

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA**  
**FACULTAD DE ZOOTECNIA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE ZOOTECNIA**



**CONSUMO DE PASTO CAMERÚN *Echinochloa polystachya* (Kunth)**  
**Hitch POR TORETES DE CARNE AL PASTOREO CONTINUÓ**  
**UTILIZANDO EL MÉTODO AGRONÓMICO Y MARCADORES**  
**EXTERNOS**

**TESIS**

**Para obtener el título de:**

**INGENIERO ZOOTECNISTA**

**PRESENTADO POR:**

**GUERRERO SUCUITANA DE CABREJOS, YANINA**

**TINGO MARÍA – PERÚ**

**2019**



## ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Los que suscriben, Miembros del Jurado de Tesis, se reunieron a las 08:00 p.m. del 28 de junio de 2019, para calificar la Tesis titulada "CONSUMO DE PASTO CAMERÚN *Echinochloa polystachya* (Kunth) Hitch POR TORETES DE CARNE AL PASTOREO CONTÍNUO UTILIZANDO EL MÉTODO AGRONÓMICO Y MARCADORES EXTERNOS", presentada por la Bachiller en Ciencias Pecuarias YANINA GUERRERO SUCUITANA.

Después de haber escuchado la sustentación y las respuestas a las interrogantes formuladas, el Jurado declara **APROBADA LA TESIS** con el calificativo de "BUENO".

En consecuencia, la sustentante queda capacitada para optar el **TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERA ZOOTECNISTA**, que será aprobado por el Consejo de Facultad, y tramitado ante el Consejo Universitario, para la otorgación del Título, de conformidad con lo establecido en el Artículo 265°, inciso "b" del Estatuto de la Universidad Nacional Agraria de la Selva.

Tingo María, 06 de noviembre de 2019.

Ing. M. Sc. **EBER CÁRDENAS RIVERA**  
Presidente

Ing. M. Sc. **MIGUEL ÁNGEL PÉREZ OLANO**  
Miembro

Dr. **JORGE RÍOS ALVARADO**  
Miembro



Ing. M. Sc. **MEDARDO ANTONIO DÍAZ CÉSPEDES**  
Asesor Ausente

Copia : Archivo

slcp/sec

Dr. Rizo



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA  
DIRECCIÓN DE GESTIÓN DE INVESTIGACIÓN - DGI  
REPOSITORIO INSTITUCIONAL - UNAS  
Correo: [repositorio@unas.edu.pe](mailto:repositorio@unas.edu.pe)



"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"

### CERTIFICADO DE SIMILITUD T.I. N° 213- 2023 - CS-RIDUNAS

El Director de la Dirección de Gestión de Investigación de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, quien suscribe,

#### CERTIFICA QUE:

El Trabajo de Investigación; aprobó el proceso de revisión a través del software TURNITIN, evidenciándose en el informe de originalidad un índice de similitud no mayor del 25% (Art. 3° - Resolución N° 466-2019-CU-R-UNAS).

Programa de Estudio:

Zootecnia

Tipo de documento:

Tesis


X

Trabajo de investigación

TÍTULO	AUTOR	PORCENTAJE DE SIMILITUD
CONSUMO DE PASTO CAMERÚN Echinochloa polystachya (Kunth) Hitch POR TORETES DE CARNE AL PASTOREO CONTINUO UTILIZANDO EL MÉTODO AGRONÓMICO Y MARCADORES EXTERNOS	GUERRERO SUCUITANA DE CABREJOS, YANINA	<b>25 %</b> <b>Veinticinco</b>

Tingo María, 07 de agosto de 2023

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA  
DIRECCION DE GESTION DE LA INVESTIGACION



Dr. Tomás Menacho Mallqui  
DIRECTOR

C.C. Archivo



**T-ZOO**      **Guerrero Sucuitana de Cabrejos, Yanina**  
**631.4**      Consumo de pasto Camerún *Echinochloa*  
**G934**      *polystachya* (Kunth) Hitch por toretes de carne al pastoreo  
**2022**      continuo utilizando el método agronómico y marcadores  
externos / presentado por Yanina Guerrero Sucuitana de  
Cabrejos ; [Medardo Antonio Díaz Céspedes, asesor]. --  
Tingo María, Perú : Universidad Nacional Agraria de la  
Selva, Facultad de Zootecnia, 2022.  
[12], 43 hojas : 5 tablas, 1 figura ; 30 cm.  
Tesis (Ingeniero Zootecnista).  
Literatura citada: hojas [31]-37. 51 referencias  
**1. Animales al pastoreo. 2. Bovinos. 3. Materia orgánica.**  
**4. Óxido de cromo. 5. Trópico.**

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA**  
**FACULTAD DE ZOOTECNIA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE ZOOTECNIA**



**Autor** : Bach. Guerrero Sucuitana de Cabrejos, Yanina

**Asesor** : PhD. Díaz Céspedes Medardo Antonio

**Programa de investigación** : Producción Animal Sostenible

**Línea de investigación** : Nutrición, alimentación y sanidad de animales domésticos, silvestres y acuáticos en ecosistemas sostenibles

**Eje temático** : Nutrición Animal y Pastos

**Lugar de ejecución** : Centro de Investigación y Producción Tulumayo – CIPTALDS  
– Leoncio Prado - Huánuco

**Duración** : 5 meses

**Financiamiento** : Propio S/. 18,800.00

**Tingo María – Perú**

**2022**

## VICERRECTORADO DE INVESTIGACION

### OFICINA DE INVESTIGACION



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

### REGISTRO DE TESIS PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO UNIVERSITARIO, INVESTIGACIÓN DOCENTE Y TESISISTA

(Resol. N° 113-2019-CU-R-UNAS)

#### I. Datos Generales de Pregrado

<b>Universidad</b>	: Universidad Nacional Agraria de la Selva.
<b>Facultad</b>	: Facultad de Zootecnia.
<b>Título de tesis</b>	: Consumo de pasto camerún <i>Echinochloa polystachya</i> (Kunth) Hitch por toretes de carne al pastoreo continuo utilizando el método agronómico y marcadores externos
<b>Programa de investigación</b>	: Producción Animal Sostenible
<b>Línea de investigación</b>	: Nutrición, alimentación y sanidad de animales domésticos, silvestres y acuáticos en ecosistemas sostenibles
<b>Eje temático</b>	: Nutrición Animal y Pastos
<b>Autor</b>	: Bach. Guerrero Sucuitana de Cabrejos, Yanina
<b>Asesor</b>	: PhD. Díaz Céspedes Medardo Antonio
<b>Lugar de ejecución</b>	: Centro de Investigación y Producción Tulumayo – CIPTALDS – Leoncio Prado - Huánuco
<b>Duración del trabajo</b>	: Inicio : Enero 2017. Término : Mayo 2017.
<b>Financiamiento</b>	: FEDU : S/0.00 Propio : S/18,800.00 Otros : S/.0.00

**Tingo María, Perú, diciembre 2022.**

Guerrero Sucuitana de Cabrejos, Yanina  
**Tesisista**

Juan Lao González  
**Asesor**

## **DEDICATORIA**

A mis hijos Julio y Brigitt, a mis padres Julio y María a mis hermanos Julio y Liz a mi sobrina Yahaira a mi bis sobrina Maquenzi y a mi esposo Braulio.

## **AGRADECIMIENTOS**

Al PhD. Medardo Ant3nio D3az C3spedes, Asesor de la tesis.

Al Dr. Hern3n Maldonado V3squez, por el soporte en el tema de consumo planteada en esta tesis y orientaci3n correcta al presente trabajo; gracias Doctor.

Al M.Sc. Rafael Ren3 Robles Rodr3guez por dar la solidez profesional con argumentos estad3sticos en una gr3fica puntos de comparaci3n lo cual se defini3 en un momento de angustia, en donde el apoyo moral y profesional antes y durante la sustentaci3n fueron de mucha ayuda; muchas gracias.

A mis queridos profesores por ser parte de mi formaci3n profesional, no solo quedando como alumno profesor si no como una amistad infinita, que siempre est3n ah3 para responder una duda, disponibles en todo, ense1ando lo m3s importante en el campo. Y dem3s profesores que siempre estuvieron presente, gracias. Gracias tambi3n a mis amistades y familias de anta1o que me acompa1aron con su amistad verdadera; gracias.

El agradecer no termina porque son muchas personas que est3n y son parte del entorno que alg3n momento y circunstancias se volvieron importante, no m3s ni menos que otros, gracias a todos los que compartieron momentos conmigo y tambi3n perd3n si en alg3n momento dej3 de estar ah3, GRACIAS A TODOS Y GRACIAS DIOS por poder decirlo.

## ÍNDICE GENERAL

	Página
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA .....	2
2.1. Consumo voluntario.....	2
2.1.1. Efecto del peso vivo y metabólico sobre la ingestión de alimento.....	5
2.2. Pastura.....	5
2.2.1. Pasto Camerún ( <i>Echinochloa polystachya</i> (Kunth) Hitch) .....	6
2.2.2. Descripción del pasto ( <i>Echinochloa polystachya</i> (Kunth) Hitch).....	6
2.3. Ganado .....	8
2.3.1. Carga animal.....	8
2.3.2. Capacidad de carga.....	8
2.3.3. Métodos agronómicos .....	8
2.3.4. Métodos del marcador .....	9
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	13
3.1. Lugar y fecha de trabajo de campo y laboratorio .....	13
3.2. Tipo de investigación.....	13
3.3. Animales experimentales población de los animales .....	13
3.4. Instalaciones y materiales .....	13
3.4.1. Instalaciones .....	13
3.4.2. Materiales .....	13
3.5. Insumo en estudio .....	14
3.6. Alimentación.....	14
3.7. Variable independiente .....	14
3.8. Tratamientos .....	14
3.9. Variables dependientes .....	14
3.9.1. Método agronómico.....	14
3.9.2. Método de indicadores externos (óxido crómico, dióxido de titanio).....	14
3.10. Metodología.....	15
3.10.1. Disponibilidad de biomasa pre - pastoreo y pos - pastoreo.....	15
3.10.2. Altura de forraje.....	15
3.10.3. Relación hoja/tallo.....	16

3.10.4. Profundidad de defoliación.....	16
3.10.5. Utilización del forraje.....	16
3.10.6. Asignación de forraje.....	16
3.10.7. Composición botánica .....	17
3.10.8. Composición química del pasto Camerún <i>Echinochloa polystachya</i> (Kunth) Hitch. ....	17
3.10.9. Consumo de forraje mediante dos métodos de estimación de consumo. ....	17
3.11. Análisis estadístico .....	20
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	22
4.1. Consumo de materia seca por el método agronómico .....	22
4.2. Consumo de forraje mediante el método de marcadores externo óxido crómico (Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) y dióxido de titanio (TiO <sub>2</sub> ).....	26
4.3. Estimación de la precisión del consumo entre los métodos Agronómico y el método de Marcador externo (óxido crómico (Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )/dióxido de titanio (TiO <sub>2</sub> ). ....	27
V. CONCLUSIÓN .....	29
VI. PROPUESTAS A FUTURO .....	30
VII. REFERENCIAS.....	31
VIII. ANEXOS .....	38

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla	Página
<b>1. Consumo de materia seca del pasto total por el método agronómico.....</b>	<b>22</b>
<b>2. Variables vegetativas del camerún.....</b>	<b>23</b>
<b>3. Composición nutricional de las pasturas consumidas antes y después .....</b>	<b>25</b>
<b>4. Consumo estimado de materia seca (n=7, promedio <math>\pm</math> error estándar). .....</b>	<b>26</b>
<b>5. Estimación de la ingestión de materia seca según el método agronómico y método de marcador externo (promedio <math>\pm</math> desviación estándar).....</b>	<b>27</b>

## ÍNDICE DE FIGURA

Figura	Página
1. Estimación de la precisión del consumo entre el consumo de materia seca teórico y el método agronómico, método de marcador externo .....	27

# **CONSUMO DE PASTO CAMERÚN *Echinochloa polystachya* (Kunth) Hitch POR TORETES DE CARNE AL PASTOREO CONTINUO UTILIZANDO EL MÉTODO AGRONÓMICO Y MARCADORES EXTERNOS**

## **RESUMEN**

El estudio tuvo como objetivo estimar el consumo del pasto Camerún *Echinochloa polystachya* (Kunth) Hitch en base a materia seca por 14 toretes de carne alimentados al pastoreo continuo en condiciones de selva alta del Perú, mediante los métodos agronómico y de indicadores externos, como el óxido crómico y el dióxido de titanio en dosis de 25 g/animal/día, en una fase de adaptación y en fase de toma de muestras de heces del recto cada 24 horas. Se obtuvieron datos de disponibilidad de biomasa pre y post pastoreo tal como ofrecido y materia seca de forraje asignado, forraje residual, forraje acumulado, los cuales determinaron el consumo de materia seca. Para el método de marcadores se determinó el consumo medio de la materia orgánica, excreción fecal promedio diario de materia orgánica, determinación del marcador externo y digestibilidad de la materia orgánica de la pastura. Los resultados muestran que el consumo de pasto al pastoreo en base a materia seca por los toretes fue menor ( $p < 0.05$ ) siendo 9.17 y 8.56 kg/día/torete para los métodos óxido crómico y dióxido de titanio, respectivamente en relación con el método agronómico que reportó 11.99 kg de materia seca por día por torete; sin embargo, el método del marcador con dióxido de titanio ( $TiO_2$ ) fue el más preciso por encontrarse en un punto más cercano al punto referencial teórico. Se concluye que el consumo de pasto Camerún en base a materia seca por toretes al pastoreo es más preciso y a la vez menor que el método agronómico.

