



Degradabilidad in situ de la materia seca de especies vegetales naturales en un ecosistema pajonal

In situ degradability of dry matter of natural plant species in a grassland ecosystem

Frank O. Maita Urbina¹ • Analy Quispe Moran¹ • Jose L. Contreras Paco² • James Curasma Ccente² • Andrei J. Chavez Raymundo²

Recibido: 4 de abril del 2024 / Aceptado: 25 de abril del 2024

RESUMEN

En este estudio se caracterizó y determinó los parámetros cinéticos relacionados a la degradabilidad de la materia seca (MS) de los forrajes nativos: *Festuca dolichophylla* (Fd), *Sipa obtusa* (Sob), *Calamagrostis* sp (Csp), *Stipa ichu* (Sich) y *Muhlenbergia ligularis* (Mli), en el primer estomago de 3 alpacas con fistula permanente, durante los meses de invierno. Se incubaron 2,500 a 2,505 g de material vegetal durante 6, 24 y 72 horas (h), calculando las fracciones solubles en t0. El tipo de forraje afectó la degradabilidad de MS, a tasas de pasaje del 2, 5 y 8% /h. Los coeficientes insolubles potencialmente degradables (b) e indigestibles (i) presentaron una variación mínima en la MS, con tasas de degradación (c) bajas. Los meses de invierno hicieron variar la (c) de MS entre 0,3 y 1%/h, donde Fd, Sob y Cps, mostraron coeficientes superiores al 50% a una tasa de pasaje del 2% /h, lo que los clasifica como recursos de calidad media.

Palabras claves: Cinética de la degradación, pastos naturales, calidad nutricional.

ABSTRACT

In this study we characterized and determined the kinetic parameters related to dry matter (DM), degradability of native forages: *Festuca dolichophylla* (Fd), *Sipa obtusa* (Sob), *Calamagrostis* sp (Csp), *Stipa ichu* (Sich) and *Muhlenbergia ligularis* (Mli), in the first stomach of 3 alpacas with permanent fistula, during the winter months. 2,500 to 2,505 g of plant material were incubated for 6, 24 and 72 hours (h), calculating the soluble fractions at t0. Forage type affected DM degradability at 2, 5 and 8% /h passage rates. Potentially degradable insoluble (b) and indigestible (i) coefficients showed minimal variation in DM, with low degradation rates (c). The winter months caused the (c) of DM to vary between 0.3 and 1%/h, where Fd, Sob and Cps, showed coefficients higher than 50% at a passage rate of 2% /h, which classifies them as medium quality resources.

Keywords: Degradation kinetics, natural grasses, nutritional quality.

1. INTRODUCCIÓN

La Alpaca (*Vicugna pacos*) es un recurso genético importantes para los habitantes de las regiones altoandinas de Perú, Bolivia, Argentina y Chile, esta especie posee la notable capacidad de transformar forrajes de escasa calidad nutricional en carne, pieles y, especialmente, en fibra de alto valor económico (Cordero et al., 2011). En el Perú las alpacas de raza Huacaya alcanzan una población de 2.3 millones (Flores, 2002). Viven entre 3600 y 5500 msnm, prefieren gramíneas como *Festuca dolichophylla* (cosechadas a 15 semanas después de iniciado la época de lluvias) (Merlo-Maydana et al., 2019) y algunas leguminosas.

Entre los métodos de evaluación de las especies forrajeras, sobresale la técnica gravimétrica o in situ que consiste en determinar la degradabilidad de los nutrientes (MS, PC, FDN y FDA,) mediante la introducción de bolsas de nylon, con cantidad conocida de alimento, y en determinados tiempos, en animales con rumen fistulado (Lana, 2005).

✉ Analy Quispe Moran
2014111052@unh.edu.pe

¹ Escuela Profesional de Zootecnia de la Facultad de Ciencias de Ingeniería, Universidad Nacional de Huancavelica, Huancavelica, Perú.

