

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

FACULTAD DE ZOOTECNIA



**“DIGESTIBILIDAD DEL PASTO CAMERÚN (*Echinochloa polystachya*
(Kunth) (Hitch). EN TORETES DE LA RAZA BRAHMAN A PARTIR DE LA
CONCENTRACIÓN DE NITRÓGENO FECAL.”**

Tesis

Para optar el título de:

INGENIERO ZOOTECNISTA

PRUDENCIO LUGO LAURA

Tingo María - Perú

Abril - 2018



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
TINGO MARÍA

FACULTAD DE ZOOTECNIA

COMISIÓN DE INVESTIGACIÓN Y TESIS



"Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional"

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Los que suscriben, Miembros del Jurado de Tesis, se reunieron a las 10:00 a.m. del 28 de marzo de 2018, para calificar la Tesis titulada "DIGESTIBILIDAD DEL PASTO CAMERÚN (*Echinochloa polystachya* (H.B.K.)) (Hitch), EN TORETES DE LA RAZA BRAHMAN A PARTIR DE LA CONCENTRACIÓN DE NITRÓGENO FECAL", presentada por la Bachiller en Ciencias Pecuarias LAURA PRUDENCIO LUGO.

Después de haber escuchado la sustentación y las respuestas a las interrogantes formuladas, el Jurado declara **APROBADA LA TESIS** con el calificativo de "MUY 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, 03 de abril de 2018.

Ing. M. Sc. **Eber Cárdenas Rivera**
Presidente

Ing. M. Sc. **Walter Alberto Paredes Orellana**
Miembro

Ing. **Marco Antonio Rojas Paredes**
Miembro

Ing. M. Sc. **Medardo Antonio Díaz Céspedes**
Asesor

Copia : Archivo

slcp/sec

DEDICATORIA

A Dios, Por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor.

A mi padre, HUMBERTO PRUDENCIO RAMOS. Por los ejemplos de perseverancia y constancia que lo caracterizan y que me ha infundado siempre, por el valor mostrado para salir adelante y por su amor.

A mi madre, FLORENCIA SIXTA LUGO SERNA. Por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada, por su amor.

A mis hermanos, **SERGIO Y EMELYNG** por su apoyo, comprensión y confianza a pesar de no siempre estar juntos ¡los Quiero!

AGRADECIMIENTOS

- A, Dios, por darme la oportunidad de vivir y fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de estudio.
- A mis padres por ser pilar fundamental en todo lo que soy, en toda mi educación académica y como de la vida, por su incondicional apoyo.
- A la Universidad Nacional Agraria de la Selva, en especial a la Facultad de Zootecnia, de la que llevo los más preciados recuerdos y a todos los docentes que facilitaron sus conocimientos en los diferentes ciclos.
- A los asesores; MSc. Medardo Antonio Díaz Céspedes, MSc. José Eduard Hernández Guevara.
- A los miembros del jurado; Ing. Walter Alberto Paredes Orellana, ing. Marco Antonio Rojas Paredes, Ing. Eber Cárdenas Rivera.
- A todos los maestros de la Facultad de Zootecnia, aquellos que marcaron cada etapa del camino universitario, en especial al Ing. Wagner Villacorta López y Dr. Rizal Alcides Robles Huaynate.
- A mis amigas; Juárez Soria Daylith, Huaranga Valderrama Sarai, Atanacio Sánchez Luz, Alania Santiago Cindy; por su cariño y comprensión desde siempre.
- A Jezer Sandoval Lozano por su apoyo durante la etapa universitaria, y a Todos aquellos familiares y amigos que faltan mencionar que ustedes saben quiénes son.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1. Importancia de la digestibilidad	4
2.1.1. Digestión y nutrición de rumiantes.....	5
2.1.2. Necesidades nutritivas de los rumiantes	6
2.1.3. Calidad del alimento	6
2.1.4. Factores que limitan la digestibilidad	8
2.2. Métodos utilizados en la digestibilidad	10
2.2.1. Método directo	11
2.2.2. Método indirecto	11
2.3. Digestibilidad mediante ecuaciones de estimación.....	13
2.4. Pasto Camerún (<i>Echinochloa polystachya</i>).....	16
2.4.1. Composición química del pasto	16
2.4.2. Trabajos de investigación relacionados	17
III. MATERIALES Y MÉTODOS	20
3.1. Lugar y fecha de la investigación.....	20
3.2. Tipo de investigación.....	21
3.3. Instalaciones equipos y materiales.....	21
3.3.1. Instalaciones	21
3.3.2. Materiales	22
3.4. Insumo en estudio	22

3.5.	Animales experimentales.....	22
3.6.	Alimentación.....	22
3.7.	Sanidad	22
3.8.	Variable independiente	23
3.9.	Tratamientos	23
3.10.	Análisis estadístico	23
3.11.	Variable dependiente	24
3.12.	Metodología	24
3.12.1.	Recolección de muestras del pasto	24
3.12.2.	Recolección de muestras fecales	25
3.12.3.	Análisis de laboratorio	25
3.12.4.	Digestibilidad	26
IV.	RESULTADOS.....	29
4.1.	Composición química del pasto Camerún	29
4.2.	Digestibilidad aparente de la (M.O) del pasto Camerún ...	30
4.3.	Digestibilidad <i>in vitro</i> de la (MS) y (MO) del pasto	31
4.4.	Digestibilidad aparente de la (M. Of) de las heces	31
V.	DISCUSIÓN.....	33
5.1.	Composición química nutricional del pasto Camerún.....	33
5.2.	Digestibilidad aparente de la (M.O) del pasto Camerún...	36
VI.	CONCLUSIONES.....	39
VII.	RECOMENDACIONES.....	40
VIII.	ABSTRAC	41
IX.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	42
	ANEXOS.....	46

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Pág.
1. Composición química en porcentaje (%) a base seca del pasto Camerún (<i>Echinochloa polystachya</i>) (Kunth) (Hitch), en condiciones de pastoreo extensivo y continuo con toretes de la raza brahman durante la época de lluvia.....	29
2. Digestibilidad aparente de la materia orgánica en porcentaje (%) del pasto Camerún.....	30
3. Digestibilidad aparente <i>in vitro</i> de la materia orgánica (DAIVMO) en base seca del pasto Camerún (<i>Echinochloa polystachya</i>) (Kunth) (Hitch), de los días 1, 2, 3, 7, 8.9, sometidos a un sistema de pastoreo continuo durante la época de lluvia en la selva alta de Perú.....	31
4. Digestibilidad aparente de la materia orgánica fecal (DAEFMO), de las heces de toretes pastoreados en pasto Camerún (<i>Echinochloa polystachya</i>) (Kunth) (Hitch), a partir de la concentración de nitrógeno fecal (NF).....	32

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó con el objetivo de determinar la digestibilidad aparente del pasto *Echinochloa polystachya* (Kunth) (Hitch) (Camerún) con toretes de la raza Brahman sometidos a un sistema de pastoreo continuo a partir de la concentración de nitrógeno fecal durante la época de lluvia de la selva alta del Perú. Se utilizó siete toretes de 18 meses de edad y peso vivo promedio de 296.71 kg seleccionados de 232 animales, quienes fueron sometidos a un sistema de pastoreo continuo en un portero de 1.5 ha con predominio del pasto Camerún. El muestreo del pasto fue realizado por un periodo de 9 días consecutivos utilizando el método destructivo de corte y separación manual por especies y partes, usando la técnica se zigzag y puntos de corte. En la pastura y heces se determinó el contenido de materia seca, ceniza, proteína cruda, fibra detergente neutro, fibra detergente acida y energía bruta. La digestibilidad se calculó mediante dos metodologías: in vitro, utilizando la tecnología Ankom Daisy II (DAIVMO) y a partir del contenido de nitrógeno fecal (DAEFMO). Las heces fueron colectadas durante 9 días e individualmente de cada torete, mediante la técnica de colección parcial de heces, usando oxido crómico como marcador externo. Los resultados muestran que no existe diferencia significativa ($P < 0.05$), entre la DAIVMO $64.6\% \pm 1.3$ y la DAEFMO $65.4\% \pm 0.2$. Concluyéndose que la digestibilidad aparente del pasto *Echinochloa polystachya* (Kunth) (Hitch) (Camerún), puede ser estimada utilizando la concentración de nitrógeno fecal.

Palabras claves: DAIVMO, marcador, oxido crómico, producción de heces, prueba biológica, selva alta.

I. INTRODUCCIÓN

La ganadería es una actividad que se viene desarrollando en casi todo el mundo, su importancia radica en que es una de las actividades que genera ingresos económicos pudiéndose aprovechar la carne, leche, como también los diferentes derivados que contienen nutrientes esenciales en la alimentación humana (FLORES ,2003). Asimismo, la alimentación animal es un pilar fundamental, a su vez el que representa el mayor costo de producción (ORTIZ, 2000).

La cantidad y calidad nutritiva del forraje son factores que interactúan e influyen significativamente en la producción animal bajo condiciones de pastoreo. Si la cantidad de forraje disponible no es limitante y no se presentan problemas de cosecha del forraje por parte del animal, las ganancias de peso estarán determinada por la calidad. Asimismo, el valor nutritivo del forraje es el reflejo del tipo de suelo y de las labores culturales como: drenaje, desmalezado y fertilización (LASCANO, 1990).

Un indicador del valor nutritivo de los forrajes es su digestibilidad, para cuya determinación existen diversos métodos tanto *in vitro* como *in vivo*; actualmente a través de investigaciones se han generado ecuaciones cuyo uso podría ayudar en la estimación, con ventajas en costo y manejo de los animales (COMBELLAS, 1998), una de estas ecuaciones es la que utiliza el nitrógeno fecal y que es propuesta (KOSLOSKI *et al.*,2012).

En consecuencia, el presente trabajo de investigación surge con el propósito de determinar ¿cuál será la relación entre la digestibilidad del pasto Camerún (*Echinochloa polystachya*) (Kunth) (Hitch), estimado a través de la técnica *in vitro* y utilizando la ecuación de estimación propuesta por (KOSLOSKI *et al.*,2012) en toretes sometidos a un sistema de pastoreo continuo durante la época de lluvia en la provincia de Leoncio Prado?, para ello se plantea la siguiente hipótesis:

La relación entre la digestibilidad del pasto Camerún (*Echinochloa polystachya*) (Kunth) (Hitch), estimado a través de la técnica *in vitro* y utilizando la ecuación de estimación propuesta por (KOSLOSKI *et al.*,2012) en toretes sometidos a un sistema de pastoreo continuo durante la época de lluvia en la provincia de Leoncio Prado, será no significativo debido a que ambos presentan un alto grado de correlación positiva cuando son comparados en cálculos realizado a través de las dos metodologías para pruebas de digestibilidad aparente.

