



UNIVERSIDAD LAICA “ELOY ALFARO” DE MANABÍ

EXTENSIÓN EN EL CARMEN

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

Creada Ley No 10 – Registro Oficial 313 de Noviembre 13 de 1985

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**TRABAJO EXPERIMENTAL PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERA AGROPECUARIA**

**PRODUCCIÓN DE BIOMASA FORRAJERA DEL KING GRASS
(*Pennisetum sp.*) CON DIFERENTES PRÁCTICAS CULTURALES**

AUTOR:


JOSSELIN ANDREA ZAMBRANO VELIZ

TUTOR:

ING. MIGUEL ÁNGEL MACAY ANCHUNDIA

El Carmen – Manabí – Ecuador

ENERO, 2022

	NOMBRE DEL DOCUMENTO:	CÓDIGO: PAT-01-F-010
	CERTIFICADO DE TUTOR(A).	
	PROCEDIMIENTO: TITULACIÓN DE ESTUDIANTES DE GRADO.	REVISIÓN: 1
		Página ii de I

CERTIFICACIÓN

En calidad de docente tutor(a) de la Extensión El Carmen de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, CERTIFICO:

Haber dirigido y revisado el trabajo de investigación, bajo la autoría de la estudiante Zambrano Veliz Josselin Andrea, legalmente matriculado en la carrera de Ingeniería Agropecuaria, período académico 2020(2)-2021(2), cumpliendo el total de 440 horas, bajo la opción de titulación de proyecto de investigación, cuyo tema del proyecto es “Producción de biomasa forrajera del King Grass (*Pennisetum sp.*) con diferentes prácticas culturales”.

La presente investigación ha sido desarrollada en apego al cumplimiento de los requisitos académicos exigidos por el Reglamento de Régimen Académico y en concordancia con los lineamientos internos de la opción de titulación en mención, reuniendo y cumpliendo con los méritos académicos, científicos y formales, suficientes para ser sometida a la evaluación del tribunal de titulación que designe la autoridad competente.

Particular que certifico para los fines consiguientes, salvo disposición de Ley en contrario.

El Carmen, 19 de enero del 2022.

Lo certifico,

Ing. Miguel Ángel Macay Anchundia
Docente Tutor
Área: Agricultura, Silvicultura, Pesca y Veterinaria

DECLARACIÓN DE AUTORÍA.

Yo, Josselin Andrea Zambrano Veliz con cédula de ciudadanía 1314000579, egresada de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí Extensión en El Carmen, de la Carrera de Ingeniería Agropecuaria, declaro que las opiniones, criterios y resultados encontrados en la aplicación de los diferentes instrumentos de investigación, que están resumidos en las recomendaciones y conclusiones de la presente investigación con el tema: **“Producción de biomasa forrajera del King Grass (*Pennisetum sp.*) con diferentes prácticas culturales.”**, son información exclusiva su autor, apoyado por el criterio de profesionales de diferentes índoles, presentados en la bibliografía que fundamenta este trabajo; al mismo tiempo declaro que el patrimonio intelectual del trabajo investigativo pertenece a la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí Extensión en El Carmen.

Josselin Andrea Zambrano Veliz

AUTORA

**APROBACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN.
UNIVERSIDAD LAICA “ELOY ALFARO” DE MANABÍ**

**EXTENSIÓN EN EL CARMEN
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA**

Creada Ley No 10 – Registro Oficial 131 de Noviembre de 1985

TITULO

“Producción de biomasa forrajera del King Grass (*Pennisetum sp.*) con diferentes prácticas culturales.”

AUTOR: JOSSELIN ANDREA ZAMBRANO VELIZ

TUTOR: ING. MIGUEL ÁNGEL MACAY ANCHUNDIA

**TRABAJO EXPERIMENTAL PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TITULO DE:
INGENIERO AGROPECUARIO**

TRBUNAL DE TITULACIÓN

MIEMBRO _____

MIEMBRO _____

MIEMBRO _____

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a Dios, por haberme dado la vida y permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante en mi vida. A mí persona ya que día a día era una gran lucha para continuar con mis estudios a pesar de las dificultades presentadas.

A mis padres, María y Jhonny, por brindarme su amor, apoyo incondicional, comprensión, paciencia y educación brindada durante esta toda mi formación profesional.

También la dedico a mi hija quien ha sido mi mayor motivación para nunca rendirme en los estudios y poder llegar a ser un ejemplo para ella.

AGRADECIMIENTO

Primeramente, a Dios, ser divino por darme la vida y guiar mis pasos cada día, a mis padres y hermano por brindarme su apoyo incondicional cuando lo necesite.

Agradezco también a mi Tutor el Ing. Miguel Macay por haberme brindado la oportunidad de recurrir a su capacidad y conocimientos científicos, así como haberme tenido toda la paciencia del mundo para guiarme durante todo el desarrollo de la tesis.

Por último a las personas que estuvieron acompañándome en mi proceso de estudios, a mis compañeros por la paciencia brindada en cada nivel de estudio y apoyo moral han aportado en un alto porcentaje a mis ganas de seguir adelante en mi carrera profesional.

RESUMEN

La presente investigación permitió evaluar la producción de biomasa empleando diferentes prácticas culturales en el pasto de corte King Grass (*Pennisetum sp.*) en la Granja Experimental Río Suma de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí Extensión en El Carmen. Como tratamiento se emplearon tres prácticas culturales relacionadas con la altura del corte, sobre un Diseño de bloques completamente al azar, con tres tratamientos y ocho réplicas. Se obtuvo que la producción de materia verde bajo diferentes prácticas culturales en el pasto de corte *Pennisetum sp.* con la práctica de corte de igualación de 30 cm + resiembra fue de 47,6 t ha⁻¹. La producción de materia seca por efecto de las diferentes prácticas culturales aplicadas fue de 21,58 % con la práctica de corte de igualación de 30 cm + resiembra.

Palabras claves: forraje verde, materia seca, biomasa, altura del corte, *Pennisetum*

ABSTRACT

The present research allowed evaluating biomass production using different cultural practices in King Grass (*Pennisetum sp.*) Cut grass at the Río Suma Experimental Farm at the Universidad Laica “Eloy Alfaro” in Manabí Extension in El Carmen. As treatment, three cultural practices related to the height of the cut were used, on a completely randomized block design, with three treatments and eight replications. It was obtained that the production of green matter under different cultural practices in the cut grass *Pennisetum sp.* With the practice of equalization cut of 30 cm + reseeding it was 47.6 t ha⁻¹. The dry matter production as a result of the different cultural practices applied was 21.58% with the equalization cut practice of 30 cm + reseeding.

