

CONSUMO VOLUNTARIO Y GANANCIA DE PESO EN CORDEROS ALIMENTADOS CON ENSILAJE DE *Cenchrus purpureus* Schum Y *Tithonia diversifolia* (HEMSL.) A. GRAY

VOLUNTARY INTAKE AND WEIGHT GAIN IN LAMBS FED WITH SILAGE OF *Cenchrus purpureus* Schum AND *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray

Vilma Holguín Castaño¹
Sanín Ortiz Grisales²
Alexandra Huertas³
Clemencia Fandiño⁴
Jairo Mora-Delgado⁵

¹Doctora en Ciencias Agrarias. Profesora asistente, Universidad del Tolima, Ibagué, Colombia.

²Doctor en Ciencias Agropecuarias. Profesor titular Universidad Nacional de Colombia, Sede Palmira. Colombia

³M.Sc en Ciencias Pecuarias. Universidad del Tolima, Ibagué, Colombia.

⁴M.Sc en ciencias Pecuarias. Universidad del Tolima, Ibagué, Colombia.

⁵Doctor en Sistemas de Producción Agrícola Tropical Sostenible. Universidad del Tolima, Ibagué, Colombia.

¹vholguin@ut.edu.co

²sortizg@unal.edu.co

³mahuertasg@ut.edu.co

⁴lfandino@ut.edu.co

⁵jrmora@ut.edu.co

Resumen

El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto en el consumo voluntario de materia seca y ganancia de peso en corderos durante la etapa de crecimiento con ensilajes de *Cenchrus purpureus* (CP) y *Tithonia diversifolia* (TD) comparados con un control de *C. purpureus* al 100%. Los datos se analizaron en un diseño totalmente al azar con cinco repeticiones. Se emplearon 10 ovinos mestizos de razas Santa

Inés y Dorper, destetados de tres meses de edad y peso promedio de 23.5±1.5 kg, divididos en dos tratamientos: T1 CP 100% y T2 CP / TD en una proporción de 67/33%, respectivamente. El ensilaje se ofertó como ración base durante 61 días y se suministró la harina de arroz como suplemento energético (277 g/animal) y sal mineral a voluntad. Al inicio, intermedio y final del experimento se registró

el peso individual, y el consumo fue suministrado diariamente en dos momentos ocasiones (7 am y 3 pm). El consumo promedio durante el periodo experimental fue de 322.6 ± 65.3 y 410.2 ± 65.3 Kg MS. animal. día⁻¹ para T1 y T2, respectivamente. La ganancia diaria de peso fue $63,3 \pm 22.82$ g.animal para el tratamiento T2, respecto a una ganancia negativa para T1. Se concluye que la dieta de ensilaje de la mezcla *C. purpureus* / *T. diversifolia* tuvo un mayor consumo voluntario, lo cual se refleja en una mayor ganancia de peso corporal, a niveles de suplementos de alta calidad proteica.

Palabras clave: Alimentación; forraje leñoso; pequeños rumiantes.

Abstract

The aim of this study was to measure the effect on the voluntary consumption of dry matter and the weight gain in lambs during the growth stage with silages of *Cenchrus purpureus* (CP) and *Tithonia diversifolia* (TD) compared with a control of *C. purpureus* 100%. The data were analyzed in a random design with five repetitions. We used 10 weaned-crossbred lambs of

Santa Ines and Dorper breeds, three months of age and average weight of 23.5 ± 1.5 kg, divided into two treatments: T1 CP 100% and T2 CP / TD in a proportion of 67/33%, respectively. The silage was offered as a base ration for 61 days and rice flour was supplied as an energy supplement (277 g/animal) and mineral salt at will. The individual weight was registered at the beginning, intermediate and the end of the experiment and consumption was made in two occasions: 7:00 and 15:00 h. The average consumption during the experimental period was 322.6 ± 65.3 and 410.2 ± 65.3 g DM.animal.day⁻¹ for T1 and T2, respectively. The daily weight gain was $63,3 \pm 22.82$ g.animal for the treatment T2, with respect to a negative gain for T1. It was concluded that the silage diet of the mixture *C. purpureus* / *T. diversifolia* had higher voluntary consumption, which was reflected in a greater gain of body weight, to levels of high protein quality supplements.

Keywords: Feeding; small ruminants; woody forage.

Introducción

La producción ovina representa una actividad importante en la economía colombiana y comienza a perfilarse como un renglón pecuario de interés para la seguridad alimentaria nacional y regional, ya que además de proveer productos de consumo directo a la población humana, genera ingresos económicos para la familia (Flórez y Uribe, 2015). Los ovinos de pelo juegan un papel muy importante a nivel social para la población rural y comunidades indígenas del país, ellos proporcionan alimento, ofrecen medios para la conservación cultural y de la economía rural y también cuenta

con grandes posibilidades para suplir mercados rentables (Arcos *et al.*, 2002).