Objetivo general

- Analizar la digestibilidad del pasto Camerún (*Echinochloa polystachya*) (Kunth) (Hitch), estimado a través de la técnica *in vitro* y utilizando la ecuación de estimación propuesta por (KOSLOSKI *et al.*,2012) en toretes sometidos a un sistema de pastoreo continuo durante la época de lluvia en la provincia de Leoncio Prado.

Objetivos específicos

- Determinar la composición química (materia seca (MS), proteína bruta (PB), ceniza (Cz), materia orgánica (MO), energía bruta (EB), fibra detergente neutra (FDN), y fibra detergente ácida (FDA)), del pasto Camerún (*Echinochloa polystachya*) (Kunth) (Hitch), sometido a un sistema de pastoreo continuo durante la época de lluvia en la provincia de Leoncio Prado.
- Determinar la digestibilidad aparente *in vitro* de la materia orgánica (DAIVMO) del pasto Camerún (*Echinochloa polystachya*) (Kunth) (Hitch), sometidos a un sistema de pastoreo continuo durante la época de lluvia, en la provincia de Leoncio Prado.
- Estimar la digestibilidad aparente de la materia orgánica (DAEFMO) del pasto Camerún (*Echinochloa polystachya*) (Kunth) (Hitch), utilizando la ecuación de estimación propuesta por KOZLOSKI *et al.*, (2012), en toretes de la raza Brahman sometidos a un sistema de pastoreo continuo durante la época de lluvia, en la provincia de Leoncio Prado.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Importancia de la digestibilidad

La digestibilidad permite estimar la proporción de nutrientes presentes en una ración que pueden ser absorbidos por el aparato digestivo quedando disponibles para el animal (BONDI, 1989). La digestibilidad depende mayormente de la composición nutritiva de la ración en estudio, siendo a su vez afectada por el hecho de que las heces contienen cantidades importantes de materiales de origen no dietético (MERCHEN, 1993).

Los valores estimados de digestibilidad aparente de las fracciones correspondientes a proteínas y lípidos, sin incluir los aportes de compuestos endógenos de la misma naturaleza, son siempre menores a los coeficientes de digestibilidad verdadera. Por lo que un dato de gran utilidad al trabajar con rumiantes es que el aporte de nitrógeno endógeno se encuentra alrededor de 0,5 a 0,6 g por 100 g de materia seca consumida (aproximadamente un 4% de la proteína en la ración), por lo que los coeficientes de digestibilidad aparente en raciones con contenido de proteína inferior al 4%, son negativos (BONDI, 1989).

Las dietas basadas en el consumo de forrajes, la digestibilidad *in vivo* es afectada por aquellos elementos que tienen efecto sobre el consumo, como la capacidad de selección del animal en función de la oferta de material,

disponibilidad de agua, tasa de pasaje del alimento, eficiencia metabólica de los animales y hasta las condiciones ambientales (temperatura, humedad relativa), que trae como consecuencia, que difícilmente la técnica *in vitro* pueda reproducir las transformaciones ocurridas en la digestibilidad *in vivo* (CORCHAN *et al.*, 1986).

La digestibilidad aparente constituye una expresión muy simplificada del valor nutritivo, los datos que se generan de esta determinación son de gran utilidad para la determinación *in vivo*, el coeficiente de digestibilidad de raciones completas o de determinados nutrientes dentro de una ración, en tal sentido se determinaron diversos métodos entre los cuales destacan: colección total de heces y el método de las proporciones usando marcadores (MERCHEN, 1993).

2.1.1. Digestión y nutrición de rumiantes

GARCÍA (1996), describe a la nutrición como el conjunto de fenómenos resultantes de la ingestión de sustancias que son transformadas dentro del tubo digestivo del animal y aprovechadas en el intestino; de acuerdo, a sus necesidades de mantenimiento, crecimiento, desgaste o reposición diaria; para funciones de reproducción o producción. De la misma manera la asimilación de los alimentos ofrecidos debe contribuir a una producción económica, ya que debe permitir el mejor aprovechamiento de los alimentos ingeridos, de manera que se puedan prevenir deficiencias y evitar desperdicios, lo ideal es ofrecer alimentos que contengan los elementos nutritivos necesarios para crecimiento y mantenimiento.

Los principales componentes son carbohidratos, celulosa y hemicelulosa, que en estados avanzados de maduración pueden constituir más del 50 % de la composición total del forraje, esto disminuirá la digestibilidad y aumentará su contenido de fibra detergente neutra (FDN), asimismo la rapidez con la que los alimentos pasan por el conducto digestivo, está regida por el tipo y la cantidad de alimento consumido (BATH, 1987).

2.1.2. Necesidades nutritivas de los animales

El consumo de alimento por el animal, sirve para su mantenimiento crecimiento y producción, el último puede subdividirse en: crecimiento, preñez, producción de leche y aumento de peso. Para satisfacer sus necesidades, se suministra agua, energía, proteínas y otras sustancias esenciales, como vitaminas y minerales (BERNAL, 1991). Asimismo, en época de lluvias los nutrientes ofrecidos por el pasto son suficientes para el mantenimiento y una razonable producción; en cambio, en el periodo de sequía el consumo de nutrientes es insuficiente, de modo que es indispensable suplementar, principalmente con proteínas y minerales. (CAMPOS 2003).

2.1.3. Calidad de alimento

Los componentes nutritivos de un forraje o suplemento por medio de diferentes análisis como son la digestibilidad, Fibra Detergente Neutro (FDN) o un análisis proximal, brindan información acerca del contenido porcentual de Proteína Bruta (PB), Fibra Cruda o carbohidratos estructurales (FC), extracto libre de nitrógeno o carbohidratos solubles (ELN), extracto etéreo (EE) y

minerales (M) en casos más específicos. Asimismo, el consumo de proteína está relacionado con el grado de digestibilidad de los forrajes, cuando estos son pobres en nitrógeno, los toretes tienden a ganar menos peso, acumulan menos músculo y dedican más tiempo a la rumia, lo que implica un mayor gasto energético (MARTÍN, 1999).

El valor nutritivo de los alimentos y forrajes es determinado por dos factores como: La proporción de pared celular de la planta, grado de lignificación, contenido celular que incluye el volumen de proteína, almidón, azúcares, lípidos, ácidos orgánicos y cenizas solubles. Estos son totalmente disponibles en la digestión (VAN SOEST, 1994).

Sin embargo, la madurez es señalada como la principal variable que determina la calidad de los forrajes. No obstante, ésta se tiene que entender no como una causa, sino como el resultado de la interacción de la planta con las variables que componen el medio ambiente como son: Temperatura, luz, agua, nutrientes en el suelo, viento, etc. De la misma forma en zonas áridas y semiáridas, se presenta una serie de circunstancias desfavorables como son: desecación que provocan la lignificación rápida de los pastos, disminuyendo su valor alimenticio (CANUDAS, 2009).

MCDONALD *et al.*, (1993), describe que, en rumiantes, cuando la proteína es deficiente, el índice de fermentación microbiana se reduce disminuyendo la cantidad de alimento que puede ser digerido por día, asimismo, el contenido de energía neta en una ración dada puede verse reducida debido a una ineficaz utilización de la energía digerida cuando la proteína es insuficiente.

2.1.4. Factores que limitan la digestibilidad

Fibra: Se refiere a los componentes dietarios derivados de plantas que no pueden ser digeridos por los sistemas enzimáticos de los mamíferos (MOORE Y HATFIELD,1994). Este componente, extraído en detergente neutro (FDN), representa entre el 30 y el 80% de la materia orgánica (MO) en los recursos forrajeros, mientras que, en rumiantes, los solubles celulares (MO menos FDN) son casi completamente digeribles, la degradabilidad del FDN es muy variable, principalmente debido a diferencias en composición y estructura.

En rumiantes, el exceso de fibra es un limitante en la disponibilidad de energía en forrajes dado que, en muchos casos, más del 50% de la fibra dietaria pasa a través del tracto digestivo sin ser degradada (CHERNEY *et al.*, 1991). Adicionalmente, la degradabilidad de la materia seca de los pastos tropicales es 13% menor que la de los pastos de clima templado. En general, la digestibilidad de los forrajes está inversamente relacionada con su contenido de fibra (BUXTON Y REDFEARN,1997).

Consumo voluntario en pastoreo; el potencial de los recursos forrajeros para la producción de leche o de carne depende de su digestibilidad y del consumo voluntario de estos forrajes por los rumiantes (BRUINENBERG *et al.*, 2000). El consumo voluntario de los forrajes depende del tiempo de retención en el rumen, el cual está afectado por factores físicos y metabólicos (ROMNEY y GILL, 2000).

Manipulación del consumo en rumiantes: El uso de estrategias o tecnologías para aumentar el consumo de biomasa por los rumiantes va a depender de las circunstancias que estén limitando el consumo y de cuáles son los factores más limitantes. (VÉLEZ *et al.*, 2000).

Preferencia del ganado por el forraje; En los animales al pastoreo existen grados de limitación sobre la selección de forraje, factores como el número de especies, de plantas disponibles y la diferenciación morfológica en calidad dentro de especies, así como en la densidad de plantas, quienes determinan la cantidad de material nutritivo por unidad de área. Un componente adicional es la carga animal, la cual determina la presión de pastoreo, a medida que la presión de pastoreo aumenta, la selectividad animal y la cantidad de alimento por animal disminuyen (GUTIÉRREZ, 1991).

La proteína tiene una gran influencia sobre la calidad nutricional, digestibilidad y consumo de forraje; los animales tienen preferencia por las hojas y tallos jóvenes, que tienen altos niveles de proteína, en vez de material viejo o muerto (RAMÍREZ, 1997).

ASH y SCHLINK (1992), manifiesta que la eficiencia de la digestión forrajera es más alta en bovinos que en ovinos en dietas de baja calidad bajo diferentes sistemas de alimentación (restringido y *ad libitum*) y es inverso cuando las dietas son de alta calidad, esta relación no es consistente con otros estudios donde indican que el ganado es más eficiente en la digestión de forrajes de toda calidad, esto es explicado por el nivel de alimentación suministrado, ya que los niveles de alimento restringido las ovejas digieren mejor que el ganado con

pasturas de alta calidad nutritiva, pero, en modo ad libitum es inverso (PRIGGE *et al.*, 1984)

Efecto del medio ambiente sobre la calidad del forraje; La temperatura tiene una gran influencia en la calidad del forraje más que otros factores ambientales encontrados en las plantas ya que la temperatura de la planta es el resultado de Interacciones complejas entre la planta y su medio ambiente y es influenciada por el flujo de la densidad de radiación, calor de conducción, calor de convección, calor latente y también, las características anatómicas y morfológicas (BERNAL, 1991).

