

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA**

**FACULTAD DE ZOOTECNIA**



**RENDIMIENTO DEL PASTO KING GRASS (*Pennisetum purpureum* L. x  
*Pennisetum typhoides*) CON CUATRO FÓRMULAS DE ABONAMIENTO  
EN TINGO MARÍA -HUÁNUCO**

**Tesis**

**Para Optar el Título de:**

**INGENIERO ZOOTECNISTA**

**TONY GONZÁLEZ ALIAGA**

**TINGO MARÍA- PERÚ**

**2016**

## DEDICATORIA

A Dios, por este espacio que tuve la oportunidad de ser quien soy, hoy y siempre.

Con todo cariño y amor, a la mujer que me dio la vida y conducirme por el camino del bien; gracias querida madre Natividad Aliaga Lozano.

A mi padre Joel Nobel González Escalante, gracias por su consejo y comprensión durante mis estudios y lograr mis anhelos profesionales.

Asimismo, con mucho cariño y comprensión a mi hermano Wilver González Aliaga.

## **AGRADECIMIENTO**

- A mi Alma Mater Universidad Nacional Agraria de la Selva
- A mis jurados de tesis; Dr. Jorge Ríos Àlvarado; MSc. Miguel Pérez Olano, e Ing. Luis Mansilla Minaya.
- Al Asesor del presente trabajo; MSc. Ever Cárdenas Rivera.
- Al Ing. Walter Alberto Paredes Orellana por su apoyo incondicional
- A la Ing. María Quincho Pando, por su apoyo en la redacción de la presente tesis.
- A todos los docentes de la Facultad de Zootecnia por haber compartido sus valiosas enseñanzas.
- A mis compañeros de estudios por haber compartido momentos agradables dentro de las aulas universitarias.
- A todas las personas que de una u otra manera fueron parte para lograr mi más apreciado anhelo y ser un buen profesional.

## ÍNDICE

	Página
<b>RESUMEN</b>	
<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>II. REVISIÓN DE LITERATURA.....</b>	<b>3</b>
2.1. Generalidades del King grass.....	3
2.1.1. Origen.....	3
2.2. Características del King grass.....	4
2.2.1. Altura del pasto King grass.....	5
2.2.2. Relación hoja-tallo.....	5
2.2.3. Producción del King grass.....	6
2.2.4. Leyes del abonado mineral.....	7
2.2.5. Calidad y valor nutritivo del King grass.....	8
2.2.6. Edad de corte.....	9
2.3. Composición química.....	10
2.4. Manejo del King grass.....	11
2.4.1. Establecimiento del King grass.....	11
2.5. Fertilización.....	12
2.5.1. Nitrógeno.....	13
2.5.2. Fósforo (P).....	14
2.5.3. Potasio (K).....	15
2.6. Ensayos en fertilización en King grass.....	16
2.7. Influencia económica.....	20

	Página
<b>III. MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	22
3.1. Lugar de ejecución y duración del experimento.....	22
3.2. Tipo de investigación.....	22
3.3. Componentes en estudio.....	22
3.3.1. Población y muestra.....	22
3.3.2. Fórmulas de abonamiento y cantidades de fertilizante .....	23
3.3.3. Metodología del encalado.....	23
3.3.4. Campo experimental.....	23
3.4. Variables independientes.....	25
3.5. Tratamientos en estudio.....	25
3.6. Análisis estadístico.....	26
3.7. Croquis de los tratamientos en estudio.....	27
3.8. Variables dependientes.....	27
3.8.1. Variables agronómicas.....	27
3.8.2. Variables de producción.....	27
3.8.3. Variable económica.....	27
3.9. Datos a registrar.....	28
3.9.1. Parámetros agronómicos.....	28
3.9.2. Análisis económico.....	29
<b>IV. RESULTADOS</b> .....	30
4.1. Efecto de las fórmulas de abonamiento, con fuentes inorgánicas sobre los parámetros agronómicos, productivos y económicos en el pasto <i>King grass</i> .....	30

	Página
4.1.1. Variables agronómicas (altura de planta, número de macollos/ planta, relación hoja-tallo).....	30
4.1.2. Variables productivas materia verde y materia seca del pasto King grass. (kg/m <sup>2</sup> ).....	33
4.1.3. Costos de producción, índice y la rentabilidad en cada tratamiento en estudio.....	37
<b>V. DISCUSIÓN.....</b>	<b>39</b>
<b>VI. CONCLUSIONES.....</b>	<b>44</b>
<b>VII. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>45</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>46</b>
<b>VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>47</b>
<b>ANEXO.....</b>	<b>53</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

Nº		Página
1	Composición química del King grass.....	11
2	Promedios de los tratamientos en estudio del King grass en los parámetros agronómicos (altura de planta, número de macollos y relación hoja tallo las diferentes fórmulas de abonamiento.....	30
3	Promedios ANAVA de los tratamientos en estudio del King grass en las variables productivas de la materia verde y materia seca a las diferentes fórmulas de abonamiento.....	33
4	Producción de materia verde/m <sup>2</sup> /corte por ha/año/4 cortes por cada fórmula de abonamiento.....	36
5	Producción de materia seca/m <sup>2</sup> /corte y ha/año/4 cortes por cada fórmula de abonamiento.....	36
6	Análisis de los costos de producción y la rentabilidad por tratamiento.....	38

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Nº		Página
1.	Altura de planta con las cuatro fórmulas de abonamiento en la planta del King grass.....	31
2.	Número de macollos/m <sup>2</sup> de las cuatro fórmulas de abonamiento en la planta del King grass.....	32
3.	Relación hoja – tallo de las cuatro fórmulas de abonamiento en la planta del King grass.....	33
4.	Producción de materia verde (kg/m <sup>2</sup> ) de las cuatro fórmulas de abonamiento en la planta del King grass.....	34
5.	Producción de materia seca (kg/m <sup>2</sup> ) de las cuatro fórmulas de abonamiento en relación al testigo de la planta del King grass.....	35

## RESUMEN

El presente trabajo tuvo como objetivo determinar el efecto de tres fórmulas de abonamiento en las variables productivas de los tratamientos en estudio del pasto King grass (*Pennisetum purpureum* L. x *Pennisetum typhoides*). El experimento tuvo una duración de 90 días y se realizó en el jardín Agrostológico de la Facultad de Zootecnia de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, provincia de Leoncio Prado, región Huánuco, Perú. La investigación experimental estuvo dividido en 5 tratamientos con 3 repeticiones con las fórmulas de abonamiento: T1 = testigo; T2 = 209-22-180; T3 = 227-25-203; T4 = 246-29-226 y T5 = 264-31-249 de N,P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>K<sub>2</sub>O; para producir 13, 14, 15 y 16 tn de MS/ha respectivamente y el diseño estadístico aplicado fue el Diseño de Bloques Completamente Randomizado (DBCR). Los resultados fueron: La mejor altura de planta, número de macollos y la relación hoja-tallo, fue para T5(2.19 m), T4(22.11) y T2(1.62) respectivamente; asimismo para la materia verde (kg/m<sup>2</sup>) el mejor resultado los obtuvo el T5(15.67) y para materia seca (kg/m<sup>2</sup>) con el T3(2.68), para el mejor beneficio neto, mérito económico y costo de producción fue el T3 con S/1.16, 92.85% y S/. 0.78. En conclusión los parámetros evaluados no se encontró diferencias estadísticas a niveles de (p>0.05) y la mejor fórmula de abonamiento fue para el T3 (227-25-203) y finalmente se logró obtener los resultados de la hipótesis planteada.

Palabras clave: Rendimiento, fórmulas, abonamiento, pasto King grass.

## I. INTRODUCCIÓN

En la producción bovina del trópico emplean plantas forrajeras de alto valor genético en producción y calidad de materia seca y verde. En sistemas intensivos bajo corte sobresale el King grass; una especie forrajera con potencial en la ganadería local y regional inclusive en la costa del país y cobra importancia socioeconómica, desde el punto de vista de seguridad alimentaria y generación de empleo, por su establecimiento rápido, crecimiento elevado, alta calidad, buena aceptabilidad, persistencia y alto rendimiento de forraje.

En la zona es poco el interés en la aplicación de análisis de suelos por parte de los ganaderos; tal circunstancia señala el desconocimiento de las necesidades reales de minerales que requieren los cultivos agrícolas dentro de ellos el King grass, cuando el productor fertiliza sin base a un análisis de suelos. No está partiendo de la fertilidad potencial que le ofrece el suelo, lo cual afecta negativamente la calidad, cantidad y la rentabilidad del forraje. En ese sentido en el presente trabajo se estiman las fórmulas de fertilización para una determinada producción del pasto King grass en la zona.

Debido a la importancia de la especie forrajera en la zona, existe la necesidad de mejorar la producción forrajera y de esta manera se debe realizar

estudios de fertilización de suelos con respecto a fórmulas de abonamiento, con el fin de cumplir con las expectativas formuladas por el productor. Los suelos tropicales presentan problemas de fertilidad a causa de factores físicos, químicos y biológicos limitantes en la producción de forraje para la alimentación bovina, entonces frente a esta situación, nos preguntamos ¿Cuál sería el efecto de las fórmulas de abonamiento para una producción rentable en el pasto King grass?, y nos planteamos la hipótesis siguiente: Al aplicar las diferentes fórmulas de abonamiento se obtuvo mejoras en las variables agronómicas y en la producción del pasto King grass, llegando a producir 13, 14, 15 y 16 tn/ha respectivamente.

#### Objetivo general

Determinar el efecto de las tres fórmulas de abonamiento en la producción económica del pasto King grass.

#### Objetivos específicos

- Determinar el efecto de tres fórmulas de abonamiento, en función de variables agronómicas: altura de planta, número de macollos por planta y la relación hoja – tallo.
- Determinar la influencia de las tres fórmulas de abonamiento en las variables productivas de materia verde y materia seca del pasto King grass.
- Determinar el costo de producción y la rentabilidad de cada tratamiento en estudio.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. Generalidades del King grass

La producción del King grass se ha extendido por casi toda América, y es utilizado en grandes explotaciones ganaderas de Colombia, es una gramínea de corte, nativa de África del Sur, que crece hasta los 2200 msnm con temperaturas entre 18 y 30 °C, tolerante a la sequía y muestra gran capacidad de rebrote (RAMOS *et al.*, 1979).

El pasto conocido como rey rojo posee características que lo hacen inconfundible en cuanto a su morfología, sus hojas y tallos, poseen un color rojizo o púrpura predominante con relación al verde, más que todo en edad temprana, hasta los 50 días aproximadamente, luego las hojas van tomando un tono un poco más verde (LEMUS, 2004). Para su producción se debe tener en cuenta varios factores, como características topográficas del terreno; importante que no se presenten encharcamientos, y de ser así construir los drenajes respectivos. De igual manera conocer las características en cuanto a fertilidad con análisis de suelos para determinar la aplicación correcta.

#### 2.1.1. Origen

El King grass se adapta a una amplia diversidad de suelos, desde los delgados pobres hasta los pesados arcillosos con excepción de

suelos inundables con problemas de sales; la topografía del terreno no representa problema para su siembra ya que crecen en laderas, planices y hondonadas, asimismo se desarrollan en lugares con altitudes de 0-1200 msnm y producen forraje todo el año (GONZALES y EGUIARTE, 1993). También aseveran que, su calidad nutritiva es de 6 % de proteína cruda con un 19 – 20 % de materia seca conocido como pasto panamá.

Al referirse al pasto King grass, se afirma que es un híbrido, proveniente del cruce de *Pennisetum purpureum* x *P. thyfoides*; y cuyo nombre común es King grass. Pertenece a la familia de las gramíneas; subfamilia Panicoideae; tribu Paniceae; especie *Pennisetum thyfoides* (ORTIZ y LUCAS., 2005 y BIBLIOTECA DEL CAMPO, 1984).

## 2.2. Características del King grass

MINAG y GANADERIA (1991) afirman que el pasto King grass, es una gramínea perenne, especie forrajera de mayor tamaño y producción en el trópico y subtropical; parecido a la caña de azúcar en su hábito vegetativo, y puede alcanzar 2 cm de diámetro. Las hojas son anchas y largas con vellosidades suaves no muy largas, verde claro cuando son jóvenes y verde oscuro cuando están maduras. La relación hoja-tallo es mayor que en el pasto elefante. Debido a su amplio rango de adaptación a diferentes ambientes del trópico, el pasto de corte representa, para muchos ganaderos, una alternativa para suplir el déficit forrajero en épocas de sequía. Por su gran comportamiento y gran aceptabilidad se está distribuido en regiones tropicales, particularmente en Colombia, Cuba, Panamá y países centroamericanos (PINZÓN *et al.*, 1982).