La cadena de ovinos en Colombia es relativamente joven en comparación con los bovinos, porcinos y la de avicultura (Osorio, 2012). A raíz del auge del consumo de carne de ovino a nivel nacional y mundial actualmente la cadena ovina es considerada a nivel estatal como una de las explotaciones promisorias de desarrollo económico para el país, los productores del sector han impulsado su interés en incrementar la productividad de los sistemas

productivos, por tal motivo es importante rescatar las costumbres y saberes de las familias campesinas quienes durante décadas han llevado a cabo esta actividad de manera artesanal extensiva (CORPOICA-SENA, 2009; Arcos *et al.*, 2002).

Es importante tener en cuenta que el desarrollo tecnológico e industrial del sector en los últimos años se ha enfocado a transformar las explotaciones ovinas artesanales o con baja tecnología que existen en Colombia (ASOOVINOS, 2010).

Se necesita desarrollar sistemas de producción basados en estrategias alimentarias que sean adoptadas por los productores para reducir el impacto negativo sobre el ambiente y mejorar la eficiencia de uso de recursos naturales en los sistemas de producción, en aras de reducir el efecto estacional, causante de épocas de escases de forraje, reducir la producción y así contribuir a mejorar el nivel de vida de los productores pecuarios (Mendieta-Araica, 2011).

Especialmente en la zona de vida bosque seco tropical, la alimentación de rumiantes presenta serias limitaciones por la escasez de oferta forrajera durante la temporada de sequía (Fujisaka *et al.*, 2005). Además, la calidad de los forrajes se ve afectada por diversos factores como el estrés hídrico que incide en el deterioro de las pasturas y alta lignificación de las paredes celulares, la que incide en la digestibilidad y la reducción de la disponibilidad proteica (Rúa, 2007).

De igual forma, la dependencia de un reducido número de especies vegetales, desaprovechando el valor nutritivo de la diversidad de especies presentes en los ecosistemas tropicales y que actualmente están siendo subutilizadas (Rosales, 1999), despierta el interés por la investigación con especies no convencionales

con potencial forrajero y cuya oferta de nutrientes puede diferirse a través del año, especialmente para las épocas de escasez (Holgúin, 2005 y Wattiaux, 2000).

Para ello, las técnicas de conservación basadas en la fermentación anaeróbica constituyen una estrategia de conservación y optimización de los nutrientes (Gonzales, 1994). Una de estas especies es *Tithonia diversifolia* (TD). El género *Tithonia* comprende 10 especies, todas originarias de México o Centro América, una de ellas, *T. diversifolia* (Hemsl.) Gray, fue introducida a las Indias Occidentales y a Ceilán. (Ríos & Salazar, 1995; Nash, 1976). Como planta forrajera ha demostrado versatilidad en el manejo con consumos voluntarios de materia seca entre 13 a 15 kg.día⁻¹ en bovinos en pastoreo (Mejía-Díaz, *et al.*, 2015). Esta especie ha sido estudiada por varios investigadores en su distribución (Ruiz *et al.*, 2012; Zapata & Silva, 2010), taxonomía y aspectos fenológicos (Otusanya & Ilori, 2012; Olabode *et al.*, 2010; Muoghalu, 2010), desempeño agronómico (Achieng *et al.*, 2010) y nutricional (Fasuyi & Ibitayo, 2011a). No obstante, aún hay vacíos de conocimiento, especialmente sobre la optimización del forraje mediante procesos de conservación, pero hay evidencias preliminares que conserva su calidad mediante procesos de ensilado (Fasuyi *et al.*, 2010b).

Es urgente realizar trabajos de investigación que desarrollen las potencialidades del valor nutritivo y las propiedades de especies forrajeras promisorias, como es el caso de TD, en mezcla con una gramínea ensilada con forrajes tradicionales usados por los ovinocultores.

El objetivo de este artículo es verificar el efecto de la inclusión de TD en un ensilaje de gramínea midiendo la ganancia de peso de ovinos de pelo.

Materiales y Métodos

El estudio se realizó en la granja experimental Mario González Aranda de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Palmira (departamento del Valle del Cauca); con una precipitación promedio anual de 1.000 mm, una temperatura promedio de 24 °C y altitud sobre el nivel del mar de 1.000 m ubicada entre los 3°30'29" N y 76° 18' 45" O. Esta zona está

clasificada como bosque seco tropical (Holldridge, 2000). El estudio se realizó durante el periodo comprendido entre el 20 de marzo al 4 de junio del 2016. Los animales fueron alojados en corrales (3.70 x 8.30 m), techado con patio y frente de comedero (3 m) disponible el numero animales por tratamiento, con acceso al agua y sales minerales a libre voluntad (Figura 1).



Figura 1. Corral de alojamiento de ovinos durante el experimento (Holguín 2016)

Animales y tratamientos. Se utilizaron 10 corderos machos enteros con peso promedio de 23.5 ± 1.5 kg. El experimento se desarrolló durante 61 días con un periodo de acostumbramiento previo de 15 días para los animales.