Keywords: green mass, dry mass, biomass, cut height, *Pennisetum*

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CERTIFICADO DE TUTOR.....	ii
DECLARACIÓN DE AUTORÍA.....	iii
APROBACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN.....	iv
DEDICATORIA.....	v
AGRADECIMIENTO.....	vi
RESUMEN.....	vii
ABSTRACT.....	viii
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	ix
ÍNDICE DE TABLAS.....	xi
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xii
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I.....	4
1 MARCO TEÓRICO.....	4
1.1 Pastos.....	4
1.1.1 Generalidades.....	4
1.1.2 Importancia del pasto <i>Pennisetum</i> sp.....	6
CAPITULO II.....	9
2 Prácticas culturales.....	9
2.1 Preparación del terreno.....	9
2.3 Altura y frecuencia de corte.....	10
2.4 Resiembra.....	11
2.5 Método de propagación.....	12
2.5.1 Por cañas.....	12
CAPÍTULO III.....	13
3 MATERIALES Y MÉTODOS.....	13
3.1 Localización del Experimento.....	13
3.2 Características Agrometeorológicas:.....	13
3.3 Variables.....	14

3.4 Unidad Experimental	14
3.5 Tratamientos	14
3.6 Diseño experimental	15
3.7 Esquema ADEVA.....	15
3.8 Manejo del Ensayo.....	15
3.8.1 Materiales	15
3.8.2 Labores	16
3.9 Método matemático- estadísticos.....	16
CAPÍTULO IV	17
4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN	17
4.1 Materia verde	17
4.2 Materia seca	18
CAPÍTULO V	19
5 CONCLUSIONES	19
CAPÍTULO VI	20
6 RECOMENDACIONES.....	20
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	xiv
ANEXOS.....	xxi

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Características climáticas, de la zona El Carmen.....	13
Tabla 2. Tratamientos.....	14
Tabla 3. Operacionalización de variables.....	14
Tabla 4. ADEVA.....	15
Tabla 5. Materia verde en <i>Pennisetum</i> sp.....	17
Tabla 6. Materia seca en <i>Pennisetum</i> sp.....	18

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Preparación del terreno	xxi
Anexo 2. Siembra del pasto.....	xxii
Anexo 3. Manejo de la investigación	xxii
Anexo 4. Registro y toma de datos	xxiii

INTRODUCCIÓN

En Ecuador, según el Instituto de Estadísticas y Censos [INEC] (2020) están plantadas 2.065.699 ha de pastos, de estas en la región costa se encuentra 1.122.761 ha y en la provincia de Manabí las pasturas abarcan 684.664 ha. A pesar de esta extensa área de pastos, la FAO (2019) reconoce que la producción bovina ha disminuido considerablemente en unos 700.000 ejemplares tanto de carne como de leche.

Este comportamiento tiene un origen multicausal, sobre todo por las condiciones climáticas. Estas influyen de manera directa en la calidad y cantidad de forraje que pueden producir, agudizándose en los períodos de sequía (Cardoza *et al.*, 2009). Los pastos que se cultivan tienen limitaciones con la productividad, adaptabilidad y persistencia en el trópico de Ecuador y presentan susceptibilidad a plagas (Álvarez *et al.*, 2013).

Por otra parte, los suelos destinados al cultivo de pastos en su mayoría son de baja fertilidad y mal drenaje, que conjuntamente con el clima, ejercen efectos negativos en la productividad, calidad y persistencia de las especies forrajeras (Ruíz, 2016). El éxito de la ganadería es el uso apropiado de los pastizales naturales o de las praderas establecidas. Sin embargo, el mal manejo de los lotes de pastoreo puede provocar condiciones adversas que reducen la producción de biomasa, afectan el comportamiento de los animales y la rentabilidad del sistema (Páez, 2013).

En la alimentación de los rumiantes deben reconocer el recurso de las plantas forrajeras, su uso racional y acorde con un adecuado balance de nutrientes en la ración. Uno de los aspectos claves, es la cantidad y calidad de la proteína que se aporte en la dieta, por lo que es prioritario reconocer y usar de modo apropiado, forrajes ricos en proteína (Barén y Centeno, 2017).

Los pastos son una fuente adecuada de aporte de nutrientes para el ganado, sobre todo en zonas tropicales. Dentro de la familia Poaceae las especies del género *Pennisetum* se caracterizan por un elevado índice de crecimiento y una gran producción de biomasa. Este tipo de pasto constituye una buena alternativa en la época seca como pasto de corte para la alimentación tanto del ganado de leche, carne, como de doble propósito (Chiquini *et al.*, 2019).

El pasto *Pennisetum* sp. “es una gramínea tropical C4 de alto potencial de producción de biomasa que es utilizado crudo en la alimentación de bovinos en condiciones tropicales” (Jaimes *et al.*, 2021). Su rendimiento depende del buen manejo y pudiera verse influido por el momento y forma de corte. Por rápido crecimiento puede ser empleado en sistemas intensivos de corte de ahí la importancia de conocer su producción en diferentes momentos de corte y así establecer el momento máximo de producción biológica del pasto.

Problema científico

El mal manejo de los lotes de pastoreo puede provocar condiciones adversas que reducen la producción de biomasa que afectan al comportamiento de los animales y la rentabilidad del sistema; por eso uno de los aspectos claves, es la cantidad y calidad de la proteína que se aporte en la dieta, por lo que es prioritario reconocer y usar de modo apropiado, forrajes ricos en proteína (Barén y Centeno, 2017) ya que se caracterizan por un elevado índice de crecimiento y una gran producción de biomasa. Este tipo de pasto constituye una buena alternativa en la época seca como pasto de corte para la alimentación tanto del ganado de leche, carne, como de doble propósito (Chiquini *et al.*, 2019).

Objetivo General

Evaluar la producción de biomasa empleando diferentes prácticas culturales en el pasto de corte King Grass (*Pennisetum* sp.) en la Granja Experimental Río Suma de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí Extensión en El Carmen.

Objetivos específicos

- Determinar la producción de materia verde bajo diferentes prácticas culturales en el pasto de corte King Grass.
- Determinar la producción de materia seca por efecto de las diferentes prácticas culturales aplicadas corte, igualación y resiembra.

Hipótesis

Alternativa

Las prácticas culturales influyen sobre la producción de biomasa forrajera del pasto de corte King grass (*Pennisetum* sp) en la Granja Experimental Río Suma de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí Extensión en El Carmen.

Nula

Las prácticas culturales no influyen sobre la producción de biomasa forrajera del pasto de corte King grass (*Pennisetum sp*) en la Granja Experimental Río Suma de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí Extensión en El Carmen.

MÉTODOS Y TÉCNICAS

Métodos Teóricos:

El histórico-lógico: Permitió fundamentar teóricamente el efecto de diferentes prácticas culturales en la producción de materia verde y materia seca en pasto de corte.