### 2.2.1. Altura del pasto King grass

El pasto King grass es una gramínea perenne que crece en matojos, donde los tallos pueden alcanzar alturas de 2 a 3 m, reconocida como la especie forrajera de mayor tamaño y producción en el trópico y subtrópico, parecida a la caña de azúcar en su hábito vegetativo (ORTIZ y LUCAS, 2005). La presencia de tallos de color amarillo verdoso y café claro, es buena señal de que el material está lista para la siembra, para lo cual, se cortan los tallos maduros y gruesos, reiterando las hojas que envuelven los nudos y yemas del tallo (BIBLIOTECA DEL CAMPO, 1984).

Sin embargo, el ABC DEL FINKERO (2013) manifiesta el King grass tiene un crecimiento erecto de sus macollos y alcanza alturas de hasta 5 m, sus tallos tienen un diámetro de 1.4–2.4 cm. Los rendimientos reportados son muy variables y aunque existen variables climatológicas, dependen enormemente de la fertilidad del suelo y del manejo de la pastura. El tallo es similar al de la caña de azúcar, puede alcanzar de 3 a 5 cm de diámetro. Las hojas son anchas y largas con vellosidades suaves y no muy largas, verdes claro cuando son jóvenes y verde oscuro cuando están maduras.

### 2.2.2. Relación hoja-tallo

Cuando supera la altura de 1.5 m comienza a formar sus engrosados tallos, bajando su relación hoja tallo (RHT) y con ello su calidad. Tratando de lograr un buen equilibrio entre biomasa aérea y calidad se determinó que como práctica se recomiendan defoliaciones con altura de

plantas hasta 1.2 m, dejando rastrojos remanentes de 30 cm. Este tipo de manejo de la defoliación respeta la morfología y fisiología de la especie. La RHT es fundamental en la determinación de calidad dada las características morfológicas de la especie (BEMHAJA, 1995).

Asimismo INIA (2000) afirma que, conocer la morfología del cultivar es determinante. Defoliaciones en donde la altura del cultivar supere las recomendaciones favorecen el aumento de fibra estructural bajando rápidamente los parámetros de calidad. Se determinó la calidad del forraje a través de la relación hoja: tallo (RHT), digestibilidad (%DMO) y proteína cruda (%PC) para los diferentes materiales evaluados

### 2.2.3. Producción del King grass

Las especies del género *Pennisetum*, en su mayoría, presentan rendimientos de 40 tn de materia verde (MV)/ha/corte y más de 120 tn mv/ha/año con porcentajes de proteína que oscilan entre 6 y 8.5% (ESPINOZA, *et al.*, 2001) y autores han encontrado rendimientos de materia seca que oscilan entre 72 y 85 tn MS/ha/año (BOGDAN, 1977).

Los rangos de producción el King grass van desde 20 a 50 tn MS/ha/año en corte de 4 y 9 semanas y con fertilizaciones desde los 140 kg N/ha/año (PINZON y GONZÁLES, 1982 y CRESPO y ODUARDO 1986). Asimismo STDF (2013) refiere que el King grass puede producir hasta 26.3 tn MS/ha con cortes cada 75 días sin fertilizar y hasta 37.7 tn de MS/ha fertilizado con 200 kg/ha de N. El potencial de producción de una pastura está

estrechamente relacionado con la fertilización con nitrógeno. Con bovinos en crecimiento se han encontrado ganancias de peso de 1.5 kg por cada kg de nitrógeno aplicado, hasta un máximo de 500 kg N/ha (COMBELLAS, 1998).

#### 2.2.4. Leyes del abonado mineral

Según CASAS (2011) son tres principios fundamentales que constituyen las bases científicas de la fertilización mineral. De éste principio se deduce que el objetivo principal de la fertilización es mantener la fertilidad del suelo:

- Buen número de suelos tienen pobreza natural que exige la incorporación de uno o varios elementos nutritivos para ser considerados cultivables
- El suelo inevitablemente sometido a una serie de fenómenos naturales como la erosión, lavado entre otros, originan pérdidas de nutrientes.
- La planta tiene necesidad nutritiva en momentos determinados de su ciclo vegetativo, durante las cuales las reservas pueden ser insuficientes.

Por éstas razones, se propuso la ley de la restitución ampliada, que puede enunciarse como sigue: “Si se desea mantener la fertilidad de los suelos, es necesario devolver a éstos todos los elementos nutritivos que por cualquier causa (extracciones de los cultivos y la vegetación adventicia, lavado, asimilabilidad, etc.) pueden perderse”.

Ley del mínimo o de los factores limitantes. “El rendimiento de la cosecha está determinada por el elemento nutritivo que se encuentra en menor cantidad”. La deficiencia del elemento nutritivo limitante no puede compensarse con el exceso en cualquier otro nutriente. Quiere decir que para

que se pueda obtener el rendimiento óptimo de un cultivo, hay que alcanzar una riqueza suficiente en cada uno de los elementos nutritivos, y que, por lo tanto la fertilización debe hacerse en forma equilibrada, para que ningún nutriente se convierta en factor limitante (Von Liebig, 1840, mencionado por SERRANO *et al.*, 2005).

Según Mitscherlitch (1909) mencionado por URBANO (1992) la ley de los rendimientos decrecientes, se refiere que a medida que aumenta la dosis de un elemento fertilizante, disminuye el incremento de cosecha que se consigue por cada unidad fertilizante suministrada, hasta llegar un momento en que los rendimientos no solo no aumentan, sino que disminuye. Posteriormente las consideraciones siguientes:

- a. Niveles altos de algunos factores limitantes pueden provocar efectos negativos en el cultivo.
- b. Los nutrientes necesitan un nivel mínimo de actuación.
- c. Se debe diferenciar entre el rendimiento máximo y el rendimiento óptimo o económico del cultivo.

#### 2.2.5. Calidad y valor nutritivo del King grass

Algunas de las características de su calidad reportados por HERRERA *et al.* (1981) son las de poseer un bajo contenido de materia seca (MS) y proteína bruta (PB), así como altos contenidos en fibra bruta (FB) y carbohidratos solubles en alcohol. El contenido promedio de proteína cruda (PC) es 8.3%, variando entre 4.7 y 5.3 % en los tallos, a 8.8 y 9.5 en las hojas (UNIDAD PRODUCTIVA TAPATA, 2010) y para STDF (2013) La calidad nutricional está en que tiene PC de 8 – 10 % y digestibilidad 55 – 70 %.

Según Noreña (1982) mencionado por CONTEXTO GANADERO (2015) su composición nutricional del king grass aumenta cuando se fertiliza con estiércol de animales como abono. “Las excretas de aves y caprinos se adicionan al cultivo para contribuir a que mejore en proteína”. Por su lado GARCIA (1979) manifiesta que en los trópicos se reconoce cada vez más la importancia de cortar las plantas para ensilar antes o cerca de la época en que comienzan a florecer con el fin de obtener un alimento más nutritivo y con un porcentaje de palatabilidad, superior al 70%. El forraje de King grass no presenta un balance nutricional adecuado, debiéndose balancear con proteínas y fósforo.

#### 2.2.6. Edad de corte

La edad más apropiada para corte, están entre 55-60 días en lluvia y 60-70 en seca, en las cuales se conjugan rendimiento y calidad (GARCIA *et al*, 1982). Por su lado Noreña (1982) mencionado por CONTEXTO GANADERO (2015) refiere que tiene un crecimiento rápido (60 días cosecha) tiene buena biomasa, pero la correlación se hace con la oferta de nutrientes que mejora si se fertiliza, algunos ganaderos lo cortan hasta los 80 días, momento en el que ha perdido calidad. Por otro lado ORTIZ y LUCAS (2005), indican que a los 65 días de edad, presentó valores satisfactorios en su contenido nutricional (proteína, fibra y materia seca); así como en el contenido nutricional del silaje obtenido en el silo de Torre de (H.A.) y de trinchera construido en tierra.

En la frecuencia de corte de 63 días se obtuvieron el mayor rendimiento y porcentaje de materia seca, mientras que a los 49 días se

lograron los máximos valores de proteína cruda. La fertilización nitrogenada con urea influyó positivamente sobre la producción de materia seca y contenido de proteína. Se logró un aumento en la producción de materia seca con la edad del corte, pero esto va en detrimento del contenido de proteína cruda (MARQUEZ *et al.*, 2007).

El uso principal de esta gramínea ha sido en corte, el cual se realiza entre 60 y 70 días, pues a mayor edad aumentan sus limitaciones nutricionales debido a la acumulación de lignina, sílice y sustancias pépticas (MILA, 1996). Por otro lado pueden realizarse cortes del pasto entre 40 y 75 días, sus valores de proteína pueden ser de 9% y contenido de fibra en detergente neutro (FDN) de 72% (XI SEMINARIO DE PASTOS Y FORRAJES EN SISTEMAS DE PRODUCCIÓN ANIMAL, 2007).

### 2.3. Composición química

El King grass destaca por su contenido de materia seca (14.43 %) y proteína (8.42 %) a los 90 días (CHACON y VARGAS, 2009). Asimismo UNIDAD PRODUCTIVA TAPATA (2010) refiere que la fertilidad del suelo y la edad de la planta determinan la composición química del forraje.

El contenido mineral adecuado de un pasto King grass en el tejido vegetal es de 2.2% de K en hoja (% de MS). Otros rangos muestran al calcio, fósforo y magnesio como 0.38, 0.30, 0.28 % como los valores adecuados respectivamente (XI SEMINARIO DE PASTOS Y FORRAJES EN SISTEMAS DE PRODUCCIÓN ANIMAL 2007).

Cuadro 1. Composición química del King grass

Composición Nutricional	Edad de cosecha		
	65	75	90
% Materia seca	13.03	13.79	14.43
% Proteína cruda	9.56	8.70	9.56
% Extracto etéreo	1,41	1.37	1,41
% Cenizas	14.47	13.86	14.47
% Fibra neutro detergente	73.78	75.48	73.78
% Fibra ácido detergente	46.53	49.77	46.53
% Celulosa	34.38	36.47	34.38
% Hemicelulosa	27.25	26.23	24.71
% Lignina	12.15	26.23	12.15

Fuente: Cartago (2008) mencionado por CHACÓN y VARGAS (2009)

## 2.4. Manejo del King grass

### 2.4.1. Establecimiento del King gras

Se siembra de la misma forma que el pasto Elefante. Las estacas deben proceder de tallos de 90 a 120 días de edad. Se recomienda usar cañas enteras que luego se cortan en pedazos en el mismo surco para ser tapados con una capa de 10 a 15 cm de suelo. El distanciamiento apropiado es de 1 a 1.5 m entre surcos (STDF, 2013), sin embargo para LA UNIDAD PRODUCTIVA TAPATA (2010) el King grass se siembra por esquejes de 3 nudos, enterrando 2, a un distanciamiento de 80 x 80 cm; también produce semilla sexual. BIBLIOTECA del CAMPO (1984) indica que el pasto King grass tiene escasa o ninguna producción natural de semilla fértil, por lo tanto hay que propagarlo en forma vegetativa, por tallos o cañas enteras o bien por pedazos.

Selección de la especie: *Pennisetum purpureum* cv. King grass se adapta bien desde el nivel del mar hasta 2,200 m y a temperaturas entre 18° y 30°C, con su óptimo crecimiento a 24°C. Presenta buen comportamiento desde suelos moderadamente ácidos a neutros con un pH de 4.5 a 6.2, y con mejor desarrollo en suelos francos profundos, friables y bien drenados, humedad alta y una precipitación entre 1,200 y 4,000 mm anuales (ESPINOZA *et al.*, 2001).

SÁNCHEZ y ÁLVAREZ (2003) indican que para obtener la máxima eficiencia y el mejor aprovechamiento de los pastos, es indispensable que el productor haga de antemano una programación sobre la manera como se va a manejar los pastos durante el año, desde el punto de vista agronómico. Para eso, deben tener en cuenta factores fundamentales: producción de forraje verde por unidad de superficie y por corte. Tiempo de recuperación del pasto. Número de cortes al año. Consumo diario por animal. Pérdidas por efecto del sistema de corte y el suministro que se emplea. Ésta información permitirá al productor conocer la cantidad de forraje realmente disponible por corte y año, el número de animales que podrá sostener anualmente y el área diaria que deberá cosechar para satisfacer el consumo de los animales.

## 2.5. Fertilización

Es una práctica de manejo ligada al aumento de productividad que provoca del estrato aéreo (pasto o arbolado). La fertilización en los sistemas silvopastorales es una forma de incrementar la producción de pastos que puede favorecer a las especies herbáceas en los primeros estadios, no

obstante, deben potenciarse estrategias de fertilización que favorezcan el crecimiento del pasto. La fertilización puede ser en forma orgánica e inorgánica (MOSQUERA *et al.*, 2006). Sin embargo, son sensibles a la baja fertilidad del suelo, por lo que son muy exigentes en fertilización, especialmente nitrógeno (PIZARRO *et al.*, 2001).