Palabras clave: Animales al pastoreo, Bovinos, Materia orgánica, Óxido de cromo, Trópico.

**THE CONSUMPTION OF ALEMAN GRASS *Echinochloa polystachya* (Kunth) Hitch  
IN BEEF CATTLE UNDER CONTINUAL GRAZING USING THE AGRONOMIC  
METHOD AND EXTERNAL MARKERS**

**ABSTRACT**

The objective of the study was to estimate the consumption of Aleman grass, *Echinochloa polystachya* (Kunth) Hitch, based on the dry matter of fourteen beef cattle when fed using continual grazing, under high jungle conditions in Peru, through the use of agronomic methods and external indicators such as chromium(III) oxide and titanium dioxide in doses of 25 g/animal/day, during the adaptation phase and the phase of taking samples from the rectum every twenty four hours. Data for the available biomass was obtained pre and post grazing, such as offered and assigned dry matter forage, residual forage, and accumulated forage, from which the dry matter consumption was determined. For the marker's method, the average organic matter consumption, average daily fecal excretion of organic matter, the external marker, and the digestibility of the organic matter from the field were determined. The results revealed that the consumption of grass during grazing, based on the dry matter for the cattle was less ( $p < 0.05$ ); which were 9.17 and 8.56 kg/day/bull for the chromium (III) oxide and titanium dioxide methods, respectively, in relation to the agronomic method, which reported 11.99 kg of dry matter per day per bull. Notwithstanding, the marker method with titanium dioxide ( $\text{TiO}_2$ ) was the most precise, due to having found the closest point to the theoretical reference point. It was concluded that the consumption of Aleman grass, based on the dry matter of cattle under grazing, was more precise, and at the same time, less than the agronomic method.

Keywords: grazing animals, bovine, dry matter, chromium (III) oxide, tropical

## I. INTRODUCCIÓN

Los forrajes son la base fundamental de la alimentación en rumiantes y el consumo al pastoreo, está condicionada por la disponibilidad del pasto, edad fisiológica del pasto, el tamaño corporal y peso metabólico del animal, al igual que los métodos evolucionados los cuales se usan para determinar la ingestión de forraje por animales al pastoreo y son variados desde determinaciones en la pastura el cual sirve para cuantificar la ingestión de animales hasta la utilización de marcadores para determinar la ingestión en animales individuales. La técnica de marcadores son sustancias no digeribles no toxicas (óxido de cromo, dióxido de titanio) totalmente recuperables y de fácil cuantificación y la técnica agronómica antes y después la diferencia es calculada por unidad de área y es convertida al consumo por animal.

Se plantea este estudio con el objetivo de determinar ¿Cuál será la ingestión del forraje Camerún *Echinochloa polystachya* (Kunth) Hitch por toretes de la raza Brahman en condiciones de pastoreo continuo, en el periodo de lluvias en condiciones de selva alta del Perú estimados con el método agronómico y el método de marcadores externos? Lo cual nos puede llevar a la siguiente hipótesis la cantidad de forraje ingerida por toretes de carne al pastoreo en condiciones de selva alta del Perú puede ser estimado de una manera más precisa cuando se utiliza el Método de indicador externo (óxido crómico/dióxido de titanio) por presentar menor coeficiente de variación y resultados menos variables que cuando se utiliza el método agronómico o de corte antes y después

### **Objetivo general:**

Determinar el consumo del pasto Camerún *Echinochloa polystachya* (Kunth) Hitch de toretes de carne al pastoreo continuo utilizando el método agronómico y método de indicadores externos en condiciones de selva alta del Perú.

### **Objetivos específicos:**

- ✓ Determinar la disponibilidad de biomasa total, composición botánica, la profundidad de defoliación, producción de materia seca que me permita determinar el consumo por el método agronómico.
- ✓ Estimar el consumo del pasto Camerún *Echinochloa polystachya* (Kunth) Hitch por toretes en pastoreo por la técnica de colección parcial de heces, con el método de indicador externo (óxido crómico ( $\text{Cr}_2\text{O}_3$ )/dióxido de titanio ( $\text{TiO}_2$ )).

- ✓ Estimar la precisión del consumo del pasto Camerún *Echinochloa polystachya* (Kunth) Hitchc por toretes al pastoreo entre los métodos agronómico y el método de marcador externo (óxido crómico ( $\text{Cr}_2\text{O}_3$ )/dióxido de titanio ( $\text{TiO}_2$ )).

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. Consumo voluntario

Se entiende por ingestión voluntaria a la proporción de materia seca del pasto que el animal consume normalmente y con un ofrecimiento *ad libitum*. Los factores que cambian la ingestión de forraje son: los inherentes al animal y otros no inherentes al animal, entre ellos se puede mencionar el estado productivo del animal, el nivel de concentrados en la ración, la temperatura y humedad del medio ambiente, la palatabilidad del forraje y el contenido total de la fracción de la pared celular (IICA, 1972). El forraje con una excelente concentración de nutrientes podría catalogarse como que es de baja calidad cuando el animal tiene dificultades para ingerirlo; debido a ello la ingestión voluntaria es una variable de nutritivo de un forraje.

Mejia (2002) señala que la eficiencia de producción en rumiantes se debe al factor de consumo voluntario de forraje. La ingestión voluntaria es un factor que tiene alta variación, por tanto, se complica cuando se requiere predecir en animales al pastoreo. También menciona que la productividad se podrá incrementar si se incrementa el consumo. El autor anota que el consumo de forraje se debe a tres principales aspectos: grado de digestibilidad del animal, el componente nutricional de los forrajes y a la exigencia de energía por los animales en pastoreo debido a que la ingestión de forraje tiene efecto directo sobre la ingestión de nutrientes y este, a su vez, al estado nutricional del animal.

Di Marco (2011) menciona que la calidad de los forrajes se debe a la capacidad de digestibilidad de la materia seca por el animal, esta no existe y que otros investigadores asumen que la calidad es una característica inherente al forraje, otros autores concluyen que la calidad es la expresión del forraje al medio ambiente y/o manejo, y otros asumen que debe considerarse a la respuesta animal o el consumo como una variable de calidad. Para determinar la ingestión de forraje por los animales en pastoreo se hace uso de diferentes técnicas, siendo uno de los más utilizados la determinación de pasturas ingeridas.

Hammeleers (2010) describe diversas técnicas para cuantificar la ingestión de forraje en animales al pastoreo, siendo el primero: los que se basan en el consumo de forraje que es el forraje disponible, menos el forraje sobrante después de pastoreo; el segundo se concreta en la producción del animal, el cual toma en consideración las necesidades del animal y el tercero se basa en la determinación individual por el animal, que consiste en la digestibilidad del forraje, proporción de pasto disponible y la determinación de las excretas fecales.

A lo que agrega Araujo (2005) tres factores que afecta el consumo voluntario en condiciones tropicales: 1. **factores inherentes al animal**; referidas al estado fisiológico, el

estómagos del animal, el contenido de agua de los forrajes, concentraciones de fibra, proteína, y la palatabilidad del forraje; 3. **factores ambientales**, la temperatura ambiental que depende de la humedad y de la velocidad del viento, siendo que a más de 26 °C se menora el consumo de materia seca.

IICA (1990) menciona que estimar el consumo mediante métodos directos los investigadores en muchas ocasiones estiman el consumo con pruebas de pastoreo sin incluir el uso de animales fistulados o tiene limitaciones para emplearlos y en ese sentido, recomienda el uso de los métodos agronómicos. Sin embargo, T'mannetje (1978) menciona que las técnicas agronómicas basadas en la pastura tienen una desventaja que consiste en la alta variación al momento de determinar la masa forrajera y su producción durante el periodo de pastoreo. A su vez Velez *et al.* (2002) reafirman que la ocupación del potrero en tiempos prolongados interfiere significativamente en el nivel de ingestión de pasto.

Dulau (2011) menciona que la determinación de la cantidad de la ingestión de materia seca por el animal en pastoreo se puede realizar mediante métodos indirectos como es la cuantificación de la diferencia de remanentes de forraje mediante cortes en una superficie consumida antes y después del pastoreo ya que el método no se diferencia estadísticamente del método patrón de la energía neta. También sugiere aumentar el número de muestras de cortes para la estimación del remanente para ajustar más el método.

Mejia (2002) menciona que el uso de la técnica de consumo de pasturas utilizando medidas agronómicas presenta el inconveniente de la asociación con el pisoteo, además hay la probabilidad de que el animal seleccione al pasto y la calidad del forraje, por este motivo, los resultados son muy variables.

Beliuchenko (1979) analizó ensayos realizados en Cuba y unión soviética, el tema se trata de la comparación de gramíneas que se desarrollan en diferentes pisos ecológicos como los tropicales, subtropicales y templados, el forraje fue realizado el corte a nivel del suelo y se muestreó 0.25 kg por cada metro cuadrado especialmente para las especies de crecimiento rastrero, pero para los de crecimiento más alto, la proporción de tallos fue superior a 60% de la producción total de materia seca. A estados tempranos del desarrollo del pasto hay predominio de tallos cortos con un 75%.

Díaz *et al.* (2007) hallaron la dispersión en el consumo voluntario de materia seca en las épocas del año. La ingestión de materia seca fue menor mientras el contenido de materia seca de la pastura fue menor (alta humedad) antes del pastoreo (MSPAP) durante los meses de enero y febrero, mientras que el CMS fue mayor cuando el contenido de materia seca de la pastura fue mayor (baja humedad) antes del pastoreo (MSPAP) en los meses de mayo – junio. Sin

embargo, el CMS fue muy bajo cuando el contenido de materia seca de la pastura fue muy alto (alto contenido de fibra) antes del pastoreo (MSPAP) durante los meses de julio – agosto.

Gordon y Lascano (2000) refieren que naturalmente los animales en pastoreo elijen las hojas y tallos tiernos por lo que son palatables, nutritivos y digestibles. Forbes (1995) reportó que los rumiantes en pastoreo presentan menor consumo voluntario cuando los forrajes presentan bajo contenido de materia seca, sobre todo cuando la materia seca es menor a 25%. Por su parte Pasha *et al.* (1994) menciona que el alto contenido de agua de los forrajes sobre todo jóvenes hay la probabilidad de provocar el estado de sensación de llenado físico ruminal.

### **2.1.1. Efecto del peso vivo y metabólico sobre la ingestión de alimento**

León *et al.* (2006) en un cuadro de crecimiento de peso vivo, al alcanzar los primeros cien kilogramo, supera un consumo de cuatro por ciento; por lo contrario, a partir de los doscientos kilogramos a mayor peso vivo disminuyen en su consumo, siendo inferior al tres por ciento del peso vivo del animal. También en el marco de variaciones de consumo de alimento en base a materia seca según el peso vivo en un rango de doscientos a trescientos kilogramos y con un peso metabólico de los vacunos entre 53.18 y 72.08, el consumo estimado estaría entre 3.46 y 3.12 por ciento, respectivamente.

## **2.2. Pastura**

INIAP (1989) menciona que en la calidad de forraje depende de la productividad, por ende, la edad de la planta involucra el contenido nutricional y la ingestión voluntaria del animal, lo que significa que a mayor edad la composición nutricional decrece. Asimismo, Lombardo (2018) menciona que el objetivo fundamental es llegar a un equilibrio entre el aprovechamiento del forraje y la producción individual de los animales, determinada mediante la asignación de forraje en baja, media y alta asignación, En este sentido una alta asignación de forraje del 12% del peso vivo para animales de 380 kg podrían consumir 45.6 kg MS y si la pastura presenta un 45% de pasto utilizable, tendrían posibilidad de consumir 20.5 kg. Mientras que una asignación media (8% del peso vivo) de los mismos animales (380 kg PV) podrían consumir 30.4 kg de MS, y 13.6 kg de MS si la utilización de la pastura es de 45%.

### 2.2.1. Pasto Camerún (*Echinochloa polystachya* (Kunth) Hitch)

**Taxonomía** Vasquez (2007) Reino: Plantae; Phylum: Magnoliophyta; Clase: Liliopsida; Orden: Cyperales; Familia: Poaceae; Género: Echinochloa; Epíteto específico: polystachya; Autor: (Kunth) Hitch.

