10000 m2
x		27 m2	x		27	x		27
	0,51 kg yavavera			0,27 kg Superfostrip			0,31 kg sulfatodeK	
	507,6 g yavavera			270 g de superfostri			310,5 g sulfatodeK	

Germinacion 50%	253,8	g yavavera
80 días 50%	253,8	g yavavera

135	g de superfostri
135	g de superfostri

155,25	g sulfatodeK
155,25	g sulfatodeK

Germinacion 50%/parcela	84,60	g yavavera
Germinacion 50%/surco 8	10,58	g yavavera

45,00	g de superfostri
5,63	g de superfostri

51,75	g sulfatodeK
6,47	g sulfatodeK

80 días 50% /parcela	84,60	g yavavera
80 días 50% /surco 8	10,58	g yavavera

45,00	g de superfostri
5,625	g de superfostri

51,75	g sulfatodeK
6,47	gr sulfatodeK

Anexo 7. Análisis estadístico software InfoStat. Análisis de Varianza (ANOVA) en altura de la planta a los 13, 27, 40, 55, 70, 86 y 97 DDS, sector Amancayes del cantón Chaguarpamba, 2021.

Análisis de la varianza

Altura 13 DDS

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Altura 13 DDS	12	0,48	0,05	12,09

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	4,34	5	0,87	1,11	0,4439
Tratamiento	3,38	3	1,13	1,44	0,3220
Repetición	0,96	2	0,48	0,61	0,5720
Error	4,70	6	0,78		
Total	9,04	11			

Altura 27 DDS

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Altura 27 DDS	12	0,37	0,00	16,64

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	92,67	5	18,53	0,70	0,6421
Tratamiento	48,07	3	16,02	0,61	0,6341
Repetición	44,60	2	22,30	0,85	0,4748
Error	158,24	6	26,37		
Total	250,91	11			

Altura 40 DDS

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Altura 40 DDS	12	0,45	0,00	14,22

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	206,39	5	41,28	1,00	0,4912
Tratamiento	67,43	3	22,48	0,54	0,6709
Repetición	138,96	2	69,48	1,68	0,2640
Error	248,67	6	41,44		
Total	455,06	11			

Altura 55 DDS

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Altura 55 DDS	12	0,34	0,00	15,77

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	654,48	5	130,90	0,62	0,6890
Tratamiento	634,94	3	211,65	1,01	0,4511
Repetición	19,54	2	9,77	0,05	0,9548
Error	1257,56	6	209,59		
Total	1912,04	11			

Altura 70 DDS

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Altura 70 DDS	12	0,54	0,16	16,30

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2800,50	5	560,10	1,41	0,3419
Tratamiento	2784,74	3	928,25	2,33	0,1740
Repetición	15,76	2	7,88	0,02	0,9805
Error	2391,45	6	398,57		
Total	5191,95	11			

Altura 86 DDS

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Altura 86 DDS	12	0,50	0,09	20,08

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	5579,98	5	1116,00	1,21	0,4062
Tratamiento	4673,21	3	1557,74	1,69	0,2682
Repetición	906,77	2	453,39	0,49	0,6349
Error	5545,41	6	924,23		
Total	11125,39	11			

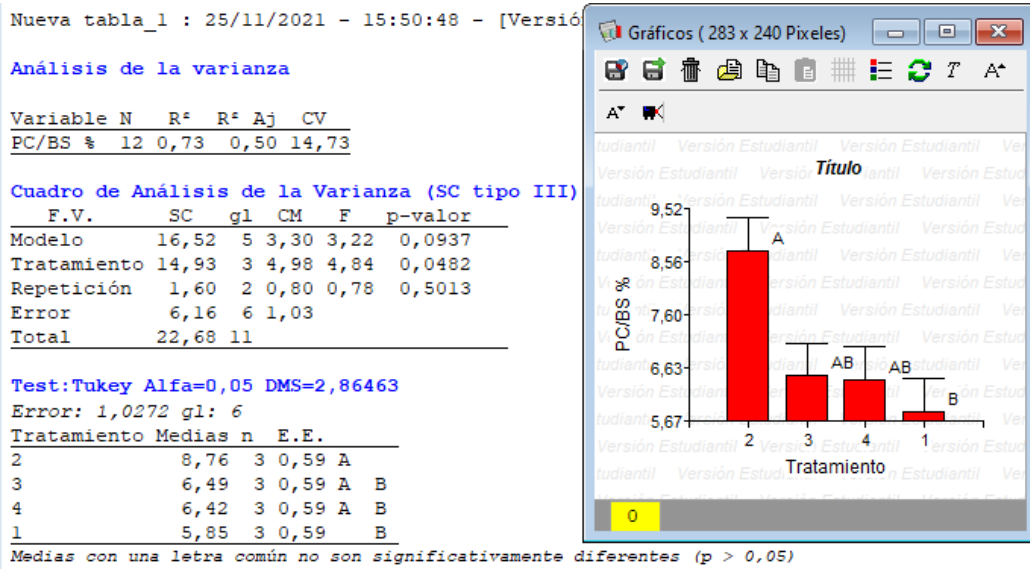
Altura 97 DDS

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Altura 97 DDS	12	0,48	0,05	22,07

