



Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión
Facultad de Ingeniería Agraria, Industrias Alimentarias y Ambiental
Escuela Profesional de Ingeniería Zootécnica

**Influencia de la edad de la planta en la producción y calidad nutricional de la
maralfalfa (*Pennisetum sp.*) en la época invernal**

Tesis

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Zootecnista

Autora

Lillian Ingrid Saez Tamariz

Asesor

M(O). Rufino Maximo Maguiña Maza

Huacho – Perú

2024



Reconocimiento - No Comercial – Sin Derivadas - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

Reconocimiento: Debe otorgar el crédito correspondiente, proporcionar un enlace a la licencia e indicar si se realizaron cambios. Puede hacerlo de cualquier manera razonable, pero no de ninguna manera que sugiera que el licenciante lo respalda a usted o su uso. **No Comercial:** No puede utilizar el material con fines comerciales. **Sin Derivadas:** Si remezcla, transforma o construye sobre el material, no puede distribuir el material modificado. **Sin restricciones adicionales:** No puede aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros de hacer cualquier cosa que permita la licencia.



UNIVERSIDAD NACIONAL
JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN
LICENCIADA

(Resolución de Consejo Directivo N° 012-2020-SUNEDU/CD de fecha 27/01/2020)

“Año de la unidad, la paz y el desarrollo”

Facultad de Ingeniería Agraria, Industrias Alimentarias y Ambiental

Escuela Profesional de Ingeniería Zootécnica

INFORMACIÓN

| DATOS DEL AUTOR (ES): | | |
|--|------------|------------------------------|
| NOMBRES Y APELLIDOS | DNI | FECHA DE SUSTENTACIÓN |
| Lillian Ingrid Saez Tamariz | 73125961 | 28/04/2023 |
| | | |
| DATOS DEL ASESOR: | | |
| NOMBRES Y APELLIDOS | DNI | CÓDIGO ORCID |
| M (o) Rufino Maximo Maguiña Maza | 15733560 | 0000-0001-7795-5727 |
| DATOS DE LOS MIEMROS DE JURADOS – PREGRADO/POSGRADO-MAESTRÍA-DOCTORADO: | | |
| NOMBRES Y APELLIDOS | DNI | CODIGO ORCID |
| Ing. Luis Miguel Chavez Barbery | 15759159 | 0000-0001-7816-1582 |
| M (o) Pedro Martin Rios Salazar | 15591709 | 0000-0002-4748-5557 |
| Dr. Felix Esteban Airahuacho Bautista | 40769786 | 0000-0001-7484-0449 |
| | | |
| | | |

ANEXO 08

DECLARACIÓN JURADA DEL INVESTIGADOR Y ASESOR

Yo, LILLIAN INGRID SAEZ TAMARIZ

identificado con D.N.I N.º 73125961, declaro bajo juramento que la investigación titulada:

INFLUENCIA DE LA EDAD DE LA PLANTA EN LA PRODUCCIÓN
Y CALIDAD NUTRICIONAL DE LA MARALFALFA (Pennisetum sp.)
EN LA ÉPOCA INVERNAL.

Es ASESORADO: Por M(O). RUFINO MAXIMO MAGUÑA MAZA

Con código Orcid: 0000-0001-7795-5727 y DNI N.º 15733560

Adscrito a la Facultad de INGENIERIA AGRARIA, IND. ALIMENTARIAS Y AMBIENTAL,
es original, para obtener el (título profesional/Grado Académico) de:
INGENIERO ZOOTECNISTA

El cual será desarrollada de manera: Individual grupal

Firmo la Declaración Jurada; doy fe y conformidad que la investigación es inédita y debidamente referenciada, caso contrario, me someto a la sanción correspondiente.

Huacho, 22 de MARZO del 2024.


RUFINO MAXIMO MAGUÑA MAZA
INGENIERO ZOOTECNISTA
CIP 93147
Firma y sello del Asesor


Firma del investigador

Rumbo a la acreditación total

**UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ FAUSTINO
SÁNCHEZ CARRIÓN**

**FACULTAD DE INGENIERÍA AGRARIA, INDUSTRIAS
ALIMENTARIAS Y AMBIENTAL**

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ZOOTÉCNICA

**INFLUENCIA DE LA EDAD DE LA PLANTA EN LA PRODUCCION Y
CALIDAD NUTRICIONAL DE LA MARALFALFA (*Pennisetum sp*) EN
LA EPOCA INVERNAL**

Ing. Luís Miguel Chávez Barbery

Presidente

M(o). Pedro Martín Ríos Salazar

Secretario

Dr. Felix Esteban Airahuacho Bautista

Vocal

M(o). Rufino Maximo Maguiña Maza

Asesor

HUACHO-PERU

2021

Dedicatorias

Con cariño dedico este trabajo de investigación, en especial a mis padres y hermanos, quienes son la razón y motivo de superación, pilares fundamentales para seguir escalando en este sendero hasta llegar a la realización plena como profesional. Gracias por acompañarme en una de las tantas tareas de mi vida, por todo el apoyo, la confianza, la tolerancia y el mejor ejemplo de inculcarme la importancia de la educación para la vida; enseñándome día a día que todas las cosas hay que valorarlas, trabajarlas y luchar para lograr los objetivos, metas y anhelos.

A todos aquellos que creyeron en mí. Mi familia y amigos quienes desafiaron con su buena fe, mi espíritu de guerrera, convirtiéndose así en fieles compañeros junto a mí en esta batalla. Gracias familia y amigos.

A mi asesor de tesis, gracias por aceptar esta responsabilidad y vivir esta experiencia educativa juntos, que Dios le guíe en este nuevo proyecto de vida profesional.

Agradecimientos

Primeramente agradezco a Dios y a la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión por haberme aceptado ser parte de ella y abierto las puertas de su seno científico para poder estudiar mi carrera, así como también a los diferentes docentes que brindaron sus conocimientos y su apoyo para seguir adelante día a día.

Agradezco también a mi Asesor de Tesis, el Ing. Rufino Maguiña Maza, por haberme brindado la oportunidad de recurrir a su capacidad y conocimiento científico, así como también haberme tenido toda la paciencia del mundo para guiarme durante todo el desarrollo de la tesis y a todas aquellas personas que de una u otra manera me brindaron su total colaboración o aportaron en la ejecución del trabajo de investigación.

Agradezco también a mis padres Betty, Manuel y a mis hermanos Julio, Jambell y Joshimar por todo el apoyo en cada momento y así sumando con un granito de arena para poder culminar este proyecto. Les agradezco y hago presente mi gran afecto hacia ustedes, mi hermosa familia.

Para finalizar agradezco a Miguel el compañero de mis días con cariño, por la fortaleza, comprensión, amor y el empujoncito que me brinda cada día.

INDICE

| | |
|---|----|
| INTRODUCCION | 10 |
| CAPITULO I PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA | 11 |
| 1.1 Descripción de la realidad problemática | 11 |
| 1.2 Formulación del problema | 12 |
| 1.3 Objetivos de la investigación | 12 |
| 1.4 Justificación de la investigación | 12 |
| 1.5 Delimitación del estudio | 13 |
| 1.6 Viabilidad del estudio | 13 |
| | |
| CAPITULO II MARCO TEÓRICO | 14 |
| 2.1 Antecedentes de la investigación | 14 |
| 2.2 Bases teóricas | 15 |
| 2.3 Definiciones de términos básicos | 21 |
| 2.4 Hipótesis | 22 |
| 2.5 Operacionalización de las variables | 23 |
| CAPITULO III METODOLOGÍA | 24 |
| 3.1 Lugar de ejecución | 24 |
| 3.2 Tipo de investigación | 24 |
| 3.3 Materiales | 24 |
| 3.4 Métodos | 25 |
| 3.5 Variables | 25 |
| 3.4.1 Variable Independiente | 25 |
| 3.4.2 Variable dependientes | 25 |
| 3.6 Técnicas para la obtención de datos | 26 |
| 3.7 Análisis estadístico | 26 |
| CAPITULO IV RESULTADOS | 27 |
| 4.1 Peso de planta | 27 |
| 4.2 Número de tallos | 27 |
| 4.3 Peso de tallo | 28 |

| | | |
|--|--|----|
| 4.4 | Altura de planta | 28 |
| 4.5 | Rendimiento en materia verde | 29 |
| 4.6 | Rendimiento en materia seca | 29 |
| 4.7 | Rendimiento de proteína en materia seca | 30 |
| 4.8 | Contenido nutricional | 30 |
| 4.9 | Correlación de las características de la planta y su contenido nutricional | 31 |
| 4.10 | Regresión lineal y cuadrática en relación a la edad | 32 |
| CAPITULO V DISCUSIONES | | 33 |
| CAPITULO VI CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | | 36 |
| 5.1 | Conclusiones | 36 |
| 5.2 | Recomendaciones | 36 |
| CAPITULO VII REFERENCIA BIBLIOGRAFICA | | 37 |
| ANEXO | | 43 |

INDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1. Operacionalización de las variables..... | 25 |
| Tabla 2. Peso de planta de maralfalfa según edad de corte | 30 |
| Tabla 3. Número de tallos de maralfalfa según edad de corte | 30 |
| Tabla 4. Peso de tallo de maralfalfa según edad de corte | 31 |
| Tabla 5. Altura de planta de maralfalfa según edad de corte..... | 31 |
| Tabla 6. Rendimiento forrajero en materia verde según edad de corte | 32 |
| Tabla 7. Rendimiento forrajero en materia seca según edad de corte | 32 |
| Tabla 8. Rendimiento proteico en materia seca según edad de corte | 33 |
| Tabla 9. Contenido nutricional según la edad de corte (en base seca) | 33 |
| Tabla 10. Coeficiente de correlación de Pearson de los principales indicadores | 34 |

RESUMEN

Objetivo: Determinar la influencia de la edad de planta en la producción y la calidad forrajera del *Pennisetum sp.* “maralfalfa” en la época de invierno. **Métodos:** Se utilizaron 216 accesiones distribuidas en tres sitios de 60 m² cada una, ubicada en el Campo Agrostológico de la Escuela Profesional de Ingeniería Zootécnica de la UNJFSC. Se evaluaron cuatro edades de corte (63, 77, 91 y 105 días). Las variables respuesta evaluadas fueron, el peso de planta (kg), número de tallos, peso de tallo (g), altura de planta (cm), rendimiento en materia verde, materia seca y proteína (t/ha) y porcentajes de nutrientes. Los datos obtenidos se analizaron utilizando el análisis de varianza de un diseño de bloques completos al azar con sub muestreo. **Resultados:** El peso de planta (PP), peso de tallo (PT), rendimiento forrajero en materia verde y seca, se encontró una diferencia altamente significativa ($p < 0.01$) a favor de la edad de 105 días, igual modo en la altura de planta (AP) y rendimiento proteico se encontró una diferencia significativa ($p < 0.05$). En relación al número de tallos no se encontró diferencia significativa ($p > 0.05$). Se constató que el avance de la edad obtuvo un nivel de asociación significativa con el incremento de PP, PT, fibra detergente neutra (FDN) ($p < 0.05$) y AP ($p < 0.01$) y la disminución de proteína cruda (PC) y energía neta de lactación (ENL) ($p < 0.05$). Para el PP, PC, FDN y ENL, se ajustaron ecuaciones de regresión lineal entre estos indicadores y la edad. Para PT y AP se ajustaron ecuaciones de regresión cuadrática. **Conclusiones:** La edad de la planta tiene un marcado efecto en la mayoría de las características de producción forrajera y los componentes nutricionales.

Palabras clave: Pennisetum, Maralfalfa, Edad de la planta, Calidad forrajera, Invierno.

