DIGESTIBILIDAD IN VIVO SOBRE EL EFECTO DE FRECUENCIA DE CORTE DE MORINGA OLEIFERA EN CAPRINOS

Chávez-García, Debbie¹. Acosta-Lozano, Nestor². Andrade-Yucailla Verónica³
dchavez@upse.edu.ec¹, acoslon68@gmail.com², crisita_2725@hotmail.com³
<https://orcid.org/0000-0001-8157-2761>¹, <https://orcid.org/0000-0003-4848-1360>²
<https://orcid.org/0000-0001-7909-2128>³

Centro de Investigaciones Agropecuarias, Universidad Estatal Península de Santa ^{1,2}, km 1 ½ Vía a Santa Elena, La Libertad, Santa Elena, Ecuador.
Universidad Estatal Amazónica ³, Centro de Investigación Posgrado y Conservación Amazónica, Pastaza, Ecuador

Recibido (06/05/20), Aceptado (22/05/20)

Resumen: La digestibilidad in vivo en caprinos criollos se evaluó con la alimentación de dietas integrales cuya base forrajera fue la Moringa oleifera cosechada 60 y 75 días. Se utilizaron cinco caprinos criollos enteros de 24 - 36 meses de edad con un peso vivo aproximado de 25-30 kg, se aplicó un diseño completamente aleatorio con dos tratamientos y cinco repeticiones, los animales ingresaron a experimentación donde se dio 10 días de adaptación y 7 días de recolección de heces (técnica in vivo), se recolectó un proporcional de 25 % de heces, para su procesamiento y respectivo análisis en laboratorio. Los valores de DMS (72,69 – 73,11 %); DPB (61,56 – 71,30 %) y DFB (78,64 – 73,27 %) para 60 y 75 días respectivamente los mismos que no presentaron diferencias a excepción de los valores de PB y FB que fueron diferentes ($P < 0,05$) los resultados obtenidos en este experimento se encuentran en los parámetros de categorización de excelente digestibilidad.

Palabras Clave: Caprinos, heces, In vivo, Moringa oleífera.

IN VIVO DIGESTIBILITY ON THE FREQUENCY EFFECT OF MORINGA OLEIFERA CUT IN CREOLE GOATS

Abstract: In vivo digestibility in Creole goats was evaluated with the feeding of whole diets whose forage base was the Moringa oleifera harvested 60 and 75 days. Five whole Creole goats of 24-36 months of age with an approximate live weight of 25-30 kg were used, a completely randomized design with two treatments and five repetitions was applied, the animals entered experimentation where 10 days of adaptation and 7 days were given Stool collection (in vivo technique), a proportional 25 % of feces was collected, for processing and respective laboratory analysis. DMS values (72,69 – 73,11 %); DPB (61,56 – 71,30 %) and DFB (78,64 – 73,27 %) for 60 and 75 days respectively, which did not show differences except for PB and FB values that were different ($P < 0,05$) the results obtained in this experiment are in the categorization parameters of excellent digestibility. key words.

Keywords: Goats, stool, In vivo, Moringa oleifera.

I INTRODUCCIÓN

Para conocer la calidad y consumo de un determinado alimento se necesita tener una estimación la más precisa posible de su digestibilidad y consumo [3][7].

El conocimiento del valor nutritivo de los alimentos es importante para la nutrición del animal [24], siendo esto no suficiente con los análisis del ámbito químicos, se debe considerar los efectos de procesos de digestión, absorción y metabolismo animal, las pruebas de digestibilidad nos permiten estimar la compensación de nutrientes presentes en una ración que pueden ser o no absorbidos por el aparato digestivo permaneciendo disponibles para el animal [5].

Se determinar el coeficiente de digestibilidad de raciones completas o de ciertos nutrientes existente en una ración por medio del método in vivo o colección total de heces y el cálculo de la digestibilidad con marcadores [5].

El empleo de la moringa puede ofrecer una posibilidad para compensar la falta de alimentos durante los periodos largos de sequía lo que constituye el mayor reto para la producción animal en muchas regiones del trópico [6].

Los valores altos de digestibilidad en las leguminosas se deben a que esta posee bajos contenidos de pared celular y la digestibilidad puede ser limitada por falta de tiempo para realizar la acción digestiva completa en sustancias que son de lenta digestión, o bien, por falta de absorción completa; tal efecto aumenta por el rápido tránsito del alimento a través del tracto digestivo [7].