### 2.2.2. Descripción del pasto (*Echinochloa polystachya* (Kunth) Hitch)

Peters et al. (2010) describieron lo siguiente como nombre común es Pasto alemán, utilizado para pastoreo; es considerado como tolerantes a terrenos con abundancia de agua; es una planta herbácea, erecta a decumbente de 1.50 m de altura, las hojas miden de 0.5 a 1.5 cm de ancho por 40 a 60 cm de largo, la panícula mide de 10 a 20 cm de largo, tiende a inclinarse con respecto al eje vertical.

También refiere que se acomoda hasta los 1000 metros sobre el nivel de mar, se dan bien en humedales y compactos de alta o mediana fertilidad con precipitaciones mayores a 1900 mm/año. En el proceso de pastoreo rotacional se prefiere que el descanso sea de un mes y medio, además está demostrado que presente una buena respuesta al abonamiento. La producción por año ronda entre 8 a 12 t de MS/ha y tiene la particularidad de soportar altas cargas en el pastoreo rotacional. Los valores nutritivos de PT en pastizales adecuadamente manejadas reportan entre 10 a 13% y una baja digestibilidad entre 50 a 55% (Peters. *et al.* 2010).

Vera (2016) al realizar una investigación para obtener el nivel de riego adecuado con láminas de reposición en el pasto *Echinochloa polystachya*, aplicó 100% riego después del corte de igualación con los siguientes tratamientos (T1), 80% (T2) y 50% (T3) y un testigo al cual no se le aplicó riego después del corte de igualación. Los mayores rendimientos y contenido nutricional a los 28 días, los obtuvo con el T1 (100% de riego) con rendimiento de biomasa de 3.27 kg/m<sup>2</sup>, humedad (82.59%), ceniza (17.02%), proteína cruda (14.4%), fibra cruda (33.74), Mientras que con el testigo obtuvo una humedad (73.95%), ceniza (16.32%), proteína cruda (15.15%), fibra (32.62%).

Aquino (1988) realizó un estudio en selva alta para averiguar el rendimiento y composición química del pasto *Echinochloa polystachya* reportó una producción de MS a los 45 días de 5980 kg, con un contenido de proteína cruda, fibra bruta, grasa total, ceniza y nifex expresado en base seca de 6.3; 29.1; 1.5; 12.1 y 51.0 %, respectivamente. Asimismo, Menacho (1990) encontró al analizar el contenido químico proximal en base seca del pasto *Echinochloa polystachya* a los 42 días valores de proteína cruda, fibra bruta, grasa total, nifex y ceniza de 11.4; 32.9; 2.80; 41; 52; 11.38 %, respectivamente.

Díaz *et al.* (2007) en un pastoreo rotacional intensivo con gramas nativas de bovinos Brahman, con épocas variables de uso (1-3 días) la producción de forraje en base seca durante las épocas de lluvias de 2844 kg/ha antes del pastoreo y después de pastoreo una producción de forraje remanente en base seca de 1864 kg/ha. Así mismo, utilizó una carga animal de 2.3 unidades animal (UA = 450 kg de peso vivo) durante la época de lluvias, manifestando que la época no influenció la concentración de proteína total presentes antes del pastoreo ( $9.3 \pm 1.7\%$ ), la tasa general de crecimiento ( $41 \pm 33$  kg MS/ha/día), la disponibilidad de MS ( $5.8 \pm 2.6$  kg MS/100 kg PV), la ingestión de MS ( $2.3\%$  1.5 kg MS/100 kg PV), lo que sugiere como una de las pasturas más productivas de la región.

En Colombia se realizó una evaluación de (*Echinochloa polystachya* Hitch) sembrado en suelo arcilloso y en cortes a los 21, 35, 49 y 63 días donde el promedio de producción de materia verde fue de (8.5; 13.5; 19.5; 27.4 t/ha respectivamente). Así mismo, el contenido nutricional fue de materia seca (15.9; 23.1; 32.0 y 31.8%), proteína total (13, 9.5, 7.1 y 5.2%), digestibilidad in vitro de la materia seca (61.8; 58.9; 56.6 y 54.6%) y digestibilidad in vitro de la materia orgánica (64.8; 61.3; 58.5 y 57.7%) presentando diferencias estadísticas altamente significativas en todos los casos (Manrique.1993).

Rios *et al.* (1974) realizaron una investigación para determinar la edad y el nivel óptimo de nitrógeno del pasto alemán (*Echinochloa polystachya*), reportaron que el contenido de MS fue de 14% y se estableció entre 14 y 35 días de edad, pero incrementó notablemente a inicios de los 42 días generando una producción de 15924 kg/ha de materia verde con un nivel de 100 kg/ha de N. Sin embargo, la cantidad de proteína, no dependiendo de la cantidad de abonamiento presentó una reducción a partir de los 35 días.

Wildin (1988) describe al *Echinochloa polystachya* como una gramínea forrajera apta para zonas tropicales inundables, suelos relativamente infértiles y que responde bien a la fertilización, especialmente de nitrógeno, además es palatable para los animales en pastoreo. En Venezuela (de donde es originario), la digestibilidad de la materia seca a 41, 48, 52 y 62 días de rebrote fue de 63.0, 62.2, 59.1 y 60.5 % y los niveles de proteína cruda fue de 10.3, 9.1, 8.9 y 8.2%, respectivamente.

Arocha *et al.* (2009) describe que mayores niveles de senescencia contribuye a una mayor proporción de material muerto en una disponibilidad de masa forrajera por ende se correlaciona negativamente con el consumo a pastoreo, lo cual limita la producción. En un ensayo realizado en Zulia encontró que la oferta de forraje debería ser 8 kg de materia seca por cada 100 kg de peso vivo de bovinos a pastoreo lo cual reporta menores niveles de senescencia foliar en el pasto alemán.

## 2.3. Ganado

### 2.3.1. Carga animal

García y López (2008) comenta que la carga animal es el número de animales con cierta edad y fase fisiológica que pastan en una superficie por un periodo de tiempo, el cual determinará la cantidad de animales que es adecuado y que soporta el pastizal. También, FAO (1996) menciona que la carga animal cambia la composición y altera la estabilidad de la pastura y del grado de utilización de la pastura a la proporción de la planta que es consumida por el animal durante el pastoreo y el 50 % de la planta (biomasa) es adecuado, ya que este no altera seriamente el vigor de la planta, pueden aceptarse grados de utilización algo más altos cuando la pastura ha estado en descanso por un periodo prolongado.

FAO (1996) describe que, la carga animal en unidades animales/ha (U.A/ha), se calcula con la fórmula:  $C.A. (U.A/ha) = P.F. \times 0,70 / 45 \times P.D.$  Donde: C.A. = carga animal (U.A./ha-Unidad Animal/ha); P.F. = producción del forraje (kg/ha) durante el período de descanso; 0.70 = índice de aprovechamiento del pasto por el ganado, estimado en 70%; 45 = consumo promedio diario de forraje fresco en kilos por unidad animal (1 unidad animal - U.A. equivale a una vaca adulta de 400-450 kg de peso), estimado en  $\pm 10\%$  del peso corporal y P.D. = período de descanso del pasto entre dos períodos de uso.

### 2.3.2. Capacidad de carga

García y López (2008) describieron a la capacidad de carga como la cantidad de que se tiene y forraje disponible. El requerimiento se calcula en base a materia seca cuanto se producen en los forrajes y cantidad de MS que se requiere en un hato durante el año, esta información sirve para ver la producción de forraje y estimar la cantidad óptima de animales, se refiere a la producción de forraje, que depende de la especie forrajera, la productividad del suelo, el sistema de manejo que se tenga y el clima (en particular la cantidad de lluvia y de sol).

### 2.3.3. Métodos agronómicos

IICA (1990) señala que con el método agronómico la ingestión de forraje se determina por la diferencia entre la MS disponible antes y después del pastoreo. También menciona que en el muestreo debe cosecharse el forraje a ras del suelo, evitando la contaminación y que las muestras cosechadas deben separarse en material verde e inerte, ya que el animal es extremadamente selectivo hacia la parte verde. Se recomienda pasturas homogéneas que permitan la utilización de más de 50% de forraje en dos o tres días, en periodos

largos de pastoreo (mayor a 7 días) es necesario tener en cuenta el crecimiento de forraje durante el periodo de ocupación.

Estrada *et al.* (2014) verificaron la ingestión de materia seca del forraje estrella más 6 kg de concentrado en vacas productoras de leche alimentadas en pastoreo, mediante las técnicas de la diferencia de la masa forrajera y el uso de n-alcanos, observaron que, la ingestión de materia seca fue semejante entre las dos técnicas, además indican que la técnica de n-alcanos reportó mayor valor de coeficiente de determinación reportando datos más precisos.

**Altura de la planta,** La RIEPT sugiere recabar información como altura de planta, porcentaje de cobertura y producción de materia seca para la examinación agronómica. Ortega-Gonzales (1986) mencionan que la altura del pasto mide los componentes del rendimiento que nos permite conocer cuándo puede ser cosechado el pasto al correlacionarlo con otros indicadores, lo cual en su investigación este se incrementó con el mayor nivel de nitrógeno, concluyendo, como una respuesta fisiológica del pasto cuando crece en un medio donde existe mayor suministro de elementos nutritivos.

En una comparación de entrada y salida de los animales en pastoreo rotativo la gramínea *Capim- cameroon* 100 cm - 40 a 50 cm respectivamente (Voltolini *et al.* 2010) mencionado por Moraes y Teixeira (2018) menciona que la altura va en función de la intensidad y eficiencia con que el pasto está siendo cosechado,

Continúan indicando que en el pastoreo rotativo en donde la eficiencia es un parámetro indicador de la cantidad de forraje presente en el pasto, asociada a la calidad y una de las maneras más fáciles y prácticas de orientar la producción animal a pasto, siempre considerando límites eco fisiológicos de crecimiento de las plantas, indica que pastos manejados en pastoreo continuo con una altura media entre ocho y doce cm, lo que corresponde a una masa de 1852 y 2778 kg/ha de materia seca, respectivamente.

#### **2.3.4. Métodos del marcador**

Los métodos del marcador sugieren determinar la digestibilidad de alimentos mediante el uso de marcadores a cantidades relativas de la materia seca del alimento y las heces (Schneider y Flatt, 1975). Lo cual es una técnica de cambio para detectar la generación de heces mediante el uso de marcadores e indicadores externos, quienes son productos inertes, no toxicas, no digeribles, altamente recuperables y de fácil determinación (Maynard *et al.*, 1981; Le Du Y Penning (1982).

Pond *et al.* (1987) indican que los indicadores externos son usados con diversos objetivos, como: evaluación de la digestibilidad, cuantificación de la producción fecal, ingestión voluntaria y la tasa de pasaje en el tracto gastrointestinal; el indicador con mayor uso es el óxido de cromo ( $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ), óxido férrico ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), otros. En tal sentido se pueden eficientemente determinar la generación total de productos fecales, para esto se debe esbozar un conocimiento especializado sobre dosificación por día del marcador a usarse (Bonilla, 2000).

**Marcadores internos**, uno de los marcadores comunes es la lignina, que no son carbohidratos y frecuentemente se encuentran en forrajes de mayor edad y se caracterizan por su nula o poquísima capacidad de ser digerida por el animal; por tanto, la lignina puede ser utilizada como marcador (Church y Pond, 1994). **Marcadores externos**, son productos químicos que se ofrecen al animal en el alimento; al igual que los marcadores internos no son digeridos ni absorbidos (Pond *et al.*, 1989; Owens y Hanson, 1992; Van Soest, 1994).

Longo (2015) menciona que el óxido de cromo ( $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ), dióxido de titanio ( $\text{TiO}_2$ ), y en los marcadores internos materia seca (MS) en la recuperación fecal, excreción fecal durante el tiempo en el organismo y desaparecer de este y el efecto de los horarios de la muestra en lo largo del día tienen alta variabilidad para estimar digestibilidad y consumo de materia orgánica de ovinos. Lo cual indica que se debe tener por lo menos 10 días de preparación previos.

Chongo (1985) menciona los métodos más usados para determinar la degradabilidad aparente y la ingestión de alimentos en condiciones de pajeo, siendo el primero el método In vivo, dentro de estas tenemos el método convencional o colección total de heces; los técnicos de relación con marcadores internos y marcadores externos, entre ellos el cromo. También, Gerkeen *et al.* (1987) sugiere el uso de las técnicas de marcadores para verificar la digestibilidad y la ingestión del forraje, mediante el uso del óxido crómico y la ceniza ácido insoluble en el suplementario de alimento, donde en la investigación realizada no afectó el consumo total de pasto y las mediciones efectuadas; lo cual sugiere la aplicación de esta técnica.

**Marcador externo óxido crómico** ( $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ) es un marcador no soluble en agua el cual no se relaciona con los componentes del alimento, este marcador se sedimenta en el retículo-rumen luego es enviado de vez en cuando al sistema digestivo, alterando el patrón de excreción del marcador (García *et al.*, 2009). Por su parte, Carvalho *et al.* (2005) mencionan que por la facilidad de adquisición y de análisis el óxido de cromo continúa siendo el marcador más utilizado en los estudios con los animales en pastoreo en el Brasil (utilizado en un 66% de

los trabajos elevados para trazar el perfil de uso de la técnica de estimaciones de consumo, recomienda usar ensayos de digestibilidad in vivo paralelo con el de pastoreo y usar datos de digestibilidad in vitro validados por ensayos in vivo.

