

Establecimiento de pasto King Grass (*Pennisetum Sp.*), con diferentes métodos de fertilización, como alternativa de alimentación de bovinos, en la finca de la UNAD Popayán,

Departamento del Cauca



Daniel Vargas Muñoz

Universidad Abierta y a Distancia UNAD

Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente “ECAPMA”

Programa de Zootecnia

CEAD Popayán

2018

Establecimiento de pasto King Grass (*Pennisetum Sp.*), con diferentes métodos de fertilización, como alternativa de alimentación de bovinos, en la finca de la UNAD

Popayán, Departamento del Cauca



Daniel Vargas Muñoz

Trabajo aplicado para optar al título de Zootecnista

Tutor

Alberto Efrén Cerón Ruiz

Universidad Abierta y a Distancia UNAD

Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente “ECAPMA”

Programa de Zootecnia

CEAD Popayán

2018

Nota de Aceptación

Presidente del Jurado

Jurado

Jurado

Popayán, 5 de abril de 2018

Dedicatoria

Dedico este trabajo a mi madre, a mi padre y a mi hermana, los seres que más amo en el mundo.

Daniel Vargas Muñoz

Agradecimientos

Agradezco:

A Dios, por ser la guía espiritual en todo momento de mi vida.

A mis padres, por su apoyo incondicional y el amor que siempre me han dado.

A mi tutor, por su guía en este proyecto aplicado.

A los docentes de la UNAD porque siempre me apoyaron y brindaron su conocimiento y comprensión.

A todos quienes de una u otra manera contribuyeron al desarrollo de este proyecto.

Daniel Vargas Muñoz

Resumen

Se realizó el establecimiento del cultivo de pasto King Grass (*Pennisetum Sp.*) en la finca de la UNAD en Pisojé, Popayán, Cauca, utilizando tres sistemas de fertilización, con el fin de determinar cuál era la mejor opción, con referencia a la altura de la planta y producción de forraje verde obtenido por Ha, variables relacionadas con las características nutricionales del pasto para la cría de ganado, así como también con los costos de producción del forraje para el ganadero.

Se cultivó el pasto King Grass bajo tres métodos de fertilización: orgánico humus de lombriz, fertilizante químico triple 15 y un grupo testigo sin fertilizantes. Estos métodos se evaluaron mediante estadística descriptiva.

Se encontró que el tratamiento con mejores resultados en cuanto al crecimiento del pasto King Grass, así como con referencia a la producción de materia verde por Ha, fue el químico. Sin embargo, al considerar factores como los beneficios ambientales y el menor costo del fertilizante orgánico frente al químico se hace evidente que a largo plazo, el tratamiento orgánico es el más adecuado para la sostenibilidad económica, ambiental y social en las actividades ganaderas en la meseta de Popayán. Este resultado es una contribución clave a la investigación en la línea de Alimentación, Metabolismo y Nutrición Animal de la UNAD.

Palabras claves

Descriptiva, Humus, King Grass (*Pennisetum Sp.*), Orgánico, Químico

Abstract

The crop settling of King Grass forage (*Pennisetum Sp.*) was carried out on the UNAD farm in PISOJÉ, Popayán, Cauca, in order to determine which was the best fertilizer to be used, with reference to the height of the plant and the weight of the green matter obtained by Ha, variables related to the nutritional characteristics of the pasture for raising livestock, as well as the costs of production of the forage for the farmer.

The King Grass forage was cultivated under three methods of fertilizer: organic earthworm humus, triple chemical fertilizer 15 and a control group without fertilizers. These methods were evaluated using descriptive statistics.

It was found that the treatment with the best results in terms of grass growth. King Grass, as well as with reference to the production of green matter by Ha, was the chemical. However, as well as the environmental and social factors in livestock activities in the plateau, the economic, environmental and social embargo on livestock activities in the Popayan plateau. This result is a key contribution to the research in the Food, Metabolism and Animal Nutrition line of the UNAD.

Keywords

Chemical, Descriptive, Humus, King Grass (*Pennisetum Sp.*), Organic

Índice

| | |
|---|-----------|
| <i>Introducción</i> | 14 |
| <i>Planteamiento del problema</i> | 15 |
| Descripción del problema | 15 |
| Formulación del problema | 16 |
| <i>Justificación</i> | 16 |
| <i>Objetivos</i> | 17 |
| Objetivo general..... | 17 |
| Objetivos específicos | 17 |
| <i>Marco teórico</i> | 17 |
| La Zootecnia y los forrajes tropicales..... | 17 |
| Aspectos relevantes de los pastos y forrajes para la nutrición de rumiantes | 19 |
| Pasto King Grass | 22 |
| <i>Metodología</i> | 26 |
| Tipo de investigación | 27 |
| Hipótesis | 27 |
| Diseño de investigación | 27 |
| Variables | 27 |
| Técnica de recolección de datos | 27 |

| | |
|--|-----------|
| Herramientas software | 28 |
| Método | 28 |
| <i>Establecimiento del cultivo de King Grass en las parcelas</i> | <i>28</i> |
| <i>Resultados.....</i> | <i>31</i> |
| <i>Discusión de los resultados</i> | <i>37</i> |
| <i>Conclusiones.....</i> | <i>39</i> |
| <i>Recomendaciones.....</i> | <i>40</i> |
| <i>Bibliografía</i> | <i>41</i> |

Lista de Anexos

| | |
|---|----|
| Anexo A. Estudio de suelos realizado..... | 43 |
|---|----|

Lista de Figuras

| | |
|---|----|
| Figura 1. Esquema de los bloques y tratamientos | 26 |
| Figura 2. Evolución de las alturas del pasto King Grass por tratamiento | 35 |
| Figura 3. Peso del pasto King Grass en kg/m ² | 36 |
| Figura 4. Peso de King Grass en kg/m ² | 37 |

Lista de Fotografías

| | |
|--|----|
| Fotografía 1. Pasto King Grass..... | 23 |
| Fotografía 2. Aprestando el suelo para el experimento..... | 28 |
| Fotografía 3. Abono químico triple 15 | 29 |
| Fotografía 4. Abono orgánico..... | 29 |
| Fotografía 5. Delimitando las parcelas | 30 |
| Fotografía 6. Siembra de las plántulas de King Grass en las parcelas | 30 |
| Fotografía 7. Primeros brotes del pasto King Grass..... | 31 |
| Fotografía 8. Desarrollo no uniforme de las plántulas en los diferentes bloques.... | 32 |
| Fotografía 9. Plántulas hacia el 26 de octubre de 2017..... | 32 |
| Fotografía 10. Estado del King Grass con fertilizante químico en 9 de noviembre de 2017 | 33 |
| Fotografía 11. Estado del King Grass con fertilizante orgánico en 7 de diciembre de 2017 | 33 |
| Fotografía 12. Pasto King Grass a 23 de Diciembre de 2017 lote con abono químico | 34 |
| Fotografía 13. Pasto King Grass en 26 de marzo de 2018 | 37 |