La influencia del clima de origen de la pastura en la digestibilidad aparente es significativa, las pasturas de clima frío son más digestibles porque estos tienen un menor crecimiento y por consiguiente un envejecimiento más lento, manteniendo su calidad nutritiva por más tiempo, CHACON y VARGAS (2009).

2.2. Métodos utilizados en la digestibilidad

Los métodos de evaluación de forrajes tienen como objetivo la determinación del valor nutricional que está determinado por la biodisponibilidad de nutrientes y la dinámica de los procesos en el tracto gastrointestinal (ARCE *et al.*, 2003).

2.2.1. Método directo

Método *in vivo*; este método denominado también como digestibilidad aparente, está determinada por la recolección total de heces, se caracteriza por el uso de animales en sus respectivas jaulas de digestibilidad (SANCHEZ *et al.*, 1998) las mismas que tienen como objetivo disminuir el movimiento del animal o bolsas colectoras que permiten la recolección total de las heces (FORTES *et al.*, 2010).

2.2.2. Método indirecto

Método *in situ*; es un método alternativo, bajo las mismas condiciones *in vivo* a través del uso de la bolsa de nylon, permite el estudio de la evolución de la degradabilidad en función del tiempo de permanencia del alimento en el rumen y medir efectos de diferentes factores ruminales sobre la digestibilidad de los distintos nutrientes (TOBAL, 2012)

Método *in vitro*; se desarrolla a 39° C, simulando las condiciones del tracto digestivo del animal, donde se incuba el material de estudio con fluido ruminal fresco, recolectado del rumen de animales canulados. Este método determina la digestibilidad y degradación del material por parte de los microorganismos presentes en el fluido ruminal (SANCHEZ *et al.*, 1998) permitiendo a la vez integrar modelos matemáticos con un alto grado de precisión a la digestibilidad *in vivo* (FRANCE *et al.*, 2000).

Método por marcadores, los marcadores son compuestos de referencia usados para monitorear aspectos físicos y químicos, haciendo estimaciones cuantitativas o cualitativas de la fisiología nutricional (KOTB y LUCKEY, 1972), así mismo; permite calcular la cantidad ingerida y excretada en un animal con pequeñas muestras de heces, midiendo la concentración del marcador en las heces (TOBAL, 2012).

El marcador para poder ser validado debe ser comparado con un patrón, en el caso de la digestibilidad aparente, este patrón es la recolección total de heces (RODRIGUEZ *et al.*, 2007), cuya sustancia debe considerarse indigestible e inerte, normalmente de fácil determinación, pudiendo ser administrados en el alimento o directamente en algún segmento del aparato digestivo, siendo posteriormente identificado y cuantificado en las heces (FERREIRA *et al.*, 2017).

La metodología con marcadores ha sido ampliamente estudiada para ensayos de digestibilidad, que puede ser determinada con la colecta parcial de heces, tanto para animales en confinamiento como para animales a pastoreo (FAHEY y JUNG, 1983; POND *et al.*, 1989; LASCANO *et al.*, 1990 y VAN SOEST, 1994), en ciertas ocasiones existe la desventaja de la recuperación incompleta en las heces, variación en la tasa del pasaje por el rumen y la poca cantidad de muestreo (RODRIGUEZ *et al.*, 2007), pero con la ventaja de ser menos laborioso y no requiere de la medición del consumo del alimento a evaluar y su excreción fecal (VAN KEULEN y YOUNG, 1977; BONDI, 1989; VAN SOEST, 1994).

Los marcadores han sido clasificados bajo diversos criterios (KOTB y LUCKEY, 1972) siendo su naturaleza el más común, regularmente divididos en internos y externos (POND *et al.*, 1989; LASCANO *et al.*, 1990; BASURTO y TEJADA, 1992; MERCHEN, 1993; CHURCH y POND, 1994). Adicionalmente, VAN SOEST (1994) incluye una tercera categoría, los generados matemáticamente (como el nitrógeno fecal).

Clasificación de marcadores

Internos, aquellos, como la lignina, que son constituyentes naturales del alimento no digeridos ni absorbidos por el animal o que se digieren en muy poca cantidad. Su utilización es ventajosa gracias a que, por ser componentes indigeribles de los alimentos, no es necesaria la preparación del marcador (CHURCH y POND, 1994).

Externos, sustancias químicas que se suministran al animal, directamente con la ración, en cápsulas o en soluciones; al igual que los internos no son digeridos ni absorbidos (HUHTANEN *et al.*, 1994) y que al igual que los internos no son digeridos ni absorbidos (POND *et al.*, 1989; OWENS y HANSON, 1992; VAN SOEST, 1994).

2.3. Digestibilidad aparente mediante ecuaciones de estimación

COMERON y PEYRAUD (1993), demostró mediante esta ecuación $0.78 + 0.0334N_f - 0.0038 FDA_f$, con un $R^2 = 0.89$, que se puede predecir la digestibilidad de materia orgánica de pastos de clima templado mediante la concentración de nitrógeno fecal y fibra detergente acida en vacunos de leche, sin embargo, las ecuaciones de regresión son tanto lineales como cuadráticas y

las pendientes de las ecuaciones son altamente variables; por lo que recomienda utilizar las ecuaciones para cada especie vegetal, sitio geográfico e incluso para cada corte, de esa manera disminuir el error estándar.

LUCAS *et al.*, (2005), indican que la inclusión de la proteína cruda no dietaria en la excreción total de proteína cruda fecal podría afectar negativamente la precisión de la relación entre la concentración de proteína cruda de la materia orgánica en las heces con la digestibilidad, (STROZINSKI y CHANDLER 1972), mencionan que la relación entre la concentración de proteína cruda fecal de la materia orgánica y la digestibilidad de la materia orgánica dietaria se basa en la disminución de cantidad de materia orgánica digestible con el aumento de la proteína cruda microbiana y otros factores como proteína cruda no dietaria (tejido epitelial endógeno) que se asume ser constante por unidad de materia seca ingerida.

La variación de proteína cruda microbiana se debe a la cantidad suministrada de energía por unidad de materia orgánica digerida, la eficiencia de síntesis microbiana y el grado de fermentación Hindgut, sin embargo, la proteína cruda endógena en la materia orgánica fecal está relacionada con la digestibilidad de la materia orgánica dietaria por dilución de cantidades crecientes de la materia orgánica fecal (HERRERA *et al* (1990) y BLANK *et al* (1998).

Para reemplazar la proteína no dietaria (LUCAS *et al.* 2005) usó la proteína cruda soluble en detergente ácido (PCSDA) como una variable más sensible para la estimación de la digestibilidad de la materia orgánica, realizando dicha investigación en vacunos de leche y con pasturas tropicales.

Sin embargo, al reemplazar la proteína cruda fecal no dietaria con proteína cruda soluble en detergente ácido (ADSCP) que representa a la proteína cruda no dietética, no mejoró la relación entre la concentración de la proteína cruda fecal y la digestibilidad de la materia orgánica, llegando a la conclusión de que es posible utilizar la relación de proteína cruda en la heces en la determinación de la digestibilidad de la dieta como un método indirecto, encontrando el mejor ajuste con la relación curvilínea $y = a_1 - 107.7e^{(-0.01515 * PCf)}$, con un $a_1 = 79.76$ y un $a_2 = 72.86$; con un $R^2 = 0.82$ y recomendó desarrollar nuevos trabajos de investigación para aumentar la precisión de la ecuación de predicción.

KOZLOSKI *et al.*, (2012), mencionan que las ecuaciones lineales son adecuadas para estimar la ingesta de materia orgánica por los animales, alimentados solo con forraje o forraje más suplementos, utilizando el nitrógeno fecal para estimar la digestibilidad de la materia orgánica y basándose en la primera investigación realizada por (LANCASTER, 1949), quien fue el primero en establecer la relación de la digestibilidad de la materia orgánica y el contenido de nitrógeno en las heces que fue desarrollada para el uso en animales al pastoreo obteniendo que las relaciones hiperbólicas o exponenciales eran más consistentes que las lineales.

La investigación realizada por (KOZLOSKI *et al.*, 2012) fue desarrollada en corderos castrados alimentados con pasturas de clima tropical (gramínea sola y gramínea con leguminosa) determinando la cantidad de nitrógeno excretada en las heces, generando la ecuación general $DMO = 0.83 - 0.38/Nf$ con un $R^2 = 0.39$, siendo positiva y significativa para todos los tipos de

dietas con excepción de la dieta que incluyó leguminosa tropical donde la relación fue negativa, sin embargo, encontró que el uso de nitrógeno fecal permite estimaciones de digestibilidad de materia orgánica con una precisión similar a varios ensayos.

Estas ecuaciones tienen como ventaja, disminuir el manejo, mano de obra y el estrés causado al animal en el trabajo experimental. Teniendo también una desventaja ya que cada ecuación tiene un margen de error (GUERIN *et al.*, 1989).

2.4. Pasto Camerún (*Echinochloa polystachya*) (Kunth) (Hitch).

Gramínea perenne, acuática o subacuática de porte semirrecto, de tallo grueso, nódulos, de consistencia suave y decumbente, desarrolla gran número de tallos subterráneos y se adapta bien en zonas con bajas con niveles freáticos altos, suelos secos y sujetos a inundaciones periódicas (<biblio>).

2.4.1. Composición química del Pasto Camerún (*Echinochloa polystachya*) (Hitch),

AQUINO (1988), determinó la siguiente composición química a diferentes edades de corte del Pasto Camerún (*Echinochloa polystachya* (H.B.K.)) (Hitch), al 100% de materia seca a los 15 días 19.9% de proteína; 20.8% de fibra; 3.1% de grasa; 16.5% de ceniza; y 29.7% de nifex; 6.3% de proteína; 29.1% de fibra; 1.5% de grasa; 12.1% de ceniza y 51.0% de nifex a 45 días.

