








## ANÁLISIS DE LA COMPOSICIÓN QUÍMICA Y FERMENTACIÓN RUMINAL IN VITRO DE ALIMENTOS FIBROSOS EN GANADO OVINO

### ANALYSIS OF THE CHEMICAL COMPOSITION AND IN VITRO RUMEN FERMENTATION OF FIBROUS FEEDS IN SHEEP

	<sup>1</sup> Andrés Haro Haro*	andresharo86@hotmail.com
	<sup>1</sup> Diego Rodríguez Saldaña	diego.rodriguez@ucuenca.edu.ec
	<sup>3</sup> Andrés Jacome Aucay	santiago.jacome@ucuenca.edu.ec
	<sup>3</sup> Andrea Vintimilla Rojas	andrea.vintimillar@ucuenca.edu.ec
	<sup>3</sup> Marco Picón Saavedra	marco.picon@ucuenca.edu.ec
	<sup>2</sup> Alex Villafuerte	andresharo86@hotmail.com
	<sup>3</sup> María José Andrade Rojas	andresharo86@hotmail.com

<sup>1</sup> Universidad de Cuenca, Facultad de Ciencia Agropecuarias, Departamento de Veterinaria, Cuenca, Ecuador.

<sup>2</sup> Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Facultad de Ciencias Pecuarias, Departamento de Veterinaria, Riobamba, Ecuador.

<sup>3</sup> Departamento del Conocimiento Ganadero, Consultora independiente Milk and Meat, Riobamba, Ecuador.

**E-mail:** \* andresharo86@hotmail.com

#### RESUMEN

La alimentación de los ovinos en el Ecuador, corresponde a una base forrajera variable en sistemas de producción alto andino e intensivo, entre las más comunes destacan los tamos de cereales y henos de praderas. El aprovechamiento de estas bases forrajeras depende de su digestibilidad y valor nutritivo, por lo tanto, el objetivo de este estudio fue analizar el valor nutritivo de alimentos fibrosos representativos en la alimentación del ganado ovino. Mediante técnicas in vitro se fermentaron en líquido ruminal cinco muestras de alimentos forrajeros, tamos de cebada y trigo como alimentos de uso común en el alto andino y tres henos de triticale, alfalfa y ray grass como alimentos de uso común en sistemas intensivos. Los tamos de trigo y cebada tienen un contenido en FND, FAD y LAD mayor que los henos de triticale, alfalfa y ray grass ( $P < 0,001$ ). Por otra parte, las concentraciones de proteína bruta de los tamos de trigo y cebada muestran menores porcentajes a diferencia de mayores concentraciones de proteína bruta de los henos de alfalfa, triticale y ray grass ( $P < 0,001$ ), además, la degradabilidad efectiva de la materia seca fue mayor ( $P < 0,001$ ) en los henos de alfalfa que los tamos, mientras que los henos de triticale y ray grass presentaron valores intermedios y mayores que los tamos. Por lo tanto, la composición química de los alimentos fibrosos fue variable por la diferencia de producción.

La inclusión de tamos se puede utilizar a modo complementario de fibra en las dietas para el ganado ovinos. Se recomienda el uso de henos de fuentes forrajeras o prados como alimentos completos en la alimentación de esta especie.

**Palabras clave:** *Ganado ovino, fermentación in vitro, forrajes, henos.*

#### ABSTRACT:

The feeding of sheep in Ecuador is based on forages, on high Andean and intensive production systems. The most common forages are cereal harvest residues and meadow hays. The use of forages depends on their digestibility and nutritional value; therefore, the objective of this study was to analyze the nutritional value of fibrous feed for sheep. Using in vitro techniques, 5 samples of forage feeds, barley and wheat straws and three triticale, alfalfa and ryegrass hays were fermented in ruminal fluid as feeds commonly used in this species. Wheat and barley hays have a higher FND, FAD and LAD content than triticale, alfalfa and ray-grass hays ( $P < 0.001$ ). On the other hand, the crude protein concentrations of the wheat and barley stalks show lower percentages, unlike the higher crude protein concentrations of the alfalfa, triticale

and ray-grass hays ( $P < 0.001$ ), in addition, the effective degradability of dry matter was higher ( $P < 0.001$ ) in alfalfa hay than chaff, while triticale and ray-grass hay presented intermediate and higher values than chaff. Therefore, the chemical composition of fibrous feeds was variable due to the difference in production. The inclusion of chaff can be used as a supplementary fiber in diets for sheep. The use of hay from forage sources or pastures is recommended as complete feed for this species.