El hipotético-deductivo: Permitió establecer una hipótesis y a partir de la observación del fenómeno, deducir las implicaciones que establece la hipótesis y comprobarla o refutarla a partir de la experiencia.

El analítico-sintético: Permitió un análisis de los referentes teóricos para analizar y sintetizar los resultados obtenidos y establecer conclusiones sobre el efecto diferentes prácticas culturales en la producción de materia verde y materia seca en pasto de corte.

Métodos Empíricos:

Experimento: Se realizó un experimento para evaluar la producción de biomasa empleando diferentes prácticas culturales en el pasto de corte King Grass (*Pennisetum sp.*) en la Granja Experimental Río Suma de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí Extensión en El Carmen.

Del nivel estadístico-matemático:

Se empleó un diseño experimental de bloques completamente al Azar (DBCA), con ocho repeticiones. Se realizó un análisis de varianza para determinar el nivel de significación entre los tratamientos. Para la comparación de medias se aplicó prueba de Tukey para $p \leq 0.05$ y se utilizó el programa InfoStat (Versión 2020).

CAPÍTULO I

1 MARCO TEÓRICO

1.1 Pastos

1.1.1 Generalidades

La producción ganadera en Ecuador depende en gran medida del tipo de alimento que se les brinde a los animales. Los pastos constituyen la fuente fundamental en la alimentación que los diferentes tipos de ganado; este a su vez es el menos costoso y se destaca por sus valores nutricionales. Del tipo de alimento que se les suministre a los animales dependerá su desarrollo productivo de ahí la importancia de brindar una alimentación de calidad (Ramiro et al., 2018).

La calidad del alimento depende mucho de las condiciones ambientales que se manifiestan en el territorio; en el caso de Ecuador son favorables para producir pastos durante todo el año. Las condiciones existentes favorecen la implementación sistemas de producción de pasto que permitan aprovechar este recurso en incrementar la producción del sector ganadero (FAO, 2018).

En la región costa de Ecuador se tienen dos estaciones marcadas en el año; la estación lluviosa y la estación seca. La estación lluviosa comprende los meses de enero a abril, en cambio, la estación seca que se prolonga a partir de mayo hasta diciembre. Esto provoca que la producción de pastos naturales para la ganadería se sienta limitada por el factor agua, lo cual repercute negativamente en la producción de leche y carne (Tello, 2017).

La producción ganadera en el trópico está constituida básicamente por los pastos, ya que proveen de nutrientes requeridos por los animales a un costo muy bajo en comparación con los balanceados. Sin embargo, el crecimiento y productividad de los pastos está influenciada por las condiciones climáticas, principalmente por la distribución anual de las lluvias que, unido a otros factores del medio ambiente y de manejo, repercuten en que éstos no reflejen totalmente su potencialidad productiva y nutritiva (Ruíz, 2016).

Los pastos y forrajes requieren que se les maneje al igual que cualquier otro tipo de cultivo, de ello dependerá la calidad. La realización de buenas prácticas agronómicas en dependencia de la etapa fenológica en que se encuentra el pasto traerá consigo un incremento en los rendimientos. Las plantas forrajeras son muy exigentes al cuidado que se tengan con ellos ya que de esto depende su producción y su valor nutritivo. Los forrajes constituyen una alternativa de complementación para la alimentación en los sistemas ganaderos (Suárez y Neira, 2014).

Al igual que los forrajes, los pastos requieren de un buen manejo y cuidado, de su calidad depende el resultado de obtener mayor producción por unidad de área en la pastura. El rendimiento de los animales en el pastoreo está marcado por elementos como la eficiencia y sostenibilidad del sistema y estos a su vez con las condiciones ambientales que pueden causar cambios fisiológicos y metabólicos (Valle, 2020).

Ecuador registra un total 3.425.412 ha de pastos cultivados y 1.385.915 ha de pastos naturales. En la región Costa existe una superficie de 1.533.418 ha de pastos cultivados y 237.246 ha de pastos naturales. Los datos presentados son un indicador de la importancia económica del uso eficiente de las especies forrajeras en los sistemas de producción animal. Los altos rendimientos por unidad de superficie de los pastos de corte del género *Pennisetum* permitirían una mayor productividad de la ganadería basada en el uso de pastos como fuente barata de alimentación animal (Páez, 2013).

El sector pecuario que se desarrolla en los pastizales de Ecuador es una base muy importante del desarrollo social y económico, satisface las demandas de la población en alimentos tan esenciales como la carne y leche y es fuente esencial de generación de mano de obra e ingreso. A pesar de ser un importante contribuyente al producto interno bruto, el sector

pecuario tiene dificultades para mantener un desarrollo constante y sostenido debido a la mala y escasa alimentación suministrada a los bovinos, aun cuando el país tiene condiciones favorables para producir pastos durante todo el año (León, 2018).

Según Sequera (2013), los pastos son el alimento más económico para los rumiantes, son capaces de establecerse en áreas donde no se dan otros cultivos, ayudan a la conservación de suelos fértiles y a restaurar los suelos agotados, aportan materia orgánica enriqueciendo al suelo y constituyen la fuente más barata para los animales herbívoros o rumiantes.

El desarrollo agropecuario actual, implica necesariamente a la agricultura orgánica, ya que la población a nivel mundial prefiere consumir alimentos inocuos, naturales y saludables. En los últimos años los productores han puesto en marcha la agricultura orgánica, aplicada al manejo y producción de pastos y forrajes destinados a la alimentación animal, como una alternativa sostenible, para evitar el uso de insumos nocivos y contaminantes (Vimos *et al.*, 2020). Dentro de estas alternativas los pastos se encuentran los del género *Pennisetum* los que se presentan como productores de grandes volúmenes de biomasa de calidad.

1.1.2 Importancia del pasto *Pennisetum* sp.

Los forrajes son residuos vegetales que sin ser procesados se emplean en la alimentación de los animales. Un forraje puede englobar todas las plantas, ya sean gramíneas o leguminosas, que se cultivan, cosechan y procesan en cualquier tipo de conservación, con el objetivo de alimentar a los animales. Los atributos de un buen forraje se supeditan esencialmente al tipo de especie, las condiciones físicas y químicas del suelo, el clima y a la forma de producción en que se necesita (Martínez, 2019).

El principal atributo de los pastos tropicales es su gran capacidad para producir materia seca, lo que los hace adecuados para suministrar proteína, energía, minerales, vitaminas y fibra al ganado. La gran capacidad que tienen los pastos tropicales para producir biomasa se debe a que son plantas C4, o sea que sus procesos fotosintéticos son muy eficientes, ya que su selección estuvo orientada hacia la producción de materia seca y porque se desarrollan en

regiones geográficas donde la irradiación solar y la temperatura ambiente les permite crecer en forma más o menos continua durante todo el año (siempre y cuando dispongan de suficiente humedad) (Ruíz, 2016).