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	7405,81	5	1481,16	1,11	0,4447
Tratamiento	4844,79	3	1614,93	1,21	0,3851
Repetición	2561,02	2	1280,51	0,96	0,4361
Error	8035,64	6	1339,27		
Total	15441,45	11			

Anexo 8. Análisis estadístico software InfoStat. Prueba de comparación de Tukey en la variable proteína cruda, en el sector Amancayes del cantón Chaguarpamba, 2021.



Anexo 9. Delimitación de parcelas y bloques para la siembra de *Panicum maximum*, en el sector Amancayes del cantón Chaguarpamba, 2021.



Anexo 10. Aplicación de las enmiendas correspondientes según el análisis de suelo, en el sector Amancayes del cantón Chaguarpamba, 2021.



Anexo 11. Siembra de la semilla de *Panicum maximum*, en el sector Amancayes del cantón Chaguarpamba, 2021.



Anexo 12. Aplicación del T3 (micorrizas) al momento de la siembra del pasto chilena, en el sector Amancayes del cantón Chaguarpamba, 2021.



Anexo 13. Deshierba y transplante de *Panicum maximum*, en el sector Amancayes del cantón Chaguarpamba, 2021.



Anexo 14. Primera aplicación del T2 (fertilizante químico) y T4 (fertilizante orgánico) al pasto chilena, en el sector Amancayes del cantón Chaguarpamba, 2021.



Anexo 15. Control de plagas en el pasto chilena, utilizando el insecticida Cedrus, con una dosis de 10 ml en 5 L de agua, en el sector Amancayes del cantón Chaguarpamba, 2021.



Anexo 16. Parcelas establecidas y medición de altura de la planta, en el sector Amancayes del cantón Chaguarpamba, 2021.



Anexo 17. Desarrollo del pasto chileno con los diferentes tratamientos; repetición uno, desde izquierda a derecha: T3 (micorrizas), T2 (fertilizante químico), T4 (fertilizante orgánico) y T1 (testigo), en el sector Amancayes del cantón Chaguarpamba, 2021.



Anexo 18. Segunda aplicación de todos los tratamientos a los 80 DDS, en el sector Amancayes del cantón Chaguarpamba, 2021.



Anexo 19. Inicio de la prefloración de *Panicum maximum*, en el sector Amancayes del cantón Chaguarpamba, 2021.



Anexo 20. Lanzamiento del cuadrante de 1 m² para el corte y posterior cálculo de biomasa, en el sector Amancayes del cantón Chaguarpamba, 2021.



Anexo 21. Corte a los 106 DDS del pasto chilena a una altura de 30 cm, en el sector Amancayes del cantón Chaguarpamba, 2021.



Anexo 22. Pesaje de la producción de forraje en materia verde del pasto chilena, en el sector Amancayes del cantón Chaguarpamba, 2021.



Anexo 23. Picado y enfundado de las muestras en el laboratorio de Suelos Aguas y Bromatología de la Universidad Nacional de Loja, 2021.



Anexo 24. Molido de las muestras previamente secadas en el laboratorio de Suelos Aguas y Bromatología de la Universidad Nacional de Loja, 2021.



Anexo 25. Seguimiento del ensayo por parte del director de tesis, en el laboratorio de Suelos Aguas y Bromatología de la Universidad Nacional de Loja, 2021.



Anexo 26. Análisis bromatológico del pasto chilena, en el sector Amancayes del cantón Chaguarpamba. Laboratorio de Suelos Aguas y Bromatología de la Universidad Nacional de Loja, 2021.



