

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS



PRODUCCIÓN DE BIOMASA COSECHABLE Y VALOR NUTRITIVO DEL SUGAR
CAMERUN (*Pennisetum purpureum*), EN EL DISTRITO DE SUCRE, PROVINCIA DE
CELENDÍN.

T E S I S

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AGRÓNOMO

PRESENTADO POR EL BACHILLER:

Carlos Alexander Tafur Culqui

Asesores:

Dr. Segundo Berardo Escalante Zumaeta

Ph. D. Luis Vallejos Fernández

MCs. Carlos Amorós Delgado.

CAJAMARCA-PERÚ

2015

DEDICATORIA

Dios es nuestro refugio y nuestra fortaleza

Una ayuda presente ante los problemas

A José Culqui Murrugarra.

El amor no es mirarse el uno al otro

Si no mirar los dos en la misma
dirección

A Julia Garrido Escalante

EL AUTOR

AGRADECIMIENTO

A Dios, por darme la vida y permitirme ser de utilidad a mis familiares, amigos y mi comunidad.

A los Médicos Veterinarios: Luis Vallejos Fernández, Carlos Amorós Delgado, quienes como asesores colaboraron invaluablemente con el desarrollo del presente trabajo de investigación

Al Dr. Segundo Berardo Escalante Zumaeta, por su apoyo incondicional durante mi carrera profesional.

A mi Esposa e Hijos, por su presencia, motivo de superación.

EL AUTOR

INDICE

CONTENIDO	PAGINA
RESUMEN	i
ABSTRACT	ii
Capitulo I. Introducción	1.
Capítulo II. Revisión de Literatura	3.
2.1. Las gramíneas importancia y morfología	3.
2.2. El Sugar Camerún: Taxonomía, origen y características botánicas	5.
2.3. Características agronómicas	7.
2.3.1. Métodos de siembra	9.
2.4. Fertilización del pasto	10.
2.5. Valor nutritivo del pasto	10.
2.6. Producción y rendimiento de la pastura	11.
2.7. Movilización de reservas orgánicas/nitrogenadas en plantas	14.
Capítulo III. Materiales y métodos	15.
3.1. Localización geográfica	15.
3.2. Análisis físico químico del suelo	15.
3.3. Agua	16.
3.4. Materiales y equipos	16.
3.4.1. Material biológico	16.
3.4.2. Fertilizantes	16.
3.5. Densidad de siembra	17.
3.5.1. Equipo	17.
3.5.2. Herramientas	17.
3.5.3. Otros materiales	17.
3.5.4. Material y equipo de escritorio	17.
3.5.5. Reactivos	17.
3.6. Tratamientos en estudio	17.
6.6.1. Parámetros Evaluados	19.
3.7. Características del campo experimental	19.
3.8. Diseño experimental	19.

3.9. Metodología	20.
3.9.1. Preparación del suelo	20.
3.9.2. Establecimiento de la pastura	20.
3.9.3. Fórmula de fertilización	20.
A. Fertilización.	20.
B. Siembra	21.
C. Deshierbo y riesgos	21.
D. Cosecha	21.
E. Observaciones Registradas	21.
Altura de planta	21.
Producción de biomasa cosechable o forraje verde (F.V)	21.
Composición química.	22.
Capítulo IV. Resultados y discusiones	24.
1. Biomasa aprovechable (Forraje verde)	24.
2. Contenido de Proteína, Materia Seca y Fibra	26.
a) Proteína Cruda	26.
b) Materia seca	28.
c) Fibra cruda	30.
3. Tasa de crecimiento	31.
4. Altura de planta	36.
Capítulo V. Conclusiones y recomendaciones	39.
Capítulo VI. Resumen	40.
Capítulo VII. Bibliografía	42.

RESUMEN

Con el objetivo de determinar la biomasa aprovechable, composición química y tasa de crecimiento del pasto Sugar Camerún (*Pennisetum purpureum*) se realizó un experimento en un suelo pardo grisáceo, en la localidad del El Común del Instituto Superior Tecnológico “Alfredo José María Rocha Zegarra”, del distrito de Sucre, provincia de Celendín, Región de Cajamarca. El suelo se preparó con laboreo mínimo, y se empleó una distancia de plantación de 1,00 m de camellón a camellón. La edad de la semilla utilizada fue de 90 a 120 días y la profundidad de siembra, de 10 - 15 cm con la colocación de esquejes a chorro continuo, los mismos que tienen 50 cm de largo, con la presencia de tres a cuatro yemas

El estudio se realizó desde junio a noviembre de 2004, en condiciones de secano y con una dosis fertilización de acuerdo al análisis de suelos recomendados por el laboratorio (100 – 85 - 50). El diseño fue de bloques al azar, con tres réplicas. Los tratamientos estudiados fueron edad corte a los 30, 60, 90, 120, 150, 180 días.

La mayor cantidad de biomasa verde se obtiene en T6 a los 180 días (64.00 Tm ha⁻¹), seguido de T5 a los 150 días (19.50 Tm ha⁻¹).

Los mayores valores de porcentaje de Materia Seca en la planta entera se obtuvo a los 180 días después del corte T6 (27.80 %).

El mayor contenido de proteína cruda se obtuvo a los 90 días (T3, 19.67%), los menores contenidos de proteína cruda los presentó a los 150 días (15,71 %) y 180 días (T6, 14.20 %) respectivamente. Por lo tanto es el periodo óptimo de corte para la mejor nutrición de los animales.

En relación a la fibra cruda el valor máximo se obtiene en T6, es decir a los 180 días con 37.00 %, seguido de T5 (34.05 %), T4 (28.49 %), T3 (27.76 %), T2 (26.60 %) y T1 (22.67 %).

Las tasas de crecimiento se determinaron en dos formas la primera en función del crecimiento diario y la segunda en función la producción diaria de materia seca. Para la tasa de crecimiento

en cm día^{-1} es el T6 el que obtuvo la mayor tasa $1.203 \text{ cm día}^{-1}$, seguido por los tratamientos T3 (1.08 cm día^{-1}), T5 ($1.037 \text{ cm día}^{-1}$), T4 ($0.997 \text{ cm día}^{-1}$), T2 ($0.700 \text{ cm día}^{-1}$), T1 ($0.630 \text{ cm día}^{-1}$).

Para la tasa de crecimiento en $\text{Kg MS ha}^{-1} \text{ día}^{-1}$ es el T6 el que obtuvo la mayor tasa ($98.78 \text{ Kg MS ha}^{-1} \text{ día}^{-1}$), seguido de T5 ($79.63 \text{ Kg MS ha}^{-1} \text{ día}^{-1}$), T4, ($55.89 \text{ Kg MS ha}^{-1} \text{ día}^{-1}$), T3 ($54.30 \text{ Kg MS ha}^{-1} \text{ día}^{-1}$), T2 ($11.04 \text{ Kg MS ha}^{-1} \text{ día}^{-1}$), T1 ($01.83 \text{ Kg MS ha}^{-1} \text{ día}^{-1}$)

Palabras clave: biomasa aprovechable, composición química, tasa de crecimiento, esqueje, yemas, diseño bloque al azar, materia seca, proteína cruda, fibra cruda, tasa de crecimiento,

ABSTRACT

To determine the exploitable biomass, chemical composition and growth rate of Cameroon Sugar grass (*Pennisetum purpureum*) an experiment was conducted in a grayish brown soil in the "José Maria Rocha Alfredo Zegarra" Technological Institute, Sucre district, province of Celendin, Cajamarca. The soil was prepared with minimum tillage, and planting distance of 1.00 m between rows to median was used. The age of the seed used was 90 to 120 days and the planting depth of 10-15 cm with the placement of cuttings in a continuous stream, the same who are 50 cm long, with the presence three to four buds.

The study was conducted from June to November 2004, under dry conditions and a dose fertilization according to soil analysis recommended by the laboratory (100-85 - 50). The design was randomized blocks, with three replicates. The treatments were cut at 30, 60, 90, 120, 150, 180 days.

Most green biomass is obtained in T6 180 days (64.00 tons ha⁻¹), followed by T5 at 150 days (19.50 tons ha⁻¹).

The highest values of dry matter percentage of the whole plant was obtained 180 days after cutting T6 (27.80%).

The highest content of crude protein was obtained at 90 days (T3, 19.67%), lower crude protein contents presented them at 150 days (15.71%) and 180 days (T6, 14.20%) respectively. Therefore it is the optimal cutting period for better nutrition of animals.

Regarding crude fiber the maximum value is obtained in T6, ie 180 days with 37.00%, followed by T5 (34.05%), T4 (28.49%), T3 (27.76%), T2 (26.60%) and T1 (22.67%).

Growth rates were determined in two ways depending on the first and second daily growth based daily production of dry matter. For the growth rate in cm dia⁻¹ is the T6 which had the highest rate 1.203 cm day⁻¹, followed by T3 (1.08 cm day⁻¹), T5 (1.037 cm day⁻¹), T4 treatments (0.997 cm day⁻¹), T2 (0.700 cm day⁻¹), T1 (0.630 cm day⁻¹).

For the growth rate in kg DM ha⁻¹ day⁻¹ is the T6 which had the highest rate (98.78 kg DM ha⁻¹ day⁻¹), followed by T5 (79.63 kg DM ha⁻¹ day⁻¹) T4 (55.89 Kg DM.ha⁻¹ day⁻¹), T3 (54.30 kg DM ha⁻¹ day⁻¹), T2 (11.04 kg DM ha⁻¹ day⁻¹), T1 (01.83 kg DM ha⁻¹ day⁻¹).

Keywords: exploitable biomass, chemical composition, growth rate, cuttings, buds, block randomized design, dry matter, crude protein, crude fiber, growth rate.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

La producción de pastos, siempre será de gran importancia para la industria agropecuaria, ya que este es el principal y más económico medio de alimentación animal. Debido a su gran contenido de nutrientes, los pastos, como insumo alimenticio representan el 70 % de la producción, el 20 % corresponde al valor genético y el 10 % a la sanidad del animal. Esta es la razón por la cual, el cultivo de pastos es de vital importancia.

Un alto porcentaje de la superficie dedicada a la producción de pastos corresponde a pradera natural, la superficie del país cubierta por pastos naturales llega a cerca de 19,6 millones de ha (15 % de la superficie nacional), distribuidas en la Costa (3,3 %), en la Sierra (94,5 %) y en la Selva (2,2 %). lo cual puede ser una de las causas para que en el Perú no se produzca forraje y semilla ni en calidad ni cantidad suficiente, trayendo como consecuencia, la importación de semilla extraña a las condiciones de nuestros ecosistemas, encareciendo notablemente los costos de producción.

Los herbívoros como componentes de la cadena trófica demandan de un suministro oportuno y constante de agua y pastura, sin embargo la mayor parte del territorio nacional, es deficitario en producción forrajera, pues gran parte de las zonas de producción son afectados por sequías que se alargan por un período de siete meses o durante todo el año, época en las cuales las plantas forrajeras disminuyen su calidad alimenticia, por lo tanto resulta importante investigar el comportamiento de especies forrajeras que en otras latitudes son calificadas como resistentes a las deficiencias de agua y climas adversos. Dentro de estas especies el Sugar Camerún (*Pennisetum purpureum*), por su requerimientos culturales y climáticos tiene grandes probabilidades de uso en la sierra peruana principalmente a través de prácticas de instalación, ampliación y mejoramiento, por ser una especie forrajera resistente a la sequia, a las bajas y altas temperaturas, así como por no ser exigente en agua. Además de ello, su conservación es determinante, ya que hace factible preservar la calidad de la planta que se da

durante épocas de altas producciones permitiendo así el equilibrio de la alimentación durante todo el año. En este contexto, la presente investigación, constituye un medio de validación de las bondades de esta gramínea bajo condiciones de sierra, a fin de proponer, en el mediano plazo, nuevas alternativas para contribuir a elevar la productividad pecuaria en la sierra del país, y se inicia con el **objetivo** de determinar la biomasa aprovechable, composición química y tasa de crecimiento del Sugar Camerún (*Pennisetum purpureum*) en el distrito de Sucre, Provincia de Celendín, Región de Cajamarca.

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Las gramíneas importancia y morfología.

Hitchcock (1995), manifiesta que las gramíneas (Rye Grass, también conocidas como ballicas, el Dactylis, la Festuca, el Bromus y el Phalaris), son la principal fuente de alimento en campos de pastoreo, en conjuntos están agrupadas en unos 600 géneros, con casi 5000 especies. De ellas 150 géneros aproximadamente tienen un área geográfica más extensa que cualquier otra familia de fanerógamas. Las familias de las gramíneas comprenden el 75 % de las plantas forrajeras cultivadas y todas las cosechas de cereales.

Chase (1998) expone que las gramíneas pueden ser anuales o perennes, herbáceas, monocotiledóneas, sus órganos básicos son los tallos, las raíces y las hojas. Las inflorescencias y los frutos son modificaciones de tallos y hojas, el eje principal del tallo y la raíz del embrión lleva miembros laterales, llamados cotiledones u hojas de la semilla.