Lista de Tablas

| | |
|--|----|
| Tabla 1. Secuencia de aplicación de los tratamientos | 31 |
| Tabla 2. Seguimiento de altura del pasto King Grass | 34 |
| Tabla 3. Promedios de las alturas del King Grass para cada tratamiento..... | 34 |
| Tabla 4. Aforo del pasto King Grass en los diferentes tratamientos en Kg/m ² | 35 |
| Tabla 5. Peso del King Grass en Kg/m ² | 36 |
| Tabla 6. Rendimientos de materia verde de King Grass por Ha en función del tratamiento..... | 38 |

Introducción

En este documento se describen las actividades realizadas durante la ejecución del proyecto aplicado propuesto. En primer término, se despliegan las nociones preliminares como son el problema, su descripción y formulación; la justificación, el objetivo general y los específicos. Luego, se exponen los aspectos del marco referencial como el marco teórico, el contexto, enfatizando en la importancia del pasto King Grass (*Pennisetum Sp.*) como forraje para el ganado vacuno, así como en los aspectos relevantes para su cultivo, que son pertinentes para el campo de la zootecnia.

Posteriormente se establecen los lineamientos metodológicos necesarios para el proyecto, que implican un diseño experimental, el establecimiento de las variables de respuesta, de los factores, de los tratamientos, del tipo de diseño adecuado, para satisfacer los objetivos propuestos y por tanto, establecer las hipótesis a comprobar, el grado de confiabilidad, así como las herramientas software a utilizar, llegando a una planeación específica del experimento.

Entonces, se abordan los resultados y su análisis, discutiendo los resultados obtenidos con aquellos encontrados en la literatura de referencia, estableciéndose finalmente las conclusiones y recomendaciones a que haya lugar, de acuerdo a los resultados obtenidos.

Planteamiento del problema

Descripción del problema

El cambio climático mundial que es causado por el acelerado calentamiento global debido a la explotación indebida de recursos naturales como los combustibles fósiles, cuya combustión emite grandes cantidades de dióxido de carbono, especialmente por el sistema de transporte urbano de pasajeros y de carga, así como las emisiones de sustancias tóxicas a la atmósfera por las fábricas, o la deforestación y contaminación causada por las malas prácticas agrícolas, el uso de sustancias químicas para acelerar el crecimiento de las plantas, han causado un desorden del clima mundial, un impacto negativo en la sostenibilidad de las fuentes de agua, en la calidad de los suelos, de modo que hoy son cada vez más frecuentes los períodos de sequía en las zonas tropicales (Hay,2006).

Por tanto, en la cría de ganado vacuno, es necesario contar con forrajes que sean resistentes a la sequía y además, que conserven por largos períodos su valor nutricional, garantizando así fuentes alimenticias nutritivas para el ganado que sirvan para suplir las necesidades de los vacunos en estos períodos de gran sequía que se presentan hoy en los trópicos. Se trata de garantizar la disponibilidad de forrajes en épocas de sequía, o en suelos pobres.

Por otra parte, se requiere de forrajes que sirvan para regular el nitrógeno de los suelos y servir de mantillo protector que beneficie a otros cultivos como el café, dentro de prácticas de agricultura sostenible, reduciéndose entonces la erosión de suelos húmedos, reteniendo el agua (Akyeampong & Dzowela,1996).

En este orden de ideas, puesto que la Finca de la UNAD, CEAD Popayán, está situada en una zona azotada por grandes variaciones climáticas, como fuertes períodos de sequía, se tiene la necesidad de un forraje nutritivo, resistente a la sequía y con condiciones

protectoras del suelo, de modo que la opción más idónea, dada las características edafológicas es el Pasto King Grass (*Pennisetum Sp.*), el cual se busca promover en su propagación, para lo cual es necesario caracterizar su comportamiento bajo diferentes condiciones de fertilización del cultivo, a fin de seleccionar la mejor opción.

Formulación del problema

La problemática se formula mediante la siguiente pregunta: ¿Cuál es la mejor condición de cultivo del Pasto King Grass (*Pennisetum Sp.*) como suplemento alimenticio del ganado vacuno en la Finca de la UNAD CEAD Popayán?

Justificación

La propuesta tiene aplicabilidad teórica porque permite investigar la mejor forma de fertilización en el establecimiento del Pasto King grass (*Pennisetum sp.*) bajo condiciones controladas; para ello, se realizó un análisis de suelo previo; luego, se preparó el terreno, se sembró, después de la siembra se realizaran las mediciones del pasto que nos servirá para determinar el vigor en el crecimiento del mismo teniendo en cuenta las condiciones climáticas imperantes en la zona de Popayán, específicamente la Finca de la UNAD CEAD Popayán, con el plus de emplearlo como medio de controlar la erosión de los suelos, o de utilizarse como barrera para la propagación de determinados patógenos, contribuyendo con ello a la investigación en la línea de Alimentación, Metabolismo y Nutrición Animal de la UNAD.

Además, desde la perspectiva práctica, su utilización como colchón protector del suelo y el agua, de modo que se tenga una interacción sostenible de su cultivo con otros existentes y se obtenga la nutrición adecuada del ganado en tiempos de sequía principalmente, es una aplicación de valor para los ganaderos de Popayán, no sólo porque hace de la ganadería una práctica sostenible sino porque aumenta la productividad de los

animales.

Por último, la propuesta permite aplicar las técnicas del diseño experimental y los de nutrición animal, así como de agricultura biológica adquiridos dentro del programa académico, además de permitir al estudiante la adquisición de la experiencia necesaria para iniciar su ejercicio profesional en el campo de la zootecnia, satisfaciendo de paso los requisitos académicos de grado exigidos

Objetivos

Objetivo general

Determinar la mejor alternativa de fertilización en el establecimiento del Pasto King Grass (*Pennisetum sp.*) como opción de alimentación de bovinos en la Finca de la UNAD CEAD Popayán.

Objetivos específicos

1. Realizar el establecimiento del Pasto King Grass (*Pennisetum sp.*) bajo sistemas de fertilización orgánica, química y el testigo en la finca de la UNAD Popayán
2. Contrastar hipótesis facilitando la selección de la mejor opción de cultivo del Pasto King Grass (*Pennisetum sp.*) en la Finca de la UNAD CEAD Popayán, para utilizarlo como suplemento alimenticio para el ganado vacuno
3. Discutir los resultados obtenidos y su aplicación a situaciones reales en el Municipio de Popayán

Marco teórico

La Zootecnia y los forrajes tropicales

En la actualidad los sistemas de producción animal son intensivos y los animales dependen en gran parte del zootecnista para obtener alimentación y cuidados adecuados porque este profesional es el encargado de recomendar a los cuidadores las pautas a seguir

no sólo en los cuidados generales, sino también en los signos de salud, en la alimentación, el bienestar, la disposición de agua, el empleo de forrajes que suplementen las necesidades de la dieta en los tiempos difíciles.