Dice también que la estimación de consumo tiene ventaja y desventaja sin embargo se requiere saber muestras representativas de lo que está ingiriendo el animal en el pastoreo esto es un problema metodológico crítico ya que es un ecosistema vivo que se modifica a cada instante, lo que recomienda un protocolo. Lo cual Correa *et al.* (2009), propusieron al óxido crómico en una presentación física como pellet para su administración de 15 gramos en dos dosis por día, con siete días de adaptación, cinco días consecutivos de tomas de muestras con una frecuencia de dos muestras de material fecal por animal por día, optándose una recuperación de 79.4% de óxido de cromo en las heces.

Phar *et al.* (1970) recomienda una sola dosis de 10 gramos por día y dos tomas de muestra por día, esperando una tasa de recuperación del óxido de crómico ( $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ) de 85.7%. Mientras que, Oliveira *et al.* (2007) encontraron una media de 89.1% de recuperación, trabajando con novillos Holstein x Gir administrando una dosis de 8 gramos por día y dos veces de muestra por día.

Marcones *et al.* (2008) encontraron que la ingestión de alimento balanceado, utilizando óxido crómico ( $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ), con adaptación de seis días y cinco días de recolección de heces a una concentración de 10 g por animal mezclados al alimento, teniendo en cuenta que por lote contiene tres animales, 30 gramos de cada indicador se mezclaron con el concentrado. En lo cual se obtuvo heces de colectas realizadas en grupo de animales alimentados a intervalos de 22.5 horas, se trabajó con vacunos Nelore machos enteros de 20 meses de edad y con un promedio de peso vivo de  $285.33 \pm 5.33$  kg, como referencia tres animales fueron utilizados para la evaluación. Donde obtuvieron como resultado en una dieta de 1% PV, 1.25% materia seca 24.14 kg/lote, 24.5 kg/lote respectivamente, como decir 8.05 kg/a/d y 8.18 kg/a/d. Y el contenido proteico obtenido fue de 11.4%.

Berchielli (2005) realizó tres ensayos para validar el uso de estos marcadores internos y externos siendo uno de ellos óxido crómico, señala que la fibra indigestible utilizada como marcador, pero debido a la gran variabilidad de los resultados aduciendo las diferencias ocasionadas por la calidad de forraje en la digestión ruminal lo cual se observó que posiblemente la existencia de un marcador adecuado para cada volumen utilizado también sugiere cuidados en las preparaciones de las muestras y evitar pérdidas diferenciales de las partículas de los alimentos y de las heces para un mejor tiempo y una metodología de incubación que reflejara la fracción indigestible.

**Marcador externo dióxido de titanio** ( $\text{TiO}_2$ ) dicho marcador es utilizado como calculador de ingestión de alimento y digestibilidad, utilizado para hacer el muestreo en las heces y las tomas de muestras se realiza directamente del recto del animal (Castro *et al.*, 2015). En tanto Glindemann *et al.* (2009) en una investigación ejecutado en ovejas la recuperación del marcador óxido de titanio fue superior al 96%, lo que indica que es la opción más garantizada y con muy buena confiabilidad para la investigación en los ensayos.

Titgemeyer *et al.* (2001) evaluaron el dióxido de titanio ( $\text{TiO}_2$ ) para determinar la digestibilidad y ellos ofrecieron 10 gramos por día y por animal. El primer ensayo hizo uso de 8 novillos que se alimentaron con heno de pradera a libre discreción y la recuperación fecal de  $\text{TiO}_2$  en media fue de 93% y cuando fue suplementada no fue afectada. En el ensayo 2 utilizaron dos novillos alimentados con maíz y la recuperación de dióxido de titanio ( $\text{TiO}_2$ ) fue 95% en media en las heces. En el ensayo 3 se utilizaron 8 novillos alimentados con maíz a discreción y la recuperación de material fecal de dióxido de titanio ( $\text{TiO}_2$ ) en media fue alto 90%.

Respectivamente Marcones *et al.* (2008) estimaron la ingestión de alimento con el uso de dióxido de titanio ( $\text{TiO}_2$ ) a una dosis de 10 g/animal, incluidos en el alimento concentrado. Se utilizaron 12 vacunos Nelore machos enteros de 20 meses de edad con un peso vivo de  $285.33 \pm 5.23$  kg. Donde la cantidad ingerida de materia seca cuando ofrecieron una dieta de 1% en relación con el peso vivo, 1.25% fueron 24.68 kg/lote, 24.5 kg/lote, los mismo que son 8.23 kg/animal/d y 8.17 kg/animal/d. el contenido proteico de la dieta fue de 11.4%.

Dini *et al.* (2017) en un estudio realizado para estimar el consumo en pastoreo con dos pasturas de calidad inicial contrastante, utilizando como marcador externo de 10 g dióxido de titanio por animal con un suministro diario y la colecta de heces fue diaria vía rectal, empleando 20 vaquillonas Hereford, agrupadas en dos lotes de 10 según su peso vivo durante dos periodos: invierno y primavera, obtuvieron una ingesta de materia seca (IMS) de 12,8 kg/d y 5,53 kg/d, para la primavera e invierno respectivamente, observando que los resultados obtenidos de MSI (kg/d) presentaron alta variabilidad, recomendando trabajar con dos o más colecta.

Cantaro (2018) determino el consumo alimenticio en vacas en pastoreo con el uso de dióxido de titanio, la conducta de la ingesta, su composición nutricional de los forrajes y su efecto en la ingestión del alimento, donde se suministró capsulas de gelatina con 25 g/animal/día y se recolectaron aproximadamente 40 g/muestra de heces una vez al día. Teniendo como resultado la ingestión de alimento em media de  $8.25 \pm 1.56$  kg MS/vaca/día, equivalente al  $2.30 \pm 0.39\%$  del peso vivo.

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Lugar y fecha de trabajo de campo y laboratorial

El trabajo se realizó en las instalaciones del Centro de Investigación y Producción Tulumayo, Anexos La Divisoria en Puerto Súngaro (CIPTALDS) localizado a 26 km de la ciudad de Tingo María, caserío de Santa Lucía, distrito José Crespo y Castillo, provincia de Leoncio Prado, región Huánuco, su característica de ecosistema de Selva Alta, bosque muy húmedo-premontano y tropical (bmh-PT). Con una altitud de 540 msnm, con temperatura promedio anual de 23.8 °C, (18.6 °C y 30.9 °C), con una precipitación pluvial anual entre 2193 a 3760 mm (Estación Meteorológica – UNAS, 2016) (SENAMHI, 2017). El presente trabajo se desarrolló en época de lluvias con una duración de 5 meses, entre enero a mayo de 2017.

#### 3.2. Tipo de investigación

Investigación experimental.

#### 3.3. Animales experimentales población de los animales

Se seleccionaron 14 toretes de la raza Brahman, de una población de 350, peso vivo de  $275 \pm 56.8$  kg, de 12 a 15 meses de edad, del Centro de Producción e Investigación (CIPTALP - PS) Universidad Nacional Agraria de la Selva.

#### 3.4. Instalaciones y materiales

##### 3.4.1. Instalaciones

El área de pasto de 1.5 hectáreas se cercó con postes de madera y alambre púa. Pendiente de 3%, el pasto establecido Camerún *Echinochloa polystachya* (Kunt) Hitch, con una predominancia promedio del 87%. En este trabajo se consideró un programa de abonamiento con nitrógeno a razón de 50 kg/ha. Así mismo, se utilizó un corral de manejo que consta de un embudo, manga y guillotina en el cual se realizó la labor diaria de manejo.

##### 3.4.2. Materiales

Para la toma de muestra de pasto se utilizó tijera podadora, balanza reloj, bolsas de papel, regla metro cuadrado, costales, cuaderno de campo, lápiz, lapiceros, plásticos y cámara fotográfica. Así mismo, para la toma de muestra de heces se utilizó aretes, sogas

nariceras, lanza bolos, marcadores, baldes, envases herméticos, guantes de palpación, recipientes colectores de heces, tijera podadora, balanza digital, sal de cocina.

### **3.5. Insumo en estudio**

El pasto Camerún *Echinochloa polystachya* (Kunth) Hitch con edad de 40 días al inicio y 49 días al final de la investigación.

### **3.6. Alimentación**

Pastoreo extensivo continuo, se realizó en un área de pasto Camerún *Echinochloa polystachya* (Kunth) Hitch (87%) y en baja proporción pasto natural (%), así mismo fueron suplementadas con sales minerales diariamente y vitaminas liposolubles (ADE) al inicio de etapa preexperimental.

### **3.7. Variable independiente**

Métodos de consumo de pasturas al pastoreo.

### **3.8. Tratamientos**

T1: Método agronómico

T2: Método de los indicadores externos dióxido de titanio).

T3: Método de los indicadores externos (óxido crómico).

### **3.9. Variables dependientes**

#### **3.9.1. Método agronómico**

- Forraje asignado
- Forraje residual
- Forraje acumulado

#### **3.9.2. Método de indicadores externos (óxido crómico, dióxido de titanio)**

- Consumo medio de la Materia Orgánica
- Excreción fecal promedio diario de MO
- Digestibilidad de la Materia Orgánica de la pastura

### **3.10. Metodología**

La metodología consta de dos fases, la primera fase duró 7 días, fase en que se adapta el animal a los manejos diarios y la segunda fase que constó de 8 días, fase dónde los toretes ingirieron las capsulas de gelatina conteniendo veinticinco gramos de dióxido de titanio ( $TiO_2$ ) /óxido crómico ( $Cr_2O_3$ ) y extracción de cien gramos de muestra fecal por el método de colección parcial y las muestras obtenidas se colocó en respectivos envases herméticos.

#### **3.10.1. Disponibilidad de biomasa pre - pastoreo y pos - pastoreo**

Separación manual método de corte (Asrm, 1962) con la metodología de zigzag y puntos de corte o núcleos, Melgarejo (2017), donde se utilizó un cuadrante de un  $m^2$  (Hargreaves y Kerr, 1992; Mendoza y Lascano, 1986), para lo cual se utilizó una tijera podadora de forraje y se dispuso el corte de 10 muestras por hectárea dentro de una unidad por muestreo (1.0 metro x 1.0 metro), altura de corte de cinco centímetros (nivel del suelo). En cada día del pastoreo se tomaron nuevamente diez muestras por hectárea al azar por hectárea con el objetivo de determinar el forraje remanente.

Estas muestras se juntaron en una muestra compuesta, para obtener tres submuestras de aproximadamente mil quinientos gramos, se colocaron en una bolsa de papel y se destinó para:

- Cuantificación de cantidad de biomasa antes y después del pastoreo.
- Cuantificación del componente botánico de las pasturas antes y después del pastoreo.
- Ingestión por el método agronómico o corte de la pastura.

Representados en materia fresca y en base seca, donde fueron deshidratados en una estufa a 60 grados centígrados durante cuarenta y ocho horas y se determinó la materia seca del forraje asignado, residual y acumulado.

#### **3.10.2. Altura de forraje**

La altura del forraje se evaluó de acuerdo con la RIEP (Toledo y Schultze-Kraft, 1982 y Mendoza Y Lascano, 1986), cinco plantas fueron tomadas las alturas considerándose los pequeños, medianos y grandes) elegidas al azar y evitando la dispersión, dentro del marco en cada punto de corte, con un total de cincuenta datos anotados por hectárea por día.

### 3.10.3. Relación hoja/tallo

La determinación de la relación hoja:tallo se realizaron de acuerdo con los siguientes procesos (Flores, 2006).

- Cinco plantas al azar fueron tomadas como muestra fresca, las cuales fueron tomadas de 1m<sup>2</sup> y de cada potrero.
- En seguida, se realizó la separación de hoja y tallo y almacenadas en hojas de papel.
- Luego estas fracciones fueron pesados e identificados.
- Se procedió a deshidratar con estufa a sesenta y cinco grados centígrados.
- Pesado de la muestra (peso seco)
- Finalmente se determinó la relación hoja tallo, mediante la siguiente formula:

$$RHT = \frac{PsH}{PsT}$$

Donde:

*RHT*: Relación Hoja-Tallo.

*PsH*: Peso seco de la Hoja.

*PsT*: Peso seco del Tallo.

### 3.10.4. Profundidad de defoliación

Se estimó midiendo la altura media de las plantas antes y después del pastoreo, dicha diferencia se consideró como profundidad de defoliación (Mendoza y Lascano, 1986).