Las hojas nacen sobre el tallo alternadamente en dos filas, una en cada nudo; la hoja consta de la vaina, el limbo y la lígula; la vaina rodea al tallo por encima del nudo los bordes de la vaina suelen recubrirse abiertos, aunque algunas veces están soldados (cerrados) en un cilindro en parte o en la totalidad de la distancia al limbo. Los limbos tienen nervaduras paralelas, y son típicamente planos, estrechos y sentados, algunas gramíneas tienen aurículas es decir apéndices en forma de oreja que se proyectan desde el borde de la hoja en la unión de la vaina y el limbo. La lígula es el apéndice que se adhiere al tallo donde se une la vaina y el limbo, la lígula puede ser una membrana, una banda de pelos o un anillo duro. El cuello es la región de la vaina y el limbo (**Sierra, 2005**).

El tallo está dividido en nudos y entre nudos. El entrenudo puede ser hueco con médula o sólido. El nudo siempre es sólido la conexión vascular de las hojas con el tallo está en el nudo. Las yemas laterales se forman en las axilas de las hojas, y dar lugar a ramificaciones vegetativas (chupones) o brotes florales. Muchas gramíneas tienen además de los tallos verticales o cañas, tallos subterráneos horizontales llamados rizomas, un órgano vegetativo invernal de características perennes. A diferencia de éstos, los tallos rastreros que crecen sobre la superficie del terreno se llaman estolones, estos se asemejan más a los tallos que a los rizomas porque están sobre el terreno y producen hojas que se desarrollan y funcionan normalmente. Ciertas gramíneas poseen entrenudos inferiores engrosados en los que se acumulan reservas y que producen nuevos brotes, los que permiten que las plantas se perpetúen durante el invierno o estación de vida latente.

Las gramíneas tienen sistemas radiculares fibrosos o fasciculados. La raíz primaria puede persistir únicamente durante un corto período, pues pasada la germinación, en los nudos inferiores del tallo joven, nace pronto un sistema de raíces secundarias, que forman la mayor parte del sistema permanente. En ocasiones se forman raíces secundarias en los nudos inmediatos a la superficie del terreno.

La unidad de la inflorescencia es la espiguilla.

Hay diversos tipos de inflorescencia, la inflorescencia más sencilla es el racimo, caso en el que las espiguillas se encuentran en un eje no ramificado, otros tipos de inflorescencia son la espiga y la panícula. La espiga se diferencia del racimo en que tiene las espiguillas sentadas, contrariamente en la panícula las espiguillas son pedunculadas. La panícula puede ser abierta, difusa o cerrada. El eje de la espiguilla es el raquis. En la base de la espiguilla se encuentran situadas dos glumas o brácteas, a los lados opuestos del raquis.

Las gramíneas suelen tener flores completas, dentro de las espiguillas.

Debajo de cada flor hay dos brácteas. La más grande o externa es la lemna.

El número de estambres varía de uno a varios, pero la cantidad común es de tres.

El pistilo es único y tiene un ovario unilocular con un óvulo. Generalmente hay dos estilos, cada uno con un estigma plumoso.

La mayor parte de las gramíneas florea todos los años. Sin embargo algunas gramíneas perennes que se extienden por medio de rizomas pueden llegar a cubrir varias aéreas sin florecer.

El fruto de las gramíneas suele ser un grano o cariósipide. La semilla única se desarrolla rápidamente sobre la pared del ovario, formando un grano que parece una semilla. El pericarpio es la pared del ovario. La cariósipide puede crecer notablemente durante la maduración y exceder la longitud de las glumas de la lemna y la pálea. El pericarpio se adhiere fuertemente a la semilla y parece un tegumento. Sin embargo, el tegumento de la semilla (testa), es una estructura ovular, mientras que el pericarpio es la pared del ovario modificada. El pericarpio protege a la semilla contra las pérdidas de la humedad, los ataques de parásitos y los daños de los insecticidas y fungicidas. El embrión (germen), se encuentra en el lado de la cariósipide próximo a la lemna, puede verse fácilmente como una depresión del óvulo. La radícula origina al sistema radicular primario que sirve para anclar a la plántula y absorber agua.

2.2. El Sugar Camerún: Taxonomía, origen y características botánicas.

Según McVaugh, (1983) la sistemática para esta gramínea es:

Nombres Vulgares: *Caña de azúcar forrajera, caña de uva, caña japonesa, pasto panamá.*

Sistemática:

Reino: *Plantae*
División: *Magnoliophyta*
Clase: *Liliopsida*
Orden: *Poales*
Familia: *Poaceae*
Subfamilia: *Panicoideae*
Tribu: *Paniceae*

Género: *Pennisetum*
Especie: *purpureum* SCHUMACH

El pasto Sugar Camerún tiene su área de origen en el continente africano tropical. (McVaugh, 1983).

Su principal característica es que posee originalmente en su componente genético un gen recesivo que le da una coloración púrpura, de donde obtiene su segundo nombre (*purpureum*), en la clasificación de la respectiva especie (Ibarra y León, 2001).

Clavero (1994) la describe como una planta perenne que produce pastizal abierto en forma de macollos, de tallos erectos, recubiertos por las vainas de las hojas en forma parcial o total. Las hojas son lanceoladas y pueden alcanzar una longitud de un metro, variando su ancho entre 3 y 5 centímetros. La inflorescencia es una espiga con abundante grano, los cuales se ubican en los ápices de los tallos y es sostenida por un largo pedúnculo pubescente.

Los tallos contienen hasta 20 entrenudos de hasta 3 cm de diámetro. Las hojas son largas, de 30 a 120 cm de longitud y 1 a 5 cm de ancho con una vena media muy pronunciada. Los tallos se caracterizan por tener un crecimiento erecto desde la base alcanzando una altura promedio de 1,8 a 2 metros en su madurez fisiológica (edad a la que se registra su mayor tasa de crecimiento), desarrollando tallos y hojas delgados, más largas las hojas que los tallos. La altura varía durante el período de invierno de 1,67 metros a los 60 días después del corte; en plantaciones más viejas se han encontrado alturas superiores a los 4,5 metros (Bogdan, 1977).

La panícula es dorada, de forma cilíndrica, compuesta de espiguillas aisladas o reunidas en grupos de 2 a 7 (Rodríguez-Carrasquel et al 1983).

Ibarra y León (2001) obtuvieron resultados similares, 4,3 metros, a los 63 días de crecimiento y concluyeron que a esta edad, el pasto elefante muestra los mejores índices de producción forrajera y valor nutritivo.

Debido a su gen recesivo que le transmite coloración púrpura, y a su gen dominante que le transmite una coloración verde, puede presentar colores que van desde un verde amarilloso, pasando por un verde intenso, o un verde oscuro, sólidos o con vetas moradas, o predominantemente púrpura (Ibarra y León 2001).

Su madurez de cosecha = (Edad a la que alcanza su floración), fructificación o semillamiento) se da dependiendo la región y época del año entre el día 50 y 70 después de la cosecha anterior, momento en el que produce su inflorescencia.

Su punto verde óptimo = (Edad en la que debe ser cosechado el pasto) se da dependiendo de la región y época del año entre el día 45 y 60 después de la cosecha anterior.

Su producción por unidad de área de cultivo o rendimiento de cosecha está determinada en un rango que varía según la región y época del año entre 60 y 90 toneladas de pasto fresco por hectárea

www.engormix.com/Colombia, Martes 19 de Agosto de 2008. En zonas altas el corte se puede realizar cada 120 días, pero en zonas bajas cada 45 días. Los pastos de corte para las regiones de trópico se comercializan en Colombia popularmente e indiscriminadamente con los siguientes nombres: Elefante, Sorgo o Mijo, Mijo Perla, Pampa Verde, Indú o Camerún, King grass, Imperial, Morado, Taiwan, Hawaii, Gramalote, Maralfalfa, Brasil o brasilero y Cuba 22, entre otros.

En un estudio realizado en la Universidad Nacional de Cajamarca por los investigadores Fernández et al, (2008) llegaron a la conclusión de que el rendimiento forrajero varía de 2,98 a 5,15 kg / planta equivalente a 89,6 y 103 TM x ha⁻¹ fertilizado con abono orgánico y 2,94 y 6,22 kg / planta, equivalente a 58,8 y 124 TM x ha⁻¹ cuando se utiliza fosfato diamónico respectivamente. Para altura de planta estos investigadores concluye que obtuvieron de 142 a 219 cm cuando es fertilizada con abono orgánico y 152 a 218 cuando es fertilizado por única vez con fosfato diamónico.

2.3. Características agronómicas.

McVaugh, 1983 manifiesta que el Sugar Camerún es un pasto de corte, cuyo crecimiento se ve favorecido por un clima cálido, entre el nivel del mar, y 1,700

m.s.n.m, con precipitaciones de 1000 a 4500 mm al año. Se da mejor en suelos fértiles aunque se adapta a suelos de baja fertilidad y tolera suelos ácidos y sequía pero no a los encharcamientos, después de ser propagado por material vegetativo, las plantas son atacadas por gusanos alambre (*Agriotes lineatus*), gusanos blancos(*Anoxia villosa*), gusanos grises(*Agriotes segetum*), gusano cañero(*Diatraea saccharalis*) y enfermedades como candelilla (*Phitoptora infestans*), roya (*Puccinia sorghi*), mancha purpura (*Helminthosporium sacchari*).

El Pasto Sugar Camerún crece mejor en regiones cálidas (30 – 35 °C), temperaturas por debajo de 10 °C detienen el desarrollo, entre 0 y 1.700 m.s.n.m. Las heladas matan las hojas y los tallos aéreos pero, a menos que se hielen, los órganos subterráneos permanecen intactos (**Bogdan, 1977**).

El Sugar Camerún es una especie de polinización cruzada, se propaga vegetativamente, usando el tallo maduro entero o cortado. El estado de madurez (dureza) del material de plantación (tallos) es un factor importante que determina el éxito del establecimiento (Sollenberger et al, 1988). En general, los tallos más maduros o la porción inferior del tallo resultan en mayores porcentajes de emergencia de brotes y mayor velocidad de implantación que si se utilizaran tallos más jóvenes o inmaduros.

Es una especie bien reconocida por su tolerancia a la sequía y sobrevive el invierno si los órganos subterráneos no se congelan. En condiciones de pastoreo rotativo, persiste adecuadamente si se pastorea cada 4 a 6 semanas con altura de foliación de 35 a 45 cm. Sin embargo, esta forrajera no persiste en condiciones de pastoreo continuo y defoliación intensa, práctica comúnmente observada en gramíneas perennes como pasto bermuda (*Cynodon dactylon*). Bajo régimen de corte (para silo o alimentación a corral), el cultivar presenta muy buena persistencia y es productivo por mucho tiempo con defoliaciones de 15 a 20 cm de altura, siempre que los intervalos de corte sean de 9 semanas o mayores (Chaparro, 1987).

Su habilidad para persistir bajo regímenes de defoliaciones intensas se debe a la gran masa de raíz que presenta. Bajo condiciones de defoliaciones cada 12 semanas y altura de corte superiores a 35 cm, la materia seca en la raíz alcanza valores de hasta un tercio

del total de la biomasa aérea acumulada durante una estación de crecimiento (Chaparro, 1987).

2.3.1. Métodos de siembra

I. Siembra inclinada

Una vez preparado el terreno y cortada la semilla vegetativa en trozos que tengan por lo menos tres yemas, se entierran las estacas o trozos en forma inclinada, dejando una yema afuera y separadas 50 x 50 cm (Arronis, 2006).

II. Siembra en surcos

Después de rastreado el terreno, es recomendable darle un pase con un rastrillo, no muy profundo (15 a 25 cm), y con una separación de 80 a 100 cm entre sí.

Luego se procede a extender los tallos en forma continua en el fondo del surco, procurando que se crucen el ápice de uno con la base del siguiente, posteriormente con un machete se cortan los tallos en trozos que contengan de 3 a 4 yemas, por último se tapa la semilla con una capa de tierra no mayor de 4 a 5 cm (Arronis, 2006)

De estos dos métodos, el segundo es el más utilizado y el que da mejores resultados, el primero se recomienda en terrenos no mecanizables. Para la siembra de una hectárea de Sugar Camerún se necesitan de 2000 a 2500 kg.ha⁻¹ de estacas. Y éstas a su vez producen material de propagación para 20 a 30 hectáreas, dependiendo de la fertilidad del suelo y la edad del pasto. Bajo el sistema, los surcos se distancian 60 centímetros y dentro de ellos se siembran tallos de 90 a 120 días de edad, acostados dentro del surco. La cantidad de tallos depende si la semilla se distribuye traslapada o doble chorro, necesitándose entre 3,5 a 5,0 toneladas de tallos por hectárea; obtenibles de 750 ó 1000 metros cuadrados de semillero, respectivamente.

En el surco se pueden agregar semillas de leguminosas como kudzú (Ducca, et al., 2009)

Durante el desarrollo del cultivo, los problemas de malezas son mínimos. De aparecer se eliminan a través de corte o arranque manual, ó como último recurso con un control químico localizado (Ducca, et al., 2009)

2.4. Fertilización del pasto.

Ducca et al., (2009) recomiendan la aplicación de 4 sacos por hectárea de fertilizante 10-30-10 a la siembra o más convenientemente a 30 ó 45 días después. Para mantenimiento fertilizar con diferentes fuentes de nitrógeno (N), procurando un máximo aporte de hasta 200 kilogramos de nitrógeno por hectárea al año. Se recomienda la aplicación de potasio ya que es una planta muy extractora de este nutriente.