**Keywords:** sheep, in vitro fermentation, forage, hay

## 1. INTRODUCCIÓN

La producción de forrajes para la alimentación del ganado ovino en el Ecuador es poco variable, a diferencia de la producción forrajera para el ganado bovino con amplia variedad [1, 2]. La alimentación de los ovinos en el país, corresponde a una base forrajera en su totalidad, además, de existir dos sistemas marcados de producción, el sistema alto andino representado por granjas familiares que pastorean a los animales sobre los 3000 msnsm con pastos con calidad nutricional pobre como pajas nativas, kikuyo (*Pennisetum clandestinum*), pasto de terciopelo (*Holcus lanatus*) y en abundancia los residuos de la cosecha de cereales, entre los populares los tamos de trigo y cebada [2, 3, 4]. Por otro lado, el sistema intensivo por estabulación y posible pastoreo rotativos y alimentación con pastos de calidad como henos de alfalfa, triticale y ray grass, cultivos específicos que se adaptan a zonas altas entre los 2200 hasta los 3000 msnm [2, 5].

Por otro lado, los rumiantes se distinguen del resto de los animales por la adaptación morfofisiológica de la parte anterior de su estómago [6]. Esta peculiaridad les permite convertir alimentos fibrosos en nutrientes de calidad para los animales, como la proteína microbiana y los ácidos grasos volátiles [7, 8]. El estudio de la fermentación y degradación de los alimentos en el rumen obliga a contemplar diferentes aspectos que pueden intervenir en ello. Sugiere plantearse aspectos como el nivel de producción, el nivel de ingesta de materia seca (MS) y su efecto sobre la velocidad de tránsito ruminal y síntesis de proteína microbiana de alimentos forrajeros utilizados como base alimenticia en el ganado ovino [8, 9].

Los estudios en la nutrición del ganado ovino en el Ecuador se dirigen a conformar dietas que maximicen la producción de proteína microbiana en el rumen y el máximo aprovechamiento de la fibra, ya que reducen la necesidad de suplementar la alimentación animal

con fuentes de proteínas no degradables en el rumen y contribuir a la salud ruminal [6, 10]. Por lo tanto, el objetivo de este trabajo fue analizar, mediante técnicas in vitro, el valor nutritivo de alimentos fibrosos representativos en la alimentación del ganado ovino en el Ecuador.

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

*Animales, Materias primas y Procedimientos Experimentales*

Se utilizaron cuatro ovejas adultas ( $67 \text{ kg} \pm 2,30 \text{ kg}$  PV) provistas de una cánula ruminal permanente. Las ovejas fueron alimentadas con una dieta mixta de heno de gramíneas y un concentrado comercial a nivel de mantenimiento de energía [11] distribuidos en dos comidas iguales. Todos los procedimientos con animales se realizaron de acuerdo con las directrices ecuatorianas para la protección de animales de experimentación, de acuerdo con la legislación y los procedimientos experimentales aprobados por el Comité de Ética en Experimentación Animal de la Republica del Ecuador.

Se utilizaron cinco alimentos fibrosos de mayor importancia en la alimentación del ganado ovino en el Ecuador, como sustrato para la prueba de fermentación in vitro, dos muestras de tamos de cebada y trigo como alimentos de uso común en el alto andino y tres henos de triticale, alfalfa y ray grass como alimentos comunes en la alimentación del ovino en sistemas de mayor tecnificación productiva. Los contenidos de MS, ceniza, nitrógeno y éter se determinaron de acuerdo a las normas de la AOAC [12]. El contenido de materia orgánica (MO) se calculó como 100 menos el contenido de cenizas. Los análisis de fibra neutro detergente (FND), fibra ácido detergente (FAD) y lignina ácido detergente (LAD) se realizaron según lo descrito por Van Soest, Robertson y Lewis [13].

Las muestras fibrosas fueron molidas a 1 mm y se adicionaron 200 mg de muestra en viales de cristal de 60 ml de capacidad y se fermentaron in vitro con fluido ruminal en solución tampón. El contenido ruminal de cada oveja se mezcló con una solución tampón de Goering y Van Soest [14] en proporción 1:4 (vol/vol) a  $39^\circ\text{C}$ . Se adiciono 50 ml de contenido ruminal tamponado en los viales más las muestras. Los frascos se sellaron con tapones de goma y cápsulas de aluminio y se incubaron a  $39^\circ\text{C}$ . La producción de gas se midió con un transductor de presión (Delta Ohm DTP704-2BGI, Herter Instruments SL, Barcelona, España) en intervalos de tiempo de 3, 6, 9, 12, 21, 25, 30, 35, 48, 60,

72, 96, 120 y 144 h. Después de 144 h de incubación, se obtuvo el residuo y se secó a 50 °C por 48 h y se calculó la degradabilidad del sustrato.

