



Digestibilidad *in vivo* en ovinos alimentados con ensilaje y suplementados con salvado de trigo, adicionando *Saccharomyces cerevisiae*

*In vivo digestibility in sheep fed with silage and supplemented with wheat bran, with the addition of *Saccharomyces cerevisiae**

*Digestibilidade in vivo em ovinos alimentados com silagem e suplementados com sêmea de trigo, acrescidos de *Saccharomyces cerevisiae**

María Alejandra González Lozano¹

Laura Daniela Parrado Martínez²

Camilo Andrés Díaz Arias³

María Ligia Roa Vega^{4*}

*Autor de correspondencia: mroa@unillanos.edu.co

Recibido: 24 de agosto de 2024 Aceptado: 20 de febrero de 2025

Resumen

Los requerimientos de los ovinos comprenden agua, energía, proteínas, minerales y vitaminas, que son fundamentales para garantizar un crecimiento, producción y reproducción adecuados. Estos requerimientos varían según el sistema de producción, el estado fisiológico, el sexo, la edad y el peso vivo del animal. Sin embargo, la productividad de los ovinos en pastoreo está limitada por dos factores principales: la calidad del forraje disponible y la alta incidencia de parásitos gastrointestinales. En esta investigación se realizó un estudio de digestibilidad *in vivo* con hembras ovinas adultas, con un peso promedio de $24,5 \pm 8$ kg, en la Universidad de los Llanos en la ciudad de Villavicencio, Colombia. El objetivo fue desarrollar estrategias de alimentación ovina que incorporen subproductos agroindustriales con alto valor nutritivo, actuando como correctores energético-proteicos en dietas de baja calidad, con el fin de mejorar los índices productivos.

- 1 MVZ. Escuela de Ciencias Animales, Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, Universidad de los Llanos, Villavicencio, Meta, Colombia. ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-4814-8548>
- 2 MVZ. Escuela de Ciencias Animales, Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, Universidad de los Llanos, Villavicencio, Meta, Colombia. ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-3783-772X>
- 3 MVZ. Escuela de Ciencias Animales, Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, Universidad de los Llanos, Villavicencio, Meta, Colombia. ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-2644-074X>
- 4 Zootecnista, Esp., MSc. Docente Universidad de los Llanos, Villavicencio, Meta, Colombia. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0367-9050>

La Revista Sistemas de Producción Agroecológicos es una revista de acceso abierto revisada por pares. © 2012. Este es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos de la Licencia Internacional Creative Commons Attribution 4.0 (CC-BY 4.0), que permite el uso, distribución y reproducción sin restricciones en cualquier medio, siempre que se acredite el autor y la fuente originales.

Consulte <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>.

OPEN ACCESS



Como citar este artículo / How to cite this article: González-Lozano, M. A., Parrado-Martínez, L. D., Díaz-Arias, C. A. y Roa-Vega, M. L. (2025). Digestibilidad *in vivo* en ovinos alimentados con ensilaje y suplementados con salvado de trigo, adicionando *Saccharomyces cerevisiae*. *Revista Sistemas de Producción Agroecológicos*, 16(1), e-1234. DOI: <https://doi.org/10.22579/22484817.1234>

Para el estudio se utilizó un diseño experimental cuadrado latino 4x4, aplicando cuatro tratamientos a cuatro animales durante cuatro periodos. Cada periodo consistió en cuatro días de acostumbramiento y tres días de recolección de datos experimentales. Los tratamientos evaluados fueron T1= Ensilaje de King Grass únicamente (EK), T2= EK + 6 gr probiótico (*Saccharomyces cerevisiae*), T3= EK+ 200 gr de salvado de trigo (ST), T4= EK +200 gr ST + 6gr probiótico. Las variables evaluadas fueron, coeficientes de digestibilidad (Cod) de los nutrientes como: materia seca (MS), proteína cruda (PC), grasa, fibra cruda (FC), extracto no nitrogenado (ENN) con los que se calcularon nutrientes digestibles totales (%NDT), energía digestible (ED en megacalorías/k de MS) y energía metabolizable (EM en megacalorías/k de MS). También se evaluó el Cod de la fibra detergente neutro (FDN). Con base en los consumos de MS se estimó la conversión alimenticia (CA). Los resultados indicaron que los cuatro tratamientos tuvieron un comportamiento similar, siendo numéricamente más elevados los Cod de: MS, PC y grasa en T2 (0,561, 0,875 y 0,895) y los Cod de ENN y FDN en T1 (0,938 y 0,847 respectivamente). El Cod de FC, NDT, ED y EM fueron numéricamente más altos en T4 (0,830, 64,97, 2,86 y 2,47 respectivamente). En el caso de la conversión y eficiencia alimenticia el testigo representó mejor desempeño, por lo que se concluye que no es necesaria la adición de suplementos cuando se alimente a estos rumiantes en estas condiciones productivas.

Palabras claves: Forrajes; Probiótico, Rumiantes, Subproductos.

Abstract

The requirements of sheep include water, energy, proteins, minerals and vitamins, which are essential to ensure proper growth, production and reproduction. These requirements vary according to the production system, physiological state, sex, age and live weight of the animal. However, the productivity of grazing sheep is limited by two main factors: the quality of the available forage and the high incidence of gastrointestinal parasites. In this research, an in vivo digestibility study was conducted with adult female sheep, with an average weight of 24.5 ± 8 kg, at the Universidad de los Llanos in the city of Villavicencio, Colombia. The objective was to develop sheep feeding strategies that incorporate agro-industrial by-products with high nutritional value, acting as energy-protein correctors in low-quality diets, in order to improve production rates. For the study, a 4x4 Latin square experimental design was used, applying four treatments to four animals during four periods. Each period consisted of four days of accustoming and three days of experimental data collection. The treatments evaluated were T1 = King Grass silage only (EK), T2 = EK + 6 gr probiotic (*Saccharomyces cerevisiae*), T3 = EK + 200 gr wheat bran (ST), T4 = EK + 200 gr ST + 6 gr probiotic. The variables eva-

luated were, digestibility coefficients (Cod) of nutrients such as: dry matter (DM), crude protein (PC), fat, crude fiber (FC), non-nitrogenous extract (ENN) with which total digestible nutrients (% TDN), digestible energy (DE in megacalories/k of DM) and metabolizable energy (ME in megacalories/k of DM) were calculated. The Cod of neutral detergent fiber (NDF) was also evaluated. Based on DM consumption, feed conversion (FC) was estimated. The results indicated that the four treatments had a similar performance, with numerically higher Cod of: DM, CP and fat in T2 (0.561, 0.875 and 0.895) and Cod of ENN and NDF in T1 (0.938 and 0.847 respectively). The Cod of FC, TDN, ED and EM were numerically higher in T4 (0.830, 64.97, 2.86 and 2.47 respectively). In the case of feed conversion and efficiency, the control represented a better performance, so it is concluded that the addition of supplements is not necessary when feeding these ruminants under these productive conditions.

Keywords: By-products, Forages; Probiotic, Ruminants.