2.5. Valor nutritivo del pasto.

El Sugar camerún mantiene valores nutritivos más altos que los observados en la mayoría de las gramíneas de origen tropical. Si esta forrajera es defoliada cada 9 semanas y 22 cm de altura con 8.6 % Proteína Bruta (PB), el forraje cosechado es adecuado para satisfacer los requerimientos nutricionales de animales de alta producción, tales como animales en crecimiento (destetes y novillos), y vacas lecheras en producción **Sollenberger y Jones (1989) y Mott (1984)**. Valores de PB de 12,0 %, necesarios para vacas lecheras de alta producción (más de 15 l.día⁻¹), se pueden conseguir con cortes cada 6 semanas y 34 cm de altura de corte.

Araya Mora et al., (2005) han reportado los siguientes valores de la composición nutricional del *Pennisetum purpureum*:

Tabla 1. Contenido de Materia Seca y Proteína Pasto Sugar Camerún (*Pennisetum purpureum*) a diferentes edades de corte. Estación Experimental Alfredo Volio Mata. Tres Ríos, Cartago. 2003.

EDAD	MATERIA SECA (%)			MATERIA SECA (Kg)		PROTEÍNA CRUDA %		
	Días	hoja	tallo	planta entera	Kg.ha ⁻¹	Kg.ha ⁻¹ día ⁻¹	hoja	tallo
70	18,80	10,73	13,31	5,672	81.03	17,28	9,89	13,46
84	17,93	10,06	15,73	6,880	81.90	15,87	8,63	11,76
98	22,31	14,95	17,97	8,588	87.63	14,56	7,91	10,64
112	21,79	16,12	18,48	12,977	115.87	11,90	5,79	8,31
126	23,17	24,76	24,38	12,831	101.83	11,05	5,36	7,15
140	21,71	28,57	26,79	16,608	118.63	11,48	4,88	6,62

Los contenidos de materia seca aumentaron a medida que avanza la edad de corte y los contenidos de proteína disminuyen concluyendo que tienen una relación inversa.

2.6. Producción y rendimiento de la pastura.

En Costa Rica, la primera cosecha se practica tres meses después de la siembra, recomendándose cortes posteriores cada 65 a 70 días. Sin embargo el Sugar Camerún produce menos Materia Seca, por corte que otros pastos. Se reporta entre 4,9 y 6,9 toneladas de Materia Seca por hectárea al corte (Ducca et al., 2009).

La edad óptima para la cosecha, varía en función a la región y época del año entre el día 45 y 60 después de la cosecha anterior. Su producción por unidad de área de cultivo o rendimiento de cosecha está tasada en un rango que varía según la región y época del año entre 60 y 90 toneladas de pasto fresco por hectárea (Rojas Seng 2009). Vicente Chandler et al (1959) establecieron un récord mundial de producción de 84,800 kg MS / año, cuando el cultivo fue fertilizado con 897 kg de N / ha por año y cortado cada 90 días naturales en virtud de algunas precipitaciones 2 000 mm por año. Otros rendimientos se registraron 35,500 kg MS / ha por año durante tres años en Tobago

(Walmsley, Sargeant y Dookeran, 1978), 32,000 kg de materia seca y 3,400 kg de proteína cruda por hectárea y por año cuando se corta cada 56 días en el CIAT, Colombia (Moore y Bosquimano, 1978), 20,800 kg MS / ha por año en Nigeria (Adegbola, 1964) y 40,000 – 50,000 kg de materia verde por hectárea al corte cada 35 - 40 días a la Estación de Tulio Ospina, Colombia (Crowder , Chaverra y Lotero, 1970).

Clavero, 1996 manifiesta que la producción de biomasa aérea superó la producción de biomasa radicular a partir del día 28, manteniéndose así hasta el día 112. La curva de biomasa aérea presentó un comportamiento lineal hasta el día 42, cuando se observó un incremento acelerado hasta el día 56 al que le siguió un período de relativa estabilidad, el cual duró hasta el día 98 en que reinició violentamente la actividad radicular, tendencia que se mantuvo aun a los 112 días.

Tabla 2. Rendimiento de materia seca de la parte aérea y radicular

Días	Materia Seca (kg)		
	Total	Área	Radicular
0	0,00	0,00	0,00
14	0,13	0,05	0,08
28	0,20	0,10	0,10
42	0,30	0,15	0,15
56	0,53	0,18	0,35
70	0,54	0,19	0,35
84	0,55	0,20	0,35
98	0,51	0,21	0,30
112	1,24	0,62	0,62

Fuente: Clavero, T. 1996

Cardona M. G. et al (2002) reporta un valores de (34,40 y 38,92), para fibra cruda en pastos maduros, precisando para pasto elefante 38,92 % y para king grass 34,40 %.

Cerdas R. et al (2010) en un trabajo realizado en Cosa Rica reporta que la producción de biomasa seca presentó diferencias significativas entre las edades de corte: 30, 60 y 90 días en las dos localidades, siendo superior en Liberia que en Santa Cruz. Los valores de producción de biomasa seca encontrados en este ensayo son similares a los reportados por Turcios (2002) de 11,850 kg.ha⁻¹, superiores a los encontrados por González et al.

(2007) de 4,670 kg.ha⁻¹, pero inferiores a los de Faría et al. (2007) de 22,400 kg.ha⁻¹, en pasto Camerún.

Tabla 02a. Producción de biomasa seca del pasto Camerún en Liberia y Santa Cruz

Efecto	Liberia	Santa Cruz
Nitrógeno kg.ha⁻¹.año⁻¹	Biomasa Seca kg.ha⁻¹	
0	8,557 d	5,935 d
150	11,485 c	9,838 c
300	12,725 b	12,291 b
450	13,723 a	14,434 a
Edad, días		
30	8,855 c	5,036 c
60	11,297 b	10,326 b
90	14,715 a	16,512 a

Guanacaste, Costa Rica, 2009, a, b, c, d muestran diferencias significativas $p \leq 0,05$ LSD Fisher

García, L. M. et al. (2014). evaluaron el comportamiento productivo de cuatro cultivares de *Pennisetum purpureum* (king-grass, Cuba CT-169, Cuba CT-115 y taiwán morado). La mayor altura en el primer año se alcanzó en el período mayo – julio, y en el segundo, en julio – setiembre. La frecuencia de corte fue de 60 días en el período lluvioso (PLI) y de 90 días en el poco lluvioso (PPLI). Todos los cortes cinco al año (dos en el PPLI y tres en el PLI) se hicieron a nivel del suelo. Los resultados se presentan en la tabla 02 b.

Tabla 02b. Atura de planta de pasto morado

LLUVIAS	PERÍODO	ALTURA CM	DÍAS	CM/DÍA
poco lluvioso	noviembre – febrero	140	90	1.56
poco lluvioso	febrero – mayo	70	90	0.78
lluvioso	mayo – julio	180	60	3.00
lluvioso	julio – setiembre	120	60	2.00
poco lluvioso	setiembre – noviembre	118	90	1.31

2.7. Movilización de reservas orgánicas/nitrogenadas en plantas

Las reservas orgánicas nitrogenadas (RON) en trébol rosado dependen de la época del año, del sistema de corte empleado y de la interacción de ambos. Cortes a mediados de primavera causan consumo de RON, pero la re acumulación es rápida; cortes en pleno verano provocan fuerte consumo de estas reservas y el re-almacenamiento es lento. Al iniciarse la primavera y en pleno verano hay consumo de RON; entre fines de primavera, los primeros días del verano, fines de éste y comienzos del otoño ocurre re-acumulación de RON. Estas, expresadas en N total, fluctúan entre 1,63 % a 2,14 %. La acumulación de RON es mayor en plantas no cosechadas (Azocar, 1974).

La velocidad de recuperación de plantas forrajeras pastoreadas o cortadas está influenciada por los productos energéticos almacenados, los cuales son convertidos rápidamente para la respiración y los procesos de crecimiento. Varios tipos de azúcares (almidón, fructosanos) y otros hidratos de carbono son almacenados en las raíces y base de los tallos. Estos glúcidos se almacenan cuando la fotosíntesis sobrepasa a la respiración, lo que se da con Índice de Área Foliar (IAF) relativamente altos. Después de una defoliación intensa, la respiración sobrepasa a la fotosíntesis. Entonces las plantas emplean hidratos de carbono de reserva para su crecimiento.

En las gramíneas, los hidratos de carbono de reserva se encuentran principalmente en la base del pseudotallo. Se ha encontrado que macollos nuevos no cortados de una gramínea traslocan durante los primeros días posteriores a la defoliación los hidratos de carbono que van elaborando por fotosíntesis a los macollos cortados. Por lo tanto, el nivel de reservas sería secundario. Sin embargo, macollos más viejos aparentemente solo transfieren reservas a las raíces (Beguet y Bavera, 2001)

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA.

La presente investigación se llevó a cabo en el distrito de Sucre, Provincia de Celendín, ubicado a la altura del Km 10, de la carretera Celendín – Sucre; con una altitud de 2600 m y cuyas coordenadas geográficas son: 6°30” de latitud Sur y 78°00” de longitud Oeste. Sucre se ubica a una altitud de 2600 m y dispone de una temperatura promedio anual de 14.7 °C, humedad relativa promedio de 60 %, precipitación anual de 915 mm / año con un clima templado seco.

La fase del trabajo experimental se desarrolló entre el 24 de mayo al 24 de noviembre del 2004, con un período de corte de 30 días, y un total de 6 cortes.

Tabla 3. Condiciones climáticas durante el desarrollo del experimento (junio – noviembre, 2004)

MESES	T° Máxima (°C)	T° Mínima (°C)	H°R° media mensual (%)	Precipitación total Mensual (mm)
Junio	18.9	6.6	74	0.0
Julio	18.6	8.4	77	20.5
Agosto	19.7	6.4	68	2.5
Setiembre	20.0	7.3	70	50.3
Octubre	20.1	10.9	79	94.4
Noviembre	19.3	10.5	80	225.4
promedios	19.4	8.4	74.6	65.5

Fuente: Datos Climatológicos de la Estación. Celendín del SENAMHI, 2004.

El terreno no presenta accidentes topográficos y tiene una pendiente de 1 al 3 %. Su vegetación está constituida principalmente por pastizales naturales y especies forestales como árboles de cipreses (*Cupressus sp.*)

3.2. ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DEL SUELO

Una vez delimitado el campo para el experimento, se tomaron muestras de suelo tomando en consideración cada bloque y siguiendo el protocolo del INIA, establecido

para el análisis del suelo agrícola. De las sub muestras de cada bloque se obtuvo una mezcla de suelo, donde se extrajo más o menos 1 Kg para el análisis respectivo. El análisis se realizó en el Laboratorio de Análisis de Suelos del Instituto Nacional de Investigación Agraria – Estación Experimental Baños del Inca (INIA).

Tabla 4. Análisis de suelos del fundo El Común

Fuente: Instituto Experimental Baños del Inca (Laboratorio de Suelos).

Parcela	P (ppm)	K (ppm)	pH	MO (%)	Arena	Limo	Arcilla	Clase textual	RECOMENDACIONES DE NUTRIENTES			
									Cultivo a sembrar : Sugar Camerún			
									Nutrientes	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
										Kg/ha	Kg/ha	Kg/ha
El común	6.68	325	6.5	4.12	24	14	62	Arcilloso				
									Mínimo	90	75	40
									Máximo	110	95	60

3.3. AGUA.

El agua es captada de la quebrada de la quintilla, donde se transporta a través de un canal de regadío en una cantidad aproximada de 100 litros / segundo, el turno de riego es de una vez por quincena.

3.4. MATERIALES Y EQUIPOS

3.4.1. Material biológico

Semilla vegetativa (estacas) de Sugar Camerún, cada estaca posee de 2 a 3 cm de diámetro con tres yemas / nudos y una longitud de 0.50 m.

3.4.2. Fertilizantes

Súper Fosfato Triple de Calcio.

Urea.

Cloruro de Potasio.

3.5. DENSIDAD DE SIEMBRA

La densidad de siembra fue de esquejes con cuatro yemas por metro cuadrado, los esquejes tuvieron una longitud de 0.50 m y se traslapaban entre estacas, por 1.0 m entre surcos 20,000 estacas / hectárea. De las cuales se obtuvieron 04 plantas por metro cuadro, es decir el 50 % del total de yemas disponibles.

3.5.1. Equipo : Balanza de precisión, estufa de secado constante, digestor Kjeldahl, extractor Soxhlet, equipo de destilación, mufla, buretas, pipetas, matraces.

3.5.2. Herramientas: picos, palanas, rastrillos, trinchas, barretas, lampas.

3.5.3. Otros materiales: combas, machete, carretilla, hoz, wincha, cordeles, rafia, estacas de madera, bolsas de polietileno y papel, letreros.

3.5.4. Material y equipo de escritorio: Libreta de campo, papel bond, ordenador PC, bolígrafo, programa SAS.

3.5.5. Reactivos:

Para las determinaciones bromatológicas (materia seca, proteínas, extracto etéreo, fibra cruda, cenizas, extracto nitrogenado):

Acido sulfúrico concentrado, acido bórico, Éter de petróleo, hidróxido de sodio, rojo de metilo, sulfato de potasio, sulfato de cobre.

