



Universidad
Nacional
de Loja

Universidad Nacional de Loja

Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables

Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia

**COMPOSICIÓN BIOQUÍMICA DEL PASTO
MARALFALFA (*Pennisetum spp*) EN LA ESTACIÓN
EXPERIMENTAL “EL PADMI” DE LA UNIVERSIDAD
NACIONAL DE LOJA**

Trabajo de Titulación previo a la
obtención del título de **Médico
Veterinario Zootecnista.**

AUTOR:

Dennis Alexander Santos Calva

DIRECTOR:

Dr. Luis Aguirre Mendoza, Ph.D.

Loja - Ecuador

2023

Certificación

Loja, 28 de febrero de 2023

Dr. Luis Aguirre Mendoza, PhD.

DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

CERTIFICO:

Que he revisado y orientado todo el proceso de elaboración del Trabajo de Titulación denominado: **COMPOSICIÓN BIOQUÍMICA DEL PASTO MARALFALFA (*Pennisetum spp*) EN LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL “EL PADMI” DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA**, de autoría del estudiante **Dennis Alexander Satos Calva**, con cédula de identidad Nro. **1104399710** previo a la obtención del título de **Médico Veterinario Zootecnista**, una vez que el trabajo cumple con todos los requisitos exigidos por la Universidad Nacional de Loja, autorizo la presentación del mismo para su respectiva sustentación y defensa.



Firmado electrónicamente por:
**LUIS ANTONIO
AGUIRRE MENDOZA**

Dr. Luis Aguirre Mendoza, PhD.

DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Autoría

Yo, **Dennis Alexander Santos Calva**, declaro ser autor del presente Trabajo de Titulación y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos, de posibles reclamos y acciones legales, por el contenido del mismo. Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja la publicación de mi Trabajo de Titulación, en el Repositorio Digital Institucional – Biblioteca Virtual.

Firma: 

Cédula de identidad: 1104399710

Fecha: 20/Julio/2023

Correo electrónico: dennis.santos@unl.edu.ec

Teléfono: 0968786280

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

Yo, **Dennis Alexander Santos Calva**, declaro ser autor del Trabajo de Titulación denominado: **COMPOSICIÓN BIOQUÍMICA DEL PASTO MARALFALFA (*Pennisetum spp*) EN LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL “EL PADMI” DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA**, como requisito para optar por el título de Médico Veterinario Zootecnista, autorizo al sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que, con fines académicos, muestre la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido en el Repositorio Institucional.

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

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

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

Firma: 

Autor: Dennis Alexander Santos Calva

Cédula: 1104399710

Dirección: Ángel Felicísimo Rojas, Catamayo.

Correo electrónico: dennis.santos@unl.edu.ec

Teléfono: 0968786280

DATOS COMPLEMENTARIOS:

Director del Trabajo de Integración Curricular: Dr. Luis Aguirre Mendoza, PhD.

Dedicatoria

Quiero dedicar este trabajo de titulación a cada uno de ustedes, mi familia, amigos y seres queridos, es un logro que no podría haber alcanzado sin su amor, apoyo y comprensión durante todo este camino.

A mi madre Beatriz y mi padre Daniel, gracias por su inquebrantable amor y dedicación, por inculcarme valores como la perseverancia y el compromiso con mis metas, por ser mi modelo a seguir en todo momento.

A mis hermanos, tíos, abuela, amigos y primos, gracias por su paciencia y comprensión en los momentos en que he estado ausente u ocupado. Su apoyo incondicional ha sido un gran estímulo para mí, y no puedo expresar con palabras lo agradecido que estoy por todo lo que han hecho por mí.

Espero que este trabajo de integración curricular sea un pequeño homenaje a cada uno de ustedes, por su afecto y presencia en mi vida. Gracias por ser mi fuente de inspiración y por hacerme sentir amado y apoyado.

Con todo mi amor y gratitud

Dennis Alexander Santos Calva

Agradecimiento

Estimados miembros de la Universidad Nacional de Loja - Facultad de Recursos Naturales y Renovables, y a la carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia, me dirijo a ustedes para expresar mi más sincero agradecimiento por el apoyo y la guía que me brindaron durante el proceso de investigación.

Agradezco en particular a mi director del trabajo de titulación, Dr. Luis Aguirre Mendoza, PhD, por su dedicación y compromiso en mi proyecto, así como por su paciencia y experiencia. Sus consejos y sugerencias han sido fundamentales para la realización de mi trabajo con éxito.

También quiero extender al Ing. Oreste La O León PhD. Por su ayuda y colaboración durante mi tiempo en la universidad. Sus comentarios y sugerencias fueron invaluable para mi investigación.

Expresar mi más sincero agradecimiento a la A la ing. Beatriz Guerrero León Mg. Sc. por su inestimable ayuda en la realización de este trabajo. Su experiencia, conocimientos y dedicación fueron fundamentales. Además, siempre estuvo dispuesta a escuchar mis dudas y aportar nuevas ideas que enriquecieron el trabajo.

Con todo mi agradecimiento y respeto.

Dennis Alexander Santos Calva

Índice de contenidos

Portada	i
Certificación	ii
Autoría	iii
Carta de autorización	iv
Dedicatoria	v
Agradecimiento	vi
Índice de contenidos	vii
Índice de tablas:	x
Índice de figuras:	xi
Índice de anexos:	xii
1. Título	1
2. Resumen	2
2.1. Abstract.	3
3. Introducción	4
4. Marco Teórico	6
4.1. Pasto Maralfalfa (<i>Pennisetum spp</i>)	6
4.1.2. Raíz	7
4.1.3. Tallo	7
4.1.4. Hojas	7
4.1.5. Flor.....	7
4.1.6. Fruto.....	8
4.1.7. Altura	8
4.2.1. Condiciones del suelo.....	8
4.2.2. Siembra	8
4.2.3 Datos Técnicos.....	9
4.3.2. Forraje en verde	10

4.3.3.Ensilado	10
4.3.4.Bloques nutricionales	10
4.4.1.Materia seca.....	10
4.4.2.Proteína cruda	11
4.4.3.Cenizas	11
4.4.4.Fibra detergente neutro (FDN).....	11
4.4.5.Fibra detergente ácido (FDA)	11
4.4.6.Lignina (LDA).....	12
5. Metodología.....	13
5.1. Ubicación	13
5.2. Toma de Muestras.....	13
5.3. Análisis bromatológico	14
5.3.1.Materia seca.....	14
5.3.2.Proteína cruda	14
5.3.3.Cenizas.....	15
5.3.4.Fibra detergente ácida (FDA)	15
5.3.5.Fibra detergente neutra (FDN).....	16
5.3.6.Lignina (LG)	16
5.4. Procesamiento y análisis de la información.....	16
6. Resultados	17
6.1. Materia seca.....	17
6.2. Cenizas	17
6.3. Proteína	18
6.4. Fibra Detergente Neutra (FDN).....	18
6.5. Fibra Detergente Ácida (FDA).....	19
6.6. Lignina	19
7. Discusión.....	21

8.	Conclusiones	24
9.	Recomendaciones.....	25
10.	Bibliografía	26
11.	Anexos.....	32

Índice de tablas:

Tabla 1. Composición bromatológica del pasto maralfalfa	12
Tabla 2. Contenido de materia seca de (<i>Pennisetum purpureum</i>) a los 30, 60 y 90 días	17
Tabla 3. Contenido de cenizas de (<i>Pennisetum purpureum</i>) a los 30, 60 y 90 días.	17
Tabla 4. Contenido proteico de (<i>Pennisetum purpureum</i>) a los 30, 60 y 90 días	18
Tabla 5. Contenido de fibra detergente neutra de (<i>Pennisetum purpureum</i>) a los 30, 60 y 90 días.	18
Tabla 6. Contenido de fibra detergente ácida de (<i>Pennisetum purpureum</i>) a 30, 60 y 90 días.....	19
Tabla 7. Porcentaje de lignina en (<i>Pennisetum purpureum</i>) a los 30, 60 y 90 días.	19

Índice de figuras:

Figura 1. Mapa de ubicación de la estación experimental “El Padi”	13
Figura 2. Toma de muestras aleatoriamente	14
Figura 3. Recolección del pasto maralfalfa al primer mes	40
Figura 4. Corte de establecimiento	40
Figura 5. Recolección del pasto maralfalfa al segundo mes	40
Figura 6. Recolección del pasto maralfalfa al tercer mes	40
Figura 7. Procesamiento de muestras para materia seca	41
Figura 8. Procesamiento de muestras para proteína.....	41
Figura 9. Procesamiento de muestras para fibras	42

Índice de anexos:

Anexo 1. Resultados del análisis de varianza (ADEVA)..... 32
Anexo 2. Fotografías del trabajo de campo y laboratorio 40
Anexo 3. Certificado de Inglés 43