Resumo

As necessidades dos ovinos incluem água, energia, proteínas, minerais e vitaminas, que são essenciais para garantir um crescimento, produção e reprodução adequados. Estas exigências variam consoante o sistema de produção, o estado fisiológico, o sexo, a idade e o peso vivo do animal. Contudo, a produtividade dos ovinos em pastoreio é limitada por dois factores principais: a qualidade da forragem disponível e a elevada incidência de parasitas gastrointestinais. Nesta investigação foi realizado um estudo de digestibilidade in vivo com ovelhas fêmeas adultas, com um peso médio de $24,5 \pm 8$ kg, na Universidade de los Llanos, na cidade de Villavicencio, Colômbia. O objetivo foi desenvolver estratégias alimentares de ovinos que incorporassem subprodutos agroindustriais de elevado valor nutricional, atuando como corretores energético-proteicos em dietas de baixa qualidade, de forma a melhorar os índices de produção. Para o estudo foi utilizado um desenho experimental em quadrado latino 4x4, aplicando-se quatro tratamentos a quatro animais durante quatro períodos. Cada período consistiu em quatro dias de habituação e três dias de recolha de dados experimentais. Os tratamentos avaliados foram T1 = silagem só de Capim Rei (EK), T2 = EK + 6 g de probiótico (*Saccharomyces cerevisiae*), T3 = EK + 200 g de sêmea de trigo (ST), T4 = EK + 200 g de ST + 6 g de probiótico. As variáveis avaliadas foram os coeficientes de digestibilidade (CdB) de nutrientes como: matéria seca (MS), proteína bruta (PB), gordura, fibra bruta (FC), extrato não azotado (ENN) com os quais foram calculados os nutrientes digestíveis totais (%NDT), energia diges-

tível (ED em megacalorias/k de MS) e energia metabolizável (EM em megacalorias/k de MS). O bacalhau de fibra em detergente neutro (FDN) também foi avaliado. Com base no consumo de MS foi estimada a conversão alimentar (CA). Os resultados indicaram que os quatro tratamentos tiveram um comportamento semelhante, sendo o bacalhau de: MS, PB e gordura no T2 a ser numericamente superior (0,561, 0,875 e 0,895) e o bacalhau de ENN e FDN no T1 (0,938 e 0,847 respectivamente). Os Cod de FC, NDT, ED e EM foram numericamente mais elevados no T4 (0,830, 64,97, 2,86 e 2,47 respectivamente). No caso da conversão e eficiência alimentar, o controle representou um melhor desempenho, pelo que se conclui que não é necessária a adição de suplementos na alimentação destes ruminantes nestas condições produtivas.

Palavras-chave: Forragens; Probióticos, Ruminantes, Subprodutos.

Introducción

Los sistemas de producción ovina se manejan de manera extensiva con el fin de disminuir costos y así aprovechar su habilidad como pastoreadores y ramoneadores. Además, su rumen es eficiente porque aprovecha los forrajes de mediana calidad sin detrimento en su crecimiento y reproducción. Sin embargo, se ha demostrado una mejor alternativa en la nutrición de rumiantes mediante el uso de forrajes como dieta base con la suplementación de subproductos como el salvado de trigo (Camargo, 2018).

Las necesidades nutricionales de los animales están en función de la calidad de los alimentos que consumen, lo que significa que los nutrientes presentes en el alimento deben estar en proporción con los requerimientos del animal. Esto es aplicable tanto en casos donde la ingesta es insuficiente, lo que puede resultar en pérdida de peso, como en situaciones de alta producción, como un aumento diario de 1 kg de peso en novillos en estabulación. En cualquier escenario, los animales obtienen los nutrientes necesarios de acuerdo con la calidad y cantidad del alimento que ingieren (Stritzler y Rabotnikof, 2019).

La comprensión de la estequiometría del rumen y los requisitos de proteínas alimenticias adicionales que proporcionan aminoácidos directamente al animal ha permitido un nuevo enfoque para establecer estrategias de alimentación utilizando alimentos disponibles localmente. Para obtener la máxima eficiencia de un alimento en particular, es necesario asegurar una condición ruminal óptima para el crecimiento microbiano y ajustar las proporciones de proteína-energía en los nutrientes absorbidos con una proteína de derivación para optimizar la eficiencia de utilización de los nutrientes absorbidos (Elizondo, 2020).

En un alimento su aprovechamiento está relacionado con su composición química, lo que se determina en la digestibilidad evaluando el alimento ingerido que es absorbido por el animal. Si se conocen las cantidades exactas de alimento consumido y lo excretado en las heces, se puede determinar, por diferencia, la cantidad de alimento que se absorbió a través de su tracto digestivo. De esta manera, es posible establecer la digestibilidad del alimento en el organismo del animal (Stritzler y Rabotnikof, 2019).

En el acostumbramiento de los rumiantes al consumo de alimentos voluminosos, se pueden presentar dificultades durante su procesamiento, puesto que la rumia como la fermentación son procesos lentos, lo que significa que los alimentos fibrosos pueden permanecer en el tracto digestivo por un tiempo prolongado, permitiendo la extracción de los componentes digestibles. Si estos alimentos o residuos se retienen durante el proceso, la ingestión diaria de alimento se verá notablemente reducida. Generalmente, se considera que la capacidad de ingestión está limitada por el volumen del rumen y que los receptores de tensión en sus paredes informan al cerebro sobre la capacidad de llenado del rumen, aunque el máximo nivel de llenado aún no se ha determinado (Araiza et al., 2013).

La degradación de la fibra en el rumen necesita la actividad coordinada de enzimas como polisacaridasas, protozoos y bacterias celulolíticas entre las cuales son importantes *Ruminococcus albus*, *Ruminococcus flavefaciens* y *Fibrobacter succinogenes*, que representan entre el 0.3% y el 4% de la población bacteriana total. Estas bacterias son responsables de producir diversas enzimas que descomponen los polímeros de las paredes celulares de las plantas (Sánchez y Cobos, 2016).

Los probióticos mejoran la digestibilidad de los nutrientes, la degradación de la fibra y la digestión ruminal. Además, es más probable la degradación de la fibra al aumentar el pH en el rumen mejorando el crecimiento y/o actividad celulítica de las bacterias y prevenir la acidosis ruminal al equilibrar las proporciones de ácidos grasos volátiles (AGV) en el rumen (El-Waziry y Ibrahim, 2007; Mohamed et al., 2009; Paryad y Rashidi, 2009).

Haddad y Gousous (2005) informaron que la suplementación con levadura (YC; Diamond V ® YC), cuyo principio activo es (*Saccharomyces cerevisiae*) en raciones para corderos, resultó en una mayor digestibilidad de materia seca (MS), materia orgánica (MO) y proteína cruda aparente (PC) (678, 683 y 653 g/kg, respectivamente) en

comparación con el control (632, 645 y 589 g/kg, respectivamente).

De manera similar, la digestibilidad de la fibra detergente neutra también fue mayor en el grupo suplementado con cultivo de levadura. Abd El-Ghani (2004) observó que los machos alimentados con una dieta que contenía suplementos de cultivo de levadura tenían una mayor digestión de nutrientes en comparación con los alimentados con una dieta concentrada y de fibra.

Krehbiel et al. (2003) informaron que los aditivos nutricionales y los microorganismos alimentados directamente mejoraron la digestibilidad de la dieta. Por el contrario, Shija et al. (2013) informaron que la inclusión de probióticos (levaduras) no afectaron la digestibilidad de MS, PC y FDN. Sin embargo, en el mismo estudio, la digestibilidad de MO y fibra detergente ácida aumentó en corderos y cabritos suplementados con cultivo de levadura en la dieta. Whitley et al. (2009) también informaron una mejor digestibilidad aparente de MS, PC, FDN y Fibra Ácido Detergente (FDA) en cabras de carne alimentadas con una dieta suplementada con probióticos comerciales que el grupo de control. En conclusión, la suplementación de probióticos en la dieta puede mejorar la digestibilidad de los nutrientes.