3.6. TRATAMIENTOS EN ESTUDIO

Los tratamientos considerados fueron los días de corte tal como se muestra en la tabla 05, así mismo se precisa que la evaluación se hizo en un tratamiento recientemente instalado, es decir no ha llegado a la estabilización.

Tabla 5. Tratamientos en Estudio

N° Tratamiento.	Descripción
01	Cosecha de biomasa a los 30 días después del prendimiento
02	Cosecha de biomasa a los 60 días después del prendimiento
03	Cosecha de biomasa a los 90 días después del prendimiento
04	Cosecha de biomasa a los 120 días después del prendimiento
05	Cosecha de biomasa a los 150 días después del prendimiento
06	Cosecha de biomasa a los 180 días después del prendimiento

*Prendimiento: Condiciones ideales de temperatura, humedad, suelo, agua, en el favorecimiento de la formación radicular del esqueje.

DISTRIBUCIÓN DE PARCELAS

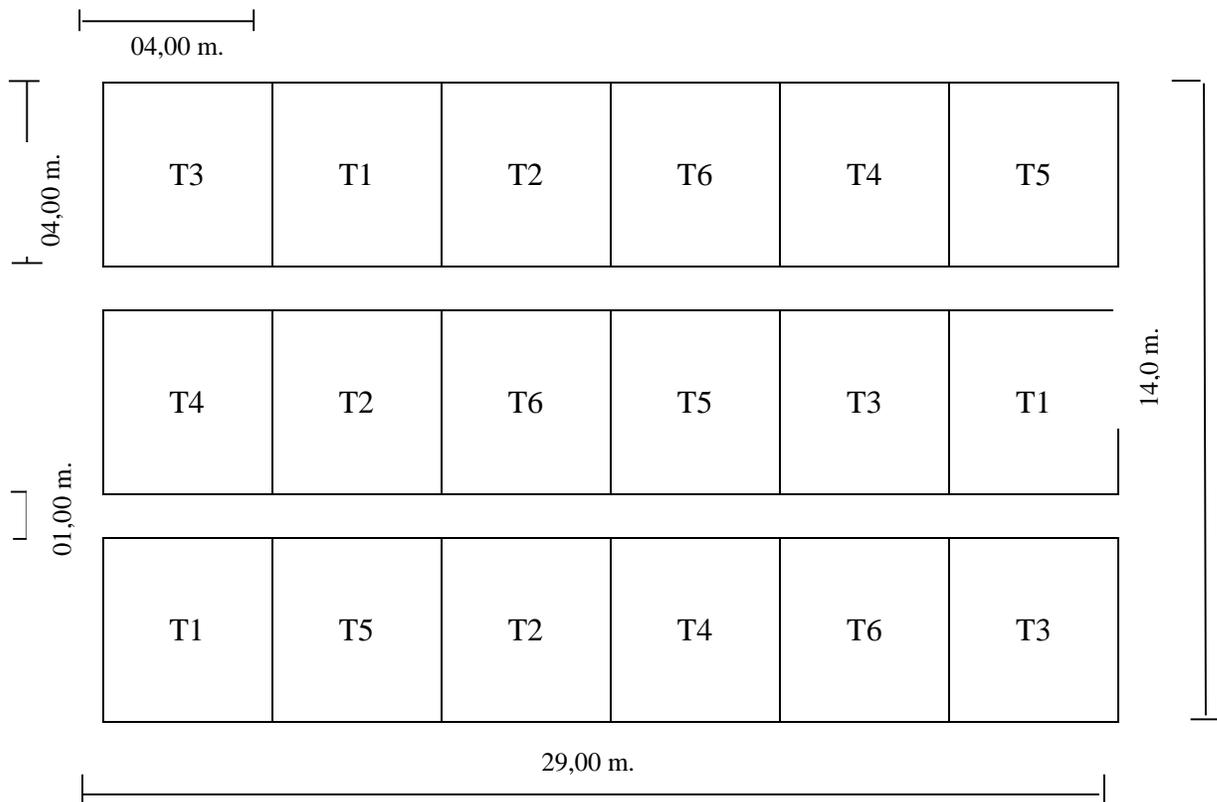


Figura 1. CROQUIS DEL CAMPO EXPERIMENTAL Y DISTRIBUCIÓN DE TRATAMIENTOS

- 3.6.1. Parámetros Evaluados:
- Altura de planta
 - Rendimiento de forraje verde TM.há⁻¹.
 - Composición química (materia seca, proteína cruda, fibra cruda).

3.7. CARACTERÍSTICAS DEL CAMPO EXPERIMENTAL

BLOQUE

- Número: 03
- Largo: 24 m
- Ancho: 04 m
- Área / bloque: 96 m²

PARCELA

- Número / bloque: 06
- Número total de parcelas: 18
- Largo: 04 m
- Ancho: 04 m
- Área / parcela: 6 m²

Calles del campo experimental

- Numero: 02
- Largo: 29 m.
- Ancho: 01 m.
- Área efectiva del campo experimental: 336 m² (24m Lx14 m de A)

3.8. DISEÑO EXPERIMENTAL

El presente trabajo de investigación se utilizó el Diseño de Bloques Completos al Azar con seis tratamientos y tres repeticiones. Para las comparaciones de medias se usó la prueba de Duncan.

3.9. METODOLOGÍA

- 3.9.1. **Preparación del suelo:** La preparación del suelo se inició con el tractor y arado de discos; esto un mes antes de la siembra, luego se procedió a realizar el desterronado y mullido con el uso de los zapapicos. Para la siembra el terreno fue nivelado.
- 3.9.2. **Establecimiento de la pastura.** Con el suelo a capacidad de campo, se realizó el surcado y la siembra manual, depositando las estacas en el fondo del surco linealmente, y tapándolas con lampa con una capa de suelo de diez a quince centímetros.
- 3.9.3. **Fórmula de fertilización:** 100 – 85 – 50 de NPK en promedio según las recomendaciones del Laboratorio de Análisis de Suelos.

A. Fertilización

Responde muy bien a aplicaciones de nitrógeno, lo cual se hace evidente entre 30 y 45 días después del corte, época de mayor crecimiento. Después del corte requiere regar y aplicar fertilizantes de acuerdo con el análisis químico del suelo y la extracción de nutrimentos por planta.

Las necesidades en elementos fertilizantes según varios autores para el Sugar Camerún pueden ser las siguientes:

CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE FERTILIZANTES (100-85-50)

Calculo de nitrógeno

Cantidad de nitrógeno aplicado:

100 kg de Urea-----46 Kg de N

x-----100 Kg de N

$$x=100 \times 100/46= 217.4 \text{ kg de Urea.ha}^{-1}.$$

Cálculo de fósforo

100 kg de S.P.T.C-----46 Kg de P

X-----85 Kg de P

$$X = 184.8 \text{ Kg de Super fosfato triple de calcio.ha}^{-1}$$

Calculo de potasio

100 kg de Cloruro de Potasio-----60 Kg de K

x-----50 Kg de K

$$x = 100 \times 50 / 60 = 83 \text{ de K}_2\text{O kg.ha}^{-1}.$$

B. Siembra: Se utilizaron estacas de 50 cm de longitud, con un promedio de 4 yemas/nudos.

C. Deshierbo y riegos.- Los deshierbos se realizaron a los 30 y 60 días respectivamente después de la siembra con la finalidad de mantener el campo experimental libre de malezas, y evitar competencia por nutrientes humedad y luz; los riegos se efectuaron cada 15 días por gravedad.

D. Cosecha.- La cosecha se realizó a los 30, 60, 90, 120, 150, 180 días, después de instalado el forraje y en función al tratamiento en estudio (tabla 3).

F. Observaciones registradas:

Altura de planta: La altura de la planta se determinó en el Sugar Camerún midiendo la distancia que alcanza desde el nivel del suelo hasta donde voltea el 80 % de hojas.

Producción de biomasa cosechable o forraje verde (F.V)

Se procedió a cosechar (corte), la parte aérea (tallos, hojas), de las plantas crecidas de los dos surcos centrales, los resultados se expresaron en términos de Kg de forraje verde producidos por unidad de superficie. Una sub muestra de 200 g, de

parte aérea previamente picado, fue destinado al laboratorio, para los análisis bromatológicos correspondientes, en los cuales se hicieron las siguientes determinaciones:

Composición química:

- 1) **Rendimiento de humedad (materia seca):** De cada muestra cosechada por parcela, (tratamiento) se separaron sub muestras de 200 g las cuales se llevaron a la estufa a 60 °C por espacio de 48 horas y luego por diferencia de peso se obtiene la materia seca, la cual se expresa en porcentaje y se lo transforma en kilogramos por hectárea.
- 2) **Determinación de la composición química:** Para saber la composición química de los alimentos existen muchos métodos analíticos, pero los más comunes son el *Método de Weende* y de *Van Soest*. El método de Weende me permite diferenciar cada uno de los componentes de las materias primas (Osorio 2005).
- 3) El método convencional de evaluación que se usa para determinar el contenido de sustancias nutritivas de un alimento es llamado “Análisis proximal o Análisis de Weende”. Este método es proximal por que no determina sustancias químicas definibles, sino que asocia combinaciones orgánicas que responden a determinadas reacciones analíticas. Por ello se habla de grupos nutritivos que son a) Agua o Materia Seca (MS), b) Extracto Etéreo (EE), c) Proteína Cruda (PC) o Proteína Bruta (PB), d) Cenizas, e) Fibra Cruda (FC) y e) Extracto no Nitrogenado (ENN) (Cañas 1995).
- 4) **Proteína cruda:** Para esta determinación se utilizó el método de Micro Kjeldahl, el que consiste en digerir el material en un medio ácido que permita recobrar el nitrógeno en sales de amonio que luego pueda ser cuantificado por medio de una titulación con una base Standard.
- 5) **Extracto etéreo (grasa):** Este componente fue obtenido aplicando el método de Microsoxhlet, esta fracción se obtiene haciendo circular por la muestra solvente (éter de petróleo), que trae todo el material soluble.

- 6) **Fibra cruda:** Esta fracción fue determinada a partir de una muestra libre de grasa a parte del material que se somete a una digestión con un ácido débil (ácido sulfúrico 1.25 %), posteriormente con una base débil (hidróxido de sodio 1.25 %) por espacio de 30 minutos cada uno. El residuo obtenido después de estas digestiones es calcinado (500 a 600 °C) y el contenido de fibra se obtiene por diferencia entre el peso del residuo orgánico antes de ser calcinado y el peso de cenizas en calcinación.
- 7) **Cenizas:** esta fracción se obtiene sometiendo la muestra a una temperatura de 500 a 600 °C por tres a cuatro horas. El resultado es la calcinación completa del material orgánico de la muestra, quedando el material inorgánico que se asocia con el contenido mineral.
- 8) **Extracto libre de nitrógeno:** Se obtiene por diferencia entre el peso de la muestra original y la suma del contenido de cenizas, proteína cruda, fibra cruda, y extracto etéreo, todos expresados en base seca.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIONES

1. Biomasa Aprovechable (Forraje verde)

La producción de biomasa aérea es dependiente del momento en el cual se practique la cosecha. En efecto, el ANVA del rendimiento promedio de forraje verde (tabla 6) muestra diferencias altamente significativos para las medias de los tratamientos estudiados, con excepción de las correspondientes a los tratamientos, 1, 2 (tabla 7).

La ausencia de diferencias estadísticas entre los rendimientos de biomasa cosechable a los 30 días (tratamiento 1) y 60 días (tratamiento 2) del prendimiento es una posible evidencia que a ese período las plantas priorizan el crecimiento del sistema radicular, siendo por lo tanto escaso el crecimiento de la biomasa aérea. Dinámica de crecimiento semejante ha sido descrita por Clavero (1996), quien manifiesta que la producción de biomasa aérea de sugar camerún, superó la producción de biomasa radicular a partir del día 28, manteniéndose así hasta el día 112. La curva de biomasa aérea presentó un comportamiento lineal hasta el día 42, cuando se observó un incremento acelerado hasta el día 56 al que le siguió un período de relativa estabilidad, el cual duró hasta el día 98 en que reinició violentamente la actividad radicular, tendencia que se mantuvo aun a los 112 días.

Estos resultados muestran consistencia con los nuestros, pues es a partir del día 60 en que las plantas registran su crecimiento y producción de biomasa aérea más significativas. Este hecho introduce diferencias estadísticas significativas en el rendimiento del forraje verde cuando el cultivo es cosechado a los 90, 120, 150, 180 días después del prendimiento, asumimos que en este período, el sistema radicular estabiliza su crecimiento para favorecer el correspondiente a la biomasa aérea, tal es así que, a mayor tiempo (120 días), se encontró una mayor producción de forraje verde por unidad de área.

Además alrededor de los 150 días a 180 días se obtuvieron cantidades de biomasa total mayores que los obtenidos a los 30, 60, 90, 120, días después del corte, lo anterior

debido al comportamiento del ciclo de crecimiento de las plantas, en donde se produce mayor material, sin embargo la magnitud de la producción por unidad de área que se obtienen a esas edades de corte de forraje no justifica el tiempo que se debe esperar para obtenerlos. Además la producción de tallo aumenta en forma importante manteniendo la cantidad de hojas casi constante, afectando negativamente la relación, hoja: tallo del forraje evaluado conforme aumenta la edad de esta.

