

**UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ FAUSTINO
SÁNCHEZ CARRIÓN**

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

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ZOOTÉCNICA



**EFEECTO DE NIVELES DE NITRÓGENO Y FÓSFORO EN LA
PRODUCCIÓN FORRAJERA DE *Pennisetum purpureum* CV
CAMEROON.**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO ZOOTECNISTA**

JHONATAN RAYVIN SALVADOR VEGA

**HUACHO – PERÚ
2021**

**UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ FAUSTINO
SÁNCHEZ CARRIÓN**

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

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ZOOTÉCNICA

**EFFECTO DE NIVELES DE NITRÓGENO Y FÓSFORO EN LA
PRODUCCIÓN FORRAJERA DE *Pennisetum purpureum* CV
CAMEROON**

Sustentado y aprobado ante el jurado evaluador



Dr. Félix Esteban Airahuacho Baustista
PRESIDENTE



Mo. Pedro Martín Ríos Salazar
SECRETARIO



Mg. Ángel Gerardo Vásquez Requena
VOCAL



Mo. Rufino Máximo Maguiña Maza
ASESOR

HUACHO – PERÚ

2021

DEDICATORIA

“Esta tesis se la dedico a mis padres por su apoyo incondicional, consejos, comprensión, amor, ayuda en los momentos difíciles, por ser mi inspiración y mi motivo momento de mi vida.”

Jhonatan Rayvin Salvador Vega

AGRADECIMIENTO

A los maestros de la Escuela de Ingeniería Zootécnica, que gracias a su constancia y aportes académicos me ayudaron a formarme personalmente y ahora profesionalmente.

Jhonatan Rayvin Salvador Vega

ÍNDICE

DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
RESUMEN	viii
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DE PROBLEMA	2
1.1. Descripción de la realidad problemática.....	2
1.2. Formulación del problema	3
1.2.1. Problema general.....	3
1.2.2. Problemas específicos	3
1.3. Objetivos de la investigación.....	3
1.3.1. Objetivo general	3
1.3.2. Objetivos específicos.....	3
1.4. Justificación de la investigación	4
1.5. Delimitaciones del estudio.....	5
1.6. Viabilidad del estudio	5
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	6
2.1. Antecedentes de la investigación.....	6
2.1.1. Investigaciones internacionales.....	6
2.1.2. Investigaciones nacionales	7
2.2. Bases teóricas.....	8
2.3. Definición de términos básicos.....	18
2.4. Hipótesis de investigación	18
2.4.1. Hipótesis general	18
2.4.2. Hipótesis específicas	18
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA	19
3.1. Diseño metodológico	19
3.1.1. Ubicación	19
3.1.2. Materiales e insumos	19
3.1.3. Diseño experimental.....	20
3.1.4. Tratamientos.....	20
3.1.5. Características del área experimental.....	21
3.1.6. Variables a evaluar	21

3.1.7. Conducción del experimento.....	22
3.2. Población y muestra.....	23
3.2.1. Población.....	23
3.2.2. Muestra.....	23
3.3. Técnicas de recolección de datos.....	23
3.4. Técnicas para el procesamiento de la información.....	23
CAPÍTULO IV: RESULTADOS	24
CAPÍTULO V. DISCUSIÓN	29
5.1. Altura de planta.....	29
5.2. Peso de planta	29
5.3. Número de macollos	30
5.4. Número de hojas	30
5.5. Peso de planta en materia seca.....	31
CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	32
6.1 Conclusiones.....	32
6.2 Recomendaciones	33
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	34
7. Fuentes bibliográficas y electrónicas.....	34
ANEXOS	38
Anexo 1. Base de datos	42

ÍNDICE DE TABLA

Tabla 1. Clasificación del contenido de proteína del forraje;	Error! Marcador no definido.
Tabla 2. Análisis de varianza para altura de planta en la producción forrajera.....	24
Tabla 3. Prueba de Tukey para la comparación de medias entre los tratamientos de altura de planta	24
Tabla 4. Análisis de varianza para el peso de planta en la producción forrajera.....	25
Tabla 5. Prueba de Tukey para la comparación de medias entre los tratamientos de peso de planta	25
Tabla 6. Análisis de varianza para el número de macollo en la producción forrajera.....	26
Tabla 7. Prueba de Tukey para la comparación de medias entre los tratamientos de número de macollo	26
Tabla 8. Análisis de varianza para el número de hojas en la producción forrajera.....	27
Tabla 9. Prueba de Tukey para la comparación de medias entre los tratamientos de número de hojas	27
Tabla 10. Análisis de varianza para la materia seca en la producción forrajera.....	28
Tabla 11. Prueba de Tukey para la comparación de medias entre los tratamientos de la materia seca	28

RESUMEN

Objetivo: determinar el efecto de niveles de nitrógeno y fósforo en la producción forrajera de *Pennisetum purpureum* cv cameroon. **Métodología:** se realizó un experimento en el taller centro experimental de pastos y forrajes de la Escuela Profesional de Ingeniería Zootecnia de la U.N.J.F.S.C. ubicado en la provincia de Huaura. Se delimitó un área de 0.2 hectáreas el terreno, se separó en dos parcelas experimentales (bloques A y B) de 10 x 14.4 m cada una, con 12 tratamientos los cuales fueron T₁ (0N ,0 P₂O₅), T₂ (0N ,60 P₂O₅), T₃ (0N, 120 P₂O₅), T₄ (100N,0 P₂O₅), T₅ (100N,60 P₂O₅), T₆ (100N, 120 P₂O₅), T₇ (200N, 0 P₂O₅), T₈ (200N, 60 P₂O₅), T₉ (200N,120 P₂O₅), T₁₀ (300N,0 P₂O₅), T₁₁ (300N, 60 P₂O₅), T₁₂ (300N,120 P₂O₅), se evaluaron parámetros de altura de planta, peso de planta, número de macollos, número de hojas y peso de planta en materia seca. Los datos obtenidos se analizaron utilizando el análisis de varianza de un diseño de bloques completos al azar con arreglo factorial 4x3 y para las comparaciones la prueba de Tukey al 5% de significancia. **Resultados:** el T₁₂ obtuvo la mayor altura de planta (169,25) cm, peso de planta (5.06 kg), número de macollo (52,90), número de hojas (7,35) y con el mayor peso de planta en materia seca (1.11 kg) que los demás tratamientos, siendo el menor de todos los tratamientos el T₁ (P<0.05). **Conclusiones:** los mayores niveles de nitrógeno y fósforo tienen efecto en los componentes de la producción forrajera de *Pennisetum purpureum* cv cameroon.

Palabras Claves: Fertilización, nitrógeno, fósforo, Pennisetum.

ABSTRACT

Objective: to determine the effect of nitrogen and phosphorus levels on the forage production of *Pennisetum purpureum* cv cameroon. Methodology: an experiment was carried out in the experimental center for pastures and forages workshop of the Professional School of Zootechnical Engineering of the U.N.J.F.S.C. located in the province of Huaura. An area of 0.2 hectares was delimited, was separated into two experimental plots (blocks A and B) of 10 x 14.4 m each, with 12 treatments which were T₁ (0N, 0 P₂O₅), T₂ (0N, 60 P₂O₅), T₃ (0N, 120 P₂O₅), T₄ (100N, 0 P₂O₅), T₅ (100N, 60 P₂O₅), T₆ (100N, 120 P₂O₅), T₇ (200N, 0 P₂O₅), T₈ (200N, 60 P₂O₅), T₉ (200N, 120 P₂O₅), T₁₀ (300N, 0 P₂O₅), T₁₁ (300N, 60 P₂O₅), T₁₂ (300N, 120 P₂O₅), parameters of plant height, plant weight, number of tillers, number of leaves and plant weight in dry matter. The data obtained were analyzed using the analysis of variance of a randomized complete block design with a 4x3 factorial arrangement and for comparisons the Tukey test at 5% of significance. Results: T₁₂ obtained the highest plant height (169.25 cm), plant weight (5.06 kg), tiller number (52.90), number of leaves (7.35) and with the highest plant weight in dry matter (1.11 kg) than the other treatments, being the lowest of all the treatments T₁ (P <0.05). Conclusions: the higher levels of nitrogen and phosphorus have an effect on the components of the forage production of *Pennisetum purpureum* cv cameroon.

Key Words: Fertilization, Nitrogen, Phosphorus, Pennisetum.

INTRODUCCIÓN

La necesidad de obtener rendimientos potenciales a través del *Pennisetum purpureum* cv cameroon en terrenos de cultivos marginales, con sus atributos mostrados bajo las condiciones semi-tropicales de la costa central del Perú, como planta perenne por excelencia, con su rápido rebrote después de una defoliación, capacidad de macollamiento, todo ello demanda estudios para una mayor producción intensiva en estos tipos de suelos de la costa.

La mayor productividad y perennidad de estas plantas forrajeras exige una adecuada reposición de nutrientes que se pueden lograr mediante la aplicación de fertilizantes de mantenimiento productivo de la pradera (Lopes et al., 2020).

“La investigación se ha organizado de la siguiente forma: en el capítulo I se considera el planteamiento del problema donde se realiza la descripción de la realidad problemática, luego el planteamiento del problema con los respectivos objetivos, considerándose la justificación de la investigación, delimitaciones del estudio y la viabilidad del estudio. En el capítulo II el marco teórico, que abarca los antecedentes del estudio, el cual considera las investigaciones nacionales como internacionales relacionadas con el estudio y otras publicaciones, en las bases teóricas realizamos el tratado de las teorías sobre la variable independiente y dependiente, definiciones de términos básicos y las hipótesis respectivas. En el capítulo III, el marco metodológico que incluye el diseño de la investigación, la población y muestra, las técnicas de recolección de datos y las técnicas para el procesamiento de la información, el IV capítulo que implica los resultados estadísticos con el programa estadístico correspondiente y su respectiva contrastación de hipótesis, en el V capítulo se considera la discusión de los resultados, en el VI capítulo incluye las Conclusiones, recomendaciones y por último las referencias bibliográficas y sus respectivos anexos.”

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DE PROBLEMA

1.1. Descripción de la realidad problemática

La ganadería lechera de la costa peruana está conformada en mayoría por los pequeños productores, con poblaciones de ganado bovino holstein (INEI: Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2012), que permanentemente vienen mejorando la productividad para que sea rentable, sostenible en el tiempo. Uno de los componentes de la producción de leche, corresponde a la alimentación con el mayor costo.

El forraje es el recurso alimenticio con mayor participación en la alimentación de los bovinos lecheros. Generalmente en la costa central, utilizan el maíz forrajero, pero requiere de terrenos de cultivo con buenas condiciones para obtener rendimientos óptimos y competitivos con la agricultura de exportación y agroindustrial. También, usan otras plantas forrajeras como las del género *Pennisetum*.

El *Pennisetum purpureum* denominado con el nombre común en la ganadería peruana como “pasto camerún” o “pasto morado”, se ha difundido muy “ampliamente en las zonas irrigadas de la Costa, las razones radican en su carácter perenne, rústico y altos rendimientos” (FAO, 1992).