El King grass es una planta que produce una gran cantidad de forraje tanto en condiciones de suelo de relativamente bajos niveles de fertilidad natural como en condiciones de fertilización, principalmente con nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K) (RAMOS *et al.*, 1979). Por su lado Noreña (1982) mencionado por CONTEXTO GANADERO (2015) recomiendan combinar forrajes para reducir el uso de fertilizantes. La fertilización alta del elemento/ha/fertilización es N: 70–140, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>: 57.25, k<sub>2</sub>O: 24, MgO: 33, SO<sub>4</sub>: 59.8 expresado por (STDF, 2013). La fertilización nitrogenada contribuye al aumento en el número de animales a pastorear un área determinada, como consecuencia de su efecto positivo en el crecimiento del rendimiento de la pastura (ESPINOZA *et al.*, 2001).

### 2.5.1. Nitrógeno

Debido a las variadas condiciones de clima y suelo, las praderas que se pueden encontrar a lo largo y ancho del país difieren en especie y productividad, por tanto las respuestas a la fertilización son diferentes en un clima árido o semiárido o en un clima húmedo o semihúmedo, o en condiciones de secano o de riego (BERNIER, 1990). El buen uso asocia un crecimiento vegetativo vigoroso y un intenso color verde, el exceso del

nitrógeno puede alargar el periodo vegetativo y retardar la madurez (TISDALE y NELSON, 1988). Asimismo RODRIGUEZ (1985) refiere que los requerimientos nutricionales del pasto van desde 200-400 kg N/ha/año.

### **Deficiencias y exceso de nitrógeno (N)**

Plantas raquílicas y amarillentas, color que se nota en las hojas inferiores y superiores (permanecen verdes), una deficiencia excesiva hace que las hojas tomen un color marrón y mueran. Las hojas viejas se hacen marrones desde el ápice de las hojas avanzando progresivamente por el limbo hasta que la hoja entera muere, cuando las raíces son incapaces de absorber las cantidades necesarias de nitrógeno, el N de las proteínas se transporta en una forma más soluble para trasladarse a zonas meristemáticas (TISDALE y NELSON, 1988).

#### **2.5.2. Fósforo (P)**

La disponibilidad del P en el suelo, corresponde a una mínima fracción del P total contenido en el suelo, susceptible de ser asimilable por las plantas de la solución del suelo, que a su vez se encuentran en equilibrio con el fósforo de la fase sólida. Así cada una de las formas químicas del suelo contribuye de manera distinta a enriquecer el fósforo disponible para el cultivo. La cantidad de fósforo disponible en el suelo no es un valor único y constante, ya que varía de acuerdo a las condiciones ambientales, que a su vez influyen sobre el suelo y el desarrollo de las plantas (BERNIER, 1990).

### **Factores que influyen en la disponibilidad del fósforo**

Los vegetales poseen sistemas radicales característicos de cada especie, diferenciándose por longitud y densidad de los pelos radicales; la morfología de su sistema radicular afecta sensiblemente la capacidad de extracción del fósforo (P) por las raíces; afectan la capacidad de remoción del fósforo; la capacidad individual de las especies de absorber este elemento/cm<sup>2</sup> de raíz; acidez del pH hasta 6.5; se reduce la solubilidad de fosfatos de hierro y aluminio y aumenta la solubilidad de las formas ligadas al calcio. Pasado sobre 7.5 de pH, comienza a precipitar ciertas formas de fosfatos de calcio nuevamente se reduce la disponibilidad de fósforo (BERNIER, 1990).

Cuando el P es escaso en la planta se desplaza el contenido en tejidos viejos (hojas inferiores) a regiones activas meristemáticas, sin embargo a causa del señalado se retrasa el crecimiento de la planta, los síntomas de deficiencia que se presentan llamativamente en las hojas (TISDALE y NELSON, 1988)

#### **2.5.3. Potasio (K)**

Es un elemento que está muy asociado a la textura y material original de los suelos. Los suelos de textura pesada (arcillosos) tienden a contener altos contenidos de K, en cambio suelos arenosos frecuentemente presenta niveles deficientes. Los suelos de transición y rojo – arcillosos es notablemente más frecuente encontrar suelos trumaos o ñadis. Estos últimos por el contrario presentan valores bajos con más frecuencia que altos siendo reconocido que comúnmente dichos suelos manifiestan altas respuestas a la aplicación del elemento (BERNIER, 1990).

Los elementos mayores para el crecimiento de la planta después del nitrógeno y el fósforo, es el potasio sorbido como ion  $K^+$ ; en el suelo presenta concentraciones variables; además de estas solo pequeñas fracciones son disponibles para la raíz de la planta. El K es imprescindible en el metabolismo de hidratos carbonos o formación del almidón, en el metabolismo del N y síntesis de proteína, controla y regula la actividad de minerales esenciales, neutralización de ácidos orgánicos, activación de enzimas, promueve el crecimiento de tejidos meristemáticos y ajusta la apertura de estomas y regulación de agua (TISDALE y NELSON, 1988).

### **En cuanto a la deficiencia de potasio**

Cuando las concentraciones de K en la planta están debajo del límite permisible se traslada el potasio de tejidos viejos a nuevos tejidos meristemáticos; como resultado los síntomas son descubiertos en hojas viejas que progresivamente avanzan a hojas jóvenes. Una deficiencia de K puede bajar el rendimiento de la cosecha, síntoma que se conoce como “hambre oculta” aunque no es específico para potasio; a pesar que los niveles de K, es bajo, muestran tener resistencia a ciertas enfermedades (TISDALE y NELSON, 1988).

#### 2.6. Ensayos en fertilización en King grass

PÉREZ (2014) en un trabajo de investigación realizado en Tingo María, inoculó niveles de microorganismos eficientes (EM) a la cuyasa para la producción del pasto Kin grass morado (*Pennissetum purpureum*) realizó en 5 tratamientos: T0(nulo), T1(testigo), T2(cuyasa+40l/ha), T3(cuyasa+80 l/ha) y

T4(cuyas+120 l/ha) respectivamente; de los cuales se encontró diferencias estadísticas ( $p < 0.05$ ); la mejor altura de planta (170 cm), producción de materia verde y materia seca con 82.25 y 15.22 tn/ha respectivamente. Para la relación hoja-tallo no encontró diferencias estadísticas solo numéricas, tal es así que el mejor fue el T4 (1.38) frente al T1 (1.00) con la mejor producción (82,250 kg/ha) y mayor costo de producción para el T4.

Según ESCOBAR y RONQUILLO (2012) con el objetivo de estudiar la respuesta de la fertilización orgánica con el uso de Biol y potásica inorgánica en King grass (*Pennisetum purpureum* L.) como la estimación energética. Utilizó tres dosis de fertilización potásica inorgánica de 0, 165 y 330 kg/ha y tres dosis de Biol. Así mismo se estimó la cantidad de macronutrientes extraídos para producir una tonelada de materia seca (kg/t MS) en un corte: N-18.5, P-3, K-23, Ca-4, Mg-1.1 y S-1.05. La producción de materia fresca y materia seca (tn/ha) a los 80 días después de siembra con diferentes dosis de fertilización inorgánica del pasto King grass (*Pennisetum purpureum* L.) en Zamorano Honduras, fue de 56.2 (tn/ha) y 8.4 (tn/ha) respectivamente, con una dosis de N 83.3, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 30 y K<sub>2</sub>O 0.

En un estudio con el objetivo de evaluar el efecto del abono gallinaza añadiendo un corrector de acidez del suelo (magnecal) en Moyobamba en el establecimiento del pasto marafalfa en tratamientos (T1: testigo; T2: Magnecal 2tn/ha; T3: NPK kg/ha (100-22-41.5); T4: Gallinaza 5 tn/ha; T5: Gallinaza 5tn/ha+magnecal 2tn/ha y T6: Gallinaza 10tn/ha) respectivamente hallando significación estadística ( $p < 0.05$ ) a los tres meses en la altura de planta T5 y T1 (279.4 m y 228.1) no halló diferencia significativa solo numérica

para el número de macollos T1 y T5 (9.88 y 15.75) e igual para la producción de materia verde que fue mejor T5 frente al T1 (73.59 y 57.46 tn/ha) y materia seca del mismo modo fue mejor el T5 en relación al T1 con resultados (24.20 y 16.93 tn/ha) respectivamente (ZALDAÑA, 2013).

En Tocache, VIERA (2011) aplicó bioles en diferentes dosis de 17, 33 y 50% en los T1, T2, T3 y T4, en diferentes etapas de corte halló diferencias estadísticas a las 12 semanas entre el T4 (2.62 m) en relación al T1 (2.37 m) para altura de planta; número de macollos el T3 (175.50) y T1 (86), producción de materia verde T4 y T1 (234,356.25 y 177,262.5 kg/ha/año respectivamente) y materia seca entre T4 y T2 (48.198 y 32,235.68 kg/ha/año respectivamente), y mayor costo de producción por kg/ de la materia verde resultó el T2 y T3. (S/. 0.06 kg de F.V.) y en materia seca es el T2 (S/. 0.32 kg de M.S.).

Con la finalidad de determinar el efecto de la frecuencia de corte y la fertilización nitrogenada en dos variedades del pasto king grass (*Pennisetum purpureum* L.), se condujo un ensayo en la Universidad EARTH, en donde recibieron la dosis de 100 kg N/ha/año, 50 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha/año y 50 kg K<sub>2</sub>O/ha/año. Dio como resultado a las 17 semanas 12 478 kg MS/ha para la variedad verde y 15 027 kg/ha para la variedad morado kg MS/ha (ORTIZ *et al.*, 2008).

GIL *et al.* (2001) evaluó el rendimiento de materia seca (MS), valor nutritivo y relación hoja tallo (HT) del pasto king grass. Los tratamientos fueron: king grass con 50kg N/ha/corte (testigo), king grass asociado *Psophocarpus tetragonolobus*; *Macroptilium atropurpureum*; *Centrosema macrocarpum* y

*Centrosema pubescens*. Fertilizaron al establecimiento y mantenimiento a inicios y salidas del período lluvioso a razón de 40 y 30 kg/ha de superfosfato triple y cloruro de potasio/época. Hallaron diferencias altamente significativas ( $p < 0,01$ ) para la producción de MS/corte y año acumulado, obteniéndose mayor rendimiento en los tratamientos asociados a las leguminosas (24 a 30 t MS/ha/año) e igualmente en la relación (HT) el efecto de época seca fue la mejor (8:3) en relación a la época de lluvia (7:1).

MARQUEZ *et al.* (2007) determinaron que la mejor edad de pasto King grass tanto como alimento como para ensilaje, es de 45 y 65 días de edad, en donde obtuvieron las máximas producciones de materia seca de 14.28 % y 16.58 % respectivamente; siendo el contenido de proteína de 10.15% y 9.35 % respectivamente; el porcentaje de fibra fluctuó entre 31.23 % y 34.28% respectivamente.

Esta gramínea puede tener un rendimiento de 99.6 tn/ha de materia verde (M.V.) y 24.4 tn/ha de materia seca (M.S.) en clima frío, según lo refiere GONZALES y EGUIARTE (1993) quienes también aseveran que su calidad nutritiva es de 6 % de proteína cruda con un 19–20 % de materia seca. No obstante CRESPO y ODUARDO (1986), encontraron un volumen de 40 tn/ha de forraje verde cuando es fertilizado con 25 y 50 tn/ha de estiércol de bovino la cantidad de materia verde aumenta de 56.1 y 63.7 tn/ha respectivamente.

HURTADO (2012) evaluó el efecto de fertilización orgánica, en seis

tratamientos (T1, T,2, T3, T4, T5 y T6) con inclusión de gallinaza 5 y 10 t ha<sup>-1</sup> y añadiendo un corrector de acidez del suelo Magnecal 2 t ha<sup>-1</sup> en el pasto King grass morado (*Sacharum sinense*) llegó a la conclusión: la mejor altura tuvo el T5 (gallinaza 5 t ha<sup>-1</sup> + magnecal 2 t ha<sup>-1</sup>) de 87, 162.7, 275.2, 312 cm en 4,8,12 y 16 semanas de evaluación respectivamente. El T6 (10 5 t ha<sup>-1</sup>) fue mejor para el % de cobertura 26.5, 55.5, 85.8 y 87.5 %; número de macollos por planta 9, 12, 13 y 14 macollos; relación hoja tallo 1.36, 0.63, 0.41, 0.35 en 4, 8, 12 y 16 semanas de evaluación respectivamente; producción de materia verde 87.34 y 90 t ha<sup>-1</sup>, materia seca 20.9 y 23.55 t ha<sup>-1</sup> en 12 y 16 semanas de evaluación respectivamente; el costo por kilo de materia verde (0.012) similar al T1 y T6.