Los resultados pueden estar influenciados por la capacidad de síntesis de los microorganismos presentes en el rumen, el eficiente uso de los nutrientes alimenticios degradados requiere que la MO alimentaria se fermenta a un ritmo que corresponda con las capacidades de los microorganismos ruminales [8], otra acción podría ser que la ingesta de materia orgánica digerible dependa de la correlación de la cantidad de nitrógeno bacteriano que llega al duodeno [9].

La degradación ruminal de la proteína alimentaria depende del tiempo, y la tasa de la degradación que va en relación con la tasa de paso, esta última es la dinámica crucial que afecta a la cantidad de proteína que escapa del rumen sin haber sido degradada por éste [10]. Los principales factores que influyen en la síntesis de proteína microbiana ruminal encierran: la disponibilidad de carbohidrato alimentario, proteína degradable en el rumen, además es conocido que el objetivo de

la nutrición proteica es proveer cantidades adecuadas de proteína degradable en el rumen para garantizar la eficiencia ruminal óptima y obtener la productividad animal deseada con el suministro mínimo de proteína evitando la oferta excesiva [11].

Siendo un factor importante la calidad nutricional de los forrajes, no obstante, a mayor edad fisiológica de los forrajes contribuye a un bajo valor nutricional y elevado contenido de fibra, y con ello, menor degradabilidad y digestibilidad de los nutrientes a nivel ruminal [26], minimizando la utilización de la proteína lo cual incrementa las pérdidas de energía en forma de gases de efecto invernadero en el animal [25], [27],[28]. Por lo tanto, la edad rebrote óptima para el pastoreo en estas regiones es el factor que mayor impacto tiene sobre el rendimiento y calidad de los forrajes y la productividad de los animales [29]. Con estos antecedentes, el objetivo de la presente investigación fue determinar la digestibilidad in vivo de la materia seca, materia orgánica, proteína cruda y fibra bruta sobre el efecto de frecuencia de corte de *Moringa Oleifera* diferentes edades de corte de 60 y 75 días.

II MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó el experimento en el centro de apoyo Manglaralto de la Universidad Estatal Península de Santa Elena (UPSE) ubicado en la Provincia de Santa Elena - Ecuador, el cual se encuentra ubicado, a una altitud de 3 msnm, en la zona de vida denominada bosque seco tropical, con una temperatura medias anuales de 24 °C, rara vez superan los 32 °C y las mínimas son del orden de 16 °C y precipitación promedio anual inferiores a 500 mm [1].

Los animales fueron ubicados en un sistema de manejo estabulado en cubiles individuales techados con piso de caña, donde tuvieron acceso a una dieta integral de pasto de corte y agua ad libitum, las dietas integrales consistieron en la utilización de la *Moringa oleífera* Lam, concentrado comercial, componente energético y fibroso, que mezclados proporcionalmente cubrían

Los requerimientos nutricionales de los animales como lo muestra la tabla I. Previo al ensayo, se evaluaron los animales seleccionados en cuanto a su estado de salud, a fin de descartar aquellos que presenten evidencia de enfermedad.

Tabla I. Dietas experimentales y nutrientes calculados

Ingredientes	Dietas experimentales (g/día)	
	T1	T2
Moringa	500	450
Concentrado para cabras	30	20
Rastrojo de maíz	510	544
Nutrientes calculados (g/día)		
MS	585.13	620.38
MO	529.69	574.28
PB	43.94	43.93
FB	206.10	221.62
EM (MJ/kg MS)	4.38	4.62

MS: materia seca; MO: materia orgánica; PB: proteína bruta; FB: fibra bruta; EM: energía metabolizable; T1: Moringa oleifera Lam. 60 días; T2: Moringa oleifera Lam. 75 días.

Se utilizaron 5 caprinos con edades de 2 a 3 años, y un peso vivo promedio de 25-30 kg alimentados con moringa como base forrajera. En el estudio para determinar la digestibilidad de la MS, MO, PB y FB se utilizó el método de la recolección total de heces los animales fueron alimentados durante 10 días con las dietas forrajeras a base de moringa con dos edades de corte de 60 y 75 días, los animales ingresaron a un periodo de adaptación de 10 días y 7 días de recolección para asegurar que los residuos de otros alimentos consumidos antes de la prueba fueran eliminados del tracto digestivo evitando así alteraciones en las mediciones. En el período adaptación se estableció el consumo de alimento para mantenimiento y en el estudio propiamente dicho se evaluó con la recolección total de heces, estas se recogieron diariamente un promedio del 25 % del total de las deyecciones diarias del caprino, asumiendo una tasa de consumo y excreción constante en un período de 24 horas. Se tomaron muestras individuales de las mismas para su posterior determinación de materia seca (MS), materia orgánica (MO), proteína cruda (PC). Para recolección de las heces se les colocó una malla en la parte