### 3.10.5. Utilización del forraje

Se calculó la resta entre la biomasa ante y después del pastoreo considerada en porcentaje de la biomasa antes del pastoreo. El porcentaje de la biomasa antes del pastoreo se expone frecuentemente el cien por ciento, así como se muestra en la siguiente fórmula.

$$\text{Utilización de forraje (\%)} = 100 - (\% \text{ de forraje post pastoreo})$$

### 3.10.6. Asignación de forraje

Determinándose a partir de 1.5 hectáreas para los catorce animales por un periodo de ocho días de pastoreo lo que correspondió ciento treinta y cuatro metros cuadrados por animal por día y la oferta de forraje se calculó con la biomasa total ofrecida en esta área individual por día.

### **3.10.7. Composición botánica**

Las sub muestras de pasturas fueron sometidas al método de corte (Tmannetje, 1978), se realizó la separación manualmente (Asrm, 1962), pesaje individual por partes y por especies (Mendoza y Lascano, 1986) para efectuar una selección de la pastura, en proporciones de especies presentes, en el forraje oferta (pasto Camerún, pasto natural, leguminosa), así mismo, para poder representar la composición botánica en base seca, estas fracciones fueron deshidratadas en estufa a sesenta grados centígrados durante cuarenta y ocho horas, para determinar su contenido de materia seca.

### **3.10.8. Composición química del pasto Camerún *Echinochloa polystachya* (Kunth) Hitch.**

#### **Materia seca, ceniza, proteína cruda y energía bruta del pasto**

Según AOAC (1990) se determinaron los siguientes análisis: materia seca; ceniza y nitrógeno por el método de micro-Kjeldahl. La energía total fue determinada por bomba de calorimétrica.

#### **Fibra detergente neutro y fibra detergente acida**

La FDN y FDA se determinaron con métodos descritos por Mertens (2002) y Van Soest y Robertson (1985), usando la técnica de Ankom, en muestras digeridas en solución de detergente, en bolsas de filtro, durante cuarenta minutos en una autoclave a 110 °C y 0.5 atm, siguiendo la metodología propuesta por Senger *et al.* (2008).

### **3.10.9. Consumo de forraje mediante dos métodos de estimación de consumo.**

Se estimó mediante los métodos siguientes: 1) método de corte de la pastura (antes y después) o agronómico; 2) método de dosis-pulso con óxido crómico o dióxido de titanio y por recolección parcial de heces.

**Método de corte de la pastura o Método de desaparición forrajera o agronómico (antes y después).** El cálculo del consumo de forraje o ingesta de materia seca (IMS) de forraje está basada en la desaparición del forraje y se calculó la diferencia entre masa de forraje pre-pastoreo y post-pastoreo. El muestreo de la masa de forraje fresco pre y post-pastoreo se midió cada 24 horas con el método de muestreo sistemático destructivo (t'Mannetje,1978). El experimento se condujo bajo un sistema de pastoreo continuo sobre un potrero de 1.5 ha, para lo cual se utilizó 14 toretes de la raza Brahman de 12 a 15 meses de edad

y un peso vivo de 275 kg. Asimismo, se asignó un área de pastoreo de 1850 m<sup>2</sup>/día (134 m<sup>2</sup>/animal/día) para el pastoreo de los 14 animales. La ingesta de materia seca se midió durante 8 días.

**Forraje asignado (antes del pastoreo)**, el rendimiento de forraje fresco, el porcentaje de MS y el rendimiento de forraje en MS se midió durante la fase experimental los días 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13 y 14 antes de permitir el pastoreo de los toretes. En ese sentido se cortaron 10 m<sup>2</sup> por cada día de muestreo (núcleos al azar de 1 m<sup>2</sup> cada uno. El forraje cortado se recoló, pesó y se tomó submuestras de aproximadamente 1000 g de material fresco para la determinación de la MS, a través del secado en una estufa a 60°C durante 48h.

**Forraje residual (después del pastoreo)**, se midió cada 24 horas los días 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14 y 15, procedimiento similar al realizado durante el pre-pastoreo. Así mismo, el forraje residual se recoló, pesó y se tomó submuestras de aproximadamente 1000 g de material fresco para la determinación de la MS, a través del secado en una estufa a 60°C durante 48h.

**Forraje Acumulado (tasa de rebrote)**, debido a que los períodos de pastoreo fueron de 1 día, no se tuvo en cuenta el crecimiento del forraje durante el período de pastoreo (T'mannetje, 1978; Mendoza y Lascano 1986).

La ingesta de materia seca (kg MS/ d) se calculó utilizando la ecuación de Linehan (Linehan *et al.* 1952; Meijs 1981), de la siguiente manera:

$$CMS_{\left(\frac{kg\ MS}{d}\right)} = (FA - FR) \times \frac{\log(FA + \Delta A) - \log(fr)}{\log(FA) - \log(FR)}$$

Donde:

$CMS$  = ingesta de materia seca

$FA$  = Forraje asignado

$FR$  = Forraje residual

$A$  = Forraje Acumulado

**Método de dosis-pulso con marcador externo.** La ingesta total de materia orgánica (IMO) se estimó con el método marcador de dosis-pulso (Pond *et al.* 1986), para ello se utilizó el óxido crómico y el dióxido de titanio. realizándose los siguientes cálculos previos:

**Consumo medio de Materia Orgánica (MOI, kg<sup>-1</sup>)** en toretes se calculó utilizando los promedios de la proporción de heces de la MO (MO<sub>f</sub>, kg<sup>-1</sup>) y la digestibilidad de la MO (MOD, %), las cuales se estimaron de acuerdo con la fórmula de Corbett y Freer (1995):

$$MOI, kg^{-1} = \frac{(MO_f, kg^{-1}) \times 100}{100 - MOD, \%}$$

Dónde:

*MOI, kg<sup>-1</sup>*: Consumo medio de la Materia Orgánica del forraje,

*"MO<sub>f</sub>, kg<sup>-1</sup>"*: Excreción fecal de la MO.

*MOD, %*: Digestibilidad de la MO

**Excreción fecal diaria de MO (MO<sub>f</sub>, kg<sup>-1</sup>) promedio**, se calculó de la dosis diaria de óxido crómico y dióxido de titanio y la proporción del óxido crómico, 99.0% de pureza y dióxido de titanio, 94.5% de pureza) en las heces utilizando la siguiente ecuación (Prigge *et al.* 1981):

$$MO_f, kg^{-1} = \frac{Dosis\ del\ marcador\ externo, mgd^{-1}}{Concnración\ del\ marcador\ externo\ en\ heces, mgkg^{-1}MO}$$

El marcador externo se administró oralmente, en cápsulas de gelatina, durante 14 días continuos, en dosis de 25 g/animal/día. Los primeros siete días fueron para adaptación y durante los últimos siete días se tomaron las muestras de heces directamente del recto cada 24 horas (Zorrilla, 1980).

**Determinación del marcador externo.** La determinación del marcador externo se efectuó de acuerdo con la metodología recomendada por Uden *et al.* (1980).

La concentración de cromo en heces se determinó por espectrofotometría de absorción atómica utilizando llama de acetileno descritos por (William *et al.* 1962). La cuantificación del marcador dióxido de titanio (TiO<sub>2</sub>) se realizó por la técnica de colorimetría (espectrofotometría UV), con la técnica sugerida por Close y Menke (1986).

**Digestibilidad de la Materia Orgánica (MOD %)**, se determinó utilizando la fórmula descrita por Lucas *et al.* (2005), recomendada por (Juarez, 2018).

$$DMO = 72.86 - 107.77 \times e^{\left(-0.01515 \times \frac{PCF[g/kgMO]}{100}\right)}$$

Donde:

*DMO* = Digestibilidad de la materia orgánica.

*PCF* = Contenido de proteína cruda en la materia orgánica fecal.

Para determinar el consumo de Materia Seca se aplicó la misma fórmula con las proporciones de excreción fecal de la materia seca y la digestibilidad de la materia orgánica.

### 3.11. Análisis estadístico

Para determinar el consumo de materia seca utilizando el óxido crómico ( $Cr_2O_3$ ), dióxido de titanio ( $TiO_2$ ), se usó estadística inferencial para dos muestras independientes a través de la prueba t-Student con varianzas desiguales, cuyo modelo matemático se muestra a continuación.

$$T = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{Sp \sqrt{\frac{1+1}{N_1 N_2}}}$$

Donde:

*T* = Valor estadístico de la prueba t - Student.

$\bar{X}_1$  = Valor promedio del consumo promedio de la materia seca mediante el método de óxido crómico ( $Cr_2O_3$ )

$\bar{X}_2$  = Valor promedio del consumo promedio de la Materia seca mediante el Método de dióxido de titanio ( $TiO_2$ )

*Sp* = desviación estándar ponderada de ambos grupos.

$N_1$  = Tamaño de la muestra del método de óxido crómico ( $Cr_2O_3$ )

$N_2$  = Tamaño de la muestra del Método de dióxido de titanio ( $TiO_2$ )

La ecuación para obtener la desviación estándar ponderada:

$$Sp = \sqrt{\frac{SC_1 + SC_2}{N_1 + N_2 - 2}}$$

Donde:

$Sp$  = Desviación estándar ponderada.

$SC_1, SC_2$  = Suma de cuadrados de cada grupo.

$N$  = Tamaño de la muestra 1 y 2.

Para comparar consumo de materia seca entre métodos de estimación (Agronómico y Marcador externo), se usó estadística inferencial para una muestra que bajo  $H_0$  tiene distribución 'T de Student', con  $n-1$  grados de libertad, permite probar una hipótesis acerca de la esperanza de una variable aleatoria, del tipo  $H_0: \mu = \mu_0$ , cuyo modelo matemático se muestra a continuación:

$$T = \left[ \frac{\bar{x} - \mu}{\frac{S}{\sqrt{n}}} \right]$$

Donde:

$T$  = Valor estadístico de la prueba t - Student.

$\bar{x}$  = Valor promedio de consumo de materia seca mediante el método de marcador externo (óxido crómico ( $Cr_2O_3$ ), dióxido de titanio ( $TiO_2$ )).

$\mu_0$  = valor hipotetizado para la media poblacional.

$S$  = desviación estándar independiente del método de marcador externo (óxido crómico ( $Cr_2O_3$ ), dióxido de titanio ( $TiO_2$ )).

$n$  = Tamaño de la muestra del método de marcador externo (óxido crómico ( $Cr_2O_3$ ), dióxido de titanio ( $TiO_2$ )).

Así mismo, se realizó una estadística descriptiva para comparar la precisión del consumo de materia seca entre los métodos de estimación (Agronómico y Marcador externo), para lo cual se usó como referencia el valor teórico calculado de consumo potencial de materia seca propuesto por León-Velarde (2006).

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. Consumo de materia seca por el método agronómico

En la Tabla 1 se observa el resultado de consumo obtenido por el método agronómico que en promedio fue de 11.99 kg/animal/día, este promedio resulto superior ( $p < 0.05$ ) al valor obtenido con el método de marcador externo ( $8.86 \pm 0.42$ ), independientemente del tipo de marcador utilizado (óxido crómico y dióxido de titanio). Este resultado estaría más cercano a lo planteado por León *et al.* (2006) que expresa como consumo potencial de materia seca un valor promedio de 8.85 kg/animal/día. En ese sentido T'mannetje (1978) dice que las técnicas agronómicas basadas en la pastura tienen una desventaja que consiste en la precisión, y Mejia (2002) donde también considera los causantes del pisoteo, la elección natural del animal y el crecimiento del pasto causa una desventaja haciendo los resultados dudosos.

Tabla 1. Consumo de materia seca del pasto total por el método agronómico

Consumo por método agronómico (kg)				
Repetición	Antes	Después	Diferencia	Consumo
1	4552.6	2606.7	1945.9	12.97
2	4208.2	2353.6	1854.6	12.36
3	3725.5	2132.5	1593.1	10.62
Promedio	4162.1	2364.3	1797.9	11.99
EE	239.8	137.0	105.7	0.70

Al igual Estrada *et al.* (2014) Como se explica que no encontró diferencia en el (CMS) entre n-alcanos y masa forrajera ( $P > 0.05$ ) están bien relacionados ( $r^2 = 0.80$ ), manifestando que la técnica n-alcanos fue la más precisa que la técnica por diferencia de masa forrajera ya que requiere de mayor numero de muestreos del forraje ofrecido, forraje residual, así como, considerar la tasa de rebrote, con lo cual se pueden obtener estimaciones con mayor precisión.

La biomasa total pre-pastoreo fue 4696.6 kg MS/ha y post pastoreo 2246.7 kg MS/ha (Cuadro 2), por lo cual se observa que los animales tuvieron una alta oferta de forraje y asignación de 62.9 kg MS/torete/día, y pese a que la densidad de la carga fue de

9.8 unidades animales/ha. Mientras que Da Cruz (2000) reportó una biomasa total de 3495.13 kg MS/ha utilizado una densidad de carga de 6 UA/hectárea. Esta alta oferta y asignación de forraje, permitió asegurar que el consumo voluntario del forraje no se vea afectado. Piña y Olivares (2012) quién señalan que una buena oferta y calidad de forraje garantiza un buen aprovechamiento. Así mismo, Arocha *et al.* (2009), menciona que una oferta óptima de forraje debe de estar por encima de 8 kg de materia seca por cada 100 kg de peso vivo de bovinos a pastoreo en el pasto alemán.

