

**CORRELACION ENTRE LA GANANCIA DE PESO DIARIA Y LA DIGESTIBILIDAD  
IN VITRO EN OVINOS EN PASTOREO SUPLEMENTADOS CON ESPECIES  
FORRAJERAS DEL BOSQUE SECO TROPICAL**

**ANDRES FELIPE SALGADO MURCIA**

**Trabajo de grado como requisito para optar al título de  
Médico Veterinario y Zootecnista.**

**Director:**

**ROMÁN DAVID CASTAÑEDA SERRANO  
PhD en Nutrición animal**

**UNIVERSIDAD DEL TOLIMA  
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA  
MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA  
IBAGUE – TOLIMA**

**2018**

	<b>UNIVERSIDAD DEL TOLIMA</b> <b>FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA</b>	ACTA No. 003
	<b>ACTA SUSTENTACIÓN TRABAJO DE GRADO</b>	Fecha: 15 de Febrero de 2018
		Página 1 de 1

**TRABAJO DE GRADO DIRIGIDO**

Siendo las 5:00 pm. del jueves 15 de febrero de 2018, se reunieron en la Sala de postgrados de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad del Tolima, el jurado calificador integrado por los doctores LILIAN PAOLA GUEVARA MUÑETON y JAIRO ANDRES PARDO GUZMAN, con el Director Dr. ROMÁN DAVID CASTAÑEDA SERRANO y el Co-director VICENTE DÍAZ AVILA, para dar su concepto sobre el Trabajo de Grado Titulado: **"CORRELACION ENTRE LA GANANCIA DE PESO DIARIA Y LA DIGESTIBILIDAD IN VITRO EN OVINOS EN PASTOREO SUPLEMENTADOS CON ESPECIES FORRAJERAS DEL BOSQUE SECO TROPICAL"**, presentado y sustentado por el estudiante del programa de Medicina Veterinaria y Zootecnia, ANDRES FELIPE SALGADO MURCIA. Luego de las correcciones y deliberaciones, el jurado asignó la calificación de:

TRES PUNTO OCHO (3.8) APROBADO.

En constancia de lo anterior, firman:

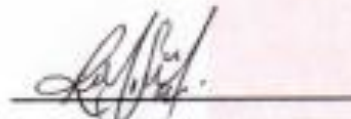
LILIAN PAOLA GUEVARA MUÑETON  
JURADO



JAIRO ANDRES PARDO GUZMAN  
JURADO



ROMÁN DAVID CASTAÑEDA SERRANO  
DIRECTOR



## DEDICATORIA

A:

A Dios por haberme permitido llegar a este punto, dándome salud para lograr mis objetivos, además de su infinito amor y bondad.

A mi ángel de la guarda que me cuida y me protege.

A mi Padre porque siempre me apoya y me trata con amor, por sus consejos y sus valores los cuales me han formado como persona.

A mi Madre por ser mi apoyo, por la motivación constante para seguir adelante, por el infinito amor que siempre me da y esos regaños.

A mi Hermano por su apoyo incondicional, te amo mi flaco.

A Paola que siempre me apoya, su interés y sobre todo porque siempre está en los momentos difíciles "Un paso más cerca de nuestros sueños".

A mis Suegros por su apoyo e interés.

A mis maestros que marcaron etapas importantes en mi vida por su apoyo, motivación y por impulsar mi desarrollo profesional.

A mis amigos que nos apoyamos mutuamente en nuestra formación profesional, gracias: Mario, Karen y Laura.

## **AGRADECIMIENTOS**

A la Universidad del Tolima y la oficina de investigaciones quienes financiaron este Proyecto.

A la facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la universidad del Tolima.

A Vicente Díaz, amigo y maestro.

A Román David Castañeda por su apoyo y colaboración.

A Roberto Piñeros por su ayuda.

A Jairo y Lilian por su valiosa colaboración en este proyecto

## CONTENIDO

<b>1. MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>11</b>
1.1. LA IMPORTANCIA DE LA PRODUCCIÓN DE OVINOS:.....	11
1.2. SITUACION ACTUAL:.....	11
1.3. INDICES PRODUCTIVOS:.....	12
1.4. FERMENTACIÓN RUMINAL:.....	12
1.5. DIGESTIBILIDAD DE FIBRAS: .....	13
1.6. DEGRADABILIDAD DEL RUMEN:.....	14
1.7. PRODUCCION DE AGV: .....	14
1.8. EFECTOS DE LOS METABOLITOS SECUNDARIOS EN LA DIGESTIBILIDAD RUMINAL: .....	16
1.8.1. Taninos Condensados.....	16
1.8.2. Saponinas .....	17
1.8.3. Otros.....	17
1.9. METODOS DE MEDICION DE ACIDOS GRASO VOLATILES: .....	17
<b>2. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....</b>	<b>19</b>
<b>3. OBJETIVOS.....</b>	<b>22</b>
3.1 OBJETIVO GENERAL .....	22
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	22
<b>4. ARTICULO CIENTIFICO.....</b>	<b>23</b>
4.1 RESUMEN .....	23
4.2 ABSTRACT .....	23
4.3. INTRODUCCIÓN .....	24
4.4. MATERIALES Y METODOS .....	25
4.4.1. Ubicación: .....	25
4.4.2. Trabajo experimental y evaluativo en campo. ....	25

<b>4.4.3. Digestibilidad in vitro y cinética de degradación.....</b>	<b>28</b>
<b>4.4.4 Modelo estadístico .....</b>	<b>30</b>
<b>4.5 DISCUSION Y RESULTADOS.....</b>	<b>30</b>
<b>4.6 CONCLUSIONES.....</b>	<b>34</b>
<b>4.7 RECOMENDACIONES .....</b>	<b>34</b>
<b>5. REFERENCIAS.....</b>	<b>35</b>

## LISTA DE TABLAS

		Pág.
<b>Tabla 1.</b>	Composición bromatológica de los forrajes utilizados en las dietas experimentales	29
<b>Tabla 2.</b>	Digestibilidad y degradabilidad in vitro en dietas para ovinos de pelo con especies forrajeras del bosque seco tropical.	32
<b>Tabla 3.</b>	Ganancia de peso de los ovinos suplementados con especies forrajeras del bosque seco tropical.	34
<b>Tabla 4.</b>	Correlación de la ganancia diaria de peso entre las variables nutricionales en dietas para ovinos de pelo con especies del bosque seco tropical.	35

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b>	Ovinos en pastoreo	27
<b>Figura 2.</b>	Ovinos consumiendo las dietas	28
<b>Figura 3.</b>	Tratamientos en el Daisy Ankom®.	31
<b>Figura 4.</b>	Animal Canulado utilizado para la colecta de líquido ruminal	31



## RESUMEN

Los ovinos se han convertido en animales de producción interesantes para los pequeños productores, especialmente en las regiones secas del mundo, donde además de las gramíneas convencionales pueden utilizar otras especies vegetales que los bovinos no consumen. Sin embargo, en la estación seca existe baja en la producción y calidad de los forrajes, afectando el consumo y digestibilidad. El objetivo del trabajo fue correlacionar la ganancia de peso diaria con algunas variables nutricionales, determinar la digestibilidad y degradabilidad *In Vitro* de las dietas. El trabajo de investigación fue realizado en la granja “El Recreo” de la Universidad de Tolima, ubicada en el municipio de Guamo (Tolima) y en el laboratorio de nutrición animal de la Universidad del Tolima. Se realizó un sistema de terminación en pastoreo, adecuando un aprisco con una división de 5 corrales, dotados con comederos y bebederos. La suplementación se realizó con base de especies forrajeras en una proporción 70:30 (Pastoreo; suplemento), los cuales fueron considerados como tratamientos. Estos consistieron en: T<sub>1</sub> (control) = 100% de *Botrocloa pertusa*; T<sub>2</sub> = *Senna spectabilis*; T<sub>3</sub>= *Leucaena leucocephala*; T<sub>4</sub>= *Glicidria sepium*; T<sub>5</sub>= *Guazuma ulmifolia*. Los suplementos se le suministraron a los ovinos en pastoreo con praderas predominantes en pasto Colosuada. Para este fin se utilizaron 35 ovinos de pelo escogidos bajo los parámetros de similitud en peso y fueron distribuidos aleatoriamente en 5 grupos de 7 animales cada uno. Para medir el desempeño animal se realizó pesajes mensuales, para tener en cuenta la ganancia de peso diaria. A todas las especies se les realizó bromatológico, digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS). La degradabilidad *in vitro* de la MS se determinó por medio de la metodología Deisy II de la marca Ankom®. Se observó que la dieta 4 (*G. sepium*) tubo diferencia significativa en la degradabilidad a las 48 horas con valor  $p < 0.0001$  con respecto a los otros tratamientos. La ganancia de peso está relacionada con el porcentaje de MS, el *S. spectabilis* con el mayor porcentaje de materia seca (74,7), obtuvo la mayor ganancia de pesos diario (58 g).