Debido a las particularidades de su sistema digestivo, los rumiantes pueden aprovechar los polisacáridos de los forrajes gracias a la acción enzimática de bacterias, protozoos y hongos que son habitantes permanentes del rumen. Estos microorganismos, a través de la fermentación anaeróbica, generan energía metabolizable, aminoácidos y vitaminas del complejo B, nutrientes que son esenciales para el animal. Sin embargo, las proteínas obtenidas tienen un nivel bajo de valor biológico. Adicionalmente, durante la digestión ruminal, se producen proteína microbiana y ácidos grasos volátiles (AGV) (Krehbiel, 2014).

Además, se ha demostrado que cuando se utiliza ensilaje de forrajes suplementado con subproductos, adicionando probióticos (*Saccharomyces ce-*

revisiae) el aprovechamiento de estos alimentos puede mejorar porque los microorganismos del rumen que aprovechan la fibra de los forrajes se incrementan y por tanto también se aumenta la digestibilidad en el rumen de los rumiantes como los ovinos. Es importante señalar que el ensilaje tiene como propósito la conservación de un forraje con la mínima pérdida de nutrientes mediante un proceso de fermentación en el cual el pH disminuye por acción de las bacterias acidolácticas anaeróbicas, permitiendo conservar su calidad nutricional. El salvado de trigo es un subproducto utilizado como fuente de energía en alimentación animal que tiene un buen contenido de fibra, proteínas, minerales, vitamina del complejo B, Vitamina E, compuestos fenólicos, luteína entre otros (Chaquilla, et al. 2018). Es importante señalar que los probióticos están constituidos por diferentes microorganismos vivos que al ser administrados como aditivos no nutricionales que tienen propiedades nutraceuticas modifican la población microbiana en el rumen, ayudando que el aprovechamiento de nutrientes sea más eficiente (Abd El-Ghani, 2004).

El siguiente estudio tiene como objetivo valorar en ovinos criollos la digestibilidad in vivo alimentados con ensilaje de King grass (*Pennisetum purpureum*), como dieta base, adicionando salvado de trigo y un probiótico (*Saccharomyces cerevisiae*) y de esta forma estimar: digestibilidad in vivo, conversión alimenticia, eficiencia proteica, energía metabolizable, energía digestible y así establecer alternativas de nutrición ovina en sistemas de estabulación.

Materiales y métodos

Localización

El proyecto se llevó a cabo en la unidad experimental de ovinos de la granja Barcelona en la Universidad de los Llanos, Villavicencio, Meta, Colombia. Esta área se encuentra a una altitud de 467 msnm, temperatura promedio de 27°C y un clima tropical monzónico (IDEAM, 2024)

Diseño experimental

Para la realización de la fase experimental, cuatro ovejas criollas adultas con peso promedio de $24,5 \pm 8$ kg, fueron alojadas en corrales de 2x1 metros de manera individual con el fin de tomar datos de consumos de forrajes y excreción diaria durante los días experimentales, para lo cual se colocó un plástico en el suelo con el fin de recolectar las muestras de las excretas (ver figura 1). El suministro de agua, ensilaje y sal mineralizada fue a voluntad.

Tratamientos

Las hembras fueron distribuidas en un diseño cuadrado latino 4x4, el cual constó de cuatro periodos (ver tabla 1) de siete días cada uno, los primeros cuatro días correspondieron a un periodo de acostumbamiento a los tratamientos, siendo alimentados con el tratamiento correspondiente todas las mañanas y los otros tres días se tomaron los datos experimentales, donde se realizaron los pesajes de los consumos y de las excretas. Los tratamientos fueron los siguientes: T1= Ensilaje de King Grass únicamente (EK), T2= EK + 6 gr probiótico (*Saccharomyces cerevisiae*), T3= EK + 200 gr de salvado de trigo (ST), T4= EK + 200 gr ST + 6 gr probiótico. Cada uno de los animales rotó por cada tratamiento.

Tabla 1. Distribución de los periodos experimentales en el diseño estadístico cuadrado latino 4x4

Animales/periodos	Ovino uno	Ovino dos	Ovino tres	Ovino cuatro
Periodo uno	T1	T2	T3	T4
Periodo dos	T2	T3	T4	T1
Periodo tres	T3	T4	T1	T2
Periodo cuatro	T4	T1	T2	T3

Las muestras que se recolectaron corresponden a EK y excretas (en frasco de orina), los cuales fueron debidamente rotulados con el tratamiento, el periodo y el animal empleado. En el laboratorio se realizó un análisis proximal y FDN de los alimentos.

Las muestras de excretas se recolectaron diariamente los tres últimos días de cada periodo, fueron pesadas en fresco y luego se airearon por 24 horas para tomar una muestra de 60 gr que fue secada en la estufa durante 32 horas a 90° C (ver figura 2), para luego ser maceradas y guardadas en un frasco debidamente rotulado para el posterior envío al laboratorio.

Figura 1. Alojamiento de hembras en corrales de manera individual con plástico en suelo



Figura 2. Pesaje en fresco



Figura 3. Secado en estufa



Cabe mencionar que la recolección, aireación, paso por estufa y macerado de las heces en estu- dio, fueron tratadas diariamente de manera indi- vidual. Posteriormente se mezclaron las muestras por cada uno de los tratamientos, y se tomó una porción de dicha mezcla para enviar al laboratorio, esto quiere decir que por cada periodo se envia- ron al laboratorio cuatro muestras que correspon- den a los 4 tratamientos (ver figura 3). Además, se pesó el alimento rechazado para determinar el consumo diario.

Figura 4. Guardado de muestras debidamente rotuladas para envío a laboratorio y excretas



El método para calcular los nutrientes digesti- bles totales, el cual valora el alimento en su con- tenido de energía, partiendo de los cálculos de digestibilidad directa *in vivo*. Estima el nutriente consumido (NC) y el excretado (NE), analizando el contenido nutricional para medir los coeficientes de digestibilidad de cada nutriente. Los carbohi- dratos digestibles, se les denominan extracto no nitrogenado digestible, se le suma las fracciones de fibra cruda, proteína y la grasa digestible (ésta última multiplicada por la constante 2.25, esto de- bido a su mayor contenido de energía con relación a los otros nutrientes).

$$\text{Coeficiente de digestibilidad de un nutriente (Cod)} = \frac{NC - NE}{NC} \times 100$$

$$\%NDT = \% \text{ proteína} \times \text{Cod} + \% \text{ grasa} \times \text{Cod} \times 2.25 + \% \text{ fibra} \times \text{Cod} + \% \text{ ENN} \times \text{Cod}$$

El valor energético relativo 100% de un ingredien- te es equivalente 1 Kg de NDT, que a su vez es igual a 4,4 megacalorías de energía digestible o a 3,4 mega calorías de energía metabolizable (Pond y Church, 1994).

Variables

Las variables evaluadas fueron, Cod de los nutrientes como: MS, PC, grasa, FC y ENN con los que se calcularon NDT, ED y EM, también se evaluó el Cod de la FDN. Con base en los consumos de MS se estimó la CA. Se utilizó el Software SPSS, versión 19.