El pesaje de los animales se realizó al inicio, intermedio (30 días) y al finalizar el experimento, todos los pesajes se hicieron a las 7:00 am en ayunas. El primer pesaje se realizó después de 5 días de acostumbramiento a la dieta experimental y 10 días a los diferentes tratamientos (Tabla 1).

Tabla 1. Pesajes de los animales al inicio de la etapa experimental para la evaluación de dietas de *C. purpureus* solo y en mezcla con *T. diversifolia*

| Tratamiento | Peso inicio del experimento |
|--------------|-----------------------------|
| T1 | 23.3±1.4 |
| T2 | 23.6±1.9 |
| Total | 23.5±1.5 |

Fuente: los autores

Para los pesajes se utilizó una báscula granera electrónica marca Crane Scale. Para determinar la diferencia del peso final menos el inicial y se dividió entre el número de días del período experimental. El consumo de materia

seca fue a razón del 3.5% PV, con base en los requerimientos descritos en el manual básico de nutrición y alimentación de ganado ovino de Castellaros *et al.* (2015).

Los tratamientos fueron: T1: Ensilaje de *C. purpureus* Schum (CP) + harina de arroz; T2: CP (67%) + y de *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray (TD) (33%) + harina de arroz.

La harina de arroz fue mezclada con la dieta al momento del suministro, como fuente de energía en igual proporción para ambos tratamientos (277 g/animal). La composición de la harina de arroz fue de 91% de MS; 11.3% de PC; 27.4% de (FDN) y 14.3% de (FDA), según el análisis bromatológico realizado por Díaz (2014).

1.1.1. Elaboración del Ensilaje

El forraje de *C. purpureus* Schum y de *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray se cosechó a los 60 y 90 días respectivamente, además se les realizó un pre-secado oreando el forraje y reduciendo la humedad hasta un nivel de ensilabilidad. Luego, se redujo la partícula a 2 cm en un molino de tres cuchillas, 7.5 HP, 1400 rpm y 4.5 Amperios Marca Gaitán.

Una vez picado el forraje por separado de las dos plantas, se procedió a mezclar y a asperjar por capas el inóculo de LAB T735, a una concentración de 30 x 10⁷ ufc/ml. Las cepas bacterianas usadas como aditivos del ensilaje se produjeron

en el Laboratorio Clínico de la Universidad de Tolima con el siguiente protocolo: se tomó una alícuota de 50 g de forraje de (TD), se le añadieron 450 ml de agua de peptona tamponada (1/10). Se realizaron diluciones seriadas (10-2, 10-3, 10-4, 10-7) y se cultivaron en agar MRS (Placas de Petri) y se incubaron a 37°C durante 72 horas en condiciones anaeróbicas (Holguín, 2016). Así se preparó 3.3 t de CP y 3.1 t de la mezcla TD/CP a una proporción de 33% y 67% respectivamente, por ser la proporción más adecuada en términos de ensilabilidad y de valor nutricional como demostró Holguín (2016).

El llenado y compactación de las bolsas de los ensilajes se realizó con una máquina compactadora marca INVENTO con un rendimiento de 0.4 t.h⁻¹. Se utilizó doble bolsa de polietileno negra calibre 7, las cuales fueron almacenadas sobre estibas de madera durante 90 días.

En la tabla 2 se observa la calidad bromatológica del ensilaje el cual se realizó en el laboratorio de forrajes del CIAT, en el cual se determinó fibra detergente neutra (FDN), fibra detergente ácida (FDA), según el método descrito por Van Soest & Wine (1967), proteína cruda (PC) según el método de Kjeldahl (Nielsen, 1994) y Materia seca (MS) y cenizas por medio del método de residuo mineral fijo descritos por la AOAC (1990) en una estufa (Presition™) a 63°C durante 72 h. La DIVMS fue determinada por los procedimientos AOAC 984.13.

Tabla 2. Composición bromatológica de las dietas.

| | | T1 | | T2 | |
|----------|---|-----------|-------|------------------|-------|
| | | CP (100%) | | CP /TD (67%/33%) | |
| Variable | | Media | D.E. | Media | D.E. |
| MS | % | 16.7 | 0.00a | 17.1 | 0.01a |
| PC | % | 5.55 | 0.64a | 7.80 | 1.13a |
| FDN | % | 74.05 | 0.11a | 65.09 | 0.07b |
| FDA | % | 51.02 | 0.00a | 49.92 | 0.18a |
| Cenizas | % | 12.51 | 0.01b | 10.91 | 0.07a |
| DIVMS | % | 63.80a | | 65.83b | |

Fuente: los autores

Balance nutricional

Para el balance nutricional, los requerimientos de consumo de materia seca (CMS), EM y PC fueron estimados con base en las fórmulas usadas por Huerta (2001); la EMn se derivó multiplicando EM por el factor Km (Chay-Canul *et al.*, 2017).