**Palabras clave:** Degradabilidad, Digestibilidad, Pastoreo, Ganancia diaria de peso, pequeños Rumiantes.

## ABSTRACT

The sheep animals have been turning into production animals so interesting for the small producers, especially in the dry regions around the world. Where besides of the conventional grasses, they can utilize other vegetables species that the bovines don't it. However, in the dry station exists slow production and quality of forages affecting the consumption and digestibility. The object of the investigation was correlated the daily weight gain with some nutritional variables, it was also determined In Vitro digestibility and degradability of diets. This investigation was realized at the farm "el Recreo" in the Tolima University, located in the municipality of Guamo (Tolima) and the animal nutrition laboratory of the Tolima University. It was realized a grazing termination system adapting a sheepfold with a division of 5 pens, each with feeders and drinking troughs. The supplementation was realized with base on forage species at a rate of 70:30 (grazing, supplement), which were considered as treatments, these ones consisted in: T1 (control) = 100% *Botrocloa pertusa*; T2 = *Senna spectabilis*; T3 = *Leucaena leucocephala*; T4 = *Glicidria sepium*; T5 = *Guazuma ulmifolia*. The supplements were given to the sheep in pasture with predominant meadows in Colosuana grass. For this purpose, 35 hair sheep were selected under the parameters of similarity in weight, they were used and they were randomly distributed in 5 groups of 7 animals each. To measure animal performance, monthly weighings were performed to take into account the daily weight gain. All species were subjected to bromatological, in vitro digestibility of dry matter (DIVMS). The in vitro degradability of the MS was determined by the Deisy II methodology of the Ankom® brand. It was observed that diet 4 (*G. sepium*) tube significant difference in the degradability at 48 hours with value  $p < 0.0001$  with respect to the other treatments. Weight gain is related to the percentage of DM, *S. spectabilis* with the highest percentage of dry matter (74.7), obtained the highest daily weight gain (58 g).

**Keywords:** Degradability, digestibility, grazing, daily weight gain, small ruminants.

## 1. MARCO TEÓRICO

### 1.1. LA IMPORTANCIA DE LA PRODUCCIÓN DE OVINOS:

La historia cuenta que la oveja (*Ovis aries*) fue domesticada hace 9.000 años A.C. en las montañas de Zagros, actualmente conocida como Irán e Iraq (Zygoyiannis, 2006). Los ovinos se han estado utilizando para el sustento familiar y autoconsumo, por ende en países con poca extensión territorial y limitaciones en su producción es donde se ha presentado el mayor crecimiento, supliendo necesidades básicas con bajos costos de producción. Las ovejas se han adaptado en ambientes difíciles, con inviernos prolongados, donde la comida es escasa y sus pieles pueden soportar el frío, o condiciones áridas donde el alimento y agua son limitados (D´yrmundsson, 2006). Los ovinos se han convertido en animales de producción baratos, ya que necesitan pocas fuentes de agua, energía y proteína para producir carne y leche (Patra, 2014).

### 1.2. SITUACION ACTUAL:

En el mundo la ovinocultura no ha tenido un desarrollo notorio, por ende no ha tenido una gran influencia en los mercados internacionales. En algunos países se ha venido desarrollando algunas producciones ovinas enfocadas al desarrollo de productos con un alto valor agregado. Hace más de 30 años países como Nueva Zelanda, Australia y Uruguay han estado trabajando en el desarrollo productivo de las producciones ovinas desde la aplicación de una agricultura de precisión para el máximo aprovechamiento de los recursos hasta la automatización de los procesos con el fin de incrementar los nacimientos y disminuir las altas mortalidades que han caracterizado las producciones ovinas (Montossi et al., 2013). Permitiendo que la producción ovina a nivel mundial tenga estándares de alta calidad. Llevando a las producciones actuales en convertirse en estabulaciones con altas concentraciones de ganado ovino alimentados con altas raciones de concentrado y mínimo movimiento, dejando atrás las el pastoreo tradicional que había en países como Escocia o Grecia (Aguayo-Ulloa et al., 2014).

Según Díaz V. (2014) En Colombia la producción ovina es incierta y carece de un sustento científico. En el país existe un grave error al involucrar en un solo renglón a la cadena ovina y cadena caprina, dos especies animales y sistemas productivos tan diferentes. Por este hecho no existen cifras concisas que permitan implementar planes de acción para el aumento, sostenibilidad y actualización de las producciones ovinas en Colombia. Desde hace unos 8 años no existen datos verídicos que respalden el número de cabezas de ovinos que existen en el país y mucho menos de cuantas ni qué tipo de producciones se encuentran relacionadas hasta el día de hoy (Ministerio de Agricultura y Desarrollo, 2010). Según los datos de dicho año la cantidad de ovinos en Colombia para el 2006 era de 3.300.000, sin embargo este número ha sido subestimado y algunas agremiaciones de ovinocultores han llegado a decir que no se han tenido en cuenta las producciones familiares, las más importantes en el país (Asociación Nacional de Ovinos y Caprinos [ANCO], 2012).

Desde la academia se han estado estudiando alternativas que permitan el avance de las producciones y solucionar los problemas más comunes presentes, como lo son alternativas que permitan erradicar o disminuir la alta morbilidad y mortalidad causadas por parásitos, gastrointestinales y hemáticos principalmente (Pulgarín et al., 2013).

### **1.3. INDICES PRODUCTIVOS:**

La producción ovina comienza con la cría de machos y hembras de reemplazo, los cuales son fundamentales para mantener la genética del país. Por medio de la selección de razas adaptadas a las condiciones climatológicas del trópico (Lozano, 2014). La mayoría de la población ovina en Colombia se encuentra a cargo de pequeños productores. Convirtiéndose así la carne y la lana en los principales productos usados para fines artesanales o comerciales. La ONU y la Fao reporto una producción de 13.663 toneladas de carne de cabra y oveja en Colombia (Lozano, 2014).

### **1.4. FERMENTACIÓN RUMINAL:**

Los rumiantes pueden utilizar recurso que otros animales no pueden, como los son forrajes de baja calidad. Esta capacidad es dada por la degradación de las paredes celulares de las plantas, ayudada por la microbiana del rumen y la absorción de los productos de la fermentación ruminal. La hidrólisis en el rumen de los carbohidratos, tanto estructurales como no estructurales, resulta en la liberación de monosacáridos, los cuales son convertidos en ácidos grasos volátiles (AGV), lactato y otros grasos (Vanegas, 2016). Los compuestos nitrogenados son degradados por los microorganismos ruminales y los productos se usan para sintetizar proteína microbiana (Vanegas, 2016). Los rumiantes pueden sintetizar proteínas, vitaminas del complejo B y vitamina K en el rumen, con dietas altamente fibrosas y pobres en proteínas (Macías, 2015)

#### **1.5. DIGESTIBILIDAD DE FIBRAS:**

Los forrajes tropicales poseen un alto contenido de pared celular y una bajo contenido de carbohidratos solubles. Los carbohidratos estructurales como la hemicelulosa, celulosa y pectina, son degradadas por la microflora del rumen, permitiendo al rumiante utilizar fuentes de energía que otros animales no pueden (Gaviria *et al.*, 2015).