### Cálculos y análisis estadísticos

Para estimar los parámetros cinéticos de fermentación, los datos de producción de gas se ajustaron utilizando el modelo exponencial:  $Y = PP (1 - e^{-c(t - \text{Lag})})$ , en el que  $c$  representa el ritmo fraccional de producción de gas,  $PP$  su producción potencial,  $\text{Lag}$  es el tiempo necesario para que comience la producción de gas y  $t$  es el tiempo de medida. El ajuste de los datos se realizó por el procedimiento NLIN del paquete estadístico SAS (SAS Inst. Inc., Cary, NC, EEUU). El ritmo medio de producción de gas ( $\text{RM}$ ; ml/h) se definió como el ritmo de producción de gas entre el inicio de la incubación y el tiempo al que se alcanzó el 50% de la producción potencial de gas y se calculó según la siguiente fórmula:  $\text{RM} = (PP \cdot c) / 2 [\ln(2) + (c \cdot \text{Lag})]$ . La degradabilidad efectiva de la materia seca ( $\text{DEMS}$ ) se calculó como:  $\text{DEMS} = (\text{DMS}_{96} \cdot c) / (c + kp)$  e  $(-c \cdot \text{Lag})$  para valores de  $kp$  (ritmo de paso a través del rumen) de 5%. Estos valores corresponden a ritmos de paso en animales en mantenimiento y en un nivel medio de producción, respectivamente. Los datos se analizaron con un ANOVA unidireccional utilizando el PROC GLM de SAS [16], seguido de la prueba de Tukey. Se declaró significación a  $P < 0,05$ , mientras que los valores de  $P < 0,10$  se consideraron como una tendencia.

## 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La composición química del tamo de cebada, tamo de trigo y henos de triticale, alfalfa y ray grass se muestra en la Tabla 1. Por un lado, los tamos de trigo y cebada tienen un contenido en FND, FAD y LAD mayor (valor promedio: 72,5, 42,6 y 6,3 %, respectivamente) que los henos de triticale, alfalfa y ray grass (valor promedio: 54,5, 31,5 y 5,4%, respectivamente). Por otra parte, las concentraciones de proteína bruta de los tamos de trigo y cebada muestran menores porcentajes (valor promedio: 4,0 %) a diferencia de mayores concentraciones de proteína bruta de los henos de alfalfa, triticale y ray grass (19, 10 y 9,0 %, respectivamente), todos los valores estuvieron dentro del rango los valores medios utilizados en la alimentación del ganado ovino [2, 4, 17], pero estos valores pueden variar por las condiciones geográficas del Ecuador, que se encuentran en función del abonado, la climatología y pisos altitudinales donde son cultivados [17]; es importante señalar que la franja andina y agrícola de mayor producción de estos alimentos fibrosos van desde los 2200 msnm hasta

los 3600 msnm y algunos de los casos sobre la franja agrícola más de los 3600 msnm [2, 4, 17].

**Tabla 1.** Composición química de las materias primas

Ítem <sup>1</sup>	Materia orgánica, %	Proteína bruta, %	FND, %	FAD, %	LAD, %	Extracto etéreo, %
Tamo de cebada	80,7	2,70	71,3	40,4	6,42	1,79
Tamo de trigo	90,8	5,24	73,6	44,8	6,08	1,37
Heno alfalfa	88,6	18,9	43,3	31,7	7,03	2,56
Heno triticale	91,4	9,58	58,7	31,5	3,74	2,38
Heno ray grass	92,6	9,44	61,6	31,4	5,33	2,18

<sup>1</sup>FND: fibra neutro detergente; FAD: fibra ácido detergente; LAD: lignina ácido detergente