La oferta en la dieta de MS fue calculada con base en la cuantificación del rechazo de la ración multiplicado por el porcentaje de MS determinada, tanto para el ensilaje como para la harina de arroz. La energía se estimó con base al cálculo de NDT usando la ecuación de Roche-Junios *et al.* (2003) con base en la energía digestible: $Y = 3,0004 + 0,9553X$, donde Y son los NDT y X es la DIVMS. La ED se estimó con base a la ecuación ED (Mcal/kg) = % NDT x 0.04409 (Bauza, 2012); la EM se derivó con base a la relación promedio para rumiantes de EM/ED 0 0,82 (Bauza, 2012).

Análisis Estadístico

Los datos fueron analizados mediante un AN-DEVA con un diseño completamente aleatorio con dos tratamientos (T1: ensilaje de CP al 100% y T2: ensilaje de la mezcla CP/TD al 67 y 33%, respectivamente) y cinco repeticiones por tratamiento. Se empleó el siguiente modelo estadístico:

$$\text{Ecuación 1. } Y_{ij} = \mu + T_i + E_{ij}$$

Donde: Y= variable de respuesta a evaluar en el tratamiento i , repetición j ; T_i = efecto del tratamiento i ; E_{ij} = error experimental

Para la separación de medias se recurrió a la prueba de Tukey y el nivel de significación pre-establecido fue del 5%. Para el análisis de los datos se empleó el paquete estadístico Infostat (Di Rienzo, 2008).

Resultados y Discusión

El consumo promedio diario de MS en los animales alimentados con ensilaje de pasto *Cenchrus purpureus* (T1) fue 323.0 ± 65.3 g y de 410.2 ± 65.3 para los alimentados con ensilaje de *C. purpureus* / *T diversifolia* (T2), con diferencias estadísticas entre éstos ($P < 0.0001$). Cabe aclarar que esta materia seca consumida en T1 proviene del ensilaje en un 52% y de la harina de arroz en un 48%; igualmente, en T2, la materia seca fue aportada en un 66% por el ensilaje y en un 34% por el suplemento.

El consumo real de MS para los tratamientos T1 y T2 fue, respectivamente, de 3.6% y 3.5% del peso vivo de los animales en la etapa final, lo cual se explica por mayor concentración de FDN en la dieta T1, deprimiendo la ingesta. Estos niveles de consumo de MS fueron más bajos de los estándares reportados en diferentes estudios. Castellaro *et al.* (2015) reportaron valores del 4%, por su parte, González (1990) y Bossiere (1998) registran valores de 5%, para ovinos tropicales.

En la tabla 3, se observa que T2 obtuvo el mayor peso final ($p = 0,0035$). Este efecto de mayor ganancia de peso pudo estar determinado por el aporte nutritivo de la dieta con mayor contenido proteico y por la mayor ingesta de MS en T2.

Los valores de incremento de peso (IP), entre el peso inicial y el peso final, denotan valores de 3.86 ± 1.39 kg/animal para el tratamiento T2 y una pérdida de peso para el T1. La misma respuesta positiva a la ganancia diaria de peso (GDP) se obtuvo en los 61 días evaluados para T2 ($63,3 \pm 22.82$ g). Estos resultados fueron superiores a los reportados por Medina & Sánchez, 2006 y Estrada *et al.* (2002), con valores entre 0.044 y 0.051 Kg/animal/día, con dietas suplementadas con Leucaena y bloques

multinutricionales, respectivamente. En el mismo sentido, los valores fueron ligeramente superiores respecto al estudio de suplementación con fuentes proteicas leñosas (*Guazuma ulmifolia*, *Gliricidia sepium* y *Senna spectabilis*) realizado por (Díaz, 2014) quien obtuvo ganancias diarias de peso de 0.048, 0.049 y 0.053 Kg, respectivamente y muy superiores a los reportados por Combellas & Rueda (1998) y (Coronado & Abzueta 2001), entre 12 y 24 g/animal/día. Sin embargo, estos resultados

fueron inferiores al compararlos con resultados de dietas suplementadas con otras fuentes proteicas, con ganancias entre 0.085 y 0.116 Kg/animal/día (Espinoza *et al.*, 2001; Mendoza *et al.*, 2001 y Clavero *et al.*, 1995). Respecto al consumo individual de materia seca, los valores obtenidos en este estudio resultan inferiores a otros reportados para los ovinos en el trópico de 68 y 88 g Kg PV^{0.75} alimentados con gramínea y diferentes fuentes proteicas (González-Garduño *et al.*, 2011).