La celulosa es el componente principal de las plantas correspondiendo a un 50%, la pared celular, empieza con una membrana de pectina, la cual es sustituida por la celulosa, hemicelulosa y lignina. Siendo la encargada de la resistencia mecánica y protección de los tejidos. La fibra y su estructura están influenciadas por el crecimiento, el clima, la edad de las plantas. El crecimiento de la lignina está relacionada negativamente con la digestibilidad (Macías, 2015).

Para la degradación de la fibra se requiere de acciones coordinadas de muchas enzimas polisacaridasas, también de protozoarios y de las bacterias celulíticas como *Ruminococcus albus*, *Ruminococcus flavefaciens* y *Fibrobacter succinogenes* las cuales se pueden encontrar en cantidades de 0.3 – 4% de toda la población bacteriana. Son las

encargadas de producir diversas enzimas, cuya actividad es degradar polímeros de las paredes celulares de las plantas (Macías, 2015).

Por otra parte los hongos representan un 8 % de la flora microbiana y muchos de ellos liberan metabolitos con enzimas (culolasas, gluconasas, lipasas, proteasas y quitinasas) las cuales participan en la lisis de la pared celular, estas enzimas pueden digerir hasta un 21% del material celulolíticos (Macías, 2015).

#### **1.6. DEGRADABILIDAD DEL RUMEN:**

El grado de degradación de proteínas depende de la cantidad de proteína degradable, la tasa de degradación y el tiempo de permanencia en el rumen. Realizado por la flora microbiana permitiendo suministrar carbono, energía, aminoácidos y vitaminas requeridas por el rumiante (Macías, 2015). La proteína que entra al rumen y el retículo puede ser degradada por bacterias y protozoos, este procedimiento empieza con la hidrólisis de la cadena peptídica por medio de la proteólisis, la cual produce péptidos y aminoácidos, después los productos pueden ser utilizados para el crecimiento bacteriano, también pueden ser degradados a amonio y ácidos grasos volátiles. La mayoría de los aminoácidos son degradados rápidamente en el rumen, lo cual deja pocos aminoácidos disponibles para la absorción o pasaje del rumen-retículo (Villalobos, 2000).

#### **1.7. PRODUCCION DE AGV:**

La fermentación de los carbohidratos genera la principal fuente de energía para los microorganismos, por medio de la liberación de Ácidos Grasos Volátiles (AGV), hidrogeno, dióxido de carbono, agua, metano entre otros. El ácido acético, propionico y butírico son los AGV's más importantes, el animal los utiliza como principal fuente de energía cuando son absorbidos por la pared ruminal como parte del proceso energético de los microorganismos (Macías, 2015).

Los AGV e  $H^+$  deben ser retirados del rumen, de otro modo su acumulación excesiva aumentaría la presión osmótica y disminuiría el pH a valores nocivos. Los AGV son retirados por absorción a través de las paredes del rumen. Y el  $H^+$  es eliminado tras la formación de metano. Un ovino produce diariamente cientos de litros de gas, especialmente  $CO_2$  y metano, que deben ser eliminados por eructación. La fracción de la dieta que no pudo ser digerida debe continuar su tránsito por el aparato digestivo (Relling & Mattioli, 2003).

Al ser el ambiente ruminal fuertemente anaeróbico los microorganismos sólo disponen de la vía glucolítica para obtener energía, produciendo AGV ( $C_2$ ,  $C_3$  o  $C_4$ ), ATP y  $NADH + H^+$ . Los microorganismos utilizan el ATP como fuente de energía y eliminan el AGV como un producto de desecho. Para poder degradar una segunda molécula de glucosa por la vía glucolítica necesitarán que el cofactor que se ha reducido ( $NADH + H^+$ ) sea nuevamente oxidado ( $NAD$ ). Como el metabolismo microbiano es anaerobio y por lo tanto no existe una cadena respiratoria que acepte estos hidrogeniones, los microorganismos los transfieren a distintos aceptores o sumideros de hidrógeno. Uno de los más importantes es el carbono, originando la formación de metano ( $CH_4$ ). A pesar de que este compuesto posee energía intrínseca no puede ser aprovechado por el rumiante, que no posee una ruta metabólica para degradarlo, y se pierde por eructación. Es así como la producción de metano en el rumen reduce la eficiencia en la utilización de los  $H_2O$ . Si se observan las reacciones anteriores, se verá que la formación de metano será mayor con la producción de acetato, menor con la producción de butirato y en cambio se consumen hidrogeniones durante la síntesis de propionato. Esto demuestra que una dieta suplementada con almidón es más eficiente desde el punto de vista energético. Por otro lado la suplementación con almidón aumenta la energía aportada por la dieta, incrementando la producción total de AGV (Relling & Mattioli, 2003).

Los ácidos grasos volátiles que se liberan en el rumen son aprovechados en parte por las bacterias, que los utilizan para sintetizar algunos de sus componentes estructurales. El resto es absorbido a través de la pared del rumen realizándose por medio de difusión

simple y los que no son absorbidos pasan al omaso y abomaso en donde también hay absorción (Zavaleta, 1998).

## **1.8. EFECTOS DE LOS METABOLITOS SECUNDARIOS EN LA DIGESTIBILIDAD RUMINAL:**

Muchas plantas tropicales han desarrollado metabolitos secundarios, lo cual hecho como mecanismo de defensa contra hongos, bacterias patógenas, pastoreo y ramoneo. Entre estos compuestos se encuentran los taninos, saponinas y otros (Abru et al. 2003).

También son importantes para la interacción de la planta con su entorno, los cuales atraen organismos polinizadores, para que puedan dispersar sus semillas, estos metabolitos secundarios afectan los procesos metabólicos de los animales o la tasa de crecimiento de algunos microorganismos (Ortiz 2014).

**1.8.1. Taninos Condensados:** Compuesto polifenólico de alto peso molecular, que puede formar complejos especialmente con proteínas disminuyendo la digestibilidad. Estos taninos no son hidrolizables ni por ácidos, ni enzimas, constituidos por flavonoides con diferente grado de condensación, también con carbohidratos y aminoácidos (Ortiz, 2014). Inhiben el crecimiento de las bacterias correlacionado a su alto peso molecular, al formar complejos con la pared celular, provocando cambios morfológicos e induciendo deficiencias nutricionales. También reaccionan con iones de calcio de la pared celular, cambiando la permeabilidad e inactivando permeasas del periplasma, evitando el transporte de aminoácidos y carbohidratos. Además se pueden unir a enzimas alterando el metabolismo microbiano (Ortiz, 2014). También tiene un efecto negativo sobre los protozoarios.



**1.8.2.** Saponinas: Son glucosidos de alto peso molecular, compuestos de aglicona y un sacárido. La primera puede contener glucosa, arabinosa, xilosa o galactosa. Son solubles en agua con capacidad de formar espuma (Ortiz, 2014). Ejercen un efecto negativo sobre los protozoos ruminales, el resto de la biomasa ruminal no se altera (Abru et al. 2003). Este efecto puede estar mediado por su capacidad de formar complejos irreversibles con el colesterol de la membrana celular, provocando una lisis celular y muerte de los protozoos (Zhou et al. 2011).