ABSTRACT

Objectives: To determine the influence of plant age on the production and forage quality of Pennisetum sp. “Maralfalfa” in the winter season. *Methodology:* two hundred and sixteen accessions distributed in three sites of 60 m² each, located in the Agrostological Field of the Professional School of Zootechnical Engineering - UNJFSC, were used. Four cutoff ages (63, 77, 91 and 105 days) were evaluated. The response variables evaluated were: plant weight (kg), number of stems, stem weight (g), plant height (cm), yield in green matter, dry matter and protein (t/ha) and percentages of nutrients . The data obtained was analyzed using the analysis of variance of a randomized complete block design with sub-sampling. *Results:* Plant weight, stem weight, forage yield in green and dry matter, a highly significant difference ($p < 0.01$) was found in favor of the 105-day age, the same way in plant height and protein yield were found. found a significant difference ($p < 0.05$). Regarding the number of stems, no significant difference was found ($p > 0.05$). It was found that the advancement of age obtained a significant level of association with the increase in PP, PT, neutral detergent fiber (NDF) ($p < 0.05$) and AP ($p < 0.01$) and the decrease in crude protein (PC) and net lactation energy (ENI) ($p < 0.05$). For the PP, PC, (NDF) and ENI, linear regression equations were adjusted between these indicators and age. Quadratic regression equations were adjusted for PC and AP. *Conclusions:* The age of the plant has a marked effect on most of the forage production characteristics and nutritional components.

Keywords: Pennisetum, Maralfalfa, Plant age, Forage quality, Winter.

INTRODUCCIÓN

La ganadería lechera de los pequeños y medianos productores de la costa central se alimenta con diversos recursos forrajeros, entre ellas las plantas forrajeras del género Pennisetum, por su gran capacidad de producción de biomasa y por adaptación al clima semi y sub tropical de la costa peruana. Sin embargo, este clima variante entre cálido y templado tiene mucha influencia en la dinámica productiva de las plantas forrajeras tropicales. El clima de los meses de junio a setiembre tienen un alta repercusión en el crecimiento, haciendo lento al inicio del rebrote y dificultando la etapa de llamarada de crecimiento, la cual genera una incertidumbre en los productores al provocar un desbalance de la disponibilidad forrajera, ocasionando un déficit de alimento en la estación de invierno.

Contar con la información del contenido nutricional de los alimentos para el ganado, ayudará a tomar decisiones en la alimentación animal, principalmente con la cantidad de materia seca y nutrientes ingeridos en cada ración suministrado. Se ha encontrado información respecto a rendimientos y valor nutritivo de cosechas en otoño como invierno, muy diversos con cierta incertidumbre con los resultados, que conlleva a la mala gestión de la producción forrajera en estas estaciones.

CAPITULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la realidad problemática

En la producción ganadera, fundamentalmente se basa en el consumo de pastos forrajeros, por la disponibilidad de nutrientes requeridos por los animales a un bajo costo comparativamente con los concentrados. Sin embargo, el crecimiento, la productividad y el nivel nutricional de los pastos están influenciados “por las condiciones climáticas, principalmente la temperatura, horas e intensidad de la luz” (Calzada-Marín, et al., 2014), que unido a otros factores medio ambientales y de manejo de pasturas, repercuten en la potencialidad productiva y nutritiva de las plantas forrajeras. Además, los suelos de la costa destinados al cultivo de pastos y forrajes, son de baja fertilidad, que unido al clima, ejercen efectos negativos en la productividad, calidad y persistencia . Siendo oportuno, elegir plantas mejoradas como alternativa para conseguir mayor producción y persistencia (Herrera, 1983).

La producción de plantas forrajeras, megatérmicas y de corte como la maralfalfa ofrecen al productor pecuario una alternativa para alimentación, suministrando como biomasa forrajera sin picar o picado, pudiendo ensilar, pero es muy poco utilizado por falta de información y paquetes tecnológicos para las estrategias de manejo disponibles para los ganaderos. Además, el rendimiento forrajero de las plantas de corte es un parámetro de frecuente uso por los ganaderos; siendo fundamental conocer el manejo de esta especie (*Pennisetum sp.*), como la edad al momento de corte, su productividad (t/ha) y principalmente su calidad nutricional que nos aporta este cultivo; es por ello la importancia de difundir los nuevos conocimientos con previa evaluación sistematizada, que ayuden a la producción intensiva, con máximos rendimientos forrajeros y de buena calidad nutricional. Pero, hay poca información precisa sobre el crecimiento y manejo en la época fría (invierno) de la costa central. Por lo cual el presente trabajo tuvo como objetivo determinar si la edad a la cosecha de *Pennisetum sp.* comúnmente llamado “maralfalfa” influye en la producción y calidad forrajera en la época de invierno, con el propósito de contribuir en las estrategias de manejo estacional del cultivo por parte de los ganaderos de la costa; para lo cual se avaluó la edad al momento del corte (63, 77, 91 y 105 días) sobre la productividad (kg/ha) y el valor nutricional del pasto maralfalfa (*Pennisetum sp.*).

1.2. Formulación del problema

1.2.1 Problema general

¿La edad de la planta influirá en la producción y calidad nutricional de la maralfalfa (*Pennisetum sp*) en la época invernal?

1.2.2 Problemas específicos

- ¿La edad de la planta influirá en la producción forrajera de la maralfalfa (*Pennisetum sp*) en la época invernal?
- ¿La edad de la planta influirá en la calidad nutricional de la maralfalfa (*Pennisetum sp*) en la época invernal?

1.3. Objetivos de la investigación

1.3.1 Objetivo general

Evaluar la influencia de la edad de la planta en la producción y calidad nutricional de la maralfalfa (*Pennisetum sp.*) en la época invernal

1.3.2 Objetivos específicos

- Evaluar la influencia de la edad de la planta en la producción forrajera de la maralfalfa (*Pennisetum sp.*) en la época invernal
- Evaluar la influencia de la edad de la planta en la calidad nutricional de la maralfalfa (*Pennisetum sp.*) en la época invernal

1.4 Justificación de la investigación

Justificación teórico: Con este estudio se contribuye con el conocimiento teórico sobre el corte oportuno de la maralfalfa, con el mayor rendimiento y calidad nutricional en la estación de invierno.

Justificación social: La importancia de este estudio determinó la edad óptima de corte con la mayor producción forrajera y calidad nutricional de la maralfalfa, la información que se obtenga será de mucha importancia como material de referencia para los profesionales y productores pecuarios de nuestra zona de influencia.

Justificación práctica: La investigación dispone de nuevos indicadores productivos que ayudarán a los productores pecuarios a determinar el momento oportuno de corte de la maralfalfa, esto mejorará la calidad y rendimiento forrajero que influirá en una mejor producción animal en el sistema pecuario local.

1.5 Delimitación del estudio

El estudio delimitó espacialmente ubicado en el distrito de Huacho, temporalmente en la estación de invierno y conceptualmente a las características agronómicas y nutricionales de la planta forrajera *Pennisetum sp.*

1.6 Viabilidad del estudio

En la viabilidad técnica, contó con el apoyo de recursos provistos por la Escuela Profesional de Ingeniería Zotécnica (docentes y el Campo Agrostológico). Operativamente, contó con el apoyo de sus compañeros de aula y, económicamente fue costeadado por la misma tesista y algunos egresados benefactores.

CAPITULO II. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación

2.1.1 Investigaciones internacionales

Madera, Ortiz, Bacab y Magaña (2013), estudiaron diferentes edades de corte del pasto morado (*Pennisetum purpureum*) y su influencia en la producción y digestibilidad de la materia seca. El tipo de investigación realizado fue experimental. Evaluaron 16 cepas por cada tratamiento, cada tratamiento corresponde a las edades de 45, 60, 75, 90, 105 y 120 días, evaluaron entre otras características, la altura de planta y el peso de planta. Como resultado, obtuvo en alturas de planta de 74.75, 87.50, 156.75, 188.25, 200.75 y 203.75 cm y peso de planta 115.59, 167.71, 263.67, 438.10, 645.79 y 818.88 g MS planta⁻¹, respectivamente a la edad de cosecha. Como conclusión se tiene que a la edad de corte entre los 75-90 días, el pasto morado (*P. purpureum*), logra incrementar la producción de biomasa. A diferencia de la DIVMS, que disminuye conforme se incrementa la edad de corte.

Ventura et al. (2017), evaluaron la producción de biomasa, composición química, análisis proximal y rendimiento de bioetanol del pasto maralfalfa (*Pennisetum glaucum* x *Pennisetum purpureum*) cosechado a seis frecuencias de corte. En la producción de biomasa encontraron 8.2, 14.5, 18, 20.2, 18.7 y 28.5 t MS ha⁻¹ ($p < 0.05$) a la frecuencia de corte de 30, 60, 90, 120, 150 y 180 días, respectivamente. Con una tasa de crecimiento de 158 kg ha⁻¹ d⁻¹, correspondiente a los 180 días. La composición química varió de manera significativa ($p < 0.01$) a través de los diferentes estados fisiológicos, principalmente con la ceniza con 9.25, 9.66, 7.37, 6.72, 5.18 y 5.68 %. El rendimiento de biomasa, composición química y análisis proximal del pasto maralfalfa permiten que sea una buena fuente de producción.

Citalán et al. (2012) manifestaron que el primer corte se realizaron a los 90 días de haber establecido el cultivo y posteriormente a los 30, 45, 60, 75 y 90 días, respectivamente; de cada corte se obtuvieron 9 muestras de 1 m² al azar de cada terreno para evaluar la calidad nutritiva. Analizaron la altura de planta, producción de biomasa, cenizas (C), fibra cruda (FC), proteína cruda (PC) y materia seca (MS). El rendimiento medio encontrado fueron 16.5, 34.3, 47.4, 56.6 y 60.2 t/ha de materia verde y 2.2, 5.0, 9.5, 12.5 y 15.9 t/ha de materia seca, respecto a la edad planteada. La PC máximo fue 13.2% a los 30 días y mínimo 6.20% a 90 días y el promedio de fibra cruda fue 26.87%.

Recomienda realizar los cortes a 45 a 60 días para aprovechar la buena producción sin afectar la calidad bromatológica aceptable.

2.1.2 Investigaciones nacionales

Barrón et al. (2009), evaluaron el rendimiento forrajero y valor nutritivo del pasto elefante morado (*Pennisetum purpureum*, Schum.) en la costa central. Los tratamientos fueron las edades al momento del corte del pasto desde la 4ta a la 8va semana distribuidos en un DBCA con muestreo, dos repeticiones por tratamiento. El rendimiento de forraje verde más alto fue a la 8va semana en primavera y verano (58 y 64 t/ha), en cuanto al rendimiento de materia seca fue superior a la 8va semana en primavera y verano (7.72 y 8.73 t/ha), así mismo la altura de la planta fue superior a la 8ta semana en ambas estaciones (166.5 y 160.6 cm). El contenido de proteína cruda decrece de 15,92 a 12,27 % en primavera y de 11,44 a 8,67 % en verano, notándose mayores contenidos proteicos en primavera. Concluye, el rendimiento del pasto elefante morado es superior en verano y a una edad de corte de 4 semanas y el valor nutritivo es mejor cuando se hacen cortes a una edad más temprana para ambas estaciones. Recomendamos el uso de este pasto después del corte de uniformización, a la 4ta semana en ambas estaciones para obtener una alta calidad en el forraje.

Jaime et al. (2019) evaluaron el efecto de la edad y estación del año sobre el rendimiento y valor nutritivo del pasto elefante morado en la costa central. Los tratamientos fueron 49, 56, 63 y 70 días de edad en cinco épocas: otoño, invierno, invierno-primavera, primavera-verano y verano. Referente a la estación de invierno, obtuvieron rendimientos de materia seca según las edades: 1.91, 3.43, 2.75 y 3.40 t/ha. En cuanto a los contenidos de proteína cruda (PC) mostraron 15.57, 16.50, 15.77 y 12.82% en base seca. En cuanto a la Fibra Detergente Neutro (FDN) obtuvieron 56.80, 55.34, 60.15 y 61.43% respecto a la edad de estudio.

2.2 Bases teóricas

Los diferentes cultivares del género *Pennisetum* cultivadas en las regiones semi y sub tropicales, constituyen alternativas prometedoras para el sector pecuario, con una limitación productiva estacional regular en el otoño y baja en el invierno. Una de ellas es el *Pennisetum sp* conocido como “maralfalfa” que se ha adaptado muy bien a las condiciones edafoclimáticas de la costa central del Perú, siendo una opción forrajera para los pequeños y medianos productores pecuarios de la región.