Tabla 3. Parámetros productivos en ovinos de pelo sometidos a dos dietas ensiladas de *Cenchrus purpureus* y *Tithonia diversifolia*

| Atributo | T1 | T2 | p valor |
|--|----------------|----------------|---------|
| Periodo experimental (días) | 61 | 61 | |
| Consumo alimento (Kg.MS) | 19.7±4.0 | 25.0±4.0 | 0.0667 |
| Consumo promedio/día (g) | 322.6±65.3 | 410.2±65.3 | 0.0667 |
| Consumo metabólico (g.KgPV ^{0.75}) | 32.4±6.8 | 36.1±6.5 | 0.4789 |
| Peso inicial (Kg) | 23.4±1.6 | 23.6±1.9 | 0.1755 |
| Peso final (Kg) | 19.60±3.25 b | 27.46±2.82 a | 0.0035 |
| IP (Kg) | -3.80±3.79 b | 3.86±1.39 a | 0.0083 |
| GMD (g) | -62,3 ± 62.1 a | 63,3 ± 22.82 b | 0.0083 |
| CA | -5,2±57.5 | 6.5 ± 1.43 | 0.4263 |

GPP: ganancia de peso en periodo; GMD: ganancia media diaria de peso. CA: conversion alimenticia; T1: *Cenchrus purpureus* (100%); T2 *Pennisetum prurpureum* (67%) + *Tithonia diversifolia* (33%)

Fuente: los autores

Valores con letra diferente tienen diferencia estadística significativa ($p < 0.05$).

La relación entre los requerimientos nutricionales y la oferta de nutrientes en la dieta permite realizar un balance nutricional (Tabla 4). Los datos permiten inferir que el suministro de proteína desde el inicio y el consumo total fue bajo. Factor que debió limitar disponibilidad de N y de energía para el desarrollo de la actividad enzimática de los microorganismos ruminales, causa suficiente para deprimir el consumo voluntario de materia seca de la ración y el desempeño productivo de los animales.

Lo anterior se refleja en el indicador de conversión alimenticio (CA), donde los valores sugieren que fue mayor la eficiencia de T2 en el cual solo se requirieron 6,5 kg de MS del ensilaje para producir un kilo de carne, respecto a una relación negativa en los animales alimentados con una dieta convencional basada solo en pasto.

La relación entre requerimientos nutricionales y el aporte de nutrientes en la dieta denota un desbalance (Tabla 4). De hecho, tanto el CMS, como la PC y la EM son deficitarias. La depresión en el consumo de materia seca

posiblemente esté relacionada con el desbalance nutricional (Araujo-Febres, 2005). El factor más importante en determinar la ingesta total de energía es el consumo voluntario, de hecho, los rumiantes poseen mecanismos que regulan el consumo de materia seca en función del balance energético, así, cuando los animales reciben una dieta de baja calidad, la digestión ruminal y la fatiga son posiblemente los mayores estímulos que interaccionan para reducir el consumo (Preston y Leng, 1989). Es evidente que entre los dos tratamientos, T1 es el de menor calidad dada la más baja digestibilidad, la cual está relacionada con un mayor porcentaje de FDA; esta fracción está compuesta de celulosa y lignina, y la digestibilidad de los alimentos está relacionada con esa fracción de la fibra, por ser la lignina una fibra indigerible (Gerude-Neto *et al.*, 2016). Por su parte, el mayor contenido de FDN en la dieta restringe el consumo por limitar el llenado, en virtud de una disminución de la velocidad de pasaje lo que restringe la ingestión de materia seca (Araujo-Febres, 2005).

Por otra parte, Forbes (1986) señala que dietas con concentraciones bajas de proteína restringen el consumo, ya que bajos niveles de N en la dieta disminuyen la tasa de pasaje de la digesta y limitan la fermentación ruminal (Ruiz y Vásquez, 1983), con lo cual reducen la degradación de la celulosa.

Tabla 4. Requerimientos, oferta de nutrientes y balance nutricional

| | T1 | T2 |
|--|-------|-------|
| Requerimientos | | |
| CMS (kg PV ^{0.75} d ⁻¹) | 77,72 | 78,99 |
| EM (Mcal.kg ⁻¹) | 1,19 | 1,21 |
| ENm (Mcal.kg ⁻¹) | 0,79 | 0,80 |
| PC (g.d ⁻¹) | 76,61 | 77,41 |

| | T1 | T2 |
|--|--------|--------|
| Consumo | | |
| MSd | 322,60 | 410,20 |
| CMS (kg PV ^{0.75} d ⁻¹) | 32,4 | 36,1 |
| EM (Mcal.kg ⁻¹) | 0,88 | 1,09 |
| PC (g.d ⁻¹) | 26,38 | 36,46 |
| NDT (%) | 63,95 | 65,89 |
| ED(Mcal.kg ⁻¹) | 2,82 | 2,90 |
| EM (Mcal.kg ⁻¹) | 2,72 | 2,65 |
| ENm (Mcal.kg ⁻¹) | 1,79 | 1,75 |
| Déficit | | |
| CMS (kg PV ^{0.75} d ⁻¹) | -44,72 | -42,86 |
| PC (g.d ⁻¹) | -50,23 | -40,96 |
| EM (Mcal.kg ⁻¹) | -0,31 | -0,13 |

CMS: consumo de materia seca; EM: energía metabolizable; ENm: energía neta de mantenimiento; PC: proteína cruda; MSd: materia seca día; NDT; nutrientes digestibles totales; ED: energía digestible.