**1.8.3.** Otros: Los aceites esenciales son compuestos aromáticos, volátiles, oleosos, los cuales dan olor y sabor a las plantas. Mezcla de hidrocarburos alifáticos de bajo peso molecular, ácidos, alcoholes, aldehídos, cetonas, esterres o éteres. Los aceites esenciales tienen un efecto sobre los protozoos que puede estar relacionado con su naturaleza lipofídica, la cual facilita la penetración a través de la membrana celular. También generan una inhibición del crecimiento de los hongos (Ortiz, 2014).

## **1.9. METODOS DE MEDICION DE ACIDOS GRASO VOLATILES:**

La fermentación ruminal observada desde el punto de vista de interacciones microbianas ha permitido establecer qué tipo de interdependencias contribuyen en las actividades metabólicas del rumen especialmente en la degradación de los hidratos de carbono estructurales de los forrajes. Los resultados obtenidos de investigaciones llevados a cabo *in vitro* se ha demostrado que las interacciones de los microorganismos ruminales mejoran la degradación del forraje (Mantilla, 2005).

La técnica de producción de gas *in vitro* caracteriza los alimentos por su cantidad digestible de carbohidratos y por la tasa a la cual estos nutrientes son liberados. Por lo tanto este sistema hace útil evaluar rutinariamente los forrajes porque produce resultados con alta precisión y repetitividad (Alvarez, 2009).

Las características de fermentación de los alimentos en el rumen pueden ser estudiadas por métodos *in vivo*, *in situ* e *in vitro*. Debido a que en los estudios *in vivo* los alimentos

sólo pueden ser evaluados en raciones totales y al hecho de que tales estudios requieren considerables recursos y son difíciles de estandarizar, en los últimos años varias técnicas in situ e in vitro han sido desarrolladas. Dentro de las técnicas in vitro, la de uso más frecuente es la descrita por Tilley y Terry (1963), la cual fue modificada por Goering y Van Soest (1970). (Posada & Noguera, 2005).

Según Posada & Noguera (2005) la técnica de producción de gases de Theodorou et al (1994), es otro método in vitro que permite determinar la extensión y la cinética de degradación del alimento a través del volumen de gas producido durante el proceso fermentativo.

Las técnicas de producción de gas son de mucho interés en la valoración de los animales por su habilidad para evaluar las dinámicas de digestión y su potencial para simular los procesos de digestión en el rumen (Alvarez, 2009).

## 2. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Abreu A., Carulla J., Kreuzer M., Lascano C., Diaz T., Cano A., Hess H. (2003). Efecto del fruto del pericarpio y del extracto semipurificado de saponinas de *Sapindus saponaria* sobre la fermentación ruminal y la metanogenesis in vitro en un sistemas RUSITEC. Revista colombiana de ciencias pecuaria. Vol. 16
- Álvarez D. (2009). Eficiencia de la fermentación in vitro de los tractos gastrointestinales de monogástrico y del rumiante. Tesis Doctoral. Universidad Nacional de Colombia.
- Asociación Nacional de Ovinos y Caprinos [ANCO], (2012). Tomado de <http://www.ancolombia.org.co/>.
- D'yrmondsson, O. (2006). Sustainability of sheep and goat production in North European countries—From the Arctic to the Alps. *Small Ruminant Research*, 62(3), 151–157.
- Díaz V., 2014. Evaluación de 4 especies arbóreas del bosque seco tropical en dietas para ovinos de pelo colombiano y su efecto en la producción, calidad de carne y análisis económico. Trabajo de grado para obtener título de magister. Ibagué. Universidad del Tolima.
- Gaviria X., Naranjo J. & Barahona R. (2015). Cinética de fermentación in vitro de *Leucaena leucocephala* y *Megathyrsus maximus* y sus mezclas, con o sin suplementación energética. *Pastos y forrajes*. Vol 38. No. 1 Pag. 55 a 63
- Grandtner, M. M., & Chevrette, J. 2013. *Dictionary of Trees, Volume 2: South America: Nomenclature, Taxonomy and Ecology* Vol. 2. Academic Press.
- Lozano H. (2014). Reproducción ovina en Colombia. *Revista Ciencia Animal*. N.8 Pag. 67~83.
- Macías E. (2015). Aplicación de celulosas y xilanasas para mejorar en la digestión ruminal *in vitro* en tres residuos de cosecha. Tesis doctoral. Universidad nacional agraria la molina.
- Mantilla C. (2005). Producción de biomasa microbiana con características probióticas para mejorar la fermentación ruminal en ganado vacuno. Tesis doctoral. Universidad Industrial de Santander.

- Ministerio de Agricultura y Desarrollo (MADR). Agenda prospectiva de investigación y desarrollo tecnológico para la cadena productiva cárnica ovino-caprina en Colombia (2010). Colombia. pp. 272
- Montossi, F., Font, M., del Campo, M., San Julián, R., Brito, G. & Sañudo, C. (2013). Sustainable sheep production and consumer preference trends: compatibilities, contradictions, and unresolved dilemmas. *Meat Science*, 95(4), 772–89. 58
- Ortiz D., Posada S. & Noguera N. (2014). Efectos de los metabolitos secundarios de las plantas sobre la emisión entérica de metano en los rumiantes. *Livestock research for rural development*. Vol. 60. No. 11.
- Patra, A.K. (2014). A meta-analysis of the effect of dietary fat on enteric methane production, digestibility and rumen fermentation in sheep, and a comparison of these responses between cattle and sheep. *Livestock Science*, 162, 97–103.
- Posada S., & Noguera, R. (2005). Técnica in vitro de producción de gases: Una herramienta para la evaluación de alimentos para rumiantes. *Investigación ganadera para el desarrollo rural*. Vol. 17 No.4, pp 12-19.
- Pulgarín, Á., Steffany, L., Restrepo, A., Guevara, J., Andrés, J., Echeverry, P.... Salas, Z. (2013). Infección por hemoparásitos en caprinos y ovinos de apriscos de cinco municipios del norte y nororiente de Antioquia. *Revista CES Medicina Veterinaria y Zootecnia*, 8, 11-21.
- Relling A. & Mattioli G. (2003). Fisiología digestiva y metabólica de los rumiantes. Actualización de libro “fisiología digestiva y metabólica de los rumiantes”. Argentina. Editorial EDULP. Ediciones 2002 y 2003 Salcedo J. et. al., (2012).
- Theodorou M., Williams B., Dhanoa M, McAllan A., & France J. (1994). Un método simple de producción de gas que utiliza un transductor de presión para determinar la cinética de fermentación de los piensos de los rumiantes. *Ciencia y tecnología de alimentación animal*. Vol 48 No.3, pp 185-197.
- Tilley J. & Terry, R. (1963). Una técnica de dos etapas para la digestión in vitro de cultivos forrajeros. *Revista de la Sociedad Británica de Pastizales*. Vol 18 pp104-111
- Vanegas J. (2016). Degradación ruminal de proteína: Implicaciones para las emisiones contaminantes. Tesis Doctoral. Universidad politécnica de Madrid.

- Villalobos C., Gonzales E. & Ortega J. (2000). Técnicas para estimar la degradación de proteínas y materia orgánica en el rumen y su importancia en rumiantes de pastoreo. *Técnica pecuaria en México*. Vol. 38. No. 2 Pag. 119-134
- Zavaleta E. (1998). Los ácidos grasos volátiles, fuente de energía en los rumiantes. Departamento de nutrición y bioquímica. Facultad de medicina veterinaria y zootecnia. Universidad nacional autónoma de México.
- Zhou Y., Maoa H., Jianga F., Wanga J., Liua J. & McSweeney C., (2011). Inhibición de la metanogénesis ruminal por saponinas de té con referencia al patrón de fermentación y las comunidades microbianas en ovejas Hu. *Ciencia y tecnología de alimentación animal*. 166– 167: 93– 100.
- Zygoyiannis, D. (2006). Sheep production in the world and in Greece. *Small Ruminant Research*, 62(1-2), 143–147.