## 2.7. Influencia económica

Con el objetivo de evaluar cinco niveles de nitrógeno (0, 100, 200, 300, y 400 kg/ha/año), fósforo y potasio 100 kg/ha/año, sobre la altura de la planta, materia verde y seca y costos de producción se obtuvo con una dosis de 400 kg/ha/año de nitrógeno, reflejado en una altura (1.69 m), materia verde (30.2 TM/ha/corte), materia seca (7.43 TM/ha/corte). Desde el punto de vista económico el mejor resultado es el que se tiene con la dosis de 300 kg/ha/año, con un costo de 0.007 S/kg de materia verde (SALAS, 1995).

La explotación agrícola de los suelos ha producido con el tiempo un desbalance entre las entradas y las salidas de algunos nutrientes esenciales. Como consecuencia de esto, se ha producido un déficit en el aporte de los elementos que es necesario suplir mediante la fertilización y la cantidad que se debe aplicar a un cultivo o pradera es una de las principales decisiones que

tiene que tomar un productor antes de establecer un cultivo en el campo o aplicar la fertilización de mantención a una pradera establecida. La decisión que se tome deberá asegurar que el cultivo tenga un resultado exitoso y económicamente rentable, además constituye una problemática compleja que involucra aspectos del suelo, de las plantas, del clima y del manejo o utilización (BERNIER, 1990).

Con el objetivo de evaluar el efecto de la fertilización nitrogenada, fosfórica y potásica en el establecimiento del King grass en el trópico húmedo, a las 4, 8, 12 y 16 semanas de edad después del corte; en el cual se muestra las mejores respuestas con la dosis 75 N, 75 P y 75 K, se logró una producción de materia verde de 69 tm/ha., y con referencia a la mejor altura de la planta (122cm) se alcanzó con la dosis de 0 N, 75 P y 75 K. así mismo el mayor costo de establecimiento, se obtuvo con la dosis de 75 N, 75 P y 75 K (670.50 S/ /ha) (CÁRDENAS, 1995).

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. Lugar de ejecución y duración del experimento**

El presente trabajo de investigación tuvo una duración de 3 meses iniciándose en enero a marzo del 2015 y se realizó en el jardín Agrostológico de la Facultad de Zootecnia, ubicada en la ciudad de Tingo María, distrito de Rupa Rupa, provincia de Leoncio Prado, región Huánuco, Perú. Está ubicado a 652 m.s.n.m.; temperatura media anual de 25°C, sus coordenadas geodésicas son: 09°18'00" de latitud sur, 76°91'00" de longitud oeste en el meridiano de Greenwich, precipitación pluvial de 3290 mm y una humedad relativa de 84%; dentro de la zona de vida como bosque muy húmedo pre montano tropical (bmh-PT) (PEAH, 1986).

#### **3.2. Tipo de investigación**

El presente trabajo de investigación se trata en una investigación experimental.

#### **3.3. Componentes en estudio**

##### **3.3.1. Población y muestra**

Se trabajó con 15 parcelas del pasto King grass y cada parcela fue de 12 m<sup>2</sup> las muestras se evaluaron en forma directa por cada parcela.

### 3.3.2. Fórmulas de abonamiento y cantidades de fertilizante

Considerando la recomendación de ESCOBAR y RONQUILLO (2012), que estimó cantidades de macronutrientes extraídos para producir una tonelada de materia seca (kg/t MS) en un corte: N-18.5, P-3, K-23, en función al rendimiento esperado.

Tras recibir el análisis de suelo se determinó las cantidades de fertilizante a usar, teniendo en cuenta el aporte del suelo.

- Tratamiento 1 (testigo) (fertilidad potencial del suelo)
- Tratamiento 2 se aplicó = 209–22–180 para producir (13 tm M.S./ha)
- Tratamiento 3 se aplicó = 227–25–203 para producir (14 tm M.S./ha)
- Tratamiento 4 se aplicó = 246–29–226 para producir (15 tm M.S./ha)
- Tratamiento 5 se aplicó = 264–31–249 para producir (16 tm M.S./ha)

### 3.3.3. Metodología del encalado

- Previo al análisis de suelo tomando en cuenta el porcentaje de saturación de aluminio, se estimó la cantidad de material encalante (cal agrícola) (anexo)
- Luego se aplicó en forma uniforme en toda la parcela de investigación 35 días antes del primer abonamiento.

### 3.3.4. Campo experimental

El trabajo donde se realizó la investigación presenta una topografía plana, suelos húmedos drenados que fueron preparados

oportunamente para iniciar el experimento y sus características son:

- Número de parcelas por tratamiento: 3.
- Largo de parcela: 4 m.
- Ancho de parcela: 3 m.
- Área de cada parcela: 12 m<sup>2</sup>.
- Largo de bloque: 15 m
- Ancho de bloque: 12 m
- Área de bloque: 60 m<sup>2</sup>
- Área total del campo experimental considerando bordes: 180 m<sup>2</sup>.

**Preparación del terreno:** se identificó el área para ser renovada el pasto King gras con dos años aproximadamente de instalación; no se tuvo mayor información de edad ni fecha de instalación que se inició la producción de dio pasto, que estaba siendo utilizada como alimento de los animales de la granja de la Facultad de Zootecnia.

**Resiembra:** se hizo una resiembra parcial, porque había una población muy pobre, esto se realizó en los primeros días de enero del 2015 se hizo con semilla vegetativa y una densidad de siembra de 50 x 90 cm.

**Demarcación:** la demarcación del territorio experimental se realizó mediante jalones, estacas, cordeles y wincha.

**Muestreo del suelo:** se hizo el análisis de suelo para cada parcela, tomando 18 muestras en zig-zag dentro del área experimental para determinar las características físico-químicas del suelo, en el laboratorio de suelos de la Universidad Nacional Agraria de la Selva.

**Fertilización:** se aplicó de forma focalizada a una distancia de 0.3 – 0.4 m de la planta, luego se cubrió con rastrojos el área que ocupa el fertilizante. La dosis para cada tratamiento se aplicaron a los 10 días después del corte de nivelación y se aplicó todo el  $P_2O_5$ ,  $\frac{1}{2}$  de N y  $\frac{1}{2}$   $K_2O$  y a los 45 días después del corte de nivelación se aplicó  $\frac{1}{2}$  de N y  $\frac{1}{2}$   $K_2O$ .

**Control de malezas:** se hizo al inicio del experimento y cada mes en forma manual.

#### 3.4. Variables independientes

Las variables independientes son las fórmulas de fertilización; las cuales se usaron para Nitrógeno “N” (Urea), para fósforo “ $P_2O_5$ ” y (Triple fosfato de calcio); y Potasio “ $K_2O$ ” (Cloruro de potasio)

#### 3.5. Tratamientos en estudio

- T1 : Testigo (fertilidad potencial de la parcela).  
 T2 : Unidades de N,  $P_2O_5$  y  $K_2O$  209–22–180  
 T3 : Unidades de N,  $P_2O_5$  y  $K_2O$  227–25–203  
 T4 : Unidades de N,  $P_2O_5$  y  $K_2O$  246–28–226  
 T5 : Unidades de N,  $P_2O_5$  y  $K_2O$  264–31–249

### 3.6. Análisis estadístico

Modelo del diseño estadístico: se utilizó el Diseño de Bloques Completamente Randomizado (DBCR), con 5 tratamientos y 3 repeticiones. Las características que se evaluaron se sometieron al análisis de variancia y para la comparación de medias de tratamientos se utilizó la prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ).

#### Modelo aditivo lineal

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

$Y_{ij}$  = Respuesta obtenida de la  $i$ -ésima fórmula en el  $j$ -ésimo bloque

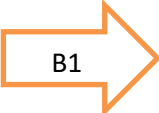
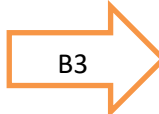
$\mu$  = Efecto de la media general

$T_i$  = Efecto de la  $i$ -ésima tratamiento

$\beta_j$  = Efecto del  $j$ -ésimo bloque

$\varepsilon_{ij}$  = Efecto aleatorio del error experimental asociado a dicha observación  $Y_{ij}$ .

### 3.7. Croquis de los tratamientos en estudio

 B1	T2R2	T1R3	T3R3	T5R2	T4R2
 B3	T3R1	T4R1	T1R1	T2R3	T5R1
 B2	T4R3	T3R2	T5R3	T1R2	T2R1

### 3.8. Variables dependientes

#### 3.8.1. Variables agronómicas

- Altura de la planta (cm)
- Número de macollos
- Relación hoja – tallo (RHT)

#### 3.8.2. Variables de producción

- Producción de materia verde (kg/ha)
- Producción de materia seca (kg/ha)

#### 3.8.3. Variable económica

- Beneficio económico
- Mérito económico
- Costo por kg de materia verde

### 3.9. Datos a registrar

Los datos registrados a los 90 días de haber terminado el experimento se usó la metodología descrita en los ensayos regionales B (ERB) que recomienda la red internacional de evaluación de pastos y forrajes tropicales CIAT (1982), tal como se indica a continuación.

#### 3.9.1. Parámetros agronómicos

##### **Altura de la planta (cm)**

Se muestrearon seis plantas seleccionadas al azar (dos grandes dos medianas y dos pequeñas), dentro de cada parcela establecida de cada tratamiento. Con una wincha de 5 m, se realizaron las mediciones en centímetros, midiéndose desde el suelo hasta el punto más alto de la planta, sin estirar la hoja, y sin cortar la inflorescencia.

##### **Número de macollos/m<sup>2</sup>**

Se tomaron muestras de un metro cuadrado y se contó el número de macollos de cada planta en cada tratamiento.

##### **Relación hoja tallo**

Las muestras colectadas dentro de un metro cuadrado tomó una sub muestra de 250 gr en cada parcela, se realizó la separación de las muestras obtenidas en fracción de hoja y tallo, luego serán colocadas en bolsas de papel pesadas y rotuladas, para ser enviadas al laboratorio de pastos y ser secadas en estufa a 60 °C, hasta obtener pesos constantes, luego se pesaron. La obtención de la relación hoja–tallo se definió aplicando la fórmula:

$$\text{RHT} = \text{PsH} / \text{PsT}$$

- RHT: relación hoja – tallo
- PsH: peso seco de la hoja
- PsT: peso seco del tallo

### **Producción de materia seca (kg/m<sup>2</sup>)**

Del material vegetativo cortado y pesado, se tomó una sub muestra de 250 gr, que se llevó al laboratorio en bolsas de papel de peso conocido, adecuadamente marcadas (tratamiento, repetición y fecha), se secó en una estufa a 60 °C, hasta tener peso constante, luego se pesó las sub muestras. La materia seca se determinó con la fórmula:

$$\text{MS/m}^2 = \text{PF} * \text{ps} / \text{pf}$$

Donde:

- PF: peso fresco de la muestra
- ps: peso seco de la sub muestra
- pf: peso fresco de la sub muestra

### 3.9.2. Análisis económico

Análisis de rentabilidad se determinó con la fórmula de:

- Rentabilidad = Utilidad total / Costo total \*100
- Donde el Costo Total= Costo Fijo + Costo Variable.

## IV. RESULTADOS

4.1. Efecto de las fórmulas de abonamiento, con fuentes inorgánicas sobre los parámetros agronómicos, productivos y económicos en el pasto King grass

4.11. Variables agronómicos (altura de planta, número de macollos/planta, relación hoja-tallo)

Cuadro 2. Promedios de los tratamientos en estudio del King grass en los parámetros agronómicos (altura de planta, número de macollos y relación hoja tallo las diferentes fórmulas de abonamiento.

Parámetro agronómico	T1	T2	T3	T4	T5
Altura de planta	1.92 a	2.13 a	2.14 a	2.18 a	2.19 a
Número de macollos	16.77 a	17.88 a	19.11 a	22.11 a	21.11 a
Relación hoja – tallo	0.87 a	1.62 a	1.35 a	1.21 a	1.45 a

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas a ( $p > 0.05$ )

Fórmulas de abonamiento por tratamiento T1: Testigo; T2: 209-22-180; T3: 227-25-203; T4: 246-29-226 y T5: 264-31-249

El Cuadro 2 y Gráfico 1, muestran los efectos en los diferentes parámetros agronómicos del King grass por la aplicación de diferentes fórmulas de abonamiento del (N-P-K); tal es así que, para la altura de planta, si bien numéricamente hay diferencias, pero llevados al análisis

estadístico no se halló diferencias significativas ( $p>0.05$ ), siendo el T5 (2.19 cm) el que alcanzó la mayor altura de planta aplicada la fórmula (T5: 264-31-249) para producir 16 tn/ha de materia seca) en comparación al testigo T1 y demás tratamientos. Con referencia al número de macollos/planta podemos observar (Cuadro 2 y Gráfico 2), que el T4 (246-29-226) y T5 (264-31-249) tuvieron mejores resultados y similares (22.11) macollos por planta) abonados con la fórmula respectiva para producir 15 tn/ha y 16 tn/ha de materia seca. Cabe indicar que llevados al análisis estadístico no se encontraron diferencias significativas ( $p>0.5$ ).