Tabla 2. Variables vegetativas del Camerún

Características en las pasturas	Pre-pastoreo	Post-pastoreo
Biomasa total (P. Camerún + natural kg MS/ha)	4696.6	2246.7
Biomasa P. Camerún (kg MS/ha)	4552.6	2132.5
Biomasa P. Natural (kg MS/ha)	144.0	114.2
Altura de forraje (cm)	68.32 ± 31.2	44.97 ± 18.2
Profundidad de defoliación (cm)		23.36
Uso de forraje total (%)		52.2
Oferta de forraje 133.92 m <sup>2</sup> (kg MS/torete/d)		62.89
Composición botánica (%)		
Camerún	87.1	82.3
Natural	3.0	4.6
Malezas	9.9	13.2
Fracción del P. Camerún (%)		
Hoja	34.2	20.5
Tallo	51.4	60.0
Senescencia	14.4	19.5
Relación Hoja/tallo (MS)	0.67:1	0.34:1

El porcentaje de defoliación es un indicador de cuanto se consumió en el periodo de pastoreo se obtuvo altura pre-pastoreo 68.32 ± 31.2 y en el pos-pastoreo 44.97 ± 18.2 indicando una defoliación de 23.36 similar situación se encontró en las gramíneas *Capim- cameroon* antes de pastoreo 100 cm y a la salida con 40 a 50 cm (Voltolini *et al.* 2010) mencionado por Moraes y Teixeira (2018). En cuanto al porcentaje de utilización se obtuvo un 52.2%, resultado considerado adecuado, porque el forraje fue consumido en

una proporción del 50 % de la planta (biomasa), la misma que no altera seriamente el vigor de la planta (FAO, 1996).

La relación hoja/tallo antes del pastoreo fue 0.67, este resultado gradualmente se reduce después del pastoreo llegando a 0.34, siendo esta un indicador del mayor consumo o selección que de hojas, finalmente al pospastoreo generó más tallos, de tal modo notándose una ingestión preferida por las hojas como lo señalan Gordon y Lascano (2000) en su investigación sostiene que los animales seleccionan a las hojas y tallos jóvenes por su mejor digeribles y alimenticios, notablemente con alta concentración de nitrógeno proteico; lo que Forbes (1995) ratifica que la reducida concentración de materia seca en las pasturas es el factor que reduce la ingestión voluntaria en los rumiantes, lo que indica un proceso de selectividad en el consumo.

En la relación hoja/tallo también se observa más presencia de tallo con 60.0 %, esto podría ser como lo menciona Beliuchenko (1979), donde explica, que las gramíneas su proporción de tallos es superior a 60 % de la producción total de MS. También que estados tempranos del desarrollo del pasto hay predominio de tallos cortos con un 75%. El INIAP (1989) menciona que en el sub pastoreo el animal inicialmente selecciona al pasto más palatable, los más jóvenes, pero, la producción de materia seca es menor.

INIAP (1989) explica que cuando la relación volumen de forraje es mayor que el número de animales, sucede el sub pastoreo esto por lo general, se produce durante la época lluviosa, se puede mencionar que en las épocas de lluvia el *Echinochloa polystachia* tiene una adaptación muy buena como lo menciona Wildin (1988) donde lo describe como una especie adaptada al trópico e inundable, con la calidad de suelos bajos y que reaccionen a un proceso adecuado de fertilización, indispensable de nitrógeno.

En nuestra investigación se representó lo que mencionan Garcia y Lopez (2008), de que el forraje disponible es ventajoso para evaluar el manejo de pastoreo en términos de producción animal y de persistencia de la pastura, o cuando se evalúe el uso estratégico de las pasturas en sistema de producción Sin embargo, Lombardo (2018) menciona contrariamente que cuando existe una alta asignación de forraje triplica la capacidad de consumo, ganancias individuales elevadas y genera una selección de las especies más nutritivas ocasionado una acumulación de mucho resto seco que hace

sombra, lo cual afecta el crecimiento. Estas situaciones se ven reflejadas en nuestros resultados que con el transcurrir los días de pastoreo (día 1 al 8) se va generando una mayor acumulación de material senescente.

Tabla 3. Composición nutricional de las pasturas consumidas antes y después

Nutrientes y energía	Composición Química			
	Pasto Camerún		Pasto Total	
	Pre-pastoreo	Post-pastoreo	Pre-pastoreo	Post-pastoreo
M.S (%)	31.4	27.8	31.3	28.7
CZ (%)	10.8	8.75	10.62	8.92
MO (%)	89.2	91.2	89.3	91.1
P.C. (%)	7.69	7.22	7.81	7.42
F.D.N. (%)	63.94	66.07	63.61	68.18
F.D.A. (%)	33.7	35.41	34.87	37.68
EB (Kcal/kg)	3950.8	3882.8	3959.1	3830.2

M.O.: Materia orgánica, CZ: Ceniza, P.C.: Proteína cruda, F.D.N.: Fibra detergente neutra, F.D.A.: Fibra detergente ácida y EB: energía bruta.

En relación con el contenido nutricional, se verifica que el forraje Camerún en el pre-pastoreo presenta un buen contenido nutricional (Cuadro 3), de 31.3% de materia seca, 7.81% de Proteína cruda, 10.62% de Ceniza, 63.61% de FDN, 34.87% de FDA, resultados semejantes a los estudios de Carriel (2014) en ese sentido, este mismo autor menciona que el consumo y la selectividad de forraje se ve afectado por la composición nutricional del forraje, lo cual regulan sus exigencias nutricionales.

Los resultados demuestran que el forraje en la época de prepastoreo contiene una buena concentración de materia seca (31.3%) y en el post-pastoreo (28.7%) lo que corrobora Forbes (1995) asumiendo que cuando la materia seca de los forrajes es baja sucede la reducción del consumo voluntario en los rumiantes, principalmente cuando es menor a 25%; y Pasha *et al.* (1994) mencionan que el alto contenido de agua a nivel ruminal ocasiona un llenado físico.

#### 4.2. Consumo de forraje mediante el método de marcadores externo óxido crómico (Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) y dióxido de titanio (TiO<sub>2</sub>)

Para los resultados de la Tabla 4 se determinaron el consumo utilizando marcadores externos conociendo la generación de material fecal (Bonilla, 2000) y la digestibilidad (Correa *et al.* 2009). Lo cual se observa de manera independiente los resultados a partir de los marcadores oxido de cromo y dióxido de titanio por ser los más usados (Chongo, 1985). En nuestro estudio se reporta un consumo de forrajes en base seca de  $9.17 \pm 1.04$  oxido con crómico y  $8.56 \pm 2.04$  kg/día/animal con dióxido de titanio, estos valores no mostraron diferencias estadísticas ( $p > 0.05$ ).

Tabla 4. Consumo estimado de materia seca (n=7, promedio  $\pm$  error estándar).

Variable respuesta	Marcador		p – valor
	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	
MSI (kg/d/torete)	7.8093	6.6762	
	9.5567	5.8806	
	9.5872	9.1339	
	10.8480	9.7595	
	8.5751	9.2081	
	8.2093	11.8319	
	9.5922	7.3952	
	<b>9.17 <math>\pm</math> 0.39</b>	<b>8.56 <math>\pm</math> 0.77</b>	0.492
MSIP (%PV)	3.14 $\pm$ 0.53	3.37 $\pm$ 0.64	0.478

MSI: Materia seca ingerida; MSIP: Porcentaje de materia seca ingerida según el peso vivo.  
Distribución 'T de Student' para dos muestras independientes con varianza desigual ( $p < 0.05$ ).

El promedio del consumo de la materia seca fue de  $8.86 \pm 0.42$  kg/animal/día con el método de marcadores en una densidad de carga de 9.8 animales/ha, estos resultados son altos en relación con la ingestión de forraje estudiado por Da Cruz (2000), quien evaluó el pasto Camerún. Asimismo, la recuperación en relación de porcentaje en el material fecal de óxido crómico fue de 75.3 % y 81.6% de dióxido de titanio (TiO<sub>2</sub>). La proporción de recuperación de Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> fue menor al estudio de Correa *et al.* (2009) el cual fue de 79.4%, quienes investigaron con animales Holstein suplementados con óxido crómico (Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) peletizado, a una dosis de 15 g/día y la recolección de material fecal se realizó dos veces al día; y Oliveira *et al.*, (2007),

investigando con novillos cruzados Holstein x Gir, a una dosis de 8 g/día y dos muestreos por día, reportaron 89.1%.

Tabla 5. Estimación de la ingestión de materia seca según el método agronómico y método de marcador externo (promedio  $\pm$  desviación estándar)

Método	Materia seca ingerida
Agronómico	11.99 $\pm$ 1.04
Marcadores	8.86 $\pm$ 0.42
P- valor	0.0001

Inferencia basada en una muestra Prueba t para una media ( $p < 0.05$ ). Valor de la media bajo la hipótesis nula: 11.99

#### 4.3. Estimación de la precisión del consumo entre los métodos Agronómico y el método de Marcador externo (óxido crómico ( $\text{Cr}_2\text{O}_3$ )/dióxido de titanio ( $\text{TiO}_2$ )).

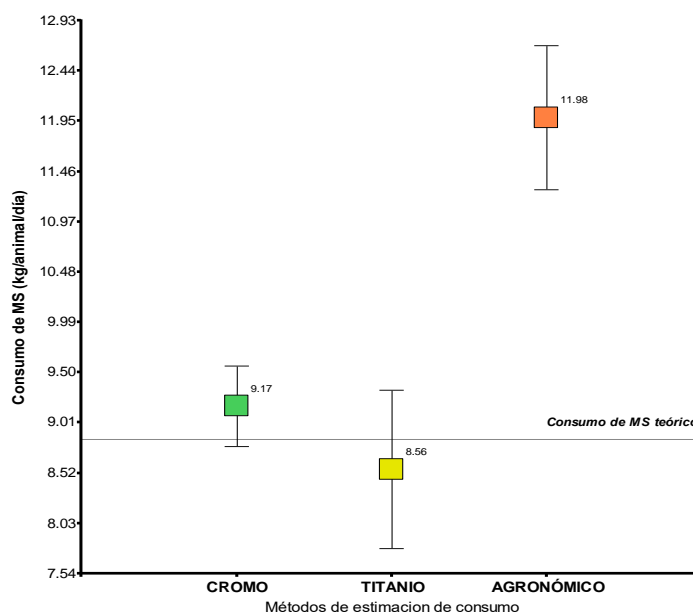


Figura 1. Estimación de la precisión del consumo entre el consumo de materia seca teórico y el método agronómico, método de marcador externo

El consumo de materia seca de  $11.99 \pm 1.04$  kg/animal/día, estimado por el método agronómico resultó muy elevado ( $p < 0.001$ ), posiblemente por que proporciona estimaciones grupales y no individuales, así como, tienen una desventaja que consiste en la precisión (T'mannetje, 1978). En tanto, Mejia (2002) considera que la sobrestimación puede deberse al pisoteo, la selección natural del animal y el crecimiento del pasto causa una desventaja haciendo los resultados dudosos. Sin embargo, T'mannetje, (1978) y Mejia

(2002) consideran que el método agronómico se espera que se haga uso en el campo, teniendo más posibilidad por ser más económico y por la facilidad de su uso.

Dulau (2011) al realizar una investigación con la finalidad de comparar la precisión del método agronómico no encontró diferencia estadísticamente en relación con el método patrón de la energía neta. Sin embargo, manifiesta que el método agronómico, presentó mayor variación en sus datos, por lo que sugiere incrementar el número de muestras de cortes para la determinar del sobrante para ajustar más el método

En ese sentido el método del marcador externo, independientemente del uso del óxido crómico y dióxido de titanio se observan que son los más próximos al resultado obtenido por León; *et al.* (2006) de 8.86 kg MS. Por lo que los marcadores externos permiten estimar más eficientemente el consumo de forraje y que solo basta conocer la producción total de heces (Bonilla, 2000) y la digestibilidad (Correa *et al.*, 2009) siendo necesario tener un conocimiento más amplio de la dosificación diaria que permitan obtener el mayor porcentaje de recuperación en las heces de los marcadores.

El marcador externo dióxido de titanio ( $8.56 \pm 0.77$ ) presenta una estimación del consumo de materia seca del forraje más cercana que el óxido crómico ( $9.17 \pm 0.39$ ) con relación al valor teórico estimado según lo recomendado por LEÓN *et al.* (2006) de 8.86, lo cual estaría siendo explicado al mayor porcentaje de recuperación en las heces que fueron de 81.6% y 75.3% para el dióxido de titanio ( $\text{TiO}_2$ ) y el óxido crómico ( $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ) respectivamente.