### 3. OBJETIVOS

#### 3.1 OBJETIVO GENERAL

Correlacionar la ganancia de peso diaria con la digestibilidad en ovinos de pelo alimentados con *Leucaena leucephala*, *Guazuma ulmifolia*, *Senna spectabilis* y *Gliricidia sepium* en el trópico seco del departamento del Tolima.

#### 3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Establecer la ganancia de peso diaria en cada de los tratamientos experimentales con *Leucaena leucephala*, *Guazuma ulmifolia*, *Senna spectabilis* y *Gliricidia sepium* en ovinos de pelo.
- Determinar la digestibilidad *in vitro* de la dietas con inclusión de especies arbóreas de bosque seco tropical.
- Estimar la degradabilidad *in vitro* de la dietas con inclusión de especies arbóreas de bosque seco tropical.

## 4. ARTICULO CIENTIFICO

### 4.1 RESUMEN

La suplementación alimenticia en la producción ovina es una estrategia de mitigación para la baja oferta forrajera, especialmente en las regiones secas del mundo, además pueden utilizar gramíneas convencionales que los bovinos no consumen, el presente trabajo se evaluó la correlación entre la ganancia de peso diaria y la digestibilidad in vitro en ovinos en pastoreo suplementados con especies forrajeras del bosque seco tropical. Se utilizaron un total de 35 ovinos de pelo fueron distribuidos aleatoriamente en 5 grupos, de 7 animales alimentados con diferentes dietas: T<sub>1</sub> (control) = 100% de *Botrocloa pertusa*; T<sub>2</sub> = *Senna spectabilis*; T<sub>3</sub>= *Leucaena leucocephala*; T<sub>4</sub>= *Glicidria sepium*; T<sub>5</sub>= *Guazuma ulmifolia*, la ganancia de peso diaria está relacionada con el porcentaje de MS, el *S. spectabilis* con el mayor porcentaje de materia seca (74,7), obtuvo la mayor ganancia de pesos diario (58 g).

**Palabras claves:** Ovinos, Ganancia diaria de peso, digestibilidad in vitro, especies forrajeras, bosque seco tropical.

### 4.2 ABSTRACT

Dietary supplementation in sheep production is a mitigation strategy for low forage supply, especially in the dry regions of the world, they can also use conventional grasses that cattle don't consume. The present work evaluated the correlation between daily weight gain and in vitro digestibility in grazing sheep supplemented with forage species from the tropical dry forest. A total of 35 hair sheep were randomly distributed in 5 groups of 7 animals fed different diets: T1 (control) = 100% *Botrocloa pertusa*; T2 = *Senna spectabilis*; T3 = *Leucaena leucocephala*; T4 = *Glicidria sepium*; T5 = *Guazuma ulmifolia*, the daily weight gain is related to the percentage of DM, the *S. spectabilis* with the highest percentage of dry matter (74.7), they obtained the highest daily weight gain (58 g).

**Keywords:** Sheep, daily weight gain, in vitro digestibility, forage species, tropical dry forest.

### 4.3. INTRODUCCIÓN

La mayor problemática en la producción de rumiantes se debe a que está basada en pasturas, las cuales tienen grandes fluctuaciones en su producción y calidad debido al cambio de clima, afectando el consumo y digestibilidad (Castro et al. 2017). Los alimentos ricos en fibra son digeridos lentamente por el rumen, para su completa degradación requiere varios días o semanas, esto lleva a un aumento en la liberación de hidrógeno y metano (Castañeda et al. 2016). El metano es un subproducto natural del proceso digestivo de los rumiantes, donde las bacterias arqueas metanogénicas presentes en el rumen usan el CO<sub>2</sub> y H<sub>2</sub> que se originan a partir de la fermentación microbiana de la fibra de las plantas, para formar metano y reducir la acumulación de H<sub>2</sub> en el rumen (Benaouda et al. 2017). El metano que no se usa por el animal como fuente de energía se elimina a través de los pulmones o por la contracción ruminal secundaria o eructo. Esta pérdida de energía para el sistema representa hasta 7% del total de la energía bruta ingerida por el animal en un día (Benaouda et al. 2017).

Se pueden desarrollar estrategias para reducir la producción de metano en el rumen como contribuir a mitigar los efectos del metano sobre el cambio climático, y de otro lado traer beneficios económicos a los ganaderos al hacer animales más eficientes en cuanto al uso de la energía de los alimentos. Uno de las principales formas de mitigar el metano y aumentar la producción de ácidos grasos es la incorporación de granos en las dietas de los rumiantes (Benaouda et al. 2017). Pero los granos y subproductos que son utilizados en otros países para la alimentación de rumiantes, en Colombia son escasos y costosos, lo cual para la mayoría de los productores resulta inviable para la utilización en la nutrición de rumiantes (Castañeda et al. 2016). Por esta razón se están estudiando e incorporando las especies forrajeras como alternativa para la alimentación animal, estas especies son altamente adaptables y con una respuesta animal positiva. Mejorando la ingesta con un mayor suministro de proteína cruda en las dietas. Entre estas especies



las leguminosas han de mostrado su potencial como estrategia nutricional en el trópico para rumiantes, principalmente en periodos de escasos de alimento, puesto que tienen un alto contenido de proteína (Castañeda et al. 2016).

Los ovinos alimentados con diferentes tecnologías tienen mejor ganancia de peso y conversión nutricional (Castañeda et al. 2016), por lo tanto el propósito para este estudio fue evaluar la correlación de la ganancia de peso diaria con la digestibilidad en ovinos de pelo alimentados con *Leucaena leucephala*, *Guazuma ulmifolia*, *Senna spectabilis* y *Gliricidia sepium* en el trópico seco del departamento del Tolima.

#### **4.4. MATERIALES Y METODOS**

**4.4.1. Ubicación:** El trabajo de investigación fue realizado en la granja “El Recreo” perteneciente a la Universidad de Tolima y ubicada en el municipio de Guamo (Tolima) (coordenadas: 04°01'N 74°58'O). La temperatura es de aproximadamente de 29°C, con una precipitación promedio anual de 1488.82 mm y una altitud de 321 msnm; correspondiente al bosque seco tropical clasificándolo según Holdridge (Holdridge, 1967). Los análisis se desarrollaron en el laboratorio de nutrición animal de la Universidad del Tolima.

**4.4.2. Trabajo experimental y evaluativo en campo:** El estudio fue realizado en sistema de terminación en pastoreo continuo, junto a ello se adecuaron en el sitio experimental un aprisco con una división de 5 corrales de 15 m<sup>2</sup> cada uno, dotados con comederos y bebederos. Las dietas experimentales se basaron en el suministro de forraje (pasto colosuana) y suplementación con raciones de cada especie y harina de arroz a una relación de 70:30.

Se utilizaron 35 ovinos de pelo escogidos todos bajo los parámetros de similitud en peso (20-25 kg) y de una misma producción para evitar la alta variabilidad genética y los efectos de adaptación al ambiente. Los animales se les realizaron exámenes clínicos (coprológicos y cuadro hemático). Las dietas experimentales fueron suministradas dos

veces al día por la mañana a las 8:30 a.m. y en la tarde a las 4:30 p.m. El consumo fue ajustado cada treinta días con fin de permitir un 10% de sobras de acuerdo al peso actual del lote, llegando a un peso final de 80 kg.

**Figura 1:** Ovinos en Pastoreo



Fuente: Los Autores

Los tratamientos consistieron en la utilización de diferentes materias vegetales mezcladas con harina de arroz de la siguiente manera: T<sub>1</sub> (control) = 100% de pasto colosuana (*Botrocloa pertusa*); T<sub>2</sub> = suplementación con Vainillo (*Senna spectabilis*); T<sub>3</sub>= suplementación con Leucaena (*Leucaena leucocephala*); T<sub>4</sub>= suplementación con Mataratón (*Glicidria sepium*); T<sub>5</sub>= suplementación con Guácimo (*Guazuma ulmifolia*). Las dietas fueron formuladas según los requerimientos del National Research Council (NRC, 2007) para la etapa de producción.