caudal del caprino para facilitar la recolección de las deyecciones una vez finalizado el trabajo de campo, las heces se proceden a secar en una estufa de aire forzada a 65 °C por 72 h, y luego molido a 1mm del tamaño de partícula (molino B&P, Quito-Ecuador) se almacenaron en bolsas selladas a temperatura ambiente (25± 2°C) hasta su análisis.

La medición de consumo de MS se realizó diariamente por diferencia entre lo ofertado y rechazado, por no poseer datos relativos a la tasa de pasaje de la fase sólida de la dieta con base forrajera de moringa, se asumió que el material consumido en un día sería excretado al día siguiente, con el fin de aplicar la ecuación de digestibilidad descrita por [3] que consiste en:

$$\text{Coeficiente de digestibilidad (\%)} = \frac{[(NI - NH) / NI] \times 100}{100}$$

Donde:

NI = Nutriente ingerido

NH = Nutriente en heces

Para evaluar la digestibilidad fecal se utilizó un diseño completamente aleatorio con dos tratamientos y cinco animales que constituyeron las réplicas, donde en los mismos animales se valoraron las dos dietas en tiempos diferentes, los resultados se procesaron en el paquete SPSS versión 21 (SPSS, 2012) e INFOSAT. Adicionalmente se utilizó la prueba de Tukey para detectar la significancia entre las dietas cuando el valor de P para la variable dieta fue menor que 0,05

III RESULTADOS

La digestibilidad in vivo determinadas por la recolección total de las heces para las cabras alimentadas con dietas integrales de Moringa oleifera Lam con edades de corte de 60 y 75 días se encontraron promedios de materia seca en el rango de 72,69 % - 73,11 % respectivamente; materia orgánica 73,44 % - 73,81 %; proteína bruta 61,56 % - 71,30 % y fibra bruta 78,64 % - 73,27 % para las edades en estudio respectivamente los mismos que para el análisis de Turkey determino que las medias correspondientes a los tratamientos de digestibilidad in vivo en materia seca y materia orgánica son iguales, mientras que las medias de la proteína bruta y fibra bruta presentaron diferencias.

Tabla II. Digestibilidad fecal aparente de cabras criollas alimentadas con dietas integrales de Moringa oleifera Lam como base forrajera en dos edades de corte (60 y 75 días).

Dietas	Parámetros			
	Digestibilidad fecal			
	Materia seca	Materia Orgánica	Proteína bruta	Fibra bruta
T1	72,69 ^a	73,44 ^a	61,56 ^a	78,64 ^b
T2	73,11 ^a	73,81 ^a	71,3b	73,27 ^a
EE+/-	1,43	0,45	0,92	0,48
P-valor	> 0,05	> 0,05	< 0,05	< 0,05

EE±: Error estándar. P-valor: Letras diferentes difieren estadísticamente ($p < 0,05$). T1: Moringa a los 60 días de corte. T2: Moringa oleifera a los 75 días de corte.

El valor de la materia seca de la dieta de Moringa oleifera Lam a los 75 días se asemeja al trabajo de [4] en su estudio de Validación de Moringa como alternativa forrajera donde sus resultados presentan una digestibilidad aparente fue de 70,5 % de materia seca, mientras que valores más altos lo presenta [12] donde mencionan sus resultados de 83,99 % y 95,05 % a los 60 y 75 días de corte en condiciones climáticas muy similares al de Santa Elena. En cuanto a la materia orgánica [13] en su estudio obtuvo valores promedio de 79,70 % valores más alto a esta investigación.

Por otro lado, [14] sus valores son similares en la digestibilidad de la proteína bruta del follaje de moringa que fueron 79,92 %, mientras que [15] sus porcentajes fueron más elevados al evaluar la harina de Moringa al 20 % en cabras obteniendo resultados de 83,8 % de digestibilidad aparente de proteína bruta. La fibra bruta cosechada a 60 días se compara al obtenido por [16] teniendo estos valores más bajos donde se obtienen promedios de fibra detergente neutro de 54 -60 % y de fibra de detergente acidas de 49 – 56 % en Moringa oleifera fresca y ensiladas respectivamente.