Así, siguiendo las ideas de Ewer (1982), es necesario poner atención al ejemplar vacuno que se mantiene aislado del resto porque esto apunta a un comportamiento atípico al ser el ganado vacuno una clase de animal que bajo condiciones normales permanece reunido, con la cabeza alta; necesita rumiar varias veces el pasto y de éste debe dársele uno que supla las necesidades en los tiempos de verano especialmente.

En este orden de ideas, parodiando a Williamson y Payne (1978), el clima es uno de los factores claves a considerar cuando se van a implementar alternativas de alimentación y nutrición del ganado, especialmente en los climas tropicales, donde factores como la altitud, la latitud, la distribución de tierra y agua, el suelo, la topografía, inciden en la vegetación, las lluvias, los vientos, de modo que no existe un clima tropical uniforme, sino microclimas particulares en función de estos factores.

Entonces, es de vital importancia utilizar clasificaciones del clima como la de Holdridge y luego atender a las particularidades locales para tener una idea exacta de cómo afecta el clima al ganado vacuno, si bien existen dos impactos específicos que son el directo y el indirecto, sobre el entorno o hábitat en el que se asienta el animal.

De allí que, en la alimentación y nutrición del ganado, sea de producción de leche, carne o doble propósito, variables como el contenido de fósforo, de nitrógeno y de fibra sean muy importantes no sólo para la salud del animal y su productividad sino también para la calidad de los productos y por tanto, para la sostenibilidad económica de la actividad ganadera, con lo cual cumplir los mínimos requerimientos nutricionales del ganado sea de

importancia capital y para ello se debe tener idea de los aportes a la dieta de los forrajes, de los pastos utilizados, para lograr la meta de la sostenibilidad económica y de la buena condición de los animales.

Así las cosas, siguiendo a Wayne-Perry & Cecava (1995), puede decirse que, gracias a la capacidad de los rumiantes para transformar la fibra en el rumen, con la ayuda de la relación simbiótica con los micro organismos fermentadores, se puede aprovechar la energía solar atrapada en pastos y forrajes.

En el ganado de carne el 80% de los alimentos consumidos por el animal es de pastos y forrajes y como manifiesta Miller (1976), de los forrajes en la dieta, el ganado de leche obtiene grandes cantidades de energía, proteínas, vitaminas, minerales, lípidos, y fibra, por supuesto. Esto implica que los pastos y forrajes son una de las bases de la alimentación del ganado y, por tanto, la consideración del tipo y valor nutritivo de los pastos y forrajes en los diferentes microclimas tropicales específicos, es una de las tareas del zootecnista.

Aspectos relevantes de los pastos y forrajes para la nutrición de rumiantes

Los forrajes y pastos en las explotaciones agropecuarias son la fuente más barata de obtener fibra y nutrientes para el ganado en los países pobres y es de interés encontrar pastos y forrajes que sean ricos en fibra y que aporten proteínas, fomentando la acción microbiana ruminal, siendo de interés contribuir al balance de los microorganismos en el rumen para permitir una adecuada nutrición del animal y evitar aspectos adversos de salud, asegurando buenos rendimientos en la producción lo que es corroborado por Puga, Galina, Pérez-Gil, Sanguinés, Aguilera & Haenlen (2001), cuando dicen que el uso de forrajes tropicales puede añadir productividad al sistema y al balancear las necesidades nutricionales se disminuirá el consumo anual de concentrados lo que implica la necesidad de evaluar a los forrajes por su potencial nutricional más que por su digestibilidad o su energía neta metabolizable. La

principal prioridad en la alimentación de rumiantes es asegurar que no haya deficiencias en la dieta de nutrientes proporcionando alimentos fácilmente digeribles con alto contenido energético. (p.2)

Así las cosas, parafraseando a Wayne–Perry et al., (1995), se deben considerar los diferentes factores que afectan el valor nutritivo de los pastos y forrajes porque de esto depende la formulación de la dieta y el impacto en la productividad. Entre los factores a considerar se tiene el tipo de planta, siendo las legumbres mucho más ricas en proteínas y lignina que los pastos; que los pastos sean de climas secos o de climas fríos, porque los últimos suelen ser más digeribles que los primeros; el estado de madurez de la planta es importante porque si está muy madura se reduce el contenido nutricional siendo menor la cantidad de minerales, de vitaminas y de carbohidratos solubles, mermando también la digestibilidad en el tracto ruminal; la temperatura es otro factor de interés porque esta afecta profundamente la forma en que se maduran los pastos y forrajes; además, la cantidad de agua que está disponible en el entorno implica que se van a impactar tanto el crecimiento como la calidad, aunque la sequía afecta más al primero; finalmente, la fertilidad del suelo afecta directamente la producción de materia seca por hectárea y la composición del forraje o pasto.

También, es pertinente considerar si el forraje o pasto es permanente o un cultivo rotativo o si es temporal, o estacional y la variedad de pasto, siendo común aquellos blancos, azules o morados.

Por otra parte, de acuerdo a Boller, Posselt & Veronesi (2010), la producción de forrajes es muy antigua, remontándose hasta la edad de hielo, siendo fundamentalmente utilizados para alimentar los rumiantes; se avanza hacia la producción de legumbres y pastos

de forma más tecnificada en el siglo XVI en Europa y hacia 1900 se enfatiza en la selección de semillas, ateniendo a determinados fenotipos. Hacia la primera mitad del siglo XX, se adquirió gran experiencia en el cultivo de pastos y forrajes y, en la actualidad estos son considerados como una mina de nutrientes que implica el cultivo de grandes extensiones de pastos, no sólo para los rumiantes sino para propósitos energéticos y de protección de los ecosistemas incluyendo impacto positivo sobre la biodiversidad, la calidad y almacenamiento del agua, desempeñando un importante papel en las estrategias de agricultura sostenible con manejo biológico de hoy.

Además, las estrategias de manipulación genética de pastos y forrajes han permitido mejores rendimientos de los rumiantes dadas las características mejoradas del valor nutritivo y la resistencia a factores adversos. Son de importancia los desarrollo de pastos híbridos mediante las técnicas genéticas que permiten obtener determinadas características específicas destacándose los pastos King Grass (*Pennisetum sp.*), que es un híbrido de *Pennisetum purpureum* y *P. typhoides*, así como el híbrido *Mulato II* derivado de *Brachiaria*.

Por este motivo, Sotomayor-Ríos & Pitman (2001) afirman que “ la era de la recolección de germoplasma pastos y forrajes tropicales inició hace aproximadamente 50 años cuando varios investigadores australianos recolectaron material genético en África y los trópicos americanos”(p.33). Como consecuencia de esto, se tienen géneros específicos en bancos de germoplasma en el mundo, aproximadamente con 17000 especies seleccionadas , pertenecientes principalmente a los géneros *Brachiaria*, *Cenchrus*, *Digitaria*, *Panicum*, *Paspalum*, y *Pennisetum* , siendo este último género uno de los más resistentes a las sequías extremas.