En la actualidad se vienen estableciendo y produciendo forrajes provenientes de plantas forrajeras del género *Pennisetum* en suelos marginales o eriazas, bajo las condiciones edafoclimáticas de la costa (Quispe y Maguiña, 2019). Los suelos eriazos y marginales de la costa peruana vienen ampliándose en el uso agrícola con las construcciones de canales de irrigación en los principales valles costeros del Perú, suelos que presentan bajas condiciones de fertilidad; p^H alcalino, moderada conductividad eléctrica, textura arenosa, baja o ninguna materia orgánica para el cultivo (Rodríguez, 2015).

La aplicación de fertilizantes en plantas forrajeras es necesario para obtener altos rendimientos de biomasa forrajera, las gramíneas como el pasto camerún, extraen altas tasas de nutrientes (Will y Valle, 1990).

Bajo estas condiciones edafoclimáticas, con baja disponibilidad de nutrientes o uso excesivo de fertilizantes, no existe información documentada sobre la fertilización en plantas del género *Pennisetum* y la producción forrajera. Por lo que, la presente investigación buscó

encontrar el efecto de los niveles de nitrógeno y fósforo en la producción forrajera de *Pennisetum purpureum*, así determinar programas de manejo de fertilización en esta planta.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

¿Qué nivel de nitrógeno y fósforo influirá en la mayor producción forrajera de *Pennisetum purpureum* “pasto camerum”?

1.2.2. Problemas específicos

- a. ¿Qué nivel de nitrógeno y fósforo influirá en la altura de planta de *Pennisetum purpureum* cv camerum?
- b. ¿Qué nivel de nitrógeno y fósforo influirá en el peso de planta de *Pennisetum purpureum* cv camerum?
- c. ¿Qué nivel de nitrógeno y fósforo influirá en los números de macollos de *Pennisetum purpureum* cv camerum?
- d. ¿Qué nivel de nitrógeno y fósforo influirá en el número de hoja de *Pennisetum purpureum* cv camerum?
- e. ¿Qué nivel de nitrógeno y fósforo influirá en la producción de materia seca de *Pennisetum purpureum* cv camerum?

1.3. Objetivos de la investigación

1.3.1. Objetivo general

Determinar el nivel de nitrógeno y fósforo en la producción forrajera en *Pennisetum purpureum* cv camerum.

1.3.2. Objetivos específicos

- a. Determinar el nivel de nitrógeno y fósforo que influirá en la altura de la planta del *Pennisetum purpureum* cv camerum.
- b. Determinar el nivel de nitrógeno y fósforo que influirá en el peso de planta de *Pennisetum purpureum* cv camerum.

- c. Determinar el nivel de nitrógeno y fósforo que influirá en el número de macollos del *Pennisetum purpureum* cv cameroon.
- d. Determinar el nivel de nitrógeno y fósforo que influirá en los números de hojas del *Pennisetum purpureum* cv cameroon.
- e. Determinar el nivel de nitrógeno y fósforo que influirá en la materia seca de *Pennisetum purpureum* cv cameroon.

1.4. Justificación de la investigación

La justificación del presente trabajo de investigación se plasma teniendo en cuenta aspectos teóricos, prácticos y metodológicos que involucran los efectos de niveles de nitrógeno y fósforo en la producción forrajera de *Pennisetum purpureum* cv cameroon.

a) Justificación teórica pregunta

El presente trabajo de investigación se basa en Bogdan (1997) donde afirmó que: “El pasto cameroon es originario del África tropical, encontrándose principalmente en Rhodesia en forma silvestre y cultivada. Se formó con el correr del tiempo por la selección de variantes resultantes de la reproducción sexual o de mutaciones espontáneas. Su principal característica es que posee originalmente en su componente genético un gen recesivo que le da la coloración púrpura de donde obtiene su segundo nombre en la clasificación de la respectiva especie”.

b) Justificación práctica

Con respecto a los objetivos de estudio, su resultado permitió encontrar soluciones concretas a los problemas a los efectos de niveles de nitrógeno y fósforo en la producción forrajera de *Pennisetum purpureum* cv cameroon. Con tales resultados se tendrá también la posibilidad de proponer cambios y recomendaciones que regulen y garanticen una mejor producción forrajera de *Pennisetum purpureum* cv cameroon.

c) Justificación metodológica

Para lograr los objetivos de estudio, se acudió al empleo de técnicas (encuestas) e instrumentos (cuestionarios) de investigación y al procesamiento de estos mediante tabulaciones y métodos estadísticos. Con ello se pretende determinar el nivel de nitrógeno y fósforo en la producción forrajera en *Pennisetum purpureum* cv cameroon.

Es preciso indicar que el presente estudio nos permitió aplicar todas las técnicas que se encuentran asociadas al desarrollo de las metodologías tanto “estadísticas como de búsqueda y referencia, con lo que se irán perfeccionando el nivel de nitrógeno y fósforo en la producción forrajera en *Pennisetum purpureum* cv cameroon.

1.5. Delimitaciones del estudio

a. Delimitación temporal

Esta investigación es de actualidad, por cuanto el tema del nivel de nitrógeno y fósforo en la producción forrajera en *Pennisetum purpureum* cv cameroon es vigente como parte del ámbito de la zootécnica.

b. Delimitación cuantitativa

Esta investigación se efectuará con una muestra intencional y el procesamiento estadístico correspondiente.

c. Delimitación conceptual

Esta investigación abarca dos conceptos fundamentales: nivel de nitrógeno y fósforo en la producción forrajera en *Pennisetum purpureum* cv cameroon

1.6. Viabilidad del estudio

El presente trabajo de investigación será viable porque cuenta con el presupuesto auto financiado por el investigador, existen fuentes teóricas que respaldan la presente investigación, cuenta con el apoyo de los docentes especializado en el tema y la investigación, como metodólogo, asesores temáticos, estadísticos y una traductora de idioma extranjero y un especialista técnico en computación para desarrollar la investigación.”

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. Investigaciones internacionales

Cerdas (2014) evaluó “el comportamiento productivo del pasto maralfalfa en Santa Cruz, Guanacaste, 54 msnm, con precipitación anual de 1834 mm”. Evaluó la producción de biomasa verde y seca, producción de energía metabolizable y proteína cruda por hectárea, contenido de clorofila, gran cantidad de extracción y micronutrientes del pasto sometido a cuatro dosis de nitrógeno por corte de 49 días, 0, 30, 60 y 90 kg N.ha⁻¹. El rendimiento de biomasa seca varía dependiendo de la cantidad de nitrógeno aplicado, produciendo 1760, 5193, 9820 y 12157 kg.ha⁻¹.corte⁻¹, respectivamente. Cuando se aplica nitrógeno, la cantidad de energía metabólica producida por hectárea cambia con el aumento del nivel de nitrógeno: 3847, 10982, 25142 y 26571 Mcal EM.ha⁻¹.corte⁻¹ y proteína cruda por hectárea: 156, 541, 1334 y 1976 kg PC.ha⁻¹.corte⁻¹, con las dosis de 0, 30, 60 y 90 kg N.ha⁻¹.cut⁻¹, respectivamente. Recomienda aplicar 80 kg de N.ha⁻¹ cada 49 días de corte.

Cruz (2008) estudió “el nivel de aplicación de nitrógeno (60-90-120 kg.ha⁻¹), el fósforo (60-90-120 kg.ha⁻¹) y los niveles de fertilización estándar de potasa (30 kg.ha⁻¹) en el efecto potencial de forraje”. Las fuentes usadas en la fertilización son la urea, el superfosfato triple y el muriato de potasio, analizando la varianza bajo el Diseño de Bloques Completamente al Azar. A partir de los resultados se puede determinar que el mejor tratamiento corresponde a los niveles de 90 kg N/ha, 120 kg P/ha y 30 kg K/ha, la altura más alta a los 75 días es de 133,17 cm, 105 días son 173.50 cm y a los 135 días 212.67 cm. El rendimiento de forraje fue de 38 t/ha a los 75 días, 55.33 t/ha a los 105 días y 212.67 t/ha a los 135 días. El análisis económico mostró que la relación beneficio/costo más alto corresponde al tratamiento 60 kg N/ha - 120 kg fósforo/ha - 30 kg k/ha.

Goyes et al (2018) evaluó “el comportamiento productivo de cuatro genotipos de pasto del género Pennisetum (elefante común, king grass, camerún y maralfalfa) y el efecto de la fertilización de N, P, K, Ca, Mg y S, se realizó un experimento, en la granja experimental El Oasis”, de la “Universidad Tecnológica Equinoccial”. El diseño fue de bloques al azar, con arreglo factorial de los genotipos de pasto (factor A) y los tratamientos de fertilización (factor B). Analizaron las variables: materia seca total (MSt), factor parcial de productividad (FPP), relación hoja-tallo y edad de corte. El pasto elefante común tuvo el mayor rendimiento total

de MS y MS del tallo, que fueron 14.8 t.ha⁻¹ y 9.0 t.ha⁻¹ (P<0.05). La fertilización sin nitrógeno mostró el menor rendimiento de MSt (P<0.05). El elefante común y el pasto king grass mostraron el FPP más alto y más bajo respectivamente (P<0.05). Debido a la falta de nutrientes en la relación hoja-tallo de las plantas secas, no se observaron diferencias (P>0.05). En el muestreo de 120 días, la fertilización de Mg cero y completamente enterrada, mostró la mayor reducción en el rendimiento de materia seca tallos (P<0.05). La conclusión es que el genotipo menos afectado por la deficiencia de nutrientes en la producción acumulada de MS y FPP es el elefante común.

2.1.2. Investigaciones nacionales

Ruiz (2016) estudió “una evaluación comparativa durante las fases de establecimiento y de producción de los pastos maralfalfa (*Pennisetum sp.*) y Camerún (*Pennisetum purpureum* cv. cameroon)”. Comparó el porcentaje de prendimiento, la altura, el macollamiento y el rendimiento forrajero, utilizando un diseño de bloques completo al azar con arreglo en parcelas divididas, evaluó las características agronómicas (altura, macollamiento, relación hoja: tallo y rendimiento forrajero) a una frecuencia de corte de 30, 45 y 60 días, aplicó fertilizantes inorgánicos al suelo recomendado para pasto elefante por Bernal (1994) señaló que: “Correspondiendo a una dosis de mantenimiento de N-P-K (120-100-80), incorporado a diez días de realizado el corte de uniformización, utilizando para ello: urea, fosfato diamónico y cloruro de potasio”. Las tasas de aplicación de todos los sub-mapas son las mismas, es decir, las dos variedades utilizan el diseño de parcela dividida en el tiempo en los dos ciclos de producción para obtener la misma dosis de mantenimiento en cada ciclo de corte, dividida por la tasa de aplicación. El principal corresponde a la variedad y el segundo corresponde a la frecuencia de corte El diseño de bloques adopta un arreglo factorial 2x3, que incluye dos bloques, seis procesos y dos repeticiones. Para determinar la diferencia entre los tratamientos se utilizó la prueba DLS ($\alpha = 0.05$) y el procedimiento estadístico SAS para ANVA. Los valores de conclusiones a los 30 días en maralfalfa y camerún fueron 90,36% y 86,76%, respectivamente. A los 30, 60 y 90 días, sus alturas de planta fueron de 46,50, 171,33 y 282,43 cm, respectivamente. Para maralfalfa, 50,45, 144,38 y 230,62 cm. Camerún fueron 8.22, 10.12 y 13.28, 7.95, 11.38 y 14.80, respectivamente. Finalmente, su rendimiento fue de 62,35 t FV/ha en maralfalfa, 9,83 t MS/ha en camerún, 62,92 t FV/ha en camerún y 9,95 t MS/ha.