2.2.1 Sobre la planta forrajera en estudio.

Correa, Cerón, Arroyave, Henao, & López (2004) mencionan que el origen de la maralfalfa sigue siendo confuso, pero los estudios preliminares realizados en la Universidad Nacional de Colombia dicen que puede tratarse de *Pennisetum violaceum* (Lam.) o del híbrido *Pennisetum hybridum* (*Pennisetum americanum* L. x el *Pennisetum purpureum* Schum). Así mismo, los mismos autores plantearon que podría ser resultado de la aplicación de un *Sistema Químico Biológico* (S.Q.B) o llamado también como fusión de protoplastos (Vivanco, 2010), usando varias plantas como: el pasto elefante (*Pennisetum purpureum*), una grama nativa (*Paspalum macrophyllum*), el gramalote (*Paspalum fasciculatum*), la alfalfa peruana (*Medicago sativa*) y el pasto brasilero (*Phalaris arundinacea*). Por lo que proponen considerar como una especie del género *Pennisetum* hasta el momento como *Pennisetum sp.*

Sánchez (2015) menciona que la maralfalfa se usa para la alimentación de animales de producción, con ciertas restricciones para diferentes especies, en bovinos de leche se debe suministrar en fresco, mientras que para el ganado de engorde y équidos se suministra previo oreo. En sobre producciones de la maralfalfa se recomienda realizar conservación de forrajes con preferencia el ensilado.

Chávez (2016) indica que la maralfalfa “ha sido introducido en diferentes países de Latinoamérica como Colombia, Brasil, Venezuela”, y en el Perú (Palacios, 2013), por su potencial productivo de biomasa forrajera, valor nutricional y buena alternativa para aumentar la producción animal.

Las zonas tropicales tienen sus ventajas para la producción de forrajes, principalmente por sus condiciones climáticas, aspecto que debe aprovecharse para hacer eficiente “la producción, rentabilidad y competitividad de la ganadería tropical”. La maralfalfa, tiene un potencial excelente para la alimentación del ganado suministrando como “pasto de corte con buenos rendimientos en biomasa, alto nivel de proteína de 18 a 20%, con adaptación a terrenos con fertilidad media” (Citalán et al., 2012).

El sistema radicular de la maralfalfa son de crecimiento rápido, profundas, muy fasciculadas y forman raíces nodales que surgen de la base de tallo. Los tallos están compuesto por entrenudos, nudos y yemas de crecimientos. La base tallo muestran entrenudos muy cortos y sobre éstas, son muy diferenciados y largos. La aparición de los macollos es a partir del desarrollo de una yema axilar de los nudos inferiores. Las hojas son lanceoladas largas y anchas muy pilosas en los bordes, con vainas enrolladas. Las

vainas son largas cubriendo los entrenudos traslapándose entre sí con bordes muy pilosas y lígula pilosa (Correa et al., 2004).

2.2.2 Estacionalidad productiva

El clima es otro de los factores de gran influencia en la respuesta del crecimiento de las plantas forrajeras. La temperatura, la luz solar, la velocidad del viento y las precipitaciones tienen un efecto evidente en las plantas.

Según Acosta (2003) menciona que la luz solar modifica la estacionalidad productiva:

La luz es posiblemente el factor de mayor significación, está estrechamente relacionada con la temperatura y varía con la estación del año y la hora del día; es menor en otoño e invierno a causa de la inclinación de los rayos solares y al alto grado de nubosidad y más intensa en horas del mediodía debido a la mayor elevación angular del sol.

Los factores como “la luz solar y la temperatura afectan la tasa de crecimiento de las especies forrajeras así como la tasa y tiempo de desarrollo de los estados fenológicos de las plantas” (Calzada-Marín, et al., 2014). Además los mismos autores mencionan, la producción estacional y anual de las plantas depende de la misma especie y sus interacciones con los factores climatológicos, principalmente la temperatura y la humedad son los más determinantes en la producción anual.

2.2.3 Sobre la edad de corte

El factor que más influyen en el rendimiento de forraje en base seca, es la frecuencia de corte, relacionada con la edad de planta. Logrando picos de producción a séptima semana con presencia de mayor cantidad de hojas (Ruiz, 2016).

A los 60 días de edad de corte, hay una mejor relación entre el rendimiento de la gramínea (pasto Taiwán) fertilizada y su calidad. Pero, a intervalos más cortos la calidad mejora y el rendimiento en base materia seca disminuye y lo inverso es cuando se alarga la frecuencia de corte. Es importante encontrar el momento oportuno del corte entre la producción y la calidad (López, 2016), la cual influye sobre las características agronómicas y bromatológicas del pasto (Simón, 2017).

Los factores que limitan la producción forrajera son a través de factores externos e internos. Entre los factores internos, existen las etapas fisiológicas de las plantas que determinan la cantidad de área foliar y los carbohidratos no estructurales como reserva energética para el rebrote (Araya & Boschini, 2005), además la edad de la planta forrajera, hace variar las distintas estructuras morfológicas, a medida que las plantas maduran, la fibra se incrementa y la digestibilidad de la misma decrece. La fibra es altamente

correlacionada con el llenado del rumen y el buen uso de la misma por parte de las bacterias celulolíticas (Caballero, 2015).

Los porcentajes de materia seca son muy bajos en el cultivo de maralfalfa, aún así, aumentó con el avance de la madurez de la planta, los porcentajes promedios son de 8.70, 11.16 y 14.45% a los 30, 45 y 60 días, respectivamente (Ruiz, 2016).

La FDA tiende a aumentar a medida que la edad de la madurez de la planta aumenta; a los 70 días el valor es de 45.7%, sin embargo a los 40 días de edad obtuvo el valor más bajo para el porcentaje de FDA de 38.65%, sin embargo no hay diferencia a los cosechados entre 50 a 60 días (Buelvas, 2009). Además, el mismo autor menciona, que reduce su calidad nutricional a medida que avanza la edad de rebrote y el contenido de proteína disminuye a medida que avanza la edad, “acompañado de un crecimiento de la fibra detergente neutro, la fibra detergente ácido y la lignina, haciendo de este pasto menos digestible y a su vez con menor potencial para la producción de leche y/o carne” (Buelvas, 2009).

2.2.4 Sobre la producción de forraje

La producción forrajera está relacionada con la capacidad de macollamiento, el número de tallos, el crecimiento del tallo y hojas, peso de la planta, peso de tallo, densidad de plantas entre los principales aspectos a considerar en una evaluación.

El peso de tallo del pasto maralfalfa alcanza los 40.75 g con incremento de peso de 0.82 g/tallo/día, reduciendo la relación hoja:tallo en (-0.0136 g : g/d) y alturas de planta entre 118.2 cm entre el periodo de crecimiento de 40 y 110 días (Correa, Cerón, Arroyave, Henao, & López, 2004).

(Feuchter, 2014) en Colombia reportan rendimientos de 400 toneladas de forraje verde (FV) con 18% de proteína cruda. En Zacatecas – México, tienen grandes superficies de maralfalfa con rendimientos de 210 – 300 t FV/ha/año con proteína de 13 a 17%. Hay rendimientos anuales de materia seca (MS) entre 13 a 23 t de MS/ha/año, ésta última con uso de fertilizantes. Reporta rendimientos con aplicación de niveles de nitrógeno (N) entre 27.8 a 37 t MS/ha/año con dosis de 150 a 450 kg N/ha/año.

Las producciones a inicios de rebrote no tienen suficiente biomasa acumulada, antes de los 14 días. Al otro extremo con más de 42 días, hay una alta disponibilidad de forraje, pero con altos niveles de carbohidratos estructurales y una fuerte disminución del contenido de proteína, que deprimen el consumo de materia seca de los animales (Cerdas & Vallejos, 2012).

2.2.5 Sobre la calidad nutricional

El intervalo de corte tiene un efecto marcado en el rendimiento de la materia seca y la composición de nutrientes del pasto King grass. Con los cortes de cada 45 a 60 días logró rendimientos de materia seca mucho mayor que cortar cada 30 días y también producirá mayores rendimientos de contenido proteico, cenizas, EE, NDF y ADF a pesar de una disminución significativa en el porcentaje de estos componentes en la planta a medida que aumenta el intervalo de corte (Lounglawan, Lounglawan, & Suksombat, 2014).

Las plantas forrajeras tropicales tienen una alta producción de biomasa, pero la calidad nutritiva se reduce con la edad de la planta (Ruiz, 2016).

La composición química varía con la etapa de madurez de la planta y las condiciones edafoclimáticas (Lounglawan, et al, 2014).

Debido a su rápido crecimiento, los pastos tropicales, pierden rápidamente su valor nutritivo con la madurez. Investigaciones realizadas en pasto maralfalfa (*Pennisetum sp*), indican que su calidad nutricional cambia con la edad al momento del corte (Correa, et al, 2004).

En el estado de Sonora no hay reportes de rendimientos, pero hay reportes de contenidos de proteínas entre 19.7 a 8.3% de P.C. con frecuencias de corte entre los 40 a 100 días y con cosechas de más de 120 días, valores muy bajos de 5.8% de P.C. (Feuchter, 2014).

Es decir, disminuyen las concentraciones de proteína bruta (PB), extracto etéreo y carbohidratos no estructurales, aumenta la fibra neutro detergente (FND) y se mantienen sin cambios las concentraciones de lignina y cenizas (Correa, 2006).

González et al. (2011) hacen referencia sobre la reducción del valor nutritivo con la madurez de la planta condiciones de áreas áridas:

El contenido de PB alcanzó el valor más alto de 22,6 % a los 14 días de madurez, manteniéndose por encima de 11% hasta la edad de 70 días, lo cual resulta positivo dado la distribución y volumen de las precipitaciones en la zona de producción ganaderas durante el período de investigación. La edad de madurez afectó los parámetros de composición química, reduciendo los contenidos de PB, pero

umentando las concentraciones de fibra (FDN, FDA) lo cual hace del pasto elefante (*Pennisetum sp.*), una buena alternativa forrajera.

La dinámica de los nutrientes según el estado fenológico (40 a 70 días) de la maralfalfa bajo las condiciones del municipio de Montenegro – Quindío con temperatura promedio de 22°C, corresponde a clima de bosque muy húmedo premontano, tuvieron un aumento significativo en la materia seca, FDN, FDA, con 12.80 a 17.72%, 65.52 a 70.77%, 38.66 a 45.80%, respectivamente. Mientras que las otros nutrientes disminuyen, como la proteína cruda, extracto etéreo, cenizas, con 9.77 a 6.74%, 2.18 a 0.73%, 20.05 a 17.17%, respectivamente (Buevas, 2009). Recomendando que la mejor composición nutricional se alcanza cuando el pasto maralfalfa es cosechado a los 40 días de rebrote, pero se debe seleccionar el momento de corte sin afectar el rendimiento.

2.3 Definciones de términos básicos

Planta.- Se denomina a los seres vivos fotosintéticos, sin capacidad locomotora y cuyas paredes celulares se componen principalmente de celulosa. Conformada de números de tallos, hojas, raíces.

Tallo.- El tallo es el eje de la parte aérea de las cormofitas y es el órgano que sostiene a las hojas, flores y frutos.

Ápices.- Este término expresa el son vástagos secundarios son exactamente la misma estructura general que la de los principales, de los que se originan. Extremo superior o punta de la hoja, del fruto, etc.

Forrajes.- Masa vegetal frescamente cosechada (forraje verde), que se caracteriza por un elevado contenido de agua en la vegetación.

Materia seca.- Es la parte que resta de un material tras extraer toda el agua posible a través de un calentamiento hecho en condiciones de laboratorio.

Fibra cruda.- La fibra cruda es, el residuo obtenido tras el tratamiento de los vegetales con ácidos y álcalis. Es decir, es un concepto más químico que biológico. La fibra vegetal se refiere fundamentalmente a los elementos fibrosos de la pared de la célula vegetal. Por último, la fibra dietética engloba todo tipo de sustancias, sean fibrosas o no y que por tanto, incluye la celulosa, la lignina, las peptinas, las gomas, etc.