IV CONCLUSIONES

Bajo las condiciones de este estudio se concluye en cuanto a la digestibilidad in vivo que hubo un efecto de las dietas a base de Moringa oleífera, donde las dietas con corte de 75 días fueron más favorables en la materia seca, proteína bruta y materia orgánica, y para la variable de estudio fibra bruta el corte de 60 días fue mejor; a la vez se considera que ambas dietas son eficientes, ya que todos sus componentes nutricionales presentaron una digestibilidad que superan los rangos exigidos por las normas internacionales de digestibilidad ruminal, no presentando afectación la frecuencia de

corte de la Moringa oleifera Lam en la digestibilidad in vivo de los caprinos criollos criados en zonas tropicales.

REFERENCIA

- [1] GAD Manglaralto, “Plan de Desarrollo y Ordenamiento territorial de la Parroquia Rural Manglaralto 2014-2019”, 2015. [En línea]. Available: http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdiagnostico/0968538230001_Diagn%C3%B3stico%202014-2019%20Parroquia%20Manglaralto_26-10-2015_06-33-43.pdf. [Último acceso: 09 09 2019].
- [2] B. Schneider y W. Flatt, “The evaluation of feeds through digestibility experiments”, The University of Georgia Press, pp. 151-168, 1975.
- [3] A. Bondi, “Nutrición Animal”, Zaragoza: Acribia, 1989.
- [4] Pérez, “Avanza validación de moringa como alternativa forrajera para ovinos”, Fundación Produce Sinaloa A.C, 2009.
- [5] M. Lachmann y O. Araujo, “La estimación de la digestibilidad en ensayos con rumiantes”, Universidad de Zulia, Maestría. Facultad de Ciencias Veterinaria, 2000.
- [6] I. García, J. Mora y R. Piñero, “Cuál es el efecto de la Moringa oleifera sobre la Dinámica”, Scielo, vol. 28, n° 1, p. 43, 2016.
- [7] L. Maynard, J. Loosli, H. Hintz y R. Warner, «Procesos digestivos en diferentes especies animales» de Nutrición Animal, 4, Ed., México, Mc Graw-Hill, 1989, p. 34.
- [8] M. D. Stern y W. H. Hoover, “Methods for determining and factors affecting rumen microbial protein synthesis”, J. Anim. Sci, pp. 590-1603, 1979.
- [9] J. Clark, T. H. Klismeyer y M. R. Carmeron, “Microbial protein synthesis and flows of nitrogen fractions to