Análisis estadístico

El modelo estadístico del modelo latino para este diseño es:

$$Y_{ij}(h) = \mu + \tau_i + \beta_j + \gamma_h + U_{ij}(h) \quad \begin{matrix} i=1,2,3\dots,K \\ j=1,2,3\dots,K \\ h=1,2,3\dots,K \end{matrix}$$

Donde:

- $y_{ij}(h)$ representa la observación correspon- diente a la i -ésima fila, j -ésima columna y h -ésima letra latina.
- μ es la media global.
- τ_i es el efecto producido por el i -ésimo nivel del factor fila. Dichos efectos están sujetos a la restricción $\sum i \tau_i = 0$.
- β_j es el efecto producido por el j -ésimo nivel del factor columna. Dichos efectos están suje- tos a la restricción $\sum j \beta_j = 0$.
- γ_h es el efecto producido por la h -ésima letra latina. Dichos efectos están sujetos a la res- tricción $\sum h \gamma_h = 0$.
- $u_{ij}(h)$ son variables aleatorias independientes con distribución $N(0, \sigma)$

Resultados y Discusión

Evaluación de la digestibilidad in vivo en ovinos de MS, proteína, FC, grasa, ENN, FDN, utilizando los cuatro tratamientos

El consumo y la digestibilidad en ovinos alimentados con cuatro dietas diferentes fueron analizados en el laboratorio de Nutrición Animal de la Universidad de los Llanos, donde se observó que

la cantidad excretada de materia fresca en el tratamiento testigo es superior en comparación con los tratamientos con adición de sólo probiótico (ver tabla 2); no obstante, en los demás consumos y excreciones el comportamiento de todos los tratamientos expresaron homogeneidad, con excepción de la variación a voluntad del estudio del porcentaje de salvado de trigo en los tratamientos 3 y 4.

Tabla 2. Análisis del consumo y la digestibilidad en ovinos alimentados con cuatro dietas diferentes.

Parámetro	T1	T2	T3	T4	Sig.
Consumo materia fresca	1867,50 ^a	1857,50 ^a	1941,08 ^a	2014,50 ^a	0,12
Consumo materia seca	299,44 ^a	313,86 ^a	316,72 ^a	320,99 ^a	0,23
Excreción materia fresca	484,17 ^b	373,67 ^a	402,08 ^{ab}	413,33 ^{ab}	0,037
Excreción materia seca	144,42 ^a	133,17 ^a	139,50 ^a	145,08 ^a	0,45
Consumo de proteína	19,21 ^a	20,29 ^a	19,63 ^a	20,32 ^a	0,30
Excreción de proteína	2,34 ^a	2,66 ^a	2,72 ^a	2,81 ^a	0,18
Consumo de grasa	7,41 ^a	7,38 ^a	7,71 ^a	8,00 ^a	0,12
Excreción de grasa	0,87 ^a	0,78 ^a	1,07 ^a	0,98 ^a	0,19
Consumo de fibra cruda	46,08 ^a	45,83 ^a	47,89 ^a	49,70 ^a	0,12
Excreción de fibra cruda	8,84 ^a	9,47 ^a	9,62 ^a	8,43 ^a	0,33
Consumo de extracto no nitrogenado	153,00 ^a	152,18 ^a	159,03 ^a	165,04 ^a	0,12
Excreción de extracto no nitrogenado	9,35 ^a	11,11 ^a	11,06 ^a	10,71 ^a	0,18
Consumo fibra detergente neutra	92,64 ^a	92,15 ^a	96,30 ^a	99,94 ^a	0,12
Excreción fibra detergente neutra	14,04 ^a	16,51 ^a	16,83 ^a	15,77 ^a	0,13

Nota. T1= EK; T2= EK + 6 gr probiótico; T3= EK +200 gr de ST; T4= EK+ 200 gr ST +6 gr probiótico. a= grupo a; b= grupo b. Sig = Nivel de significancia en el grupo.

El King Grass (*P. hybridum*) es un forraje ampliamente conocido y utilizado por los ganaderos en Colombia, gracias a su alto rendimiento en volumen por hectárea cultivada; no obstante, posee un bajo valor nutricional y un bajo nivel de degradación digestiva, lo cual empeora con el paso del tiempo sobre el pasto (Valencia et al., 2010), por lo cual se buscó en el presente estudio mejorar los niveles de digestibilidad en ovinos suplementados. Para ello, se consideraron tres dietas y un tratamiento testigo.

Aunque los resultados de consumo y la digestibilidad en ovinos alimentados con las cuatro dietas no alcanzaron diferencia estadísticamente significativa en la mayoría de variables observadas,

resultados que son similares a los encontrados por Haureccallo (2017), donde la digestibilidad fue similar entre niveles de consumo ($p > 0.05$), identificando que el nivel de alimentación no influye en la digestibilidad de la materia seca del concentrado fibroso en rumiantes, como en su caso la llamas y alpacas.

Caso excepcional fue la excreción de materia fresca dejando ver una reducción significativa en los rumiantes alimentado con el ensilaje con adición de probiótico (T2), el cual fue muy inferior con respecto al testigo (T1) y en menor proporción con respecto a los tratamientos con salvado de trigo; lo que se puede traducir en una mayor asimilación digestiva de la materia fresca por el ovino en las

Cod de nutrientes en estudio, calculando NDT, ED y EM

La digestibilidad se refiere a la cantidad de alimento que se aprovecha en el sistema digestivo y se expresa en materia seca. Si este valor se expresa en porcentaje se le denomina como coeficiente de digestibilidad (Mawati et al., 2013). A continuación, se abordan los resultados obtenidos en el presente estudio, con referente a los Cod y nutrientes, así como las energías y nutrientes digestibles totales.

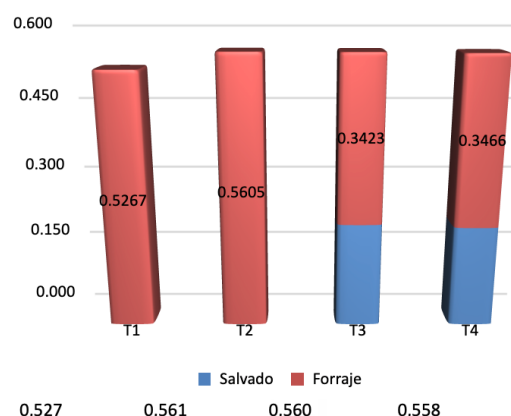
Como se aprecia en la figura 4, no se evidenció diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos en estudio en relación al Cod promedio de MS, pese a que los tratamientos con alguna variación (T2, T3 y T4) demostraron un coeficiente cercano al 0,56 y el testigo al 0,52. Así mismo, en la prueba de Duncan todos demostraron comportamiento homogéneo. Estos resultados en dietas de ovinos con adición de King Grass, evidenciaron un Cod de este material vegetal cercano al 50%, muy similar al de la *Gliricidia sepium*. Es de anotar que el aporte de digestibilidad del salvado en los tratamientos (T3 y T4) fue relativamente similar, equivaliendo a dos quintas partes del coeficiente total en cada uno de estos tratamientos.

De acuerdo con lo expresado anteriormente si se busca que exista un mayor grado de asimilación de nutrientes por los ovinos se requiere probar otras fuentes de alimentación como el uso de leguminosas. Medina y Sánchez (2006) evaluaron el impacto de la inclusión de leucaena en las raciones de ovinos en crecimiento, alimentados con pasto de corte a libre disposición. Los resultados mostraron una ganancia de peso de 87 g/día al utilizar leucaena fresca (LF) como suplemento. De manera similar, un estudio realizado por Avendaño et al. (2004) observó una disminución lineal en el consu-

mo de MS y MO digestible en ovinos Suffolk Down al sustituir heno de alfalfa (*Medicago sativa*) de buena calidad con niveles de: 0, 30, 60 y 90% siendo los consumos de 1,191, 1,102, 855 y 687 g/día para MS, y 1,108, 1,046, 820 y 670 g/día para materia orgánica digestible, respectivamente.