1. Título

COMPOSICIÓN BIOQUÍMICA DEL PASTO MARALFALFA (*Pennisetum spp*)
EN LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL “EL PADMI” DE LA UNIVERSIDAD
NACIONAL DE LOJA

2. Resumen

En los países tropicales, los pastos y forrajes constituyen la base de la alimentación del ganado bovino. El trabajo de titulación tuvo como propósito el estudio de la composición bromatológica del pasto Maralfalfa (*Pennisetum spp*) en tres estados fenológicos, como alternativa para mejorar la alimentación del ganado bovino en la provincia de Zamora Chinchipe, dado que no existe información nutricional sobre este pasto para emplearlo como alimento. Se realizó análisis bromatológico del pasto a los 30, 60 y 90 días de corte y se determinó el contenido de materia seca (MS), cenizas (Cz), proteína cruda (PC), fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA) y lignina (LDA), según procedimientos de la AOAC; los datos se procesaron y sometieron a análisis de varianza, mediante diseño completamente aleatorizado y prueba de Tukey al nivel 0,05 de significación. Los resultados mostraron que el estado fenológico influye de manera directa en la composición bromatológica del pasto; así el contenido de materia seca se incrementó ($p < 0,0001$) de 15,8 a 29,9% a los 30 y 90 días respectivamente; los niveles de ceniza se mantuvieron estables, con valores cercanos al 10%; mientras que el contenido de proteína cruda disminuyó ($p < 0,0001$) de 18,8 a 9,6%. Los componentes fibrosos presentaron marcada tendencia al incremento ($p < 0,0001$); así la FDN varió de 67,5 a 78,3%; la FDA aumentó de 41,1 a 48%; en tanto que, el nivel de lignina varió de 4,08 a 9,7%. Se concluye que la edad de corte es un factor determinante para el aprovechamiento del pasto maralfalfa, ya que influye directamente en su calidad nutritiva. Por lo que se recomienda utilizar el pasto como alimento para todo tipo de ganado por su gran palatabilidad y nutricional.

Palabras claves: composición bromatológica, estado fenológico, calidad nutricional, Amazonía.

2.1 Abstract.

In tropical countries, pastures and forages constitute the basis of cattle feeding. The purpose of the work was to study the bromatological composition of the Maralfalfa pasture (*Pennisetum* spp) in three phenological stages, as an alternative to improve the feeding of cattle in the province of Zamora Chinchipe, since there is no nutritional information about this to use it as food. Bromatological analysis of the pasture was carried out at 30, 60, and 90 days of cutting, and the content of dry matter (DM), ash (AS), crude protein (PC), neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (FDA) and lignin (LDA) was determined, according to AOAC procedures; the data were processed and submitted to analysis of variance, using a completely randomized design and Tukey's test at the 0.05 level of significance. The results showed that the phenological state directly influences the bromatological composition of this pasture; thus, the dry matter content increased ($p < 0.0001$) from 15.8 to 29.9% at 30 and 90 days respectively; ash levels remained stable, with values close to 10%; while the crude protein content decreased ($p < 0.0001$) from 18.8 to 9.6%. The fibrous components presented a marked tendency to increase ($p < 0.0001$); thus the NDF varied from 67.5 to 78.3%; the FDA increased from 41.1 to 48%; while the lignin level varied from 4.08 to 9.7%. It is concluded that the cutting age is a determining factor for the use of maralfalfa pasture since it directly influences its nutritious quality. Therefore, it is recommended to use the pasture as feed for all types of livestock due to its great palatability and nutritional value.

Keywords: bromatological composition, phenological state, nutritional quality, amazonia.

3. Introducción

En las regiones tropicales, muchas especies de gramíneas son utilizadas como componentes de los pastizales para la alimentación del ganado bovino, debido a sus ventajas en la adaptación, producción forrajera y calidad nutricional; su biomasa puede ser utilizada para pastoreo y/o corte en sistemas ganaderos de carne o leche; por lo que, en los últimos años, estas especies son objeto de numerosos estudios en centros de investigación (Toral, 2005).

En la Amazonía ecuatoriana y particularmente en la provincia de Zamora Chinchipe, los sistemas de cría de ganado bovino, basan su alimentación en el uso de pastos y forrajes, cuya producción puede verse afectada por las condiciones climáticas adversas. Para enfrentar este problema, los productores optan por mantener una carga animal menor a la capacidad de sus terrenos o proporcionar alimentos suplementarios como concentrados, forrajes de corte, residuos de cosechas o subproductos industriales, que pueden incrementar los costos de producción y hacer que los sistemas sean menos sustentables (Hargreaves, 1994).

Desde el año 2005 se ha introducido en el Ecuador una nueva especie forrajera llamada pasto Maralfalfa (*Pennisetum spp.*) como alternativa para la alimentación del ganado. Aunque existe poca información, se conoce que es una gramínea de corte con alta capacidad productiva, buena calidad nutricional y palatabilidad, que permite aumentar significativamente la producción, especialmente en el ganado lechero (Vimos, 2017).

Esta especie presenta un alto contenido de carbohidratos solubles (azúcares), buen contenido de proteína cruda (8-16%) y una digestibilidad de 55 a 70%; se adapta a un amplio rango de altitud, desde el nivel del mar hasta los 3000 msnm, por lo que podría ser cultivada en diferentes zonas de la provincia de Zamora Chinchipe y constituir una buena alternativa para mejorar la alimentación del ganado bovino en esta región (Cunuhay *et al*, 2011).

Ramírez (2016) señala que un racionamiento adecuado basado en los requerimientos nutricionales del ganado no solo es importante para su salud y para optimizar los resultados económicos, sino que también se ha convertido en una prioridad para reducir el impacto ambiental de las excretas animales. La nutrición

del ganado está relacionada con el contenido energético, proteico, mineral y vitamínico de los alimentos, así como con su estructura física. Por lo tanto, conocer el valor nutritivo de los alimentos es fundamental para optimizar su aprovechamiento. Con estos antecedentes, en la presente investigación se plantearon los siguientes objetivos:

- Determinar el efecto de la edad de corte en la composición bromatológica, del pasto maralfalfa.
- Caracterizar el contenido de fibras detergentes, del pasto *Pennisetum spp* (maralfalfa) en tres edades diferentes.

4. Marco Teórico

4.1 Pasto Maralfalfa (*Pennisetum spp*)

La pastura cultivada es la herramienta principal para manipular la producción ganadera y la alimentación de los animales herbívoros debe basarse en pastos y forrajes, que son la fuente de alimento más económica. Los pastos y forrajes son importantes desde que el hombre domesticó los animales. Según la FAO, el 26% de la superficie terrestre mundial y el 70% de la superficie agrícola mundial están cubiertos por praderas. En Ecuador, la superficie de pastos es mayor que la de cualquier otro cultivo, con los pastos cultivados representando el 42,68% y los pastos naturales el 14,85% de la superficie con labor agropecuaria. La superficie cultivada hacia pastos y praderas a nivel nacional es innegable, con un incremento de 460 000 ha desde el año 2000 al 2008 (León *et al*, 2018).

El sector pecuario en los pastizales de Ecuador es una base importante para el desarrollo social y económico, satisfaciendo las demandas de alimentos esenciales como carne y leche, y generando empleo e ingresos. Sin embargo, el sector enfrenta dificultades para mantener un desarrollo constante y sostenido debido a la mala y escasa alimentación suministrada a los bovinos, a pesar de que el país tiene condiciones favorables para producir pastos durante todo el año. El aprovechamiento de los pastizales genera alimentos de origen animal más saludables (León *et al*, 2018).

La productividad en la ganadería, ya sea bovina, equina, caprina u ovina, depende de cuatro factores clave: el manejo pecuario, incluyendo el tipo de pasto y la carga animal; las características físicas y nutricionales de los suelos, como la textura, estructura, densidad real, profundidad, pH, porcentaje de materia orgánica y nutrientes; las condiciones climáticas, como la precipitación, humedad relativa y temperatura; y finalmente, la alimentación, que debe ser suficiente y de buena calidad para cada unidad animal (López, 2013).

López (2013), nos indica que un pasto es una planta, ya sea natural o cultivada, que crece en la superficie del suelo y es consumida por el ganado mientras este se mueve sobre ella. Estas plantas deben tener una buena capacidad de rebrote, ya que son constantemente pisoteadas por el ganado y pueden ser

dañadas por sus pezuñas afiladas, aunque este tipo de pasto también se lo usa como pasto de corte y es suministrado en los potreros al animal.