Fuente: los autores

No obstante, tras analizar el aporte de proteína en cada tratamiento se encuentra un déficit por lo cual se confirma la importancia de incluir un 33% de TD en la dieta, y se incrementa el aporte diario de PC, ya que aunque ambos tratamientos son deficitarios, el T2 representa una mejora respecto a las dietas tradicionales de los ovinocultores quienes solo mantienen sus animales con dietas de gramíneas similares a T1. Esto significa un incremento de un 38% en el aporte diario de proteína para el animal.

Conclusiones

Los datos sugieren una ventaja de la inclusión de *Tithonia diversifolia* en un ensilaje de gramínea, la cual se expresa en los valores de ganancia de peso de ovinos de pelo, del T2 respecto al T1. Aunque esta ganancia de peso no es comparable a las obtenidas con alimentación balanceada si sugieren una respuesta positiva a la inclusión de TD.

La mejor respuesta animal en ganancia de peso se observó en animales alimentados con ensilaje de *Cenchrus purpureus* y *Tithonia diversifolia* en una proporción de 67% y 33% respectivamente, en comparación con la dieta convencional de solo *Cenchrus purpureus*.

Se demostró efecto de la mejor calidad del ensilaje representada en mejores indicadores bromatológicos como un mayor aporte de proteína cruda y valores más bajos de pared celular, lo cual se refleja en una mayor digestibilidad de la MS y por lo tanto, el consumo.

Agradecimientos

A la Universidad Nacional de Colombia, Sede Palmira por facilitar los espacios para el experimento; al CIAT por permitir el uso de equipos y análisis de laboratorio y a la Oficina Central de Investigaciones y Desarrollo científico de la Universidad del Tolima por el financiamiento de este estudio.

Literatura citada

Alonso, J., Ruiz, T., Achang, G., Santos L.D.T. & Sampaio, R.A. (2012). Producción de biomasa y conducta animal en pastoreo con *Tithonia diversifolia* a diferentes distancias de plantación. *Livestock Research for Rural Development*, 24(9). Recuperado de <http://www.lrrd.org/lrrd24/9/lazo24160.htm>

Arcos Dorado, J. A., Romero Huertas, H., Vanegas Rivera, M. A., & Riveros Escobar, E. (2002). *Ovinos colombianos de pelo: alternativa productiva para el sur del departamento del Tolima*. Bucaramanga: Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria - Corpoica. Recuperado a partir de <http://bibliotecadigital.agronet.gov.co/handle/11348/3867>

Araujo -Febres, O. 2005. Factores que afectan el consumo voluntario en bovinos a pastoreo en condiciones tropicales. *Memorias. IX Seminario de pastos y Forrajes*. 1-12 p.

Achieng, J.O., Ouma, G.G., Odhiambo, G.G., & Mueyko, F.F. (2010). Effect of *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) and inorganic fertilizers on maize yield on Alfisols and Ultisols of western Kenya. *Agriculture & Biology Journal of North America*, 1(5), 740-747.

Asociación de Criadores de Ganado Ovino de Colombia. (2010). *Plan estratégico para el desarrollo gremial 2010 - 2018* "La ganadería ovina en procura de su desarrollo". Bogotá D.C.: Colombia editores.

Association of Official Analytical Chemists. (1990). *Official Methods of Analysis*. Washington, D.C.

Bauza, R. (2012). Curso de nutrición animal. Tema 9. Bioenergética. Facultad de Agronomía. Uruguay. Recuperado en 18-07-2018 de <http://prodanimal.fagro.edu.uy/cursos/NUTRICION/MATERIAL%202012/Tema%209.ENERGIA.TEORICO.Curso%202012.pdf>

Bernal, L. (2007). *Efecto de las mezclas de las leguminosas Calliandra calothyrsus, Flemingia macrophylla, Cratylia argentea y Vigna unguiculata ensiladas y henificadas sobre los parámetros de fermentación ruminal in vitro y producción de leche en bovinos*. (Tesis de maestría). Universidad Nacional de Colombia, Palmira. 122 p. Recuperado de <https://cgspace.cgiar.org/handle/10568/66186>

Bossiere, J. (1998). *Pasto de corte en la alimentación de caprinos en sistemas intensivos de crianza*. Curso "Producción de ovinos y caprinos" Foinaiap. CIAE-Lara.

Castellaro, G. Orellana, C. Escanilla, J.P. (2015). *Manual básico de nutrición y alimentación de ganado ovino*. Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile. Recuperado de <http://ficovino.agronomia.uchile.cl/wp-content/uploads/2016/01/Manual-B%C3%A1sico-de-Nutrici%C3%B3n-y-Alimentaci%C3%B3n-Ovina.pdf>

Chay-Canula, A.J., Magaña-Monforte, J.G., Chizzottic, M.L., Piñeiro-Vázquez, A.T., Canul-Solís, R.D., Ayala-Burgos, A.J., Ku-Vera, J.C., Tedeschie, L.O. 2016. Requerimientos energéticos de ovinos de pelo en las regiones tropicales de Latinoamérica. *Revisión. Rev. Mex. Cienc. Pec.* 7(1) 105-125

Clavero, T., Muller A. & Razz R. (1995). Comportamiento de ovinos suplementados con *Leucaena leucocephala*. *Revista Argentina de Producción Animal*, 15: 413-414.