Las especies del género *Pennisetum* son muy empleadas como forraje, por su alta producción de biomasa (Luna *et al.*, 2015). Este pasto es de gran altura y puede crecer por encima de los 1,65 m y alcanzar un área foliar de 440 cm², para una sola planta. Se estima una producción de masa seca superior a 150 t año⁻¹ (Jaimés *et al.*, 2021).

Estudios realizados por Vimos *et al.* (2020), para mejorar la producción de *Pennisetum* sp. con fertilización orgánica concluyen que: la acción de los tratamientos mejora la nutrición de las plantas y estimulan su crecimiento, que se reflejó con el incremento en los rendimientos productivos del *Pennisetum* sp, sin dañar en gran medida el equilibrio entre los componentes bióticos y abióticos de los agroecosistemas, promoviendo de tal manera una explotación ganadera sostenible.

Chavarría *et al.* (2017), en un estudio realizado en la zona centro de Manabí, enfatizan en la importancia del riego para estabilizar las producciones de los cultivos y poderlas predecir con mayor exactitud, pero en el caso de *Pennisetum* sp. observaron que los volúmenes de agua que se aplican inciden en el contenido de materia seca. Se logra una mayor eficiencia con láminas de riego por debajo de la evapotranspiración. De este resultado deducen que con las condiciones agroclimáticas es suficiente para el desarrollo del pasto.

Pennisetum sp. presenta determinada tolerancia y capacidad de biosorción al Cadmio (Cd), en diferentes concentraciones de Cd y diferentes tipos de suelo. Por lo tanto, este pasto constituye una opción adecuada para la remediación de Cd en los suelos (Yang *et al.*, 2021).

De este género de pasto, agrupados por su nombre vulgar como pastos elefante (Cardona *et al.*, 2012), pertenecen dos especies que son las más reconocidas: *Pennisetum purpureum* Schum y *Pennisetum glaucum* L. Por su parte, Cortés y Olarte (2018) al evaluar el potencial forrajero del king grass morado lo consideran como *Pennisetum Purpureum x Pennisetum Typhoides*. Clavelo y Razz (2009) se refieren al pasto maralfalfa (*Pennisetum purpureum x Pennisetum glaucum*) como “un pasto tropical de alta calidad el cual tiene potencial forrajero para rumiantes”. Es decir, que la clasificación de este grupo sigue siendo controvertida.

Jaimes *et al.* (2021) investigaron en *Pennisetum hybridum* y se refieren a Hanna *et al.* (1984) quienes desde ese año mencionan que es el producto de la hibridación del *Pennisetum americanum* (L.) Leake y *P. purpureum* Schum. Al respecto, Tan *et al.* (2020) plantean que *Pennisetum hybridum* tiene varias características beneficiosas, incluida la capacidad de crecer rápidamente, un sistema de raíces altamente desarrollado, la capacidad de producir altos rendimientos, una fuerte resistencia a los factores ambientales estresantes y la capacidad de adaptarse a diferentes entornos de crecimiento.

Pennisetum sp. es un pasto perenne con alta productividad, cuyas raíces son fibrosas y forman raíces adventicias que surgen de los nudos inferiores de las cañas. Estas cañas conforman el tallo superficial el cual está compuesto por entrenudos, delimitados entre sí, por nudos. Los entrenudos en la base del tallo son muy cortos, mientras que los de la parte superior del tallo son más largos. Los tallos no poseen vellosidades (Cerdas, 2015).

Estudios recientes han demostrado que esta especie tiene el potencial de desempeñar un papel importante en los sectores de bioenergía, remediación ambiental y forraje para el ganado. Mientras que, Siroha *et al.* (2021) argumentan que *Pennisetum glaucum* que pertenece también a la familia Poaceae y es ampliamente cultivado en todo el mundo para piensos y forrajes, es un cultivo subutilizado a pesar de que su costo es bajo. El almidón de los granos da una nueva dirección a las industrias alimentarias y sus aplicaciones.

Pennisetum sp. es un pasto forrajero de alto rendimiento cuyas ventajas se pueden reflejar en las siguientes características como en tener mayor altura de planta, mayor número de tallos y un peso más prolongados por planta lo que hace que este forraje sea beneficioso y de mucha ayuda a los ganaderos de la zona del norte chico que sufren por la escasez de alimento para el ganado y lo cual se refleja en la producción que se da de una manera inferior de acuerdo a los parámetros ya establecidos (Paredes, 2019).

La mayor producción de biomasa en los *Pennisetum* se logra a los 6 o 7 meses, en este momento las plantas deben tener una altura de 1,5 m. en este elemento influye mucho las condiciones del manejo y las ambientales. Después de ese tiempo en el pasto se produce un declive del valor nutricional y se considera que su rendimiento puede disminuir por debajo de las 90 t ha⁻¹ al año (García, 2016).

CAPITULO II

2 Prácticas culturales

Un buen manejo de los pastos incluye diferentes elementos tales como el material vegetativo, la edad de corte; este segundo es de vital importancia para poder establecer los tiempos más adecuados para optimizar la producción de materia verde. Las características morfológicas del pasto son de gran interés en el momento de manejarlo ya que de esta manera se puede explotar su mayor potencial productivo (Morrillo *et al.*, 2016).

2.1 Preparación del terreno

La preparación del terreno está referida a la adecuación, con el fin de poder efectuar labores como labranza, siembra, corte de igualación; recurriendo normalmente a la eliminación de la vegetación presente, mediante la tumba de árboles y arbustos con posterior roce y quema de los residuos. La labranza generalmente se utiliza como medio de eliminación y control de la vegetación existente antes de la siembra de pastos. Además, facilita el contacto íntimo de la semilla o estructura de pasto propagada con el suelo para facilitar la absorción rápida de agua y nutrientes durante los primeros estadios de crecimiento (Ruíz, 2016).

De las épocas de lluvias y sequías depende la programación agrícola (siembras, calendario de fertilizaciones, conservación de forraje, etc.), por lo tanto, es necesario conocer el histórico de la pluviometría del lugar y su distribución por meses, así como en la región interandina la época de las granizadas. Las circunstancias pueden obligar a buscar hierbas forrajeras resistentes a la humedad y/o resistentes a la sequía, generalmente se necesita que los pastos tengan las dos características para poder mantener una producción forrajera equilibrada durante todo el año (León, 2018).

2.3 Altura y frecuencia de corte

La altura a la cosecha está muy relacionada con el tiempo de crecimiento después del corte e influye sobre la calidad y el rendimiento, pero el primer aspecto, es el que afecta directamente la respuesta animal, especialmente en el consumo y en la producción, así como, en el vigor del futuro rebrote. Los cortes deben realizarse cada 35 a 45 días en época de lluvias y hasta cada 60 días en verano o cuando el pasto alcance una altura de 1,20 a 1,50 m con corte al ras del suelo (Cortés y Olarde 2018).