Además, siguiendo a Sotomayor-Ríos et al., (2001) la importancia del género *Pennisetum* es evidente ya que existen variedades muy utilizadas. Por ejemplo, *Pennisetum ciliare*, es una especie de raíces profundas, resistente a la sequía, pero no apta para suelos húmedos; *P. clandestinum*, es un pasto subtropical, conocido como Kikuyo, originario de África del Este y Central, que no se adapta las tierras bajas pero si prolifera en zonas húmedas entre los 1000 y 3000 m.s.n.m.; *Pennisetum purpureum*, más conocido como pasto elefante o Napier, originario de África y que se ha extendido por todas las áreas tropicales del mundo gracias a su robustez, siendo usado en varios derivados híbridos como el cruce con *P. glaucum*, aumentando su valor nutricional como forraje.

Pasto King Grass

Dada las características de resistencia a la sequía del género *Pennisetum*, y la gran cantidad de variedades estudiadas del mismo que existen en la literatura, se eligió el pasto King Grass (*Pennisetum Sp.*) que es un cruzamiento o híbrido entre el *Pennisetum purpureum* y el sorgo forrajero o *P. typhoides*, lo que le da a la nueva especie híbrida una característica especial que es su altura, que puede llegar a ser de 3 m, por cuyo motivo se le denomina el rey e las gramíneas. Su origen es África del Sur y es un pasto perenne, que posee raíces fasciculadas profundas.



Fotografía 1. Pasto King Grass
Fuente. <https://www.google.com>

De acuerdo a Wijitphan, Lorwilai & Arkasean (2009), este pasto perenne forrajero se distingue por su “ rápida tasa de crecimiento, alta productividad y buen valor nutritivo, siendo utilizado principalmente en los sistema de corte y acarreo en las áreas tropicales y subtropicales del mundo”(p.2).La estrategia de corte y acarreo se debe a que se necesita en estas zonas del mundo aumentar la productividad utilizando eficientemente la tierra disponible para las actividades agropecuarias y por tanto el pasto King Grass es una buena alternativa porque además de calidad del forraje aporta buena cantidad de biomasa, siempre y cuando se tengan en cuenta factores como la edad de rebrote que incide en la relación hoja a tallo del alimento disponible para los animales(Chacón y Vargas,2009).

Por otro lado, el pasto King Grass posee un tallo recto, robusto y carnoso, en tanto que sus hojas son alternas, lineales y lanceoladas, con extensión entre 50 a 60 cm; las inflorescencias terminales en forma de panoja florecen cuando alcanzan una altura de 1.5 m, pero pueden llegar hasta los 4.5 m; sus semillas son fértiles pero el porcentaje de germinación es bajo por lo que es preferible propagarlo por estacas; es adecuado un suelo arenoso, con un p.H. de 5.5-7.0, temperaturas de 20-30 ° C y alturas no mayores a los 2000 m.s.n.m., exigiendo un primer corte entre los 90 y 150 día y después un corte cada 45 días, lo que equivale a un as 50-70 Ton por Ha, bajo las condiciones óptimas de riego y fertilización(Pasto King Grass, s.f.).

Además, siguiendo a Arias-Lara (2012), el King Grass, forraje parecido a la caña de azúcar, tiene un contenido promedio de proteína cruda de 12 % y la digestibilidad in vitro promedio de la materia seca es de un 62 % a los 60 días de rebrote. La producción diaria es de 79 kg MS/Ha y en parcelas fertilizadas con 300 kg N/ha. Crece mejor en suelos profundos de textura moderada a bastante pesada con tolerancia a sequías breves, pero no el

anegamiento. Es la gramínea forrajera más cultivada, a veces se pasta a intervalos de 6-8 semanas. Prefiere los suelos fértiles y francos, neutros o ligeramente ácidos, pero que tengan buen drenaje. Es muy susceptible al exceso de humedad. (p.6)

Por otro lado, parafraseando a Ortiz-Rubio (2000), el pasto King Grass conocido también como pasto Panamá, por ser derivado del híbrido del pasto merkeron, el *P. purpureum*, posee un tono rojizo en sus tallos y hojas casi erectas, con el problema que se debe propagar por técnicas con material vegetativo al germinar poco sus semillas. Su producción de forrajes es todo el año en climas cálidos, libres de heladas y aunque resiste sequías breves, no es apto para las prolongadas. También es atacado por plagas como el gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) y el salivazo (*Aeneolamia reducta*) sin impactos significativos de tipo económico y su crecimiento se paraliza si las temperaturas son muy bajas o bajo cero. Es un pasto con gran adaptabilidad a distintos tipos de suelos, desde los pobres a los muy arcillosos excepto aquellos inundables con problemas de sales, siendo irrelevante la topografía del terreno

Además, Ortiz-Rubio (2000) afirma que “En terrenos de riego su producción forrajera es uniforme durante todo el año, pero su mayor producción se obtiene durante el temporal de lluvias” (p.32). La digestión de este forraje es de 56% con suplementación alta de nitrógeno no proteico (NNP) y su calidad nutritiva es de 6% de proteína cruda con un 19-20% de materia seca (Ortiz-Rubio,2000).

De otro lado, el pasto King Grass se ha introducido en diferentes regiones tropicales, incluyendo zonas de Colombia como los Llanos Orientales donde se han adelantado investigaciones sobre el género *Pennisetum*, con la finalidad de determinar el contenido de fósforo, particularmente del King Grass, siendo las variables de interés el contenido de

biomasa y el desarrollo foliar en distintos momentos de germinación, seguimiento que mediante un diseño experimental efectuado por Márquez y Cortes(2016), siendo los tratamientos fuentes de fósforo distintas como calfos, porquinasa, triple 18, gallinza y solufos, tres repeticiones y un esquema de bloques, reveló que los mejores resultados se obtenían con aplicación de triple 18, incidiendo el fertilizante de forma definitiva en el desarrollo del pasto King Grass y en su producción de biomasa.

Metodología

El presente trabajo aplicado se desarrolló en Finca de la UNAD CEAD Popayán, ubicada a una altura sobre el nivel del mar de 1760 metros y una temperatura promedio de 18 grados centígrados, se utilizaron 3 bloques de 4 * 10 m y en cada uno tres repeticiones de 2*2mt, en cada repetición se sembraron 9 macollas de pasto King Grass y se distribuyeron al azar los tratamientos en fertilización como se muestra en la figura 1.