La inclusión de suplementos en las dietas de ovinos, diferentes a los forrajes tradicionales, es necesaria para cubrir deficiencias nutricionales de estos forrajes y para lograr mejores resultados en ciertas fases de la producción ovina, como la gestación. En este contexto, los principales efectos de la suplementación se manifiestan en el consumo y la digestibilidad del forraje, debido a cambios en las poblaciones microbianas y en el entorno ruminal, lo que influye en la digestión ruminal y en el flujo de la digesta (Maccari, 2006).

Figura 4. Cod promedio de MS por tratamiento



Nota. T1= EK; T2= EK +6 gr probiótico; T3= EK +200 gr de ST; T4= EK +200 gr ST + 6 gr probiótico.

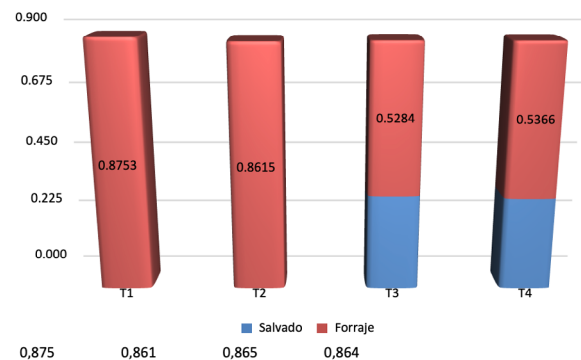
Resultados similares se alcanzaron en el Cod de proteína por tratamiento, puesto que como se observa en la figura 5, los resultados no fueron estadísticamente significativos entre los tratamientos, esto se traduce en que, en todos los tratamientos la digestibilidad de la proteína se llevó a cabo a un ritmo similar, aunque el testigo tuvo mejor comportamiento en esta variable. Además,

el salvado aportó aproximadamente 0,3 de los 0,8 de coeficiente en los tratamientos 3 y 4, siendo similar su comportamiento. Sin embargo, si bien el uso de probióticos para el presente estudio no registra un mayor aumento en digestibilidad de proteína, otros trabajos han demostrado que el tratamiento con probióticos que contienen *Lactobacillus* y levaduras, incrementan la población de bacterias celulolíticas en el rumen y, en algunos casos, aumentan la degradación ruminal (Galina et al., 2009).

Godoy et al. (2020) afirmaron que el salvado de trigo, es un subproducto con excelentes posibilidades para disminuir los costos de alimentación, siempre que se utilicen de forma adecuada. El salvado aporta nutrientes al animal de manera más económica en comparación con ingredientes tradicionales como granos de sorgo o maíz, harina de soya, pacas de sorgo, o alfalfa. No obstante, su uso es limitado en determinadas especies como cerdos y aves y la cantidad a utilizar depende de la edad y producción del animal.

Estos resultados coinciden con los de Wang et al. (2022), quienes identificaron el king Grass como una fuente de alta digestibilidad proteica en rumiantes, lo que explica los coeficientes de proteína superiores al 86% registrados, es probable que el factor nutricional que más influye en el consumo voluntario de forrajes sea la PC. Cuando la concentración de este nutriente en la ración es inferior al 8%, el consumo tiende a disminuir, ya que en tales condiciones el crecimiento de los microorganismos ruminales podría estar limitado por la cantidad de nitrógeno disponible.

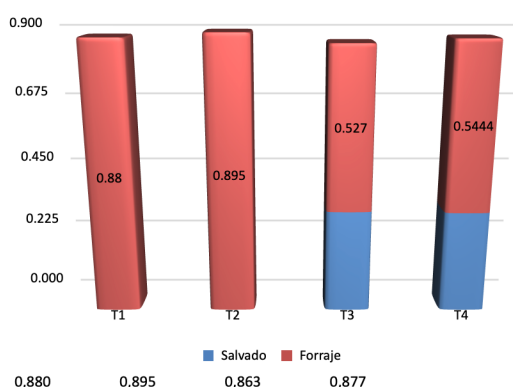
Figura 5. Cod promedio de proteína por tratamiento



Nota. T1= EK; T2= EK + 6 gr probiótico; T3= EK + 200 gr de ST; T4= EK + 200 gr ST + 6 gr probiótico.

Hay que señalar que el tratamiento testigo fue el que demostró ligeramente una mayor digestibilidad de la proteína, pues fue el que obtuvo mayor coeficiente (T1= 0,875). En relación a la digestibilidad de grasa de las dietas en ovinos evaluadas en el presente estudio, no se halló diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos (ver figura 6); ni se aprecia mayor diferencia entre los coeficientes aportados por el ST en T3 y T4. Los resultados pueden estar presentándose en relación a que la base de las cuatro dietas es el King Grass, material vegetal que contiene un alto nivel de digestibilidad de grasa a una menor altura de cosecha, pues a mayor altura esta variable disminuye (Elizondo, 2017).

Figura 6. Cod promedio de grasa por tratamiento



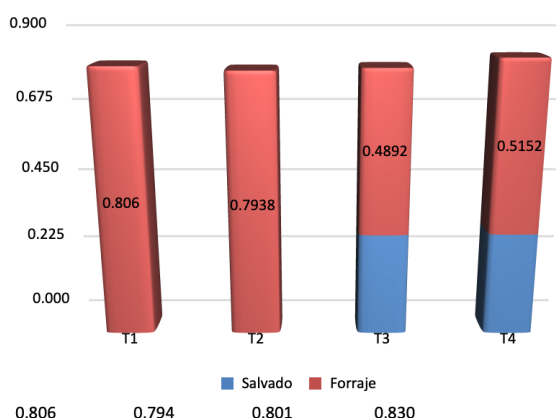
Nota. T1= EK; T2= EK + 6 gr probiótico; T3= EK + 200 gr de ST; T4= EK + 200gr ST + 6 gr probiótico.

Cabe mencionar que el T2 fue el tratamiento que mayor Cod de grasa demostró (T2=0,895). No se identificaron diferencias significativas en la digestibilidad de la fibra entre los tratamientos por parte de los rumiantes analizados en este estudio, pese a que el T2 tuvo un comportamiento menor 0,80 (ver figura 7). Además, el salvado aportó 0,313 en promedio en los resultados totales de digestibilidad de la fibra en los tratamientos T3 y T4. Estos porcentajes de digestibilidad de fibra son similares a los registrados en ovinos alimentados con *B. decumbens*, harina de casco de vaca al 1% o superior del peso vivo del rumiante (Celeita y Peralta, 2015).

La dieta con adición de salvado y probiótico (T4) fue el tratamiento que expresó un mejor comportamiento en cuanto a digestibilidad de fibra, alcanzando un coeficiente de 0.83. Lo anterior demuestra que se pueden sustituir ingredientes de la dieta por el uso de algún probiótico para mejorar la digestibilidad. Lo que coincide con un estudio hecho por Martínez (2013), donde el consumo de MS fue significativamente más alto ($p < 0,05$) en los animales que recibieron el probiótico en comparación con aquellos alimentados sin el aditivo (484 vs. 445 g/d). Esta diferencia de 39 g representa una ventaja relativa del 9% a favor del tratamiento con probiótico. Aunque los corderos suple-

mentados con probiótico consumieron 5 g menos de MS en forma de concentrado (196 vs. 201 g/d), ingirieron 44 g más en forma de forraje henificado (288 vs. 244 g/d), resultando en una mayor proporción ($p < 0,05$) de la MS total consumida en forma de forraje (59,42 vs. 54,77%) en comparación con el grupo control sin probiótico. La diferencia entre los tratamientos en el consumo diario de MS en forma de forraje como porcentaje del peso vivo favoreció al grupo que recibió probiótico, con un margen significativo de 0,33 puntos porcentuales (2,37 vs. 2,04; $p < 0,05$).