De acuerdo con los resultados obtenidos, la ingesta promedio de forraje fue de 1810,0 g de materia fresca/animal/día. El mayor consumo 1990,0 g/animal/ día, se dio cuando el material ofrecido a los animales se cosechó a una edad de 60 días, con el king grass de 75 días el consumo se deprimió en un 10% y un 17% al cosecharse a 90 días dado que apenas se logró una ingesta de 1640,0 g/animal/día; estas diferencias resultaron altamente significativas (Chacón y Vargas, 2010).

El pasto *Pennisetum sp.*, como pasto de corte, muestra un alto potencial para la producción de biomasa, sin embargo, como cualquier otro pasto tropical, en condiciones de zonas áridas, reduce su valor nutritivo con la edad de madurez (González *et al.*, 2011).

Estos mismos autores concluyen que: Tomando en cuenta los criterios de producción y calidad de los pastos, necesarios para satisfacer los requerimientos del animal, los resultados de la investigación permiten recomendar como mejor época de cosecha para el pasto Elefante (*Pennisetum sp.*), la fecha cercana a los 56 días de madurez, lo cual garantiza un buen aporte cualitativo y cuantitativo de la biomasa cosechada.

Mojica *et al.* (2017) aseguran que una de las características principales de los pastos es su rápido crecimiento y maduración; lo cual está en estrecha relación con factores genéticos, en desarrollo fenológico y la adaptación a condiciones ambientales presentes. Su valor nutricional varía con la edad, sobre todo en los cambios que se producen en la composición química basados en una reducción de la proteína bruta y un aumento de la lignina en la pared celular. Estos aspectos van en detrimento de la digestibilidad de los animales.

Según Ovando (2019) la edad del rebrote después del corte puede influir en el perfil de ácidos grasos. Este elemento ha sido comprobado mediante la investigación de determinados

ácidos grasos presentes en la leche y que además son beneficiosos para la salud humana. Ramiro *et al.* (2018) consideran que al momento del corte debe tenerse en cuenta el estado fisiológico de la planta pues la producción de forraje se determina por la radiación fotosintética que absorbe la planta y por su capacidad de convertirla en materia seca.

Manejar correctamente la edad de corte trae consigo una imitación en los desperdicios de forraje, se elimina el sobrepastoreo, se reduce el gasto energético por parte de los animales, además, de la gran cantidad de biomasa que se produce sin dañar el medio ambiente (Prudencio *et al.*, 2020). Larios *et al.* (2018) aseguran que los 40 a 75 días es el momento idóneo para realizar el corte; en este momento el pasto puede tener un 9% de proteína y un contenido de fibra detergente neutro superior al 72%.

Para la FAO (2015), la plantación con dos meses de establecida se puede definir la frecuencia de corte. Es recomendable realizar el corte a una altura de 20 cm del suelo, de esta manera se dejan yemas que se activarán y continuarán el desarrollo del pasto. En el momento del corte se debe cuidar a las macollas para no provocar daños y afectar la calidad y rendimiento del forraje.

Cortes (2014) enfatiza en que los pastos de corte desempeñan un papel fundamental en el crecimiento de la producción ganadera, sin causar daños a los agroecosistemas de los cuales forman parte. Entre las especies forrajeras más promisorias de muy buena adaptación a las zonas tropicales y con excelentes rendimientos se identifican las pertenecientes al género *Pennisetum*.

2.4 Resiembra

La resiembra es el proceso de establecer vegetación forrajera por medio de la diseminación de semillas, a fin de incrementar la producción de forraje, controlar la erosión del suelo e inducir el mejoramiento del pastizal. Se habla de resiembras porque se realiza en una superficie que anteriormente estuvo cubierta de plantas forrajeras (González, 2019).

En el momento de la siembra es aconsejable una fertilización de fondo antes de colocar el propágulo. Este tipo de semilla debe ser colocado en forma horizontal para estimular la mayor brotación de yemas. Se recomienda el uso de semilla joven y no debe ser colocada en la superficie para evitar la deshidratación por las altas temperaturas (Rivera, 2017).

2.5 Método de propagación

A más de los métodos naturales para propagar vegetativamente las gramíneas (semillas), se utilizan otros mecanismos como: “la estaca, caña y corona” (Flores, 1986). En este caso, para Marafalfa se recomienda propagarlo por cañas (Borbor, 2013).

Este forraje se propaga de manera asexual mediante el empleo de estolones tallos y cañas los cuales poseen yemas; estas permiten obtener brotes que serían los encargados reproducir el follaje necesario para alimentar a los animales. El periodo establecimiento va de los 90 a 120 días después de la plantación, este tiempo debe ser cuidadosamente respetado con el propósito de lograr un desarrollo radicular idóneo que garantice extender la vida productiva del forraje (Cortés y Olarde, 2018).

2.5.1 Por cañas

Para la propagación por cañas, se utiliza los tallos desprovistos de hojas (limpios), enterrando las mismas en surcos, o cortando pequeñas estacas con tres nudos viables, y sembrándolas en forma inclinada con una parte fuera del suelo y otra forma es con las estacas enterradas en los surcos. Así, a través de los nudos se desarrollarán en la parte aérea nuevas plantas y en la cara interna, las raíces (Arias, 2012).

CAPÍTULO III

3 MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Localización del Experimento

La investigación se realizó en pastos de corte King Grass (*Pennisetum* sp) en la Granja Experimental Río Suma de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí Extensión en El Carmen, Cantón El Carmen.

3.2 Características Agrometeorológicas:

El cantón El Carmen se caracteriza por:

Tabla 1.

Características climáticas, de la zona El Carmen.

Variable	Características
Rango Altitudinal	260 msnm
Temperatura	25,6 °C
Humedad relativa	85,6 %
Heliófila	884 - 1.320 horas luz/año
Drenaje	Natural
Clasificación bioclimática	Trópico húmedo
Precipitación anual	2815 mm
Evaporación anual	1064,3

Fuente: INAMHI, 2019

3.3 Variables

Tabla 2.

Operacionalización de variables

Variables	Conceptualización	Operacionalización
		Corte de 50 cm
VI: Prácticas culturales	Diferentes momentos de corte	Corte de igualación de 30 cm Corte de igualación de 30 cm + resiembra
VD: Biomasa (Materia verde y seca)	Materia verde: Muestra de forraje verde, pesada al momento del corte Materia seca: Parte de la muestra de forraje verde después de extraer el agua mediante secado forzado	Pesada de la biomasa verde Pesada final de una muestra de 150 g de materia verde sometida a secado a 150 °C durante 24 horas.