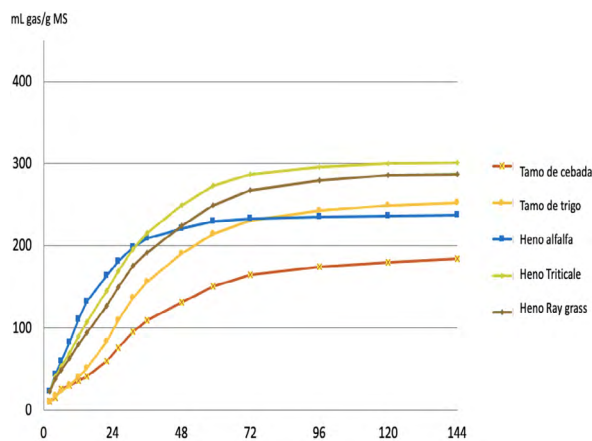
Los parámetros de la cinética de producción de gas de los alimentos fibrosos se muestran en la tabla 2 y las curvas de la producción de gas en la figura 1. Los henos de triticale y ray grass tuvieron una mayor producción potencial de gas ( $P < 0,001$ ) que los dos henos de alfalfa y los tamos de trigo y cebada, pero un ritmo fraccional de producción de gas menor ( $P < 0,001$ ) que los dos henos de alfalfa. Por el contrario, el tiempo hasta que empieza la producción de gas fue menor ( $P < 0,05$ ) para los henos de alfalfa, triticale y ray grass con respecto a los tamos de trigo y cebada, lo que indicaría que la degradación ruminal de todos los henos se inició más rápido que los tamos, este hecho se puede observar en las curvas de producción de gas en la figura 1.

**Tabla 2.** Parámetros de la cinética de producción de gas de las materias

Materia prima	PP <sup>1</sup> (ml/g MS)	$c$ (%/h)	Lag (h)	RM (ml/l)	DEMS (%)
Tamo de cebada	198	2,40	2,62	3,09	12,1
Tamo de trigo	267	2,84	5,73	4,42	15,2
Heno alfalfa	238	5,56	0,61	9,13	31,3
Heno triticale	314	3,16	0,38	7,01	28,1
Heno ray grass	302	2,78	0,13	6,01	24,6
EEM <sup>2</sup>	6,671	0,071	0,760	0,162	2,001
P valor	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001

<sup>1</sup> PP: producción potencial de gas;  $c$ : ritmo fraccional de producción de gas. Lag: tiempo hasta que empieza la producción de gas; RM: ritmo medio de producción de gas; DEMS: Degradabilidad efectiva de la materia seca calculada para un ritmo de paso del 5%. <sup>2</sup> EEM: Error estándar de la media.

Además, se puede observar que a partir de las 32 h el heno de triticale presentó una producción de gas similar a la de los henos de alfalfa (216 mL de gas/g de materia seca), asimismo, se puede observar que a partir de las 72 h el tamo de trigo presentó una producción de gas similar a la de los henos de alfalfa (233 mL de gas/g de materia seca). A partir de las 96 h los henos de ray grass y triticale superaron en producción de gas a los henos de alfalfa y los tamos. Los henos de alfalfa presentaron los valores más altos ( $P < 0,001$ ) para el ritmo medio de producción de gas, debido a su mayor ritmo de degradación, lo que coincide con los resultados de otros autores [18, 19] que observaron que las leguminosas se degradan más rápidamente que las gramíneas, conjuntamente, los forrajes más fibrosos se degradan menos que residuos de cosecha como los tamos de cereales. La degradabilidad efectiva (DEMS) calculada para un ritmo de paso del 5% fue mayor ( $P < 0,001$ ) en los henos de alfalfa que los tamos de trigo y cebada, mientras que los henos de triticale y ray grass presentaron valores intermedios y mayores que los tamos.



**Figura 1.** Cinética de producción de gas de los forrajes.

#### 4. CONCLUSIONES

La composición química de los alimentos fibrosos fue variable por la diferencia de producción, los tamos son residuos de cosecha y los forrajes son cultivos para la alimentación completa de los ovinos en el Ecuador. La inclusión de tamos o subproductos del cultivo de cereales como el trigo y cebada se pueden utilizar a modo complementario de fibra en las dietas para el ganado ovinos, por su bajo contenido nutricional y menor degradabilidad en rumen. Bajo las condiciones de este estudio se sugiere el uso de henos de fuentes forrajeras o prados como alimentos completos que cubrirían las necesidades de mantenimiento en esta especie.