MENACHO (1990), en un experimento realizado en el laboratorio de Nutrición Animal – UNAS, determinó porcentaje de proteína, fibra, grasa, ceniza y nifex en orden decreciente del número de días de corte fueron: 15.10; 29.80; 2.40; 11.80 y 40.90 (21 días); 14.60; 32.10; 2.70; 11.26; y 39.47 (28 días); 12.40; 32.20; 2.70; 11.13 y 41.57 (35 días); 11.40; 32.90; 2.80; 11.38 y 41.52 (42 días).

MORA (1977), reporta que como pasto de corte no se debe dejar de sazonar mucho, pues sus tallos se lignifican en la madurez disminuyendo más así su rendimiento y digestibilidad, la parte superior del follaje se dobla, la altura del corte debe ser cuando tiene 60-75 cm. También reporta que la frecuencia de corte es importante en la producción de forraje por su relación con el vigor y calidad de la pastura principalmente si los pastos se cortan frecuentemente el forraje contiene alto contenido de proteínas y minerales siendo su digestibilidad elevada.

2.4.2. Trabajos de investigación relacionados

MINSON Y MCKEID (1978), al estudiar 70 pastos tropicales y 165 de climas templados a las 7 semanas encontró una digestibilidad superior al 60% para pastos tropicales, 75% para pastos de climas templados, esta menor digestibilidad es explicada en parte por su mayor contenido en fibra.

SEJIAS (1981), determinó los coeficientes de digestibilidad de los nutrientes del pasto Camerún (*Echinochloa polystachya*) (Kunth) (Hitch), los cuales fueron evaluados en ovinos estabulados, obteniéndose los siguientes parámetros de digestibilidad: proteína cruda 53.57%; grasa total 36.86%; fibra cruda 63.45% y nifex 47.99%, respectivamente, expresados en base de cien por ciento de materia seca.

La fertilización nitrogenada mejora la calidad, palatabilidad de los forrajes y un incremento en la producción de materia seca (MS). Al igual que en el contenido de proteína bruta de los forrajes está en estrecha relación con las dosis de abonamiento ya que un incremento del porcentaje de la proteína a medida que se aplica a mayor cantidad de fertilizante nitrogenado al suelo, esto se debe principalmente a la acción de fertilizante nitrogenado en la formación de proteínas, por cuanto el nitrógeno es un componente primario de la molécula de proteína (CÁRDENAS, 1975).

La deficiencia absoluta o relativa de proteína en los alimentos produce una reducción en la energía digestible, en los rumiantes se debe probablemente en su mayor parte al efecto depresor de esta carencia sobre la actividad microbiana, la velocidad de degradación de la MS de la cáscara de achote fue rápida desde un inicio (hasta 72 horas), luego bajan los porcentajes de digestibilidad manteniéndose así hasta el límite de incubación (120 horas) a lo cual atribuye a los altos niveles de fibra que mostró análisis químico (MARTÍN, 1993).

CABALLERO (1985), menciona que las digestibilidades *in vitro* tanto de la materia seca como de la materia verde del pasto alemán presentaron valores porcentuales relativamente altos para las cuatro frecuencias de corte, con diferencias estadísticas altamente significativas entre sus resultados. Así mismo, concluye que si bien es cierto el forraje de éste pasto es de buen valor bromatológico, presenta una tendencia a disminuir su digestibilidad a medida que se incrementan los días de corte, disposición que fue relativamente constante para las frecuencias de corte en las determinaciones experimentales.

COMBELLAS Y GONZALEZ (1973), reportan valores más altos de digestibilidad aparente de la materia seca del pasto alemán, de 63.0, 62.2, 59.1 Y 60.5% Y para la materia verde de 68.4, 57.3, 63.7 Y 66.0%, para las frecuencias de corte a los 41, 48, 55 y 62 días, respectivamente.

MONSALVE (1978), encontró la mayor producción de Pasto Alemán en los cortes cada 60 días, pero su calidad, determinada por la digestibilidad de la materia seca, disminuyó con el incremento de la edad de corte del pasto. Por los datos de producción y calidad del Pasto Alemán del presente ensayo, lo acreditan como una especie forrajera prometedora para regiones con suelos arcillosos, precipitaciones frecuentes, abundantes y, además los resultados permiten deducir que, para cosechar, sin perder notoriamente cantidad y calidad del pasto alemán, la frecuencia de corte debe estar comprendida entre los 35 y 49 días.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar y fecha de la investigación

El presente trabajo de investigación se realizó en dos fases; fase de campo y fase de laboratorio. La fase de campo se desarrolló en los potreros del Centro de Investigación y Producción Tulumayo anexo la Divisoria – Puerto Súngaro (CIPTALDS) perteneciente a la Universidad Nacional Agraria de la selva (UNAS), ubicado en la zona de Santa Lucía a 26 km, de la ciudad de Tingo María, perteneciente al Distrito de José Crespo y Castillo, Provincia de Leoncio Prado y Región Huánuco. Comprende geográficamente las coordenadas 08° 51´ latitud sur y 75° 56´ de longitud oeste, a 540 m.s.n.m. con una temperatura promedio de 23.8°C, con precipitación pluvial anual que varía entre 2193 a 3760 mm (SENAMHI, 2017).

La fase de laboratorio comprendió el análisis químico nutricional el cual fue realizado en tres laboratorios. El contenido de materia seca (MS), proteína bruta (PB) y ceniza (Cz), fue realizado en el laboratorio de Nutrición Animal de la Facultad de Zootecnia de la Universidad Nacional Agraria de la Selva (UNAS) situado en la ciudad de Tingo María, Distrito de Rupa Rupa, Provincia de Leoncio Prado, Región Huánuco.

El análisis del contenido de Fibra Detergente Neutra (FDN), Fibra Detergente Acida (FDA), se realizó en el Laboratorio de Fibras; mientras que la energía bruta (EB), fue analizado en el Laboratorio de Evaluación Nutricional de Alimentos (LENA), ambos pertenecientes a la facultad de Zootecnia de la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM – LIMA). El trabajo experimental se desarrolló en los meses de marzo, abril - mayo del 2017 con una duración de tres meses.

3.2. Tipo de investigación

La presente investigación es de tipo experimental

3.3. Instalaciones, equipos y materiales

3.3.1. Instalaciones

Se utilizó un potrero de 1.5 hectáreas de terreno con sembrío de pasto Camerún (*Echinochloa polystachya*) (Kunth) (Hitch), el mismo que se encuentra establecida aproximadamente hace 15 años. Cercados con postes de madera, alambres de púa y grapas de acero con una pendiente de 3%. Asimismo, se utilizó un corral de manejo construido con tubos de fierros, columnas de concreto, el cual a su vez cuenta con un embudo manga y guillotina labores de manejo diario. Además, se contó con una balanza digital.

3.3.2. Materiales

Se utilizaron nariceras, sogas, arete, lanza bolos, marcador, baldes, envases herméticos, guantes de palpación, tijera podadora, plástico, costales, cuaderno de campo, lapiceros y cámara fotográfica.

3.4. Insumo en estudio

El pasto alemán *Echinochloa polystachya* (Kunth) (Hitch) con edad de 40 días al inicio y 49 días al final de la investigación, que predominaba en el potrero de investigación del Centro de Investigación y Producción Tulumayo.

3.5. Animales experimentales

Se utilizó (7), toretes de la raza brahman con 296.71 Kg de peso vivo en promedio y 18 meses de edad, procedentes del Centro de Investigación y Producción Tulumayo Anexo La Divisoria.

3.6. Alimentación

Los animales fueron alimentados a través de un sistema de pastoreo extensivo continuo durante 10 días en el potrero donde se llevó a cabo la investigación.

3.7. Sanidad

Dos meses antes de empezar con la etapa experimental se realizó la desparasitación teniendo como principio activo (albendazol) y aplicación de golpes vitamínicos individual individualmente de acuerdo al peso de cada torete.

3.8. Variable independiente

- Pasto alemán (*Echinochloa polystachya*) (Kunth) (Hitch).

3.9. Tratamientos

- T_0 = Digestibilidad aparente *in vitro* de la materia orgánica (DAIVMO).
- T_1 = Digestibilidad aparente obtenido a través del contenido de nitrógeno fecal en la materia orgánica fecal utilizando la ecuación de KOZLOSKY *et al.*, (2012), (DAEFMO).

3.10. Análisis estadístico

Las variables propuestas fueron analizadas a través de la prueba de t – STUDENT, según el siguiente modelo:

$$T = \frac{x_1 - x_2}{\sqrt{\frac{S_1}{N_1} + \frac{S_2}{N_2}}}$$

Donde:

\bar{X}_1 = Es la medida del primer conjunto de datos (DAIVMO)

\bar{X}_2 = Es la medida del segundo conjunto de datos (DAEFMO)

S_1 = Es la desviación estándar del primer conjunto de datos (DAIVMO)

S_2 = Es la desviación del segundo conjunto de datos (DAEFMO)

N_1 = Número de datos del primer conjunto de datos (DAIVMO)

N_2 = Número de datos del segundo conjunto de datos (DAEFMO).

3.11. Variable dependiente

- Composición química del pasto alemán *Echinochloa polystachya* (Kunth) (Hitch): Materia orgánica (M.O.), ceniza (Cz), proteína cruda (P.C.), fibra detergente neutra (FDN), fibra detergente acida (FDA) y energía bruta (EB).
- Digestibilidad aparente de la materia orgánica del pasto alemán *Echinochloa polystachya* (Kunth) (Hitch).

3.12. Metodología

La investigación consistió en dos fases

Fase pre experimental: (1 – 7 días) que comprende la adaptación de los animales al: corral de manejo, ingesta de capsula con 25 g con marcador óxido crómico con marcador del marcador y colecta de heces.

Fase experimental: (8 – 14 días) que comprende: ingesta de las capsulas de gelatina conteniendo 25 g del marcador óxido crómico (Cr_2O_3) y la colección de muestra de heces (100 g aproximadamente).

3.12.1. Recolección de muestra de pasto Camerún (*Echinochloa polystachya*) (Kunth) (Hitch).

Utilizando el método de muestreo sistemático destructivo o también conocido como método de corte y separación manual, por especies y partes (ASRM, 1962) utilizando la técnica de zigzag y puntos de corte o núcleos (MELGAREJO, 2017), se realizó durante nueve (9) días consecutivos pre

pastoreo, pastoreo y post pastoreo. En el cual se recolectó 20 sub muestras diarias, los cuales fueron separados de la maleza y otros forrajes. Asimismo, mezclados de una manera uniforme para sacar la muestra (1 kg) cuales fueron separados en sus principales fracciones: hoja, tallo y material senescente. Luego, fueron debidamente pesados y colocados en una bolsa de papel, rotulados y secados en una estufa de aire circulante a 60°C/48 horas, para su respectivo análisis.