Proteína cruda.- Se le llama así al análisis químico que se realiza en los alimentos, basados en el nitrógeno, para obtener la cantidad de proteínas que este contiene. El valor

biológico de las proteínas es la capacidad de estos para suministrar los aminoácidos esenciales en las proporciones requeridas para el mantenimiento del animal y la variedad de producciones que de él se exigen. Es sinónimo de calidad proteica.

Fibra detergente neutra (FND).- Es el material insoluble en una solución detergente neutra, y se compone de celulosa, hemicelulosa y lignina. Además, existen otros componentes minoritarios como residuos de almidón, cenizas y nitrógeno. Las recomendaciones recientes de Van Soest et al. (1991) para la determinación de FND sugieren la utilización de amilasas termoestables específicas (libres de actividad hemicelulasa, proteasa o glucanasa), especialmente en concentrados o ensilados de maíz, y la corrección por el contenido en cenizas.

Fibra detergente ácido (FAD).- Es el material insoluble en una solución detergente ácida, y está constituida fundamentalmente por celulosa y lignina, aunque suelen existir otros componentes minoritarios como nitrógeno y/o minerales. Como en el caso de la FND, Van Soest et al. (1991) sugieren la corrección por el contenido en nitrógeno y cenizas. La diferencia entre FND y FAD consiste fundamentalmente en hemicelulosa. Es necesario apuntar que la determinación secuencial de FAD y lignina permite un cálculo más preciso del contenido de celulosa y hemicelulosa, pero el método no secuencial es más adecuado para la determinación de cenizas ácidas insolubles, taninos y nitrógeno insoluble en FAD.

EN_l (energía neta de lactancia).- Una estimación del valor energético de un alimento que se utiliza para la producción de mantenimiento y leche durante la lactancia y para el mantenimiento y los dos últimos meses de gestación en vacas secas, gestantes.

2.4 Hipótesis

2.4.1 Hipótesis general

- H₀: La edad de la planta no influye en la producción y calidad nutricional del *Pennisetum sp.* en la época invernal.
- H_a: La edad de la planta si influye en la producción y calidad nutricional del *Pennisetum sp.* en la época invernal.

2.4.2 Hipótesis específicas

- H₀: La edad de la planta no influye en la producción forrajera del *Pennisetum sp.* en la época invernal.

- H_a: La edad de la planta si influye en la producción forrajera del *Pennisetum sp.* en la época invernal.
- H₀: La edad de la planta no influye en la calidad nutricional del *Pennisetum sp.* en la época invernal.
- H_a: La edad de la planta si influye en la calidad nutricional del *Pennisetum sp.* en la época invernal.

2.5 Operacionalización de las variables

Tabla 1. Operacionalización de las variables

| Variable | Definición conceptual | Dimensiones | Indicador | |
|-------------------|-----------------------|--|----------------------------------|---|
| Independiente (X) | Edad de la planta | Son características de cambios que presenta las plantas forrajeras según el tiempo de crecimiento y sus cambios de estructuras morfológicas. | Tiempo (edad) de crecimiento | <ul style="list-style-type: none"> • Días |
| | | Dependiente (Y) | Producción y calidad nutricional | Es el cantidad de biomasa producida en materia verde o seca y el contenido de nutrientes. |

Nota: Elaboración Propia.

CAPITULO III. METODOLOGÍA

3.1 Lugar de ejecución

El estudio se realizó en el Campo Agrostológico de la Escuela Profesional de Ingeniería Zootécnica de la Facultad de Ingeniería Agraria, Industrias Alimentarias y Ambiental, ubicado en el sector oriente de la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, distrito Huacho, provincia de Huaura. Utilizando un área de 240 m². Su altitud es de 36 msnm, y coordenadas de localización: latitud de 11°07'25" y longitud 77°36'16" sobre el meridiano de Greenwich.

La temperatura máxima media en el distrito oscila entre 22°C en verano y 14°C en invierno.

Según el análisis el suelo, es de característica arenoso franco con pH de 8,5 y conductividad eléctrica de 0,46 mS/cm. Tiene un contenido de materia orgánica de 0,7%.

3.2 Tipo de investigación

El tipo de investigación fue cuantitativa, analítica, longitudinal, prospectiva y experimental.

Fue cuantitativa porque se expresa numéricamente; fue analítica, ya que demostró una relación causal entre la edad de la planta con las características agronómicas y nutricional; fue longitudinal, porque existe un tiempo entre las mediciones que se realizaron para las distintas variables; fue prospectiva, porque se recogieron los datos a medida que fueron sucediendo; y fue experimental, ya que se manipularon las variables.

3.3 Materiales

Campo Agrostológico: cuenta con una de área de 1450 m² con 23 parcelas de diferentes especies de plantas forrajeras y, 03 parcelas de maralfalfa (220 plantas) con siete campañas de producción.

Materiales de campo:

- Cinta métrica
- Machete
- Rafia
- Cámara fotográfica
- Balanza digital
- Agenda de campo

- Tripode
- Tablero
- Lampa

3.4 Métodos

a) Corte de homogenización

Esta labor se realizó al inicio del estudio para uniformizar el crecimiento de la planta en las diferentes parcelas. El corte se realizó manualmente con macheta, que consistió en el corte en la base de tallos a una altura de 10 a 15 cm evitando lesionar los brotes.

b) Control de malezas

Esta labor se realizó al inicio del estudio y otro a la cuarta semana de crecimiento de la planta, consistió en eliminar todas las malezas alrededor de las plantas con lampa evitando de no lastimarlas.

c) Riegos

El riego se realizó cada dos semanas utilizando el agua de regadío proveniente del canal de la campiña y Amay.

3.5 Variables

3.5.1 Variables Independiente (Edad de planta)

- T1= 63 días
- T2= 77 días
- T3= 91 días
- T4= 105 días

3.5.2 Variables dependientes (Variables respuesta)

Las variables dependientes o variables respuesta fueron :

- Peso de planta (kg).
- Número de tallos (N°)
- Peso de tallo (g)
- Altura de planta (cm).
- Rendimiento en materia verde (t/ha)
- Rendimiento en materia seca (t/ha)

- Rendimiento de proteína en materia seca (t/ha)
- Composición nutricional.

3.6 Técnicas para la obtención de datos

Se utilizó la técnica de la observación y medición para el levantamiento de la información. Esta información se registró en formatos elaborados con ese fin.

Para obtención de datos de laboratorio se procedió a recoger muestras al azar de 1,500 gramos aproximadamente, luego se realizó el picado y rotulado para ser llevado al laboratorio de Evaluación Nutricional de Alimentos de la UNALM.

3.7 Análisis estadístico

Para el análisis de los datos se utilizó un diseño de bloques completos al azar. Los tratamientos ($t = 4$) fueron las edades de la planta forrajera al momento de la cosecha. Los bloques ($b = 3$) correspondían a la ubicación de las sitios con cinco unidades experimentales por tratamiento. En el análisis de varianza y las pruebas comparación multiple se utilizó el software InfoStat v2019 (Di Rienzo, Casanoves, Balzarini, Tablada, & Robledo, 2019). Se evaluó el nivel de asociación de la edad de planta con respecto a los indicadores de respuesta, en base a ello realizó análisis de regresión entre la edad de la planta y los diferentes indicadores evaluados.

CAPITULO IV. RESULTADOS

4.1 Peso de planta.

En la Tabla 6, se muestra el peso de la planta, según la edad al momento del corte. Se puede apreciar que las mayores edades favorecieron a un mayor peso de planta, comparado a las menores edades ($p < 0,01$).

Tabla 2. Peso de planta de maralfalfa según edad de corte

| Edad de planta, días | Peso de planta, kg |
|----------------------|-------------------------------|
| | Promedio \pm Error estándar |
| 63 | 4.27 \pm 0.58 ^c |
| 77 | 5.45 \pm 0.58 ^{bc} |
| 91 | 7.09 \pm 0.58 ^b |
| 105 | 11.02 \pm 0.58 ^a |

^{a, b, c} Letras distintas indican diferencia estadística ($p < 0,01$).

4.2 Número de tallos por planta

En la Tabla 7, se muestra el número de tallos existentes al momento de la cosecha, según la edad de corte de la maralfalfa. Se observa que el número de tallos de maralfalfa fueron similares comparado entre los diferentes edades al momento del corte ($p > 0,05$).

Tabla 3. Número de tallos de maralfalfa según edad de corte

| Edad de planta | Número de tallos |
|----------------|-------------------------------|
| | Promedio \pm Error estándar |
| 63 | 145.07 \pm 9.10 |
| 77 | 149.80 \pm 9.10 |
| 91 | 145.93 \pm 9.10 |
| 105 | 154.07 \pm 9.10 |

4.3 Peso de tallo

En la Tabla 8, se muestra el peso de tallo (g/tallo) logrado, según la edad de la planta al momento de la cosecha. Se puede apreciar que la edad de la planta favorecieron a un mayor peso de tallo ($p < 0,01$).

Tabla 4. Peso de tallo de maralfalfa según edad de corte

| Edad de planta | Peso de tallo |
|----------------|-------------------------------|
| | Promedio \pm Error estándar |
| 63 | 29.37 \pm 2.59 ^c |
| 77 | 36.83 \pm 2.59 ^c |
| 91 | 47.53 \pm 2.59 ^b |
| 105 | 72.32 \pm 2.59 ^a |

^{a, b, c} Letras distintas indican diferencia estadística ($p < 0,01$).

4.4 Altura de planta

En la Tabla 9, se muestra la altura de planta según la edad al momento de la cosecha. Se observa que la edad de la planta influye en la mayor altura ($p < 0,05$).

Tabla 5. Altura de planta de maralfalfa según edad de corte

| Edad de planta | Altura de planta |
|----------------|--------------------------------|
| | Promedio \pm Error estándar |
| 63 | 58.89 \pm 6.38 ^b |
| 77 | 72.47 \pm 6.38 ^{ab} |
| 91 | 84.07 \pm 6.38 ^{ab} |
| 105 | 95.53 \pm 6.38 ^a |

^{a, b} Letras distintas indican diferencia estadística ($p < 0,05$).

4.5 Rendimiento en materia verde

En la Tabla 9, se muestra el rendimiento en materia verde (t/ha) según la edad al momento de la cosecha en la estación de invierno. Se observa que la edad de la planta influye en el mayor rendimiento de forraje ($p < 0,01$).

Tabla 6. Rendimiento forrajero en materia verde según edad de corte

| Edad de planta | Rendimiento de materia verde |
|----------------|--------------------------------|
| | Promedio \pm Error estándar |
| 63 | 51.18 \pm 6.95 ^c |
| 77 | 65.39 \pm 6.95 ^{bc} |
| 91 | 85.13 \pm 6.95 ^b |
| 105 | 132.22 \pm 6.95 ^a |

^{a, b, c} Letras distintas indican diferencia estadística ($p < 0,01$).

4.6 Rendimiento en materia seca

En la Tabla 9, se muestra el rendimiento de forraje en materia seca (t/ha) según la edad al momento de la cosecha con crecimiento en la estación de invierno. Se observa que la edad de la planta influye en el mayor rendimiento de forraje en base seco ($p < 0,01$).

Tabla 7. Rendimiento forrajero en materia seca según edad de corte

| Edad de planta | Rendimiento de materia seca |
|----------------|-------------------------------|
| | Promedio \pm Error estándar |
| 63 | 6.49 \pm 1.27 ^c |
| 77 | 11.97 \pm 1.27 ^b |
| 91 | 16.57 \pm 1.27 ^b |
| 105 | 23.97 \pm 1.27 ^a |

^{a, b, c} Letras distintas indican diferencia estadística ($p < 0,01$).