La fecha óptima de cosecha, es a los 105 días, donde se obtuvo la mayor cantidad de hoja entre los 90 a 120 días después del corte, coincidiendo con una mayor producción de materia verde total.

Tabla 6. Análisis de Varianza (ANVA) para la variable rendimiento de forraje verde (TM / Ha).

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft
Entre Tratamientos	5	3.825,33	765,07	199,67**	3,33 5,64
Entre Bloques	2	3,67	1,83	0,48 ns	4.10 7.56
Error	10	38,32	3,83		
Total	17	3.867,31			

C.V. = 10.35%

Tabla 7. Prueba de significación de Duncan al 5 % de probabilidades para rendimiento. Promedio (Tm ha⁻¹).

Orden de mérito	Tratamiento	Rendimiento Tm ha ⁻¹	Significación
I	T ₆	64.00	A
II	T ₅	49.50	B
III	T ₄	33.70	C
IV	T ₃	25.50	D
V	T ₂	4.03	E
VI	T ₁	0.37	E

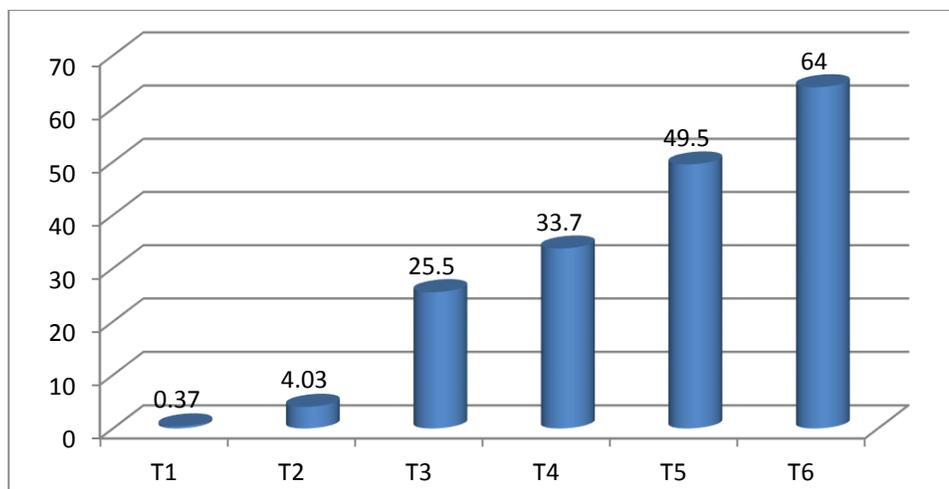


Figura 2: Rendimiento promedio de forraje verde por tratamiento (Tm.ha⁻¹).

2. Contenido de Proteína, Materia Seca y Fibra

a) Proteína cruda

El contenido de proteína entre tratamientos, tiene variaciones estadísticamente significativas (tabla 8), se encontró que, conforme pasa el tiempo, el contenido de la proteína de la biomasa aérea, se incrementa entre los 30 y 90 días después del prendimiento (tratamientos 1, 2 y 3 respectivamente), para luego sufrir una reducción paulatina entre los 120 y 180 días después del prendimiento (tratamientos 4, 5, y 6 respectivamente), (tabla 9, figura 3), estas variaciones confirman el crecimiento secuencial y ordenado que tiene la raíz y parte aérea de la planta de Sugar Camerún (*Pennisetum purpureum*) y que fuera discutido en el acápite precedente. Adicionalmente señalan que el período de mayor contenido proteico en la parte aérea de la planta (180 días), se correlacionan con el máximo grado de movilización de reservas de nitrógeno orgánico (posiblemente aminoácidos y amidas) de la raíz a la biomasa aérea para abastecer las demandas de su crecimiento.

Al respecto, Araya Mora et al (2005), determinó que el mayor porcentaje de proteína en 17,28 % y 15,87 %, se obtiene entre el segundo y tercer mes.

En general, los porcentajes de proteína cruda del pasto evaluado decayeron conforme aumenta la edad de corte, debido a la menor presencia de hojas. La alta relación hoja: tallo a los 90 a 120 días le confirió los mayores contenidos de proteína cruda, los

menores contenidos de proteína cruda los presentó a los 150 y 180 días respectivamente.

Tabla 8. Análisis de Varianza (ANVA) para la variable Proteína (%).

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft
Entre					
Tratamientos	5	57,17	11,43	3,61*	3,33 5,64
Entre Bloques	2	7,96	3,98	1,26 ns	4.10 7.56
Error	10	31,70	3,17		
Total	17	96,82			

C.V. = 10.44 %

Tabla 9. Prueba de significación de Duncan al 5 % de probabilidades para proteína (%).

Orden de mérito	Tratamiento	Proteína (%)	Significación
I	T ₃	19,67	A
II	T ₂	18,54	A B
III	T ₁	17,26	A B C
IV	T ₄	16,92	A B C
V	T ₅	15,71	B C
VI	T ₆	14,20	C

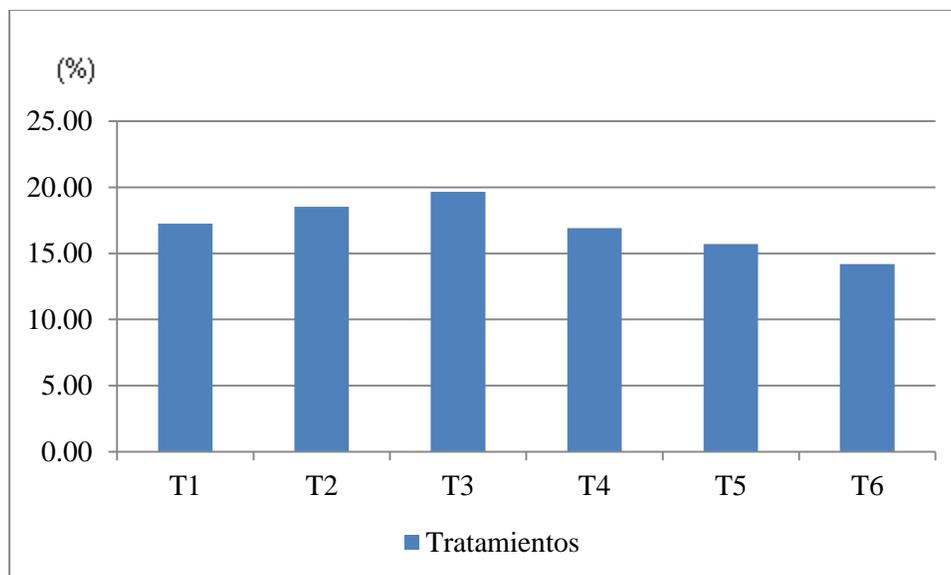


Figura 3: Proteína de forraje verde por tratamiento.

b) Materia seca

Los contenidos de materia seca y fibra cruda de la biomasa aérea del Sugar Camerún tienen variaciones altamente significativas en función a la edad de la planta por tratamiento aplicado (tablas 10 y 12). A partir de la primera cosecha (30 días después del prendimiento), los contenidos de materia seca y fibra cruda se incrementan gradualmente en la biomasa aérea, hasta registrar sus máximos (27.8 % y 37.0 %, respectivamente) a los 180 días después del prendimiento (tablas 11 y 13, fig. 4 y 5), respectivamente. El patrón en la acumulación de materia seca en la biomasa aérea es consistente con los resultados de los investigadores de Clavero, (1996), quién obtuvo la mayor cantidad de materia seca a los 112 días. De igual manera coincidimos con los datos reportados por Araya Mora, (2005) quién obtuvo un valor de 26,97 % a los 140 días, 17,97 % a los 98 días y 13,31 % a los 70 días.

Por lo tanto en la presente investigación obtuvieron los rendimientos mayores de porcentaje de materia seca en la planta entera a los 180 días después del corte, debido al aumento en el porcentaje de materia seca en hojas a esa edad.

Tabla 10. Análisis de Varianza (ANVA) para la variable materia seca (%).

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft	
					0.05	0.01
Tratamientos	5	4.197	0.839	105.48**	3,33	5,64
Bloques	2	0.009	0.004	0.55 ns	4.10	7.56
Error	10	0.080	0.008			
Total	17	4.285				

C.V. = 1.99 %

Tabla 11. Prueba de significación de Duncan al 5% de probabilidades para materia seca (%).

Orden de mérito	Tratamiento	Materia Seca (%)	Significación
I	T6	27,80	A
II	T5	24,11	B
III	T4	19,91	C
IV	T3	19,18	C
V	T2	16,43	D
VI	T1	14,84	E

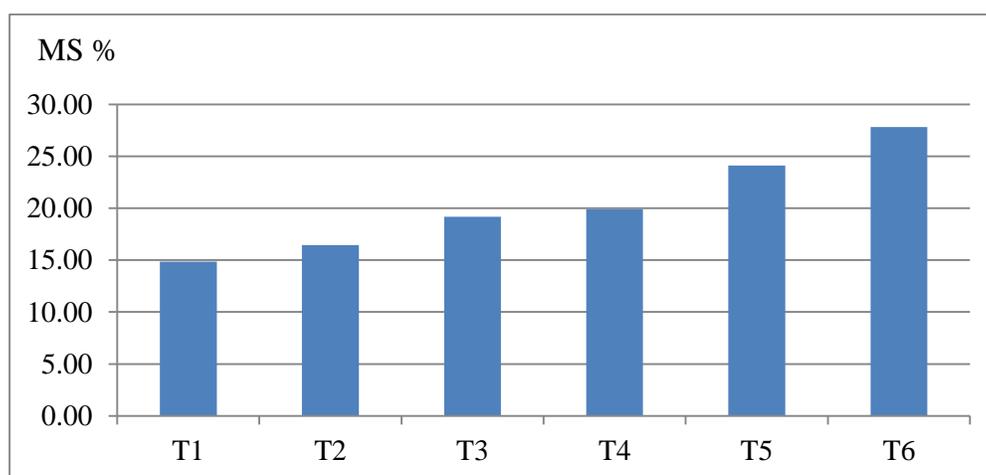


Figura 4: Materia seca de forraje verde por tratamiento.

c) Fibra cruda.

A su vez, nuestros resultados relacionados con la acumulación de fibra cruda, son coherentes con los informados por Cardona, et al (2002), quienes reportaron un valor de 38,92 % para fibra cruda en pastos maduros.

Tabla 12. Análisis de Varianza (ANVA) para la variable fibra cruda (%).

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft	
					0.05	0.01
Tratamientos	5	3.506	0.701	56.73**	3,33	5,64
Bloques	2	0.078	0.039	3.15ns	4.10	7.56
Error	10	0.124	0.012			
Total	17	3.707				

C.V. = 2.05 %

Tabla 13. Prueba de significación de Duncan al 5 % de probabilidades para Fibra cruda (%).

Orden de mérito	Tratamiento	Fibra cruda (%)	Significación
I	T6	37,00	A
II	T5	34,05	B
III	T4	28,76	C
IV	T3	27,76	C
V	T2	25,60	D
VI	T1	22,67	E

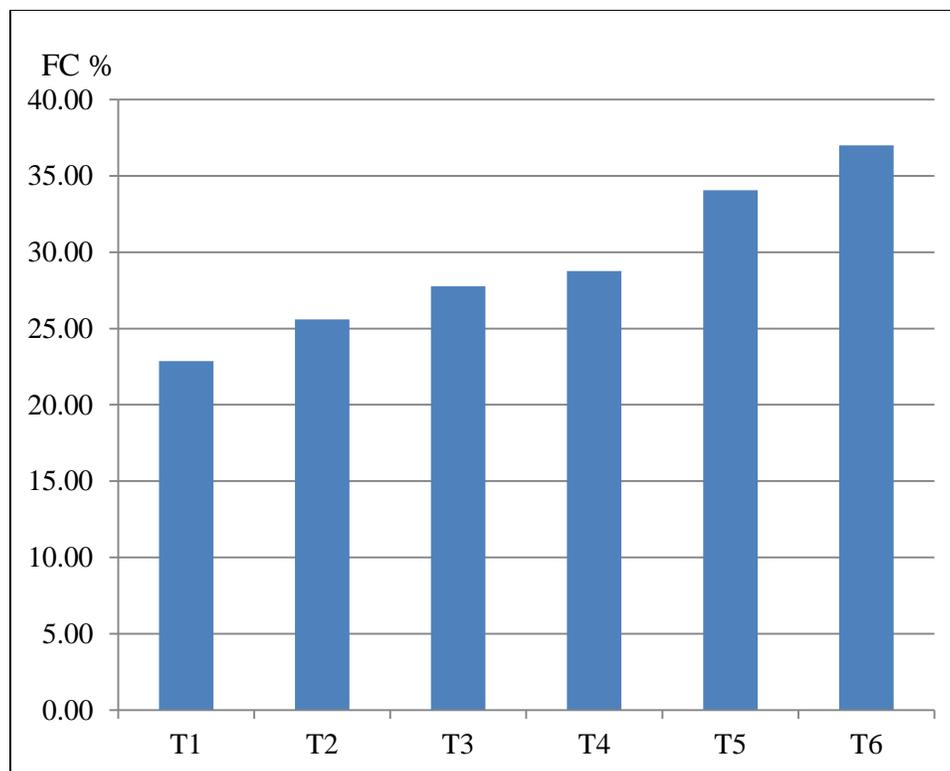


Figura 5: Fibra cruda (%) por tratamiento.