**Figura 2:** Ovinos consumiendo las dietas



Fuente: Los Autores

Para determinar el desempeño animal, se realizaron pesajes de cada uno de los animales cada 30 días durante 6 meses y se tuvo en cuenta la ganancia de peso total para poder hallar la relación entre este y las variables de digestibilidad y degradabilidad *in vitro*.

A todas las especies se les determinó el contenido bromatológico (Tabla 1) que contiene materia seca (% MS), Proteína Cruda (% PC), Fibra detergente neutra (% FDN), Fibra detergente acida (% FDA), Cenizas (%) y Extracto etéreo (% EE) (Bateman, 1970), digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS) por el método de digestión descrito por Tilley y Terry (1963). La degradabilidad *in vitro* de la MS se determinó *in vitro* en el Deisy. Los tiempos de incubación fueron de: 3, 6, 12, 24, 48 y 96 hrs.

**Tabla 1:** Composición bromatológica de los forrajes utilizados en las dietas experimentales

NOMBRE	MS %	PC %	FDN %	FDA %	CENIZAS %	EE %
Bothriochloa pertusa	33	6,7	67,1	52,5	10,6	3,3
<i>Leucaena</i> <i>leucocephala</i>	22,6	27,7	35,6	34,4	5,4	3,6
Gliricidia sepium	28,6	22,8	35,2	33,4	8,4	3,5
Senna spectabilis	74,7	10	55	38,6	9,8	1,3
Guazuma ulmifolia	38,2	10,4	58,5	53,3	3,1	2,6
<i>Harina de arroz</i>	91,5	11,3	27,73	14,3	10,4	3,3

MS: Materia seca; PC: Proteína cruda; FDN: Fibra detergente neutra; FDA: Fibra detergente acida; EE: Extracto etéreo.

**4.4.3. Digestibilidad in vitro y cinética de degradación:** La determinación de la digestibilidad in vitro de la materia seca (DIVMS) de los diferentes tratamientos, se realizó a partir de la técnica descrita por Tilley & Terry (1963) adaptada al rumen artificial (DAISY II) desarrollado por la ANKOM®.

Para obtener el líquido ruminal se utilizó un novillo raza girolando, provisto de una cánula ruminal, el cual era mantenido en una pastura de cynodom spp.

Se pesa 0,500 g de muestra de cada dieta previamente molida a 24mm y colocadas en bolsas filtro F57 ANKOM®. Posteriormente estas bolsas fueron colocadas en jarras con soluciones tampones A y B además del líquido ruminal e introducidas en la incubadora DAISY II durante 48 h, garantizando una temperatura de 39 0C. Al término de este periodo se les agregó 40 mL de HCl al 6N y 8 g de pepsina (EC 3.4.23.1 Sigma®) dejando las muestra por 48 horas más en la incubadora. Luego de este tiempo las bolsas fueron secadas a 105 0 C durante 8 h.

La digestibilidad in vitro de la MS fue calculada por la diferencia entre el alimento incubado y el residuo después de la incubación. La cinética de degradación de la MS fue determinada de forma paralela a la DIVMS usando DAISY II, teniendo como tiempos de incubación para cada una de las dietas las horas 3, 6, 12, 24, 48 y 96 horas.

Los parámetros de la degradación ruminal de la materia seca (MS) in vitro se calcularon utilizando la ecuación descrita por Orskov y McDonald (1979):  $p = a + b(1 - e^{-ct})$

Dónde:  $p$  = velocidad de degradación en el tiempo  $t$ ;  $a$  = fracción soluble en agua;  $b$  = fracción de agua insoluble, potencialmente degradable;  $c$  = velocidad de degradación de la fracción B;  $t$  = tiempo de incubación.

**Figura 3:** Animal Canulado.



Fuente: Los Autores

**Figura 4:** Tratamientos en el Ankom©.



**4.4.4** Modelo estadístico: Para el análisis de los resultados se realizó un diseño experimental completamente aleatorizado al cual se les realizó un análisis de la variancia (ANOVA) con un intervalo de confianza del 95% y una comparación de medias por medio del test HSD (Honestly-significant-difference) Tukey ( $p < 0,05$ ). Los datos fueron sometidos al paquete estadístico INFOSTAT. Igualmente, se correlacionó la ganancia diaria de peso contra la digestibilidad, MS%, PC%, FDA%, FDN%, Cenizas% y EE%. Para correlacionar las variables se utilizó el coeficiente de correlación de Pearson, cuyo valor oscila entre -1 y 1.

## **4.5 DISCUSION Y RESULTADOS**

Sin importar las diferencias encontradas en los indicadores bromatológicos, todos los forrajes presentaron una composición química, adecuada para ser utilizadas como suplemento en la nutrición de los rumiantes. Esto se puede corroborar en diversos trabajos que concluyen la importancia de realizar pruebas bromatológicas antes de iniciar la experimentación para verificar su aporte nutricional en las dietas de los animales (García & Medina, 2006). El *S. spectabilis* tiene el mejor porcentaje de MS (74,7), esto debido a que se utilizó el fruto, por otro lado la *L. leucocephala* presentó el mejor

porcentaje de PC (27.7) y el *G. ulmifolia* presento el porcentaje más elevado de FDN y FDA (35,6; 34.4).

**Tabla 2:** Digestibilidad y degradabilidad in vitro en dietas para ovinos de pelo con especies forrajeras del bosque seco tropical.

Variable	T1control	T2	T3	T4	T5	EE	p-Valor
3	22.82	24.65	24.28	24.16	22.77	1.75	0.8139
6	23.16	24.16	24.17	25.17	23.04	1.67	0.8921
12	26.93	27.18	27.06	28.40	26.31	1.77	0.9425
24	36.80	37.78	38.25	39.69	38.47	0.96	0.3547
48	52.27 ba	49.80 c	51.63 b	53.90 a	53.12 ba	0.38	<0.0001
96	52.85	52.48	53.42	56.82	54.40	1.05	0.0617
Digestibilidad	50.61	51.03	51.75	53.70	52.89	0.83	0.0944

Medias con una letra común no son significativamente diferente ( $p > 0.05$ )

En la línea V encontramos las variables de los tiempos de muestre en la degradabilidad y la digestibilidad, en la línea T encontramos los tratamiento (T1: Control; T2: *Senna spectabilis*; T3: *Leucaena leucocephala*; T4: *Glicidria sepium*; T5: *Guazuma ulmifolia*).

Hay que tener en cuenta que los resultados de la digestibilidad y la degradabilidad ruminal de las dietas siempre se van a encontrar relacionados directamente con la composición química de los forrajes (García & Medina, 2006). Como se puede ver en la Tabla 2 existe una diferencia significativa en la degradabilidad in vitro a las 48 horas, el tratamiento 4 (*G. sepium*) obtuvo la mejor degradabilidad (53.93), seguido por T5 (*G. ulmifolia*) con (53.12) con valor ( $p < 0.05$ ). La digestibilidad de los forrajes está inversamente relacionada con su contenido de FDN (Alvear et al. 2013). En cuanto al presente trabajo, la digestibilidad de las dietas tuvieron porcentajes elevados, esto puede deberse a la relación entre la proporción de nutrimentos solubles y la baja fracción fibrosa en las leguminosas (Gutiérrez , 2014). Así mismo, se ve que la digestibilidad in vitro de la materia seca del *G. ulmifolia* en este trabajo fue mayor (52.89%) a la reportada por otros autores quienes reportan una digestibilidad *in vitro* de la materia seca (51%) (Gómez et al. 2014). Por otro lado la digestibilidad de la *L. Leucocephala* fue similar a la reportada en otros estudios (Flores et al. 2017).