Figura 7. Cod promedio de fibra cruda por tratamiento



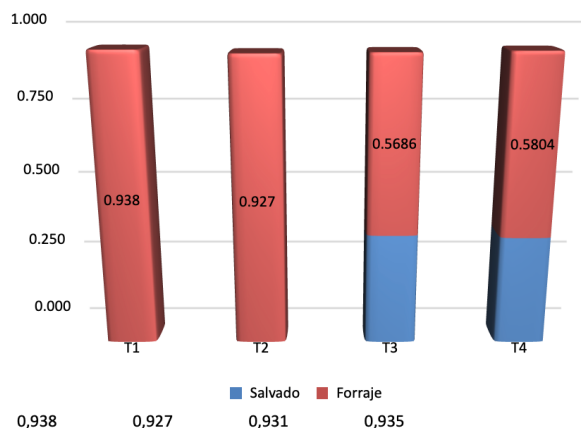
Nota. T1= EK; T2= EK + 6 gr probiótico; T3= EK + 200 gr de ST; T4= EK + 200 gr ST + 6 gr probiótico.

Es importante destacar que estos resultados, de acuerdo a los hallazgos de Chacón y Vargas (2009), pueden variar de acuerdo al tamaño del corte del King Grass para alimentar las ovejas, puesto que la edad a la que es cortado influye significativamente en el comportamiento de la fracción fibrosa, por lo que es recomendable tener en cuenta la edad de corte en caso de querer obtener mayor o menor digestibilidad de fibra en el ovino.

La figura 8 permite evidenciar que no se encontró diferencia significativa entre las dietas en estudio en materia de Cod del ENN, dejando ver que todos los tratamientos se comportaron muy similar en

cuanto a la digestión de ENN; incluso, tal comportamiento se vio reflejado en el aporte del salvado en T3 y T4. Vale la pena señalar que el tratamiento con sólo ensilaje fue el que estuvo ligeramente por encima de las demás dietas en cuanto a la digestibilidad de ENN.

Figura 8. Cod promedio de ENN por tratamiento



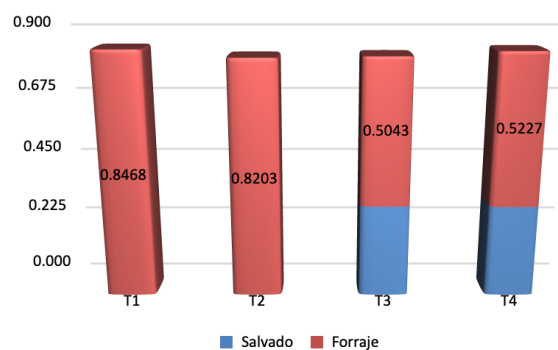
Nota. T1= EK; T2= EK +6 gr probiótico; T3= EK +200 gr de ST; T4= EK+200 gr ST +6 gr probiótico.

Estos resultados a pesar de no hallar diferencia significativa en apropiación digestiva del ENN en rumiantes en las diferentes dietas experimentales con King Grass y Gliricidia, si se observó coeficiente del ENN alto, ya que estuvo por encima del 92%. De igual forma, los Cod de FDN por tratamiento evidenciaron comportamiento sin diferencia significativa, tanto en los resultados totales en todas las dietas, como en el salvado en T3 y T4 (ver figura 9).

Así mismo, el T1 y el T4 expresaron un comportamiento ligeramente mayor a las otras dietas, demostrando mayor digestibilidad de FDN en los ovinos que los consumieron. Otros estudios como el de Tebot (2008), quien alimentó ovinos con avena en dos estados vegetativos y suplementados con cebada, no observó diferencias en la digestibilidad de la FDA y FDN, debido a la inclusión del suplemento cuando los animales consumían pasturas en un estado vegetativo tardío. Sin embargo, encontró una menor digestibilidad de la FDN en

los animales suplementados que consumían pasturas en un estado vegetativo más temprano. Estos efectos negativos de la suplementación, tanto en el consumo como en la digestibilidad, suelen deberse a alteraciones en el pH ruminal, lo que provoca desequilibrios en la población microbiana del rumen, incrementando la flora amilolítica y reduciendo la población de bacterias celulolíticas.

Figura 9. Cod promedio de FDN por tratamiento



Nota. T1= EK; T2= EK +6 gr probiótico; T3= EK +200 gr de ST; T4= EK+200 gr ST +6gr probiótico.

Estos resultados son concordantes con los hallazgos de Chacón y Vargas (2009), quienes encontraron un FDN cercano al 90% en brotes de King Grass jóvenes, pero este valor fue decreciendo con el paso del tiempo.

Para determinar el valor nutritivo de los tratamientos suministrados, se observa los nutrientes digestibles totales (NTD) obtenidos en laboratorio. Estos indican que todos los tratamientos tuvieron un comportamiento similar, con registros alrededor del 64%, sin que demostraran diferencia significativa, siendo ligeramente más bajo en el T3, y ligeramente más alto el T2 (ver tabla 3).

Tabla 3. Análisis de NDT, ED y EM en ovinos alimentados con cuatro dietas diferentes

Parámetro	T1	T2	T3	T4	Sig.
Nutrientes digestibles totales	64,79 ^a	63,97 ^a	64,28 ^a	64,92 ^a	,243 ^a
Energía digestible	2,85 ^a	2,81 ^a	2,83 ^a	2,86 ^a	,237 ^a
Energía metabolizable	2,46 ^a	2,43 ^a	2,44 ^a	2,47 ^a	,224 ^a

Nota. T1= EK; T2= EK + 6 gr probiótico; T3= EK + 200 gr de ST; T4= EK + 200 gr ST + 6 gr probiótico. a= grupo a; b= grupo b. Sig.= Nivel de significancia en el grupo.

El porcentaje de NTD alcanzado en los tratamientos en estudio concuerdan con los registrados por Celeita y Peralta (2015), quienes alimentaron a ovinos con varias dietas, aunque sólo aplica para los hallazgos en dietas de *B. decumbens* con harina de casco de vaca al 1% o superior del peso vivo del rumiante (T3 y T4 de ese estudio).

En la misma tabla se puede identificar que tampoco se halló diferencia entre tratamientos en cuanto a la ED, que estuvo en promedio en 2.84, y EM, que se expresó en promedio en 2.45; siendo el T4 la dieta que tuvo mayor expresión de los dos tipos de energía. Estos niveles bajos de energía son relacionados por Díaz et al. (2020) al bajo contenido de proteína cruda del material vegetal, lo que conlleva a una reducida fermentación ruminal de la materia orgánica, a ello se suma el alto contenido de FDN (>82%), rico en silicatos producto de la madurez de la pastura, lo cual impacta de forma negativa sobre el contenido de ED y EM en los pastos tropicales.

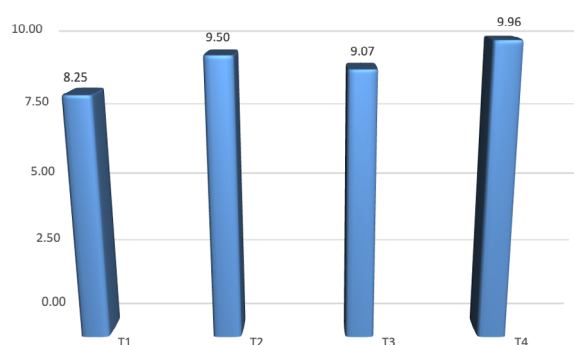
CA con base en los consumos de MS

Los anteriores resultados se encuentran entre los valores típicos de la utilización del nitrógeno en rumiantes, la eficiencia de nitrógeno en rumiantes es muy baja, pudiéndose situar entre el 10% y el 40%. En relación con el uso de probióticos se ha documentado su efecto benéfico evaluando su impacto con relación a la disminución de metano

ruminal por las bacterias lácticas, además de tener un efecto fibrolítico y funcional, inhibiendo el crecimiento de bacterias patógenas (Galina et al., 2009).