3.12.2. Recolección de muestras fecales

La obtención de las muestras fecales se realizó por el método de colección parcial de cada unidad experimental, se recolecto muestras de 100 g aproximadamente, durante los 7 días de la fase experimental, colocándolos en un envase hermético rotulado.

3.12.3. Análisis de laboratorio

La **Composición química (materia seca, ceniza y proteína cruda) y energía bruta del pasto y las heces:** las muestras de forraje y heces fueron sometidos a los respectivos análisis en el laboratorio de Nutrición Animal de la Facultad de Zootecnia – Universidad Nacional Agraria de la Selva (UNAS), según la metodología de la AOAC (1990). La materia seca según el método 930.15; ceniza según el método 942.05; y el contenido de nitrógeno por el método de micro-Kjeldahl, método 920.87.

La energía bruta fue analizada en el Laboratorio de evaluación nutricional de alimentos (LENA), de la Facultad de Zootecnia – UNALM, por la bomba de calorimetría adiabática (Parr Instrument Company 6300, Illinois, EE. UU.)

Fibra detergente neutro (FDN) y fibra detergente acida (FDA), el análisis de FDN y el FDA de las muestras se realizó en el Laboratorio de la Facultad de Zootecnia – UNALM, usando los métodos de MERTENS (2002) y VAN SOEST Y ROBERTSON (1985), respectivamente, utilizando la tecnología Ankom (Fiber analyzer 200, Ankom Technology Corporation, Fairport, N.Y.) a partir de muestras digeridas en solución de detergente en bolsas de filtro (F57 - Ankom) durante 40 min en una autoclave a 110 °C y 0,5 atm, como se describe por SENGER *et al.*, (2008).

3.12.4. Digestibilidad

La digestibilidad del pasto Camerún (*Echinochloa polystachya*) (Kunth) (Hitch), fue determinada a través de dos metodologías:

Digestibilidad *in vitro*: Para la determinación de la digestibilidad aparente *in vitro* de la materia orgánica se siguió el protocolo recomendado por el fabricante para el incubador Daisy II® (ANKOM Technology, Farport, NY-USA), utilizando bolsas Filtros N° 57 con un tamaño de poro de 25 µm y dimensiones de 5×4 cm fabricadas de poliéster/polietileno con filamentos extruidos en una matriz de tres dimensiones, en cada una de las cuales se depositaron 0.25 g de muestra por bolsa de 36 cm² lo que corresponde a una relación tamaño de la muestra y superficie de la bolsa de 14.4 mg/cm², luego fue sellada con calor para este

propósito. En la jarra de digestión se incubaron al azar para seis muestras con dos réplicas cada uno (12 bolsas/jarra), incluyendo una bolsa vacía sellada (blanco) con el fin de generar el factor de corrección para el posible ingreso de partículas o pérdida de peso de las bolsas.

El principio de funcionamiento de Daisy II® consiste en establecer condiciones de incubación semejante a las condiciones *in vivo*, de tal manera que el procedimiento incluye soluciones compuestas por minerales, fuentes de nitrógeno y agentes reductores que ayudan a la anaerobiosis necesaria en el proceso. Por ello se emplearon las soluciones utilizadas por (GOERIN y VAN SOEST 1996). El inóculo ruminal necesario para el procedimiento (proporción 4:1 de solución medio de cultivo: inóculo ruminal) se recolectó de tres ovinos machos de la raza Junín fistulados al rumen, con peso vivo promedio de 50 kg y alimentados con forraje de King grass enano con 12% de proteína cruda (PC), 65% fibra detergente neutra (FDN), 35% fibra detergente ácida y (DAIVMO) de 62 %.

El líquido ruminal fue mezclado en igual proporción de cada uno de las muestras. La preparación de las soluciones se realizó en condiciones anaeróbicas permanentes, a las cuales se le agregó 400 ml de líquido ruminal previamente mezclado y filtrado por dos bolsas de nylon con tamaño de poro de 50 μm . Las muestras se incubaron por 48 h en Daisy II® a una temperatura de $39.2 \pm 0.5^\circ\text{C}$, con agitación circular constante que posee el equipo. Luego de la incubación, las bolsas se lavaron con agua fría, con el fin de detener la fermentación y posteriormente fueron secados con estufa de aire forzado a

105°C/2h; incinerados en un horno mufla a 600°C/8h, para así finalmente obtener resultados en términos de (DIVMO), (GIRALDO, 1996).

Digestibilidad por ecuación de estimación: basada en la concentración de nitrógeno fecal propuesto por:

$$DMO_{Ap} = (0.83 - 0.38) / Nfc$$

Dónde:

D M.O = Digestibilidad de la Materia orgánica (g/kg/MO)

Nfc = Contenido Nitrógeno Fecal en la MO (g/kg/MO).

IV. RESULTADOS

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

Cuadro 1. Composición química en porcentaje (%) a base seca del pasto Camerún (*Echinochloa polystachya*) (Kunth) (Hitch)., en condiciones de pastoreo continuo, durante la época de lluvia.

Pastoreo	Cz	MO	PC	FDN	FDA	EB (Kcal/kg)
1	10.76	89.24	7.69	63.94	33.7	3950.75
2	8.21	91.79	8.12	64.9	34.45	3809.93
3	9.84	90.16	7.5	65.18	34.48	3662.12
4	8.76	91.24	7.49	66.1	35.23	3829.58
5	9.62	90.38	8.09	66.31	35.23	3803.34
6	9.16	90.84	8.7	66.12	34.42	3892.43
7	11.02	88.98	9.02	65.25	34.73	3801.87
8	8.64	91.36	7.97	66.99	35.55	3897.94
9	8.76	91.24	7.22	66.07	35.41	3882.83
PROMEDIO	9.42	90.58	8	65.65	34.8	3833.58
s.d.	0.85	0.85	0.67	0.62	0.46	82.42
	9.05	0.94	8.32	0.94	1.31	2.16

Cz = Ceniza; MO = Materia orgánica; PC = Proteína cruda; FDN = Fibra detergente neutro; FDA = Fibra detergente ácido; EB = Energía bruta; s.d. = desviación estándar, CV= coeficiente de variación.

4.2. Digestibilidad aparente de la materia orgánica del pasto Camerún

Cuadro 2. Digestibilidad aparente del pasto Camerún (*Echinochloa polystachya*) (Kunth) (Hitch). *in vitro* de la materia orgánica y estimado mediante la ecuación de predicción propuesta por KOZLOSKI *et al.*, (2012) utilizando la cuantificación de nitrógeno fecal; en porcentaje (%).

TRATAMIENTO	Repeticiones							Promedio	CV
	1	2	3	4	5	6	7	± s.d.	%
DAIVMO*	66.55	64.4	65.9	64.9	64.6	62.6		64.6±1.3*	2.0
DAEFMO**	65.5	65.6	65.3	65.5	65.4	65.5	65.1	65.4 ±0.2	0.2
N.S									

N.S. = No significativo entre medias según prueba t-Student ($p < 0.05$)

DAIVMO = Digestibilidad aparente *In vitro* de la materia orgánica; DAEFMO = Digestibilidad aparente por estimación fecal por estimación de la materia orgánica.

*El número de muestras para DAIVMO fue de 6, que representan una muestra compuesta por cada día de evaluación de la pastura

** El número de muestras para DAEFMO fue de 7, que representan una muestra fecal compuesta por cada día de evaluación de cada torete.

- 4.3. Digestibilidad aparente *in vitro* de la materia seca (DAIVMS) y materia orgánica (DAIVMO) del pasto Camerún (*Echinochloa polystachya*) (Kunth) (Hitch).

Cuadro 3. Digestibilidad aparente *in vitro* de la materia seca (DAIVMS) y digestibilidad *in vitro* de la materia orgánica (DAIVMO) del pasto Camerún (*Echinochloa polystachya*) (Kunth) (Hitch), de los días 1, 2, 3, 7, 8, 9. Sometidos a un sistema de pastoreo continuo durante la época de lluvia, en la provincia de Leoncio Prado.

DIA	M.O	DAIVMS	DAIVMO
1	86.44.	57.55	66.58
2	89.62	57.73	64.42
3	87.59	57.28	65.39
7	86.01	58.86	64.95
8	86.68	55.95	64.55
9	87.79	54.96	62.60
PROM	87.36	56.96	64.75

- 4.4. Digestibilidad aparente de la materia orgánica fecal (DAEFMO) del pasto Camerún (*Echinochloa polystachya*) (Kunth) (Hitch).

Cuadro 4. Digestibilidad aparente de la materia orgánica fecal (DAEFMO) de las heces de toretes pastoreados en pasto Camerún (*Echinochloa polystachya*) (Kunth) (Hitch), a partir de la cuantificación de nitrógeno fecal (NFc), propuesta por KOZLOSKY *et al.*, (2012).

ANIMAL	(%)NFECAL	KOZLOSKI
1	2.17	65.46
2	2.18	65.56
3	2.15	65.29
4	2.17	65.53
5	2.16	65.44
6	2.17	65.48
7	2.13	65.12
PROM	2.16	65.41

V. DISCUSIÓN

5.1. Composición química nutricional del pasto Camerún (*Echinochloa polystachya*) (Kunth) (Hitch).

La composición química del pasto Camerún (*Echinochloa polystachya*) (Kunth) (Hitch), se muestra en el cuadro 1, así; el contenido de ceniza varía de 8.2 a 11.0% con un promedio de 9.4 %. Asimismo, (RODRIGUEZ,1983), manifiesta que estas diferencias estarían siendo influenciados por la edad del pasto, resultado que es corroborado por (MENACHO,1995), quién realizó un trabajo de investigación del contenido nutricional del pasto Camerún en diferentes edades de corte.

El contenido promedio de ceniza del pasto Camerún, está por debajo del promedio citado por (SÁNCHEZ, 2005) quien reportó contenidos de 11.5% de ceniza. Estas diferencias encontradas podrían ser debido a que la pastura con la que se trabajó se mantiene bajo un sistema de manejo extensivo con escasas labores culturales; pudiéndose encontrar en ella rebrotes recientes y antiguos, así como macollos de distintas edades fenológicas (MONSALVE, 1978; CANUDAS, 2009).