4.1.1 Características Botánicas

Es una gramínea herbácea, de tallos abultados, fistulados y articulados, con diafragmas transversales en los nudos, cuyos tallos se denominan comúnmente cañas. Planta perenne alta que crece en grupos, los tallos pueden alcanzar de 2 a 3 cm de diámetro y 2 a 4 m de altura cuando se deja envejecer (Cobeña *et al*, 2018).

4.1.2 Raíz

Su sistema radicular consiste en raíces fibrosas que conforman raíces adventicias que se extienden desde los nudos inferiores de los tallos (Benítez, 1980).

4.1.3 Tallo

Es cilíndrico, recto claramente dividido en nudos y entrenudos. El entrenudo puede ser hueco, con una médula sólida, verde cuando es joven; su diámetro es de 2,5 cm, sin vellosidades (Farrás, 1981).

4.1.4 Hojas

La vaina de la hoja de una gramínea surge de un nudo de la caña y la cubre ceñidamente. Los bordes de la vaina suelen estar libres y traslapados, a menudo presentan pelos, lo que es importante para su clasificación. La lígula, donde se unen la vaina y el limbo, se presenta en forma de corona de pelos. La relación entre la longitud y el ancho de las hojas es un parámetro útil para clasificar las gramíneas, aunque en el caso del pasto maralfalfa (*Pennisetum sp*) esta característica se comporta de manera diferente (Cortes, 2007).

4.1.5 Flor

La flor de las gramíneas es en realidad una inflorescencia parcial llamada espiga. Según la ramificación del eje principal y la formación de pedicelos en las espigas, se pueden distinguir diversos tipos de inflorescencias, como la espiga, la

panícula y el racimo. En el caso del pasto maralfalfa (*Pennisetum sp*), las inflorescencias se presentan en forma de panícula, lo cual es característico del género *Pennisetum* (Correa, 2007).

4.1.6. Fruto

Por lo general, es un grano o cariósipide, la cariósipide se puede separar fácilmente de las glumelas, como en el trigo y el centeno, o puede quedar envuelto en ellas, como en la cebada forrajera y la avena (Benítez, 1980).

4.1.7. Altura

La altura de una planta es una característica que varía según la variedad y está influenciada por la interacción entre el genotipo y el ambiente. Hay varios factores que pueden afectar esta variable, como la nutrición, la textura del suelo, la salud de las plantas, la temperatura, la humedad, y la cantidad y calidad de luz solar recibida (Ávalos, 2009).

(Ruiz, 2016), nos indica que posee una altura promedio de 46 cm a los 30 días, a los 60 días con 171 cm, continuamente a los 90 días con 282 cm.

4.2 Establecimiento del Cultivo

4.2.1 Condiciones del suelo

El pasto maralfalfa es un híbrido que se reproduce por propagación vegetativa, utilizando la caña del pasto, que tiene yemas en cada nudo donde se originan nuevos brotes. Este pasto responde bien a la aplicación de materia orgánica (abono de corral y o compostaje), puede requerir fertilización con urea y cloruro de potasio en suelos pobres en materia orgánica. La preparación del suelo puede realizarse manualmente o mediante mecanización, dependiendo de las condiciones del terreno. En caso de rebrotes de malezas, se puede aplicar herbicidas no selectivos como el glifosato (Andrade, 2010).

4.2.2 Siembra

La semilla se compone de tallos, también conocidos como estolones, de la planta. Estos estolones deben ser tratados adecuadamente antes de su corte, es

decir, mientras aún forman parte de la planta. Los estolones deben sembrarse en posición horizontal, enterrados en el suelo a una profundidad de 2 a 5 cm (Carreño, 2009).

La distancia recomendada entre hileras y entre tallos en línea es de 50 a 90 cm. Si se siembra a una distancia mayor a 90 cm, puede aumentar el crecimiento de maleza, lo que aumenta los costos de control de maleza. Los químicos para controlar la maleza son costosos en la mayoría de los países, por lo que mantener una distancia de siembra adecuada puede ayudar a reducir los gastos en el control de maleza (Carreño, 2009).

4.2.3 Datos Técnicos

Bardales (2019), describe los siguientes datos sobre el pasto maralfalfa: la altura alcanza los 3 m a los 70 días; el rendimiento varía entre 28 y 33 kg/m², dependiendo del manejo del cultivo. Para el primer corte se debe dejar espigar todo el cultivo, los cortes posteriores se pueden realizar a los 60 días, obteniendo así un equilibrio entre volumen de forraje y contenidos nutritivos. Responde bien a la aplicación de materia orgánica después de cada corte.

4.3 Usos

Se puede dar de comer fresco al ganado de leche, pero es recomendable cortarlo el día antes de triturarlo para aumentar su contenido proteico. En el caso de ganado de ceba o de engorde y equinos, es preferible secarlos durante 2 a 3 días antes de trocearlos. También se puede ensilar. El ganado, los equinos, caprinos y ovinos lo consumen bien. Se han realizado ensayos para conayos, aves y cerdos con muy buenos resultados (Intriago *et al*, 2018).

4.3.1. Pastoreo

Hay varias formas de emplear el pasto maralfalfa para la alimentación animal. Si bien este pasto cortado puede usarse como pasto de corte, aunque no es la opción más práctica, si se usa de esta manera, se recomienda cuando está en desarrollo vegetativo, desde una altura de 80 cm a 1,20 m para usar sus hojas (Domínguez, 2014).

4.3.2. Forraje en verde

Se puede utilizar cuando la planta alcanza una altura de 1,20m y se encuentra verde, se corta y alimenta al ganado en el potrero donde se encuentre. En este momento, el pasto tiene un alto porcentaje de proteína cruda (Domínguez, 2014).

4.3.3. Ensilado

El ensilaje es un proceso de conservación de forraje verde, de alta calidad y alto contenido de carbohidratos solubles, mediante la fermentación láctica en un lugar llamado silo. El éxito del proceso depende de permitir una degradación controlada del producto, siguiendo prácticas recomendadas como asegurar un buen contenido de materia seca, cortar el forraje en el momento adecuado, picarlo en trozos pequeños, compactarlo bien y cubrirlo con plástico sellado con una capa de tierra. Si el pasto maralfalfa se ensila en etapas tempranas y no se deja secar un poco para perder humedad, puede tener un olor desagradable para los animales y ser menos apetecible (Maza et al, 2011).

4.3.4. Bloques nutricionales

Los bloques nutricionales son alimentos compactados en forma de cubos, elaborados con ingredientes fibrosos como salvados, melaza, fuentes forrajeras como el pasto maralfalfa, y premezclas vitamínicas y minerales. Para su compactación se utiliza cemento gris o cal viva. Estos bloques son una alternativa para suministrar minerales, proteínas y energía a los animales de manera estratégica. La dureza del bloque es un factor importante y depende de una buena compactación y calidad de los insumos (Gualoto, 2018).

4.4 Valoración Química de los Pastos

4.4.1 Materia seca

La materia seca de un pasto es la parte que queda después de eliminar toda el agua que contiene, es un indicador importante de la cantidad de nutrientes disponibles para los animales en un alimento en particular. El ganado necesita consumir una cierta cantidad de materia seca por día para mantener su salud y

producción, por lo que es importante controlar y mantener un nivel adecuado de materia seca en el forraje. El contenido de materia seca puede variar con la edad o madurez de la planta y con las condiciones climáticas (Benarés, 2021).

4.4.2 Proteína cruda

Se refiere al porcentaje de proteína que contiene un alimento, determinado mediante análisis químico. La proteína es un nutriente esencial en el organismo y es especialmente importante para los animales en crecimiento y producción. Por lo tanto, la disponibilidad de proteína en los forrajes es especialmente importante para animales jóvenes como los terneros. El contenido de proteína es mayor en las leguminosas (INIA, 2018).

4.4.3 Cenizas

Las cenizas representan el contenido de minerales en un alimento. Los minerales, junto con el agua, son los únicos componentes de los alimentos que no pueden ser oxidados en el organismo para producir energía. Por otro lado, la materia orgánica incluye nutrientes como proteínas, carbohidratos y lípidos que pueden ser oxidados en el organismo para obtener energía. Se calcula como la diferencia entre el contenido de materia seca del alimento y el contenido de cenizas (Peña, 2010).

4.4.4 Fibra detergente neutro (FDN)

Representa los componentes de la pared celular de las plantas, como la hemicelulosa, celulosa y lignina. Un alto valor de FDN no necesariamente indica un alimento fibroso, ya que depende de su composición química y grado de lignificación, así como del tamaño de las partículas. Si las partículas son muy pequeñas, habrá menos fibra efectiva (Gallardo, 2007).

4.4.5 Fibra detergente ácido (FDA)

La fibra detergente ácida (FDA) es una parte de la pared celular compuesta por celulosa unida a lignina, así como por compuestos Maillard, sílice, cutina, entre otros. Esta fracción es un indicador indirecto de la digestibilidad del forraje: cuanto mayor sea su valor, menos digestible será el forraje (Gallardo, 2007).