4.7 Rendimiento de proteína en materia seca

En la Tabla 9, se muestra el rendimiento de proteína en materia seca (t/ha) según la edad a la cosecha. La edad de la planta tiene influencia en el rendimiento de proteína, siendo diferentes entre los días 63 y 105, pero similares entre los cortes de 63 al 91 días y entre 77 al 105 días ($p < 0.05$).

Tabla 8. Rendimiento proteico en materia seca según edad de corte

| Edad de planta | Rendimiento de proteína |
|----------------|-------------------------------|
| | Promedio \pm Error estándar |
| 63 | 1.24 \pm 0.14 ^b |
| 77 | 1.54 \pm 0.14 ^{ab} |
| 91 | 1.71 \pm 0.14 ^{ab} |
| 105 | 1.81 \pm 0.14 ^a |

^{a, b, c} Letras distintas indican diferencia estadística ($p < 0.05$).

4.8 Contenido nutricional

En la Tabla 9, se muestran los resultados sobre los contenidos nutricionales de la maralfalfa en los diferentes edades de corte, en base a los resultados del laboratorio LENA (Anexo 03).

Tabla 9. Contenido nutricional según la edad de corte (en base seca)

| Características | Días | | | |
|----------------------------------|-------|-------|-------|-------|
| | 63 | 77 | 91 | 105 |
| Materia seca, % | 12.67 | 18.31 | 19.46 | 18.13 |
| Proteína total, % | 19.18 | 12.83 | 10.33 | 7.56 |
| Grasa, % | 2.05 | 1.26 | 1.75 | 1.88 |
| Fibra cruda, % | 28.02 | 33.97 | 35.66 | 35.96 |
| Cenizas, % | 14.68 | 10.87 | 11.46 | 11.58 |
| Extracto libre de N, % | 36.07 | 41.07 | 40.80 | 43.02 |
| Fibra detergente neutro, % | 56.75 | 65.05 | 65.72 | 70.82 |
| Fibra detergente ácido, % | 30.47 | 36.26 | 36.50 | 39.93 |
| Carbohidratos no fibrosos, % | 7.34 | 9.99 | 10.74 | 8.16 |
| Energía neta lactación, Mcal/kg | 1.23 | 1.19 | 1.15 | 1.14 |
| Nutrientes digeribles totales, % | 54.93 | 53.45 | 51.94 | 51.24 |

4.9 Correlación de las características de la planta y su contenido nutricional

En la Tabla 10, se muestran los valores de correlación obtenidos de los indicadores agronómicos y nutricionales más relevantes. Entre ellas, la edad de la planta al momento del corte se correlacionan positivamente más con el PP ($r=0.906$), PT ($r=0.968$), AP ($r=0.999$) y FDN ($r=0.951$), y negativamente con PC ($r=-0.972$) y EN_I ($r=-0.988$).

Tabla 10. Coeficiente de correlación de Pearson de los principales indicadores

| | PP | PT | AP | PC | FC | FDA | FDN | ENI | NDT |
|------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|----------|
| Edad | 0.960* | 0.968* | 0.999** | -0.972* | 0.892 | 0.942 | 0.951* | -0.988* | -0.988* |
| PP | | 0.999** | 0.950* | -0.886 | 0.745 | 0.880 | 0.891 | -0.906 | -0.906 |
| PT | | | 0.958* | -0.893 | 0.757 | 0.879 | 0.891 | -0.919 | -0.919 |
| AP | | | | -0.981* | 0.910 | 0.952* | 0.960* | -0.992** | -0.992** |
| PC | | | | | -0.969* | -0.983* | -0.986* | 0.982* | 0.982* |
| FC | | | | | | 0.945 | 0.944 | -0.936 | -0.936 |
| FDA | | | | | | | 1.000** | -0.935 | -0.935 |
| FDN | | | | | | | | -0.943 | -0.943 |
| ENI | | | | | | | | | 1.00* |

4.10 Regresión lineal y cuadrática en relación con la edad

En la Tabla 10, se muestran las ecuaciones de regresión lineal y cuadrática obtenidos de los indicadores principales en asociación con la edad de corte.

Tabla 111. Regresiones con los principales indicadores

| Ejes | | Regresión | |
|------|------|---|---|
| Y | X | Lineal | Cuadrática |
| PP | | PP = -6.18 + 0.1564 Edad S = 1.011 R ² (ajust) = 88.2% P = 0.040 | PP = 17.62 - 0.4307 Edad + 0.003495 Edad ² S = 0.4067 R ² (ajust) = 98.1% P = 0.080 |
| PT | | PT = -36.7 + 0.990 Edad S = 5.696 R ² (ajust) = 90.50% P = 0.032 | PT = 101.7 - 2.423 Edad + 0.02032 Edad ² S = 1.210 R ² (ajust) = 99.60% P = 0.038 |
| AP | | AP = 4.84 + 0.8679 Edad S = 0.806 R ² (ajust) = 99.7% P = 0.001 | AP = - 13.63 + 1.323 Edad - 0.002711 Edad ² S = 0.411 R ² (ajust) = 99.9% P = 0.015 |
| PC | Edad | PC = 34.90 - 0.2670 Edad S = 1.420 R ² (ajust) = 91.81% P = 0.028 | PC = 65.93 - 1.032 Edad + 0.004557 Edad ² S = 0.918 R ² (ajust) = 96.6% P = 0.107 |
| FDN | | FDN = 38.85 + 0.3064 Edad S = 2.215 R ² (ajust) = 85.55% P = 0.049 | FDN = 11.04 + 0.992 Edad - 0.004083 Edad ² S = 2.692 R ² (ajust) = 78.6% P = 0.267 |
| ENI | | ENI = 1.3607 - 0.002201 Edad S = 0.008 R ² (ajust) = 96.43% P = 0.012 | ENI = 1.529 - 0.00635 Edad + 0.000025 Edad ² S = 0.005 R ² (ajust) = 98.6% P = 0.067 |
| NDT | | NDT = 60.437 - 0.08985 Edad S = 0.311 R ² (ajust) = 96.43% P = 0.012 | NDT = 67.30 - 0.2592 Edad + 0.001008 Edad ² S = 0.192 R ² (ajust) = 98.6% P = 0.067 |

CAPITULO V. DISCUSIÓN

5.1 Peso de planta.

El peso de planta tiene una alta asociación (0.96, $p < 0.05$) con la madurez de la maralfalfa, ajustándose una ecuación de regresión lineal ($PP = 0.1565 \text{Edad} - 6.1856$), lo cual varió los rangos de pesos desde 3.67 hasta 10.24 kg/planta cosechados a los 60 a 105 días. Pesos mayores encontró Perez (2015), 21.2 kg/planta en materia verde a los 147 días de crecimiento al momento de la cosecha. Mientras que (Quispe, 2016) encontró menores pesos promedios de 5.5 kg en el primer corte y 2.6 kg en el segundo corte a los 119 y 91 días de edad, respectivamente. Comparado con el presente estudio con 7.1 y 11.0 kg/planta a los 91 y 105 días de edad, respectivamente.

5.2 Número de tallos por planta

En el presente estudio, la cosecha correspondió a la 8va campaña de producción, obteniendo un alto número de tallos (promedio general de 148.7 tallos por cada planta). Menores números de tallos encontró Perez (2015), 33.8 tallos/planta al momento de la primera cosecha.

5.3 Peso de tallo

El peso del tallo tuvo una asociación (0.968, $p < 0.05$) con la edad de corte de la maralfalfa. Se ajustó una ecuación de regresión cuadrática ($PT = 0.02032 \text{Edad}^2 - 2.423 \text{Edad} + 101.7$). Menor peso reportó Correa et al. (2004) entre el día 40 y 110 de corte en las parcelas sin fertilizar (SF), los datos indican que su peso promedio de tallo fue 40.75 g/tallo. En el presente estudio obtuvo el promedio de 46.5 g/tallo entre 63 y 105 días.

5.4 Altura de planta

Hubo una evidente efecto de la edad de la planta en la altura del tallo, asociándose con un nivel de 0.999 ($p < 0.01$). Se ajustó una ecuación de regresión cuadrática entre la edad ($AT = -0.002711 \text{Edad}^2 + 1.323 \text{Edad} - 13.63$). Mayor altura promedio reportó Correa et al. (2004) entre el día 40 y 110 de corte del pasto maralfalfa, reportando una altura de planta promedio de 118.2 cm en sus parcelas sin fertilizar siendo superiores a nuestros resultados con la que se puede comparar con este trabajo de investigación.

5.5 Rendimiento en materia verde

Rendimientos menores encontró Quispe (2016) con 78.9 t/ha en el primer corte y 37.9 t/ha en el segundo corte a los 119 y 91 días de edad, respectivamente. Comparado con el presente estudio con 85.13 y 132.22 t/ha a los 91 y 105 días de edad, respectivamente. También, rendimientos menores encontraron Botero & Murillo (2008) a los 1900 msnm,

entre 42 y 52 t/ha de forraje verde a la respectiva cosecha de 63 y 77 días; comparado con el presente estudio con 51 y 65 t/ha a similares días de crecimiento de la planta.

5.6 Rendimiento en materia seca

Rendimientos de materia seca casi similares encontraron Cárdenas et al. (2012), con pesos de 6.43 y 18.20 t/ha a los 60 y 90 días de cosecha, en comparación al estudio fue 6.49 y 16.57 t/ha a los 63 y 91 días de edad al momento del corte. Jaime et al. (2019) encontraron rendimientos inferiores en el pasto elefante morado con peso de 3.40 t/ha a la 10^o semana (70 días) en el crecimiento entre los meses de mayo a agosto.

5.7 Rendimiento de proteína en materia seca

Rendimientos proteicos menores encontraron Lounglawan et al. (2014), con valores aproximados a 0.40 t/ha a la 63 días de madurez de la planta. Comparados con el presente estudio fue de 1.24 t/ha a la misma edad de cosecha.

5.8 Contenido nutricional

A los 63 días de edad de corte, se obtuvo el mayor contenido de proteína cruda (19.18%) en comparación a las demás edades (porcentualmente). Pero, el más bajo porcentaje de materia seca (12.67%) y FDN (56.75%). Valores por debajo al estudió obtuvo Cárdenas, y otros (2012) con respecto a la proteína cruda de 9.54 y 8.24% a los 60 y 90 días de edad, pero en cuanto al porcentaje de FDN encontró superior (62%) y similar (65%) a los 60 y 90 días, respectivamente. Menores valores de proteína y mayores en FDN obtuvieron Lounglawan, et al. (2014) con king grass, 8.6% de proteína y 76.5% de FDN a la edad de 60 días de madurez de la planta. Asimismo, Jaime et al. (2019) en el pasto camerún encontraron menores contenidos de proteína, pero similares valores en FDN con producción entre agosto a diciembre, entre 14.2 a 10.7% de PC y 55.8 a 65.7% de FDN a los 63 a 70 días de madurez de la planta, respectivamente.

Según Di Marco (2011) menciona que los forrajes de alta calidad son los que poseen mayor de 15% de proteína, menores a 50% de fibra detergente neutra y una digestibilidad in vitro de aproximadamente a 70% y los de menor calidad son los que tienen menor de 8% de proteína, mayores de 65% de FDN y menores de 50% de DIVMS. Bajo este esquema, las plantas cosechadas entre los 63 a 91 días encajan en los forrajes de regular calidad.

Valores porcentuales superiores de FDN obtiene (Ruiz, 2016) en la zona tropical del Perú, 66.05, 69.09 y 73.32% e inferiores en el porcentaje de PC de 12.38, 10.69 y 6.66%, a los 30, 45 y 65 días de edad al momento del corte. En condiciones de bosque húmedo tropical de Colombia, (Molina, 2005) reporta valores entre 60.58, 67.27 y

69.48% de FDN y 12.46, 10.80 y 7.20% de PC a los 35, 45 y 60 días de cosecha. Con estos datos referentes a FDN y PC, con las condiciones apropiadas para el crecimiento de la maralfalfa, tienen una corta ventana de tiempo para tomar decisiones en la cosecha oportuna (caso producción en la estación de verano en la costa). Pero, con los valores obtenidos en el presente estudio, hay una ventana larga de cosecha entre los 63 a 91 días (un mes) para tomar decisión de cosecha oportuna en la estación de invierno de la costa central.

CAPITULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

- El peso de planta, peso de tallos, altura de planta, rendimiento en materia verde, materia seca y rendimiento de proteína aumentaron significativamente con la edad a la cosecha.
- El número de tallos por planta fue similar en las diferentes edades a la cosecha.
- El contenido de proteína cruda, la energía neta de lactación, nutrientes digestibles totales y la fibra detergente neutra obtuvieron un marcado efecto con la edad a la cosecha.

6.2 Recomendaciones

- Definir estrategias de manejo adecuadas con el mayor aprovechamiento productivo sin perjudicar la calidad nutricional de la planta como alimento (se presenta una larga ventana de cosecha entre la 9na a la 13va semana).
- Realizar estudios similares con evaluación de digestibilidad de la materia orgánica y de la fibra detergente neutra.
- Realizar estudios similares para evaluar en otras estaciones del año.
- Realizar estudios similares en la alimentación en cualquier ganado rumiante.

CAPITULO VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

7.1 Fuentes documentales

- Botero, J., & Murillo, A. (2008). Influencia en la frecuencia de corte sobre la composición físicoquímica y el rendimiento del pasto maralfalfa (*Pennisetum sp.*) cultivado en la granja experimental Bengala del municipio de Filandia, Quindío. (Trabajo de Investigación), Universidad del Quindío, Quindío.
- Perez, E. (2015). Nivel de seccionamiento del tallo en la siembra del *Pennisetum sp.* "Maralfalfa" en el rendimiento en Guayabal - Santa María. (Tesis para optar el título de Ingeniero Zootecnista), Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, Perú, Huacho.
- Prudencio, D. (2016). Adapatación y comportamiento agronómico de tres especies forrajeras de *Pennisetum* en la zona andina de Ancash. (Tesis para optar el título de Ingeniero Zootecnista), Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, Perú, Huacho.
- Quispe, R. (2016). Influencia de sistemas de siembra con semilla vegetativa en el rendimiento de *Pennisetum sp.* "maralfalfa" en el Valle de Huaura. (Tesis para optar el título de Ingeniero Zootecnista), Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, Perú, Huacho.

7.2 Fuentes bibliográficas

- Correa, H., Cerón, J., Arroyave, H., Henao, Y., & López, A. (2004). Pasto Maralfalfa: mitos y realidades. IV seminario internacional Competitividad en carne y leche. (págs. 231-274). Medellín: Cooperativa Colanta.
- Herrera, R. (1983). Calidad de los pastos. En Los pastos en Cuba. La Habana: EDICA.
- Palacios, E. (2013). Pastos y forrajes introducidos y experimentados en el Alto Mayo (Vol. II). Alto Mayo: PEAM.

7.3 Fuentes electrónicas

- Acosta, L. (2003). Principios agroclimáticos básicos para la producción de plantas medicinales. Revista Cubana de Plantas Medicinales, 8(1). Recuperado el 19 de abril de 2020, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1028-47962003000100008&lng=es&tlng=es
- Araya, M., & Boschini, C. (2005). Producción de forraje y calidad nutricional de variedades de *Pennisetum purpureum* en la Meseta Central de Costa Rica.

- Agronomía Mesoamericana, 16(1), 37-43. Recuperado el 11 de abril de 2020, de <https://www.redalyc.org/pdf/437/43716106.pdf>
- Barrón, L., Velasquez, G., Echevarria, R., & Basurco, T. (2009). Efecto de la Edad y época de corte sobre rendimiento y valor nutritivo del pasto Elefante Morado (*Pennisetum purpureum*, Schum.) en la Costa Central. Anales Científicos, 70(1), 51-57. Recuperado el 04 de Diciembre de 2019, de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6171204>
- Buelvas, M. (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. (Tesis para Optar el título de Ingeniero Zootecnista), Facultad de Ciencias Agropecuarias Programa de Zootecnia, Bogotá. Recuperado el 12 de Noviembre de 2019, de <https://pdfs.semanticscholar.org/a44b/a26227ec8b715c339114b8034d3dfccb53da.pdf>
- Caballero, J. C. (2015). Digestibilidad in vitro del pasto maralfalfa (*Pennisetum sp.*) fertilizado con TRIPLE 17 y ensilado con diferentes niveles de inoculante/conservador. (Tesis para obtener el Título de Ingeniero Agrónomo Zootecnista), Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Recuperado el 12 de Noviembre de 2019, de <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/6610/63302%20%20%20CRUZ%20CABALLERO,%20JOSUE%20%20TESIS.pdf?sequence=1>
- Calzada-Marín, J., Enríque-Quiroz, J., Hernández-Garay, A., Ortega-Jimenez, E., & Mendoza-Pedroza, I. (2014). Análisis de crecimiento del pasto maralfalfa (*Pennisetum sp.*) en clima cálido subhúmedo. Revista Mexicana Ciencia Pecuaria, 5(2), 247-260. Recuperado el 15 de abril de 2020, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-11242014000200009&lng=es&tlng=es
- Cárdenas, L., Pinto-Ruiz, R., Medina, F., Guevara, F., Gómez, H., Hernández, A., & Carmona, J. (2012). Producción y calidad del pasto maralfalfa (*Pennisetum sp.*) durante la época seca. Quehacer Científico en Chiapas(13), 38-46. Recuperado el 16 de agosto de 2019, de <https://www.dgip.unach.mx/index.php/difusion-y->

[divulgacion-del-conocimiento/16-revista-quehacer-cientifico-en-chiapas/48-numero-13-enero-junio-de-2012](https://www.redalyc.org/pdf/666/66624662001.pdf)

Cerdas, R., & Vallejos, E. (2012). Comportamiento productivo de varios pastos tropicales a diferentes edades de cosecha en Guanacaste, Costa Rica. *InterSedes*, XIII(26), 6-22. Recuperado el 12 de Noviembre de 2019, de <https://www.redalyc.org/pdf/666/66624662001.pdf>

Chávez, G. (2016). Determinación del coeficiente del cultivo (Kr) y crecimiento vegetativo de maralfalfa (*Pennisetum sp.*) bajo condiciones climáticas de la irrigación de Majes. (Tesis para optar Ingeniero Agrónomo), Arequipa. Recuperado el 21 de julio de 2019, de <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/1780>

Citalán, L., Domínguez, B., Orantes, M., Manzur, A., Sánchez, B., de los Santos, M., . . . Nahed, J. (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 en Chiapas*, 1(13), 19-23. Recuperado el 21 de julio de 2019, de <https://www.dgip.unach.mx/index.php/difusion-y-divulgacion-del-conocimiento/16-revista-quehacer-cientifico-en-chiapas/48-numero-13-enero-junio-de-2012>

Correa, H. (2006). Calidad nutricional del pasto maralfalfa (*Pennisetum sp.*) cosechado a dos edades de rebrote. *Livestock Research for Rural Development*, 18(6), 326-335. Recuperado el 26 de mayo de 2019, de <http://www.lrrd.org/lrrd18/6/corr18084.htm>

Di Marco, O. (2011). Estimación de calidad de los forrajes. Recuperado el 30 de julio de 2019, de www.produccion-animal.com.ar

Di Rienzo, J., Casanoves, F., Balzarini, M., Tablada, M., & Robledo, C. (2019). *InfoStat Versión 2019*. Centro de Transferencia InfoStat, FCA. Argentina: Universidad Nacional de Córdoba. Obtenido de <http://www.infostat.com.ar>

Feuchter, F. (01 de Noviembre de 2014). La maralfalfa forrajera cultivar de *Pennisetum purpureum*. Recuperado el 12 de Noviembre de 2019, de <https://www.revistacebu.com/produccion/item/237-la-maralfalfa-forrajera-cultivar-de-pennisetum-purpureum-sexta-parte>

- González. (2015). Bromatología del ensilado del pasto maralfalfa (*Pennisetum sp.*) fertilizado con ENTEC e inoculado con Sil - All 4x4. México: Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro División de Ciencia Animal Departamento de Nutrición Animal. Recuperado el 03 de Diciembre de 2019, de <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/6712/63409%20GONZALEZ%20MORENO%2C%20EDUARDO%20%20TESIS.pdf?sequence=1>
- González, I., Betancourt, M., Fuenmayor, A., & Lugo, M. (2011). Producción y composición química de forrajes de dos especies de pasto Elefante (*Pennisetum sp.*) en el Noroccidente de Venezuela. *Zootecnia Tropical*, 29(1), 103-112. Recuperado el 23 de Agosto de 2019, de http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_issues&pid=0798-7269&lng=es&nrm=iso
- Jaime, A., Rosemberg, M., & Echevarria, M. (2019). Efecto de la edad y estación sobre el rendimiento y valor nutritivo del pasto elefante morado (*Pennisetum purpureum* x *Pennisetum americanum*) en la costa central. *Scientia Agropecuaria*, 1(10), 137-141. Recuperado el 17 de agosto de 2019, de www.revistas.unitru.edu.pe/index.php/scientiaagrop
- López, C. (2016). Dosis de gallinaza y su efecto en la captura de carbono, en diferentes tiempos de corte, en el pasto *Pennisetum sp.*, "Maralfalfa", en el Fundo Zungarococha - Loreto. 2015. (Tesis Para Optar el Título Profesional de Ingeniero en Gestion Ambiental), Universidad Nacional de la Amazonia Peruana, Iquitos. Recuperado el 12 de Noviembre de 2019, de http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/4364/Carlos_Tesis_Titulo_2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y%20
- Lounglawan, P., Lounglawan, W., & Suksombat, W. (2014). Effect of cutting interval and cutting height on yield and chemical composition of king napier grass (*Pennisetum purpureum* x *Pennisetum americanum*). *Science Direct*(8), 27-31. Recuperado el 17 de agosto de 2019, de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212670814000761>
- Madera, N., Ortiz, B., Bacab, H., & Magaña, H. (2013). Influencia de la edad de corte del pasto morado (*Pennisetum purpureum*) en la producción y digestibilidad in vitro

de la materia seca. Avances en Investigación Agropecuaria, 17(2), 41-52. Recuperado el 04 de Diciembre de 2019, de <https://www.redalyc.org/pdf/837/83726339005.pdf>

Molina, S. (2005). Evaluación agronómica y bromatológica del pasto maralfalfa (*Pennisetum sp.*) cultivado en el valle de Sinau. Recuperado el 20 de agosto de 2018, de http://www.agro.unalmed.edu.co/agrodocs/index.php?link=ver_docs&id=278

Pérez, G. (2014). Edad de corte y su influencia sobre la productividad y capacidad de carga del pasto maralfalfa en Zungarococha - Iquitos. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Agrónomo, Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, Iquitos. Recuperado el 18 de Diciembre de 2019, de http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/3357/Andy_Tesis_Titulo_2014.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Ruiz, 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 Contamana, provincia de Ucayali, Loreto. Tesis para optar el título de Ingeniero Zootecnista, UNALM. Recuperado el 3 de agosto de 2019, de <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/2612>

Sánchez, J. (2015). Bromatología del ensilado de pasto maralfalfa (*Pennisetum sp.*) fertilizado con triple 15 e inoculado con SIL-ALL 4x4. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Coahuila: Repositorio UAAAN. Recuperado el 26 de mayo de 2019, de <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/6712/63409%20GONZALEZ%20MORENO%2C%20EDUARDO%20%20TESIS.pdf?sequence=1>

Simón, J. (2017). Niveles de fertilización con pollinaza y su efecto en las características agronómicas del pasto *Brachiaria ruzizensis* en Zungarococha - 2016. (Tesis Para Optar el Título Profesional de Ingeniero Agrónomo), Universidad Nacional de la Amazonia Peruana, Iquitos. Recuperado el 11 de Abril de 2020, de http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/4687/Juan_Tesis_Titulo_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- Ventura, J., Honorato, J., Hernández, A., Aburto, J., Vaquera, H., & Enríquez, J. (enero-febrero de 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. doi: <http://dx.doi.org/10.29312/remexca.v8i1.85>
- Vivanco, W. (Junio de 2010). La ganadería Peruana. Potencialidad de la biotecnología moderna en el incremento de su productividad y en la conservación de los recursos genéticos animales. Lima, Perú. Recuperado el 21 de Enero de 2020, de <https://docplayer.es/21551383-H-william-vivanco-mackie-ing-zootecnista-bs-ms-phd-peru-junio-2010.html>