La materia orgánica del pasto varía desde 88.98% a 91.79% teniendo como promedio 90.58%, el cual se encuentra dentro del rango citado por (RODRIGUEZ y SÁNCHEZ, 1983), quienes indican un 90% a 93% de

materia orgánica para los forrajes tropicales. El contenido de materia orgánica comprende los nutrientes como (proteínas, carbohidratos y lípidos) que se pueden quemar (oxidar) o fraccionar dentro del metabolismo para ser utilizado en el organismo para obtener energía y de esta manera ser aprovechado por el animal (BERNAL, 1991).

El contenido de proteína cruda del pasto Camerún presentó un promedio de 8.0%; el cual es inferior al valor reportado por (MENACHO, 1995), quien obtuvo un promedio de proteína cruda de 11.4% al evaluar al pasto Camerún a una edad de 42 días. La diferencia entre el reporte de proteína cruda del pasto Camerún encontrada por el autor y el presente trabajo, pueden ser explicados principalmente por efecto de la edad del pasto ya que, al momento de ingreso de los animales al potrero, la pastura tenía un tiempo de descanso superior a 45 días, agudizándose esta condición a medida que va incrementándose los días de pastoreo (9 días), el cual, se ve reflejado en el aumento de edad de la pastura.

El contenido de proteína cruda tiende a disminuir según el aumento de la edad de la pastura; debido a que el contenido de fibra tiende a incrementarse, el bajo contenido de proteína cruda encontrado en el presente estudio, puede explicarse por el sistema de manejo a la cual esta es sometida, (sistema extensivo con pastoreo continuo), el mismo que no considera las condiciones recomendadas por (CANUDAS, 2009), quién manifiesta que cuando una pastura mejorada es manejada bajo un sistema intensivo y pastoreo rotacional se logran rebrotes nuevos, macollos de la misma edad y condiciones, teniendo así, una pastura con óptimo contenido nutricional.

La fibra detergente neutro (FDN), varía de 64.0% a 67.0% teniendo como promedio 65.65%, el cual se encuentra entre el rango de 35.0% - 70.0% señalado por (CHURCH, 1970), valores que fueron corroborados por (MAYNARD, 1981), quien explica que; a medida que aumenta la edad se incrementa el contenido de celulosa, hemicelulosa, lignina, sílice y cutina, repercutiendo en la capacidad que tiene de ocupar espacio en el tracto gastrointestinal, fenómeno conocido dentro del consumo voluntario de los alimentos como mecanismo de control físico o del falso llenado; por lo tanto si la pastura presenta un alto contenido de (FDN), el consumo y la digestibilidad de pastura serán afectados en forma negativa (BONDI, 1989).

Cuando analizamos los resultados de la fibra detergente ácida (FDA), encontramos que su contenido en la pastura presenta una tendencia a incrementarse (33.7% – 35.6%) con el paso de los días de pastoreo, cuyo promedio (34.8%), el mismo que se encuentra por encima del rango citado por (MOSALVE, 1978), quien indica que el contenido de FDA para el pasto Camerún varía entre 30.0% a 34.0%, (BONDI, 1989), manifiesta que la FDA, está constituida por las siguientes fracciones estructurales tales como: celulosa, lignina, cutina y sílice; que al incrementarse la edad de la planta también aumentan su contenido de FDA, (HARRIS, 1993), factor que tiene un efecto negativo al inhibir la acción de los microorganismos ruminales ocasionando una respuesta negativa sobre la digestibilidad.

La energía bruta para el pasto fue 3833.58 kcal/kg, el valor es superior al citado por (PAZ, 2012), quién registró 3778.12 kcal/kg. Este resultado obtenido del pasto Camerún estaría enmascarado con la alta concentración de (FDN), que al ser combustionado libera similar cantidad de concentración energética de los carbohidratos no estructurales (MARTÍN, 1993).

5.2. Digestibilidad aparente de la materia orgánica del pasto Camerún (*Echinochloa polystachya*) (Kunth) (Hitch).

La digestibilidad *in vitro* de la materia seca del pasto en estudio es de 56.56 % (cuadro 3), el cual es superior a (NARVAEZ y LASCANO, 1999), quienes realizaron trabajos de investigación de digestibilidad *in vitro* de pasturas de clima tropical. Las diferencias encontradas a nivel de digestibilidad aparente *in vitro* entre los autores citados y el trabajo realizado pueden deberse a factores como ecosistema y labores culturales directamente con el forraje (CANUDAS, 2009), asimismo la edad del pasto tiene una estrecha relación en la composición química, muy específica con el contenido de FDN y FDA, (MENACHO,1995) como se puede observar en el trabajo.

El contenido de FDN y FDA se incrementa a medida que aumenta la edad del pasto, el cual afectó negativamente a la digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DAIVMS), que con el aumento de la edad del pasto fue descendiendo, tendencia fue corroborada por (HARRIS, 1993), quien manifiesta que, si la edad aumenta también se incrementará el contenido de fibra en el pasto.

Asimismo, (BOGDAN, 1997), describe que los principales componentes de una pastura son carbohidratos (celulosa y hemicelulosa), que en estados avanzados de maduración pueden constituir más de 50 % de la composición total del forraje, estos ocasionan que aumente su contenido de fibra detergente neutra (FDN), por lo tanto, disminuya la digestibilidad. Sin embargo, cuando comparamos los resultados obtenidos en el presente trabajo experimental entre la digestibilidad *in vitro* de la materia orgánica (DAIVMO) 64.75 %± 1.31, versus digestibilidad aparente mediante una ecuación de estimación utilizando el contenido de nitrógeno fecal (DAEFMO) 65.41%± 0.15, no existe diferencia significativa ($P < 0.05$).

Los resultados de digestibilidad del pasto Camerún se encuentran dentro de los parámetros de digestibilidad reportados por (MINSON Y MCKEID, 1978), quienes al estudiar muestras a partir de 70 pastos tropicales con una edad fenológica de 7 semanas encontraron una digestibilidad superior al 60%, (COMBELLAS y GONZALES, 1973), reportan valores de digestibilidad *in vitro* del pasto Camerún de 63.0, 62.2, 59.1 y 60.5%, para las frecuencias de corte a los 41, 48, 55 y 62 días, respectivamente.

La DAEFMO ($65.41 \% \pm 0.15$) de la pastura en estudio presentó un valor ligeramente superior en relación a la DAIVMO ($64.75\% \pm 1.31$), pudiéndose explicar ya que los contenidos de nitrógeno en la materia orgánica (M.O) de las heces obtenidos de los toretes que fueron utilizados en el presente estudio, fueron introducidos en una ecuación de estimación generada a partir de datos de nitrógeno fecal en la M.O. de carneros castrados pero alimentadas con pasturas tropicales, dentro de ellas el pasto Camerún (*Echinochloa polystachya*) (Kunth) (Hitch), (KOZLOSKI *et al.*, 2012).

La digestibilidad de los alimentos de buena calidad es similar en ovinos caprinos y vacunos (BONDI, 1989; FLORES y RODRÍGUEZ, 2018), sin embargo, la capacidad de las ovejas para digerir la fibra de forrajes de mala calidad es superior al de los bovinos. Sin embargo, (VAN SOEST, 1994), encontró una correlación positiva muy alta (0.91), cuando correlacionó los datos de digestibilidad de la materia seca realizados tanto con vacunos como con ovinos.

V. CONCLUSIONES

- La Composición química del pasto Camerún (*Echinochloa polystachya*) (Kunth) (Hitch). en porcentaje (%), obtenidos fueron: ceniza (Cz) 9.42; materia orgánica (MO) 90.58; proteína cruda (PC) 8.0; fibra detergente neutra (FDN) 65.65, fibra detergente ácida (FDA) 36.80, energía bruta (EB) 3833.58 Kcal/kg.
- La digestibilidad aparente *In vitro* de la materia orgánica (DAIVMO) del pasto Camerún (*Echinochloa polystachya*) (Kunth) (Hitch), obtenido a partir de una pastura manejados en un sistema de pastoreo continuo, durante la época de lluvias en la provincia de Leoncio Prado, es $64.75 \% \pm 1.30$.
- La digestibilidad aparente del pasto Camerún (*Echinochloa polystachya*) (Kunth) (Hitch), en época de lluvia en la provincia de Leoncio Prado utilizando la ecuación de estimación de KOZLOSKI *et al.*, (2012) es $65.41 \% \pm 0.15\%$.

VI. RECOMENDACIONES

- Realizar trabajos de investigación para determinar la digestibilidad en las diferentes especies forrajeras y así poder obtener resultados de estimación en nuestra zona.

VII. ABSTRACT

The research was done with the objective of determining the apparent digestibility of *Echinochloa polystachya* (Kunth) (Hitch) grass for the Brahman breed of bulls under a continual grazing system from the concentration of fecal nitrogen, during the rainy season in the Leoncio Prado province, Peru. To do so, seven, eighteen month old, bulls were used with an average live weight of 296.71 kg, selected from a population of 232 animals, submitted to a continual grazing system in a 1.5 ac paddock with predominantly Camerún grass. The sampling of grass was done for nine consecutive days, using the destructive method of cutting with a manual separation by species and parts, using the zigzag technique with cutting points or nuclei. For the grass and feces, the content of dry matter, ash, raw protein, neutral detergent fiber, acidic detergent fiber and brute energy were determined. The digestibility was calculated using two methodologies: in vitro, using the Ankom Daisy II (DAIVMO – acronym in Spanish) technology and from the content of fecal nitrogen (DAEFMO – acronym in Spanish). The feces samples were collected during nine days, individually from each bull, through the partial feces collection technique using chromic oxide as an external marker. The results show that a significant difference does not exist ($P < 0.05$), between the DAIVMO $64.6\% \pm 1.3$ and the DAEFMO $65.4\% \pm 0.2$. Concluding that the apparent digestibility of the *Echinochloa polystachya* (Kunth) (Hitch) (Camerún) grass, can be estimated using the concentration of fecal nitrogen.

Keywords: DAIVMO, marker, chromic oxide, feces production, biological proof

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALCANTARA, P. 1984. Factores que influyen en la digestibilidad de los forrajes. Vol. VII. 112p.
- ARCE, P., ARBAIZA, T., CARCELEN, F. y LUCAS, O. 2003. Estudio comparativo de la digestibilidad de forrajes mediante dos métodos de laboratorio. Rev. Invesg. Vet. Perú. Lima. 5 p
- BARAHONA R., SÁNCHEZ P. 2005. Limitaciones físicas y químicas de la digestibilidad de pastos tropicales y estrategias para aumentarla. Ciencia y Tecnología Agropecuaria [en línea] 14 de marzo de 2017 Disponible en: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=449945018010>> ISSN 0122-8706.
- ASH, A. J. y SCHLINK, A. C. 1992. Comparative digestive efficiency of cattle and sheep consuming tropical forages and its significance in predicting digestibility from *in vitro* techniques. Proc. Aust. Soc. Anim. Prod. Vol. 19.
- BASURTO, R. y TEJADA, H. 1992. Digestibilidad aparente de la pulpa deshidratada de limón. Comparación de métodos para estimarla. Téc. Pec. Méx. 30(1):13 – 22 p.
- BERNAL, J. 1991. Producción y Manejo de Pasturas y forrajes tropicales. 2da edición.
- BONDI, A. 1989. Nutrición Animal. 2da edición. Editorial Acribia. 600p.