3.4 Unidad Experimental

La unidad experimental estuvo conformada por 8 muestras para cada tratamiento.

3.5 Tratamientos

Tabla 3.

Tratamientos

Tratamientos	Descripción
1	corte a 50 cm de altura

2	corte de igualación a 30 cm de altura
3	corte de igualación a 30 cm + resiembra

3.6 Diseño experimental

Se empleó el diseño experimental de bloques completamente al Azar (DBCA), con tres tratamientos y ocho repeticiones.

3.7 Esquema ADEVA

Tabla 4.

ADEVA

Fuente de variabilidad	Grados de libertad
Tratamientos	2
Repeticiones	7
Error experimental	14
Total	23

3.8 Manejo del Ensayo

3.8.1 Materiales

- Moto guadaña.
- Motosierra.
- Balanza
- Machete.
- Piolas.
- Carreta.
- Cinta métrica.
- Sacos.

- Clavos.

3.8.2 Labores

a. Fase de campo: Limpieza del suelo al momento de la división de parcelas.

b. Instalaciones del terreno: se realizaron mediciones que permitieron obtener parcelas de 17,50 m².

c. Rotulación: identificar los tratamientos por parcelas.

d. Cosecha: Cortar el pasto por parcela según las variables de estudio y luego tomar el peso verde de cada una. Para determinar la materia seca se tomó una muestra de 150 g de cada parcela, las cuales fueron sometidas a secado en una estufa a 150⁰C durante 24 horas, posteriormente se realizó el pesaje.

3.9 Método matemático- estadísticos

Se realizó un análisis de varianza para determinar el nivel de significación entre los tratamientos. Para la comparación de medias se aplicó prueba de Tukey para $p \leq 0.05$ y se utilizó el programa InfoStat (Versión 2020).

CAPÍTULO IV

4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Materia verde

Al determinar la producción de materia verde en los diferentes tratamientos, se constató que a pesar de que los tratamientos uno y dos no difieren significativamente, el uno si difiere del tres con una producción de 47,6 t ha⁻¹. De esta manera se puede valorar como una alternativa de manejo del pasto para obtener mayor cantidad de forraje verde. Según Cruz *et al.* (2017) en las regiones tropicales la principal fuente de alimentación para los rumiantes son las gramíneas, por lo que el rendimiento y la calidad forrajera son de gran interés para mitigar la baja productividad en los sistemas de pastoreo.

Los resultados obtenidos son similares a los expuestos por Buelvas (2009) quien reporta una producción de materia verde en parcelas con fertilización de hasta 53,74 t ha⁻¹, sin embargo, difieren de los obtenidos por Vargas (2018) quien determinó entre 5,11 y 6,94 t ha⁻¹. Por su parte, Luna *et al.* (2015) en cortes realizados a los 45, 60, 75 y 90 días, dan a conocer que se presentan producciones de materia verde de 5,88; 8,08; 9,60 y 12,35 t ha⁻¹ en cada corte, respectivamente.

Tabla 5.

Materia verde en *Pennisetum* sp.

Tratamientos	Descripción	Materia verde (t ha ⁻¹)
T3	corte de igualación de 30 cm + resiembra	47,6 a
T2	corte de igualación de 30 cm	44,3 ab
T1	corte de 50 cm	36,5 b

Letras distintas indican diferencias significativas(p≤0,05) CV: 28,68

Otras investigaciones declaran que bajo fertilización nitrogenada a los 90 días de corte se pueden producir entre 6,17 y 10,52 kg m²⁽⁻¹⁾, es decir hasta 105,2 t ha⁻¹ (Chiquini *et al.*, 2019). Si se consideran todos los resultados anteriores y lo que manifiestan Clavero y Razz (2009) que el valor nutritivo registrado en este pasto sugiere su empleo en la producción ganadera tanto de leche como de carne, donde se necesite un material forrajero de calidad.

4.2 Materia seca

En la materia seca se presentan diferencias significativas entre los tratamientos, el tratamiento tres donde se realizó el corte de igualación de 30 cm + resiembra, resultó ser el de mejor contenido de materia seca con un 21,58%, seguido por el corte de igualación de 30 cm con un registro de 18,40 %. La producción de materia seca y el valor nutritivo de la pastura debe ser considerado estratégicamente; lo cual sugiere tener conocimiento de los principales componentes que afectan al rendimiento y la calidad de los pastos (Cruz *et al.*, 2017). León *et al.* (2018) afirman que la conversión alimenticia de los animales está en dependencia de la calidad del forraje y del consumo de materia seca que estos realicen.

En estudios similares Luna *et al.* (2015) sostienen que en *Pennisetum* sp. la materia seca osciló de un 11,80 % a los 45 días a un 18,62 % a los 90 días, como frecuencia de corte. Es necesario destacar que el crecimiento de una planta se correlaciona con un incremento sostenido de la materia seca. Esta situación depende de factores como la temperatura y la fotosíntesis; se produce un incremento de la lignina en la pared celular y por supuesto se afecta la calidad de la materia seca, lo cual va en detrimento de la digestibilidad (Calzada, 2019).

Tabla 6.

Materia seca en *Pennisetum* sp.

Tratamientos	Descripción	Materia seca (%)
T3	corte de igualación de 30 cm + resiembra	21,58 a
T2	corte de igualación de 30 cm	18,40 b

T1

corte de 50 cm

14,48 c

 Letras distintas indican diferencias significativas($p \leq 0,05$)

CV: 4,90

A partir de los resultados expuestos es evidente que dentro del manejo cultural que se realiza al *Pennisetum* sp., sobre todo la forma de corte influye en la producción de biomasa. Si se realizan cortes tempranos se puede presentar bajo valor nutritivo y afectación de los tallos, esta segunda puede afectar el rebrote. Sin embargo, si se realiza cuando el pasto tiene demasiado desarrollo foliar puede presentarse mayor contenido de materia seca, como se indicó anteriormente se afecta la digestibilidad.

La digestibilidad se afecta al incrementarse la lignina y disminuir la fracción digestible compuesta por celulosa y hemicelulosa. Además, se suma a lo anterior que la falta de respuesta a la alimentación está dada también por la limitada información sobre la degradación ruminal y digestibilidad intestinal de proteínas y aminoácidos en los alimentos que conforman las dietas (Duque *et al.*, 2017).

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES

- La producción de materia verde bajo diferentes prácticas culturales en el pasto de corte *Pennisetum* sp. con la práctica de corte de igualación de 30 cm + resiembra (T3) fue de 47,6 t ha⁻¹ siendo el mejor tratamiento y con diferencias estadísticamente significativas con respecto a los tratamientos T1 (36,5 t ha⁻¹) y T2 (44,3 t ha⁻¹).