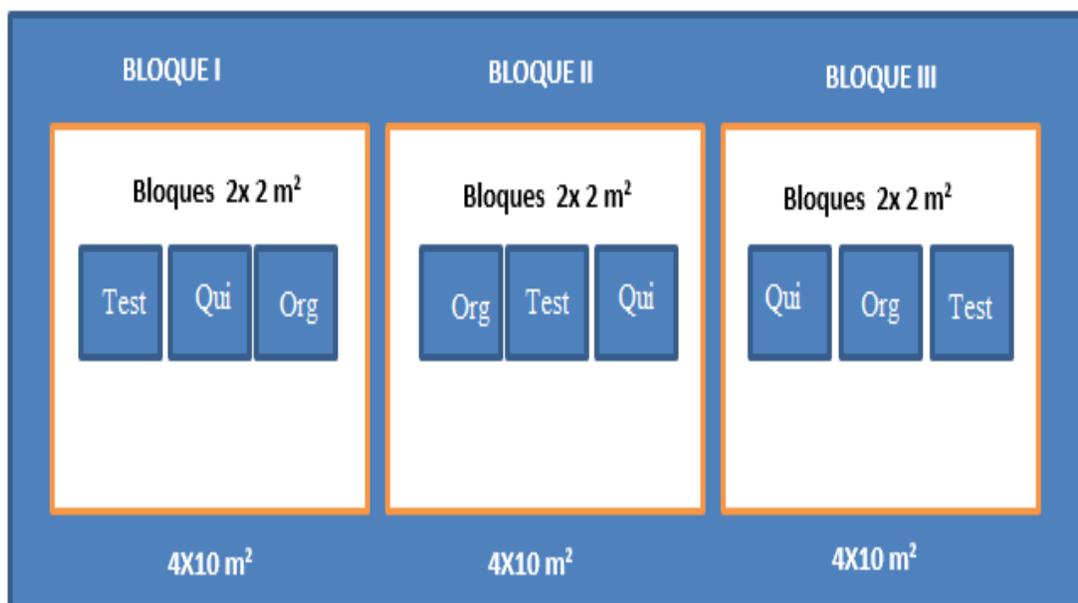


Figura 1. Esquema de los bloques y tratamientos
Fuente. Propia del estudio

Tipo de investigación

Se trata de una investigación cuantitativa porque el proceso es secuencial y probatorio, utiliza la recolección de datos para probar las hipótesis planteadas referentes a una problemática delimitada y concreta, mediante el análisis estadístico (Hernández-Sampieri, Fernández-Collado & Baptista-Lucio, 2014).

Hipótesis

Ho: las medias de los tratamientos tienen el mismo efecto sobre la altura y peso del pasto King Grass.

Ha: Existe por lo menos una de las medias de los tratamientos con efecto significativamente distinto sobre el peso y la altura del pasto King Grass.

Diseño de investigación

Se aplica la estadística descriptiva y el diseño experimental para contrastar las hipótesis plantadas

Variables

Las variables que se estudian para el pasto King Grass son el peso de las plantas en el corte final y las alturas de estas, intervalos regulares, en 4 ocasiones.

Las alturas se procesan como variables estadísticas continuas, tomándose de la altura 309 datos en total.

Técnica de recolección de datos

Se recopilan los datos mediante registro en diario de campo para las diferentes parcelas, en fechas especificadas. En total se hacen 309 anotaciones para los tres tratamientos aplicados durante un periodo aproximado de 57 días.

Herramientas software

Los datos se procesan y analizan con el software estadístico Minitab 17 y con Microsoft Excel.

Método

Se plantean las hipótesis pertinentes al diseño y se siguen los criterios de contraste de éstas según lo expuesto en el análisis y diseño de experimentos, utilizando como estadístico de prueba el p valor y un nivel de significación del 5%.

Establecimiento del cultivo de King Grass en las parcelas

El primer paso para el establecimiento del cultivo del pasto King Grass fue realizar el análisis de suelos del terreno donde se iban a sembrar para aplicar las enmiendas y los fertilizantes. El análisis de suelos se muestra en el Anexo A; las indicaciones de preparación de enmiendas se siguieron estrictamente, utilizando cal dolomítica en una dosis de 300kg/Ha, calfos en una cantidad de 100Kg/Ha. En cada parcela se realizaron 9 hoyos 15cm *15cm *20 cm de profundidad, se aplicó la enmienda, se esperó 30 días y luego se procedió a la siembra.



Fotografía 2. Aprestando el suelo para el experimento
Fuente. Propia del estudio

Este suelo, con un pH de 5.25, requiere de la aplicación de un abono químico y de Bórax, información que se ha tomado en cuenta cuando se aplica el tratamiento de abono químico denominado triple quince (15% de nitrógeno, 15% de potasio asimilable, 15% de fósforo asimilable), lo que aporta los nutrientes necesarios para el óptimo desarrollo del pasto King Grass.



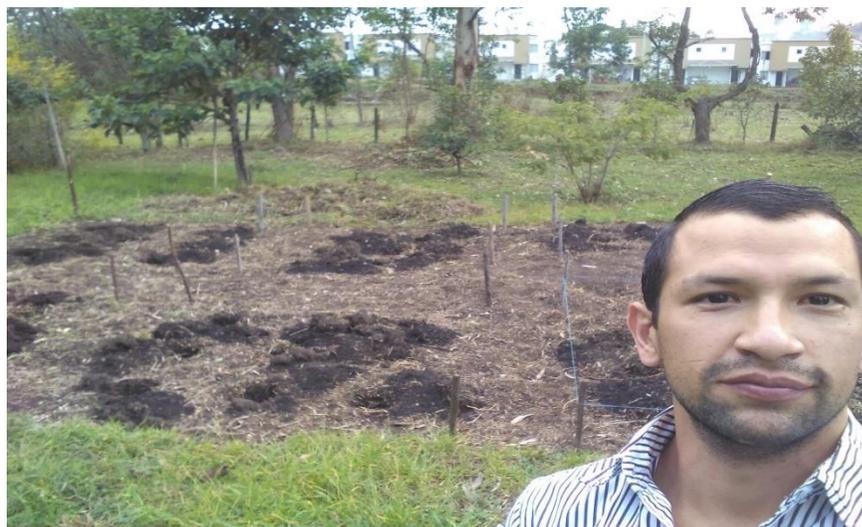
Fotografía 3. Abono químico triple 15
Fuente. Propia del estudio

Por otra parte, el suelo de las parcelas en las que se utiliza abono orgánico se nutre con humus de lombriz roja californiana, el cual es la alternativa de agricultura orgánica sostenible para este cultivo de pasto King Grass.



Fotografía 4. Abono orgánico
Fuente. www.google.com

Entonces, se procede a delimitar las parcelas, 4 m², y a configurar los lotes para los diferentes tratamientos, quedando listo el espacio para efectuar la aplicación de estos. En cada parcela se siembran 9 macollas del pasto King Grass, de manera que por cada bloque se tienen $9 \times 3 = 27$ macollas, a las que se les realiza el seguimiento.