2.2. Bases teóricas

2.2.1 Generalidades del Pasto Camerún (*Pennisetum purpureum* Schum. cv. cameroon)

Esta planta forrajera es originario del “África tropical, encontrándose principalmente en Rhodesia en forma silvestre y cultivada. Se formó con el correr del tiempo por la selección de variantes resultantes de la reproducción sexual o de mutaciones espontáneas” (Bogdan, 1997). El color púrpura se debe al gen recesivo que tiene la planta, con la cual fue denominado el nombre de la especie.

Según Cáceres (2004) señaló que:

Las primeras introducciones en América se hicieron en los Estados Norteamericanos de Florida y Louisiana en el 1913, luego se extendió por América Central, las Antillas y todos los países tropicales de América del Sur (Rodríguez y Blanco, 1970; citado por Velásquez, 2005); introducido al Brasil por la década de 1920 y de allí se difunde a otros países tropicales y subtropicales como al Perú introducido por Manuel Rosemberg a los ganaderos del Altomayo – San Martín. (p.25).

Las características de la planta “es perenne y robusto, se extiende por medio de estolones o rizomas debido a la escasa viabilidad de la semilla botánica; es de propagación vegetativa, por este hecho los cultivares introducidos al país mantienen sus características fenológicas originales” (Zambrano, 1994; citado por Velásquez, 2005). Además, Bogdan (1997) mencionó que:

Los tallos son erectos y gruesos que miden de 300 a 350 cm de altura y las hojas son de 50 a 120 cm de largo y de 2.5 a 3.5 cm ancho. Este material se caracteriza por poseer un color rojo púrpura a morado oscuro, tanto en hojas como en tallos; la panícula es parecida a una espiga dura, cilíndrica y densamente pubescente, comúnmente de 30 cm de largo. (p.82).

2.2.2 Adaptación, características agronómicas y productivas del pasto Camerún

Bogdan (1997) afirma que:

El pasto elefante morado es susceptible a heladas, no resiste las inundaciones, tolera sequías una vez establecida debido a su profundo sistema radicular. Las heladas matan las hojas y los tallos aéreos pero, a menos que se hielen, los órganos subterráneos permanecen intactos y el crecimiento se reinicia luego que pasen las

heladas. Se adapta a suelos moderadamente a bien drenados, de fertilidad media a alta. Sin embargo, su comportamiento no será exitoso en suelos de textura pesada y no sobrevivirá en terrenos que permanezcan saturados de agua por largo tiempo (inundaciones prolongadas). (p.95).

En cuanto al clima, esta planta forrajera “crece mejor en regiones cálidas, con temperaturas de 30 a 35° C, temperaturas por debajo de 10° C detienen el desarrollo” (Bogdan, 1997, p.96). Muestra buenos aptitudes productivas con precipitaciones entre 1000 a 4500 mm por año y hasta la altitud de 2200 metros.

a. Altura de planta

La altura de una planta forrajera es básicamente una de las características morfológicas que depende principalmente de la interacción de la misma planta y su ambiente. El ambiente considerado como el suelo (nutrientes) y el clima son factores que inciden en el desarrollo longitudinal de la planta forrajera (Ruiz, 2016).

Estudios realizados en la región costera céntrica del Perú, “obtuvieron alturas para el pasto morado en la fase de establecimiento de 28.2, 83.5, 193.7 y 269.7 cm para las 4, 8, 12 y 16 semanas de edad respectivamente” (Alegría, 1999). También, Jaime (2004) indica que:

Las alturas para el pasto elefante cv. cameroon a los 49, 56, 63 y 70 días corresponden a 97.00, 146.50, 183.00 y 249.00 cm para la estación de primavera y de 146.00, 212.00, 246.00 y 256.50 cm para la estación de verano en la costa central del Perú.

En otra estación del año, Cáceres (2004) reporta alturas promedias de la planta a la 4^a, 5^a, 6^a, 7^a y 8^a semana de 83.08, 134.10, 148.00, 164.25 y 160.13 cm así como 22.53, 31.50, 34.75, 45.75 y 56.88 cm en la estación de otoño e invierno, respectivamente. Similares medidas, encontraron con respecto a la altura de planta en la “estación de primavera de 98.5, 115.50, 115.50, 146.00 y 166.50 y en verano de 151.00, 150.50, 151.00, 171.00 y 179.50 para la 4^a, 5^a, 6^a, 7^a y 8^a semana de edad del pasto” (Velásquez, 2005).

b. Macollamiento

El número de macollos por planta, es la capacidad de rebrote del pasto morado, así Alegría (1999) reportó macollamiento en la estación invernal, en condiciones de costa central de 8.50, 19.50, 23.00 y 27.00 para la 4, 8, 12 y 16 semana de edad, respectivamente. Por otro lado, Jaime (2004) señaló “valores de 128.50, 117.00, 82.00 y 55.50 en la época de primavera

y 76.50, 80.50, 45.00 y 41.00 en la época de verano a los 49, 56, 63 y 70 días de edad, respectivamente”

Mientras, Cáceres (2004) reportó que: “En época de otoño 36.20, 36.16, 33.14, 31.18 y 28.02 y en invierno 26.97, 44.10, 39.49, 41.08 y 53.35 para la 4, 5, 6, 7 y 8 semana de edad respectivamente”.

En condiciones similares a los anteriores trabajos mencionados, Velásquez (2005) no encontró diferencias estadísticas entre las edades de corte ni entre las estaciones, siendo a “la 4^a, 5^a, 6^a, 7^a y 8^a edad al momento del corte, valores de 85.03, 84.07, 75.3 y 64.61 en primavera y de 88.78, 80.59, 66.38, 51.44 y 46.92 en verano”.

c. Rendimiento forrajero

En cuanto a los rendimientos forrajeros, cuantificados en unidades de toneladas de materia verde, materia seca por hectárea. Alegría (1999) reporta bajo las condiciones ambientales y edáficas de la costa central del Perú, producciones de forraje verde de “4.39, 19.17 y 26.82 y rendimiento de materia seca de 0.51, 2.71 y 4.05 toneladas por ha/corte a la 4^a, 6^a y 8^a semana de corte, respectivamente”.

Así mismo, Jaime (2004) encontró:

Rendimientos de forraje verde para la época de primavera y verano de 37.05, 64.05, 139.80, 170.00 y 77.70, 116.40, 133.05, 138.90 t/ha/corte a los 49, 56, 63 y 70 días de edad, respectivamente. Además, en este mismo trabajo encontró rendimientos de materia seca para la estación de primavera y verano de 4.55, 7.20, 14.65, 19.75 y 8.43, 16.00, 21.31, 18.75 t/ha/corte a los 49, 56, 63 y 70 días de edad respectivamente.

También, Cáceres (2004) señaló:

Rendimientos de forraje verde para el mismo pasto en condiciones de costa central del Perú de 34.23, 48.50, 47.15, 85.39 y 79.76 22 para la estación de otoño y 1.20, 3.88, 3.12, 7.84 y 14.34 t/ha/corte en invierno, para la 4, 5, 6, 7 y 8 semana de edad respectivamente. En tal sentido, se reportó datos de materia seca en esta misma investigación de 121.43, 109.71, 120.95, 196.12 y 160.00 para la estación de otoño y 3.93, 17.43, 12.38, 24.69 y 40.89 t. MS/ha/corte en invierno para 4, 5, 6, 7 y 8 semanas de edad respectivamente; evidenciando diferencias significativas para la

estación, obteniendo mayores rendimientos en la estación donde se presente mayor radiación solar, debido al incremento de la actividad fotosintética.

En el país vecino del Brasil, “se registró el desempeño agronómico y valor nutritivo del pasto cameroon, con 17.31 y 12.74 t MS/ha para el primer y segundo año de evaluación, respectivamente” (Ribeiro et al., 1994, citado por Velásquez, 2005).

d. Crecimiento temprano

El CIAT (como se citó en Ruiz, 2016) señaló que:

La etapa de siembra no es la última en el establecimiento de una pastura. Una vez que emergen las plántulas constituyentes de la pastura, la presencia de residuos de la vegetación anterior o la emergencia de nuevas poblaciones de malezas son el problema de establecimiento más común que afectan su crecimiento; en estos casos es recomendable dejar que tanto las malezas como la pastura crezcan simultáneamente. Cuando se han sembrado materiales bien adaptados, éstos tienen la capacidad de coexistir, agredir y aun excluir a las nuevas poblaciones de malezas. (p.31).

La Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria [CORPOICA] (1996) afirmó que:

El establecimiento después de la germinación de la semilla puede verse afectado por: sequía, semilla muy superficial que puede ocasionar que las plántulas se deshidraten y mueran por altas temperaturas en la superficie del suelo; semilla demasiado profunda y las plántulas no pueden emerger. Además, el crecimiento de las plántulas puede verse afectado por pH inadecuado, baja fertilidad del suelo, mal drenaje, exceso de competencia con otras especies, ataque de plagas o enfermedades y mal manejo en el primer pastoreo. (p.46).

e. Primera utilización y capacidad de rebrote

Gualdron (como se citó en Ruiz, 2016) señaló que:

Normalmente, con la primera utilización o corte de uniformización finaliza el proceso de establecimiento. En la mayoría de los casos, debido a la costumbre de realizar el corte cuando los pastos han crecido demasiado, es necesario defoliar la pastura con el fin de mejorar su calidad y estimular el rebrote. El uso del corte al finalizar la fase de establecimiento permite también diferenciar a los pastos de las

malezas y facilitar su control ya sea mediante métodos mecánicos o a través de herbicidas selectivos. (p.32).

Pinheiro (2011) mencionó que:

Es conveniente hacer el primer uso (solamente el primer uso) con la pastura un poco pasada de su punto óptimo de reposo, con el propósito de esperar que el sistema radicular esté consolidado, siendo éste el primer paso para la perennidad de la pastura establecida. Este periodo no es rígido, pudiendo variar con la especie vegetal, con la fertilidad del suelo y con el clima. (p.130).

Bernal (1994) afirmó que:

La primera utilización se efectúa cuando los pastos de corte tienen entre 90 a 120 días después de la siembra, dejando 10-20 cm de remanente para la conservación de la pastura. Después del primer corte es aconsejable una fertilización nitrogenada y riego para conseguir buen anclaje y un desarrollo vigoroso posterior. De este primer corte puede depender el éxito y duración de la pastura establecida. (p.119).

Bernal (1994) mencionó que:

La capacidad de rebrote está dada por la cantidad de carbohidratos no estructurales (CNE), almacenados en los órganos que normalmente no son removidos por el corte, como la base de los tallos, coronas y raíces; son los que proporcionan la energía y nutrientes para el rebrote de especies forrajeras perennes, que pueden ser cosechados varias veces durante una misma estación de crecimiento. (p.45).