- La producción de materia seca por efecto de las diferentes prácticas culturales aplicadas fue de 21,58 % con la práctica de corte de igualación de 30 cm + resiembra siendo éste el mejor tratamiento y por encima de los tratamientos T1 (14,48%) y T2 (18,40%).

CAPÍTULO VI

RECOMENDACIONES

- Continuar estudios sobre *Pennisetum* sp. en las condiciones agroclimáticas de El Carmen y profundizar en la composición química.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Álvarez, E., Latorre, M., Bonilla, X. Sotelo, G., Miles, J. W. (2013). Diversity of *Rhizoctonia* spp. causing foliar blight on *Brachiaria* in Colombia and evaluation of *Brachiaria* genotypes for foliar blight resistance. *Plant Disease*, 97(6), 772-779. DOI: 10.1094/PDIS-04-12-0380-RE.
- Barén P., J. R., Centeno V., L. A. (2017). Valores nutritivos del pasto Cuba OM-22 (*Pennisetum purpureum x Pennisetum glaucum*), sometido a cuatro intervalos de corte en el Valle del Río Carrizal. Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí, Calceta, Manabí, Ecuador. <http://repositorio.espam.edu.ec/handle/42000/649>
- Borbor B., J. C. (2013). Evaluación agronómica y nutricional del pasto maralfalfa (*pennisetum* spp.) bajo dos métodos de Evaluación agronómica y nutricional del pasto maralfalfa (*pennisetum* spp.) bajo dos métodos de propagación y tres programas de fertilización en la parroquia Cerecita. Tesis de Grado. Escuela Superior Politécnica del Litoral, Guayas, Ecuador. <http://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/handle/123456789/25262>
- 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. Trabajo de Grado. Universidad de La Salle. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Programa de Zootecnia. Bogotá, Colombia. <https://repository.lasalle.edu.co/bitstream/10185/6719/1/T13.09%20B862e.pdf>
- Calzada M., J. M. (2019). Análisis de crecimiento de cuatro pastos tropicales durante el establecimiento de la pradera. tesis doctoral. Institución de enseñanza e investigación en Ciencias Agrícolas. Colegio de postgraduados. Montecillo, Texcoco, Estado de México. <http://colposdigital.colpos.mx:8080/jspui/handle/10521/3223>
- Cardona, E., Ríos, L. A., Peña, J. D. (2012). Disponibilidad de Variedades de Pastos y Forrajes como Potenciales Materiales Lignocelulósicos para la Producción de Bioetanol

en Colombia, *Inf. tecno*, 23, 6, 87-96. https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-07642012000600010&script=sci_abstract&tlng=es

Cardoza H., C. G., Hernández C., L. B., Medrano G., N. A. (2009). Evaluación de Bloques Multinutricionales en la alimentación de ganado de doble propósito en ordeño (Doctoral dissertation, Universidad de El Salvador). <http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/1555/>

Cerdas R., R. (2015). Comportamiento productivo del pasto maralfalfa (*Pennisetum* sp.) Con varias dosis de fertilización nitrogenada. *InterSedes*, 16(33), 124-145. http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2215-24582015000100007&lng=en&tlng=es.

Chacón H., P. A., Vargas R., C. F. (2010). Consumo de *Pennisetum purpureum* cv. King Grass a tres edades de cosecha en caprinos. *Agronomía Mesoamericana*, 21(2), 267-274. http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1659-13212010000200005&lng=en&tlng=es.

Chavarría P., J. E., Pilaloa D., W. O., González A., C. E., Párraga M., L. E. (2017). Restricción del riego en la producción de biomasa del pasto *Pennisetum* sp. *Ciencia Y Tecnología*, 10(2), 83–87. <https://doi.org/10.18779/cyt.v10i2.212>

Chiquini M., R. A., De la Cruz Ch., E. N., Pech M., N. J., Guerrero T., H. O., Castillo A., C. C. (2019). Desarrollo fenológico y producción de biomasa del pasto maralfalfa (*Pennisetum* sp.) cultivado en el sureste mexicano. *Agroproductividad*, 12(12),87-92. <https://core.ac.uk/download/pdf/279693394.pdf>

Clavero, T, Razz, R. (2009). Valor nutritivo del pasto maralfalfa (*Pennisetum purpureum* x *Pennisetum glaucum*) en condiciones de defoliación. *Revista de la Facultad de Agronomía*, 26(1), 78-87. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-78182009000100005&lng=es&tlng=es.

Cortes M., D. E., Olarte B., O. J. (2018). Pasto de corte king grass morado (*Pennisetum Purpureum* x *Pennisetum Typhoides*), una esperanza forrajera en la colonia agrícola de

Acacias. *Documentos De Trabajo ECAPMA*, (1).
<https://doi.org/10.22490/ECAPMA.2772>

Cortes, D. E., (2014) “Especies forrajeras para la alimentación de bovinos, aplicado a la colonia agrícola”. *Acacias, Colombia*. pp. 106.

Cruz H., A., Hernández G., A., Vaquera H., H., Chay C., A., Enríquez Q., J., Ramírez V., S. (2017). Componentes morfogénéticos y acumulación del pasto mulato a diferente frecuencia e intensidad de pastoreo. *Revista mexicana de ciencias pecuarias*, 8(1), 101-109. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v8i1.4310>

Duque Q., M., Rosero N., R., Olivera Á., M. (2017). Digestión de materia seca, proteína cruda y aminoácidos de la dieta de vacas lecheras. *Agronomía Mesoamericana*, 28(2), 341-356. <https://www.redalyc.org/journal/437/43750618002/html/>

FAO (2019). Datos sobre alimentación y agricultura. FAOSTAT.
<http://www.fao.org/faostat/es/#data/QC>.

Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAO (2018). *Praderas, pastizales y cultivos forrajeros*, s.l.: s.n.

García, M., (2016) *King Grass*. <http://abc.finkeros.com/king-grass-pennisetum-purpureum/>

Gonzalez, K. (2019). Resiembra de potreros en solo dos pasos. Zootecnia y Veterinaria es mi pasión. <https://zoovetesmipasion.com/pastos-y-forrajes/resiembra-de-potreros-en-solo-dos-pasos/>

Hanna, W. W., Gaines, T. P., Gonzales, B., Monson, W. G. (1984). Effects of ploid on yield and quality of pearl millet x napiergrass hybrids. *Agron J.*, 76, 669-971.