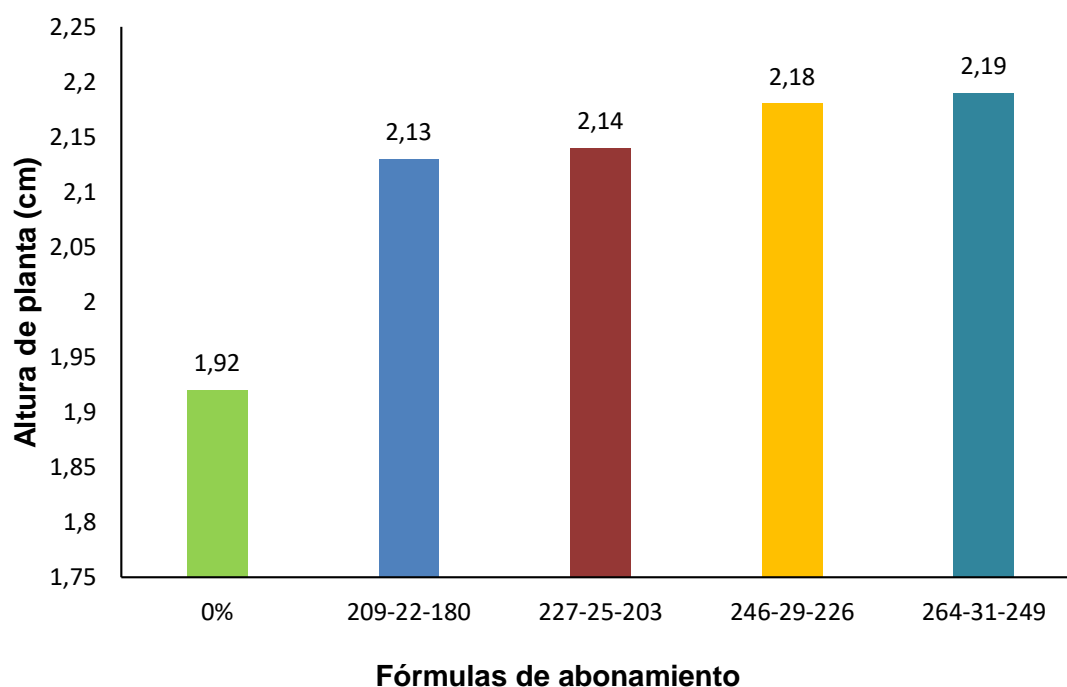


Gráfico 1. Altura de planta con las cuatro fórmulas de abonamiento en la planta del King grass.

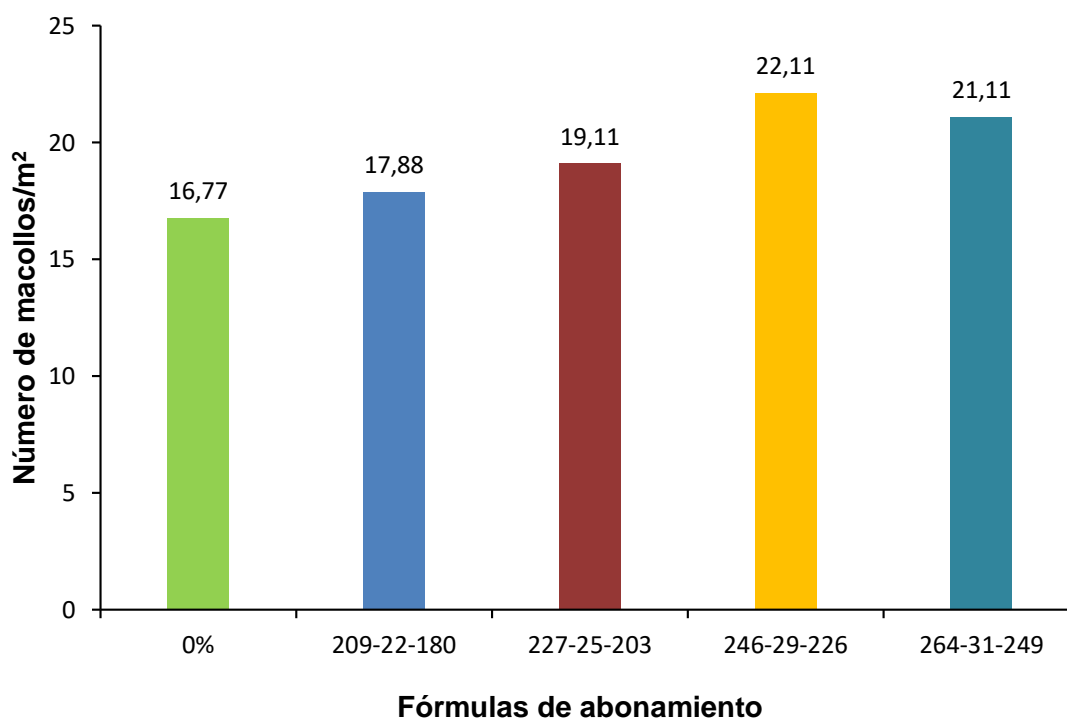


Gráfico 2. Número de macollos/m<sup>2</sup> de las cuatro fórmulas de abonamiento en la planta del King grass.

En cuanto a la relación hoja-tallo (Cuadro 2 y Gráfico 3), tampoco encontramos diferencias significativas ( $p > 0.05$ ) entre los tratamientos en estudio con diferentes tipos de abonamiento, tal es así que podemos observar que se obtuvo la mayor relación hoja-tallo es para T2 (1.62) superior numéricamente en relación al T5 (1.45), T3 (1.35), T4 (1.21) y T1 (0.87) cuyas fórmulas de abonamiento han sido T5: 264-31-249); para producir 16 tn/ha de materia seca; T3: 227-25-203 para producir 14 tn/ha de materia seca; T4: 246-29-226 para producir 15 tn/ha de materia seca; y T2: 209-22-180; para producir 13 tn/ha de materia seca.

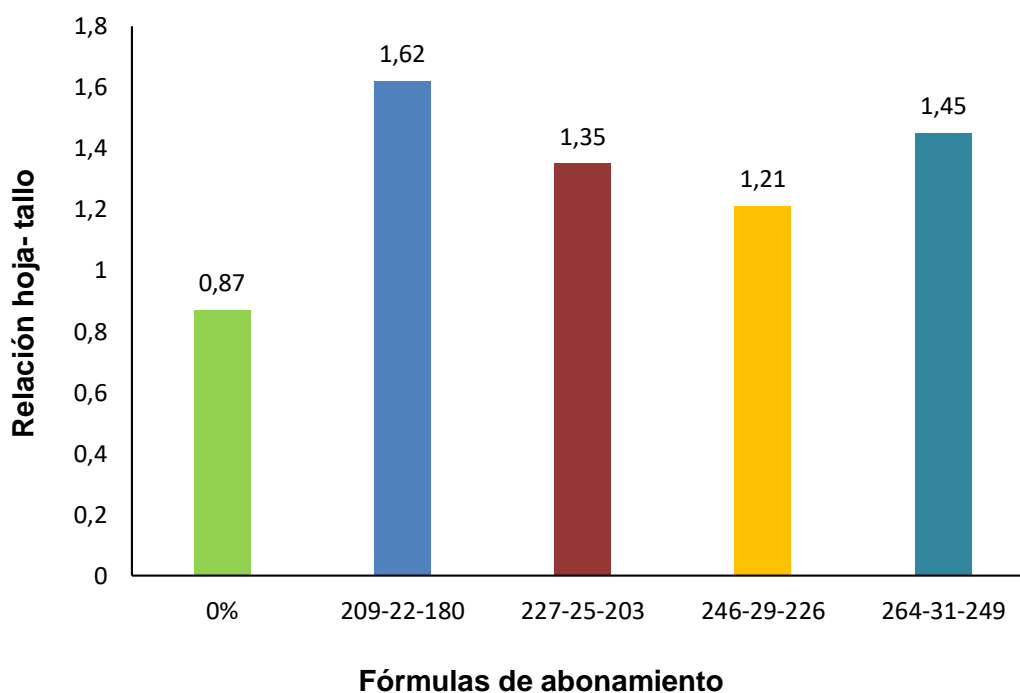


Gráfico 3. Relación hoja – tallo de las cuatro fórmulas de abonamiento en la planta del King grass.

#### 4.1.2. Variables productivas materia verde y materia seca del pasto King grass. (kg/m<sup>2</sup>)

Cuadro 3. Promedios ANAVA de los tratamientos en estudio del King grass en las variables productivas de la materia verde y materia seca a las diferentes fórmulas de abonamiento.

Parámetro agronómico	T1	T2	T3	T4	T5
Materia verde (kg/m <sup>2</sup> )	7.03 a	12.67 a	16.11 a	15.31 a	15.67 a
Materia seca (kg/m <sup>2</sup> )	1.42 a	2.27a	2.68 a	2.33 a	2.38 a
Materia seca (%)	20.2	17.7	16.6	15.2	15.1

Letras distintas en la misma columna o líneas nos indican diferencias significativas a ( $p > 0.05$ )  
 Fórmulas de abonamiento por tratamiento T1: Testigo; T2: 209-22-180; T3: 227-25-203; T4: 246-29-226 y T5: 264-31-249 para producir 13,14,15 y 16 tn/ha respectivamente.

En el Cuadro 3 y Gráfico 4, se muestra la producción de forraje verde/m<sup>2</sup>; tal es así que el T3 quien recibió como abono la fórmula (T3: 227-25-203), para producir 14 tn/ha de materia seca fue la que ha producido mayor cantidad de forraje/m<sup>2</sup> (16.11 kg/m<sup>2</sup>), sin bien es cierto que hay una gran diferencia numérica entre medias de los tratamientos, pero llevados al análisis estadístico a niveles ( $p>0.05$ ) no se halló diferencias estadísticas y el coeficiente de variación fue de 40.224.

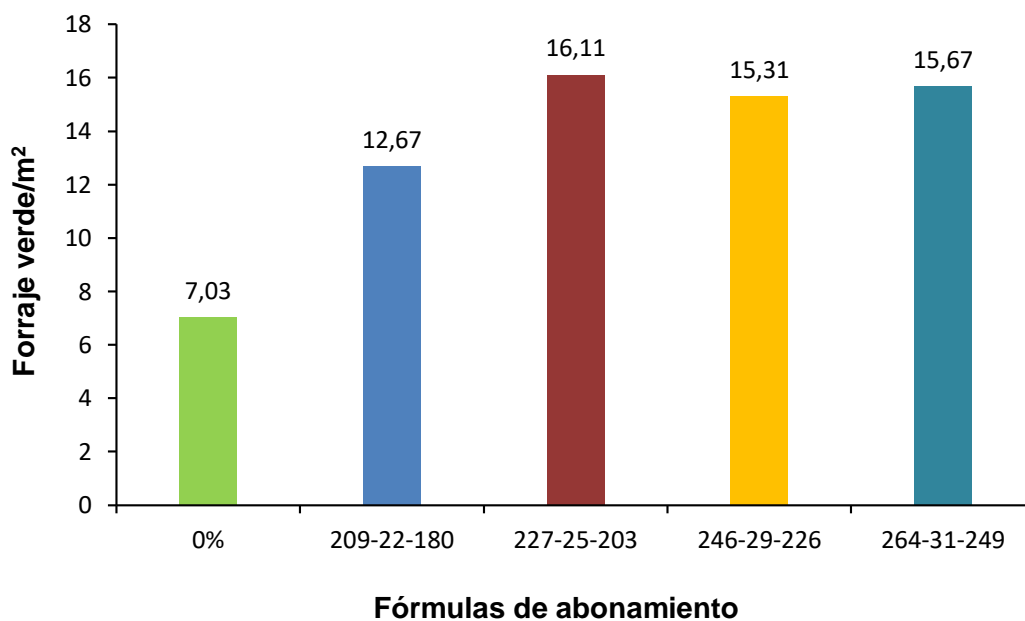


Gráfico 4. Producción de materia verde (kg/m<sup>2</sup>) de las cuatro fórmulas de abonamiento en la planta del King grass