² Laboratorio de Nutrición Animal y Evaluación de Alimentos, Universidad Nacional de Huancavelica, Ciudad Universitaria de Paturpampa, Huancavelica, Perú.

Mello & Nörnberg (2004), afirman que la fermentación ruminal depende de la concentración total de carbohidratos y proteína en la dieta y de sus coeficientes de degradación. En Bolivia Merlo-Maydana et al. (2019) refieren que la degradabilidad potencial y efectiva de la MS (91.44 vs 65.10%) en la *Festuca dolichophylla* a la edad de 15 semanas, alcanza una tasa de degradación de 23.58%/hora para la época de lluvias.

En la región de Huancavelica poco se conoce sobre el potencial predictivo de las ecuaciones para gramíneas nativas, obtenidas a través de la degradabilidad in situ en diferentes estados de crecimiento y épocas de evaluación. Por estas consideraciones el objetivo de este estudio fue determinar y estimar los parámetros referentes a la cinética de la degradación de la materia seca (MS), de los forrajes *Festuca dolichophylla*, *Sipa obtusa*, *Calamagrostis sp*, *Stipa ichu* y *Muhlenbergia ligularis* en el primer estómago de alpacas durante los meses de invierno. Con el fin de aportar a los productores alpaqueros conocimientos que favorezcan la alimentación en la época de estiaje, a fin de mejorar el rendimiento productivo y económico. Así mismo informar a la comunidad científica los hallazgos encontrados y sirvan de base a investigaciones futuras.

2. MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio se realizó en Perú, en la provincia de Huancavelica, en los ambientes del Laboratorio de Nutrición Animal y Evaluación de Alimentos, de la Escuela Profesional de Ingeniería de Zootecnia de la Facultad de Ciencias de Ingeniería de la Universidad Nacional donde se recolectaron 200 gramos aplicando el muestreo no probabilístico de *Festuca dolichophylla* (Fd), *Sipa obtusa* (Sob), *Calamagrostis sp* (Csp), *Stipa ichu* (Sich) y *Muhlenbergia ligularis* (Mli) del Centro de Investigación de Camelidos Sudamericanos Lachocc. Para estimar la degradabilidad (desaparición) in situ de MS, se utilizaron 3 alpacas macho con fistula en el primer estómago, de 2 años de edad y un peso vivo de 45 kg en promedio, siendo dispuestos en jaulas individuales. Se rotularon e incubaron bolsas de nylon (ANKOM) de 16 cm y 9 cm, con poros de 50 micras de abertura a una temperatura de 65 °C por 24 horas, siendo pesados inmediatamente después de retirarlos de la incubadora. Posteriormente se colocaron 2,5000 a 2,5050 g de muestra, haciendo 2 repeticiones por cada animal y tiempo de incubación.

Se incubaron a tiempos de 6, 24 y 72 horas en cada forraje nativo. La diferencia de los pesos de las

bolsas antes y después de la incubación, con base a la MS a 105 por 12 horas representó el desaparecimiento de la MS de los forrajes evaluados, que posteriormente sirvieron para la obtención de las curvas de desaparecimiento de la MS, utilizando el diseño de bloques completamente al azar (tres alpacas) con los arreglos factoriales 5 x 4 (forrajes y tiempos de incubación) y 5 x 3 (forrajes y meses), respectivamente, con el modelo lineal: $Y_{ijk} = \mu + \text{fi} + \text{tj} + (\text{f x t})_{ij} + \text{bk} + \text{eijk}$, (I). El análisis de los datos de la degradabilidad in situ y los parámetros de la degradabilidad potencial de la MS, fueron analizados mediante el procedimiento GLM SAS estudiantil v. 9.2. La comparación de medias para forrajes, tiempos y meses fue mediante la prueba de Tukey, con el nivel de significación de $p < 0.05$ de probabilidad. La selección de los modelos de regresión en función a los tiempos de incubación se basó en la significación de los coeficientes lineales y cuadráticos, por medio de la prueba de t Student a los niveles de 0.1, 1 y 5%.