ANEXO

Modelo lineal general: PESO vs. TRATAMIENTO; BLOQUE; MUESTREO

Análisis de Varianza

| Fuente | GL | SC Ajust. | MC Ajust. | Valor F | Valor p |
|-----------------|----|-----------|-----------|---------|---------|
| Tratamiento | 3 | 390.43 | 130.14 | 25.85 | <0.0001 |
| Bloque | 2 | 0.87 | 0.44 | 0.09 | 0.9170 |
| Bloque>Muestreo | 12 | 73.59 | 6.13 | 1.22 | 0.3032 |
| Error | 42 | 211.45 | 5.03 | | |
| Total | 59 | 676.34 | | | |

Comparaciones para PESO

Método de Tukey y una confianza de 99%

| Tratamiento (Sem.) | N | Media | Agrupación |
|--------------------|----|-------|------------|
| 105 | 15 | 11.02 | A |
| 91 | 15 | 7.09 | B |
| 77 | 15 | 5.45 | BC |
| 63 | 15 | 4.27 | C |

Modelo lineal general: N° de TALLOS vs. TRATAMIENTO; BLOQUE; MUESTREO

Análisis de Varianza

| Fuente | GL | SC Ajust. | MC Ajust. | Valor F | Valor p |
|-----------------|----|-----------|-----------|---------|---------|
| Tratamiento | 3 | 762.98 | 254.33 | 0.20 | 0.8926 |
| Bloque | 2 | 5666.03 | 2833.02 | 2.28 | 0.1148 |
| Bloque>Muestreo | 12 | 21560.90 | 1796.74 | 1.45 | 0.1840 |
| Error | 42 | 52190.27 | 1242.63 | | |
| Total | 59 | 80180.18 | | | |

Modelo lineal general: PESO DE TALLO vs. TRATAMIENTO; BLOQUE; MUESTREO

Análisis de Varianza

| Fuente | GL | SC Ajust. | MC Ajust. | Valor F | Valor p |
|-----------------|----|-----------|-----------|---------|---------|
| Tratamiento | 3 | 15816.03 | 5271.01 | 52.31 | <0.0001 |
| Bloque | 2 | 979.26 | 489.63 | 4.86 | 0.0127 |
| Bloque>Muestreo | 12 | 737.35 | 61.45 | 0.61 | 0.8217 |
| Error | 42 | 4233.24 | 100.79 | | |
| Total | 59 | 21765.88 | | | |

Comparaciones para PESO

Método de Tukey y una confianza de 99%

| Tratamiento (Sem.) | N | Media | Agrupación |
|--------------------|----|-------|------------|
| 105 | 15 | 72.32 | A |
| 91 | 15 | 47.53 | B |
| 77 | 15 | 36.83 | C |
| 63 | 15 | 29.37 | C |

Modelo lineal general: ALTURA vs. TRATAMIENTO; BLOQUE; MUESTREO**Análisis de Varianza**

| Fuente | GL | SC Ajust. | MC Ajust. | Valor F | Valor p |
|-----------------|----|-----------|-----------|---------|---------|
| Tratamiento | 3 | 4436.93 | 1478.98 | 6.06 | 0.0065 |
| Bloque | 2 | 3664.48 | 1832.24 | 7.50 | 0.0055 |
| Bloque>Muestreo | 3 | 247.95 | 82.65 | 0.34 | 0.7978 |
| Error | 15 | 3662.94 | 244.20 | | |
| Total | 23 | 12012.29 | | | |

Comparaciones para ALTURA

Método de Tukey y una confianza de 99%

| Tratamiento (Sem.) | N | Media | Agrupación |
|--------------------|---|-------|------------|
| 105 | 6 | 95.53 | A |
| 91 | 6 | 84.07 | AB |
| 77 | 6 | 72.47 | AB |
| 63 | 6 | 58.89 | B |

Modelo lineal general: RDTO MV vs. TRATAMIENTO; BLOQUE; MUESTREO**Análisis de Varianza**

| Fuente | GL | SC Ajust. | MC Ajust. | Valor F | Valor p |
|-----------------|----|-----------|-----------|---------|---------|
| Tratamiento | 3 | 56221.81 | 18740.60 | 25.85 | <0.0001 |
| Bloque | 2 | 125.82 | 62.91 | 0.09 | 0.9170 |
| Bloque>Muestreo | 12 | 10597.03 | 883.09 | 1.22 | 0.3032 |
| Error | 42 | 30448.95 | 724.97 | | |
| Total | 59 | 97393.61 | | | |

Comparaciones para RDTO MV

Método de Tukey y una confianza de 99%

| Tratamiento (Sem.) | N | Media | Agrupación |
|--------------------|----|--------|------------|
| 105 | 15 | 132.22 | A |
| 91 | 15 | 85.13 | B |
| 77 | 15 | 65.39 | BC |
| 63 | 15 | 51.18 | C |

Modelo lineal general: RDTO MS vs. TRATAMIENTO; BLOQUE; MUESTREO**Análisis de Varianza**

| Fuente | GL | SC Ajust. | MC Ajust. | Valor F | Valor p |
|-----------------|----|-----------|-----------|---------|---------|
| Tratamiento | 3 | 2464.92 | 821.64 | 33.90 | <0.0001 |
| Bloque | 2 | 7.07 | 3.53 | 0.15 | 0.8648 |
| Bloque>Muestreo | 12 | 370.45 | 30.87 | 1.27 | 0.2694 |
| Error | 42 | 1017.93 | 24.24 | | |
| Total | 59 | 3860.37 | | | |

Comparaciones para RDTO MS

Método de Tukey y una confianza de 99%

| Tratamiento (Sem.) | N | Media | Agrupación |
|--------------------|----|-------|------------|
| 105 | 15 | 23.97 | A |
| 91 | 15 | 16.57 | B |
| 7 | 15 | 11.97 | B |
| 63 | 15 | 6.49 | C |

Modelo lineal general: APORTE PC vs. TRATAMIENTO; BLOQUE; MUESTREO

Análisis de Varianza

| Fuente | GL | SC Ajust. | MC Ajust. | Valor F | Valor p |
|-----------------|----|-----------|-----------|---------|---------|
| Tratamiento | 3 | 2.80 | 0.93 | 3.32 | 0.0286 |
| Bloque | 2 | 0.12 | 0.06 | 0.21 | 0.8153 |
| Bloque>Muestreo | 12 | 3.88 | 0.32 | 1.15 | 0.3469 |
| Error | 42 | 11.77 | 0.28 | | |
| Total | 59 | 18.56 | | | |

Comparaciones para APORTE PC

Método de Tukey y una confianza de 99%

| Tratamiento (Sem.) | N | Media | Agrupación |
|--------------------|----|-------|------------|
| 105 | 15 | 1.81 | A |
| 91 | 15 | 1.71 | AB |
| 77 | 15 | 1.54 | AB |
| 63 | 15 | 1.24 | B |

10. Registros de las variables respuesta en la maralfalfa por edad a la cosecha

| Trat. | Bloque | Muestra | Peso Planta | N° tallos | Peso tallo | Rdto MV | Rdto MS |
|-------|--------|---------|-------------|-----------|------------|---------|---------|
| 63 | 1 | 1 | 4.80 | 163 | 29.45 | 57.60 | 7.30 |
| 63 | 1 | 2 | 3.28 | 138 | 23.77 | 39.36 | 4.99 |
| 63 | 1 | 3 | 6.70 | 215 | 31.16 | 80.40 | 10.19 |
| 63 | 1 | 4 | 3.60 | 146 | 24.66 | 43.20 | 5.47 |
| 63 | 1 | 5 | 5.19 | 140 | 37.07 | 62.28 | 7.89 |
| 63 | 2 | 6 | 3.06 | 153 | 20.00 | 36.72 | 4.65 |
| 63 | 2 | 7 | 3.03 | 100 | 30.30 | 36.36 | 4.61 |
| 63 | 2 | 8 | 2.53 | 108 | 23.43 | 30.36 | 3.85 |
| 63 | 2 | 9 | 3.30 | 148 | 22.30 | 39.60 | 5.02 |
| 63 | 2 | 10 | 4.38 | 160 | 27.38 | 52.56 | 6.66 |
| 63 | 3 | 11 | 4.50 | 149 | 30.20 | 54.00 | 6.84 |
| 63 | 3 | 12 | 3.34 | 121 | 27.60 | 40.08 | 5.08 |
| 63 | 3 | 13 | 7.11 | 172 | 41.34 | 85.32 | 10.81 |
| 63 | 3 | 14 | 4.70 | 110 | 42.73 | 56.40 | 7.15 |
| 63 | 3 | 15 | 4.46 | 153 | 29.15 | 53.52 | 6.78 |
| 77 | 1 | 1 | 6.49 | 176 | 36.88 | 77.88 | 14.26 |
| 77 | 1 | 2 | 2.89 | 74 | 39.05 | 34.68 | 6.35 |
| 77 | 1 | 3 | 5.74 | 122 | 47.05 | 68.88 | 12.61 |
| 77 | 1 | 4 | 3.90 | 110 | 35.45 | 46.80 | 8.57 |
| 77 | 1 | 5 | 6.16 | 121 | 50.91 | 73.92 | 13.53 |
| 77 | 2 | 6 | 5.98 | 185 | 32.32 | 71.76 | 13.14 |
| 77 | 2 | 7 | 4.27 | 123 | 34.72 | 51.24 | 9.38 |
| 77 | 2 | 8 | 4.09 | 110 | 37.18 | 49.08 | 8.99 |
| 77 | 2 | 9 | 7.20 | 198 | 36.36 | 86.40 | 15.82 |
| 77 | 2 | 10 | 8.34 | 252 | 33.10 | 100.08 | 18.32 |
| 77 | 3 | 11 | 1.65 | 54 | 30.56 | 19.80 | 3.63 |
| 77 | 3 | 12 | 6.74 | 187 | 36.04 | 80.88 | 14.81 |
| 77 | 3 | 13 | 5.44 | 159 | 34.21 | 65.28 | 11.95 |
| 77 | 3 | 14 | 7.51 | 224 | 33.53 | 90.12 | 16.50 |
| 77 | 3 | 15 | 5.34 | 152 | 35.13 | 64.08 | 11.73 |