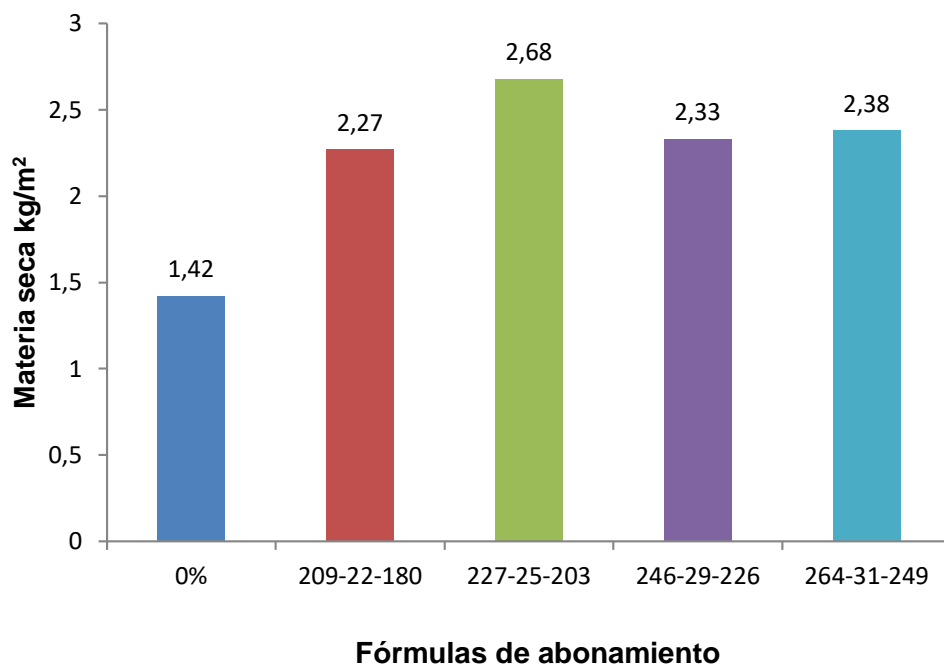


Gráfico 5. Producción de materia seca (kg/m<sup>2</sup>) de las cuatro fórmulas de abonamiento en relación al testigo de la planta del King grass.

Asimismo en el Cuadro 3 y Gráfico 4, se puede apreciar que la producción de materia seca del forraje King grass, donde el tratamiento 3 (T3) que recibió como abono la fórmula (227-25-203) para producir 14 tn/ha de materia seca) es la que tiene mayor materia seca (2.68 kg/m<sup>2</sup>), que llevados al análisis estadístico en relación al tratamiento testigo y demás tratamientos no se encontró diferencias estadísticas significativas ( $p > 0.05$ ). Por otro lado, el Cuadro 4, se detalla la producción de forraje verde en kilos por metro cuadrado, en toneladas por hectárea/corte y toneladas por hectárea - año, resaltando siempre que el T3 fue el que mejor resultado obtuvo (161.14 tn/ha/corte), con la fórmula de abonamiento (227-25-203) de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O para producir 14 tn/ha de materia seca), seguido del T5, T4, T2 y por último el T1 con resultados 156,

153, 126 y 70 tn/ha/corte, respectivamente. Asimismo el porcentaje de humedad es relativamente ascendente cuando se va aplicando mayor kilaje a los tratamientos.

Cuadro 4. Producción de materia verde/m<sup>2</sup>/corte por ha/año/4 cortes por cada fórmula de abonamiento.

Trat.	Prod.F.V. kg/m <sup>2</sup>	F.V. tn/ha/corte	Prod. F.V. tn/ha/año	% de °H
T1	7.03	70.3367	281.35	79.80
T2	12.67	126.7067	506.83	82.08
T3	16.11	161.1400	644.56	83.35
T4	15.31	153.0600	612.24	84.80
T5	15.68	156.7503	627.00	84.81

Fórmulas de abonamiento por tratamiento T1: Testigo; T2: 209-22-180; T3: 227-25-203; T4: 246-29-226 y T5: 264-31-249

Cuadro 5. Producción de materia seca/m<sup>2</sup>/corte y ha/año/4 cortes por cada fórmula de abonamiento.

Trat.	Prod M.S. kg/m <sup>2</sup>	M.S. tn/ha/corte	Prod M.S. tn/ha/año	% de M.S.
T1	1.42	14.2009	56.80	20.20
T2	2.27	22.7058	90.82	17.92
T3	2.68	26.8298	107.32	16.65
T4	2.33	23.2651	93.06	15.20
T5	2.38	23.8103	95.24	15.19

Fórmulas de abonamiento por tratamiento T1: Testigo; T2: 209-22-180; T3: 227-25-203; T4: 246-29-226 y T5: 264-31-249

El Cuadro 5, nos indica la producción de materia seca del forraje King grass igualmente que el forraje verde podemos observar que según aumenta la dosis de fertilización es más la producción de materia seca por metro cuadrado, también se indica los resultados de materia seca por hectárea campaña y por año. Asimismo podemos visualizar el nivel de materia seca de los tratamientos varía desde 15.19 hasta 20.20% de materia seca.

#### 4.1.3. Costos de producción, índice y la rentabilidad en cada tratamiento en estudio

Con referencia al Cuadro 6, donde se muestran los resultados de los costos de producción para determinar el beneficio neto y el mejor mérito económico lo obtuvo el tratamiento (T3) con la fórmula de abonamiento (227-25-203).

Cuadro 6. Análisis de los costos de producción y la rentabilidad por tratamiento

Trat	P	Y	Py	CV	CF	CT	BN	ME	Costo Prod. /Kg-M.V.
T1	0.15	7.03	1.0545	0.00	1.15	1.15	-0.096	-8.304347826	0.164
T2	0.15	12.67	1.9005	0.09	1.15	1.24	0.6575	52.89621883	0.098
T3	0.15	16.11	2.4165	0.10	1.15	1.25	<b>1.1635</b>	<b>92.85714286</b>	<b>0.078</b>
T4	0.15	15.31	2.2965	0.11	1.15	1.26	1.0365	82.26190476	0.082
T5	0.15	15.68	2.352	0.12	1.15	1.27	1.082	85.19685039	0.081

Trat.: Tratamientos; P: Precio de venta/kg; Y: Producción (kg/m<sup>2</sup>), PY: precio de venta tota/trat.; CF: Costo fijo; CV: Costo variable; BN: Beneficio neto; M.E: Mérito económico (%); C.P.:costo de producción/kg.

Fórmulas de abonamiento para cada tratamiento T1: Testigo; T2: 209-22-180; T3: 227-25-203; T4: 246-29-226 y T5: 264-31-249

## V. DISCUSIÓN

### 5.1. Efecto de las fórmulas de abonamiento con fuentes inorgánicas sobre altura de planta, número de macollos y RHT del King grass

La altura de planta Cuadro 2, si bien no se hallaron diferencias estadísticas ( $p>0.05$ ), pero el mejor crecimiento lo obtuvo el T5 con 2.19 cm, cuya fórmula de abonamiento utilizada fue (N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O 264-31-249) cabe indicar según referencias, el King grass, es una gramínea que muy bien puede crecer hasta una altura de 3 m, dependiendo del hábito vegetativo (ORTIZ y LUCAS, 2005) y la cantidad de fósforo disponible en el suelo influye en el crecimiento de la planta, por tanto nuestro resultado podría haber sido influenciado por la fórmula de abonamiento (BERNIER, 1990).

Asimismo de éstos resultados se puede afirmar que a medida que se aplica mayor dosis de fertilización se incrementa la altura de planta, pero en relación a otros trabajos, nuestros resultados fueron inferiores al testigo (2.37 m) del trabajo de VIERA (2010) quien utilizó diversos niveles de bioles con resultados de 2.62 m al haber utilizado 50% de inclusión del biol, en otro trabajo de ZALDAÑA (2013) se empleó niveles de magnecol y de gallinaza con resultados a las 12 semanas de 228.1 a 279.4 cm en los tratamientos 1 y 5 respectivamente; pero se obtuvo mejores resultados reportado por (PÉREZ, 2014) quien obtuvo para el T<sub>0</sub> (testigo = 121 cm) y la altura más alta el T<sub>2</sub> (178.33 cm).

Al evaluar estadísticamente el número de macollos/planta, Cuadro y Gráfico 2, si bien no hay diferencias estadísticas ( $p > 0.05$ ), pero sí hay una relativa diferencia numérica tal es así que el T4 y T5 (22.11) abonados con la fórmula N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> K<sub>2</sub>O 246-28-226 y 264-31-249 respectivamente, posiblemente influenciado por su hábito vegetativo, fertilidad y manejo de la pastura y que el porcentaje de cobertura está en relación al grosor de los tallos y número de macollos/m<sup>2</sup> (ORTIZ y LUCAS, 2005). Asimismo el número de macollos fue inferior a lo reportado por ZALDAÑA (2013), pero superior a 9, 12, 13 y 14 macollos/planta hallado por (HURTADO, 2012), considerando que el número de macollos por planta está en relación al diámetro de los tallos que inclusive alcanzan hasta 5 cm (ABC DEL FINKERO, 2013).

La relación hoja-tallo del pasto King grass, no se encontró diferencias estadísticas significativas ( $p > 0.05$ ), solo diferencias numéricas, siendo el tratamiento T2 (0.72) con la fórmula de fertilización (N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O 209-22-180) que obtuvo la mayor RHT en relación al T5 (1.45) con la fórmula de fertilización (N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> K<sub>2</sub>O - 264-31-249); seguido de T3 (1.35) con fertilización (N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O 227-25-203); de T4 (1.21) con la fórmula (N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O 246-29-226); y por último con la menor RHT el T1 (0.87) testigo.

Si bien la fertilización no ha tenido mayor efecto en la relación hoja-tallo, pues a mayor fertilización los resultados se han mantenido en una constante descendente, posiblemente debido a que a más altura de las plantas favorecen a la formación de fibra estructural bajando la calidad del forraje a través de la disminución de la relación hoja-tallo (RHT), así como afirman

(INIA, 2000 y BEMHAJA, 1995) o por otros factores; como manejo, condiciones y formas como hayan sido tomadas las muestras tomadas (GIL *et al.*, 2001). Sin embargo nuestros resultados fueron superiores a lo reportado por HURTADO (2012) e inferior a PÉREZ (2014), quienes obtuvieron la relación hoja: tallo de 0.41 y 1.38 respectivamente en relación al testigo.

## 5.2. Variables productivas de materia verde y materia seca del pasto King grass. (kg/m<sup>2</sup>)

El Cuadro 4, muestra los resultados llevados al análisis estadístico no se hallaron diferencias estadísticas significativas ( $p > 0.05$ ), pero hay una notable diferencia numérica que el T3 (16.11 kg/m<sup>2</sup>) en materia verde y 2.68 kg/m<sup>2</sup> de materia seca mejores resultados a la fórmula de abonamiento (N,P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>,K<sub>2</sub>O 227-25-203); vemos que a mayor aplicación de abonamiento el rendimiento va en decreciente cumpliéndose la ley mínima o de factores limitantes mencionado por (SERRANO, *et al.*, 2005 y URBANO, 1992). La producción del pasto King grass para el testigo fue 7.03 kg/m<sup>2</sup> en materia verde y 1.42 kg/m<sup>2</sup> de materia seca, factor fundamental desde un punto de vista agronómico mencionado por (SANCHEZ y ALVAREZ, 2003) y también que están en relación a los efectos de la fertilización (RAMOS *et al.*, 1979).

Autores BOGDAN (1977) y ESPINOZA *et al.* (2001) refieren que los rendimientos oscilan entre 40 tn/ha/corte a 120 tn/ha/año de M.V. y que los mejores rendimientos se dan en los cortes a 55 y 60 días que conjugan el rendimiento y calidad GARCÍA *et al.* (1982) y CONTEXTO GANADERO (2015) sin embargo ésta experiencia y otras, los resultados fueron de 70 a 161

tn/ha/corte de materia verde y de 14.2 a 26.8 tn/ha/corte de materia seca mejores a PÉREZ (2014) y similares a ZALDAÑA (2013) en materia seca y al trabajo de HURTADO (2012), pues es importante la edad de corte y de la fertilización nitrogenada (MARQUEZ *et al.*, 2007) y mantener los principios fundamentales de la fertilización del suelo (CASAS, 2011 y RAMOS *et al.*, 1979).