Y para la interpretación de los perfiles de degradabilidad de la MS, de los forrajes se utilizó el modelo descrito por Ørskov & McDonald (1979). $D_p = a + b * (1 - \exp(-ct))$, donde: los parámetros cinéticos (a), (b) y (c) fueron estimados con el aplicativo Solver de Microsoft Excel a partir de la degradabilidad potencial (desaparecimiento) de la MS, de los forrajes.

Para el cálculo de la degradabilidad efectiva (DE), se utilizó la ecuación de Ørskov & McDonald (1979). $DE = a + [(b * c) / (c + k)]$, y que k = es la tasa estimada de pasaje de las partículas en el estómago de las alpacas. Los otros parámetros fueron descritos en la ecuación anterior.

Para las tasas de pasaje de sólidos por el primer estómago de las alpacas se consideraron 2, 5 y 8%/h, que es atribuido al nivel de consumo alimenticio bajo, medio y alto, según AFRC (1993).

3. RESULTADOS Y DISCUSIONES

En la Tabla 1, se expone la variación de los coeficientes de degradabilidad (desaparición) de la MS de los forrajes nativos; Fd, Sob, Csp, Sich y Mli, que fueron incubados en el primer estómago de las Alpacas donde se halló influencia por parte de los forrajes en la degradabilidad de la MS, ($p < 0.00$), presentado esta variable diferencias significativas. Como se esperaba el tiempo de incubación fue altamente significativo ($p < 0.001$), para la variable MS.

Tabla 1

Análisis de varianza de la degradabilidad potencial (desaparición) de la materia seca (MS), de forrajes nativos, en función de los tiempos de incubación en alpacas.

Fuentes de variación	GL	MS (%)
Animal	2	ns
Forrajes nativos (F)	4	***
Tiempo (T)	3	***
Interacción F x T	12	***
Error	38	
Total	59	
CV (%)		6.20

ns=No significativo; *=5% de probabilidad; **=1% de probabilidad; ***=0.1% de probabilidad.

Los diferentes tipos de forraje mostraron efectos significativos en la mayoría de las fracciones y coeficientes relacionados con la degradación de la MS. Se observó una interacción significativa entre el tipo de forraje y el mes de evaluación en varios coeficientes relacionados con la degradación de la MS.

En la Tabla 2, se observa valores de degradabilidad de la MS en el rango dado son menores que un valor observado anteriormente (32.42%) en un

estudio de *Festuca dolichophylla* durante la época de lluvias (Merlo-Maydana et al., 2019). Según Michalet-Doreau y Ould-Bah (1992), las partículas que salen de las bolsas de incubación no influyen en la degradabilidad final de las muestras. *Festuca dolichophylla* destacó en la degradabilidad de la MS en diferentes tiempos de incubación (6, 24 y 72 horas), mientras que otras variedades (*Sich* y *Mli*) mostraron coeficientes menores de degradabilidad, aunque no hubo diferencias significativas entre ellas.

Tabla 2

Degradabilidad (desaparición) media (\pm DE) de la materia seca (MS), de los forrajes nativos, en función del t0 y los tres tiempos de incubación en el primer estomago de alpacas

Forrajes Nativos	Tiempo (horas)			
	t0	6	24	72
Degradabilidad de la MS				
<i>F. dolichoophylla</i> Fd	2.46 ^{dB} \pm 0.10	7.74 ^{cA} \pm 0.76	18.36 ^{bA} \pm 1.29	38.92 ^{aA} \pm 2.21
<i>S. obtusa</i> , Sob	3.18 ^{dD} \pm 0.23	5.35 ^{cB} \pm 0.10	13.19 ^{bB} \pm 0.10	29.23 ^{aB} \pm 0.27
<i>Calamagrostis</i> sp	1.71 ^{dC} \pm 0.08	3.47 ^{cC} \pm 0.26	8.70 ^{bC} \pm 0.09	20.88 ^{aC} \pm 0.19
<i>S. ichu</i> , Sich	1.48 ^{dC} \pm 0.12	2.82 ^{cC} \pm 0.51	6.37 ^{bD} \pm 0.10	15.48 ^{aD} \pm 0.06
<i>M. ligularis</i> Mli	0.75 ^{dD} \pm 0.05	2.58 ^{cC} \pm 0.15	4.95 ^{bD} \pm 0.18	12.95 ^{aD} \pm 0.41