## V. CONCLUSIÓN

De acuerdo con los resultados obtenidos en el presente trabajo podemos concluir:

- El uso de los métodos de marcadores resultó ser más precisa en la estimación del consumo de materia seca que el método agronómico del pasto Camerún (*Echinochloa polystachya* (Kunth) Hitchc.) de toretes de carne al pastoreo continuo en condiciones de Selva alta durante la época de mayor precipitación.
- El consumo del pasto Camerún (*Echinochloa polystachya* (Kunth) Hitchc.) de toretes de carne al pastoreo continuo utilizando el método agronómico fue de 11.99 kg/MS/a/d.
- El consumo del pasto Camerún (*Echinochloa polystachya* (Kunth) Hitchc.) por el método de marcador externo fue de 9.17 y de 8.56 kg/d/torete para el óxido crómico y dióxido de titanio. Los mismos que resultaron similares ( $p < 0.05$ ).
- El método del marcador dióxido de titanio ( $\text{TiO}_2$ ) fue el más preciso por encontrarse en un punto más cercano al punto referencial teórico.

## **VI. PROPUESTAS A FUTURO**

- Investigar el consumo de materia seca y orgánica con el método agronómico en los pastos tropicales de mayor producción.
- Realizar investigaciones de consumo en época de baja precipitación y valuar con la finalidad de correlacionar la estación del año y la ingestión de forrajes en sus diferentes componentes.
- Lograr un protocolo con el método agronómico a base de nuestros resultados en zona tropical en el Perú

## VII. REFERENCIAS

- Aquino, E. (1988). Rendimiento y composición química del pasto *Echinochloapolystachya* en Tingo María – Perú. Tesis.
- Araujo, O. (2005). Factores que afectan el consumo voluntario en bovinos a pastoreo en condiciones tropicales. [En línea]: [http://www.ucv.ve/fileadmin/user\\_upload/facultad\\_agronomia/Consumo\\_a\\_pastoreo\\_II.pdf](http://www.ucv.ve/fileadmin/user_upload/facultad_agronomia/Consumo_a_pastoreo_II.pdf). Maracaibo, Zulia – Venezuela.
- Arocha, A. et al (2009). Efecto de la oferta de forraje sobre el flujo de tejidos del pasto alemán (*Echinochloapolystachya*Hitch). [En línea]: Tesis. <http://200.35.84.131/portal/bases/marc/texto/4201-09-03213.pdf>. Maracaibo – Venezuela. Revisado el 04 de febrero 2019.
- Berchielli, T. (2005). Comparação de Marcadores para Estimativas de Produção Fecal e de Fluxo de Digesta. [En línea]:<http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=XS2005280332>Revisado en 30 de enero 2019.
- Bonilla, J. (2000). Consumo voluntario de forraje por vacas lecheras en pastoreo. [En línea]: (<http://www.cofupro.org.mx/cofupro/images/contenidoweb/indice/publicacionesnayarit/PUBLICACIONES.pdf>. Revista. 15 de noviembre del 2017).
- Cantaro, J. (2018). Consumo de alimento y comportamiento ingestivo de vacas al pastoreo en época lluviosa en la Sierra Central del Perú. [En línea]:<http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/3707>. Revisado 12 de febrero 2019.
- Cardenas, R, E. (1992). Introducción al establecimiento y producción de las pasturas tropicales. Facultad de zootecnia, Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo – María, Perú.
- Carriel, P. (2014). Estudio del comportamiento agronómico de cuatro variedades de pastos sometidos a distanciamientos de siembra en la zona de pueblo viejo, provincia de los ríos. Tesis de grado. Los Ríos – Ecuador. [En línea]: (<http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/49000/626/1/T-UTB-FACIAG-AGR-000102.pdf>. 2 de agosto del 2018).

- Correa, H.; Pabón, M. Y Carulla, J. (2009). Estimación del consumo de materia seca en vacas Holstein bajo pastoreo en el trópico alto de Antioquia. Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín. [En línea]: (<http://www.lrrd.org/lrrd21/4/corr21059.htm>. Artículo científico. 30 de agosto del 2017).
- Carvalho, P.; Vilmar, G.; Nunes, H.; Vizzotto, M. Moraes, T.; Batista, V. (2007). Avances metodológicos en la determinación de consumo de rumiantes en el pastoreo. [En línea]: revista. [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1516-35982007001000016](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-35982007001000016). Brasil. Revisado 30 de enero 2019.
- CIAT. (1982). Manual para la evaluación agronómica. RIEP. [En línea]: [https://books.google.com.pe/books/about/Manual\\_para\\_la\\_evaluacion\\_agronomica.html?id=nFoi5ovVjSwC&printsec=frontcover&source=kp\\_read\\_button&redir\\_esc=y#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.pe/books/about/Manual_para_la_evaluacion_agronomica.html?id=nFoi5ovVjSwC&printsec=frontcover&source=kp_read_button&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false). Pág. 91.
- Chongo, M. (1985), Algunos aspectos relacionados con la estimación de la digestibilidad, el consumo y valor energético bajo pastoreo. Cari magua (Colombia): Centro Internacional de Agricultura Tropical. [En línea]:<http://www.sidalc.net/cgi-bin/wxis.exe/?IsisScript=bac.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=mfn=014399.56> p. revisado 17 de febrero 2019.
- Da Cruz, W. (2000). Capacidad de carga y ganancia de peso de toretes cebuinos bajo pastoreo en (*Echinochloa polystachya*) en trópico húmedo. Tesis Magister Scientiae. Universidad Nacional Agraria de la Selva. 56 p. [En línea]: <http://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/780>. Tingo María – Perú.
- Di Marco, O. (2011). Estimación de calidad de forraje. [En línea]:[http://www.produccion-animal.com.ar/tablas\\_composicion\\_alimentos/45-calidad.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/tablas_composicion_alimentos/45-calidad.pdf). Visitado 9 de Julio.
- Dini, Y.; *et al.* 2017. Estudio de la variabilidad de la técnica de estimación de consumo en pastoreo a través del marcador externo Dióxido de Titanio. Veterinaria (Montevideo.) vol.53no.208 Montevideo dic. 2017. [En línea]: [http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S1688-48092017000400001&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1688-48092017000400001&lng=es&nrm=iso)
- Dulau, D. (2011). Estimación del consumo de bovino en pastoreo. Comparación de distintos métodos. [En línea]:<http://www.produccion->

- animal.com.ar/produccion\_y\_manejo\_pasturas/pastoreo%20sistemas/147-Estimacion\_consumo.pdf. Visitado 10 de Julio.
- Estrada, I.; Aviles, F.; Estrada, J.; Pedraza, P.; Yong, G.; Castelan, O. (2014). Estimación del consumo de pasto estrella (*Cynodonplectostachyu K- chum.*) por vacas lecheras en pastoreo mediante la técnica de n-alcano, diferencia en masa forrajera y comportamiento al pastoreo. Instituto de ciencias agropecuarias y rurales de la Universidad Autónoma el Estado de México. [En línea]:<https://www.redalyc.org/pdf/939/93935728006.pdf>. Revista. revisado 28 de enero 2019.
- FAO. (1996). Manual de prácticas de manejo de alpacas y llamas. [En línea]: <http://www.fao.org/docrep/014/w3341s/w3341s.pdf>. Pág. 57.
- Flores, C. (2006). Efecto de la fertilización nitrogenada en pasturas de Camerún (*Echinochloa polystachya*) en degradación utilizadas al pastoreo en tingo maría. Tesis Ing. Zootecnista. Universidad Nacional Agraria de la Selva. 41 p.
- Forbes, J. (1995). Ruminant gastrointestinal tract. In: Voluntary food intake and diet selection in farm animals. Forbes, J. (Ed). CAB International, Wallingford. 40 p.
- García, P.; Lopez, G. (2008). Como estimar carga animal para pastoreo continuo. . [En línea]: Artículo. <https://www.engormix.com/ganaderia-carne/articulos/como-estimar-carga-animal-t27705.htm>. Paso del Toro, CIRGOC-INIFAP. México. Visto en 13 de febrero 2019.
- Geerken, C.; Calzadilla, D.; González, R. (1987). Aplicación de la técnica de dos marcadores para medir el consumo de pastos y la digestibilidad de la ración de vacas en pastoreo suplementadas con concentrado. [En línea]: <https://payfo.ihatuey.cu/index.php?journal=pasto&page=article&op=view&path%5B%5D=1397>. San José de las Lajas- Habana.
- Hammerleers, A. (2010). Métodos para estimar el consumo voluntario deForrajes. [En línea]:<http://prodanimal.fagro.edu.uy/cursos/NUTRICION/TEORICOS/2010.Material%20de%20lectura%20consumoIII.pdf>. Visitado 2 de julio.
- IICA. (1972). Importancia del consumo voluntario de forrajes por los animales. II reunión de especialistas e investigadores forrajero del Perú. Tomo II. [En línea]:<https://books.google.com.pe/books?id=A5MgAQAIAAJ&pg=PA118&lp g=PA118&dq=que+se+entiende+por+consumo+de+forraje&source=bl&ots=3ZC>

ekNoxAe&sig=S\_LkovD0MkK9MoA7Dr6uCyI9Nc&hl=es&sa=X&ved=2ahUK  
Ewia5siDstXfAhUuhAKHUiOCPCQ6AEwDnoECAAAQAQ#v=onepage&q=que  
%20se%20entiende%20por%20consumo%20de%20forraje&f=false. Arequipa –  
Perú.

IICA-RISPAL (1990). Nutrición de rumiantes: guía metodológica de investigación. 1ª.  
Edición. [En

línea]:[https://books.google.com.pe/books?id=sx4gwEmruhYC&pg=PA166&lpg=PA166&dq=el+metodo+agronomico+para+determinar+consumo+es&source=bl&ots=81aQvjBjdc&sig=ACfU3U2yHNo8WypWzZmwvf5UYVM2vzPjIQ&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwi5\\_\\_GiiufiAhXF51kKH95AqoQ6AEwB3oECAgQAQ#v=onepage&q=el%20metodo%20agronomico%20para%20determinar%20consumo%20es&f=false](https://books.google.com.pe/books?id=sx4gwEmruhYC&pg=PA166&lpg=PA166&dq=el+metodo+agronomico+para+determinar+consumo+es&source=bl&ots=81aQvjBjdc&sig=ACfU3U2yHNo8WypWzZmwvf5UYVM2vzPjIQ&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwi5__GiiufiAhXF51kKH95AqoQ6AEwB3oECAgQAQ#v=onepage&q=el%20metodo%20agronomico%20para%20determinar%20consumo%20es&f=false). San José, Costa Rica.

INIAP (1989). Manual de pastos tropicales. [En línea]: Manual.  
<http://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/1622/1/Manual%20n%C2%BA%2011%20de%20pastos%20tropicales%20reducido%20ultimo.pdf>. Quito- Ecuador.  
Visto 14 de febrero 2019.

León, C.; Quiroz, R.; Cañas, R.; Osorio, J.; Guerrero, J. y Pezo, D. (2006). LIFE-SIM: Livestock feeding strategies simulation models. CIP-Natural Resources Management Division. Working Paper No. 2006-1. Lima, Perú. 37p. [En línea]: ([http://www.researchgate.net/publication/325908880\\_LIFE-SIM\\_Livestock\\_Feeding\\_Strategies\\_Simulation\\_Models](http://www.researchgate.net/publication/325908880_LIFE-SIM_Livestock_Feeding_Strategies_Simulation_Models)). Artículo científico. 10 de agosto de 2018).

Lascano; Pizarro. (1984). Evaluación de pasturas con animales alternativas metodológicas. RIEP. CIAT. [En línea]: [http://ciat-library.ciat.cgiar.org/forrajes\\_tropicales/pdf/Books/split/evaluacion\\_pasturas\\_contenido\\_a.pdf](http://ciat-library.ciat.cgiar.org/forrajes_tropicales/pdf/Books/split/evaluacion_pasturas_contenido_a.pdf). Pág. 7.