4.4.6 Lignina (LDA)

La lignina es un compuesto que se encuentra en casi todas las plantas terrestres y cumple funciones específicas como el soporte y la conducción de nutrientes. Aunque puede limitar la digestibilidad de los forrajes y ser considerada negativa para la producción animal, es necesaria para las plantas al igual que las proteínas y carbohidratos solubles. La cantidad de lignina varía entre especies y estado fenológico, siendo mayor en árboles maduros y en plantas forrajeras al acercarse a la madurez, especialmente en el tallo, para proveer estabilidad y soporte para la actividad fotosintética en las hojas (Vargas, 2016).

Tabla 1: Composición bromatológica del pasto maralfalfa

Nutrientes	Contenido (%)
Materia seca	13,61
Proteína cruda	8,68
Fibra detergente neutra	67,97
Fibra detergente acida	41,90
Cenizas	18,68
Lignina	5,73

Fuente: (Buelvas, 2009)

5. Metodología

5.1 Ubicación

La presente investigación se realizó en la estación experimental “El Padmi” de la Universidad Nacional de Loja (UNL), ubicada en la parroquia “Los Encuentros”, cantón Yantzaza, provincia de Zamora Chinchipe. Posee una extensión de 102,95 ha y está ubicada a una altitud entre 775 y 1150 msnm. De acuerdo con la clasificación de Sierra *et al* 1999, la vegetación de la zona es un bosque siempre verde de tierras bajas y bosque verde premontano.

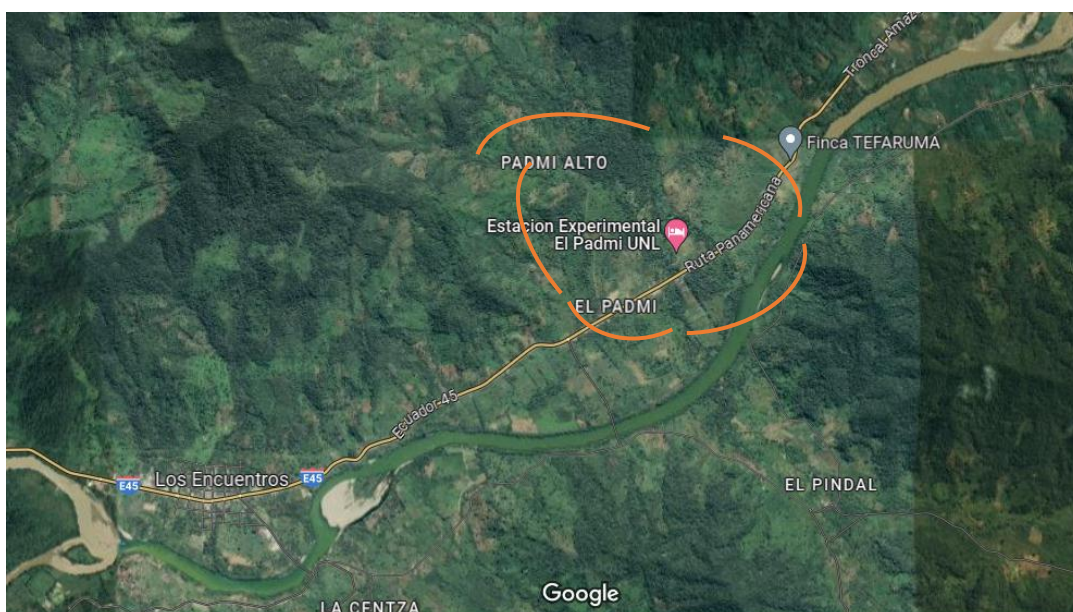


Figura 1: Mapa de ubicación de la estación experimental “El Padmi” de la UNL

5.2 Toma de Muestras

En un cultivo de Maralfalfa previamente establecido en la estación experimental El Padmi de la UNL, con un corte de igualación realizado a los 6 meses, procediendo a recolectar muestras de hojas, tallos y plantas completas a los 30, 60 y 90 días. Las muestras tomadas de 3 plantas aleatoriamente en una parcela dando un total de 1 kg, sin usar ningún fertilizante, se depositaron en bolsas de plástico y se llevaron al laboratorio de bromatología de la Universidad Nacional de Loja, para el análisis correspondiente. Conforme como se explica en el siguiente esquema.

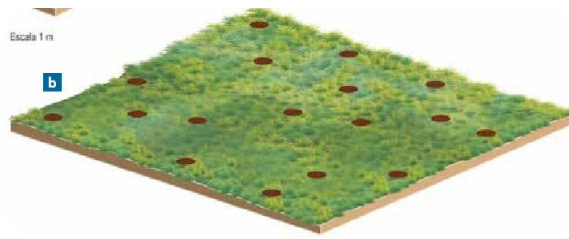


Figura 2: Toma de muestras aleatoriamente

5.3 Análisis bromatológico

5.3.1 Materia seca

Las muestras se deshidrataron en una estufa de aire forzado a 100 °C hasta alcanzar un peso constante. Luego, se pesaron en una balanza analítica y se determinó el contenido de agua mediante el método oficial 934.01 de la AOAC. El porcentaje de humedad se calculó restando el peso total del alimento menos su porcentaje de agua. Utilizando la siguiente fórmula.

$$\left(\frac{H}{P}\right)_0 L = \left(\frac{W}{P}\right) \text{ humedad} - 100 \times \frac{\text{pérdida de peso x secado g}}{\text{porción de prueba en peso g}}$$

$$\% MS = 100 - L$$

5.3.2 Proteína cruda

El análisis se llevó a cabo con procedimiento de la AOAC método oficial 2001.11, utilizando el método de micro-Kjeldahl. Para calcular el contenido de nitrógeno total, se multiplicó el resultado obtenido por 6.25 y se representó en porcentaje (%). El proceso se dividió en tres fases: digestión en ácido sulfúrico a altas temperaturas, destilación en ácido bórico e hidróxido de sodio y titulación con ácido sulfúrico. El contenido de proteína cruda se calculó con la siguiente ecuación.

$$Kjeldahl \% = \frac{(VS VB) \times M \times 14.01}{W \times 10}$$

$$PB \% = \% Kjeldahl \times F$$

Donde:

- V_s = es el volumen de ácido utilizado para titular una prueba
- V_b = volumen estandarizado (ml) para titular reactivo en blanco
- M = molaridad de HCl (ácido clorhídrico) estándar
- 14,01 peso atómico de N (nitrógeno)
- W = peso de la porción de prueba estándar.

5.3.3 Cenizas

Se someten las muestras en la mufla y se aumenta gradualmente la temperatura hasta alcanzar los 550-600°C, manteniéndose a esa temperatura durante 12 horas. Luego se dejan enfriar y se colocan los crisoles en un desecador. Una vez fríos, se pesan rápidamente en una balanza analítica para evitar la absorción de humedad.

$$C = \frac{100(m_3 - m_1)}{(100 - H)(M_2 - M_1)}$$

Donde:

- C = contenido de cenizas en harinas de origen vegetal, en porcentaje de masa,
- m_1 = masa del crisol vacío, en g,
- m_2 = masa del crisol con la muestra, en g
- m_3 = masa del crisol con las cenizas, en g
- H = porcentaje de humedad en la muestra.

5.3.4 Fibra detergente ácida (FDA)

Se pesó 1 gramo de muestra y se agregaron unas gotas de N-octanol y 100 ml de solución DA. Luego se decantó hasta ebullición y se lavó con agua hirviendo durante 1 hora, seguido de un lavado con agua fría. Finalmente, se dejó secar durante 8 horas en una estufa a 105°C. Se utilizó la siguiente fórmula:

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

5.3.5 Fibra detergente neutra (FDN)

Se pesó 1 gramo de muestra y se agregaron 0.5 g de sulfito de sodio, unas gotas de N-octanol y 100 ml de solución EDTA. Luego se decantó hasta ebullición y se lavó con agua hirviendo durante 1 hora, seguido de un lavado con agua fría. Finalmente, se dejó secar durante 8 horas en una estufa a 105°C.

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

5.3.6 Lignina (LG)

En un 1 gr de muestra se agrega unas gotas de N-octanol y 25 ml de ácido sulfúrico al 72%. La mezcla se decantó hasta la ebullición. Luego, se lavó con agua hirviendo y agua fría durante una hora cada una. Finalmente, se dejó secar durante 8 horas en una estufa a 105 °C.

5.4 Procesamiento y análisis de la información

Se realizó un análisis de varianza con un diseño completamente aleatorizado; se aplicó la prueba de Tukey al nivel de 0,05 para comparar las medias. Los resultados se procesaron con la ayuda del programa Infostat versión 2020.