Medias con letras minúsculas iguales en una misma fila no difieren entre sí, $p > 0.05$. 2 medias con letras mayúsculas iguales en una misma columna no difieren entre sí, $p > 0.05$.

4. CONCLUSIONES

Del análisis, interpretación y discusión de los resultados se llegaron a las siguientes conclusiones:

1. *Festuca dolichoophylla* y *Stipa obtusa* tienen diferentes niveles de degradabilidad y fracción insoluble potencialmente degradable, pero ambos permiten un consumo adecuado de materia seca.

2. *Stipa obtusa* y *Muhlenbergia ligularis* son de baja calidad nutricional, con distintos niveles de degradabilidad.
3. La calidad nutricional de los forrajes se mantiene estable durante el invierno.

5. AGRADECIMIENTOS

Al programa presupuestal 066-2022-II, por el financiamiento para la realización del presente trabajo de investigación conducido por el vicerrectorado de Investigación de la Universidad Nacional de Huancavelica, además y al

Laboratorio de Nutrición Animal y Evaluación de Alimentos, por brindar el apoyo en los análisis.

6. DECLARACIÓN DE FINANCIAMIENTO Y CONFLICTO DE INTERÉSES

- La presente investigación ha sido financiada por el programa para el Fomento de la Investigación Formativa 0066 - UNH.
- Del mismo modo, queremos dejar constancia de que los autores no tienen ningún interés económico ni relaciones personales que pudieran haber sesgado el desarrollo y contenido de este trabajo de investigación.

7. REFERENCIA

[AFRC] Agricultural and Food Research Council. (1993). Energy and protein requirements of ruminants. UK: CAB International.

Cordero, F. A., Contreras, P. J., Mayhua, P. M., Melanio Jurado, E. M., & Castrejón, V. M. (2011). Correlaciones fenotípicas entre características productivas en alpacas Huacaya. *Inv Vet Perú*, 22(1), 15–21.

Flores, A. (2002). Visión panorámica de la ganadería. *Hacia Una Nueva Agricultura, Con Énfasis En La Generación y Transferencia de Tecnología*, 245–314.

Lana, R. de P. (2005). *Nutrição e alimentação animal: mitos e realidades*. UFV.

Mello, R., & Nörnberg, J. (2004). Fraccionamiento dos carboidratos e proteínas de silagens de milho, sorgo e girassol. *Ciência Rural*, 34(5), 1537–1542.

Merlo-Maydana, F. E., Loza-Murguía, M. G., Ku-Vera, J. C., Condori-Quispe, R., Pérez-Lugo, L., & Albarracín-Villa, A. (2019). Degradación in situ del pastizal Chilliwar *Festuca dolichophylla*. Una alternativa para alimentación animal. *J. Selva Andina. Anim Sci.*, 6(2), 47–56.

Ørskov, E., & McDonald, I. (1979). The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. *J. Agri. Sci.*, 92, 453–499.
<https://doi.org/10.1017/S0021859600063048>

Salado, E., Comeron, E., Silva, C., Gaggiotti, M., Alesso, A., & Pardo, J. (2005). Cascarella de soja y afrechillo de trigo: cinética de la degradabilidad ruminal de la fibra. En: XIX Reunión de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal.

Villela, V., Maldonado, V., & da Silva, J. (1999). Chemical composition and in situ degradability of dry matter, crude protein and neutral detergent fiber of three varieties passion fruit (*Passiflora* spp). *Rev Bras Zootec*, 28(5), 1148–1158.