Combellas, J., & Rueda, E. (1998). Evaluación de la suplementación con bloques multinutricionales en corderos. En *Memorias II Congreso Nacional de Ovinos y Caprinos*. Maturín. Venezuela.

Coronado, L., & Abzueta, J. (2001). Evaluación de corderos en crecimiento a pastoreo,

- suplementados con diferentes fuentes proteicas. En Memorias III Congreso Nacional y I Internacional de Ovinos y Caprinos. Maracay: Universidad Central de Venezuela.
- Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, Sena. (2009). *Orientaciones técnicas para el mejoramiento genético y el manejo reproductivo de la ovinocultura del Tolima*. Edición Comité de Ganaderos del Tolima, Espinal.
- Díaz, V. (2014). *Evaluación de cuatro 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*. Ibagué: Universidad del Tolima.
- Di Rienzo, J.A., Casanoves, F., Balzarini, M.G., Gonzalez, L., Tablada, M. & Robledo, C.W. (2008). InfoStat, versión 2008, Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina
- Espinoza, F., Araque, C., León, L., Quintana, H., & Perdomo, E. (2001). Efecto del banco de proteína sobre la utilización del pasto estrella (*Cynodon lemfuensis*) en pastoreo con ovinos. *Zootecnia Tropical*, 19(3), 307–318. Recuperado a partir de <http://www.bioline.org.br/request?zt01038>
- Estrada, D., Arévalo E. y Baldizan, A. (2002). Suplementación con bloques multinutricionales en la alimentación de corderos mestizos West-African y Bergamasca. En *Memorias XI Congreso Nacional de Producción e Industria Animal*. Asoc. Ven. Producción Animal. Valera, Estado Trujillo. Venezuela.
- Fasuyi, A.O., & Ibitayo, F.J. (2011a). Nitrogen balance and morphometric traits of weanling pigs fed graded levels of wild sunflower (*Tithonia diversifolia*) leaf meal. *African Journal of Food, Agriculture, Nutrition & Development*, 11(3), 1-17.
- Fasuyi, A.O., Dairo, F.A.S., & Ibitaro, F.J. (2010b). Ensiling wild sunflower (*Tithonia diversifolia*) leaves with sugar cane molasses. *Livestock Research for Rural Development*, 22(3). Recuperado a partir de <http://www.lrrd.org/lrrd22/3/fasu22042.htm> . [Consultado: 05 / 02 / 2013].
- Flórez, D y Uribe, CP. (2015) perspectivas tecnológicas y comerciales para la cadena productiva de ovinos y caprinos en Colombia. Corpoica. Bogotá. 21 p
- Forbes, J. M. (1986). *The voluntary food intake of farm animals*. Butterworths. London. 205 p
- Fujisaka, S., Holmann, F.J., Peters, M., Schmidt, A., White, D., Burgos, C., Davis, C. (2005). Estrategias para minimizar la escasez de forrajes en zonas con sequías prolongadas en Honduras y Nicaragua Introducción. *Pasturas Tropicales*, 12(2), 73–92. Recuperado a partir de <http://www.tropicalgrasslands.info/index.php/tgft/pages/view/Pasturas>
- Gerude Neto, O. J. de A., Parente, M. de O. M., Parente, H. N., Alves, A. A., dos Santos, P. A. C., Moreira Filho, M. A., ... Gomes, R. M. da S. (2016). Intake, Nutrient Apparent Digestibility, and Ruminant Constituents of Crossbred Dorper x Santa Inês Sheep Fed Diets with Babassu Mesocarp Flour. *The Scientific World Journal*, 2016, 8675836. <http://doi.org/10.1155/2016/8675836>
- González, B. (1994). Conservación de forrajes y consideraciones técnico-económicas. *Revista de la Facultad de Agronomía*, 11(2), 190–205. Recuperado a partir de <http://produccioncientificaluz.org/index.php/agronomia/article/view/11525/11515>
- González, W. (1990). *Alimentación Animal*. Caracas, Venezuela: Editorial América
- González-Garduño, R., Torres-Hernández, G. y Arece-García, J. (2011) Ganancia de peso de ovinos alimentados con pasto Taiwán (*Pennisetum purpureum*) suplementados con diversas fuentes de proteína. *Avances en Investigación Agropecuaria*. 15(3) 3-20
- Holdridge, L.R. (2000). *Ecología basada en zonas de vida*. Costa Rica: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura.
- Holguín Castaño, V.A. (2005). *Análisis comparativo y evaluación financiera de modelos de manejo nutricional en fincas de ganado de doble propósito en la zona del Pacífico Central de Costa Rica* (Tesis Magister). Universidad de Costa Rica, San Jose, Costa Rica.
- Holguin, V y Villalba, D. (2013) Conservación de forrajes para la época seca: El Ensilaje. Cuadernos de Campo N° 4. Universidad del Tolima. 20 p.
- Huerta, M. 2001. Requerimientos nutricionales de borregos de pelo y lana. Mem. 2º Congreso Latinoamericano de Especialistas en Pequeños Rumiantes y Camélidos Sudamericanos, y XI Congreso Nac. de Prod. Ovina. 22 a 25 de mayo de 2001, Mérida, Yucatán. 16 p.