- BOGDAN, A. 1997. Tropical pasture and Fodder plants (grasses and legumes). Tropical agriculture Serie, Longman Limited, London. 47f 5p.
- BUXTON, D., REDFEARN, D. 1997. Plant limitations to fiber digestion and utilization. Conference: New Developments in Forage Science Contributing to Enhanced Fiber Utilization by Ruminants. Journal of Nutrition, 127 p
- CABALLERO, A. 1985. Factors affecting forage intake by range ruminants: a review. *J. Range Manage.* 38:305.
- CAMPOS, J. 2003. Digestibilidad de Leguminosas y Gramíneas Forrajeras en la alimentación de cuyes [http://www.agr.ums.edu.bo/invest/JA Campos.v.htm](http://www.agr.ums.edu.bo/invest/JA_Campos.v.htm)/en línea.
- CANUDAS, G. 2009. Producción de Pasto Taiwán con Pastoreo Rotacional Intensivo y ferti-irrigación en el trópico Reunión Nacional de Investigación Pecuaria de 19 al 22 de octubre de 1999, Merida. 150p.
- COMBELLAS, J. 1998. Alimentación de la vaca de doble propósito y sus crías. Fundación Inlaca Venezuela, 196p.
- CÁRDENAS, E. 1975. Fertilización nitrogenada del pasto maicillo (*Axonopus scoparius hitch*), con cuatro niveles de úrea y cuatro frecuencias de corte. Tesis para optar el título de ing. Zootecnista.
- CHACON, H. y VARGAS, R. 2009. Digestibilidad y calidad del (*Pennisetum purpureum* cv) King grass a tres edades de rebrote. Universidad de Costa Rica. Facultad de Ciencias Agroalimentarias. ISSN: 1021-7444.

- CHÁVEZ, M. 1995. Consumo voluntario de forraje de rumiantes en libre pastoreo. En: Curso-Taller Internacional de Actualización Sobre Consumo Voluntario de Alimentos. 100 p.
- CHERNEY, J.H., CHERNEY, D.J.R., AKIN, D.E. Y AXTELL, J.D., 1991. Potential of mid-rib, low-lignin mutants for improving forage quality. *Advances in Agronomy*, 46: 157–198p.
- CHURCH, C. 1970. Fisiología digestiva y nutrición de rumiantes. ACRIBIA vol.1. Zaragoza España; 379 p.
- COMERÓN, E.A.; PEYRAUD, J.L. 1993. Predicción de la digestibilidad del pasto ingerido por vacas lecheras. *Revista Argentina de Producción Animal*. vol.13. 23-30 p.
- CROWDER, I. 1960. Gramíneas y Leguminosas Forrajeras en Colombia. Ministerio de Agricultura. Dirección de Investigación Agropecuaria DIA. Boletín Técnico N8. 116p.
- ENRÍQUEZ, J. 2003. Rendimiento, caracterización química y digestibilidad del pasto (*Brachiaria decumbens*) en las actuales condiciones edafoclimáticas del Valle del Caucho. 120p.
- FERREIRA, A., CAMPOS, F., MARCONDES, I., LOPEZ, P. y FONSECA, P. 2017. Evaluación de indicadores en estudios con rumiantes: Digestibilidad. *Rev. Bras. Zootecn.* Vol 38 n° 8. [EN LÍNEA]: [Http://dx.doi.org/10.1590/S1516-3598200900080002](http://dx.doi.org/10.1590/S1516-3598200900080002)
- FLORES, G. 2003. Predicción de la Digestibilidad de la Materia Orgánica de ensilajes de hierba de Maíz por métodos de Laboratorio 100p.

- FLORES M., RODRÍGUEZ V. 2018. Nutrición Animal. Nutrición de rumiantes. La degradación ruminal y la digestión de los alimentos. ULPGC. [En línea]: [Fecha de consulta: 14 de marzo de 2018] Disponible en: <http://http://www.webs.ulpgc.es/nutranim/tema22.htm>.
- FORTES, C.M., CARCIOFI, A.C., SAKOMURA, N.K. *et al.* 2010. Digestibility and metabolizable energy of some carbohydrate sources for dogs. *Animal Feed Science and Technology*, v.156, 121-125 p.
- FRANCE, J., DHANOA, M.S., LOPEZ, S., DIJKSTRA, J., DAVIES, D.R., SANDERSON, R., WILLIAMS, B. A. y SILESHI, Z. 2000. Estimating the extent of degradation of ruminant feeds from a description of their gas production profiles observed in vitro: comparison of models. *Br. J. Nutr.* 83, 131-142 p.
- GOMEZ, C., VERGARA, V. 1993. Fundamentos de Nutrición y Alimentación. I curso Nacional de Capacitación en Crianzas Familiares 50p.
- GUZMÁN, P. 1983. La Planificación Pecuaria en Venezuela, Dirección de información y Relaciones Públicas de la Gobernación del dto. Federal Caracas. Venezuela 234p.
- GUTIERREZ, A. J. 1991. Nutrición de los rumiantes en pastoreo, universidad autónoma de chihuahua, colegio textos universitarios, México. 263 p.
- HARRIS, B. J. 1991. Value of high-fiber alternative feedstuffs as extenders of roughage sources. 138 p.
- HERRERA. R., RAMOS, N. 1990. Evaluación Agronómica del King Grass, Plantación Establecimiento y Manejo. EDICA. Cuba.170p.

- HUHTANEN, P., KAUSTELL, K. S. y JOAKKOLA. 1994. The use of internal markers to predict total digestibility and duodenal flow of nutrients in cattle given six different diets. *Anim. Feed Sci. Technol.* 48:211 – 227 p.
- KOTB, A. R. y LUCKEY, T. D. 1972. Markers in nutrition. *Nutrition abstracts and reviews.* 42: 813 – 845 p.
- KOZLOSKI, G.V. 2012. Faecal nitrogen excretion as an approach to estimate forage intake of wethers. *J. Sci. Food Agric.*, vol. 76. 373-376 p.
- LANCASTER, R. J. 1949: Estimation of digestibility of grazed pasture from faeces nitrogen. *Nature* 163. 330–331 p.
- LASCANO, C., BOREL, R., QUIROZ, R., ZORRILLA, J., CHAVES, C. y WERNLI, C. 1990. Recomendaciones sobre metodología para la medición de consumo y digestibilidad *in vivo*. En: M. E. Ruiz y A. Ruiz (Eds.). *Nutrición de Rumiantes: Guía metodológica de investigación.* IICA-ALPA-RISPAL. San José, Costa Rica. 159 - 168 p.
- LUKAS, M. A., 2005: Relationship between fecal crude protein concentration and diet organic matter digestibility in cattle. *Journal of Animal Science* 83, 1332–1344 p.
- MARTÍN, P. 1994. Requerimientos de energía para el crecimiento y engorda de bovinos en el trópico. *Rev. cubana CIENC. Agric.* 152p.
- MCDONALD, E. 1995. *Nutrición Animal.* 5ta Edición. ACRIBIA S.A. Zaragoza, España. 205 p.
- MAYNARD, L. 1981. *Nutrición Animal; Fundamento de Nutrición del Ganado.* UTHEA. 6ta edition. México. 640 p.
- MAYNARD, L. 1989. *Nutrición Animal.* 7ma edición. MC.GRAW. MÉXICO. 150p.

- MERCHEN, N. R. 1993. Digestión, absorción y excreción en los rumiantes. En: el rumiante, fisiología digestiva y nutrición. Tomo I. Editorial Acribia, S. A. Zaragoza, España. 191 – 223 p.
- MOORE, K. J. Y HATFIELD, R. D. 1994. Carbohydrates and forage quality. In: Forage Quality, Evaluation, and Utilization (Fahey, G. C., Jr., Collins, M. C., Mertens, D. R. & Moser, L. E., eds.), pp. 229–280. American Society of Agronomy, Madison, WI.
- MONSALVE, S. 1978. Estudios sobre pasto Alemán (*Echinochloa polystachya*) (H.B.K.) (Hitch) en Colombia.II. Altura y frecuencia de corte. Revista ICA 13(4): 666-669 p.
- PAZ, A.S. 2012. Digestibilidad aparente, energía digestible y metabolizable del pasto alemán (*Echinochloa polystachya* H.B.K.), King grass (*Saccharum sinense*) y maralfalfa (*Pennisetum sp*) en cuyes (*Cavia porcellus*) en el trópico. Tesis Ingeniero Zootecnista, Tingo Maria (Perú). Universidad Nacional agraria de la selva. 83 p.
- POND, K. R., ELLIS, W. C., MATIS, J. H. y DESWYSEN, A. G. 1989. Passage of chromium-mordanted and rare earth-labeled fiber: time of dosing kinetics. J. Anim. Sci. 67:1020 – 1028 p.
- RAMIREZ, et al. 2008. Rendimiento y caracterización química del *Pennisetum sp.* Cuba CT 169. en un suelo pluvisol. Revista Electrónica de Veterinaria. [ENLINEA]: <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n050508/0508.pdf>. 29 May. 2017.

- RODRIGUEZ, M. 2007. Uso de Indicadores para estimar consumo y digestibilidad de pasto. LIPE, lignina purificada y enriquecida. Rev. Col. Cienc. Pec.
- SÁNCHEZ, P. 2005. Limitaciones físicas y químicas de la digestibilidad de pastos tropicales y estrategias para aumentarla. Corpoica. Ciencia y Tecnología Agropecuaria [En línea]: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=44994510>. ISSN 0122-8706, 28 junio. 2017.
- SEIJAS, C. C. 1981. Digestibilidad aparente del pasto alemán (*Echinochloa polystachya* H.B.K) en ovinos. Tesis Ingeniero Zootecnista, Tingo Maria (Perú). Universidad Nacional agraria de la selva.
- TOBAL, C.E. 2012. Evaluación de los alimentos a través de los diferentes métodos de digestibilidad, 94-111 p.
- UDÉN P, VAN SOEST P. Investigations of the *in situ* bag technique and a comparison of the fermentation on heifers, sheep, ponies and rabbits. J Anim Sci 1984; 58:213-221.
- VAN SOEST, J. 1965. Symposium on factors influencing the voluntary intake of herbage by ruminants: Voluntary intake in relation to chemical composition and digestibility. J. of Animal Sc. 150 p.
- VAN SOEST, J. 1994. Nutritional Ecology of the ruminan. Cornell University Press. II Edición. 108 - 195 p.
- VERGARA, L. 1999. Evaluación de la lignina detergente ácido como marcador para la determinación de la digestibilidad. Revista Científica.