ANÁLISIS BROMATOLÓGICO
Laboratorio de Suelos Aguas y Bromatología

<ul style="list-style-type: none"> • INSTITUCIÓN: UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA • ATENCIÓN: Sr. Jean Carlos Bravo Mosquera • TESIS: "EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO Y CALIDAD NUTRICIONAL DEL PASTO CHILENA (<i>Panicum maximun</i>) CON LA APLICACIÓN DE FERTILIZACIÓN CONVENCIONAL, ORGÁNICA Y MICORRIZAS EN EL CANTÓN CHAGUARPAMBA" • DIRECTOR DE TESIS: ING. PAULINA FERNÁNDEZ MGS. 	<ul style="list-style-type: none"> • CLASE DE MUESTRA: PASTO CHILENA (<i>Panicum maximun</i>) • FECHA DE INGRESO DE LAS MUESTRAS: 20 de septiembre de 2021. • FECHA DE ENTREGA: 12 de Noviembre de 2021
--	---

RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS:

			TCO	BS
T1R1	7430	MS	23,1%	100,00%
		H	76,85%	0,00%
		Cz	2,31%	9,96%
		EE	0,33%	1,44%
		PC	1,24%	5,36%
		FC	9,99%	43,16%
		ELN	9,28%	40,08%
			TCO	BS
T2R1	7431	MS	18,9%	100,00%
		H	81,06%	0,00%
		Cz	2,54%	13,43%
		EE	0,37%	1,97%
		PC	1,82%	9,62%
		FC	8,08%	42,66%
		ELN	6,12%	32,32%
			TCO	BS
T3R1	7432	MS	19,1%	100,00%
		H	80,88%	0,00%
		Cz	2,82%	14,73%
		EE	0,34%	1,76%
		PC	1,58%	8,28%
		FC	7,81%	40,85%
		ELN	6,57%	34,37%
			TCO	BS
T4R1	7433	MS	23,3%	100,00%
		H	76,72%	0,00%



		Cz	2,69%	11,54%
		EE	0,46%	1,96%
		PC	1,47%	6,32%
		FC	9,23%	39,63%
		ELN	9,44%	40,56%
			TCO	BS
T1R2	7434	MS	23,0%	100,00%
		H	77,00%	0,00%
		Cz	2,84%	12,34%
		EE	0,33%	1,43%
		PC	1,38%	5,99%
		FC	10,27%	44,66%
		ELN	8,18%	35,58%
			TCO	BS
T1R3	7435	MS	24,5%	100,00%
		H	75,50%	0,00%
		Cz	2,90%	11,83%
		EE	0,44%	1,78%
		PC	1,52%	6,19%
		FC	10,66%	43,52%
		ELN	8,99%	36,68%
			TCO	BS
T2R2	7436	MS	22,1%	100,00%
		H	77,87%	0,00%
		Cz	2,36%	10,66%
		EE	0,47%	2,14%
		PC	1,76%	7,93%
		FC	9,99%	45,13%
		ELN	7,55%	34,14%
			TCO	BS
T3R2	7437	MS	23,8%	100,00%
		H	76,16%	0,00%
		Cz	2,79%	11,71%
		EE	0,30%	1,25%
		PC	1,31%	5,49%
		FC	10,27%	43,07%
		ELN	9,17%	38,48%
			TCO	BS
T4R2	7438	MS	19,7%	100,00%
		H	80,31%	0,00%
		Cz	2,87%	14,60%
		EE	0,28%	1,43%
		PC	1,42%	7,22%



		FC	9,02%	45,79%
		ELN	6,10%	30,97%
			TCO	BS
T2R3	7439	MS	19,3%	100,00%
		H	80,70%	0,00%
		Cz	2,89%	14,99%
		EE	0,24%	1,23%
		PC	1,69%	8,74%
		FC	7,75%	40,12%
		ELN	6,74%	34,92%
			TCO	BS
T3R3	7440	MS	22,6%	100,00%
		H	77,41%	0,00%
		Cz	2,83%	12,54%
		EE	0,64%	2,84%
		PC	1,29%	5,70%
		FC	9,91%	43,87%
		ELN	7,92%	35,05%
			TCO	BS
T4R3	7441	MS	24,9%	100,00%
		H	75,07%	0,00%
		Cz	2,82%	11,32%
		EE	0,92%	3,69%
		PC	1,43%	5,73%
		FC	9,94%	39,87%
		ELN	9,82%	39,38%

Nota: TCO = Tal Como Ofrecido, BS = Base Seca, M.S. = Materia Seca, Cz = Cenizas, E.E. = Extracto Etéreo, P.C. = Proteína Cruda, F.C. = Fibra Cruda, E.L.N. = Extracto Libre de Nitrógeno.



OMAR AUGUSTO
OJEDA OCHOA

Ing. Omar Augusto Ochoa Mg. Sc.
RESPONSABLE LABORATORIO DE
SUELOS AGUAS Y BROMATOLOGÍA