- Medina, R., & Sánchez, A. (2006). Efecto de la suplementación con follaje de *Leucaena leucocephala* sobre la ganancia de peso de ovinos desparasitados y no desparasitados contra estrongílidos digestivos. *Zootecnia Tropical*, 24(1), 55–68. Recuperado a partir de http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-72692006000100005&lng=en&nrm=iso&tlng=es
- Mejía-Díaz, S., Mahecha, L., Angulo-Arizala, J. (2015) Consumo de materia seca en un sistema silvopastoril de *Tithonia diversifolia* en trópico alto. *Agronomía Mesoamericana*. 28(2):389-403
- Mendieta-Araica, B. (2011). *Moringa oleifera as an Alternative Fodder for Dairy Cows in Nicaragua*. (Tesis de Doctorado), Swedish University of Agricultural Sciences. Uppsala.
- Mendoza A., J. Michailos y J. de Combellas. (2001). Uso de *Leucaena* en dietas completas para corderos en crecimiento. En *Memorias III Congreso Nacional y I Internacional de Ovinos y Caprinos. Maracay*. Universidad Central de Venezuela.
- Muoghalu, J.I. (2010). Growth, reproduction and resource allocation of *Tithonia diversifolia* and *Tithonia rotundifolia*. *Weed Research*, 48(2), 157-162.
- Nero, L.A., Beloti, V., Aguilar Ferreira Barros, M. de, Tassinari Ortolani, M.B., Tamanni, R., & De Melo Franco, B.D.G. (2006). Comparison of Petrifilm aerobic count plates and de Man-Rogosa-Sharpe agar for enumeration of lactic acid bacteria. *Journal of Rapid Methods and Automation in Microbiology*, 14(3), 249–257. <http://doi.org/10.1111/j.1745-4581.2006.00050.x>
- Nielsen, S. (1994). *Introduction to the Chemical Analysis of foods*. Ed. Jones and Bartlett Publishers. U.S.A. pp: 209-212.
- Osorio Moreno, K.A. (2012). *Plan de negocios para una empresa comercializadora de carnes tradicionales y exóticas la Carbiferia*. (Tesis de pregrado). Bogotá. Pontificia Universidad Javeriana. Recuperado a partir de <http://hdl.handle.net/10554/10696>
- Olabode, O.S., Adesina, G.O., & Ajibola, A.T. (2010). Seasonal effects on the critical period for weed removal and okra performance on *Tithonia diversifolia* (Hemsl) A. Gray infested field. *Annals of Biological Research*, 1(4), 67-72.
- Otusanya, O., & Ilori, O. (2012). Phytochemical screening and the phytotoxic effects of aqueous extracts of *Tithonia diversifolia* (Hemsl) A. Gray. *International Journal of Biology*, 4(3), 97-101.
- Preston, T.R. y Leng, R.A. 1989. Ajustando los sistemas de producción pecuaria a los recursos disponibles: Aspectos básicos y aplicados del nuevo enfoque sobre la nutrición de rumiantes en el trópico. CONDRIT, Cali. 312 p.
- Rosales Méndez, M. (1999). Mezclas de forrajes: uso de la diversidad forrajera tropical en sistemas agroforestales. En *Agroforestería para la producción animal en América Latina* (pp. 201–231). Roma: FAO.
- Rúa, M. (2007). *Manual ilustrado de confinamiento bovino*. Cultura Empresarial Ganadera.
- Ruiz, R. y Vásquez, C.M. 1983. Consumo voluntario de pastos y forrajes tropicales. In *Los Pastos en Cuba*. Tomo 2. Utilización. EDICA, La Habana. Pp. 117-186
- Van Soest P J & Wine R H. (1967) Use of detergents in the analysis of fibrous feeds. IV. Determination of plant cell-wall constituents. *Journal Association of Official Analytical Chemists*, 50(1):50-5.
- Wattiaux, M. (2000). *Nutrientes en la dieta*. Instituto Babcock para la Investigación y Desarrollo Internacional para la Industria Lechera. Wisconsin, USA
- Zapata, A. & Silva, B.E. (2010). Reconversión ganadera y sistemas silvopastoriles en el departamento de Risaralda y el eje cafetero de Colombia. CARDER, CIPAV. Cali, Colombia. 112 p.