3. Tasa de crecimiento.

Para los resultados de esta variable respuesta se analizó considerando dos metodologías, una teniendo en cuenta *el crecimiento* en centímetros / día / mes / año y la otra expresado en *materia seca* en $\text{tm ha}^{-1} \text{ día}^{-1}$.

Considerando la *primera metodología* tenemos en la tabla 14 del análisis de varianza, no se encontró significación estadística (ns) para bloques, lo cual nos indica que hay homogeneidad entre ellos, confirmando que la disminución de la variabilidad respecto a la disposición en campo logro su objetivo. Se observa que hay alta significación estadística (**) para tratamientos, lo que nos indica que existen diferencias entre los promedios de la tasa de crecimiento y para determinar cuáles son las medias que se diferencian aplicaremos la prueba de rango múltiple de Duncan.

Según la prueba de Duncan al 5 % de probabilidades, tabla 15, nos indica que el tratamiento 6 ($1.203 \text{ cm día}^{-1}$) es superior estadísticamente a todos los demás

tratamientos, es decir, existen diferencias reales entre los promedios de la tasa de crecimiento.

Tabla 14. Análisis de Varianza para tasa de crecimiento (tc).

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft	
					0.05	0.01
Bloques	2	0.003	0.0015	0.50 ns	0.6084	
Tratamientos	5	0.768	0.153	51.00 **	0.0001	
Error	10	0.029	0.003			
Total	17	0.800				

C.V. = 5.72 %

Tabla 15. Prueba de significación de Duncan al 5 % de probabilidades para tasa de crecimiento (cm / día).

Orden de mérito	Tratamiento	Rendimiento	
		Promedio cm día ⁻¹	Significación
I	T6	1.203	A
II	T3	1.083	B
III	T5	1.037	B
IV	T4	0.997	B
V	T2	0.700	C
VI	T1	0.630	C

El tratamiento 3 (1.083 cm día⁻¹) al comparar con los demás tratamientos, es igual estadísticamente con los tratamientos 5 (1.037 cm día⁻¹) y 4 (0.997 cm día⁻¹) pero superior estadísticamente a los tratamientos 2 (0.700 cm día⁻¹) y 1(0.630 cm día⁻¹).

Los resultados obtenidos coinciden con los obtenidos por García, L. M., et al. 2014, quienes reportan valores de 0.78 cm día⁻¹, 1.31 cm día⁻¹ y 1.56 cm día⁻¹ para el periodo poco lluvioso que es parecido a nuestro resultado de 1.203 cm día⁻¹ para el tratamiento 6 que se midió en época no lluviosa.

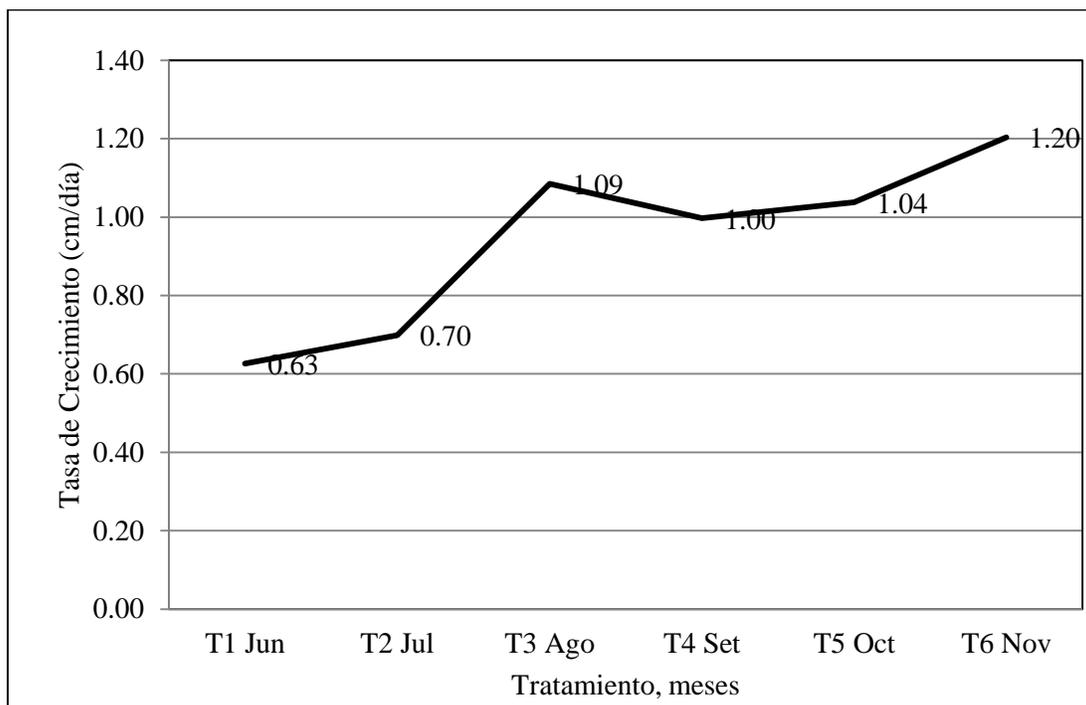


Figura 6. Curva de la Tasa de Crecimiento (cm día⁻¹)

Considerando la *segunda metodología* tenemos en la tabla 16 del análisis de varianza, no se encontró significación estadística (ns) para bloques, lo cual nos indica que hay homogeneidad entre ellos. Se observa que hay alta significación estadística (**) para tratamientos, lo que nos indica que existen diferencias entre los promedios de la tasa de crecimiento expresado en materia seca, para determinar cuáles son las medias que se diferencian aplicaremos la prueba de rango múltiple de Duncan.

Según la prueba de Duncan al 5 % de probabilidades (tabla 17), observamos que el tratamiento T6 (98.78 Kg MS ha⁻¹ día⁻¹) es superior estadísticamente a todos los tratamientos (T5, T4, T3, T2 y T1), con respecto al tratamiento T5 (79.63 Kg MS ha⁻¹ día⁻¹) podemos decir que es superior estadísticamente al T4, T3, T2 y T1, ocupando el tercer orden el tratamiento T4 (55.89 Kg MS ha⁻¹ día⁻¹) que es igual estadísticamente con el

tratamiento T3 (54.30 Kg MS ha⁻¹ día⁻¹), pero superior a los tratamientos T2 (11.04 Kg MS ha⁻¹ día⁻¹) y T1 (1.83 Kg MS ha⁻¹ día⁻¹), seguido el tratamiento T3 (54.30 Kg MS ha⁻¹ día⁻¹) que es igual estadísticamente al T2 (11.04 Kg MS ha⁻¹ día⁻¹) y superior al tratamiento T1 (1.83 Kg MS ha⁻¹ día⁻¹), y por último el tratamiento T2 (11.04 Kg MS ha⁻¹ día⁻¹) igual estadísticamente T1, quien ocupa el último orden de mérito con 1.873 Kg MS ha⁻¹ día⁻¹.

Por lo tanto podemos decir que a medida que el tiempo de crecimiento del cultivo es mayor, (30, 60, 90, 120, 150 y 180 días) la materia seca también se incrementa en Kg MS ha⁻¹ día⁻¹ a los 180 días.

Tabla 16. Análisis de varianza (ANVA) para la variable Tasa de crecimiento expresado en Materia Seca (Tm / ha / día).

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft
					0.05 0.01
Bloques	2	34.84	17.42	0.59ns	0.6084
Tratamientos	5	21,441.91	4,288.38	146.17**	0.0001
Error	10	293.38	29.34		
Total	17	21,770.13			

C.V.= 10.78 %

Tabla 17. Prueba de significación de Duncan al 5 % de probabilidades para Tasa de crecimiento expresado en Materia Seca (Tm / ha / día)

Orden de mérito	Tratamiento	Tasa de Crecimiento Kg MS ha ⁻¹ día ⁻¹	Significación
I	T ₆	98.78	A
II	T ₅	79.63	B
III	T ₄	55.89	C
IV	T ₃	54.30	C
V	T ₂	11.04	D
VI	T ₁	1.83	D

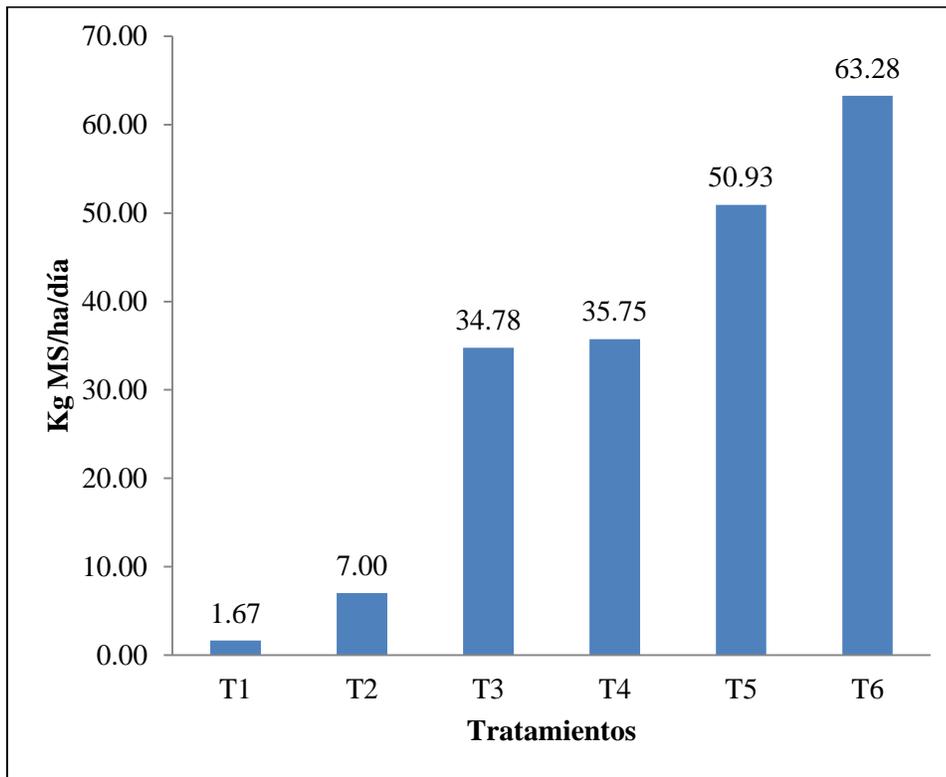


Figura 7. Tasa de crecimiento Kg de MS / ha / día

Los resultados reportados de otros trabajos tienen como referencia a pastos instalados con anticipación, es decir estabilizados, que no es el caso nuestro que se ha medido la producción de materia seca desde los 30 días de instalado el cultivo, es por ello que se aprecian grandes diferencias, es así que para una pastura estabilizada Cerdas R. et al (2010) reporta tasas de crecimiento en materia seca de 167.87 Kg MS ha⁻¹ día⁻¹ a los 30 días, 114.73 Kg MS ha⁻¹ día⁻¹ a los 60 días y 122.63 Kg MS ha⁻¹ día⁻¹ a los 90 días, muy superiores a 1.83 Kg MS ha⁻¹ día⁻¹, 11.04 Kg MS ha⁻¹ día⁻¹, y 54.3 Kg MS ha⁻¹ día⁻¹ respectivamente obtenidos en el presente trabajo.

Araya Mora et al., (2005), reportan tasas de crecimiento de 81.03 Kg MS ha⁻¹.día⁻¹ para los 70 días 81.90 Kg MS ha⁻¹ día⁻¹ para los 84 días, 101.83 Kg MS ha⁻¹ día⁻¹ para 126 días y 118.63 Kg MS ha⁻¹ día⁻¹ para 140 días, valores inferiores a los reportados por Cerda R. et al. (2010) pero superiores a los encontrados el presente trabajo de investigación.

4. Altura de planta.

La altura de la planta se determinó en el Sugar Camerún midiendo la distancia que alcanza desde el nivel del suelo hasta donde voltea el 80 % de hojas. Los resultados obtenidos en el presente estudio son más altos para T6 seguido de T5, T4, T3, T2 y T1 con valores de $216,67 \pm 7,59$ cm, $155,67 \pm 16,16$ cm, $119,67 \pm 12,50$ cm, $97,67 \pm 13,68$ cm., $41,93 \pm 09,94$ cm, y $18,80 \pm 04,47$ cm. Esto es natural debido a las diferencias de edades entre los tratamientos.

En otros trabajos realizados en Cajamarca por Fernández et al (2008) reporta resultados de 179,25 cm en promedio en forraje fertilizado a los 90 días después del corte, resultado que difiere con el nuestro debido a que en este trabajo de investigación el cultivo se refiere a primera instalación y la medida de altura de planta no se hizo desde el nivel del suelo hasta la punta de la hoja. Probablemente la diferencias de deban a la metodología utilizada para medir este parámetro.

Tabla 18. Análisis de Varianza (ANVA) para la variable altura planta (cm).