6. Resultados

6.1. Materia seca

Tabla 2: Contenido de materia seca de (*Pennisetum purpureum*) a los 30, 60 y 90 días

Muestras	Estado Fenológico (días)			EE	P valor
	30	60	90		
Hojas	15,77 ^a	25,03 ^b	29,90 ^c	0,30	<0,0001
Tallos	7,07 ^a	16,33 ^b	24,87 ^c	0,39	<0,0001
Tallos y hojas	9,73 ^a	19,33 ^b	26,33 ^c	0,27	<0,0001

El contenido de materia seca de las hojas presentó variación ($p < 0,0001$) de acuerdo al estado fenológico; se observó un incremento de 9,13% entre los días 30 y 60 y de 4,87% entre los 60 y 90 días. En los tallos se registró la misma tendencia con valores que van de 7,07% a los 30 días hasta 24,87% a los 90 días. La planta completa presentó valores de 9,73% a los 30 días, a los 60 días aumentó a 19,33% y a los 90 días el contenido de materia seca fue de 26,33%.

6.2. Cenizas

Tabla 3: Contenido de cenizas de (*Pennisetum purpureum*) a los 30, 60 y 90 días.

Muestras	Estado Fenológico (días)			EE	P valor
	30	60	90		
Hojas	10,60	11,33	9,74	0,93	0,5185
Tallos	10,14 ^c	8,55 ^b	6,02 ^a	0,06	<0,0001
Tallos y hojas	10,84 ^c	8,85 ^b	7,55 ^a	0,08	<0,0001

La tabla 3 muestra que el contenido de cenizas de las hojas no presentó variación en función de su estado fenológico, con valores cercanos al 11%; mientras que en los tallos y planta completa se observó una tendencia a disminuir a medida que avanza la edad de corte, así mismo el contenido de cenizas en los tallos varía entre 10,14 % a 6,02% y en la planta completa el contenido de cenizas

osciló de 10,84% a los 30 días a 7,55% a los 90 días, con una disminución de 3,29%.

6.3. Proteína

Tabla 4: Contenido proteico de (*Pennisetum purpureum*) a los 30, 60 y 90 días

Muestras	Estado Fenológico (días)			EE	P valor
	30	60	90		
Hojas	18,75 ^c	8,21 ^a	9,61 ^b	0,26	<0,0001
Tallos	10,23 ^b	2,28 ^a	2,98 ^a	0,27	<0,0001
Tallos y hojas	13,36 ^b	4,59 ^a	5,71 ^a	0,27	<0,0001

El contenido de proteína cruda en las hojas fue mayor a los 30 días, alcanzando un 18,75% ($p < 0,0001$). Sin embargo, se observó una disminución cercana al 50% en comparación con el corte a los 90 días. En los tallos fue superior ($p < 0,0001$) a los 30 días con valores cercanos al 10%; aunque no varió significativamente a los 60 y 90 días, con valores que no llegan al 3%. En la planta completa el porcentaje de proteína también fue mayor ($p < 0,0001$) a los 30 días con 13,36%, sin mayores modificaciones entre los días 60 y 90, con valores de 4,59 y 5,71% respectivamente.

6.4. Fibra Detergente Neutra (FDN)

Tabla 5: Contenido de fibra detergente neutra de (*Pennisetum purpureum*) a los 30, 60 y 90 días.

Muestras	Estado Fenológico (días)			EE	P valor
	30	60	90		
Hojas	68,46 ^a	76,08 ^a	55,14 ^a	6,27	0,1346
Tallos	65,43 ^a	80,43 ^b	82,23 ^b	0,50	<0,0001
Tallos y hojas	67,46 ^a	77,93 ^b	78,31 ^b	0,12	<0,0001

El porcentaje de FDN de las hojas no se modificaron con la edad de corte, con valores que oscilaron entre 68 y 55%. En el caso de los tallos y las plantas

completas, el contenido de FDN fue menor a los 30 días, con 65,43% y 67,43% respectivamente ($p < 0,0001$). Sin embargo, se observó un incremento alrededor de 10% a 15% a los 60 días. Luego, los valores se mantuvieron estables hasta el corte a los 90 días, con promedios de 82,23% y 78,31% respectivamente.

6.5. Fibra Detergente Ácida (FDA)

Tabla 6: Contenido de fibra detergente ácida de (*Pennisetum purpureum*) a 30, 60 y 90 días.

Muestras	Estado Fenológico (días)			EE	P valor
	30	60	90		
Hojas	39,48 ^a	39,12 ^a	27,80 ^a	3,18	0,0677
Tallos	41,32 ^a	50,63 ^b	57,24 ^c	0,71	<0,0001
Tallos y hojas	41,10 ^a	45,19 ^b	48,02 ^c	0,34	<0,0001

La FDA presentó similar comportamiento que la FDN; es decir, que en hojas se mantuvo estable durante el periodo de estudio, con valores que van de 39,48 a 27,8%. En tanto que, en los tallos y la planta completa, el nivel de FDA se incrementó ($p < 0,0001$) a medida que avanzó su estado fenológico con valores cercanos al 41% a los 30 días y porcentajes de 57,24 y 48,02% a los 90 días, respectivamente.

6.6. Lignina

Tabla 7: Porcentaje de lignina en (*Pennisetum purpureum*) a los 30, 60 y 90 días.

Muestras	Estado Fenológico (días)			EE	P valor
	30	60	90		
Hojas	5,15 ^a	3,46 ^a	3,43 ^a	0,44	0,0528
Tallos	4,01 ^a	10,24 ^b	17,12 ^c	0,34	<0,0001
Tallos y hojas	4,08 ^a	5,91 ^b	9,70 ^c	0,15	<0,0001

Al igual que los componentes fibrosos, el contenido de lignina de las hojas no presentó variación a los 30 días; sin embargo, en tallos y planta completa se

observó diferencia entre los tres periodos de corte, siendo mayor ($p < 0,0001$) a los 90 días con porcentaje de 17,12% y 9,7% respectivamente.

7. Discusión

El estado fenológico afectó de manera directa la composición bromatológica del pasto maralfalfa en las condiciones agroecológicas de la Amazonía sur ecuatoriana. El contenido de materia seca de las hojas se incrementó a medida que avanzó el estadio con valores promedios de 15,8% a los 30 días y 29,9% a los 90 días de corte; estos resultados varían con los reportados por Ramírez (2009), en un análisis sobre la producción de biomasa y calidad nutricional de esta especie realizado en Colombia, quien obtuvo valores de MS entre 13% y 18%, podría estar asociado al tiempo de cosecha, aunque no se detalla. Por otro lado, Vimos *et al* (2020), en una investigación sobre el rendimiento productivo del *Pennisetum sp.* en Ecuador, reportaron valores cercanos al 16%, es decir dentro del rango de valores obtenidos a los 30 días en nuestro estudio; así mismo, Cruz *et al* (2022), en su trabajo sobre la extrusión húmeda y tratamiento químico del pasto maralfalfa en Colombia, reportó un contenido de materia seca del 14,4%, que también se encuentra dentro del rango de valores obtenidos en el estudio, debido a que el terreno puede tener la misma composición del cual se realizó.

El contenido de ceniza no varió con el estado fenológico, con valores promedios cercanos al 10%; estos resultados son inferiores a los reportados por Guerrero (2012) que en una publicación realizada en Ecuador, para evaluar el comportamiento agronómico y valor nutricional de tres tipos de pasto de corte a los 30 y 60 días registró valores de 12,79% a 17,72%. Así mismo, inferiores a los registrados por Heriberto *et al* (2021) en el estado de México de 15,10% a 16,10% a los 60 a 90 días respectivamente; mientras que Cifuentes *et al* (2012) reportó valores de 9,75% a 15,84% en una evaluación nutricional de maralfalfa en diferentes etapas de crecimiento en Chiapas, México. Estos valores son superiores a los registrados en nuestra investigación, lo que sugiere que el contenido de cenizas puede variar en función de la región geográfica y las condiciones de manejo.

El contenido proteico de la planta completa fue mayor a los 30 días con 13,36%; resultado superior al reportado por Peña *et al* (2020) que fue del 11,60% en su estudio utilizando residuos de langostino fermentado con bacterias ácido-lácticas como biofertilizante en el Perú. Por otro lado, Salazar (2019), encontró que

la proteína del pasto maralfalfa varió de 12,67% a 11,08% en un rango de muestreo de 75 a 90 días, este estudio se centró en la producción, bromatología y atributos agronómicos de la maralfalfa según el tipo de abono y la frecuencia de corte en Perú. Finalmente, Robledo (2017), encontró que la proteína del pasto maralfalfa varió de 7,30% a 6,7% en un rango de muestreo de 48 a 60 días, En general, se puede observar que el contenido de proteína del pasto maralfalfa disminuye significativamente conforme avanza el tiempo.