Mares (citado por Farje, 1999) señaló que:

En algunas especies como el *Pennisetum purpureum*, el hábito de crecimiento rizomatoso no sólo sirve para la propagación vegetativa y la exploración del suelo, sino que también permite la acumulación de carbohidratos no estructurales y nutrientes en rizomas, colocando algunos puntos de crecimiento bajo el nivel del suelo, con lo cual se protegen de las cosechas a ras del suelo, la sequía o la quema, contribuyendo efectivamente a la perennidad de la pastura. (p.23).

“La concentración de CNE fluctúa debido a las relaciones dinámicas entre la respiración y la fotosíntesis; las mismas que varían de acuerdo con el estado fisiológico de la pastura” (Bernal, 1994).

f. Manejo y utilización del pasto elefante

Manejo del pasto elefante

Rincón, et al. (como se citó en Ruiz, 2016) señaló que:

El manejo de pasturas incluye un conjunto de prácticas agronómicas y zootécnicas, cuyo objeto es maximizar la producción y calidad nutritiva del forraje y su utilización por el animal, para incrementar la eficiencia productiva y la sostenibilidad de los sistemas de producción ganadera basado en la utilización de pasturas. (p.34).

Joaquín et al. (como se citó en Ruiz, 2016) mencionó que:

La principal ventaja del pasto elefante es su alta producción de forraje por unidad de superficie. Para el mantenimiento de esa alta producción, aparte de humedad, la pastura necesita nitrógeno y fósforo. Estos elementos son básicos para el crecimiento de toda planta, siendo el nitrógeno el más esencial. Tanto el nitrógeno como el fósforo se encuentran en cantidades suficientes en los suelos nuevos. Sin embargo, cuando cosechamos pasto de corte, también retiramos nitrógeno (como proteína) y fósforo en el forraje. Poco a poco se va reduciendo la concentración de ambos elementos en el suelo. Esto representa un problema serio en sistemas de pequeños productores, porque el pasto de corte disminuye su producción en el segundo año de haberlo establecido. Es frecuente ver un pobre crecimiento y el amarillamiento del pasto; de ahí la necesidad de devolver al suelo los nutrientes mediante la fertilización. (p.34).

Joaquín, et al. (como se citó en Ruiz, 2016) señaló que:

La fertilización puede ser orgánica (estiércol u otro material de origen vegetal) o inorgánica (productos químicos). En el caso de los fertilizantes químicos, su uso es limitado por el costo. En cambio, el estiércol está disponible en la finca y solo se debe invertir en mano de obra para aplicarlo. (p.35).

“Una fertilización adecuada para el pasto elefante requiere de 75 kg de N/ha/corte (163 kg de urea), 50 kg de P₂O₅ y K₂O. Estos valores se ajustan de acuerdo con el análisis de suelos y los aportes de abonos orgánicos” (Moreno y Molina, 2007, p.85). Además, Moreno y Molina (2007) señalan que:

El primer corte se realiza a los 90 días, cuando el cultivo establecido haya espigado, posteriormente cada 30 a 45 días, a 5 cm del suelo; esto depende de las condiciones del sitio donde se haya establecido. Lo ideal es aprovechar ese primer corte para semilla. Se debe tener especial precaución con las épocas de corte, por la floración precoz, que implica producción de semilla a corta edad (45 a 60 días) y la pérdida de homogeneidad del cultivo, que daña la calidad nutricional y disminuye los rendimientos. (p.86).

Además de asegurar condiciones adecuadas de suelo, para el buen aprovechamiento del pasto de corte, es importante tener bien claros los criterios sobre el mejor estado de crecimiento de la planta para ser cortada y proveída a los animales” (Joaquín et al., 2010). También Joaquín, et al. (como se citó en Ruiz, 2016) afirman que:

Es difícil establecer un tiempo exacto de días de corte, ya que la disponibilidad de humedad y la temperatura provocan variaciones en la maduración. Por ello, también puede utilizarse la altura de la planta como referencia para el corte. En la época seca el pasto puede estar en condiciones de corte cuando alcanza entre 1.50 a 1.60 metros de altura o 60 a 70 días de crecimiento; y en época de lluvias, la altura puede estar entre 1.60 a 1.80 metros o 45 a 60 días de edad. (p.35).

Joaquín et al. (como se citó en Ruiz, 2016) mencionó que:

Es muy importante buscar un equilibrio entre la calidad del pasto y la cantidad que se puede obtener por unidad de superficie. Cuando cortamos muy tierno (menos de 1.50 metros de altura), obtenemos un material con alto porcentaje de proteína y más digerible (alta calidad), pero con bajo peso (poca cantidad). Por el contrario, cuando se corta el pasto maduro (más de 1.80 metros de altura), se gana en cantidad forraje, pero se pierde en digestibilidad y contenido de proteína; además, se afecta negativamente el consumo por la presencia de tallos maduros que los animales no pueden triturar, a menos que se les dé bien molido. (p.36).

Arronis (2009) señaló que:

Se corta a la altura del primer entrenudo, se debería cortar en horas de la tarde después de la acumulación de carbohidratos solubles. Se recomiendan de 4 a 7 cortes por año, de acuerdo con las condiciones agroclimáticas en que se produce. Se debe pasar por picadora para obtener el tamaño de partícula apropiado para los

rumiantes. En ganado de engorde se puede esperar ganancias de peso alrededor de 800 g/día. (p.2).

Usos del pasto elefante

Ruiz (2016) mencionó que:

Se puede conservar como ensilaje o heno o suministrar frescos al ganado, en todos los casos se requiere un buen conocimiento de la especie y un manejo adecuado a sus necesidades. Cuando los pastos de corte no se manejen bien, pueden conducir a desastres económicos en las explotaciones. (p.36).

g. Fertilización de pasturas

Nitrógeno

Importancia en la fertilización con nitrógeno

En plantas perennes, la disponibilidad de N en el suelo genera rápida brotación, con buen desarrollo de tallos y hojas mostrando un color verde oscuro por la actividad asimiladora de la fotosíntesis (Gross como se citó en Cruz, 2008). Además, debe tomarse en cuenta algunas consideraciones:

El retraso de la maduración: Las plantas alimentadas con demasiado nitrógeno seguirán creciendo y tardarán en madurar, lo que suele ser desfavorable (las frutas y las remolachas tienen un menor contenido de azúcar)

De hecho, la absorción tardía de nitrógeno retrasa la madurez al estimular el desarrollo de nutrientes, mientras que la aplicación de nitrógeno en el momento adecuado puede acelerar el crecimiento y, por lo tanto, aumentar la madurez temprana.

Fertilización

Bernal y Espinosa (como se citó en Cerdas, 2014) mencionó que:

La variabilidad de la demanda nutricional de los forrajes depende de tres factores: la capacidad para extraer nutrientes del suelo, el requerimiento interno de la planta y el potencial de producción de la especie. En estos pastos tropicales, la relación promedio de extracción nutricional de N: P₂O₅: K₂O es del orden de 3,5: 1,0:4,0. Por lo que el rendimiento de forraje es el factor que controla la extracción y consumo de nutrientes y la práctica de fertilización adquiere mayor significado en aquellas especies con alto potencial genético de producción. Para identificar la dosis

apropiada de fertilizante se debe tomar en cuenta el nivel esperado de producción de forraje, las condiciones del suelo, el ambiente, la tecnología aplicada el potencial genético de productividad de la especie. (p.126)

Cerdas (2014) señaló que:

Entre los beneficios de fertilizar forrajes se puede observar un incremento en el contenido de nitrógeno (proteína), digestibilidad, altura de la planta, densidad, relación hoja-tallo y mayor producción de biomasa. Además, se obtiene un ligero incremento en el consumo de forraje y la producción de carne y leche, por lo que si se fertiliza y no se aumenta la carga animal para aprovechar la biomasa producida, los beneficios económicos de esta práctica en la producción de carne o leche son pocos. (p.126).

La fertilización con urea

A. Nitrógeno ureico

Gross (como se citó en Cruz, 2008) indicó que:

Este grupo pertenece al grupo de las aminas, que posee un 46% de nitrógeno amoniacal o más exactamente, ureico. La urea es de origen francés y se prepara en forma de perlitas de uno o dos milímetros, de donde se deriva el nombre de urea perlada. (p.16).

Guerrero (como se citó en Cruz, 2008) mencionó que:

La urea no es exigente en cuanto a la naturaleza del suelo, con excepción de los suelos muy ácidos, que son muy poco activos biológicamente. En todos los suelos moderadamente ácidos se puede apreciar que la urea no deja ningún ion ácido en el suelo y que el amoníaco liberado después del hidrolisis libera temporalmente el p^H en medio punto. (p.17).

“Como norma general, se debe enterrar la urea después de su aplicación, mediante una labor ligera, sobre en suelos calizos y en tiempo seco, de modo que no se deje en la superficie por mucho tiempo” (Pérez, como se citó en Cruz, 2008)

B. La importancia de la urea

La urea es el fertilizante nitrogenado más utilizada en pasturas. “Dentro de las razones que explica la generalización de su utilización, se destaca su accesibilidad económica, su elevada concentración de nitrógeno (N) por unidad de producto (46% de N) y la gran solubilidad en

la solución edáfica” (Cruz, 2008, p.18). Muchas veces se reduce la eficiencia debido a las pérdidas por lixiviación de nitratos, desnitrificación de N₂, o volatilización de amoníaco (NH₃) (Instituto Nacional Tecnológico Agropecuario [INTA], 2004. p.2).

C. Fitotoxicidad por amoníaco

INTA (como se citó en Cruz, 2008) mencionó que:

Si se aplican grandes cantidades de urea junto a la semilla, se puede producir daño de semillas o inhibir la germinación debido a la acción fitotóxica del amoníaco. Para prevenir, es recomendable agregar no más de 30 kg de N/ha en suelos con mayor contenido de MO y texturas medias, mientras que en suelos de textura gruesa y menor contenido de MO no se debería superar los 12 a 15 kg de N/ha. Pueden variar dependiendo de otros factores: tipo de semillas, PH y CIC del suelo, contenido hídrico en la aplicación, etc. (p.19).

El fósforo (p)

A. Importancia del fósforo

Monreal (como se citó en Cruz, 2008) manifestó que: “El fósforo es un componente muy activo que solo se puede manejar por medio de un compuesto químico como el superfosfato triple que es de origen mineral. El fósforo disponible en el suelo se encuentra en forma de iones fosfóricos”.

Gross (1998) definió que: “Al fósforo como ácido fosfórico (P₂O₅), que es el resultado de la combinación del fósforo con el oxígeno”

B. Movilidad del fósforo en el suelo

“El fósforo es el macronutriente que en mayor medida limita el rendimiento de los cultivos en este caso de los pastizales. Interviene en numerosos procesos bioquímicos a nivel celular y se lo considera un nutriente esencial para las plantas” (Gross, A. 1998). El mismo autor publicó que el movimiento de P se realiza principalmente por difusión y en menor medida por flujo másico.