- the duodenum of dairy cows”, *J. Dairy Sci.*, pp. 2304-2323, 1992.
- [10] R. Herrera-Saldana, R. Gomez, M. Torabi y J. Huber, “Influence of synchronizing protein and starch degradation in the rumen on nutrient utilization and microbial protein synthesis”, *J. Dairy Sci.*, pp. 142-148, 1990.
- [11] J. A. Elizondo Salazar, “Requerimiento nutricional del ganado de leche según el modelo del NRC 2001. Proteína metabolizable”, *Actualidad Zootécnica*, vol. 3, n° 1, pp. 26-31, 2008.
- [12] J. Jarquin y J. Rocha, “Degradabilidad ruminal de la materia seca y materia orgánica del follaje de Moringa oleífera a diferentes edades de corte en vacas Reyna, finca Santa Rosa, Managua, Nicaragua 2012”, *Universidad Nacional Agraria, UNA.*, 2013.
- [13] J. García y M. Macías, “Digestibilidad fecal y balance de nitrógeno en cerdos alimentados con diferentes niveles de harina de Moringa oleífera incluida en la dieta”, *Livestock Research for Rural Development*, vol. 26, p. 215, 2017.
- [14] P. Gutiérrez, “Determinación de la tasa de degradación ruminal del follaje de Marango (Moringa oleífera) usando la técnica in sacco en vacas reyna, Finca Santa Rosa, Managua, Nicaragua”, Tesis. Facultad Agraria Universidad Nacional Agraria, 2012.
- [15] A. Kholif, A. Salem y S. López, “Moringa oleífera leaf meal as a protein source in lactating goat’s diets: Feed intake, digestibility, ruminal fermentation, milk yield and composition, and its fatty acids profile”, *Small Ruminant Research*, vol. 129, pp. 129-137, 2015.
- [16] R. Rodríguez, “Alimentación de vacas lecheras con Moringa oleífera fresco o ensilado y su efecto sobre la producción, composición y calidad de leche”, *Facultad Agraria. Universidad Nacional Agraria*, 2011.
- [17] R. G. Ramírez Lozano, *Principio de Nutrición de Rumiantes*, Bloomington: Palibrio, 2017.
- [18] N. Acosta, J. Avellaneda y C. Mirabá, “Ruminal degradability and fecal digestibility of hydroponic fresh forage of Maize (*Zea mays*) in domestic goats in Santa Elena, Ecuador”, *Cuban Journal of Agricultural Science*, vol. 50, n° 1, 2016.
- [19] J. A. Molina González, “Caracterización nutricional de harina de básicas forrajeras estivales, mediante digestibilidad aparente fecal (in vivo) en cerdos en crecimiento”, *Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela de Agronomía, Universidad de Chile, Valdivia-Chile*, 2018.
- [20] J. C. Huareccallo Maquera, “Efecto del nivel de consumo sobre la digestibilidad y valor energético de concentrado fibroso en llamas y alpacas”, *Facultad de Medicina Veterinaria, Universidad Nacional del Altiplano, Puno-Perú*, 2017.
- [21] D. N. Juárez Soria, “Digestibilidad aparente del pasto Alemán *Echinochloa polystachya* (KUNTH) HITCH utilizando modelos de estimación en toretes de la raza Brahman bajo condiciones de pastoreo continuo”, *Facultad de Zootecnia, Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María - Perú*, 2018.
- [22] H. P. Juna Juca, “Evaluación de la digestibilidad aparente In vivo de dietas isoenergéticas e isoprotéicas utilizando dos niveles de palmiste en la alimentación de conejo en el CEU”, *Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Central del Ecuador, Quito - Ecuador*, 2016.
- [23] D. Sosa, C. Larco, R. Falconí, D. Toledo y G. Suárez, “Digestibilidad de Maralfalfa (*Pennisetum sp*) en cabras, Sangolquí – Ecuador”, *Carrera en Ciencias Agropecuaria IASA I*, 2006.
- [24] C. Navarro-Ortiz y M. L. Roa-Vega, “Comparación de la digestibilidad de tres especies forrajeras estimada mediante diferentes técnicas”, *ORINOQUIA*, pp. Vol. 22 n 1. pp 15-33, 2018 .
- [25] M. Barros-Rodríguez, M. Cajas-Naranjo, O. Nuñez-Torres, R. Mera-Andrade, J. Artieda-Rojas, C. Sandoval-Castro y J. Solorio-Sánchez, “In situ rumen degradation kinetics and in vitro gas production of seed, whole plant and stover of *Chenopodium quinoa*”, *Journal of Animal and Plant Sciences*, vol. 2, n° 28, pp. 327-331, 2018.
- [26] M. Barros-Rodríguez, J. Oña-Rodríguez, J. Artieda-Rojas, S. Curay-Quispe, D. Avilés-Esquivel y C. Guishca-Cunuhay, “Degradación ruminal de dietas de biomasa Poscosecha de *amaranthus cruentus*: Efecto sobre los protozoos del rumen y producción de gas in vitro”, *Revista de Investigaciones del Perú*, vol. 4, n° 28, pp. 812-821, 2017
- [27] O. Torres, M. Barros-Rodríguez, D. Sanchez y C. Guishca-Cunuhay, “Productive performance, ruminal degradation and in vitro gas production in sheep fed diets based on post-harvest residues of *Chenopodium quinoa*”, *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, vol. 3, n° 29, pp. 765-773, 2018.
- [28] L. Vallejo-Hernández, M. Elghandour, Ralf Greiner, Y. Uchenna, R. Rivas-Cáceres, M. Barros-Rodríguez y A. Salem, “Environmental impact of yeast and exogenous xylanase on mitigating carbon dioxide and enteric methane production in ruminants”, *Journal of Cleaner Production*, n° 189, pp. 40-46, 2018.
- [29] M. Andino, M. Barros-Rodríguez, J. Vargas Burgos, N. Acosta-Lozano, R. Aragadvay-Yungán y S. Mayor-ga-Paredes, “Efecto de la edad de corte de *Brachiaria decumbens* sobre las funciones del ruminal y producción de gas in vitro”, *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, n° 22, pp. 803-809, 2019.