Fotografía 5. Delimitando las parcelas
Fuente. Propia del estudio

Luego, a cada tratamiento en orden aleatorio se aplica fertilización química, orgánica y testigo (sin fertilización).



Fotografía 6. Siembra de las plántulas de King Grass en las parcelas
Fuente. Propia del estudio

Las parcelas se dispusieron en bloques y en cada una de ellas se aplicaron los tratamientos en forma aleatoria, siguiendo el esquema que se muestra en la tabla 1.

Tabla 1. Secuencia de aplicación de los tratamientos

| Bloque | Secuencia de tratamientos | | |
|--------|---------------------------|----------|----------|
| I | Testigo | Químico | Orgánico |
| II | Orgánico | Testigo | Químico |
| III | Químico | Orgánico | Testigo |

Fuente. Propia del estudio

Resultados

Se realizó un seguimiento de la evolución del pasto King Grass, desde su siembra, el 12 de octubre de 2017, hasta la finalización del proceso de toma de datos, el 23 de diciembre de 2017. Para la primera fase, del 26 de octubre de 2017 hasta 9 de noviembre de 2017, se tienen los primeros datos de la altura del pasto King Grass, el cual se desarrollaba desde los primeros brotes hasta una altura no superior a los 30 cm



Fotografía 7. Primeros brotes del pasto King Grass

Fuente. Propia del estudio

Puede verse que el desarrollo de las plántulas, en principio no es uniforme en los distintos bloques y entre bloques, debido a los tratamientos



Fotografía 8. Desarrollo no uniforme de las plántulas en los diferentes bloques
Fuente. Propia del estudio

Hacia el final de esta fase las plántulas presentan un aspecto mucho más denso y se evidencia el establecimiento del cultivo de King Grass en las distintas parcelas.



Fotografía 9. Plántulas hacia el 26 de octubre de 2017
Fuente. Propia del estudio

Se inició la segunda fase que va desde 9 de noviembre de 2017 hasta el 23 de noviembre, siendo el promedio de las plántulas no superior a 78 cm.



Fotografía 10. Estado del King Grass con fertilizante químico en 9 de noviembre de 2017
Fuente. Propia del estudio

Para la tercera fase, desde 23 de noviembre hasta 7 de diciembre de 2017, se obtuvo una altura promedio del King Grass no superior a 115 cm, altura que se alcanzó para el bloque tratado con abono orgánico.



Fotografía 11. Estado del King Grass con fertilizante orgánico en 7 de diciembre de 2017
Fuente. Propia del estudio

Finalmente, se llega al periodo de 7 de diciembre hasta 23 de diciembre de 2017, siendo la altura promedio de las plantas de King Grass no mayor de 191.67 cm, valor máximo encontrado en el lote tratado con abono químico.



Fotografía 12. Pasto King Grass a 23 de Diciembre de 2017 lote con abono químico
Fuente. Propia del estudio

Los datos de seguimiento de la altura en centímetros del pasto King Grass se muestra en la tabla 2.

Tabla 2. Seguimiento de altura del pasto King Grass

| SEGUIMIENTO DEL CRECIMIENTO DEL PASTO KING GRASS, EN CENTIMETROS | | | | | | | | | |
|---|----------|---------|----------|-----------|---------|---------|------------|----------|---------|
| FECHA | BLOQUE I | | | BLOQUE II | | | BLOQUE III | | |
| | TESTIGO | QUIMICO | ORGANICO | ORGANICO | TESTIGO | QUIMICO | QUIMICO | ORGANICO | TESTIGO |
| 26-oct-17 | 27,22 | 27,22 | 21,22 | 26,55 | 27 | 24,77 | 24 | 27,77 | 24,22 |
| 09-nov-17 | 51,44 | 60,89 | 49,33 | 52,77 | 35 | 35 | 50,11 | 54 | 50,66 |
| 23-nov-17 | 68,44 | 84 | 68,55 | 74,88 | 79,77 | 80,11 | 69,55 | 70,66 | 64,11 |
| 07-dic-17 | 96,88 | 123,77 | 123,66 | 113,33 | 121 | 119,11 | 100,88 | 106,11 | 100,33 |
| 23-dic-17 | 150 | 205 | 180 | 165 | 160 | 210 | 160 | 150 | 150 |

Fuente. Propia del estudio

Los promedios de las alturas de King Grass son 12 por tratamiento.

Tabla 3. Promedios de las alturas del King Grass para cada tratamiento

| FECHA | ALTURA PROMEDIO DEL PASTO EN Cm | | |
|-----------------|--|--------------|---------------|
| | TESTIGO | QUIMICO | ORGANICO |
| 26-oct-17 | 26,15 | 25,33 | 25,18 |
| 09-nov-17 | 45,7 | 48,67 | 52,03 |
| 23-nov-17 | 70,77 | 77,89 | 71,36 |
| 07-dic-17 | 106,07 | 114,59 | 114,37 |
| 23-dic-17 | 153,33 | 191,67 | 165,00 |
| Promedio | 80.04 | 91.63 | 85.588 |