Los Cuadros 4 y 5, muestra el rendimiento de la producción de materia verde y seca en kg/m<sup>2</sup>, tn/ha/corte y tn/ha/año, también los porcentajes de humedad y de materia seca. Los porcentajes (%) de humedad va en crecimiento a medida que aumenta la dosis de fertilización T1, T2, T3, T4, y T5 (79.80, 82.08, 83.35, 84.80 y 84.81 % respectivamente) y el % de materia seca va decreciendo (20.20, 17.92, 16.65, 15.20 y 15.19 % respectivamente, éstos resultados se encuentran dentro de lo hallado por (GONZÁLES y EGUIARTE, 1993) y ligeramente similar (CHACÓN y VARGAS, 2009), en el tratamiento de mayor abonamiento y a (MARQUEZ *et al.*, 2007) pero, en cortes de 45 a 65 días con resultados de 14.28 y 16.58 % de M.S. respectivamente.

### 5.3. Costos de producción y el costo de materia verde/kg

En el Cuadro 6, podemos observar que el T5 se realizó los mayores gastos (S/. 1.27), dado los costos por altos niveles de fertilización, sin embargo la producción máxima fue para el T3 (16.11 kg/m<sup>2</sup>) con un costo total de producción (S/. 1.25) y su costo por kilogramo (S/. 0.078), obviamente el testigo fue que tuvo la menor producción (7.03 kg/m<sup>2</sup>) su costo de producción total (S/.1.15) y por kg de materia verde (S/.1.64). Para tener una

compensación en el beneficio neto y una mejor rentabilidad en base a los costos reales de inversión se asume que los costos tendrían que estar en un promedio de venta (S/.0.15/kg de M.V.).

Entonces se tendría el mejor beneficio neto el T3 (S/. 1.1635), y una rentabilidad de 92.85 %. Resultado que no sucedió con el T1 (testigo) donde hay una beneficio neto regresivo o se invierte más de lo que se va ganar (S/.- 0.096); este resultado es justificable porque está involucrado a muchos factores; efectos que pueden haberse dado durante el proceso de la investigación, factor manejo, aspectos de suelo, plantas, resiembra, clima, época de corte, etc. (BERNIER, 1990). El costo de inversión/kg para producir un kilogramo de materia verde es superior a (S/. 0.067) en su mayor aplicación de la gallinaza, reportado por VIERA (2013) y similar a (PÉREZ, 2014), en su costo de materia verde más alta (0.09), asimismo a (CARDENAS, 1995).

## VI. CONCLUSIONES

1. Se acepta la hipótesis planteada, porque se halló más de las toneladas esperadas por cada fórmula de abonamiento.
2. No se encontró diferencias estadísticas significativas en las fórmulas de abonamiento en función a las variables agronómicas de altura de planta, número de macollos, materia verde y seca.
3. La mejor altura del pasto King grass se obtuvo en el T5 (264-31-249) (2.10); mayor número de macollos T4 (246-29-226) (22.11), y la mejor relación hoja-tallo (RHT) numéricamente fue para el T2 (209-22-180) (1.62).
4. La mejor producción de materia verde y seco kg/m<sup>2</sup>, fue el T3 (16.11 y 2.68 kg/m<sup>2</sup>) (227-25-203).
5. Mejor beneficio neto, rentabilidad (%) y el menor costo de producción por kilo de materia verde fue para el T3 (S/. 1.16, 92.86% y S/. 0.078).

## **VII. RECOMENDACIONES**

1. Realizar trabajos similares en época de seca y lluviosa
2. Utilizar otras fórmulas de abonamiento con los fertilizantes NPK.

**PERFORMANCE OF THE GRASS KING (*Pennisetum purpureum* L. x *Pennisetum typhoides*) WITH FOUR FORMULAS OF COMPOSTING IN TINGO MARIA – HUANUCO**

**ABSTRACT**

The objective of the current work was to determine the effect of three formulas of fertilizers on the productive variables of the treatments in the study of King Grass (*Pennisetum purpureum* L. x *Pennisetum typhoides*). The research lasted for ninety days and took place in the agrostologic garden in the *Animal Science* Faculty at the National Agrarian University of the Jungle in the Leoncio Prado province, Huanuco region of Peru. The experimental research was divided into five treatments with three repetitions and the following fertilizer formulas: T1=control, T2=209-22- 180, T3 = 227-25- 203, T4 = 246-29- 226 and T5 = 264-31- 249 of N, P<sub>2</sub> O<sub>5</sub> K<sub>2</sub> O in order to produce thirteen, fourteen, fifteen and sixteen t of MS/ha respectively. The statistic design applied was the Randomized Complete Block Design (RCBD). The results were: the best plant height, number of tillers and leaf to stalk relation were the T5 (2.19 m), T4 (22.11) and T2 (1.62) respectively; likewise, for the green and dry material (kg/m<sup>2</sup>) the best results were obtained by the T5 (15.67) and T3 (2.68) respectively with relation to the T1 (control); the best net benefit, economic merit and production cost was the T3 with S/. 1.16, 92.85% and S/. 0.78. In conclusion, the evaluated parameters found no statistical differences at the levels of (p>0.05), the best fertilizers formula was the T3 (227-25- 203) and finally, the results of the proposed hypothesis were obtained.

Key Words: Yield, Fórmulas, Fertilizer, King grass.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABC DEL FINKERO. 2013. King grass. Agricultura/veterinaria y producción animal. Boletín informativo N° 3.
- BEMHAJA, M. 1995. Pasto Elefante. Reunión para productores lecheros de Tacuarembó y Rivera. Hoja de divulgación. Proyecto INIA/GTZ.
- BIBLIOTECA DEL CAMPO. 1984. Pastos de corte. Manual práctico ilustrado. Edición GRANIA. Pp (8-10, 23-26, 29,30).
- BERNIER, R. 1990. Fertilidad de cultivos y praderas. Ecología y producción. Informe Técnico. Instituto de investigación Agropecuarias, INIA. 122 p.
- BOGDAN, A. 1977. Tropical Pasture and Fodder Plants (Grasses and Legumes). Tropical Agriculture Series, Longman Group Limited, London. 475 p.
- CÁRDENAS, M. 1995. Establecimiento de pasto King grass (*Saccharum sinense L*) con fertilización nitrogenada, fosforada y potásica en trópico húmedo. Ing. Zootecnista. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María. Perú. 50 p.
- CASAS, R. 2011. El suelo de cultivo y las condiciones climáticas. Ediciones Paraninfo S.A. Impreso en España. 237 p.
- COMBELLAS, J. 1998. Alimentación de la vaca de doble propósito y de sus crías. Fundación Inlaca, Venezuela. 196 p.

- CONTEXTO GANADERO. 2015. El king grass, pasto de corte apeteído por el ganado en el trópico. Revista Colombiana. Tecnología ganadera. [jpmujica@contextoganadero.com](mailto:jpmujica@contextoganadero.com).
- CRESPO y ODUARDO. 1986. The influence of bovine feces and nitrogen fertilizer on forage production of King grass (*Pennisetum purpureum* X *Pennisetum typhoides*) in a red ferrallitic soil. Cuban J. Agric. Sci. 20:277
- CHACÓN, H. y VARGAS, C. 2009. Digestibilidad y calidad del *Pennisetum purpureum* cv. King grass a tres edades de rebrote. [En línea]: <http://www.ucol.mx/revaia/portal/pdf/2013/mayo/3.pdf>.
- ESCOBAR, M. J. y RONQUILLO, M. O. 2012. Respuesta a la fertilización orgánica con el uso de Biol y potásica inorgánica en King grass (*Pennisetum purpureum* L.) para estimación energética de potencial productivo de biogás, Zamorano, Honduras. [En línea]: <http://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/1095/1/T3385.pdf>.
- ESPINOZA, F.; ARGENTI, P.; GIL, J.; LEÓN, L.; PERDOMO, E. 2001. Evaluación del pasto king grass (*pennisetum purpureun* cv. king grass) en asociación con leguminosas forrajeras. Zootecnia Tropical 19(1): 59-71.
- GARCIA, R.; CÁCERES, O.; y LAMELA, L.; 1982. Resúmenes II Reunión ACPA. ICA. La Habana. Cuba. PASTOS y FORRAJES VOL. 5. No. 3.
- GIL, L.; LEÓN, L; PERDOMO, E. 2001. Evaluación del pasto King grass (*pennisetum purpureun* cv. King grass) en asociación con leguminosas forrajeras. Zootecnia tropical. CENIAP. Venezuela. ISSN: 0798-7269. Vol.19, Num. 1, 2001.Pp. 59-71.

- GONZÁLES, A. y EGUIARTE, A. 1993. Producción y aprovechamiento de forrajes perennes de corte. Centro de Investigaciones Peruanas del Estado de Jalisco (CIPEJ) Boletín informativo N° 25. Jalisco, México. 36 p.
- HERRERA, S.; RAMOS, N.; HERNANDEZ, Y. 1981. Resúmenes XI Reunión ACPA. 2:198.
- HURTADO, J. 2012. Efecto de la fertilización orgánica en el establecimiento de pasto King gras morado (*Saccharum sinense* L) en la región San Martín - Calzada. Tesis: Ing. Zootecnista. Universidad Nacional Agraria de la Selva. 74 p.
- INIA. 2000. Pasto Elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) INIA LMBARE. Boletín de divulgación. N° 72. Edición unidad de agro negocio y difusión INIA. Montevideo – Uruguay. -ISBN 9974-38112-6.
- LEMUS, L.; LEMUS, L. 2004. Plantas de uso forrajero en el trópico cálido y templado de Colombia. Villavicencio, Meta; Colombia.
- MÁRQUEZ, F.; SÁNCHEZ, L.; URBANO, D.; DAVILA, C. 2007. Evaluación de la frecuencia de corte y fertilización nitrogenada sobre el rendimiento y contenido de proteína de tres genotipos de pasto elefante (*Pennisetum purpureum* L.). Tesis de Grado. Universidad Nacional Experimental Sur del Lago Zulia, Venezuela. 30 p.
- MILA, P. A. 1996. Suelos, pastos y forrajes. Bogotá: UNISUR. 267 p.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA y GANADERA. 1991. Pasto King grass,. Ed. INIAP- PROFOGAN – MAG/GTZ. Ecuador. Boletín técnico N° 17

- MOSQUERA, M.; FERNÁNDEZ, E.; RIGUEIRO, A. 2006. Pasture, Tree and Soil Evolution in Atlantic European Silvopastoral Systems. *Forest ecology and management*. 232, Issues 1-3, 15.
- ORTIZ, L. y LUCAS, M. 2005. Obtención y utilización de silaje de pasto King grass (*Pennisetum purpureum* x *P. typhodes*) como sobrealimentación de bovinos en épocas secas y su efecto en la producción de leche. 100 p.
- ORTIZ, E.; RODRIGUEZ, C.; RUSSO, O. 2008. Efecto de fertilización y frecuencia de corte en rendimiento de biomasa de dos variedades del pasto King grass (*Pennisetum purpureum*). *Boletín informativo. Tierra Tropical* (2010) 6(1): 45-53.
- PÉREZ, G. 2014. Efecto de las diferentes dosis de microorganismos eficientes en la producción de pasto King grass morado, en época seca. Tesis para optar el título de Ing. Zootecnista, Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María, Perú. 55 p.
- PINZÓN, R. y GONZÁLES, J. 1982. Evaluación el pasto Elefante – Panamá (*Pennisetum purpureum* PI 300-086) bajo diferentes intervalos de corte y dosis de fertilización nitrogenada. *Ciencia agropecuaria (IDIAP)* 1: 29-36.
- PIZARRO, E.; TEJOS, R.; y ZAMBRANO, L. 2001. Grasses and legumes for tropical zones. In: VII Seminario manejo y utilización de pastos y forrajes en sistemas de producción animal. Pp. 151-170.
- PROYECTO ESPECIAL ALTO HUALLAGA-PEAH. 1993. Compendio estadístico agropecuario del Alto Huallaga. Ministerio de agricultura. Oficina de Información Agraria. Convenio PEAH-OIA. Lima-Perú. 158 p.
- RAMOS, N.; HERRERA, S.; y CURBELE, F. 1979. Reseña descriptiva del King Grass en Cuba. La Habana: Instituto de Ciencia Animal (ICA); 1979. 44 p.