C. Deficiencias de fósforo en la planta

Domínguez (1998) señaló que:

Los signos más característicos de la deficiencia de fósforo es: el tamaño de la planta reducido, el desarrollo se hace lento, se retrasa la maduración de las hojas, ramas y

tallos. Las plantas adquieren un color verde muy fuerte u ocasionalmente aparecen tintes purpúreos. En todo caso las cosechas se ven reducidas aun antes de que aparezcan síntomas carenciales en la planta.

2.3. Definición de términos básicos

a) Nitrógeno y fósforo

Son abonos o fertilizantes, que son cualquier tipo de sustancias orgánicas o inorgánicas que contienen nutrientes que las plantas pueden absorber para mantener o aumentar los niveles de estos elementos en el suelo, mejora la calidad del sustrato a nivel de nutrientes y estimulando los crecimiento vegetativo de plantas que crecen en el suelo.

b) Producción forrajera

La producción forrajera está compuesta por la biomasa de la planta a medida que se le proporciona mejor calidad de abono esta aumentará con el paso del tiempo.

2.4. Hipótesis de investigación

2.4.1. Hipótesis general

Los niveles de nitrógeno y fósforo influyen en la producción forrajera de *Pennisetum purpureum* cv cameroon.

2.4.2. Hipótesis específicas

- a) Los niveles de nitrógeno y fósforo no influyen en la altura del *Pennisetum purpureum* cv cameroon.
- b) Los niveles de nitrógeno y fósforo no influyen en el peso de planta de *Pennisetum purpureum* cv cameroon.
- c) Los niveles de nitrógeno y fósforo no influyen en los números de macollos de *Pennisetum purpureum* cv cameroon”
- d) Los niveles de nitrógeno y fósforo no influyen en los números de hojas del *Pennisetum purpureum* cv cameroon.
- e) Los niveles de nitrógeno y fósforo no influyen en la materia seca de *Pennisetum purpureum* cv cameroon.

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

3.1. Diseño metodológico

3.1.1. Ubicación

El experimento se realizó en el distrito de Huacho, en el Taller “Centro Experimental de Pastos y Forrajes” de la Escuela Profesional de Ingeniería Zootécnica, ubicado en la en el sector oriente de la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, en las coordenadas de localización: latitud de 11°07'25" y longitud 77°36'16" sobre el meridiano de Greenwich, a los 36 msnm, durante los meses de enero a abril del 2019.

El clima en el distrito de Huacho es tropical, la temperatura y la precipitación pluvial durante los meses que se llevó a cabo el experimento presentaron entre los 17 - 22° C y 8 mm, respectivamente.

El suelo donde se estableció la pastura de camerún, fue arenoso, con un pH neutro de 7.52, ligeramente alcalino, sin riesgo de sales, con poca presencia de materia orgánica y nitrógeno, disponibilidad media de fósforo y alto de potasio.

Tabla 1

Resultado de análisis básico del suelo

C.E mS/cm 1:2.5	pH 1:2.5	M.O. %	N %	P ppm	K ppm	CaCO ₃ %	Cationes intercambiables meq/100 g				CIC-E
							Ca	Mg	Na	K	
0,50	7,52	0,31	0,02	7	296	0	25,07	2,02	0,18	0,76	28,03

Fuente: INIA- Donoso 2018

3.1.2. Materiales e insumos

Se usó los siguientes materiales:

- Plantas de *Pennisetum purpureum* “cameroon”
- Postes de madera
- Alambre y rafia
- Fertilizantes inorgánicos
- Hoz y machete
- Formatos de evaluación

- g) Balanza
- h) Cinta métrica
- i) Cámara fotográfica
- j) Bolsas de papel kraft

3.1.3. Diseño experimental

El diseño estadístico utilizado fue el de Bloques Completamente al Azar (DBCA) con arreglo factorial de 4 x 3. Los factores de estudio fueron:

- a) Dosis de nitrógeno
- b) Dosis de fósforo

3.1.4. Tratamientos

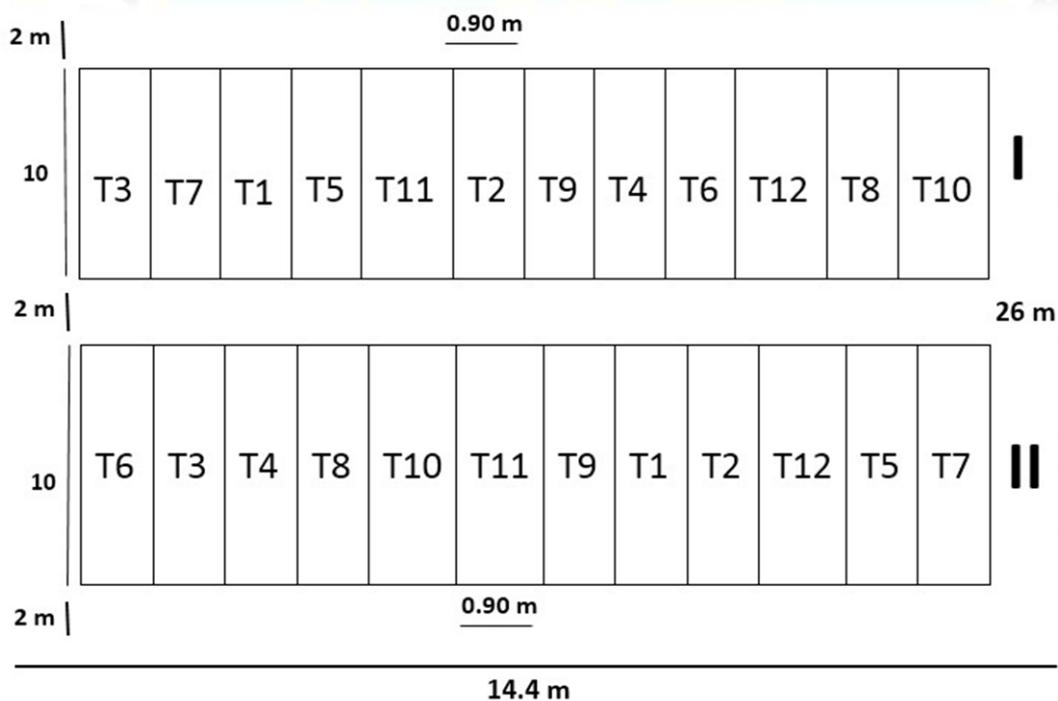
Los tratamientos estudiados en la investigación fueron los siguientes:

Tratamiento	N	P ₂ O ₅
T1	0	0
T2	0	60
T3	0	120
T4	100	0
T5	100	60
T6	100	120
T7	200	0
T8	200	60
T9	200	120
T10	300	0
T11	300	60
T12	300	120

3.1.5. Características del área experimental

- Largo: 26 m
- Ancho: 14,4 m
- Área total: 374,4 m²
- Largo del bloque: 14,4 m
- Ancho del bloque: 10 m
- Área neta del experimento: 216 m²
- Número de bloques: 2
- Número de tratamientos: 12

Croquis del experimento



3.1.6. Variables a evaluar

Características agronómicas de la planta

- Altura de la planta (m).- La medida registrada fue hasta la última hoja bandera de cada planta. Se tomó antes de la cosecha.

- Peso de planta (kg).- Se pesaron cada planta en una báscula de 50 kg después de la cosecha.
- Número de macollos (Unid).- Se registró al momento de la cosecha.
- Número de hojas (kg).- Se registró al momento de la cosecha.
- Rendimiento de forraje en materia seca (kg).- El cálculo fue determinado con el porcentaje de materia seca de cada tratamiento.

3.1.7. Conducción del experimento

Las parcelas experimentales fueron establecidas con anticipación al estudio. Ambas parcelas tuvieron dos campañas de producción.

a. Corte de nivelación

Se realizó un corte de homogenización para el inicio del renuevo macollamiento.

b. Desmalezamiento

Se realizó la limpieza y eliminación de malezas.

c. Riego

Los riegos se realizaron una vez por semana, a través de riego por gravedad.

d. Aplicación de tratamientos

Las aplicaciones de ambos fertilizantes se realizaron al inicio de la rebrote con la cantidad parcial del nitrógeno y a los 10 días después de la primera, la segunda aplicación de N.

e. Cosecha

La primera cosecha se realizó a los 45 días. La segunda cosecha se realizó a los 47 días de crecimiento de la planta.

3.2. Población y muestra

3.2.1. Población

La población aproximada de plantas fue de 356 plantas de pasto camerún, establecida con una densidad de 12.3 mil plantas/ha. En cada parcela experimental tenía 16 surcos con 10 metros de largo cada uno. En cada surco existían 11 plantas de camerún.

3.2.2. Muestra

Para el recojo de datos se consideró la exclusión de surcos (2 surcos en cada extremo de la parcela) y seis plantas en los extremos de los surcos (3 plantas al inicio y 3 plantas al final de cada surco).

- a. Para la evaluación de la altura de la planta, peso de planta y número de macollos, se tomó como muestra 5 plantas del surco intermedio de cada unidad experimental.
- b. Para la evaluación de la materia seca de las plantas, se tomaron al azar dos muestras de 1 kg de forraje aproximadamente por cada tratamiento.

3.3. Técnicas de recolección de datos

Se empleó la técnica de observación y el instrumento que se utilizaron fueron formatos para el registro de datos.

3.4. Técnicas para el procesamiento de la información

Para la aleatorización de los tratamientos se utilizó el programa Excel. Los datos obtenidos en las evaluaciones de las variables en los diferentes tratamientos fueron sometidos al análisis de varianza (ANVA) mediante el Software estadístico Minitab 17. Los promedios fueron comparados mediante la prueba de comparación de Tukey a un nivel de significación de 0.05.

CAPÍTULO IV: RESULTADOS

4.1 Altura de planta

En la Tabla 2 se presenta el análisis de varianza para la variable de altura de planta obtenido a la cosecha. Se puede observar en las fuentes de variación que las repeticiones y la interacción entre los fertilizantes no existen diferencias significativas; sin embargo, si se ha presentado diferencias altamente significativas tanto en las dosis de nitrógeno y fósforo. Teniendo un coeficiente de variación de 8,57% considerado como aceptable.

Tabla 1.
Análisis de varianza para altura de planta en la producción forrajera

F. V	SC	GL	CM	F	p-valor
Modelo	50516,18	15	3367,75	19,91	<0,0001
Nitrógeno	3665,12	3	1221,71	7,22	0,0001
Fósforo	45459,81	2	22729,9	134,4	<0,0001
Repeticiones	562,79	4	140,7	0,83	0,5061
Nitrógeno*Fósforo	828,46	6	138,08	0,82	0,5581
Error	37883,41	224	169,12		
Total	88399,58	239			

C.V. = 8,57%

En la tabla 3 al realizar la prueba de tukey, se observa que en promedio las mayores dosis de nitrógeno y fósforo promovieron una mayor altura de planta. La mayor altura obtenida corresponde al T12, que difieren con el T6 al T1 ($p < 0,05$).