#### 5. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- [1] Ruiz, J. L. V., & Codero-Ahiman, O. V. (2019). Ensilaje como fuente alterna de alimentación del ganado de bovino en la producción lechera. Revista Ecuatoriana de Ciencia Animal, 3(2), 129-162. <http://www.revistaecuatorianadecienciaanimal.com/index.php/RECA/article/view/125>
- [2] Sinchipa, O. A., Cárdenas, F. R., & Paspuel, C. F. R. (2023). Valor nutricional y producción de los principales cultivos forrajeros en el cantón Guaranda-Bolívar-Ecuador. Tesla Revista Científica, 3(2), e192-e192. <https://doi.org/10.55204/trc.v3i2.e192>
- [3] Aguilar Lopez, E. Y., Borquez Gastelum, J. L., Dominguez Vara, I. A., Morales Osorio, A. N. D. R. E. S., Gutierrez Martinez, M. D. G., Castelan Ortega, O. A., & Gonzalez Ronquillo, M. A. N. U. E. L. (2015). Composición química y producción de gas in vitro de variedades de triticale (X triticosecale Wittmack) y cebada (Hordeum vulgare) conservados mediante ensilaje y henificado. <http://hdl.handle.net/20.500.11799/49656>
- [4] León, R., Bonifaz, N., & Gutiérrez, F. (2018). Pastos y forrajes del Ecuador: siembra y producción de pasturas. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/19019>
- [5] Mestra, L. I., Santana, M. O., Mejia, L. J., Ortiz, C. R., & Paternina, S. E. (2020). Caracterización de sistemas de alimentación de ovinos en el departamento de Córdoba, Colombia. Archivos de zootecnia, 69(268), 432-443.
- [6] Haro, A. H., Rojas, M. J. A., & Suarez, A. (2022). Evidence-Based Ruminant Microbiota. Alimentos Ciencia e Ingeniería, 29(2), 21-30. <https://doi.org/10.31243/aci.v29i2.1839>
- [7] Dewhurst, R.J., Aston, K., Fisher, W.J., Evans, R.J., Dhanoa, M.S. & McAllan, A.B. (1999). Comparison of energy and protein sources offered at low levels in grass silage based diets for dairy cows. Anim. Sci. 68:789. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(00\)75049-1](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(00)75049-1)
- [8] Haro, A.N.; Carro, M.D.; De Evan, T.; González, J. (2020). Influence of feeding sunflower seed and meal protected against ruminal fermentation on ruminal fermentation, bacterial composition and in situ degradability in sheep. Ar Anim Nutr. 74(5): 380-396. <https://doi.org/10.1080/1745039X.2020.1756679>
- [9] Cui, X., Wang, Z., Fan, Q., Chang, S., Yan, T., & Hou, F. (2023). Ligularia virgaurea improved nutrient digestion, ruminal fermentation, and bacterial

- composition in Tibetan sheep grazing on the Qinghai-Tibetan plateau in winter. *Animal Feed Science and Technology*, 299, 115628. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2023.115628>
- [10] Beever, D. E., & Cottrill, B. R. (1994). Protein systems for feeding ruminant livestock: a European assessment. *Journal of Dairy science*, 77(7), 2031-2043. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(94\)77148-4](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(94)77148-4)
- [11] St-Pierre, N. R. (2003). Reassessment of biases in predicted nitrogen flows to the duodenum by NRC 2001. *Journal of Dairy Science*, 86(1), 344-350. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(03\)73612-1](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(03)73612-1)
- [12] Association of Official Analytical Chemists. (1999). *Official methods of analysis*, 16th edn. 5th rev. Gaithersburg, MD: Association of Official Analytical Chemists International.
- [13] Van Soest, P. J., Robertson, J. B., & Lewis, B. A. (1991). Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*, 74, 3583-3597. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(91\)78551-2](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(91)78551-2)
- [14] Goering, M. K., & Van Soest, P. J. (1970). Forage fiber analysis (apparatus, reagents, procedures and some applications). *Agricultural Handbook*, no. 379. Washington DC, USA: Agricultural Research Services, USDA.
- [15] Carro, M. D., & Ranilla, M. J. (2003). Effect of the addition of malate on in vitro rumen fermentation of cereal grains. *British Journal of Nutrition*, 89, 181-188. <https://doi.org/10.1079/BJN2002759>
- [16] SAS Institute Inc. (2012). *SAS/STAT® 12.2 User's guide*. Cary, NC, USA: SAS Inst Inc.
- [17] Deroche, B., Pradel, P., & Baumont, R. (2020). Long-term evolution and prediction of feed value for permanent mountain grassland hay: Analysis of a 32-year data set in relation to climate change. *Grass and Forage Science*, 75(1), 18-27. <https://doi.org/10.1111/gfs.12465>
- [18] Hofmann, R.R. (1993). Anatomía del conducto gastrointestinal. En: *El Rumiante. Fisiología Digestiva y de la Nutrición*. Church D.C. (ed.). Acribia, Zaragoza, España. p. 15-46.
- [19] Van Soest, P.J. (1994). *Nutritional Ecology of the Ruminant*. (2nd Ed). Diet quality and ungulate diversity. Cornstock Publishing 408 Associates, Cornell University Press. Ithaca. NY, EEUU. ISBN: 0-8014-2772-X