De acuerdo a los datos de la figura 10, para producir 1 kg de carne ovina se requieren 8.25 kg de MS en el tratamiento testigo, siendo este el que posee menor requerimiento. Además el tratamiento T4 demostró ser menos eficiente, pues requiere mayor peso de MS para producir el mismo kilo de carne (9.96 kg).

Figura 10. CA por tratamiento



Nota. T1= EK; T2= EK + 6 gr probiótico; T3= EK + 200 gr de ST; T4= EK + 200 gr ST + 6 gr probiótico.

Estos resultados indican que las dietas con suplementos (salvado y/o probiótico) requieren del uso de una mayor proporción de porción de alimento en los ovinos. Debido al escaso valor nutricional de los forrajes, estos rumiantes requieren de una cantidad alta de alimento para producir un kilo de masa corporal. En este sentido, las conversiones alimenticias de las cuatro variables reportaron valores similares, lo que concuerda con el estudio hecho por Vázquez et al. (2012), que alimentando *ad libitum* corderos de la raza Pelibuey con dietas altas en grano y con la inclusión de un cultivo de levadura en dos niveles (0.125 y 0.250 kg de *S. cerevisiae*), sin encontrar diferencias significativas en ganancia diaria de peso (290 vs 300 g/día).

Hay que tener en cuenta que la nutrición debe administrarse para apoyar una salud óptima, ser eficiente y económica, y debe minimizar el potencial de problemas relacionados con la nutrición (Carmargo, 2018). En este sentido, los resultados en el presente estudio muestran que el tratamiento que expresó mejor comportamiento de digestibilidad *in vivo* es el ensilaje de King Grass, aunque los suplementos en estudio no demostraron diferencias significativas en la mayoría de variables analizadas, con excepción de la excreción de materia fresca, donde el T1 fue superior.

Conclusiones y Recomendaciones

Con relación a la digestibilidad *in vivo* de la materia seca, proteína, fibra cruda, grasa, extracto no nitrogenado, fibra detergente neutra, los cuatro tratamientos en este estudio no mostraron diferencia estadísticamente significativa en sus componentes, con excepción del tratamiento con sólo ensilaje de King Grass, que fue muy superior en la excreción de materia fresca.

Así mismo, no se halló diferencia significativa en los coeficientes de digestibilidad en materia seca, fibra cruda, extracto no nitrogenado, fibra detergente neutra, ni tampoco en los nutrientes digestibles totales, energía digestible y energía metabolizable, lo cual indica que utilizar el salvado de trigo y/o el probiótico como suplemento para la nutrición de rumiantes como los ovinos se deduce que no representa una mayor ventaja.

Los anteriores resultados fueron confirmados al estimar la conversión y eficiencia alimenticia, con base en los consumos de materia seca, donde, a pesar que no se hallaron diferencias significativas entre los tratamientos, el T1 demostró mejores resultados.

Por lo tanto, se concluye que al determinar la digestibilidad *in vivo* en ovinos alimentados con ensilaje de King Grass (*Pennisetum purpureum*), como dieta base, adicionando salvado de trigo y un probiótico (*Saccharomyces cerevisiae*), los

tratamientos demostraron ser similares, observando que la conversión y eficiencia alimenticia en el testigo representó mejor desempeño.

Se recomienda en estas condiciones productivas, suministrar a los ovinos criollos una dieta basada con ensilaje de King Grass, ya que es suficiente para sus necesidades. No es necesario suministrar salvado de trigo y adicionar *Saccharomyces cerevisiae*, puesto que esto generaría mayores costos al productor que vería reducido su margen de ganancia. Es importante señalar que la alimentación con una especie leguminosa de buena palatabilidad, tiene un buen consumo por parte del animal porque su contenido de proteína y energía es mayor y por tanto con un mejor aprovechamiento por la especie animal para que lo transforme mediante su metabolismo a producción de carne.

Referencias

1. Abd El-Ghani, A. A. (2004). Influence of diet supplementation with yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) on performance of Zairaibi goats. *Small ruminant research*, 52(3), 223-229. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2003.06.002>
2. Araiza-Rosales, E., Delgado-Licon, E., Carrete-Carreón, O., Medrano-Roldán, H., Solís-Soto, A., Murillo-Ortiz, M. y Haubi-Segura, C. (2013). Degradabilidad ruminal *in situ* y digestibilidad *in vitro* de diferentes formulaciones de ensilados de maíz-manzana adicionados con melaza. *Avances en Investigación Agropecuaria*, 17(2), 79-96. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=83726339007>
3. Avendaño R. J., Fernández, F. M., Ovalle, M. C. y Blu, F. L. (2004). Ovinos alimentados con raciones que incluyen tagasaste (*Chamaecytisus proliferus* subsp. *palmensis*) en reemplazo de heno de alfalfa. II. Digestibilidad y

- consumo de nutrientes. *Agricultura Técnica*, 64(3), 271-279. <https://dx.doi.org/10.4067/S0365-28072004000300007>
4. Camargo, B. D. (2018). Suplementación estratégica para mejorar la producción de ovejas en el trópico bajo colombiano. Información disponible en: <https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1359&context=zootecnia>
 5. Celeita-Hernández, V. A. y Peralta-Galán, Y. E. (2015). Digestibilidad in vivo de la harina de casco de vaca (*Bauhinia variegata*) con diferentes niveles de suplementación en ovinos de ceba. [Trabajo de grado, Universidad de los Llanos]. Repositorio digital Universidad de los Llanos. <https://repositorio.unillanos.edu.co/handle/001/371>
 6. Chacón-Hernández, P. A. y Vargas-Rodríguez, C. F. (2009). Digestibilidad y calidad del *Pennisetum purpureum* cv. King Grass a tres edades de rebrote. *Agronomía Mesoamericana*, 20(2), 399-408. <https://www.redalyc.org/pdf/437/43713059020.pdf>
 7. Chaquilla-Quilca, G., Balandrán-Quintana, R., Mendoza-Wilson, A. y Mercado-Ruiz, J. (2018). Propiedades y posibles aplicaciones de las proteínas del salvado de trigo. *CienciaUAT*, 12(2), 137-147. <https://www.redalyc.org/journal/4419/441955208011/html/>
 8. Díaz-Céspedes, M. A., Hernández-Guevara, J. E. y Gómez-Bravo, C. A. (2020). Impacto del régimen pluvial en la composición química, digestibilidad y producción de metano de *Echinochloa polystachya* (Kunth) Hitch. *Scientia Agropecuaria*, 11(2): 147-155. <http://dx.doi.org/10.17268/sci.agropecu.2020.02.01>
 9. Elizondo-Salazar, J. A. (2020). Estimación del suministro de proteína metabolizable en una ración para ganado de leche. *Nutrición Animal Tropical*, 14(2), 85-100. <https://doi.org/10.15517/nat.v14i2.44256>
 10. Elizondo-Salazar, J. A. (2017). Biomass yield and nutritional quality of three forages harvested at two cutting height. *Agronomía Mesoamericana*, 28(2), 329-340. <https://dx.doi.org/10.15517/ma.v28i2.23418>
 11. El-Waziry, A. M. y Ibrahim, H. R. (2007). Effect of *Saccharomyces cerevisiae* of yeast on fiber digestion sheep fed berseem (*trifolium alexandrinum*) hay and cellulose activity. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 1, 379-385. https://www.researchgate.net/publication/228474878_Effect_of_Saccharomyces_cerevisiae_of_Yeast_on_Fiber_Digestion_in_Sheep_Fed_Berseem_Trifolium_alexandrinum_Hay_and_Cellulase_Activity
 12. Haddad, S. G., y Goussous, S. N. (2005). Effect of yeast culture supplementation on nutrient intake, digestibility and growth performance of Awassi lambs. *Animal Feed Science and Technology*, 118(3-4), 343-348. <https://doi.org/10.1016/j.anifeeds-ci.2004.10.003>
 13. Galina, M. A., Ortiz-Rubio M. A., Mondragón, F., Delgado-Pertíñez, M. y Elías, A. (2009). Rendimiento de terneros alimentados con silo de maíz o láctico con un promotor de la fermentación ruminal. *Archivos de zootecnia*, 58(223), 383-393. Disponible en: http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-05922009000300007&lng=es