Lascano, C. (2000). Selective Grazing on Grass–Legume Mixtures in Tropical Pastures. In: Lemaire G, Hodgson J, Moraes de A, Nabinger C, Carvalho PC de F, editors. Grassland Ecophysiology and Grazing Ecology. Wallingford UK: CABI Publishing; 263 p

- Le Du, S. Penning. (1982). Techniques for measuring herbage intake of grazing ruminants: a review. [En línea]: J. D. [http://www.vaxteko.nu/html/sll/slu/rapport\\_utf\\_var/RHU243/RHU243B.HTM](http://www.vaxteko.nu/html/sll/slu/rapport_utf_var/RHU243/RHU243B.HTM)
- Longo, T. (2015). Validación de marcadores externos e internos para estimar excreción fecal y consumo en ovinos alimentados con pasto natural y con heno de tifón 85. [En línea]: <http://repositorio.ufsm.br/handle/1/10888>. Revisado 12 de febrero 2019
- Lombardo (2018). Asignación de forraje. [En línea]: revista. [https://www.planagropecuario.org.uy/publicaciones/revista/R143/R\\_143\\_32.pdf](https://www.planagropecuario.org.uy/publicaciones/revista/R143/R_143_32.pdf). Montevideo - Uruguay. Visto 14 de febrero 2019
- Manrique, L. (1993). Análisis de la evaluación del pasto alemán (*Echinochloa polystachya* Hitch) cultivado en suelo arcilloso bajo cuatro frecuencias de corte. [En línea]: <http://bdigital.unal.edu.co/19541/1/15546-47378-1-PB.pdf>
- Mejia, J. (2002). Consumo voluntario de forraje por rumiantes en pastoreo [En línea]: [https://www.researchgate.net/publication/242169925\\_Consumo\\_Voluntario\\_de\\_Forrage\\_por\\_Rumiantes\\_en\\_Pastoreo](https://www.researchgate.net/publication/242169925_Consumo_Voluntario_de_Forrage_por_Rumiantes_en_Pastoreo). Revista Científica vol. 12, n°3, pp56, México. Visitado 19 de febrero 2019.
- T'mannetje, L. (1978). Medición de la biomasa de medición de vegetación de pastizales. [En línea]: [file:///C:/Users/usuario/Downloads/Measuring\\_Biomass\\_of\\_Grassland\\_Vegetation.pdf](file:///C:/Users/usuario/Downloads/Measuring_Biomass_of_Grassland_Vegetation.pdf). Boletín el Commonwealth Agricultura Bureaux, Harley, Berkshire, Inglaterra, no. 52, pp 63-95.
- Maynardl, A.; Escalano E. (1981). Nutrición animal. [En línea]: <http://www.worldcat.org/title/nutricion-animal/oclc/832694292?ht=edition&referer=di>. Libro impreso. Español cuarta edición.
- Menacho, T. (1990). Digestibilidad de pasto Camerún (*Echinochloa polystachya*), en diferentes edades de corte usando bovinos fistulados en Tingo María – Perú
- Moraes-Teixeira. (2018). Uso de altura para ajuste de carga en pastos. En línea: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/189827/1/COT-101-online.pdf>.

- Oliveira, E.; Raposo, S.; Tedeschi, O.; Magalhães, J.; Carneiro, S. (2007). Estimating forage intake of lactating dual-purpose cows using chromium oxide and n-alkanes as external markers. *ScientiaAgriculture*. UDESC.
- Ortega, L.; Gonzalez, B. (1985). Efecto de la fertilización nitrogenada y frecuencia de corte sobre los rendimientos de materia seca y valor nutritivo del pasto estrella (*Cynodon nlemfuensis*) Maracaibo - Zulia [En línea]: <http://www.produccioncientifica.luz.edu.ve/index.php/agronomia/article/view/11437/11427> .Revisado 11 febrero 2019.
- Pasha, T.; Priege, E.; Russell, R.; Bryan, W. (1994). Influence of moisture content of forage diets on intake and digestion by sheep. *Journal of Animal Science*. 72 p.
- Peters, M.; Horacio, F.; Hincapie, B. (2010). Especies forrajeras multipropósito opciones para productores del trópico americano. . [En línea]: Boletín. [http://ciat-library.ciat.cgiar.org/forrajes\\_tropicales/pdf/Books/Especies%20Forrajeras%20MultipropositoTropico%20Americano.pdf](http://ciat-library.ciat.cgiar.org/forrajes_tropicales/pdf/Books/Especies%20Forrajeras%20MultipropositoTropico%20Americano.pdf). CIAT- Cali – Colombia. Visto en 9 de febrero 2019.
- Piña, L y Olivares, A. S.A. Oferta y disponibilidad de forraje como factores en la selectividad y consumo de la pradera. Departamento de Producción Animal, Universidad de Chile. [En línea]: (<http://C:/oferta/y/disponibilidad/de/forraje/como/factores/en/la/selectividad/y/consumo/de/la/pradera.pdf>. 8 de agosto del 2018).
- Pond, *et al.* (1987). Predicción de la ingesta de materia seca basada en la evacuación del rumen. [En línea]: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/092144889500716X>. Revista Vol.18, Numero 2, octubre 1995, Pág. 133-136.
- Ramirez, L. (1982). Estimación del consumo voluntario de kikuyo (*Pennisetum clandestinum*, Hochst) y raigrás tetrelite (*Lolium hybridum*, Hausskn) por bovinos en pastoreo utilizando dos marcadores externos. . [En línea]: *Veterinaria (Montev.)* vol.53no.208 Montevideo dic. 2017. <http://dx.doi.org/https://doi.org/10.29155/vet.23.208.3>. Bogotá – Colombia. Revisado en 12 de febrero 2019.
- Rios, J.; Frometa, L.; Melendez, M. (1974). Respuesta a diferentes niveles de nitrógeno e intervalos de corte del pasto (*Echinochloa polystachya*). [En línea]:

<http://www.sidalc.net/cgi-bin/wxis.exe/?IsisScript=catalco.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=mfn=031094>.

- Tarazona, A.; Ceballos, M.; Naranjo, J.; Cuartas, C. S. (2012). Factores que afectan el comportamiento de consumo y selectividad de forraje en rumiantes. [En línea]: Revista <https://aprendeenlinea.udea.edu.co/revistas/index.php/rccp/article/view/324791/20782237> Medellín - Colombia. Revisad 4 de enero 2019
- Vasquez, (2007). COL000175732 – *Echinochloapolystachya* (Kunth) Hitchc. – Poaceae. Universidad Nacional de Colombia. [En línea]: <http://www.biovirtual.unal.edu.co/es/colecciones/detail/259531/>.
- Vera, D.; Vivas, W.; Rivera, R. (2016). Respuesta del pasto alemán (*Echinochloapolystachya*L) a tres láminas de riego. [En línea]: [<http://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/handle/21000/10383>]. Manabí-Ecuador.
- Vélez, M, Hincapie J, Matamoros I. Santillan R. (2002). Producción de Ganado Lechero en el Trópico. Cuarta edición. Zamorano AcademicPress, Zamorano, Honduras. 326 p. [En línea]: <http://www.sidalc.net/cgi-bin/wxis.exe/?IsisScript=UCAT.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=mfn=000138>
- Wildin, J. (1988). Register of Australian Herbage Plant Cultivars. A. Grasses. 25. Aleman. a. *Echinochloapolystachya* (HBK) Hitchcock (alemán grass) cv. Amity. (Reg. No. A-25a-1). [En línea]: revista. <http://www.sidalc.net/cgi-bin/wxis.exe/?IsisScript=catalco.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=mfn=033435>. Tropical Grassland Societyof Australia - Australia. Revisado 12 de febrero 2019.

**VIII. ANEXOS**

Anexo 1. Valores de excreción fecal, digestibilidad y consumo de materia seca por el método de óxido crómico ( $\text{Cr}_2\text{O}_3$ )

Marcador	Excreción Fecal MS (kg/d)	Digestibilidad %	Consumo MS (kg)
Cromo	2.6667	66	7.8093
Cromo	3.2837	66	9.5567
Cromo	3.3141	65	9.5872
Cromo	3.7160	66	10.8480
Cromo	2.9427	66	8.5751
Cromo	2.6776	67	8.2093
Cromo	3.3318	65	9.5922
Promedio	3.13	66	9.17
S. D	0.39	0.01	1.04
% C.V	12.33	1.06	11.31

Anexo 2. Valores de excreción fecal, digestibilidad y consumo de materia seca por el método dióxido de titanio ( $\text{TiO}_2$ )

Marcador	Excreción Fecal MS (kg/d)	Digestibilidad %	Consumo MS (kg)
Titanio	2.1886	67	6.6762
Titanio	2.0900	64	5.8806
Titanio	3.0711	66	9.1339
Titanio	3.4032	65	9.7595
Titanio	3.3009	64	9.2081
Titanio	3.8594	67	11.8319
Titanio	2.4326	67	7.3952
Promedio	2.91	66	8.56
S. D	0.68	0.01	2.04
% C.V	23.27	2.08	23.85

## Anexo 3. Consumo total de materia seca por el método del marcador externo

Animal	Consumo MS (kg)
1	7.8093
2	9.5567
3	9.5872
4	10.848
5	8.5751
6	8.2093
7	9.5922
8	6.6762
9	5.8806
10	9.1339
11	9.7595
12	9.2081
13	11.8319
14	7.3952
Promedio	8.86
D.E.	1.59
E.E.	0.42

## Anexo 4. Composición botánica del potrero durante los días evaluados

Muestra / día	Pasto Camerún (%)	Pasto natural (%)	Maleza (%)
1	87.12	3.00	9.87
2	89.93	2.55	7.52
3	82.75	6.24	11.00
4	96.26	3.74	0.0
5	92.61	1.05	6.35
6	79.66	5.79	14.6
7	89.96	4.23	5.81
8	88.14	3.16	8.70
9	82.31	4.55	13.14
Promedio	87.38	4.11	8.51
S.D	6.06	1.73	4.99
% C.V	6.93	42.12	58.56

## Anexo 5. Composición de las fracciones del pasto Camerún

Muestra / día	Hoja	Tallo	Senescencia
1	30.4	63.3	6.4
2	27.4	63.7	8.9
3	30.7	58.9	10.4
4	25.7	61.5	12.8
5	22.0	66.5	11.4
6	20.2	66.6	13.2
7	18.6	61.4	20.0
8	18.5	71.2	10.3
9	20.4	62.8	16.8
Promedio	22.3	64.13	13.56
S.D	4.44	4.19	3.6
% C.V	19.92	6.53	26.59

Anexo 6. Composición química del pasto Camerún *Echinochloa polystachya* (Kunth) Hitch durante

MUESTRA	M.S (%)	MO (%)	CZ (%)	PC (%)	FDN (%)	FDA (%)	EB (Kcal/kg)
1	31.4	89.2	10.8	7.7	63.9	33.7	3950.8
2	26.8	91.8	8.2	8.1	64.9	34.5	3809.9
3	24.8	90.2	9.8	7.5	65.2	34.5	3662.1
4	21.5	91.2	8.8	7.5	66.1	35.2	3829.6
5	34.0	90.4	9.6	8.1	66.3	35.2	3803.3
6	32.2	90.8	9.2	8.7	66.1	34.4	3892.4
7	26.7	89.0	11.0	9.0	65.3	34.7	3801.9
8	31.2	91.4	8.6	8.0	67.0	35.6	3897.9
9	21.3	91.2	8.8	7.2	66.1	35.4	3882.8
Promedio	27.39	90.6	9.4	8.0	66.0	35.01	3824.3
S.D	5.17	0.85	0.85	0.7	0.62	0.46	82.42

Anexo 7. Composición química en base seca del Pasto Total muestreados durante el experimento

MUESTRA	MO (%)	CZ (%)	PC (%)	FDN (%)	FDA (%)	EB (Kcal/kg)
1	89.38	10.6	7.8	63.6	34.9	3959.1
2	91.7	8.3	8.3	66.1	36.8	3808.8
3	90.1	9.9	7.8	66.0	36.2	3663.1
4	91.1	8.9	7.6	68.0	37.9	3826.9
5	90.3	9.7	8.1	66.1	35.7	3802.3
6	90.6	9.4	8.9	67.1	36.7	3884.7
7	88.9	11.1	9.1	66.5	36.5	3801.6
8	91.2	8.8	8.1	66.4	36.0	3894.7
9	91.1	8.9	7.4	68.2	37.7	3879.5
Promedio	90.48	9.52	8.14	66.9	36.66	3830.2
S.D.	0.82	0.82	0.64	0.9	0.84	83.6

Anexo 8. Peso vivo (kg), Peso metabólico (kg) y Potencial de Consumo de materia seca de los toretes utilizados con dióxido de titanio (TiO<sub>2</sub>) y óxido crómico (Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)

ANIMAL	CLAVE OREJA	Peso vivo Kg	Peso Metabólico PM <sup>0.75</sup> Kg	Potencial de Consumo de materia seca (0.130 kg MS x PM)	Potencial de Consumo de materia seca (kg MS/100 kg de PV)
1	0411-435	280	68.45	8.898	3.178
2	1209-335	322	76.01	9.882	3.069
3	2811-505	268	66.24	8.611	3.213
4	0206-276	181	49.35	6.415	3.544
5	1511-455	382	86.41	11.233	2.941
6	0506-296	191	51.38	6.679	3.497
7	1412-535	308	73.52	9.558	3.103
8	1210-385	301	72.26	9.394	3.121
9	1312-625	300	72.08	9.371	3.124
10	1009-325	374	85.05	11.056	2.956
11	1004-146	287	69.73	9.065	3.158
12	2803-126	230	59.06	7.678	3.338
13	0211-425	329	77.25	10.042	3.052
14	0604-136	165	46.04	5.985	3.627
TOTAL		3918	952.82	123.87	44.92
PROMEDIO		279.86	68.06	8.85	3.21
s.d.		67.18	12.52	1.63	0.21
% CV		24.00	18.39	18.39	6.68
E.E.		17.95	3.35	0.43	0.06

Elaborado según lo recomendado por LEÓN *et al.* (2006)