Tabla 2.
Prueba de Tukey para la comparación de medias entre los tratamientos de altura de planta

Tratamiento	Medias	n	E.E.				
T12	169,25	20	2,90	A			
T11	166,20	20	2,90	A	B		
T10	164,80	20	2,90	A	B		
T9	163,10	20	2,90	A	B	C	
T8	161,20	20	2,90	A	B	C	
T7	160,50	20	2,90	A	B	C	
T6	153,80	20	2,90		B	C	D
T5	150,25	20	2,90			C	D
T4	142,30	20	2,90				D E
T3	131,85	20	2,90				E F
T2	130,15	20	2,90				E F
T1	128,10	20	2,90				F

Medias con una letra diferente son significativamente diferente, según la prueba de Tukey ($p < 0,05$)

4.2 Peso de planta

En la Tabla 4 se presenta el análisis de varianza para la variable de peso de planta obtenido a la cosecha. Se puede observar en las fuentes de variación que las repeticiones y la interacción entre los fertilizantes existen diferencias significativas; también, se ha presentado diferencias altamente significativas tanto en las dosis de nitrógeno y fósforo. Teniendo un coeficiente de variación de 18,68% considerado como aceptable.

Tabla 3.

Análisis de varianza para el peso de planta en la producción forrajera

F.V	SC	GL	CM	F	p-valor
Modelo	121601375	15	8106758,33	19,19	<0,0001
Nitrógeno	21184458,33	3	7061486,11	16,72	<0,0002
Fósforo	8867000	2	44337500	104,96	<0,0001
Repeticiones	5472250	4	1368062,5	3,24	0,0131
Nitrógeno*Fósforo	6269666,67	6	1044944,44	2,47	0,0245
Error	94629250	224	422411,83		
Total	216221625	239			

C.V. =18,68

En la tabla 5 al realizar la prueba de Tukey con probabilidad del 5%, se observa que en promedio las mayores dosis de nitrógeno y fósforo promovieron un mayor peso de planta.

Tabla 4.

Prueba de Tukey para la comparación de medias entre los tratamientos de peso de planta (kg)

Tratamiento	Medias	n	E.E.					
T12	5,06	20	14,82	A				
T11	4,10	20	14,82	B				
T10	3,97	20	14,82	B	C			
T9	3,82	20	14,82	B	C	D		
T8	3,61	20	14,82	B	C	D		
T7	3,47	20	14,82	B	C	D		
T5	3,39	20	14,82		C	D		
T6	3,29	20	14,82		C	D	E	
T4	3,24	20	14,82			D	E	F
T3	2,74	20	14,82				E	F G
T2	2,60	20	14,82					F G
T1	2,42	20	14,82					G

4.3 Número de macollos

En la Tabla 6 se presenta el análisis de varianza para la variable de número de macollos obtenido a la cosecha. Se puede observar en las fuentes de variación que las repeticiones y la interacción entre los fertilizantes no existen diferencias significativas; sin embargo, si se ha presentado diferencias altamente significativas tanto en las dosis de nitrógeno y fósforo. Teniendo un coeficiente de variación de 16,01% considerado como aceptable.

Tabla 5.

Análisis de varianza para el número de macollo en la producción forrajera

F.V	SC	GL	CM	F	p-valor
Modelo	11209,67	15	747,31	19,49	<0,0001
Nitrógeno	1423,15	3	474,38	12,37	<0,0002
Fósforo	9165,68	2	4582,84	119,51	<0,0001
Repeticiones	295,46	4	73,86	1,93	0,1070
Nitrógeno*Fósforo	325,39	6	54,23	142	0,2101
Error	8589,89	224	38,35		
Total	19799,56	239			

C.V. = 16,01%

En la tabla 7 al realizar la prueba de Tukey con probabilidad del 5%, se observa que en promedio las mayores dosis de nitrógeno y fósforo promovieron un mayor número de macollos.

Tabla 6.

Prueba de Tukey para la comparación de medias entre los tratamientos de número de macollo

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
T12	52,90	20	1,40	A
T11	46,75	20	1,40	A B
T10	44,95	20	1,40	B C
T9	42,50	20	1,40	B C D
T8	39,25	20	1,40	C D E
T7	37,40	20	1,40	D E F
T6	36,75	20	1,40	D E F G
T5	36,65	20	1,40	D E F G
T4	35,50	20	1,40	E F G
T3	32,20	20	1,40	F G H
T2	30,50	20	1,40	G H
T1	28,90	20	1,40	H

4.4 Número de hojas

En la Tabla 8 se presenta el análisis de varianza para la variable de número de hojas obtenido a la cosecha. Se puede observar en las fuentes de variación que las repeticiones y la interacción entre los fertilizantes no existen diferencias significativas; sin embargo, si se ha presentado diferencias altamente significativas tanto en las dosis de nitrógeno y fósforo. Obteniendo un coeficiente de variación de 15,33% considerado como aceptable.

Tabla 7.

Análisis de varianza para el número de hojas en la producción forrajera

F.V	SC	GL	CM	F	p-valor
Modelo	214,21	15	14,28	15,96	<0,0001
Nitrógeno	30,22	3	10,07	11,26	<0,0001
Fósforo	178,96	2	89,48	100,02	<0,0001
Repeticiones	1,40	4	0,35	0,39	0,8141
Nitrógeno*Fósforo	3,62	6	0,6	0,67	0,6703
Error	415,12	464	0,89		
Total	629,33	479			

C.V. = 15,33%

En la tabla 9 al realizar la prueba de Tukey con probabilidad del 5%, se observa que en promedio las mayores dosis de nitrógeno y fósforo promovieron un mayor número de hojas.

Tabla 8.

Prueba de Tukey para la comparación de medias entre los tratamientos de número de hojas

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
T12	7,35	40	0,15	A
T11	6,90	40	0,15	A B
T10	6,85	40	0,15	A B
T9	6,48	40	0,15	B C
T8	6,40	40	0,15	B C
T7	6,38	40	0,15	B C
T6	6,08	40	0,15	C D
T5	6,00	40	0,15	C D
T4	5,85	40	0,15	C D E
T3	5,40	40	0,15	D E F
T2	5,30	40	0,15	E F
T1	5,05	40	0,15	F

4.1 Peso de planta en materia seca

En la Tabla 10 se presenta el análisis de varianza para la variable de peso de planta en materia seca obtenido a la cosecha. Se puede observar en las fuentes de variación que las

repeticiones no existen diferencias significativas; sin embargo, si se ha presentado diferencias altamente significativas tanto en las dosis de nitrógeno, fósforo y en la interacción entre los fertilizantes. Teniendo un coeficiente de variación de 18,88% considerado como aceptable.

Tabla 9.

Análisis de varianza para la materia seca en la producción forrajera

F.V	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	8099430,15	15	539962,01	30,84	<0,0001
Nitrógeno	1477191,65	3	492397,22	28,12	<0,0001
Fósforo	5820639,23	2	2910319,62	166,22	<0,0001
Repeticiones	221752,50	4	55438,13	3,17	0,0148
Nitrógeno*Fósforo	579846,77	6	96641,13	5,52	<0,0001
Error	3922070,75	224	17509,24		
Total	12021500,90	239			

C.V. = 18,88%

En la tabla 11 al realizar la prueba de Tukey con probabilidad del 5%, se observa que en promedio las mayores dosis de nitrógeno y fósforo promovieron un mayor peso de planta en base materia seca.

Tabla 10.

Prueba de Tukey para la comparación de medias entre los tratamientos de la materia seca

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
T12	1,114	20	3,02	A
T11	0,861	20	3,02	B
T10	0,835	20	3,02	B
T9	0,765	20	3,02	B C
T7	0,730	20	3,02	B C
T8	0,722	20	3,02	B C
T5	0,678	20	3,02	C
T6	0,658	20	3,02	C
T4	0,650	20	3,02	C
T2	0,495	20	3,02	D
T3	0,494	20	3,02	D
T1	0,411	20	3,02	D

CAPÍTULO V. DISCUSIÓN

En general los niveles superiores aplicados obtuvieron los mejores resultados en las principales características tales como altura de planta, peso de planta, número de macollos, número de hojas y peso en materia seca de plantas. Logrando así mayor precocidad y mejores rendimientos productivos.

5.1. Altura de planta

Las dosis mayores de fertilización con nitrógeno y fósforo favorecieron a una mayor altura comparado a las dosis bajas ($p < 0,01$). Aparentemente la disponibilidad de nutrientes aplicados genera mayor precocidad en el desarrollo de la planta forrajera, interrelacionándose estos dos macronutrientes para el efecto en mención (Gross, 1998).

Alturas de planta diferentes fueron reportados por Barrón et al. (2009), quienes reportan alturas de planta de 1.67 y 1.80 m cosechadas a las 8 semanas de edad en las estaciones de primavera y verano de la costa central del Perú, respectivamente. Menores alturas fueron reportadas por Prudencio et al. (2020) con 0.90 m cosechadas a los 66 días en la sierra de Ancash.

5.2. Peso de planta

Las dosis mayores de fertilización con nitrógeno y fósforo favorecieron a un mayor peso de planta comparado a las bajas dosis ($p < 0,01$). El T₁₂ logró obtener 5.06 kg por planta (equivalente a 6.26 kg.m⁻²) y el testigo 2.42 kg (casi 3 kg.m⁻²). Resultados similares fueron reportados por Barrón et al. (2009), reportan pesos de 6.09 kg.m⁻² cosechadas a las 7 semanas de edad en verano de la costa central. Similares resultados reporta Velásquez (2005) con pesos entre 4.11 y 6.10 kg.m⁻² cosechados a los 42 y 45 días. También, Ruiz (2016) a los 60 días logra obtener similares pesos (5.53 kg.m⁻²) al T₁₁ en la región tropical. Cruz (2008) obtuvo menores rendimientos (3.8 kg.m⁻² cosechadas a los 79 días). Pesos mayores fueron reportados por Prudencio et al. (2020) con 7.05 kg.m⁻² cosechadas a los 66 días en la sierra de Ancash. Sin embargo, Alegría (1999) reporta pesos promedio de 1.91 kg.m⁻², siendo inferiores a lo encontrado en nuestro estudio.

Los pesos crecientes obtenidos en el presente estudio se deben a la disponibilidad de nutrientes aplicados, que generan mayor precocidad en el desarrollo de la planta forrajera, interrelacionándose estos dos macronutrientes para el rendimiento forrajero (Gross, 1998). Solo que, al analizar las dosis superiores no alcanzan pesos marginales esperados, que pudiera relacionarse a que el N es un elemento de alta dinámica en el suelo, que pueda perderse mayormente por lixiviación, más aún en el terreno de cultivo de textura gruesa utilizado en el presente estudio. Similar inferencia pueda admitir en relación al P, que hay una lenta disponibilidad, no diferenciándose rápidamente en las campañas de producción corta de 45 días. Sin embargo, los pesos diferenciados en un tratamiento a otro, debe ser a que el N y P son elementos macronutrientes importantes con similares acciones y complementarias entre sí (Gross, 1998).