14. Godoy, P. D., Daza, L. R., Fernández, C. L., Layza, M. A., Roque, A. R., Hidalgo, L. V., Gamarra, C. S. y & Gómez, B. C. (2020). Caracterización del valor nutricional de los residuos agroindustriales para la alimentación de ganado vacuno en la región de San Martín, Perú. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 21(2), e1374. https://doi.org/10.21930/rcta.vol21_num2_art:1374
15. Haureccallo, M. J. C. (2017). *Efecto del nivel de consumo sobre la digestibilidad y valor energético de concentrado fibroso en llamas y alpacas* [Trabajo de grado, Universidad Nacional del Altiplano]. Repositorio digital Universidad Nacional del Altiplano. <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/5574>
16. IDEAM. (08 de febrero de 2024). Clima: Climatografía de las principales ciudades. <https://bart.ideam.gov.co/>
17. Krehbiel, C. R. (2014). Invited Review: Applied nutrition of ruminants: Fermentation and digestive physiology. *The Professional Animal Scientist*, 30(2), 129-139. [https://doi.org/10.15232/S1080-7446\(15\)30100-5](https://doi.org/10.15232/S1080-7446(15)30100-5)
18. Krehbiel, C. R., Rust, S. R., Zhang, G. y Gilliland, S. E. (2003). Bacterial direct-fed microbials in ruminant diets: Performance response and mode of action. *Journal of Animal Science*, 81(14_suppl_2), E120-E132. https://doi.org/10.2527/2003.8114_suppl_2E120x
19. Maccari, M. (2006). Consumo e ganho de peso de novilhos de corte mantidos em pastagem de aveia preta (*Avena strigosa* Schreb) e azevém (*Lolium multiflorum* Lam.) recebendo diferentes tipos de suplemento. [Dissertay Mestrado, Universidade Federal de Santa Maria]. Repositorio digital Universidade Federal de Santa Maria. <http://repositorio.ufsm.br/handle/1/10720>
20. Martínez-Loarte, E. (2013). *Consumo y digestibilidad de una dieta para corderos basada en henos de gramíneas tropicales y de *Hyparrhenia rufa* con un prebiótico aportador de *Bacillus subtilis* y *Bacillus licheniformis**. [Tesis de maestría, Universidad de Puerto Rico]. Repositorio digital Universidad de Puerto Rico. <https://scholar.uprm.edu/entities/publication/aeede488-2330-4912-9cd6-12cb9704733d>
21. Mawati, S., Soedarsono, S. y Purnomoadi, A. (2013). The Effects of Different Energy and Protein Ratio to Sheep's Nutrient Intake and Digestibility. *International Journal of Science and Engineering*, 4(2), 75-79. <https://doi.org/10.12777/ijse.4.2.75-79>
22. Medina, R. y Sánchez, A. (2006). Efecto de la suplementación con follaje de *Leucaena leucocephala* sobre la ganancia de peso de ovinos desparasitados y no desparasitados contra estrongilidos digestivos. *Zootecnia Tropical*, 24(1), 55-68. https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-72692006000100005&lng=es&tIng=es
23. Mohamed, M. I., Maareck, Y. A., Abdel-Magid, S. S. y Awadalla, I. M. (2009). Feed intake, digestibility, rumen fermentation and growth performance of camel fed diets supplemented with a yeast culture or zinc bacitracin. *Animal feed science and technology*, 149(3-4), 341-345. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2008.07.002>
24. Paryad, A. y Rashidi, M. (2009). Effect of yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) on apparent digestibility and nitrogen retention of Tomato Pomace in sheep. *Pakistan Journal of Nutrition*, 8(3), 273-278. <https://doi.org/10.3923/pjn.2009.273.278>

25. Pond, W. G. y Church, D. C. (1994). Fundamentos de nutrición y alimentación de animales. Noriega Editores, Editorial Limusa.
26. Sánchez-Santillán, P. y Cobos-Peralta, M. A. (2016). Producción in vitro de ácidos grasos volátiles de bacterias celulolíticas reactivadas y bacterias ruminales totales en sustratos celulósicos. *Agrociencia*, 50(5), 565-574. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-31952016000500565&lng=es&tlng=es.
27. Shija, D. S., Mtenga, L. A., Kimambo, A. E., Laswai, G. H., Mushi, D. E., Mgheni, D. M., Mwilawa, A. J., Shirima, E. J. y Safari JG. (2013) Preliminary evaluation of slaughter value and carcass composition of indigenous sheep and goats from traditional production system in Tanzania. *Asian-Australasian journal of animal sciences*, 26(1), 143-50. <https://doi.org/10.5713/ajas.2012.12431>
28. Stritzler, N. P. y Rabotnikof, C. (2019). Nutrición y alimentación de rumiantes en la Región Semiárida Central argentina. EdUNL-Pam. <https://repo.unlpam.edu.ar/handle/unlpam/7225>
29. Tebot, L. I. (2008). Efecto de los suplementos ricos en energía sobre la función ruminal y el metabolismo del nitrógeno en ovinos alimentados con forraje fresco. [Tesis de maestría, Universidad de la República]. Repositorio digital Universidad de la República. <https://bibliotecadigital.fvet.edu.uy/bitstream/handle/123456789/2676/FV-28842.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
30. Whitley, N. C., Cazac, D., Rude, B. J., Jackson-O'Brien, D. y Parveen, S. (2009). Use of commercial Probiotics supplement in meat goat. *Journal Animal Science*, 87(2), 723-728. <https://doi.org/10.2527/jas.2008-1031>
31. Valencia-Trujillo, L., Restrepo-Paredes, J., Cerón-Hernández, D. E. y Herrera-García, W. F. (2010). Determinación de la digestibilidad in vivo en ovinos utilizando dietas a base de forrajes tropicales. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, 1(1): 25-29. <https://doi.org/10.22490/21456453.892>
32. Vázquez-Mendoza, P., Castelán-Ortega, O. A., García-Martínez, A. y Avilés-Nova, F. (2012). Uso de bloques nutricionales como complemento para ovinos en el trópico seco del altiplano central de México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 15(1), 87-96. <https://www.redalyc.org/pdf/939/93924483008.pdf>
33. Wang, R. J., He, S. C., Huang, D., Wu, D. W., He, S. Y., Guo, T. Q., Chen, C. G. y Mao, H. M. (2022). Effects of king grass and rice straw hay on apparent digestibility and ruminal microorganisms of buffalo. *Animal Biotechnology*, 34(4), 1514-1523. <https://doi.org/10.1080/10495398.2022.2036748>