Se pudo establecer que en todos los tiempos de incubación (3, 6, 12, 24, 48 y 96 horas) hubo un efecto positivo sobre la utilización de la degradación de materia seca de los tratamientos. Este efecto fue mayor a las 48 horas de incubación mostrando un incremento significativo ( $p < 0,05$ ) de la degradabilidad y digestibilidad de la proteína con un incremento de más de 12 unidades porcentuales. Aunque solo se observó diferencias estadísticas en el tiempo de 48 horas entre las dietas evaluadas, se puede decir que el potencial de degradación de los suplementos fue adecuado y está dentro del rango de otras raciones hechas con leguminosas. Este resultado es apoyado por algunos autores que hablan de la importancia de utilizar el follaje de árboles por sus elevados aportes de nitrógeno en la alimentación de los rumiantes (García & Medina, 2006, Díaz, 2014).

En los tratamientos 2 y 5 (58,8 y 53,4 g/día) se obtuvieron las mejores ganancias diarias de peso de los animales (Tabla 3), claramente, entre mejor sea la calidad del alimento mejor va a ser la respuesta animal en cuanto a la ganancia de peso diaria (Martínez et al. 2012).

**Tabla 3:** Ganancia de peso de los ovinos suplementados con especies forrajeras del bosque seco tropical.

Atributo	T1	T2	T3	T4	T5	SEM	ANOVA
Dias Pastoreo	165,43	151,71	166,14	171,29	163,83		
Peso Inicial	23,57	23,29	24,43	23,57	24,67	0.6	0.99
Peso al Sacrificio	31,47	30,63	30,90	31,03	31,82	0.2	0.45
GDP (g)	40,84	58,59	51,32	50,17	53,41	2,2	0.04

**T1:** Control; **T2:** *Senna spectabilis*; **T3:** *Leucaena leucocephala*; **T4:** *Gliricidia sepium*; **T5:** *Guazuma ulmifolia*, GDP: ganancia diaria de peso. SEM: error estándar de la media. Valores con letra diferente tienen diferencia estadística significativa ( $p < 0,05$ , (Díaz, 2014)

Entre mejor sea la calidad de la alimentación animal, mayor sea su proteína, la ganancia de peso diaria mejorar, el tratamiento 2 obtuvo el mejor resultado en cuanto a la ganancia diaria de peso con 58 gramos/día con un porcentaje de MS (74.7%) datos similares reportados por Díaz et al. (2014). Martínez et al. (2012) encontró ganancias de peso entre



55 y 73 g/día en suplementos a base de *G. sepim* y *G. ulmifolia*. Datos que son superiores a los obtenidos en este trabajo, lo cual se puede deber a la disminución forrajera en el momento que se realizó el trabajo de campo. Todos los tratamientos tuvieron mayor ganancia de peso que el grupo control, por ende cualquier inclusión de material vegetal diferente al pastoreo convencional genera un incremento en la ganancia de peso de los animales.

**Tabla 4:** Correlación de la ganancia diaria de peso entre las variables nutricionales de las diferentes dietas suministradas a ovinos de pelo en el trópico seco del departamento del Tolima

	TRATAMIENTOS					Coef. Pearson (r)	Determinación (r <sup>2</sup> )
	T1	T2	T3	T4	T5		
MS %	33,0	48,1	40,2	41,1	42,6	0,46	0,21
PC %	6,8	7,9	10,6	9,9	8,0	0,10	0,01
FDN %	67,2	59,4	56,5	56,5	60,0	-0,37	0,14
FDA %	52,6	44,7	44,1	44,0	46,9	-0,38	0,14
CENIZAS %	10,6	10,5	9,8	10,3	9,5	-0,21	0,04
EE %	3,3	3,0	3,4	3,3	3,2	-0,35	0,13
Digestibilidad	50,7	41,9	47,4	59,3	54,9	-0,32	0,10
d							
GDP	40,8	58,6	51,3	50,2	53,4		

MS: Materia seca; PC: Proteína cruda; FDN: Fibra detergente neutra; FDA: Fibra detergente ácida; EE: Extracto etéreo; T1: Control; T2: *Senna spectabilis*; T3: *Leucaena leucocephala*; T4: *Glicidria sepium*; T5: *Guazuma ulmifolia*.

La MS y PC fueron los únicos que se correlacionaron positivamente ( $R= 0,46$  y  $0,10$ ) con la ganancia de peso diaria, datos similares de correlación fueron encontrados por (Sandoval et al. 2016) las dietas de tipo proteínica ayuda a aumentar la ganancia de peso vivo, además ayudan a mejorar el consumo de alimentos fibrosos (Ojeda et al. 2013). En un trabajo donde evaluaron la digestibilidad y proteína cruda de diferentes gramíneas, no encontraron diferencias significativas (Quintero et al. 2015). La FDN, FDA, CENIZAS,

EE y Digestibilidad se correlacionaron negativamente ( $R=-0.37$  a  $-0,21$ ) con la ganancia de peso.

#### 4.6 CONCLUSIONES

- La ganancia de peso diaria no está correlacionada con la digestibilidad *in vitro*.
- La inclusión de cualquier material vegetal diferente a las pasturas en las dietas de los ovinos mejoran la ganancia de peso.
- Determinar la digestibilidad *in vitro* de la dietas con inclusión de especies arbóreas de bosque seco tropical.
- Es importante realizar análisis bromatológicos de las especies forrajeras antes de empezar un experimento para poder saber cuál es su compuesto nutricional para balancear las dietas.
- La digestibilidad y la degradabilidad ruminal de las dietas se encuentran relacionados directamente con la composición química de los forrajes.
- Al aumentar la proteína de las dietas mejora la degradabilidad *in vitro*.
- La ganancia de peso está relacionada con el porcentaje de MS.
- La digestibilidad de los forrajes está inversamente relacionada con su contenido de FDN.


#### 4.7 RECOMENDACIONES

- Realizar estudios más precisos en nutrición de rumiantes donde se controlen las medidas medio ambientales para mejorar el análisis del valor nutricional de los forrajes, analizar la energía y nitrógeno que entre al rumen.
- Ampliar el rango de investigación incluyendo mayor cantidad de leguminosas.
- Implementar en las dietas de los rumiantes leguminosas.
- Tener en cuenta la edad de los forrajes al momento de realizar un estudio.

## 5. REFERENCIAS

- Abdulrazak, S.A.; Muinga, R.W.; Thorpe W., & Orskov, R. E. (1997). La suplementación con *Gliricidia sepium* y *Leucaena leucocephala* en la ingesta voluntaria de alimentos, la digestibilidad, la fermentación ruminal y el peso vivo de novillos cruzados ofrecieron el rastro *Zea mays*. *Ciencia de la producción ganadera*, 49, 53–62.
- Alvear C., Melo W., Apraez J., Galvez A. & Insuasty E. (2013). Especies arbóreas y arbustivas con potencial silvopastoril en la zona de bosque muy seco tropical del norte del Nariño y sur del Cauca. *Agroforestería neotropical*. No.3.
- Benaouda M., Gonzales M., Molina L. & Castelán O. (2017). Estado de la investigación de metano entérico y estrategias de mitigación en América latina. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*. Vol. 8. # 4. Pg: 965-974.
- Castañeda R., Piñeros R. & Vélez A. (2016). Suplementación con forraje de árboles tropicales en corderos: ingesta, digestibilidad y balance de nitrógeno. Grupo de investigación sobre sistemas agroforestales ganaderos.
- Castro H., Domínguez I., Morales E. & Huerta M. (2017). Composición química, contenido mineral y digestibilidad in vitro de raigrás (*Lolium perenne*) según intervalos de corte y época de crecimiento.
- Díaz V., 2014. Evaluación de 4 especies arbóreas del bosque seco tropical en dietas para ovinos de pelo colombiano y su efecto en la producción, calidad de carne y análisis económico. Trabajo de grado para obtener título de magister. Ibagué. Universidad del Tolima.
- Flores O., Bolívar D., Botero J. & Ibrahim B. (1998). Parámetros nutricionales de algunas arbóreas leguminosas y no leguminosas con potencial forrajera para la suplementación de rumiantes en el trópico. *Livestock Research for Rural Development*. Vol 10 No. 1
- García D. & Medina M. (2006). Composición química, metabolitos secundarios, valor nutritivo y aceptabilidad relativa de diez árboles forrajeros. XIII congreso de producción e industria animal.