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft	
					0.05	0.01
Tratamientos	5	79.931,79	15.986,36	875,42**	3,33	5,64
Bloques	2	70,56	35,28	1.93ns	4.10	7.56
Error	10	182,61	18,26			
Total	17	80.184,96				

C.V.= 3.94 %

Tabla 19. Prueba de significación de Duncan al 5 % de probabilidades para altura planta (cm).

Orden de mérito	Tratamiento	Altura (cm.)	Significación
I	T6	216.667	A
II	T5	155.667	B
III	T4	119.667	C
IV	T3	97.667	D
V	T2	41.933	E
VI	T1	18.800	F

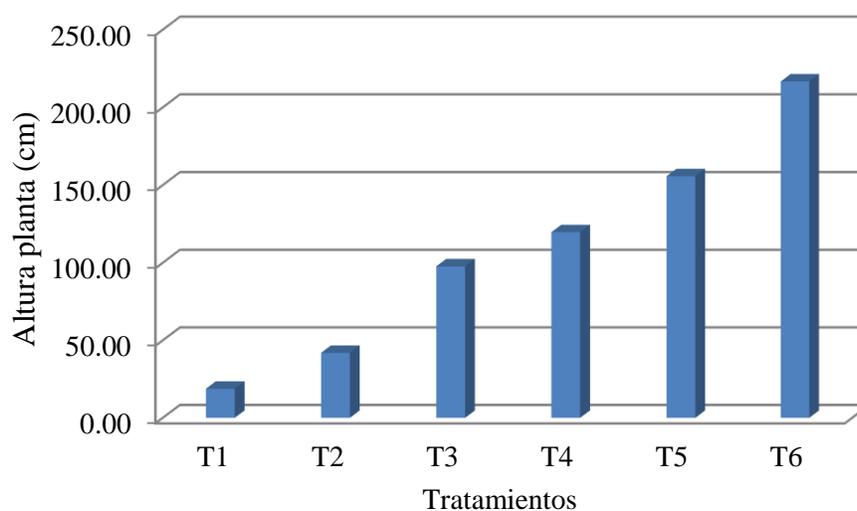


Figura 8. Altura de planta (cm) por tratamiento.

Tabla 20. Comparación de MS, Proteína Cruda y Fibra Cruda

Nutrientes	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆
Materia Seca (%)	14,84	16,43	19,18	19,91	24,11	27,80
Proteína (%)	17,26	18,54	19,67	16,92	15,71	14,20
Fibra Cruda (%)	22,87	25,60	27,76	28,76	34,05	37,00

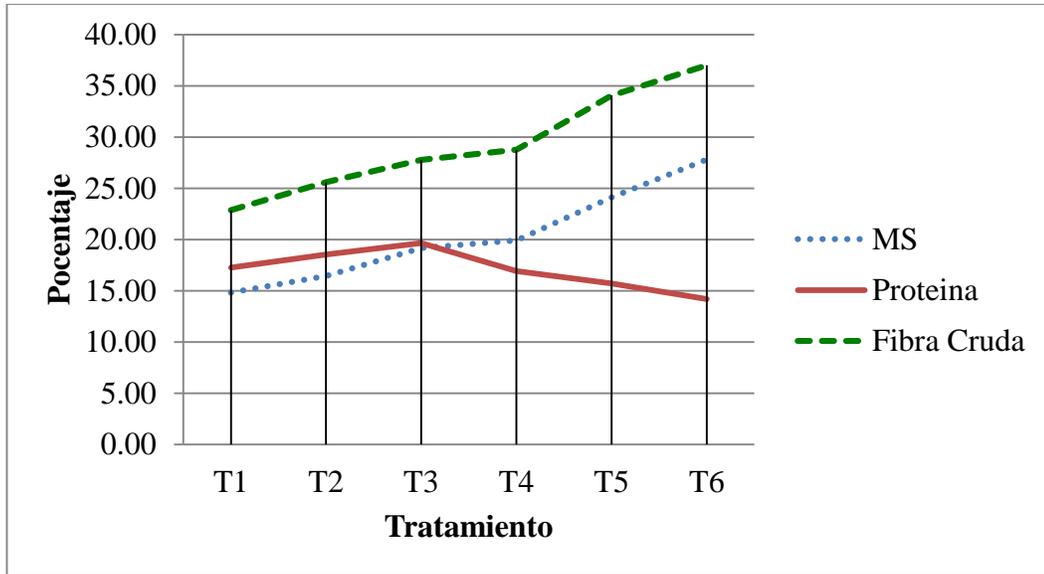


Figura 9. Comparación de Materia seca, Proteína cruda, y Fibra cruda

Al comparar los resultado se Proteína y Fibra Cruda podemos observar que la mayor cantidad de proteína se observa a los noventa días (T3) y luego se deprime, este punto coincide con el aumento acelerado de fibra cruda, lo que nos indica que el periodo óptimo de uso para la alimentación animal estaría entre los 90 y 120 días (T3 y T4).

Los contenidos de materia seca, aumentaron conforme a la edad de corte.

El contenido de proteína cruda disminuye conforme avanza la edad de corte.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Al finalizar el presente trabajo de investigación se concluye lo siguiente:

1. El pasto Sugar Camerún (*pennicetum purpureum*) muestra un gran potencial de producción y adaptabilidad forrajera para los valles interandinos basado en los resultados obtenidos.
2. Se determinó que el tratamiento 3 (90 días) la concentración de proteína cruda (T3 = 19.67 %) es mayor en relación a los demás tratamientos, decreciendo o disminuyendo conforme aumenta la edad de corte.
3. A medida que aumenta la edad de corte se obtienen mayores cantidades de biomasa total (T6 = 64.00 Tm ha⁻¹), materia seca (T6 = 27.80 %) y fibra cruda (T6 = 37.00 %).
4. Se recomienda que por razones de los valores proteicos del presente estudio la fecha óptima de manejo a la cosecha a los 90 días (T3 = 19.67 %) por la máxima concentración de proteínas necesarias para la nutrición animal.

CAPÍTULO VI

RESUMEN

Con el objetivo de determinar la biomasa aprovechable, composición química y tasa de crecimiento del pasto Sugar Camerún (*Pennisetum purpureum*) se realizó un experimento en un suelo pardo grisáceo, en la localidad del El Común del Instituto Superior Tecnológico “Alfredo José María Rocha Zegarra”, del distrito de Sucre, provincia de Celendín, Región de Cajamarca. El suelo se preparó con laboreo mínimo, y se empleó una distancia de plantación de 1,00 m de camellón a camellón. La edad de la semilla utilizada fue de 90 a 120 días y la profundidad de siembra, de 10 - 15 cm con la colocación de esquejes a chorro continuo, los mismos que tienen 50 cm de largo, con la presencia de tres a cuatro yemas

El estudio se realizó desde junio a noviembre de 2004, en condiciones de secano y con una dosis fertilización de acuerdo al análisis de suelos recomendados por el laboratorio (100 – 85 - 50). El diseño fue de bloques al azar, con tres réplicas. Los tratamientos estudiados fueron edad corte a los 30, 60, 90, 120, 150, 180 días.

La mayor cantidad de biomasa verde se obtiene en T6 a los 180 días (64.00 Tm ha⁻¹), seguido de T5 a los 150 días (19.50 Tm ha⁻¹).

Los mayores valores de porcentaje de Materia Seca en la planta entera se obtuvo a los 180 días después del corte T6 (27.80 %).

El mayor contenido de proteína cruda se obtuvo a los 90 días (T3, 19.67%), los menores contenidos de proteína cruda los presentó a los 150 días (15,71 %) y 180 días (T6, 14.20 %) respectivamente. Por lo tanto es el periodo óptimo de corte para la mejor nutrición de los animales.

En relación a la fibra cruda el valor máximo se obtiene en T6, es decir a los 180 días con 37.00 %, seguido de T5 (34.05 %), T4 (28.49 %), T3 (27.76 %), T2 (26.60 %) y T1 (22.67 %).

Las tasas de crecimiento se determinaron en dos formas la primera en función del crecimiento diario y la segunda en función la producción diaria de materia seca. Para la tasa de crecimiento

en cm día^{-1} es el T6 el que obtuvo la mayor tasa $1.203 \text{ cm día}^{-1}$, seguido por los tratamientos T3 (1.08 cm día^{-1}), T5 ($1.037 \text{ cm día}^{-1}$), T4 ($0.997 \text{ cm día}^{-1}$), T2 ($0.700 \text{ cm día}^{-1}$), T1 ($0.630 \text{ cm día}^{-1}$).

Para la tasa de crecimiento en $\text{Kg MS ha}^{-1} \text{ día}^{-1}$ es el T6 el que obtuvo la mayor tasa ($98.78 \text{ Kg MS ha}^{-1} \text{ día}^{-1}$), seguido de T5 ($79.63 \text{ Kg MS ha}^{-1} \text{ día}^{-1}$), T4, ($55.89 \text{ Kg MS.ha}^{-1} \text{ día}^{-1}$), T3 ($54.30 \text{ Kg MS ha}^{-1} \text{ día}^{-1}$), T2 ($11.04 \text{ Kg MS ha}^{-1} \text{ día}^{-1}$), T1 ($01.83 \text{ Kg MS ha}^{-1} \text{ día}^{-1}$)

CAPITULO VII

BIBLIOGRAFIA

1. Arronis, Victoria. 2006. *Establecimiento y manejo de forrajes de corte*. INTA-AECI. Boletín. San José, Costa Rica. 6p
2. Araya Mora, Maritza y Boschini Figueroa, Carlos. 2005. Producción de Forrajes y Calidad Nutricional de Variedades de Pennisetum Purpureum en la Meseta Central de Costa Rica. En *Agronomía Mesoamericana* 16(1): 37 – 43. 2005.
3. Azocar, Patricio C. y José L. Oyarzo V. 1974. Reservas Organicas Nitrogenadas (Ron) en Trébol Rosado (*Trifolium pratense* L.). Chile.
4. Beguet, H. A. y G. A. Bavera. 2001. Curso de Producción Bovina de Carne, Fisiología de la Planta Pastoreada FAV UNRC. Argentina.
5. Bogdan, A.V. 1977. De pasturas tropicales y plantas forrajeras. (Longman: Londres y Nueva York).
6. Cerdas Roberto, Eithel Vallejos. Productividad del pasto Camerún (*Pennisetum purpureum*) con varias dosis de nitrógeno y frecuencias de corte en la zona seca de Costa Rica. En *Revista de las Sedes Regionales* 2010, XI (22).
7. Clavero, T. 1994. El pasto elefante morado (*Pennisetum purpureum*) Una alternativa para ecosistemas Tropicales. En: Clavero, T. (Ed.): Producción e investigación en pastos Tropicales. IV.
8. Clavero, T. 1996. Características de Crecimiento Radicular del Pasto Elefante enano (*pennisetum purpureum* cv. Mott). Artículo de Investigación. La Universidad del Zulia, Venezuela.
9. Chaparro, C. and Sollemlberger,L. 1997. Nutritive value of clipped Mott elephant Grass herbage. *Agron.*
10. Cañas C., Raúl. 1995. Alimentación y Nutrición Animal. Pontificia Universidad Católica de Chile. Chile.

11. Fernández Igrugo Gilberto, Torrel Pajares Severino, Niño Ramos José Antonio, Quispe Arteaga Wilder, Villanueva de la Cruz Juan. 2008. Adaptabilidad del Pasto Sugar Camerún (*pennisetum purpureum*) en Cajamarca – Primer Etapa.
12. García, L. M., Mesa A. R. y Hernández Marta, 2014. Potencial forrajero de cuatro cultivares de *Pennisetum purpureum* en un suelo Pardo de Las Tunas. En Pastos y Forrajes vol.37 no.4 Matanzas oct.-dic. Cuba.
13. Ibarra G. y J. León. 2001. Comportamiento bajo corte de dos variedades de *Pennisetum purpureum*: Taiwán 801-4 y Taiwán 144 en condiciones de secado. Producción Animal.
14. Manuel G Cardona, Juan D Sorza, Sandra L Posada, Juan C Carmona, Silvio A Ayala, Olga L Alvarez. 2002. Establecimiento de una base de datos para la elaboración de tablas de contenido nutricional de alimentos para animales. En Revista Colombiana Ciencias Pecuarias Vol. 15: 2, 2002.
15. McVaugh, R., 1983. Gramineae. En: W. R. Anderson (ed.). Flora Novo-Galiciana. A descriptive account of the vascular plants of Western Mexico, Vol. 14. The University of Michigan Press, Ann Arbor, Michigan.
16. Osorio Grabiél. 2005. Análisis Bromatológico Universidad de Antioquia, Facultad de ciencias agrarias, Escuela de medicina veterinaria. Medellín, Colombia.
17. Rodríguez-Carrasquel, 1983. En Uso y manejo de especies forrajeras, colección No 12.
18. Sierra Posada, José Oscar. 2005. Fundamentos para el establecimiento de pasturas y cultivos forrajeros. Segunda Edición. Editorial Universidad de Antioquia. Colombia.
19. www.engormix.com.