ANEXOS

Anexo 1. Composición química de heces expresado en base seca de los (7) toretes de la raza brahman pastoreados con pasto Camerún (*Echinochloa polystachya* (H.B.K.)) (Hitch), en la selva alta del Perú

Animal	Cz (%)	M.O (%)	NFc(%)	PC (%)
1	25.70	74.30	2.17	13.54
2	24.55	75.45	2.18	13.62
3	24.53	75.47	2.15	13.41
4	25.08	74.92	2.17	13.59
5	25.08	74.92	2.16	13.53
6	26.54	73.46	2.17	13.55
7	24.41	75.59	2.13	13.28
PROM	25.13	74.87	2.16	13.50
s.d	0.77	0.77	0.02	0.1183
CV	3.05	1.02	0.87	0.876

Anexo 2. Consumo de forraje según su peso vivo (PV) de los (7) toretes de la raza brahman pastoreados con pasto Camerún (*Echinochloa polystachya* (H.B.K.)) (Hitch), en la selva alta del Perú.

ANIMAL	PESO	12% PV	10% PV
1	280	33.6	28
2	322	38.64	32.2
3	268	32.16	26.8
5	382	45.84	38.2
7	308	36.96	30.8
11	287	34.44	28.7
12	230	27.6	23
PROM	294.63	35.36	29.5

Anexo 3. Prueba t para dos muestras, suponiendo varianzas iguales.

	DAIVMS DAISY //	DAEFMO KOZLOSKY et al. (2012)
Media	62.20669	65.4114286
Varianza	3.00010074	0.02377052
Observaciones	6	7
Varianza agrupada	1.37664789	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	11	
Estadístico t	-4.90946461	
P(T<=t) una cola	0.00023229	
Valor crítico de t (una cola)	1.79588482	
P(T<=t) dos colas	0.00046457	
Valor crítico de t (dos colas)	2.20098516	

0.00046457 < Se acepta la hipótesis nula y rechaza la hipótesis alternante.

Anexo 4. Concentración de cromo en las heces en (mg/kg) de los (7) toretes de la raza brahman pastoreados en pasto Camerún (*Echinochloa polystachya* (H.B.K.)) (Hitch), en la selva alta del Perú

Código Cliente	Unidades	Resultado
Animal1	mg/Kg (Cr ₂ O ₃)	8585.82
Animal 2	mg/Kg (Cr ₂ O ₃)	6935.12
Animal 3	mg/Kg (Cr ₂ O ₃)	6975.52
Animal 5	mg/Kg (Cr ₂ O ₃)	6139.02
Animal 7	mg/Kg (Cr ₂ O ₃)	7789.18
Animal 11	mg/Kg (Cr ₂ O ₃)	8544.27
Animal 12	mg/Kg (Cr ₂ O ₃)	7007.08

Anexo 5. Producción de heces en materia seca (MS) y materia orgánica (M.O)

ANIMAL	P.H.M.S(kg/día)	P.H.M.O(kg/día)
1	2.67	2.00
2	3.28	2.51
3	3.21	2.52
4	3.72	2.82
5	2.94	2.23
6	2.68	1.99
7	3.33	2.53
PROMEDIO	3.13	2.37
s.d	0.39	0.31
%CV	12.33	12.95

Anexo 6. Suministro del marcador por día a cada animal, colección de heces, número y peso del marcador

DIA	FECHA	ANIMAL 1							ANIMAL 2							ANIMAL 3						
		HECES FRESCA	HECES SECAS	CAPSULA NUMERO	CAPSULA MARCADOR	PESO CAPSULA	PESO MARCADOR	HECES FRESCA	HECES SECAS	CAPSULA NUMERO	CAPSULA MARCADOR	PESO CAPSULA	PESO MARCADOR	HECES FRESCA	HECES SECAS	CAPSULA NUMERO	CAPSULA MARCADOR	PESO CAPSULA	PESO MARCADOR	HECES FRESCA	HECES SECAS	CAPSULA NUMERO
1	27/04/2017			47	26.97	1.97	25.00			44	27.07	2.07	25.00			45	27.13	2.13	25.00			53
2	28/04/2017			70	27.16	2.16	25.00			108	27.04	2.04	25.00			58	27.10	2.10	25.00			52
3	29/04/2017			64	27.33	2.33	25.00			66	26.97	1.97	25.00			59	27.09	2.09	25.00			95
4	30/04/2017			80	27.10	2.10	25.00			89	27.09	2.09	25.00			15	26.96	1.96	25.00			57
5	01/05/2017			97	27.08	2.08	25.00			68	27.32	2.32	25.00			101	27.12	2.12	25.00			81
6	02/05/2017			92	27.06	2.06	25.00			30	27.13	2.13	25.00			87	27.07	2.07	25.00			115
7	03/05/2017			86	26.80	1.80	25.00			117	27.03	2.03	25.00			37	26.98	1.98	25.00			106
8	04/05/2017			65	27.14	2.14	25.00			116	27.07	2.07	25.00			93	27.03	2.03	25.00			112
9	05/05/2017	200.0		114	27.05	2.05	25.00	251.2		79	27.07	2.07	25.00	196.0		74	27.09	2.09	25.00	125.2		105
10	06/05/2017	195.0		24	26.96	1.96	25.00	313.2		13	26.95	1.95	25.00	312.8		118	27.15	2.15	25.00	48.0		12
11	07/05/2017	23.0		3	27.04	2.04	25.00	276.0		21	27.23	2.23	25.00	322.0		63	26.97	1.97	25.00	141.0		36
12	08/05/2017	118.0		1	27.55	2.55	25.00	193.0		14	27.22	2.22	25.00	192.0		120	27.08	2.08	25.00	169.0		75
13	09/05/2017	120.0		69	27.07	2.07	25.00	180.0		9	27.24	2.24	25.00	174.0		32	27.17	2.17	25.00	68.0		82
14	10/05/2017	162.0		103	27.04	2.04	25.00	182.0		10	27.00	2.00	25.00	93.0		18	27.17	2.17	25.00	236.0		8
15	11/05/2017	110.0						161.0						17.0						176.0		
		928.0	126.0		TOTAL		175.0	1556.4	185.0		TOTAL		350.0	1306.8	174.0		TOTAL		350.0	963.2	126.0	

ANIMAL 5						ANIMAL 7						ANIMAL 11						ANIMAL 12									
CAPSULA MARCADOR	PESO CAPSULA	PESO MARCADOR	HECES FRESCA	HECES SECAS	CAPSULA NUMERO	CAPSULA MARCADOR	PESO CAPSULA	PESO MARCADOR	HECES FRESCA	HECES SECAS	CAPSULA NUMERO	CAPSULA MARCADOR	PESO CAPSULA	PESO MARCADOR	HECES FRESCA	HECES SECAS	CAPSULA NUMERO	CAPSULA MARCADOR	PESO CAPSULA	PESO MARCADOR	HECES FRESCA	HECES SECAS	CAPSULA NUMERO	CAPSULA MARCADOR	PESO CAPSULA	PESO MARCADOR	
27.03	2.03	25.00			48	26.97	1.97	25.00			46	27.05	2.05	25.00			54	27.07	2.07	25.00			54	27.07	2.07	25.00	
27.11	2.11	25.00			42	27.16	2.16	25.00			56	27.04	2.04	25.00			50	27.10	2.10	25.00			50	27.10	2.10	25.00	
27.11	2.11	25.00			113	27.15	2.15	25.00			51	27.10	2.10	25.00			60	26.96	1.96	25.00			60	26.96	1.96	25.00	
26.93	1.93	25.00			94	27.02	2.02	25.00			5	27.02	2.02	25.00			72	26.90	1.90	25.00			72	26.90	1.90	25.00	
27.00	2.00	25.00			71	26.91	1.91	25.00			76	27.11	2.11	25.00			28	27.09	2.09	25.00			28	27.09	2.09	25.00	
27.11	2.11	25.00			90	27.14	2.14	25.00			34	27.06	2.06	25.00			88	27.01	2.01	25.00			88	27.01	2.01	25.00	
26.98	1.98	25.00			85	27.06	2.06	25.00			31	27.21	2.21	25.00			99	27.07	2.07	25.00			99	27.07	2.07	25.00	
27.02	2.02	25.00			77	27.12	2.12	25.00			98	27.08	2.08	25.00			84	27.20	2.20	25.00			84	27.20	2.20	25.00	
27.09	2.09	25.00	111.0		20	27.12	2.12	25.00	22.4		25	27.02	2.02	25.00	105.5		16	27.07	2.07	25.00	105.5		16	27.07	2.07	25.00	
27.20	2.20	25.00	305.8		107	27.10	2.10	25.00	53.0		83	26.89	1.89	25.00	47.5		34	27.06	2.06	25.00	47.5		34	27.06	2.06	25.00	
27.13	2.13	25.00	149.0		67	27.10	2.10	25.00	189.0		19	27.02	2.02	25.00	48.0		22	27.09	2.09	25.00	48.0		22	27.09	2.09	25.00	
27.08	2.08	25.00	273.0		25	27.02	2.02	25.00	224.0		11	27.10	2.10	25.00	139.0		2	27.13	2.13	25.00	139.0		2	27.13	2.13	25.00	
27.06	2.06	25.00	174.0		23	27.12	2.12	25.00	229.0		119	27.00	2.00	25.00	63.0		4	27.10	2.10	25.00	63.0		4	27.10	2.10	25.00	
27.08	2.08	25.00	172.0		35	27.10	2.10	25.00	176.0		17	27.13	2.13	25.00	150.0		73	27.00	2.00	25.00	150.0		73	27.00	2.00	25.00	
			135.0						147.0						83.0						83.0						
TOTAL		300.0	1319.8	183.0		TOTAL		350.0	1040.4	146.0		TOTAL		350.0	636.0	93.0		TOTAL		350.0	636.0	93.0		TOTAL		350.0	