Fuente. Propia del estudio

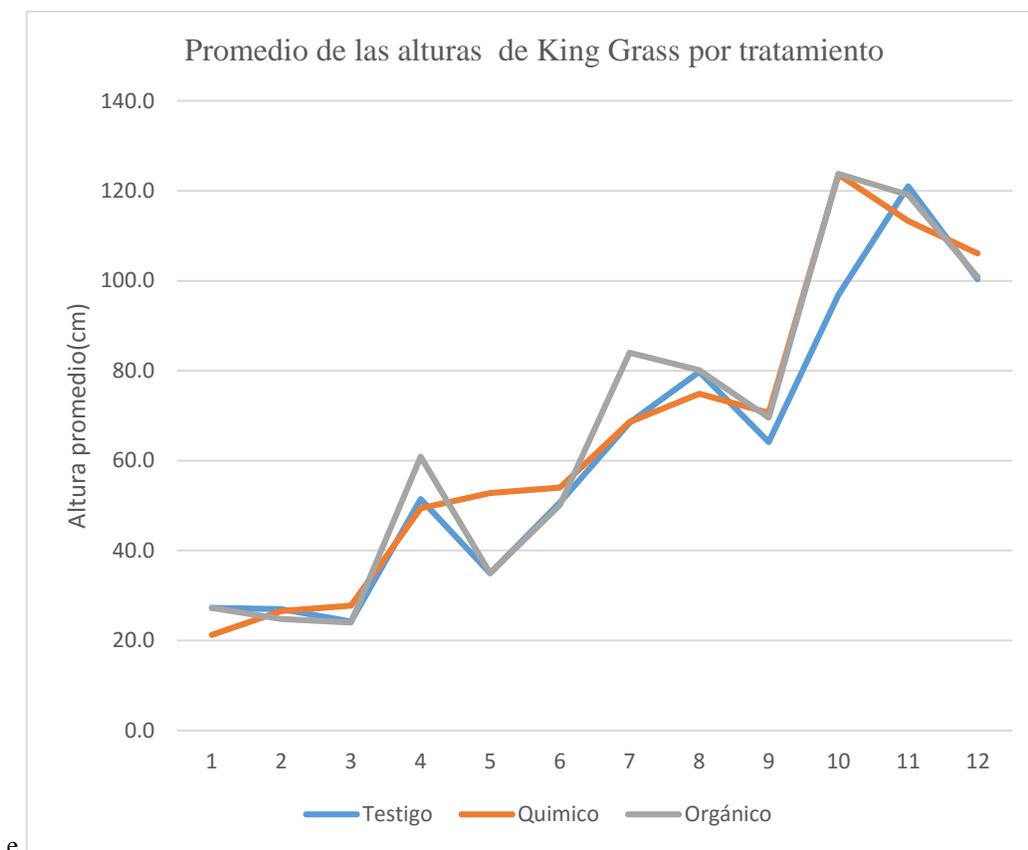


Figura 2. Evolución de las alturas del pasto King Grass por tratamiento
Fuente. Propia del estudio

Después de 72 días de sembrado el pasto en los diferentes tratamientos se procede a corte y pesaje del forraje verde por metro cuadrado (Aforo), los datos los podemos evidenciar en la tabla 4

Tabla 4. Aforo del pasto King Grass en los diferentes tratamientos en Kg/m²

| PESO DEL PASTO KING GRASS EN Kg/Metro cuadrado | | | | |
|--|-------|-------|-------|----------|
| TRATAMIENTO | I | II | III | PROMEDIO |
| TESTIGO | 1.276 | 1.897 | 1.931 | 1.70 |
| QUIMICO | 4.411 | 5.841 | 4.251 | 4.83 |
| ORGANICO | 2.745 | 2.891 | 2.037 | 2.56 |

Fuente. Propia del estudio

Después de realizar el aforo, se observa que la producción de forraje verde del pasto King Grass en los diferentes tratamientos, presentan un aumento significativo cuando se utiliza fertilización química, mientras que el testigo y el abonado orgánicamente no presenta diferencias significativas.

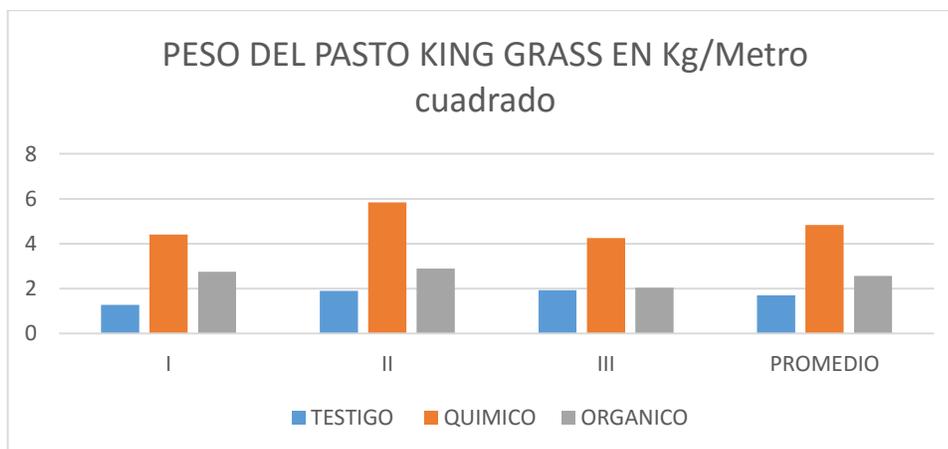


Figura 3. Peso del pasto King Grass en kg/m²
Fuente. Propia del estudio

Para evidenciar esa información se llevó esa producción a Toneladas de forraje verde por hectárea; los resultados se pueden observar en la tabla 5.

Tabla 5. Producción del King Grass en Ton /ha

Fuente. Propia del estudio

| PESO DEL PASTO KING GRASS EN Ton/Ha | | | | |
|-------------------------------------|-------|-------|-------|----------|
| TRATAMIENTO | I | II | III | PROMEDIO |
| TESTIGO | 12.76 | 18.97 | 19.31 | 17.01 |
| QUIMICO | 44.11 | 58.41 | 42.51 | 48.34 |
| ORGANICO | 27.45 | 28.91 | 20.37 | 25.58 |

Los resultados de peso de King Grass en Ton/ Ha se pueden ver de forma gráfica en la figura 4, abajo.

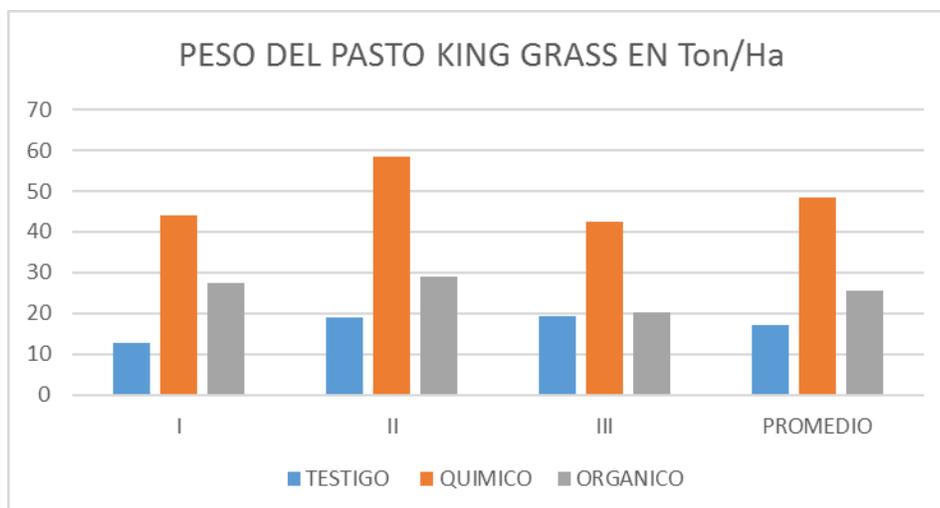


Figura 4. Peso de King Grass en Ton/Ha
Fuente. Propia del estudio

Discusión de los resultados

Los resultados indican que los datos de las alturas en cada tratamiento no están distribuidos normalmente, por cuyo motivo se apeló a las pruebas no paramétricas. Éstas indican que, en cuanto al ritmo de crecimiento del pasto King Grass (*Pennisetum sp*), el mejor tratamiento se obtiene utilizando abono químico, de manera que se alcanza una altura total de 191.67 cm.