ANEXOS

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

ALTURA DE PLANTA

	<u>T1</u>	<u>T2</u>	<u>T3</u>	<u>T4</u>	<u>T5</u>	<u>T6</u>	TOTAL
BLOQUE I	18,80	46,00	92,00	115,00	149,00	214,00	634,80
BLOQUE II	17,00	41,80	103,00	119,00	156,00	216,00	652,80
BLOQUE III	20,60	38,00	98,00	125,00	162,00	220,00	663,60
Total	56,40	125,80	293,00	359,00	467,00	650,00	1951,20
PROMEDIO	18,80	41,93	97,67	119,67	155,67	216,67	108,40

ANVA

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft
Entre Tratamientos	5	79.931,79	15.986,36	875,42**	3,33
Entre Bloques	2	70,56	35,28		5,64
Error	10	182,61	18,26		
Total	17	80.184,96			

$$CV = \frac{4,27}{108,40} \times 100$$

$$CV = 3,94 \%$$

LÍMITES DE CONFIANZA

	<u>T1</u>	<u>T2</u>	<u>T3</u>	<u>T4</u>	<u>T5</u>	<u>T6</u>
$\frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$	18,80	41,93	97,67	119,67	155,67	216,67
s^2	3,24	16,01	30,33	25,33	42,33	9,33
s	1,80	4,00	5,51	5,03	6,51	3,06
$s_{\bar{y}}$	1,04	2,31	3,18	2,91	3,76	1,76
t	-86,22	-28,77	-3,38	3,88	12,58	61,38
$t_{0,025} * s_{\bar{y}}$	4,47	9,94	13,68	12,50	16,16	7,59
LC inferior	14,33	31,99	83,98	107,16	139,50	209,08
LC superior	23,27	51,87	111,35	132,17	171,83	224,26

PRUEBA DE DUNCAN

$$R_p = q_{\alpha} s_{\bar{y}} \quad s_{\bar{y}} = 2,47$$

p	2	3	4	5	6
$q_{0,05} (6,10)$	3,15	3,3	3,37	3,43	3,46
	7,77	8,14	8,31	8,46	8,54

Ordenando promedios

<u>T1</u>	<u>T2</u>	<u>T3</u>	<u>T4</u>	<u>T5</u>	<u>T6</u>
18,80	41,93	97,67	119,67	155,67	216,67
1	2	3	4	5	6

Diferencias de promedios

	6	5	4	3	2
1	197,87*	136,87*	100,87*	78,87*	23,13*
2	174,73*	113,73*	77,73*	55,73*	
3	119,00*	58,00*	22,00*		
4	97,00*	36,00*			
5	61,00*				

DETERMINACIÓN DE FORRAJE VERDE / TARATAMIENTO / 8 M²

	<u>T1</u>	<u>T2</u>	<u>T3</u>	<u>T4</u>	<u>T5</u>	<u>T6</u>	<u>TOTAL</u>
BLOQUE I	0,25	3,36	20,64	25,60	41,20	54,40	145,45
BLOQUE II	0,37	2,45	19,04	32,00	38,10	50,20	142,17
BLOQUE III	0,27	3,85	21,44	23,30	39,50	49,00	137,36
Total	0,89	9,67	61,12	80,90	118,80	153,60	424,98
PROMEDIO	0,30	3,22	20,37	26,97	39,60	51,20	23,61

ANVA

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft
Entre Tratamientos	5	5.993,39	1.198,68	199,64**	3,33
Entre Bloques	2	5,51	2,76		5,64
Error	10	60,04	6,00		
Total	17	6.058,94			

$$CV = \frac{2,45}{23,61} \times 100$$

$$CV = 10,38 \%$$

	<u>T1</u>	<u>T2</u>	<u>T3</u>	<u>T4</u>	<u>T5</u>	<u>T6</u>
$\frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$	0,30	3,22	20,37	26,97	39,60	51,20
s^2	0,00	0,51	1,49	20,32	2,41	8,04
s	0,07	0,71	1,22	4,51	1,55	2,84
$s_{\bar{y}}$	0,04	0,41	0,71	2,60	0,90	1,64
t	-598,32	-49,62	-4,59	1,29	17,84	16,85
$t_{0,025} * s_{\bar{y}}$	0,17	1,77	3,04	11,20	3,86	7,04
LC inferior	0,13	1,45	17,34	15,77	35,74	44,16
LC superior	0,46	4,99	23,41	38,17	43,46	58,24

PRUEBA DE DUNCAN

$$R_p = q_{\alpha} s_{\bar{y}} \quad s_{\bar{y}} = 1,41$$

p	2	3	4	5	6
$q_{0,05}(6,10)$	3,15	3,3	3,37	3,43	3,46
	4,46	4,67	4,77	4,85	4,89

Ordenando promedios

<u>T1</u>	<u>T2</u>	<u>T3</u>	<u>T4</u>	<u>T5</u>	<u>T6</u>
0,30	3,22	20,37	26,97	39,60	51,20
1	2	3	4	5	6

Diferencias de promedios

	6	5	4	3	2
1	50,90*	39,30*	26,67*	20,08*	2,92
2	47,98*	36,38*	23,75*	17,15*	
3	30,83*	19,23*	6,59*		
4	24,23*	12,63*			
5	11,60*				

DETERMINACIÓN DE MATERIA SECA

	T1	T2	T3	T4	T5	T6	TOTAL
BLOQUE I	14,84	16,90	18,42	21,29	25,22	27,27	123,94
BLOQUE II	14,98	16,10	19,15	19,41	24,12	27,82	121,58
BLOQUE III	14,70	16,30	19,97	19,03	23,00	28,31	121,31
Total	44,52	49,30	57,54	59,73	72,34	83,40	366,83
PROMEDIO	14,84	16,43	19,18	19,91	24,11	27,80	20,38

ANVA

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft
Entre Tratamientos	5	350,77	70,15	102,79**	3,33
Entre Bloques	2	0,70	0,35		5,64
Error	10	6,83	0,68		
Total	17	358,29			

$$CV = \frac{0,83}{20,38} \times 100$$

$$CV = 4,05 \%$$

LÍMITES DE CONFIANZA

	T1	T2	T3	T4	T5	T6
$\frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$	14,84	16,43	19,18	19,91	24,11	27,80
s^2	0,02	0,17	0,60	1,46	1,23	0,27
s	0,14	0,42	0,78	1,21	1,11	0,52
$s_{\bar{y}}$	0,08	0,24	0,45	0,70	0,64	0,30
t	183,60	68,37	42,84	28,50	37,63	92,55
$t_{0,025} * s_{\bar{y}}$	0,35	1,03	1,93	3,01	2,76	1,29
LC inferior	14,49	15,40	17,25	16,90	21,36	26,51
LC superior	15,19	17,47	21,11	22,92	26,87	29,09

PRUEBA DE DUNCAN

$$R_p = q_\alpha s_{\bar{y}} \quad s_{\bar{y}} = 0,48$$

p	2	3	4	5	6
$q_{0,05}(6,10)$	3,15	3,3	3,37	3,43	3,46
	1,50	1,57	1,61	1,64	1,65

Ordenando promedios

<u>T1</u>	<u>T2</u>	<u>T3</u>	<u>T4</u>	<u>T5</u>	<u>T6</u>
14,84	16,43	19,18	19,91	24,11	27,80
1	2	3	4	5	6

Diferencias de promedios

	6	5	4	3	2
1	12,96*	9,27*	5,07*	4,34*	1,59*
2	11,37*	7,68*	3,48*	2,75*	
3	8,62*	4,93*	0,73		
4	7,89*	4,20*			
5	3,69*				

DETERMINACIÓN DE PROTEÍNA

	<u>T1</u>	<u>T2</u>	<u>T3</u>	<u>T4</u>	<u>T5</u>	<u>T6</u>	TOTAL
BLOQUE I	16,08	17,98	20,53	18,88	15,16	14,2	102,83
BLOQUE II	17,41	18,9	18,6	19,24	17,45	15,3	106,90
BLOQUE III	18,29	18,74	19,88	12,63	14,53	13,1	97,17
Total	51,78	55,62	59,01	50,75	47,14	42,60	306,90
PROMEDIO	17,26	18,54	19,67	16,92	15,71	14,20	17,05

ANVA

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft
Entre Tratamientos	5	57,17	11,43	3,61*	3,33
Entre Bloques	2	7,96	3,98		5,64
Error	10	31,70	3,17		
Total	17	96,82			

$$CV = \frac{1,85}{17,89} \times 100$$

$$CV = 10,37 \%$$

LÍMITES DE CONFIANZA

	<u>T1</u>	<u>T2</u>	<u>T3</u>	<u>T4</u>	<u>T5</u>	<u>T6</u>
$\frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$	17,26	18,54	19,67	16,92	15,71	14,20
s^2	1,24	0,24	0,96	13,81	2,36	1,21
s	1,11	0,49	0,98	3,72	1,54	1,10
$s_{\bar{y}}$	0,64	0,28	0,57	2,15	0,89	0,64
t	0,33	5,25	4,62	-0,06	-1,51	-4,49
$t_{0,025} * s_{\bar{y}}$	2,76	1,22	2,44	9,23	3,82	2,73
LC inferior	14,50	17,32	17,23	7,68	11,90	11,47
LC superior	20,02	19,76	22,11	26,15	19,53	16,93

PRUEBA DE DUNCAN

$$R_p = q_{\alpha} s_{\bar{y}} \quad s_{\bar{y}} = 1,03$$

p	2	3	4	5	6
$q_{0,05}(6,10)$	3,15	3,3	3,37	3,43	3,46
	3,24	3,39	3,46	3,53	3,56

Ordenando promedios

<u>T6</u>	<u>T5</u>	<u>T4</u>	<u>T1</u>	<u>T2</u>	<u>T3</u>
14,20	15,71	16,92	17,26	18,54	19,67
1	2	3	4	5	6

Diferencias de promedios

	6	5	4	3	2
1	5,47*	4,34*	3,06	2,72	1,51
2	3,96*	2,83	1,55	1,20	
3	2,75	1,62	0,34		
4	2,41	1,28			
5	1,13				

DETERMINACIÓN DE FIBRA

	T1	T2	T3	T4	T5	T6	TOTAL
BLOQUE I	22,4	25,4	27,53	27,69	35,47	38,1	176,59
BLOQUE II	23,3	25,1	27,57	28,25	30,77	35,3	170,29
BLOQUE III	22,9	26,3	28,19	30,35	35,92	37,6	181,26
Total	68,60	76,80	83,29	86,29	102,16	111,00	528,14
PROMEDIO	22,87	25,60	27,76	28,76	34,05	37,00	29,34

ANVA

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft
Entre					
Tratamientos	5	418,80	83,76	52,28**	3,33
Entre Bloques	2	10,10	5,05		5,64
Error	10	16,02	1,60		
Total	17	444,93			

$$CV = \frac{1,27}{29,34} \times 100$$

$$CV = 4,31\%$$

LÍMITES DE CONFIANZA

	<u>T1</u>	<u>T2</u>	<u>T3</u>	<u>T4</u>	<u>T5</u>	<u>T6</u>
$\frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$	22,87	25,60	27,76	28,76	34,05	37,00
s^2	0,20	0,39	0,14	1,97	8,14	2,23
s	0,45	0,62	0,37	1,40	2,85	1,49
$s_{\bar{y}}$	0,26	0,36	0,21	0,81	1,65	0,86
t	-24,87	-10,38	-7,39	-0,71	2,86	8,88
$t_{0,025} * s_{\bar{y}}$	1,12	1,55	0,92	3,48	7,09	3,71
LC inferior	21,75	24,05	26,84	25,28	26,97	33,29
LC superior	23,99	27,15	28,68	32,25	41,14	40,71

PRUEBA DE DUNCAN

$$R_p = q_{\alpha} s_{\bar{y}} \quad s_{\bar{y}} = 0,73$$

p	2	3	4	5	6
$q_{0,05}(6,10)$	3,15	3,3	3,37	3,43	3,46
	2,30	2,41	2,46	2,51	2,53

Ordenando promedios

<u>T1</u>	<u>T2</u>	<u>T3</u>	<u>T4</u>	<u>T5</u>	<u>T6</u>
22,87	25,60	27,76	28,76	34,05	37,00
1	2	3	4	5	6

	6	5	4	3	2
1	14,13*	11,19*	5,90*	4,90*	2,73*
2	11,40*	8,45*	3,16*	2,16	
3	9,24*	6,29*	1,00		
4	8,24*	5,29*			
5	2,95*				

Tabla 1. Análisis de varianza (ANVA) para la variable rendimiento promedio de forraje verde (kg/8 m²).

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft	
					0.05	0.01
Tratamientos	5	5.993,39	1.198,68	199,64**	3,33	5,64
Bloques	2	5,51	2,76	0.46 ns	4.10	7.56
Error	10	60,04	6,00			
Total	17	6.058,94				

C.V. = 10.38 %

TASA DE CRECIMIENTO

Tabla 16. Tasa de crecimiento cm/día

	<u>T1</u>	<u>T2</u>	<u>T3</u>	<u>T4</u>	<u>T5</u>	<u>T6</u>	TOTAL
BLOQUE I	0,63	0,77	1,02	0,96	0,99	1,19	5,56
BLOQUE II	0,57	0,70	1,14	0,99	1,04	1,20	5,64
BLOQUE III	0,69	0,63	1,09	1,04	1,08	1,22	5,75
Total	1,88	2,10	3,26	2,99	3,11	3,61	16,95
PROMEDIO	0,63	0,70	1,09	1,00	1,04	1,20	0,94