5.3. Número de macollos

Las dosis mayores de fertilización con nitrógeno y fósforo favorecieron a una mayor capacidad de macollamiento en las plantas, comparado a las dosis bajas ($p < 0,01$). El T₁₂ logró obtener 52.9 macollos en comparación al testigo con 28.9 macollos por planta. Resultados similares fueron reportados por Velásquez (2005), quienes reportan 51.44 macollos cosechadas a la 7ma semana de edad en verano de la costa central. Mientras que Jaime (2004) a los 49 días reporta mayores macollos (76.5) en la costa.

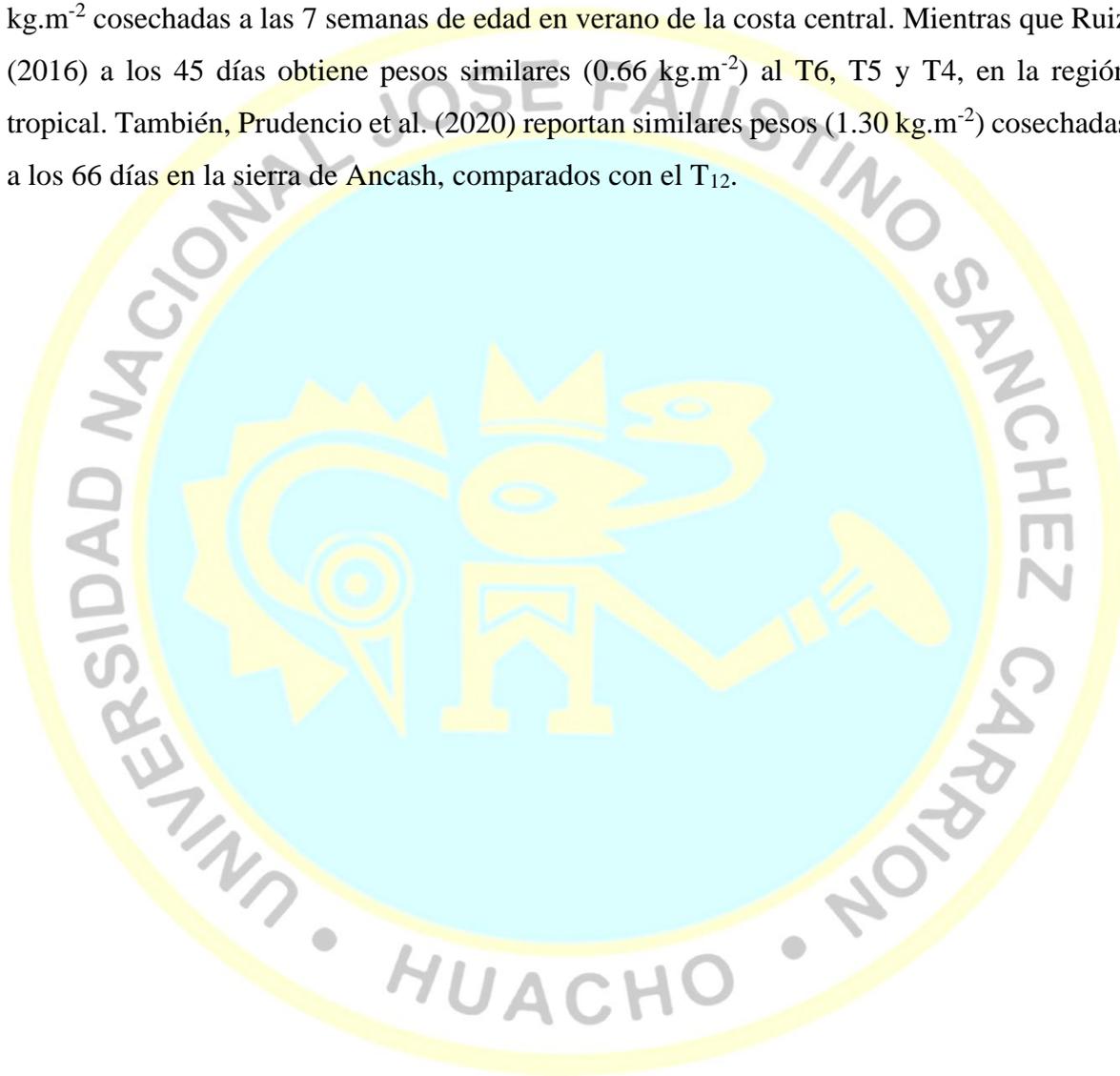
5.4. Número de hojas

Las dosis mayores de fertilización con nitrógeno y fósforo favorecieron a una mayor cantidad de hojas en las plantas, comparado a las dosis bajas ($p < 0,01$). El T₁₂ logró obtener 7.35 hojas comparado al testigo con 5.05 hojas por planta. Las cantidades de hojas diferenciados entre tratamientos, aparentemente se relaciona con la velocidad de desarrollo de las plantas por la disponibilidad de los macronutrientes importantes en el crecimiento longitudinal y el número de hojas. Además, se debe a que el estudio se desarrolló en la estación de verano, promoviendo una mayor velocidad de crecimiento por la temperatura, horas sol y la fotosíntesis que requiere estas plantas, consideradas como plantas C4 (Bernal, 1994).

5.5. Peso de planta en materia seca

Las dosis mayores de fertilización con nitrógeno y fósforo favorecieron a un mayor peso de materia seca de las plantas, comparado a las dosis bajas ($p < 0,01$). El T₁₂ logró un promedio de 1.11 kg por cada planta (1.37 kg.m^{-2}) en comparación al testigo con 0.41 kg (0.51 kg.m^{-2}) por planta.

Resultados similares al T₁₀ y T₁₁ fue reportado por Jaime (2004), quien reporta pesos de 0.84 kg.m^{-2} cosechadas a las 7 semanas de edad en verano de la costa central. Mientras que Ruiz (2016) a los 45 días obtiene pesos similares (0.66 kg.m^{-2}) al T₆, T₅ y T₄, en la región tropical. También, Prudencio et al. (2020) reportan similares pesos (1.30 kg.m^{-2}) cosechadas a los 66 días en la sierra de Ancash, comparados con el T₁₂.



CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

Las dosis aplicadas de nitrógeno y fósforo tienen efecto sobre la altura de planta, encontrando en la dosis más alta, la mayor altura.

Las dosis de nitrógeno y fósforo tienen efecto sobre el peso de planta, siendo la dosis más alta con el mayor rendimiento por planta.

Las dosis aplicadas de nitrógeno y fósforo tienen efecto sobre el número de macollos, habiendo la dosis más alta con mayor número de macollos por planta.

Las dosis de nitrógeno y fósforo presentaron influencias sobre el número de hojas, siendo las dosis más altas con mayores hojas por planta.

Las dosis de nitrógeno y fósforo tienen efecto sobre el peso de planta en materia seca, siendo la dosis más alta con mayor producción.

La interacción entre las dosis crecientes de nitrógeno y las dosis de fósforo presentaron influencias sobre el peso de planta y el peso de planta en base materia seca.

6.2 Recomendaciones

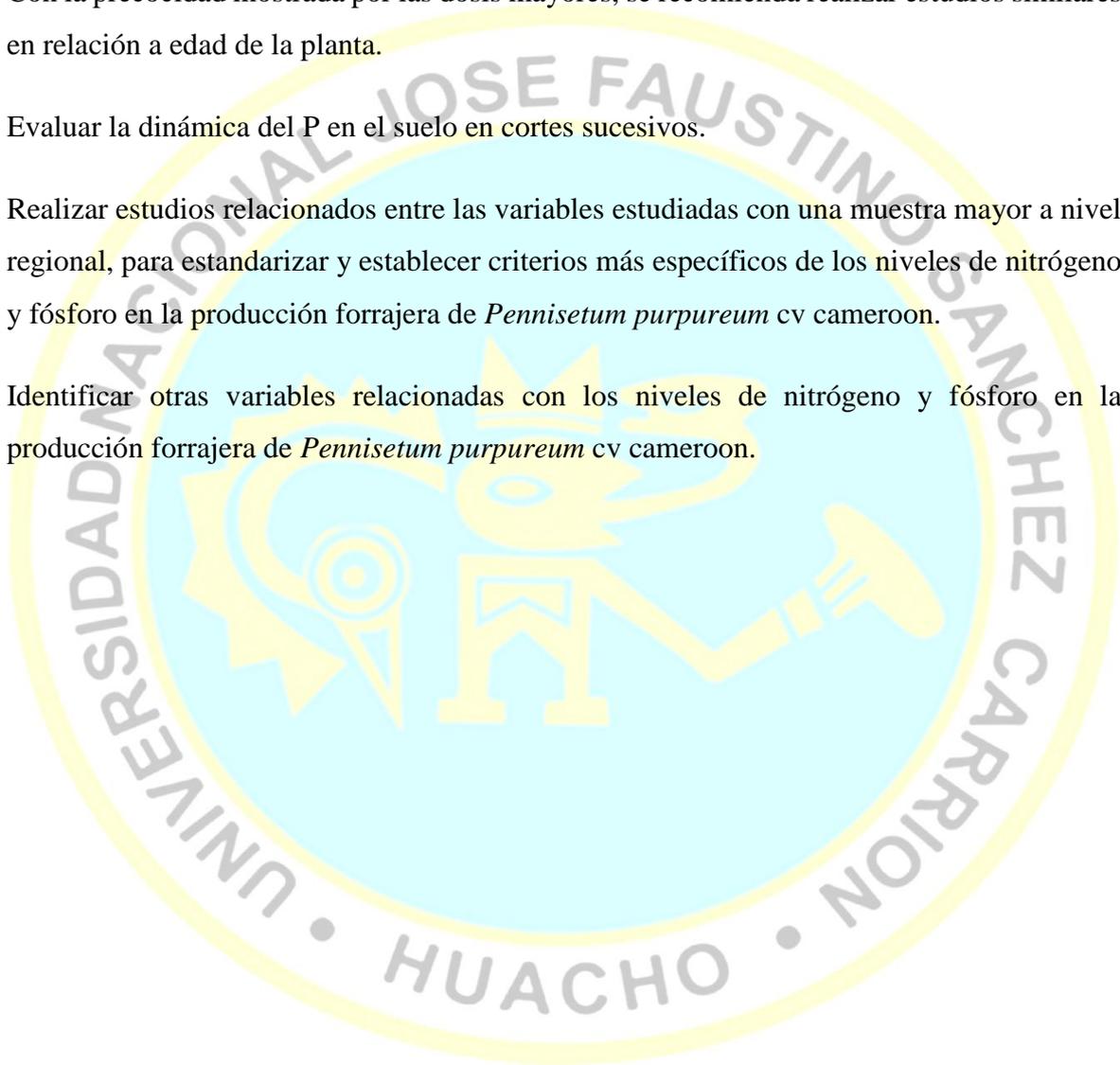
Realizar estudios similares en otras estaciones del año para estandarizar producciones y establecer programas de manejo por la precocidad mostrada con el uso de crecientes niveles de nitrógeno y fósforo en la producción forrajera de *Pennisetum purpureum* cv cameroon.

Con la precocidad mostrada por las dosis mayores, se recomienda realizar estudios similares en relación a edad de la planta.

Evaluar la dinámica del P en el suelo en cortes sucesivos.