- Instituto Nacional de Estadística y Censos [INEC] (2020). Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua. <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/estadisticas-agropecuarias-2/>
- Jaimes C., L. J., Menjivar D., C. A., Montoya A., E.V., Mendoza O., E. O., Correa C., H. J., Mejía Á. G., Ruíz C., Á. A. (2021). Hidrólisis enzimática del pasto maralfalfa (*Pennisetum* sp) sometido a extrusión húmeda. *Rev. ion.*, 34(1),111-120. doi:10.18273/revion.v34n1-2021009
- Larios C., M., A.; Arévalo de G., G., Matamoros, I. (2018). “*Calidad nutricional de tres forrajes tropicales cosechados a diferentes edades de corte en Zamorano, Honduras*”. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras. 36 p. <http://hdl.handle.net/11036/5854>.
- León, R., Bonifaz, N., Gutiérrez, F., (2018). Pastos y forrajes del Ecuador. Siembra y producción de pasturas. Universidad Politécnica Salesiana. Editorial Abya Yala. 1ra. ed. ISBN: 978-9978-10-318-0. 300p.
- Luna M., R., Chacón M., E., Ramírez de la R., J., Álvarez P., G., Álvarez P., P., Plúa P., K., Álava M., A. (2015). Rendimiento y calidad de dos especies del género *Pennisetum* en Ecuador. *REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria*, 16(8),1-10. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=63641401005>
- Martinez, F. (2019). Que son los forrajes. Info pastos y forrajes. <https://infopastosyforrajes.com/>
- Mojica, R. J., Castro, R, E., Carulla, F.J., y Lascano, A. C. (2017). Efecto de la edad de rebrote sobre el perfil de ácidos grasos en gramíneas tropicales. *Corpoica. Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 2nd edición., pp. 217-232.
- Ordoñez S., B. L. (2013). Sequera, B. L. (2013). Comportamiento agronómico de tres variedades de pastos. Trabajo de Graduación. Universidad Estatal Península de Santa Elena. La libertad, Ecuador. <https://repositorio.upse.edu.ec/xmlui/handle/46000/931>

- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura FAO. (2015). *Gramíneas de corte*. <http://www.fao.org/docrep/pdf/010/a1564s/a1564s04.pdf>
- Ovando, E., (2019) Caracterización morfológica de 15 pastos de la especie *Pennisetum purpureum*. *Agroproductividad*, 12. 10.32854/agrop.vi0.1484. 117p.
- Paredes V. R. A. (2019). Evaluación de un semillero de *Pennisetum* sp. “maralfalfa” con tres densidades de siembra en el valle de hualal. Tesis de Grado. Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión. Huacho, Perú. <http://200.48.129.167/bitstream/handle/UNJFSC/2891/Paredes%20Villarreal%2c%20Renzo%20Arturo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Prudencio, D., Hidalgo, Y., Chagray, N., Airahuacho, F., y Maguiña, R., (2020). Producción y calidad forrajera de tres especies del género *Pennisetum* en el valle Alto Andino de Ancash. *Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales*, 7(1), 21-29. http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S240916182020000100004&lng=es&tlng=es.
- Ramírez P., J. C. (2013). Valor nutritivo y rendimiento del pasto King Grass morado (*Pennisetum purpureum*), cosechado a cuatro edades de rebrote, durante el segundo año de establecimiento, Santo Domingo - Ecuador 2012. Tesis de Grado. Universidad Tecnológica Equinoccial. Santo Domingo de Los Tsáchilas, Ecuador. <http://repositorio.ute.edu.ec/xmlui/handle/123456789/19984>
- Ramiro, L., Bonifaz, N. y Gutiérrez, F., (2018) “Pastos y Forrajes del Ecuador, Siembra y producción de pasturas”, Quito: Universitaria Abya-Yala.
- Rivera, R. R. (2017). Evaluación de dos sistemas y cuatro distancias de siembra del pasto King grass morado (*Pennisetum purpureum*), en la zona de Babahoyo, provincia de Los Ríos

- Ruíz C., R. R. (2016). *Establecimiento y respuesta a la frecuencia de corte (Pennisetum sp.) vs (Pennisetum purpureum Schum. cv. Cameroon) en el distrito de Contamaná, provincia de Ucayali, Loreto. Universidad Nacional Agraria La Molina. Perú.* <https://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/2612>
- Siroha, A.K.; Bangar, S.P., Sandhu, K.S.; Trif, M.; Kumar, M., Guleria, P. (2021). Effect of Cross-Linking Modification on Structural and Film-Forming Characteristics of Pearl Millet (*Pennisetum glaucum* L.) Starch. *Coatings*, 11, 1163. <https://doi.org/10.3390/coatings11101163>
- Suárez, M. and Neira, P., (2014) Comportamiento agronómico de tres especies forrajeras en Manglaralto. (Tesis). Universidad Estatal Península de Santa Elena, Facultad de Ciencias Agrarias, Carrera de Ingeniería Agropecuaria La Libertad, Ecuador. 2014. <https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/2216/1/UPSE-TIA-2015-008.pdf>.
- Tan, F., He, L., Zhu, Q., Wang, Y., Chen, Ch., He, M. (2021). *Pennisetum hybridum*: a Potential Energy Crop with Multiple Functions and the Current Status in China. *Bioenerg.* <https://doi.org/10.1007/s12155-021-10263-7>
- Tello S., A. A. (2017). Evaluación de la producción de biomasa y composición nutricional de dos variedades de pastos *Pennisetum* sp., para corte en el cantón Esmeraldas. Universidad Católica de Santiago de Guayaquil. Guayaquil, Ecuador. <http://201.159.223.180/handle/3317/9219>
- Valle, D. M. (2020). Rendimiento y valor nutritivo del pasto *Brachiaria brizantha* cv. Marandú, en Río Verde, provincia de Santa Elena. Universidad Estatal Península de Santa Elena, Facultad de Ciencias Agrarias, Carrera de Ingeniería Agropecuaria La Libertad, Ecuador. 2020. <https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/5537/1/UPSETIA-20200018.pdf>.
- Vargas C., R. P. (2018). Valoración agronutricional del pasto maralfalfa (*Pennisetum* sp.) A dos tipos de fertilizantes en cuatro épocas de corte. Tesis de Grado. Universidad Central



del Ecuador, Quito, Ecuador. <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/14863/1/T-UCE-0004-A68-2018.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. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7358574>

Yang, S., Zhang, J. y Chen, L. (2021). Growth and physiological responses of *Pennisetum* sp. to cadmium stress under three different soils. *Environ Sci Pollut Res* 28, 14867–14881. <https://doi.org/10.1007/s11356-020-11701-3>

ANEXOS

Anexo 1. Preparación del terreno

	
Identificación del terreno	Medición del terreno
	
Limpieza del terreno	Medición de cada parcela
	
Preparación de estaca para división de parcelas	Parcelas divididas



Siembra de semillas del pasto



Etiquetado de tratamientos

Anexo 2. Siembra del pasto



Cosecha de pasto



Anexo 3. Manejo de la investigación



Peso general del pasto



Corte pasto por parcela



Peso de Materia verde del pasto

Anexo 4. Registro y toma de datos



Peso de materia seca del pasto



Secado de pasto