Fotografía 13. Pasto King Grass en 26 de marzo de 2018
Fuente. Propia de la investigación

Se puede observar la diferencia de altura entre el pasto tratado con abono químico, extrema izquierda, el del centro, con abono orgánico, y el de la extrema derecha, que es el del tratamiento testigo

Con referencia al peso, se obtiene un promedio de 41,67 Ton /Ha para el tratamiento químico, 22,26 Ton/Ha para el tratamiento orgánico y 20,32 Ton/Ha para el tratamiento testigo, siendo la biomasa la materia verde del King Grass. Los datos se observan en la tabla 6:

Tabla 6. Rendimientos de materia verde de King Grass por Ha en función del tratamiento

| | Testigo | Quimico | Orgánico |
|-------------------|---------|---------|----------|
| Kg/m ² | 2.032 | 4.167 | 2.2265 |
| Kg/Ha | 20320 | 416704 | 22265 |
| Ton/Ha | 20.32 | 41.67 | 22.26 |

Fuente. Propia de la investigación

Los rendimientos de materia verde por Ha obtenidos para el abono químico superiores a los encontrados por Araya y Boshini (2005) que estimaron un rendimiento de materia verde para el King Grass, de 15.3 Ton/Ha, cuando se le aplica un fertilizante químico, en una región de Costa Rica, y a los de Roncallo, Sierra y Castro (2012) de 79.8 Ton/Ha, de materia verde para el King Grass, cuando se le abona químicamente, en una región del departamento de Cesar en Colombia.

En cuanto a las toneladas de materia verde por Ha para el tratamiento orgánico, los resultados obtenidos son inferiores a los obtenidos por Roncallo et al. (2012) de 50.7 Ton/Ha de materia verde de King Grass cuando se usaba biofertilizante.

Conclusiones

De acuerdo a los resultados obtenidos, el tratamiento del pasto King Grass con abono químico es superior a los métodos de fertilización orgánico y testigo, no sólo en la altura en centímetros sino en la cantidad de materia verde obtenida.

La altura promedio obtenida para el método de fertilización químico fue de 191.67 cm, en tanto que para el tratamiento orgánico fue de 165 cm y para el testigo fue de 153.33 cm, como resultado del seguimiento del pasto King Grass desde 26 de octubre hasta 23 de diciembre de 2017.

De acuerdo a los resultados obtenidos, el tratamiento químico del King Grass produjo un rendimiento de materia verde de 41.67 Ton/Ha, mientras que el orgánico y el testigo produjeron 22.26 y 20.32 Ton/Ha de materia verde, respectivamente

Los rendimientos de materia verde por Ha obtenidos para el abono químico superiores a los encontrados por Araya y Boshini (2005) que estimaron un rendimiento de materia verde para el King Grass, de 15.3 Ton/Ha, cuando se le aplica un fertilizante químico, en una región de Costa Rica, y a los de Roncallo, Sierra y Castro (2012) de 79.8 Ton/Ha, de materia verde para el King Grass, cuando se le abona químicamente, en una región del departamento de Cesar en Colombia.

En cuanto a las toneladas de materia verde por Ha para el tratamiento orgánico, los resultados obtenidos son inferiores a los obtenidos por Roncallo et al. (2012) de 50.7 Ton/Ha de materia verde de King Grass cuando se usaba biofertilizante

Recomendaciones

Se recomienda un seguimiento en el tiempo al pasto sembrado en las parcelas, hacer cortes periódicos y determinar en más detalle los contenidos nutricionales del King Grass.

Se recomienda un estudio detallado de los costos implicados en el cultivo de King Grass bajo los tratamientos orgánicos y químicos, con el fin de estimar el ahorro económico, las ventajas y las desventajas a las que se enfrenta el ganadero al utilizar forrajes con abonos alternativo.

Se recomienda buscar nuevas formas de fertilizar el pasto King Grass de manera que se obtengan con las estrategias orgánicas mayores rendimientos de materia verde por hectárea.

Bibliografía

- Akyeampong, E., & Dzowela, B. H. (1996). Fodder productions from associations of leguminous shrubs and grasses on contour bunds in the high lands of Burundi. *Tropical grasslands*, 300-334.
- Araya-Mora, M., & Boschini-Figueroa, C. (2005). Producción de forraje y calidad nutricional de variedades de *Pennisetum Purpureum* en la meseta central de costa rica.
- Boller, B.; Posselt, U.; Veronesi, F. (2010). *Fodder Crops and Amenity Grasses*. (Springer, Ed.). London.
- Calzada-Marin, J. M., Enriquez-Quiroz, J. F., Hernandez-Garay, A., Ortega-Jimenez, E., & Mendoza-Pedroza, S. I. (2014). Growth analysis of maralfalfa grass (*Pennisetum* sp.) in a warm humid climate. *Revista Mexicana De Ciencias Pecuarias*, 5(2), 247–260.
- Escobar, J., & Ronquillo, O. (2012). Respuesta a la fertilización orgánica con el uso de Biol y potásica inorgánica en King grass (*Pennisetum purpureum*) para estimación energética de potencial productivo de biogás.
- Hernández-Sampieri, Roberto; Fernández-Collado, Carlos; Baptista-Lucio, M. del P. (2014). *Metodología de la Investigación* (6th ed.). México D.F.: McGraw Hill.
- Interinstitucional, P., Ciencias, E. N., Forrajes, A. D. E., & Alternas, Y. F. (2000). Universidad de Colima, 1–95.
- Marquez, E.; Cortes, D. (2016). Evaluación de fosforo en establecimiento de dos pasturas King Grass morado (*Pennisetum Purpureum*) y pasto imperial (*Axonopus Scoparius*) en la zona de altillanura.
- Miller, W. J. (1979). *Dairy Cattle Feeding and Nutrition*. London: Academic Press.
- Perry, T. W., & Cecava, M. J. (1995). *Beef cattle feeding and nutrition: second edition. Igarss 2014*. San Diego, CA, USA: Academic Press. [https://doi.org/10.1016/S0160-9327\(96\)90073-3](https://doi.org/10.1016/S0160-9327(96)90073-3)
- Puga, D. C., Galina, H. M., Pérez-Gil, R. F., Sanginés, G. L., Aguilera, B. A., & Haenlein, G. F. W. (2001). Effect of a controlled-release urea supplement on rumen fermentation in sheep fed a diet of sugar cane tops (*Saccharum officinarum*), corn stubble (*Zea mays*) and King grass (*Pennisetum purpureum*). *Small Ruminant Research*, 39(3), 269–276. [https://doi.org/10.1016/S0921-4488\(00\)00196-6](https://doi.org/10.1016/S0921-4488(00)00196-6)
- Roncallo F., B., Sierra A., A. M., & Castro R., E. (2012). Rendimiento de forraje de gramíneas de corte y efecto sobre calidad composicional y producción de leche en el Caribe seco. *Corpoica Ciencia Y Tecnología Agropecuaria*, 13(1), 71. https://doi.org/10.21930/rcta.vol13_num1_art:242

Sotomayor-Rios, A., & Pitman, W. D. (2001). *tropical forage tropical forage plants: development and use, London, CRC Press.*

oc