| Trat. | Bloque | Muestra | Peso Planta | N° tallos | Peso tallo | Rdto MV | Rdto MS |
|-------|--------|---------|-------------|-----------|------------|---------|---------|
| 91 | 1 | 1 | 14.50 | 220 | 65.91 | 174.00 | 33.86 |
| 91 | 1 | 2 | 7.18 | 115 | 62.43 | 86.16 | 16.77 |
| 91 | 1 | 3 | 6.53 | 110 | 59.36 | 78.36 | 15.25 |
| 91 | 1 | 4 | 7.32 | 131 | 55.88 | 87.84 | 17.09 |
| 91 | 1 | 5 | 8.06 | 151 | 53.38 | 96.72 | 18.82 |
| 91 | 2 | 6 | 13.41 | 216 | 62.08 | 160.92 | 31.32 |
| 91 | 2 | 7 | 4.92 | 148 | 33.24 | 59.04 | 11.49 |
| 91 | 2 | 8 | 8.15 | 149 | 54.70 | 97.80 | 19.03 |
| 91 | 2 | 9 | 4.95 | 142 | 34.86 | 59.40 | 11.56 |
| 91 | 2 | 10 | 6.17 | 159 | 38.81 | 74.04 | 14.41 |
| 91 | 3 | 11 | 5.96 | 144 | 41.39 | 71.52 | 13.92 |
| 91 | 3 | 12 | 6.53 | 151 | 43.25 | 78.36 | 15.25 |
| 91 | 3 | 13 | 3.09 | 110 | 28.09 | 37.08 | 7.22 |
| 91 | 3 | 14 | 5.26 | 135 | 38.96 | 63.12 | 12.28 |
| 91 | 3 | 15 | 4.38 | 108 | 40.56 | 52.56 | 10.23 |
| 105 | 1 | 1 | 11.57 | 167 | 69.28 | 138.84 | 25.17 |
| 105 | 1 | 2 | 10.11 | 129 | 78.37 | 121.32 | 22.00 |
| 105 | 1 | 3 | 8.85 | 127 | 69.69 | 106.20 | 19.25 |
| 105 | 1 | 4 | 12.18 | 145 | 84.00 | 146.16 | 26.50 |
| 105 | 1 | 5 | 7.20 | 108 | 66.67 | 86.40 | 15.66 |
| 105 | 2 | 6 | 15.40 | 196 | 78.57 | 184.80 | 33.50 |
| 105 | 2 | 7 | 12.50 | 192 | 65.10 | 150.00 | 27.20 |
| 105 | 2 | 8 | 10.20 | 175 | 58.29 | 122.40 | 22.19 |
| 105 | 2 | 9 | 7.40 | 168 | 44.05 | 88.80 | 16.10 |
| 105 | 2 | 10 | 9.50 | 165 | 57.58 | 114.00 | 20.67 |
| 105 | 3 | 11 | 12.50 | 152 | 82.24 | 150.00 | 27.20 |
| 105 | 3 | 12 | 10.35 | 132 | 78.41 | 124.20 | 22.52 |
| 105 | 3 | 13 | 11.19 | 123 | 90.98 | 134.28 | 24.34 |
| 105 | 3 | 14 | 15.23 | 153 | 99.54 | 182.76 | 33.13 |
| 105 | 3 | 15 | 11.09 | 179 | 61.96 | 133.08 | 24.13 |

ANEXO 02: FOTOS



Foto N° 01. Campo Agrostológico del pasto evaluado *Pennisetum sp.* Tomado por Garcia, M. (2017)



Foto N° 02. Corte del pasto maralfalfa a los 91 días.



Foto N° 03. Corte de planta por surco



Foto N° 04 Conteo de tallos y nudos



Foto N° 05. Homogenización de muestra para el proceso de laboratorio



Foto N° 06. Pesado de muestra



Foto N° 07. Picado de las muestras



Foto N° 08. Muestra picada

ANEXO 03: RESULTADOS DE ANÁLISIS QUÍMICO DE LA MARALFALFA



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE ZOOTECNIA - DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE NUTRICIÓN
LABORATORIO DE EVALUACIÓN NUTRICIONAL DE ALIMENTOS

Av. La Molina s/n - La Molina
 TELEFAX 3480830

INFORME DE ENSAYO LENA N° 0856/2014

CLIENTE : LILLIAN SAEZ TAMARIZ
NOMBRE DEL PRODUCTO : Forraje Fresco LIST-001-B
 (Denominación responsabilidad del cliente)
MUESTRA : PROPORCIONADA POR EL CLIENTE
FECHA DE RECEPCIÓN : 14-08-2014
FECHA DE ANÁLISIS : Del 14/08/14 al 28/08/14
CANTIDAD DE MUESTRA : 1.372 kg.
PRESENTACION : de la muestra en Bolsa de Polietileno
IDENTIFICACION : AQ-0856/2014

RESULTADOS DE ANALISIS QUIMICO

| ANALISIS | Resultados |
|--|------------|
| a.- HUMEDAD, % | 87.33 |
| b.- PROTEÍNA TOTAL (N x 6.25), % | 2.43 |
| c.- GRASA, % | 0.26 |
| d.- FIBRA CRUDA, % | 3.55 |
| e.- CENIZA, % | 1.86 |
| f.- ELN, % | 4.57 |
| g.- ENERGIA NETA DE LACTACION, Mcal/kg. (M.S.) | 1.22 |
| h.- FIBRA DETERGENTE ACIDO - FDA, % | 3.86 |
| i.- FIBRA DETERGENTE NEUTRO - FDA : % | 7.19 |

ELN¹ = EXTRACTO LIBRE DE NITRÓGENO

M.S. = Materia Seca

Métodos utilizados:

- a.- AOAC (2005), 950.46 c.- AOAC (2005), 2003.05
 b.- AOAC (2005), 984.13 d.- AOAC (2005), 962.09
 e.- AOAC (2005), 942.05 g.- Energía Neta de Lactación: BATH (2001)
 h.- Análisis de Fibra de Forrajes Boletín N° 10 H.K.Gearing y P.J.Van Soest pp. 17-18
 i.- Análisis de Fibra de Forrajes Boletín N° 10 H.K.Gearing y P.J.Van Soest pp. 17-18

Atentamente,

La Molina, 23 de Junio del 2016


Ing. Gloria Palacios Pinto
 Jefe del Laboratorio de Evaluación
 Nutricional de Alimentos





UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE ZOOTECNIA - DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE NUTRICIÓN
LABORATORIO DE EVALUACIÓN NUTRICIONAL DE ALIMENTOS

Av. La Molina s/n - La Molina
TELEFAX 3480830

INFORME DE ENSAYO LENA N° 0927/2014

CLIENTE : LILLIAN SAEZ TAMARIZ
NOMBRE DEL PRODUCTO : Forraje Fresco LIST- 002 - B
(Denominación responsabilidad del cliente)
MUESTRA : PROPORCIONADA POR EL CLIENTE
FECHA DE RECEPCIÓN : 04-09-2014
FECHA DE ANÁLISIS : Del 04/09/14 al 16/09/14
CANTIDAD DE MUESTRA : 868 gramos
PRESENTACION : de la muestra en Bolsa de Polietileno
IDENTIFICACION : AQ-0927/2014

RESULTADOS DE ANALISIS QUIMICO

| ANALISIS | Resultados |
|--|------------|
| a.- HUMEDAD, % | 81.69 |
| b.- PROTEINA TOTAL (N x 6.25), % | 2.35 |
| c.- GRASA, % | 0.23 |
| d.- FIBRA CRUDA, % | 6.22 |
| e.- CENIZA, % | 1.99 |
| f.- ELN ¹ , % | 7.52 |
| g.- ENERGIA NETA DE LACTACION, Mcal/kg. (M.S.) | 1.19 |
| h.- FIBRA DETERGENTE ACIDO - FDA: % | 6.64 |
| i.- FIBRA DETERGENTE NEUTRO - FDN: % | 11.91 |

ELN¹ = EXTRACTO LIBRE DE NITRÓGENO

M.S. = Materia Seca

Métodos utilizados:

- a.- AOAC (2005), 950.46 c.- AOAC (2005), 2003.05
b.- AOAC (2005), 984.13 d.- AOAC (2005), 962.09
e.- AOAC (2005), 942.05 g.- Energía Neta de Lactación: BATH (2001)
h.- Análisis de Fibra de Forrajes Boletín N° 10 H.K. Georing y P.J. Van Soest pp. 17-18
i.- Análisis de Fibra de Forrajes Boletín N° 10 H.K. Georing y P.J. Van Soest pp. 17-18

Atentamente,


Ing. Gloria Palacios Pinto
Jefe del Laboratorio de Evaluación
Nutricional de Alimentos



La Molina, 23 de Junio del 2016



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE ZOOTECNIA - DEPARTAMENTO ACADEMICO DE NUTRICION
LABORATORIO DE EVALUACION NUTRICIONAL DE ALIMENTOS

Av. La Molina s/n - La Molina
TELEFAX 3480830

INFORME DE ENSAYO LENA N° 0960/2014

CLIENTE : LILLIAN SAEZ TAMARIZ
NOMBRE DEL PRODUCTO : Plasto Verde- LIST-003B
(Denominación responsabilidad del cliente)
MUESTRA : PROPORCIONADA POR EL CLIENTE
FECHA DE RECEPCIÓN : 12-09-2014
FECHA DE ANÁLISIS : Del 12/09/14 al 29/09/14
CANTIDAD DE MUESTRA : 1.062 kg.
PRESENTACION : de la muestra en Bolsa de Polietileno
IDENTIFICACION : AQ-0960/2014

RESULTADOS DE ANALISIS QUIMICO

| ANALISIS | Resultados |
|---|------------|
| a.- HUMEDAD, % | 80.54 |
| b.- PROTEINA TOTAL (N x 6.25), % | 2.01 |
| c.- GRASA, % | 0.34 |
| d.- FIBRA CRUDA, % | 6.94 |
| e.- CENIZA, % | 2.23 |
| f.- ELN, % | 7.94 |
| g.- FIBRA DETERGENTE ACIDO - FDA: % | 4.65 |
| h.- FIBRA DETERGENTE NEUTRO - FDN: % | 12.79 |
| i.- ENERGIA NETA DE LACTACION, Mcal/kg. (M.S) | 1.15 |

ELN = EXTRACTO LIBRE DE NITRÓGENO

(M.S) = Materia Seca.

Métodos utilizados:

a.- AOAC (2005), 950.46 c.- AOAC (2005), 2003.05

b.- AOAC (2005), 984.13 d.- AOAC (2005), 962.09

e.- AOAC (2005), 942.05

g.- Análisis de Fibra de Forrajes Boletín N° 10 H.K.Gearing y P.J.Van Soest pp. 17-18

h.- Análisis de Fibra de Forrajes Boletín N° 10 H.K.Gearing y P.J.Van Soest pp. 17-18

i.- Energía Neta de Lactación: BATH (2001)

Atentamente,


Ing. Gloria Palacios Pinto
Jefe del Laboratorio de Evaluación
Nutricional de Alimentos



La Molina, 23 de Junio del 2016



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE ZOOTECNIA - DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE NUTRICIÓN
LABORATORIO DE EVALUACIÓN NUTRICIONAL DE ALIMENTOS

Av. La Molina s/n - La Molina
TELEFAX 3480830

INFORME DE ENSAYO LENA N° 0999.12/2014

CLIENTE : LILLIAN SAEZ TAMARIZ
NOMBRE DEL PRODUCTO : Pasto Verde - LIST-004-B
(Denominación responsabilidad del cliente)
MUESTRA : PROPORCIONADA POR EL CLIENTE
FECHA DE RECEPCIÓN : 26-09-2014
FECHA DE ANÁLISIS : Del 26/09/14 al 09/09/14
CANTIDAD DE MUESTRA : 1,650 kg.
PRESENTACION : de la muestra en Balsa de Polietileno
IDENTIFICACION : AQ-0999.12/2014

RESULTADOS DE ANÁLISIS QUÍMICO

| ANÁLISIS | Resultados |
|---|------------|
| a.- HUMEDAD, % | 81.87 |
| b.- PROTEÍNA TOTAL (N x 6.25), % | 1.37 |
| c.- GRASA, % | 0.34 |
| d.- FIBRA CRUDA, % | 6.52 |
| e.- CENIZA, % | 2.10 |
| f.- ELN, % | 7.80 |
| g.- ENERGÍA NETA DE LACTACIÓN, Mcal/kg (M.S.) | 51.23 |
| h.- FIBRA DETERGENTE ACIDO - FDA, % | 7.24 |
| i.- FIBRA DETERGENTE NEÚTRO - FDA, % | 12.84 |

ELN' = EXTRACTO LIBRE DE NITRÓGENO

M.S. = Materia Seca

Métodos utilizados:

- a.- AOAC (2005), 950.46 c.- AOAC (2005), 2003.05
b.- AOAC (2005), 984.13 d.- AOAC (2005), 962.09
e.- AOAC (2005), 942.05 g.- Energía Neta de Lactación: BATH (2001)
h.- Análisis de Fibra de Forrajes Boletín N° 10 H.K.Gearing y P.J.Van Soest pp. 17-18
i.- Análisis de Fibra de Forrajes Boletín N° 10 H.K.Gearing y P.J.Van Soest pp. 17-18

Atentamente,

La Molina, 23 de Junio del 2016


Ing. Gloria Palacios Pinto
Jefe del Laboratorio de Evaluación
Nutricional de Alimentos