Realizar estudios relacionados entre las variables estudiadas con una muestra mayor a nivel regional, para estandarizar y establecer criterios más específicos de los niveles de nitrógeno y fósforo en la producción forrajera de *Pennisetum purpureum* cv cameroon.

Identificar otras variables relacionadas con los niveles de nitrógeno y fósforo en la producción forrajera de *Pennisetum purpureum* cv cameroon.



REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

7. Fuentes bibliográficas y electrónicas

- Alegría, C. (1999). *Evaluación del Rendimiento y Valor Nutritivo de Gramíneas Tropicales Bajo Condiciones de la Costa Central* (Tesis de Maestría). Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.
- Arronis, V. (2009). *Comportamiento productivo y recomendaciones en la utilización del forraje de corte maralfalfa (Pennisetum sp.) en la Región Brunca*. En Hoja Divulgativa de Infoagro, Costa Rica. Recuperado de http://www.infoagro.go.cr/InfoRegiones/Publicaciones/HojasDivulgativas/Comportamiento_productivo_recomendaciones_utilizacion_forraje_corte_maralfalfa.pdf
- Barrón, J., Velásquez, M., Echevarría, M., Basurco, V. (2009). *El efecto de la edad y época de corte sobre el rendimiento y el valor nutritivo del pasto elefante morado (Pennisetum purpureum, Schum.) en la costa central*. Anales Científicos, 70(1), 51-57. Recuperado de <http://revistas.lamolina.edu.pe/index.php/acu/article/view/72>
- Bernal, J. (1994). *Pastos y Forrajes Tropicales. Producción y manejo*. Colombia: Banco Ganadero de Colombia.
- Bogdan, A. (1997). *Pastos Tropicales y Plantas de Forraje*. Escandón, México: AGT Editor S.A.
- Cáceres, F. (2004). *Evaluación del rendimiento y valor nutritivo del pasto elefante (Pennisetum purpureum, Schum) cv. cameroon a diferentes edades en otoño e invierno en la costa central* (Tesis de Maestría). Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.
- Cerdas, R. (2014) *Comportamiento productivo del pasto maralfalfa (Pennisetum sp.) con varias dosis de fertilización nitrogenada*. InterSedes XVI(33), 123-145. Recuperado de <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/intersedes/article/view/19028/19119>

- Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (CORPOICA). (1996). Pasturas Tropicales. Memorias de curso de pasturas tropicales. Recuperado de <https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/13737>
- Cruz, D. (2008). *Evaluación del potencial forrajero del pasto maralfalfa (Pennisetum violaceum) con diferentes niveles de fertilización de nitrógeno y fósforo y una base estándar de potasio*. (Tesis de pregrado). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.
- Domínguez, A. (1998). *Abonos Minerales*, 7ª ed. Madrid – España. Edit. Ministerio de Agricultura.
- Farje, K. (1999). *Establecimiento y evaluación agronómica del pasto elefante enano cultivar Mott (Pennisetum purpureum cv Mott) bajo condiciones del trópico de Tarapoto-San Martín* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria La Molina . Lima. Perú.
- Gross, A. (1998). *Abonos: Guía de fertilización*. 5ª ed. Madrid, España: Edit. Mundo Prensa.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). (2012). *Resultados definitivos IV Censo Nacional Agropecuario*. Lima: INEI.
- Instituto Nacional Tecnológico Agropecuario (INTA). (2004). Fertilización y reciclado de Nitrógeno: Nuevos criterios a tener en cuenta para recomendaciones bajo pastoreo. Recuperado de <https://www.produccion-animal.com.ar/>
- Jaime, A. (2004). *Efecto de la frecuencia y época de corte del pasto elefante morado (Pennisetum purpureum, Schum cv. cameroon) sobre el valor nutritivo y rendimiento forrajero bajo condiciones de la costa central del Perú* (Tesis de Maestría). Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima Perú.

- Joaquín; Lizárraga; Peña y Herrero. (2010). *Establecimiento, manejo y utilización de pastos de corte en lecherías de pequeña escala*. CIAT-LPP. Universidad de Edimburgo. Santa Cruz de la Sierra, Bolivia.
- Lopes, M., Duarte Cândido, M., Fernandes Franco Pompeu, R., da Silva, R., de Lacerda, C., & Lima Bezerra, F. (2020). Yield and chemical composition of massai fertilized with nitrogen. *International Journal of Agriculture and natural Resources*, 47(2), 69-78. doi: <https://dx.doi.org/10.7764/ijanr.v47i2.2068>
- Moreno, F y Molina, D. (2007). Manual técnico: buenas prácticas agropecuarias (BPA) en la producción de ganado de doble propósito bajo confinamiento, con caña panelera como parte de la dieta. Convenio FAO-CORPOICA-MANA Proyecto UTF/COL/027/COL. Recuperado de <https://www.fao.org/3/a1564s/a1564s.pdf>
- Pinheiro, L. (2011). *Pastoreo Racional Voisin. Tecnología Vegetal para el Tercer Milenio*. Buenos Aires, Argentina: Editorial Hemisferio Sur..
- Prudencio, D., Hidalgo, Y., Chagray, N., Airahuacho, F., Maguiña, R. (2020). Producción y calidad forrajera de tres especies del género *Pennisetum* en el valle altoandino de Ancash. *Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales*, 7(1), 21-29. Recuperado de <http://riiarn.agro.umsa.bo/index.php/RIIARn/article/view/140>
- Quispe, R. y Maguiña, R. (2019). Métodos de siembra de *Pennisetum sp.* "maralfalfa" en el rendimiento forrajero. *Infinitum*, 9(2), 95-98. Recuperado de <https://doi.org/10.51431/infinitum.v9i2.575>
- Rodríguez, M. (2015). *Efecto de los ácidos fúlvicos en el desarrollo radicular del palto (Persea americana)* (Tesis de pregrado). Recuperado de <https://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12893/4521/BC-TES-3357%20%20RODRIGUEZ%20MEDINA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Rodríguez y Blanco (1970). Composición química de hojas y tallos de 21 cultivares de elefante (*Pennisetum purpureum* Schumacher). *Revista Agronomía Tropical*: 20(6) 383-396.
- Ruiz, C. (2016). *Establecimiento y respuesta a la frecuencia de corte de maralfalfa (Pennisetum sp.) vs camerun (Pennisetum purpureum schum cv cameroon) en el distrito de Cotamana, provincia de Ucayali, Loreto* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.
- Velásquez, M. (2005). *Evaluación del rendimiento y valor nutritivo del pasto elefante morado, (Pennisetum purpureum, Schum.) a diferentes edades en la época de primavera y verano en la costa central* (Tesis de Maestría). Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.
- Will, J. y Valle, G. (1990). Comportamiento del pasto taiwan (*Pennisetum purpureum*) fertilizado con efluentes de biogás en época de máxima precipitación pluvial. *Revista Agronomía Mesoamericana*: 1, 69-72.



ANEXOS

Anexo 1. Resultados del análisis de suelo

"Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional"



PERÚ Ministerio de Agricultura y Riego



ESTACION EXPERIMENTAL AGRARIA BUNOSUROYOTADA MITAGAWA HUARAL

LABORATORIO DE SUELOS

ANÁLISIS BÁSICO DE FERTILIDAD

NOMBRE: GABRIELA LUIS ASIS
DIRECCION: BARRANCA

FECHA : 04/12/2018

Nº LAB.	C.E. mS/cm 1:2.5	pH 1:2.5	M.O. %	N %	P ppm	K ppm	CaCO3 %	CATIONES INTERCAMBIABLES meq/100 gr suelo				CIC-E
								Ca	Mg	Na	K	
784	0.50	7.52	0.31	0.02	7	296	0	25.07	2.02	0.18	0.76	28.03

REACCIÓN DEL SUELO (pH) : Ligeramente alcalino
 SALINIDAD (C.E.) : Sin peligro de sales
 MATERIA ORGANICA (M.O.) : Bajo
 NITROGENO (N) : Bajo
 FOSFORO DISPONIBLE (P) : Medio
 POTASIO DISPONIBLE (K) : Alto
 CARBONATO DE CALCIO (CaCO3): Sin presencia

SUGERENCIAS:

CULTIVO	PASTO ELEFANTE		
	N	P2O5	K2O
kg/ha	80	120	10

OBSERVACIONES:

Proceder a fertilizar e incorporar aprox. 20 tm/ha de guano de aves, estiércol de vacuno, compost, humus de lombrís o guano de isla.



Rafael Juan Calderón Espinoza
Laboratorio de Suelos (r)

Anexo 2. Fotografías



Corte de uniformización



Crecimiento de la planta



Fertilizantes usados



Planta antes del corte

Anexo 1. Base de datos

Bloq./Trat.	Altura de planta											
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12
I	139	141	140,2	144,6	145,6	148,2	155	158	158,8	162	163,6	166,6
II	141,8	144,8	146,4	156,8	162,4	165,6	167	169,2	169,6	170	170,4	170,4
Suma	280,8	285,8	286,6	301,4	308	313,8	322	327,2	328,4	332	334	337
Promedio	140,4	142,9	143,3	150,7	154	156,9	161	163,6	164,2	166	167	168,5

Bloq./Trat.	Peso de planta											
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12
I	2520	2640	2940	3140	3300	3140	3180	3480	3480	3480	4100	5560
II	2680	2880	3060	3520	3860	3520	3720	3840	4060	4440	4680	6120
Suma	5200	5520	6000	6660	7160	6660	6900	7320	7540	7920	8780	11680
Promedio	2600	2760	3000	3330	3580	3330	3450	3660	3770	3960	4390	5840

Número de macollo												
Bloq./Trat.	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12
I	30,6	31,2	32,6	32,4	32,8	33,4	34,8	36,6	39,8	42,8	47,2	54,2
II	31,4	33,2	36,4	37,6	38,8	38	39,6	41,8	45,4	50,2	52,8	61,6
Suma	62	64,4	69	70	71,6	71,4	74,4	78,4	85,2	93	100	115,8
Promedio	31	32,2	34,5	35	35,8	35,7	37,2	39,2	42,6	46,5	50	57,9

Número de hojas												
Bloq./Trat.	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12
I	6,8	7	7,0	7,6	7,6	7,4	8	7,8	7,8	8	8,4	9
II	7	7,2	7,2	7,2	7,8	8	7,8	8,2	8,4	9	9,2	9,2
Suma	13,8	14,2	14,2	14,8	15,4	15,4	15,8	16	16,2	17	17,6	18,2
Promedio	6,9	7,1	7,1	7,4	7,7	7,7	7,9	8	8,1	8,5	8,8	9,1

Peso de planta en Materia Seca (g/m ²)												
Bloq./Trat.	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12
I	428,4	501,6	529,2	628	660	628	667,8	696	696	730,8	861	1223,2
II	482,4	547,2	581,4	704	810,6	739,2	744	806,4	852,6	888	982,8	1346,4
Suma	910,8	1048,8	1110,6	1332	1470,6	1367,2	1411,8	1502,4	1548,6	1618,8	1843,8	2569,6
Promedio	455,4	524,4	555,3	666	735,3	683,6	705,9	751,2	774,3	809,4	921,9	1284,8