- RODRIGUEZ, R. 1985. Producción de biomasa de poró gigante (*Erythrina poeppigiana* (Walpers) O.F.Cook) y king grass (*Pennisetum purpureum* x *Pennisetum typhoides*) intercalados en función de la densidad de siembra y la frecuencia de poda. Turrialba. 96 p.
- SALAS, L. 1995. Producción de pasto king gras (*Saccharum sinense*) con diferentes dosis de fertilización nitrogenada, diferente frecuencia de corte en época lluviosa en trópico húmedo. Tesis Ing. Zootecnista. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María. Perú. 53 p.
- SANCHEZ y ALVAREZ. 2003. Buenas prácticas agropecuarias (BPS) en la producción de ganado de doble propósito. 128 p.
- SERRANO, P.; RUANO, S.; LUCENA, J.; NOGALES, M. 2005. Guía práctica de la fertilización racional de los cultivos en España. Ministerio del medio ambiente, España. 120 p.
- STDF. 2013. Pasto Maralfalfa (*Pennisetum* sp.). Sistema de toma de decisión para la selección de especies forrajeras. 1 p.
- TISDALE, L. S y NELSON L. W. 1988. Fertilidad de los suelos y fertilizantes. Edit. Unión tipográfica editorial hispano americana. 760 p.
- UNIDAD PRODUCTIVA TAPATA. 2010. King grass morado. Boletín en blogger.
- URBANO, P. 1992. Tratado de fitotecnia general. Ing. Agrónomo departamento de producción vegetal: Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos. Universidad Politécnica de Madrid. 2da edición revisada y ampliada. 893 p.

VIERA, V. 2011. Producción de pasto King grass morado con aplicación foliar de diferentes dosis de biol, en la ganadería renacer, caserío de Cepesa – Tocache. Para optar el Título de Ing. Zootecnista. Facultad de Zootecnia, Universidad Nacional Agraria de la Selva, Perú. 61 p.

XI SEMINARIO DE PASTOS Y FORRAJES EN SISTEMAS DE PRODUCCIÓN ANIMAL. 2007. Utilización eficiente de las pasturas tropicales en la alimentación del ganado lechero. Ed. J Sánchez. Barquisimeto, Venezuela. 23 p.

ZALDAÑA, E. 2013. Efecto de la fertilización orgánica en el establecimiento del pasto marafalfa (*pennisetum* sp) en calzada Moyobamba. Título de Ing. Zootecnista, Facultad de Zootecnia, Universidad Nacional Agraria de la Selva, Perú. 57 p.

**ANEXO**

Anexo 1. ANAVA de la altura de planta

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	p-valor	Pr.>F.
Bloque	2	0.17705333	0.08852667	2.33	0.1598.
Tratamiento	4	0.14493333	0.03623333	0.95	0.4823
Error	8	0.30434667	0.03804333		
Total	14	0.62633333			
C.V. 9.229353					

Anexo 2. ANAVA del número de macollos/planta

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	p-valor	Pr.>F.
Bloque	2	25.66937333	12.83468667	0.36	0.7089
Tratamiento	4	58.56729333	14.64182333	0.41	0.7971
Error	8	285.7870267	35.7233783		
Total	14	370.0236933			
C.V. 30.80984					

Anexo 3. ANAVA de la relación hoja-tallo

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	p-valor	Pr.>F.
Bloque	2	0.74817333	0.37408667	1.84	0.2203
Tratamiento	4	0.95724000	0.23931000	1.18	0.3901
Error	8	1.6275000	0.20344500		
Total	14	3.33297333			
C.V. 34.73168					

Anexo 4. ANAVA de forraje verde/m<sup>2</sup>

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	p-valor	Pr.>F.
Bloque	2	125.215977	62.607989	4.48	0.0495
Tratamiento	4	171.684992	42.921248	3.07	0.0827
Error	8	111.745337	13.968167		
Total	14	408.646307			
C.V. 40.2238					

Anexo 5. ANAVA de materia seca/m<sup>2</sup>

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	p-valor	Pr.>F.
Bloque	2	2.999067	1.499533	3.88	0.0663
Tratamiento	4	2.681883	0.670471	1.74	0.2349
Error	8	3.090704	0.386338		
Total	14	8.771655			
C.V. 28.05					

Anexo 6. Datos de la altura de planta de los tratamientos en estudio

Nº observac.	Tratamiento	Bloques	Rendimiento
1	T1	B1	4.468
2	T1	B2	9.553
3	T1	B3	7.080
4	T2	B1	15.966
5	T2	B2	11.728
6	T2	B3	10.318
7	T3	B1	13.248
8	T3	B2	13.160
9	T3	B3	21.934
10	T4	B1	11.460
11	T4	B2	12.925
12	T4	B3	20.013
13	T5	B1	24.719
14	T5	B2	11.216
15	T5	B3	11.090

Anexo 7. Datos del número de macollos de los tratamientos en estudio

Nº observac.	Tratamiento	Bloques	Rendimiento
1	T1	B1	19.33
2	T1	B2	17.67
3	T1	B3	13.33
4	T2	B1	19.33
5	T2	B2	17.33
6	T2	B3	17.00
7	T3	B1	22.00
8	T3	B2	18.67
9	T3	B3	16.67
10	T4	B1	13.33
11	T4	B2	27.33
12	T4	B3	25.67
13	T5	B1	31.33
14	T5	B2	15.33
15	T5	B3	16.67

Anexo 8. Datos de la relación hoja tallo de los tratamientos en estudio

Nº observac.	Tratamiento	Bloques	Rendimiento
1	T1	B1	0.76
2	T1	B2	1.08
3	T1	B3	0.77
4	T2	B1	1.554
5	T2	B2	0.75
6	T2	B3	2.57
7	T3	B1	1.34
8	T3	B2	1.16
9	T3	B3	1.54
10	T4	B1	1.09
11	T4	B2	0.98
12	T4	B3	1.56
13	T5	B1	1.93
14	T5	B2	1.08
15	T5	B3	1.33

Anexo 9. Datos de la materia verde de los tratamientos en estudio

Nº observac.	Tratamiento	Bloques	Rendimiento
1	T1	B1	4.468
2	T1	B2	9.553
3	T1	B3	7.080
4	T2	B1	15.996
5	T2	B2	11.728
6	T2	B3	10.318
7	T3	B1	21.934
8	T3	B2	13.248
9	T3	B3	20.013
10	T4	B1	12.980
11	T4	B2	12.925
12	T4	B3	20.013
13	T5	B1	24.719
14	T5	B2	11.216
15	T5	B3	11.090

Anexo 10. Costos de producción

Componente	Unidad	Cantidad	c/u (S/.)	Sub Total (S/.)	TOTAL (S/.)	
<u>Costos fijos</u>						
Análisis de suelo		1	60.00(4)	15.00		
Cal agrícola	kg	1	25.00	25.00		
Deshierbo	jornal	0.75	28.00	21.00		
Encalado	jornal	0.5	28.00	14.00		
Renovación de surcos	jornal	0.75	28.00	21.00		
Siembra de semilla vegetal	jornal	1	14.00	14.00		
1er deshierbo	jornal	0.75	28.00	21.00		
2do deshierbo	jornal	0.75	28.00	21.00		
1er abonamiento	jornal	0.5	14.00	7.00		
2do abonamiento	jornal	0.5	14.00	7.00		
Mantenimiento de zanjás	jornal	0.75	28.00	21.00		
Cosecha	jornal	0.75	28.00	21.00		
TOTAL FIJO/Parcel				208.00		
Costo/repetición (12 m <sup>2</sup> ) y 5 tra				13.86	13.86	
Costo total/m <sup>2</sup>					1.15	
<u>Costos variables para c/t</u>						
Fertilizantes NPK	T2	kg	1.124	3.00	3.372/rep.	0.093
Fertilizantes NPK	T3	kg	1.230	3.00	3.690/rep.	0.103
Fertilizantes NPK	T4	kg	1.331	3.00	3.992/rep.	0.110
Fertilizantes NPK	T5	kg	1.434	3.00	4.302/rep.	0.120
Total costos variables/rep.					15.347	
Total costos variables/m <sup>2</sup>						0.326

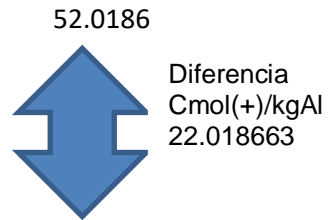
Anexo 11. Encalado de la parcela experimental

	SUELO	
FÍSICA	Textura	
BIOLÓGICA	M.O	
	Ca	1.92
	Mg	0.38
	K	0
QUÍMICA	Na	0
	Al	3.35
	H	0.79
	CIC	6.44

$$\% \text{ Bases cambiabile} = \frac{(Ca+Mg)*100}{CIC} = 35.7143$$

$$\% \text{ Acidez cambiabile} = \frac{(Al+H)*100}{CIC} = 64.2857$$

$$\% \text{ Saturación de Al} = \frac{(Al)*100}{CIC} = 52.01863$$



Tolerancia de saturación de Al para el cultivo 30

$$(Al) = \frac{\% \text{ Saturacion de Al} * CIC}{100} = 1.418 \text{ cmol (+)/kgAl}$$

LEY para bajar 1 cmol (+) de Al                    1      →    1.5  
Se necesita 1.5 cmol de Ca                    1.418   →    x = 2.1127 mol de Ca

Conversión de 1 cmol de Ca a gr de Ca

$$1 \text{ cmol de Ca} \frac{40}{2*100} = 0.2 \text{ grCa}$$

$$\begin{array}{l} 1.0 \text{ cmol de Ca} \quad \longrightarrow \quad 0.2 \text{ grCa} \\ 2.127 \text{ cmol de Ca} \quad \longrightarrow \quad X \quad = 0.4254 \text{ gr en 1kg suelo} \end{array}$$

Peso de suelo/ha	2800		
Densidad aparente	1.4	→	0.4254 TM Ca en → 1000 TM de suelo
Área	10000		X → 2800 TM de suelo
Profundad	0.2		



Expresando en materia encalante  
 Peso molecular del ancalante                    100  
 Peso atómico de Ca en el peso  
 Atómico del encalante                                    40

CANTIDAD DE MATERIAL ENCALANTE

2,9778 TM de encalante/ha  
 2977.8 kg de encalante /ha

Fuente: elaboración propia.

Anexo 12. Cálculos de los niveles de fertilización en función a la demanda de nutrientes del King grass y aporte del suelo.

Toneladas de materia seca	Demanda de nutrientes del King grass (NP <sub>2</sub> O <sub>5</sub> K <sub>2</sub> O)			Aporte del suelo kg/ha (NP <sub>2</sub> O <sub>5</sub> K <sub>2</sub> )			Niveles de fertilización kg/ha (NP <sub>2</sub> O <sub>5</sub> K <sub>2</sub> O)		
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Para la producción de 13 TM	240.5	39	299	36.288	16.15824	39.752	204.212	22.84176	259.248
Para la producción de 14 TM	259	42	322	36.288	16.15824	39.752	222.712	25.84176	282.248
Para la producción de 15 TM	277.5	45	345	36.288	16.15824	39.752	241.212	28.84176	305.248
Para la producción de 16 TM	296	48	368	36.288	16.15824	39.752	259.712	31.84176	328.248

Fuente: Elaboración propia

Anexo 13. Análisis de suelo realizado al inicio del trabajo de investigación

CODIGO	USUARIO	ANÁLISIS MECÁNICO				Ph 1:1	M.O %	N %	P ppm
		ARENA %	ARCILL A %	LIMO %	TEXTURA				
M2190	González Aliaga, Tony	59.96	13.76	29.28	Franco arenoso	5.40	2.40	0.11	6.30

K <sub>2</sub> O kg/ha	CIC	CAMBIABLES Cmol(+)/kg						CICe	Bas camb %	Ac camb %	Sat Al %
		Ca	Mg	K	Na	Al	H				
99.38	-	1.92	0.38	-	-	3.35	0.79	6.44	35.77	64.23	52.00

kg de N disponible/ ha = 36.288

kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> disponible/1ha = 16.15824

kg de K<sub>2</sub>O disponible/ha = 39.752

Fuente: Elaboración propia

Anexo 14. Disponibilidad del nitrógeno, fósforo y potasio

NITRÓGENO		FÓSFORO	POTASIO
W suelo	2800000	$X P_2O_5 = p \text{ PMM}^* 2.29$	Coefficiente de disponibilidad del K 0.4
Coefficiente mineralización de N	0.03		
Coefficiente de disponibilidad	0.40	% de disponibilidad del fósforo (P) = 0.4	K disponible = $K_2 = *$ coeficiente de
% de N en la M.O.	0.45		disponibilidad del K
<hr/>			
% MO	100 kg de suelo		
X	W suelo	$X P_2O_5 = 14.427 \times W \text{ suelo} = 40.3956$	K disponible 39.752 kg de $K_2O$ disponible
X = 67200 este se multiplica por el % del N en la M.O. = 3024		Este a su vez se multiplica por el % de disponibilidad del P = 16.15824 kg de $P_2O_5$ disponible	
Luego se multiplica por el (C.M.) = 90.72			
Luego se multiplica por el (C.D.) = 36.288			

Fuente: Elaboración propia

Anexo 15. Vistas fotográficas TRABAJOS PRELIMINARES



Anexo 16. Listo para cosechar



Anexo 17. Realizando el peso de hojas y tallos para hallar la RHT