- García, V.E., Sánchez, A., Málvarez, G.C. & Rivard, B. (2014). Quantifying tropical dry forest succession in the Americas using CHRIS/PROBA. *Remote Sensing of Environment*, 144, 120–136. 56
- Gómez A., Partida M., Ramírez R., Ramírez J., Gómez J., Gonzales M. & Sangines L. (2014). Efecto de la inclusión del fruto de guazuma *ulmifolia* como sustituto de maíz en la dieta sobre el comportamiento productivo y rendimiento en canal de ovinos pelibuey. *Agroecosistemas tropicales y subtropicales*. Vol. 17 pp. 215-222.
- Gutiérrez D., Morales a., Elías A., García R. & Sarduy L. (2014). Composición química y degradabilidad ruminal in situ de la materia seca en ensilajes mixtos *Tithonia diversifolia*: *Pennisetum purpureum* vc. Cuba CT-169, inoculados con el producto biológico VITAFERT. *Revista cubana de ciencias Agrícola*. Tomo 48. No.4.
- Martínez, R., López, S., Ortega, M.E., Soriano, R., Herrera, J.G., López, J., Ortega, E. (2012). Preferencia, consumo y ganancia de peso de ovinos suplementados con bloques multinutricionales hechos con hojas de forraje. *Ciencia Ganadera*, 149(1-2), 185–189.
- Ojeda F., Pino B., Lamela L., Santana H. & Montejo I. (2013). Evaluación del empleo de hollejo fresco o conservado en dietas para la ceba de toros. *Pastos y Forrajes*. Vol. 33. No. 2.
- Quintero M., Pardo J., Piñeros R., Alvar C. & Mora J. (2015). Digestibilidad aparente de las gramíneas *Bothriochloa saccharoides*, *Bothriochloa pertusa* y *Dichanthium annulatum*. 1er congreso internacional de producción animal especializada en bovinos.
- Sandoval L., Miranda L., Lara A., Huerta M., Uribe M. & Martínez M. (2016). Fermentación in vitro y la correlación del contenido nutrimental de leucaena asociada con pasto Estrella. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. No. 16. Pag. 3185 - 3196
- Tilley J. & Terry, R. (1963). Una técnica de dos etapas para la digestión in vitro de cultivos forrajeros. *Revista de la Sociedad Británica de Pastizales*. Vol 18 pp104-111

 <b>Universidad del Tolima</b>	<b>PROCEDIMIENTO DE FORMACIÓN DE USUARIOS</b>  <b>AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	Página 1 de 3
		Código: GB-P04-F03
		Versión: 03
		Fecha Aprobación: 15 de Febrero de 2017

Los suscritos:

ANDRÉS FELIPE SALGADO MURCIA	con C.C N°	1110537316
_____	con C.C N°	_____
_____	con C.C N°	_____
_____	con C.C N°	_____
_____	con C.C N°	_____

Manifiesto (an) la voluntad de:

Autorizar

No Autorizar  Motivo: \_\_\_\_\_


La consulta en físico y la virtualización de **mi OBRA**, con el fin de incluirlo en el repositorio institucional de la Universidad del Tolima. Esta autorización se hace sin ánimo de lucro, con fines académicos y no implica una cesión de derechos patrimoniales de autor.

Manifestamos que se trata de una OBRA original y como de la autoría de LA OBRA y en relación a la misma, declara que la UNIVERSIDAD DEL TOLIMA, se encuentra, en todo caso, libre de todo tipo de responsabilidad, sea civil, administrativa o penal (incluido el reclamo por plagio).

Por su parte la UNIVERSIDAD DEL TOLIMA se compromete a imponer las medidas necesarias que garanticen la conservación y custodia de la obra tanto en espacios físico como virtual, ajustándose para dicho fin a las normas fijadas en el Reglamento de Propiedad Intelectual de la Universidad, en la Ley 23 de 1982 y demás normas concordantes.

La publicación de:

Trabajo de grado	<input checked="" type="checkbox"/>	Artículo	<input type="checkbox"/>	Proyecto de Investigación	<input type="checkbox"/>
Libro	<input type="checkbox"/>	Parte de libro	<input type="checkbox"/>	Documento de conferencia	<input type="checkbox"/>
Patente	<input type="checkbox"/>	Informe técnico	<input type="checkbox"/>		
Otro: (fotografía, mapa, radiografía, película, video, entre otros)					<input type="checkbox"/>

 Universidad del Tolima	<b>PROCEDIMIENTO DE FORMACIÓN DE USUARIOS</b>  <b>AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	Página 2 de 3
		Código: GB-P04-F03
		Versión: 03
		Fecha Aprobación: 15 de Febrero de 2017

Producto de la actividad académica/científica/cultural en la Universidad del Tolima, para que con fines académicos e investigativos, muestre al mundo la producción intelectual de la Universidad del Tolima. Con todo, en mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada con arreglo al artículo 30 de la Ley 23 de 1982. En concordancia suscribo este documento en el momento mismo que hago entrega del trabajo final a la Biblioteca Rafael Parga Cortes de la Universidad del Tolima.

De conformidad con lo establecido en la Ley 23 de 1982 en los artículos 30 “**...Derechos Morales. El autor tendrá sobre su obra un derecho perpetuo, inalienable e irrenunciable**” y 37 “**...Es lícita la reproducción por cualquier medio, de una obra literaria o científica, ordenada u obtenida por el interesado en un solo ejemplar para su uso privado y sin fines de lucro**”. El artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, “**los derechos morales sobre el trabajo son propiedad de los autores**” y en su artículo 61 de la Constitución Política de Colombia.

- Identificación del documento:

Título completo: CORRELACION ENTRE LA GANANCIA DE PESO DIARIA Y LA DIGESTIBILIDAD IN VITRO EN OVINOS EN PASTOREO SUPLEMENTADOS CON ESPECIES FORRAJERAS DEL BOSQUE SECO TROPICAL.

- Trabajo de grado presentado para optar al título de:

MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

---

- Proyecto de Investigación correspondiente al Programa (No diligenciar si es opción de grado “Trabajo de Grado”):

---

- Informe Técnico correspondiente al Programa (No diligenciar si es opción de grado “Trabajo de Grado”):

---

- Artículo publicado en revista:

---


- Capítulo publicado en libro:

---

- Conferencia a la que se presentó:

I Muestra Científica de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad del Tolima

---

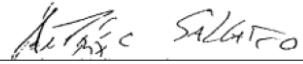
 <b>Universidad del Tolima</b>	<b>PROCEDIMIENTO DE FORMACIÓN DE USUARIOS</b> <b>AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	Página 3 de 3
		Código: GB-P04-F03
		Versión: 03
		Fecha Aprobación: 15 de Febrero de 2017

Quienes a continuación autentican con su firma la autorización para la digitalización e inclusión en el repositorio digital de la Universidad del Tolima, el:

Día: 23 Mes: Febrero Año: 2018

Autores:

Firma

Nombre:	Andrés Felipe Salgado Murcia		C.C.	1110537316
Nombre:	_____	_____	C.C.	_____
Nombre:	_____	_____	C.C.	_____
Nombre:	_____	_____	C.C.	_____

El autor y/o autores certifican que conocen las derivadas jurídicas que se generan en aplicación de los principios del derecho de autor.