Se observó una marcada tendencia a incrementar las fracciones fibrosas del pasto a medida que avanza el tiempo de corte; así el contenido de FDN de las hojas varió de 67,5% a los 30 días a 78,3% a los 90 días. Otros autores como Gómez *et al.* (2015) en México en estudios sobre composición química y producción del pasto *Pennisetum purpureum* en la época de lluvias y diferentes estados de madurez registraron valores de FDN que oscilaron entre 63,42% y 75,05% en un período de muestreo de 30 a 90 días, que en comparación con los valores de nuestro estudio presenta similitud. De igual manera Idrogo (2020) en su estudio sobre potencial nutricional de tres gramíneas C4 en el valle de Cajamarca registro valores de 65,06% y 69,32% en un período de muestreo de 40 a 60 días. Gurrola *et al.* (2020) encontró valores de FDN que van desde 69,70% hasta 76,20% en pasto *Pennisetum sp* en México, en diferentes cortes durante la época seca.

Los niveles de FDA variaron de 41,1% a 48% a los 30 y 90 días de corte respectivamente; resultados similares fueron reportados por Álvarez *et al* (2021) en el estudio sobre rendimiento y composición química del pasto maralfalfa a diferente edad, con valores de 35,35% y 51,09% a los 30 y 90 días respectivamente. Por otro lado, Naranjo *et al* (2022) en el estudio sobre caracterización bromatológica de pastos en seis municipios del Colombia registraron 40,61% a los 29 y 47 días de muestreo. Así mismo, Martínez *et al* (2019) en el estudio sobre el efecto del biol en la producción de biomasa y calidad del pasto Maralfalfa (*Pennisetum sp*) en Nicaragua reportó valores de 37,59% y 53,07% a los 30 y 45 días de corte. Es importante destacar que el contenido de FDA se incrementa a medida que el pasto madura, como consecuencia de una mayor concentración de su materia seca.

El contenido de lignina presentó valores de 4,08 a 9,7%; resultados similares fueron reportados por Berumen *et al* (2021) en el estudio sobre rendimiento y calidad de del pasto maralfalfa cosechado a diferentes edades de rebrote en México, con valores entre 4,6% y 6,7%. Así mismo, Correa (2006) en el estudio sobre la calidad nutricional del pasto maralfalfa (*Pennisetum sp*) cosechado a dos edades de rebrote, reportó 7,05% a 9,61% de lignina a los 56 y 105 días respectivamente. Por su parte, Ventura *et al* (2017) registró valores más altos de lignina con 18,41% y 18,8%, en el estudio sobre la producción de bioetanol de segunda generación a partir de la biomasa de maralfalfa en México; lo que sugiere que el contenido de lignina al igual que los otros componentes fibrosos del pasto, se incrementa con la edad de corte.

8. Conclusiones

- La edad de corte influye de manera directa en la composición bromatológica del pasto maralfalfa, con marcado incremento en el contenido de materia seca y cenizas; y, disminución de la proteína cruda a medida que avanza la edad de corte.
- El contenido de FDN, FDA y lignina se incrementa con el estado fenológico, con valores muy altos a los 90 días de corte, lo cual puede afectar la digestibilidad y valor nutritivo del pasto.

9. Recomendaciones

- Realizar un corte de aprovechamiento del pasto a los 30 días para ganado bovino ya que se posee un alto índice de proteína, por otro lado, a los 60 días aprovechar este corte para el alimento de cobayos, por su materia seca dejando secar previo a la alimentación .
- Planificar el aprovechamiento del forraje a una edad temprana (60 días) ya que a medida que avanza la edad de corte, las fracciones fibrosas se incrementan y los niveles de proteína disminuyen, afectando su digestibilidad y valor nutritivo.
- Desarrollar nuevos trabajos de investigación orientados a evaluar el rendimiento y valor nutritivo de esta especie, bajo mejores condiciones de manejo, como fertilización y control periódico de malezas.

10. Bibliografía

- Álvarez-Vázquez, P., Mendoza-Pedroza, S. I., Cadena-Villegas, S., Calzada-Marín, J. M., Ortega-Jiménez, E., Vaquera-Huerta, H., ... & Rivas-Jacobo, M. A. (2021). Cambios en el rendimiento y composición química del pasto maralfalfa (*Cenchrus sp*) a diferente edad. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 44(4-A), 729-729.
- Andrade, D. (2010). *Evaluación de dos sistemas y tres distancias de siembra del pasto Maralfalfa (Pennisetum sp.) en la localidad de Chalguayacu, cantón Cumanda, provincia de Chimborazo*. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
- Ávalos, D. 2009. Reproducción Vegetativa del Pasto Maralfalfa (*Pennisetum sp*) y su Respuesta a la Fertilización Química y Orgánica en la Granja Laguacoto II, Cantón Guaranda, Provincia Bolívar. Tesis de Pregrado Médico Veterinaria y Zootecnia, Universidad Estatal de Bolívar, Ecuador.
- Bardales, N. C. (2019). *Dosis de estiércol de vacuno compostado con microorganismos eficaces y su efecto en el rendimiento forrajero del pasto maralfalfa (Pennisetum sp.), en Zungarococha, Iquitos - 2016* [Universidad Nacional de la Amazonía Peruana]. <http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/handle/20.500.12737/6364>
- Benarés, MR (2021). *Sistema de pastoreo: Producción ecológicamente sostenible*. Engormix. <https://www.engormix.com/ganaderia-carne/articulos/sistema-pastoreo-produccion-ecologicamente-t47849.htm>
- Benítez, A. (1980). *Pastos y forrajes*, Universidad Central del Ecuador, Editorial Universitaria. Quito Ecuador.
- Bernal Restrepo, J., & Moreno Durán, G. (1979). *Pastos para corte y pastoreo*. Acción Cultural Popular; Editora Dosmil.
- Berumen, C. A. N., Carreón, F. O. C., Serna, R. R., Estrada, O. R., Martínez, P. A. D., & Torres, E. H. (2021). Rendimiento y calidad de forraje obtenido con el pasto maralfalfa cosechado a diferentes edades de rebrote en Durango, México. *Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes*, (84).

- Buelvas Ramirez, M. A. (2009). Evaluación de tres tipos de fertilizantes sobre la producción de biomasa y calidad nutricional del pasto Maralfalfa (*Pennisetum sp*) cosechado a cuatro estadios de crecimiento diferentes.
- Carreño, J. (2009). *Manual de siembra, cultivo y manejo del pasto Maralfalfa*. Finca la Milagrosa y Maralfalfa2.com. Recuperado de <https://studylib.es/doc/748622/manual-de-siembra-y-cultivo-maralfalfa>
- Cifuentes, L. C., Coutiño, B. D., Zebadúa, M. Á. O., Cruz, A. M., Muñoz, B. S., De, C., ... & Toral, J. N. (2012). Evaluación nutricional de maralfalfa (*Pennisetum spp*) en las diferentes etapas de crecimiento en el rancho San Daniel, municipio de Chiapa de Corzo, Chiapas. *Quehacer Científico Chiapas*, 1, 19-23.
- Correa, H. J. (2006). Calidad nutricional del pasto maralfalfa (*Pennisetum sp*) cosechado a dos edades de rebrote. *Livestock Research for Rural Development*, 18(6), 326-335.
- Correa, H. J. (2007). Pasto Maralfalfa: mitos y realidades. *AGROSAVIA*, 1–43. <https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/37707>
- Cortes, D. (2007). Especies forrajeras para la alimentación de bovinos. *Slideshare Tecnológico Nacional*. Recuperado de: <https://es.slideshare.net/dayroenriquecortesmartinez/libro-pastos>
- Cruz, L. J. J. J., Correa-Cardona, H. J., & Giraldo-Mejía, Á. (2022). Extrusión húmeda y tratamiento químico del pasto maralfalfa (*Pennisetum sp*). *Revista MVZ Córdoba*, 27(3), e2528-e2528.
- Cunuhay Pilatásig, J. A., & Choloquina Choloquina, M. T. (2011). *Evaluación de la adaptación del pasto Maralfalfa (Pennisétum sp), en dos pisos altitudinales con tres distancias de siembras en el campus Juan Lunardi y Naste del cantón Paute* (Bachelor's thesis).
- Dominguez, R. R. (2014). *Pasto maralfalfa establecimiento, manejo y aprovechamiento en ganado caprino*. ICAMEX. <https://icamex.edomex.gob.mx/sites/icamex.edomex.gob.mx/files/files/publicaciones/2014/pasto%20maralfalfa.pdf>
- Farras, J. (1981). *Manual Práctico de Agricultura*, 5ta edición, Barcelona España.
- Fernández Idrogo, G. (2020). Potencial nutricional de tres gramíneas c4 en el valle de Cajamarca.

- Gallardo, M. (2007). *Dietas balanceadas con forrajes conservados: la importancia de diagnosticar la calidad nutricional*. Ficha, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Argentina.
- Gómez Gurrola, J. A., Sangines García, L. & Loya Olguin, J. L. (2015). Composición química y producción del pasto *Pennisetum purpureum* en la época de lluvias y diferentes estados de madurez.
- Gualoto Lata, G. A. (2018). *Evaluación de diferentes niveles de harina de Pennisetum violaceum (maralfalfa) en la elaboración de bloques nutricionales y su utilización en la alimentación de cuyes en la etapa de crecimiento y engorde* (Bachelor's thesis, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo).
- Guerrero Peñafiel, J. M. (2012). Comportamiento agronómico y valor nutricional de tres pastos de corte king grass (*pennisetum purpureum x pennisetum typhoides*), king grass morado (*pennisetum spp*) y maralfalfa (*pennisetum hybridum*) en el recinto la Independencia del cantón Ponce Enríquez, provincia del Azuay.
- Gurrola, A. G., Olguin, J., Ramírez, J. C. R., & Meza, J. A. B. (2020). Composición química y producción del pasto *Pennisetum sp* (Maralfalfa) en la época de secas en diferentes cortes. *EDUCATECONCIENCIA*, 28(29), 268-278.
- Hargreaves, A. (1994). *Utilización de ensilaje para vacas lecheras. Estrategia de suplementación con ensilaje en pastoreo*. INIA. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.14001/31668>
- Heriberto, H., Carrete-Carreón, F. O., Reyes-Estrada, O., Sánchez-Arroyo, J. F., & Araiza-Rosales, E. E. (2021). Rendimiento y valor nutricional del pasto maralfalfa (*Pennisetum sp.*) a diferentes edades. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 44(2), 143-143.
- Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INÍA) (2018). *Algunos conceptos sobre calidad de forrajes*. [Ficha Técnica]. <http://www.inia.uy/Publicaciones/Paginas/publicacionAINFO-58999.aspx>
- Intriago Cobeña, G. F., & Quiroz Álava, D. A. (2018). *Respuesta del pasto maralfalfa (pennisetum sp.) A dosis crecientes de nys bajo condiciones del valle del río carrizal* (Bachelor's thesis, Calceta: ESPAM MFL).

- Jiménez, W. (2021). Pastos y forrajes: conoce sus tipos, producción y manejo. *Agrotendencia.tv*. Recuperado de: <https://agrotendencia.tv/agropedia/pastos-y-forrajes/pasto-y-forraje-produccion-manejo-tipos-y-uso/>
- León, R., Bonifaz, N., & Gutiérrez, F. (2018). *Pastos y forrajes del Ecuador: siembra y producción de pasturas*.
- López, E. (2013). Manual del protagonista: Pastos y forrajes. *INATEC Tecnológico Nacional*. Recuperado de: https://www.academia.edu/40214187/PASTOS_Y_FORRAJES_PASTOS_Y_FORRAJES_INSTITUTO_NACIONAL_TECNOL%3%93GICO_DIRECCI%3%93N_GENERAL_DE_FORMACI%3%93N_PROFESIONAL_MANUAL_DEL_PROTAGONISTA_ESPECIALIDAD_AGROPECUARIA_NIVEL_DE_FORMACI%3%93N_T%3%89CNICO_GENERAL
- Martínez García, D. A., & Leiva Estrada, K. A. (2019). *Efecto del biol sobre la producción de biomasa y calidad del pasto Maralfalfa (Pennisetum sp), en un segundo rebrote, Centro Experimental El Plantel, 2018* (Doctoral dissertation, Universidad Nacional Agraria).
- Maza, L., Vergara, O., & Paternina, E. (2011). Evaluación química y organoléptica del ensilaje de maralfalfa (*Pennisetum sp.*) más yuca fresca (*Manihot esculenta*). *Revista MVZ Córdoba*, 16(2), 2528-2537.
- Naranjo-Guerrero, L. F., Rodríguez-Colorado, N., & Uron-Castro, C. A. (2022). Caracterización bromatológica de pastos en seis municipios del Departamento de Norte de Santander; Colombia: Bromatological characterization of pastures in six municipalities of the Department of Norte de Santander; Colombia. *Scientia et Technica*, 27(4), 245-252.
- Peña García, P., Querevalú Ortiz, J., Ochoa Mogollón, G., & Sánchez Suárez, H. (2020). Ensilado biológico de residuos de langostino fermentado con bacterias ácido-lácticas: Uso como biofertilizante en cultivo de pasto y como alimento para cerdos de traspatio. *Scientia Agropecuaria*, 11(4), 459-471.

- Peña, C. (2010). *Determinacion de cenizas totales o residuo mineral*. Avibert. <http://avibert.blogspot.com/2010/12/determinacion-de-cenizas-totales-o.html>
- Ramírez, J. (2016). Composición química de ensilado de pasto maralfalfa (*Pennisetum glaucum x Pennisetum purpureum*) Fertilizado con triple 17 e inoculado con sil-all 4x4. [Tesis de pregrado, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro División De Ciencia Animal Nutrición Animal]. <https://red.uao.edu.co/bitstream/handle/10614/10053/T07714.pdf?sequence=1>
- Robledo, F. O., Estrada, O. R., Carreón, F. O. C., Arroyo, J. F. S., Torres, E. H., Ortiz, M. M., & Serna, R. R. (2017). Nutritional and fermentative quality of maralfalfa (*Pennisetum sp.*) silages at different cutting ages and ground corn levels. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias*, 49(2), 345-353.
- Ruiz Cárdenas, R. R. (2016). Establecimiento y respuesta a la frecuencia de corte de maralfalfa (*Pennisetum sp.*) vs. Camerun (*Pennisetum purpureum* Schum. cv. Cameroon) en el distrito de Contamaná, provincia de Ucayali, Loreto.
- Salazar Berríos, F. E. (2019). Producción, bromatología y atributos agronómicos de Maralfalfa (*Pennisetum Sp.*), según tipo de abono y frecuencia de corte.
- Sierra, R. (Ed) 1999. Propuestas preliminares de un Sistema de Clasificación de Vegetación para el Ecuador Continental. Proyecto INEFAN/GEF-BIRF y Ecociencia. Quito, Ec.
- Terranova. (1995). Producción Agrícola, tomo 2, Editorial Terranova, Bogotá, Colombia.
- Toral, O. (2005). La utilización del germoplasma arbóreo forrajero. En: *Silvopastoreo: un nuevo concepto del pastizal*. EEPF Indio Hatuey. Matanzas.
- Vargas, J. M. (2016). *La composición química de los forrajes determina su calidad*. Uam.mx. http://sgpwe.izt.uam.mx/files/users/uami/mvzjmvvr/calidad_de_forraje.pdf
- Ventura Ríos, J., Honorato Salazar, J. A., Hernández Garay, A., Aburto Anell, J. A., Vaquera Huerta, H., & Enríquez Quiroz, J. F. (2017). Composición química y rendimiento de biomasa de maralfalfa para producción de

bioetanol de segunda generación. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 8(1), 215-221.

- Viloria, F. M. (2019). Ficha Técnica Pasto Maralfalfa (*Pennisetum violaceum* o *Pennisetum sp.*). *Info Pastos y Forrajes*. <https://infopastosyforrajes.com/pasto-de-corte/pasto-maralfalfa/>
- Vimos, C. (2017). Manejo agroecológico de maralfalfa con varios niveles de abono orgánico comercial más una base de enraizador en los suelos de la facultad de ciencias pecuarias. [Tesis de pregrado, Escuela Superior Politécnica De Chimborazo Facultad De Ciencias Pecuarias Escuela De Ingeniería Zootécnica]. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/8154/1/17T1521.pdf>
- Vimos, C. F., Toalombo, P. A., Diaz, H., & Trujillo, J. V. (2020). Rendimiento productivo del *Pennisetum sp.* con varios niveles de sustancias húmicas más una base de enraizador. *Archivos de zootecnia*, 69(265), 226-232.

11. Anexos

Anexo 1: Resultados del análisis de varianza (ADEVA)

Materia seca (hojas)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
MS (hojas)	9	0,99	0,99	2,21

Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	309,31	2	154,65	568,11	<0,0001
Tratamiento	309,31	2	154,65	568,11	<0,0001
Error	1,63	6	0,27		
Total	310,94	8			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,30710

Error: 0,2722 gl: 6

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
1	15,77	3	0,30	A
2	25,03	3	0,30	B
3	29,90	3	0,30	C

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

MS (tallos)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
MS (tallos)	9	0,99	0,99	4,23

Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	475,53	2	237,76	513,16	<0,0001
Tratamiento	475,53	2	237,76	513,16	<0,0001
Error	2,78	6	0,46		
Total	478,31	8			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,70528

Error: 0,4633 gl: 6

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
1	7,07	3	0,39	A
2	16,33	3	0,39	B
3	24,87	3	0,39	C

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

MS (T+H)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
MS (T+H)	9	1,00	1,00	2,52

Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
------	----	----	----	---	---------

Modelo	416,72	2	208,36	961,66	<0,0001
Tratamiento	416,72	2	208,36	961,66	<0,0001
Error	1,30	6	0,22		
Total	418,02	8			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=1,16612

Error: 0,2167 gl: 6

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
1	9,73	3	0,27	A
2	19,33	3	0,27	B
3	26,33	3	0,27	C

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

Cz (hojas)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Cz (hojas)	9	0,20	0,00	15,27

Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	3,82	2	1,91	0,73	0,5185
Tratamiento	3,82	2	1,91	0,73	0,5185
Error	15,59	6	2,60		
Total	19,41	8			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=4,03878

Error: 2,5990 gl: 6

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
3	9,74	3	0,93	A
1	10,60	3	0,93	A
2	11,33	3	0,93	A

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

Cz (tallos)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Cz (tallos)	9	1,00	1,00	1,24

Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	25,95	2	12,97	1240,86	<0,0001
Tratamiento	25,95	2	12,97	1240,86	<0,0001
Error	0,06	6	0,01		
Total	26,01	8			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,25617

Error: 0,0105 gl: 6

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
3	6,02	3	0,06	A
2	8,55	3	0,06	B
1	10,14	3	0,06	C

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

Cz (T+H)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Cz (T+H)	9	0,99	0,99	1,56

Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	16,50	2	8,25	409,44	<0,0001
Tratamiento	16,50	2	8,25	409,44	<0,0001
Error	0,12	6	0,02		
Total	16,63	8			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,35567*Error: 0,0202 gl: 6*

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
3	7,55	3	0,08	A
2	8,85	3	0,08	B
1	10,84	3	0,08	C

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

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
P(hojas)	9	0,99	0,99	3,70

Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	196,56	2	98,28	482,27	<0,0001
Tratamiento	196,56	2	98,28	482,27	<0,0001
Error	1,22	6	0,20		
Total	197,79	8			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,13094*Error: 0,2038 gl: 6*

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
2	8,21	3	0,26	A
3	9,61	3	0,26	B
1	18,75	3	0,26	C

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

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
P (tallos)	9	0,99	0,99	8,98

Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	116,11	2	58,06	270,29	<0,0001
Tratamiento	116,11	2	58,06	270,29	<0,0001

Error	1,29	6	0,21
Total	117,40	8	

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=1,16106

Error: 0,2148 gl: 6

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
2	2,28	3	0,27	A
3	2,98	3	0,27	A
1	10,23	3	0,27	B

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

P (T+H)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
P (T+H)	9	0,99	0,99	5,89

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	136,84	2	68,42	316,83	<0,0001
Tratamiento	136,84	2	68,42	316,83	<0,0001
Error	1,30	6	0,22		
Total	138,14	8			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=1,16421

Error: 0,2160 gl: 6

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
2	4,59	3	0,27	A
3	5,71	3	0,27	A
1	13,36	3	0,27	B

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

FDN (hojas)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
FDN (hojas)	9	0,49	0,32	16,32

Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	673,74	2	336,87	2,85	0,1346
Tratamiento	673,74	2	336,87	2,85	0,1346
Error	708,14	6	118,02		
Total	1381,89	8			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=27,21657

Error: 118,0239 gl: 6

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
3	55,14	3	6,27	A
1	68,46	3	6,27	A
2	76,08	3	6,27	A

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

FDN (tallos)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
FDN (tallos)	9	0,99	0,99	1,13

Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	510,14	2	255,07	343,61	<0,0001
Tratamiento	510,14	2	255,07	343,61	<0,0001
Error	4,45	6	0,74		
Total	514,60	8			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=2,15846

Error: 0,7423 gl: 6

Tratamiento	Medias	n	E.E.
1	65,43	3	0,50 A
2	80,43	3	0,50 B
3	82,23	3	0,50 B

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)***FDN (T+H)**

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
FDN (T+H)	9	1,00	1,00	0,28

Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	227,63	2	113,81	2583,44	<0,0001
Tratamiento	227,63	2	113,81	2583,44	<0,0001
Error	0,26	6	0,04		
Total	227,89	8			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,52583

Error: 0,0441 gl: 6

Tratamiento	Medias	n	E.E.
1	67,46	3	0,12 A
2	77,93	3	0,12 B
3	78,31	3	0,12 B

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

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
FDA (hojas)	9	0,59	0,46	15,54

Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	264,85	2	132,42	4,36	0,0677
Tratamiento	264,85	2	132,42	4,36	0,0677
Error	182,15	6	30,36		
Total	447,00	8			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=13,80353

Error: 30,3587 gl: 6

Tratamiento	Medias	n	E.E.
3	27,80	3	3,18 A
2	39,12	3	3,18 A
1	39,48	3	3,18 A

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

FDA (tallos)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
FDA (tallos)	9	0,98	0,97	2,46

Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	383,96	2	191,98	128,11	<0,0001
Tratamiento	383,96	2	191,98	128,11	<0,0001
Error	8,99	6	1,50		
Total	392,96	8			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=3,06685

Error: 1,4986 gl: 6

Tratamiento	Medias	n	E.E.
1	41,32	3	0,71 A
2	50,63	3	0,71 B
3	57,24	3	0,71 C

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

FDA (T+H)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
FDA (T+H)	9	0,97	0,96	1,32

Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	72,70	2	36,35	103,89	<0,0001
Tratamiento	72,70	2	36,35	103,89	<0,0001
Error	2,10	6	0,35		
Total	74,80	8			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=1,48188

Error: 0,3499 gl: 6

Tratamiento	Medias	n	E.E.
1	41,10	3	0,34 A
2	45,19	3	0,34 B
3	48,02	3	0,34 C

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

LDA (hojas)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
LDA (hojas)	9	0,62	0,50	18,98

Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	5,79	2	2,90	5,00	0,0528
Tratamiento	5,79	2	2,90	5,00	0,0528
Error	3,48	6	0,58		
Total	9,27	8			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=1,90738

Error: 0,5797 gl: 6

Tratamiento	Medias	n	E.E.
3	3,43	3	0,44 A
2	3,46	3	0,44 A
1	5,15	3	0,44 A

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

LDA (tallos)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
LDA (tallos)	9	0,99	0,99	5,71

Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	258,07	2	129,03	363,49	<0,0001
Tratamiento	258,07	2	129,03	363,49	<0,0001
Error	2,13	6	0,35		
Total	260,20	8			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=1,49264

Error: 0,3550 gl: 6

Tratamiento	Medias	n	E.E.
1	4,01	3	0,34 A
2	10,20	3	0,34 B
3	17,12	3	0,34 C

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

LDA (T+H)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
LDA (T+H)	9	0,99	0,99	4,01

Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	49,32	2	24,66	356,56	<0,0001
Tratamiento	49,32	2	24,66	356,56	<0,0001
Error	0,41	6	0,07		
Total	49,74	8			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,65887

Error: 0,0692 gl: 6

Tratamiento Medias n E.E.

1	4,08	3	0,15	A
2	5,91	3	0,15	B
3	9,70	3	0,15	C

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

Anexo 2: Fotografías del trabajo de campo y laboratorio



Figura 4: Corte de establecimiento



Figura 3: Recolección del pasto maralfalfa al primer mes



Figura 5: Recolección del pasto maralfalfa al segundo mes



Figura 6: Recolección del pasto maralfalfa al tercer mes



Figura 7: Procesamiento de muestras para materia seca



Figura 8: Procesamiento de muestras para proteína



Figura 9: Procesamiento de muestras para fibras

Anexo 3: Certificado de Inglés

Loja, 13 de junio de 2023

Yo, **Luis Alejandro Torres Agila**, con cédula de identidad **1105398679**; Licenciado en Pedagogía del Idioma Inglés graduado de la Universidad Nacional de Loja con registros de la Senescyt 1008-2023-2598024 respectivamente, certifico:

Que tengo el conocimiento del idioma inglés FCE B2, y que la traducción del resumen de trabajo de titulación: "COMPOSICIÓN BIOQUÍMICA DEL PASTO MARALFALFA (*Pennisetum spp*) EN LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL "EL PADMI" DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA", cuya autoría del estudiante Dennis Alexander Santos Calva, con cédula de identidad 1104399710, es verdadero a mi mejor saber y entender.

Atentamente,



Lic. Luis Alejandro Torres Agila

EFL TEACHER