



JOURNAL OF THE  
*Selva Andina*  
Animal Science  
Official Journal of the Selva Andina Research Society

ISSN 2311-3766 (print edition)  
**JSAAS**  
ISSN 2311-2581 (online edition)

Journal of the Selva Andina Animal Science

ISSN: 2311-3766

ISSN: 2311-2581

directoreditoranimalscience@gmail.com

Selva Andina Research Society

Bolivia

Contreras-Paco, José Luis; Condori-Yauri, Cesar Javier; Poma-Yaranga, Javier; Cordero-Fernández, Alfonso Gregorio; De la Cruz-Rojas, Yhan Carlos  
Parámetros cinéticos de la degradabilidad in situ de residuos de cosecha en alpacas (*Vicugna pacos*)  
Journal of the Selva Andina Animal Science, vol. 8, núm. 1, 2021, pp. 30-43  
Selva Andina Research Society  
Bolivia

DOI: <https://doi.org/10.36610/j.jsaas.2021.080100030>

- ▶ Número completo
- ▶ Más información del artículo
- ▶ Página de la revista en [redalyc.org](http://redalyc.org)





**Parámetros cinéticos de la degradabilidad in situ de residuos de cosecha en alpacas (*Vicugna pacos*)**  
**Kinetic parameters of in situ degradability of crop residues in alpacas (*Vicugna pacos*)**



Contreras-Paco José Luis<sup>1\*</sup> , Condori-Yauri Cesar Javier<sup>2</sup> , Poma-Yaranga Javier<sup>2</sup> ,  
Cordero-Fernández Alfonso Gregorio<sup>3</sup> , De la Cruz-Rojas Yhan Carlos<sup>3</sup> 

**Datos del Artículo**

<sup>1</sup>Universidad Nacional de Huancavelica.  
Escuela de Posgrado.  
Facultad de Ciencias Agrarias.  
Huancavelica, Perú.  
Ciudad Universitaria "Común Era".  
Av. Evitamiento Este S/N-Acobamba.  
Tel: +51 (067) 451551.

<sup>2</sup>Universidad Nacional de Huancavelica.  
Escuela Profesional de Zootecnia.  
Laboratorio de Nutrición animal y evaluación de alimentos.  
Huancavelica, Perú.  
Ciudad Universitaria de Paturpampa.  
Av. Agricultura N° 319-321.  
Sector-Paturpampa. Huancavelica.  
Tel: +51 (067) 451551.

<sup>3</sup>Universidad Nacional de Huancavelica.  
Escuela de Posgrado.  
Facultad de Ciencias de Ingeniería.  
Huancavelica, Perú.  
Ciudad Universitaria de Paturpampa.  
Av. Agricultura N° 319-321.  
Sector-Paturpampa. Huancavelica.  
Tel: +51 (067) 451551.

**\*Dirección de contacto:**  
Universidad Nacional de Huancavelica.  
Escuela de Posgrado.  
Facultad de Ciencias Agrarias.  
Huancavelica, Perú.  
Ciudad Universitaria "Común Era".  
Av. Evitamiento Este S/N-Acobamba  
Tel: +51 (067) 451551.

José Luis Contreras-Paco  
E-mail address : [jose.contreras@unh.edu.pe](mailto:jose.contreras@unh.edu.pe)

**Palabras clave:**

Residuo de cosecha,  
cebada,  
degradación in situ,  
alpaca,  
valor nutritivo.

**J. Selva Andina Anim. Sci.**  
**2021; 8(1):30-43.**

ID del artículo: [080/JSAAS/2020](https://doi.org/10.21791/JSAAS/2020)

**Historial del artículo.**

Recibido agosto 2020.  
Devuelto noviembre 2020.  
Aceptado enero 2021.  
Disponible en línea, abril 2021.

**Editado por:**  
**Selva Andina  
Research Society**

**Resumen**

El presente trabajo tuvo como objetivo determinar los parámetros cinéticos de la degradabilidad in situ de la materia seca (MS), proteína cruda (PC) y fibra detergente neutro (FDN) de los residuos de cosecha (RC) de cebada (*Hordeum vulgare* L), avena (*Avena sativa* L), arveja (*Pisum sativum* L), quinua (*Chenopodium quinoa* W) y habas (*Vicia faba* L) de la zona de Huancavelica, Perú. Se utilizaron dos alpacas con fístula en el primer compartimento estomacal. Para el análisis estadístico, los bloques fueron representados por las alpacas, los tratamientos por los RC y las subparcelas por los tiempos de incubación. Los RC molidos (5 g) fueron colocados en bolsitas de nylon e incubados por 0, 12, 24, 48 y 72 h, y se analizó la MS, PC y FDN. Los parámetros de degradabilidad fueron estimados por regresión no lineal  $D(t)=a+b(1-\exp(-c*t))$ , la degradabilidad potencial fue determinada mediante  $D(p)=a+b$ , y degradabilidad efectiva mediante  $D(e)=a+(b*c)/(c+k)$ . La avena y la quinua presentaron los mayores porcentajes de MS. El contenido de PC varió de 2 % para la cebada a 14.1 % para las habas. El contenido de FDN fue de 34.94 % para las habas, llegando a 90.19 % para la cebada. Hubo efecto de la interacción de RC y tiempo en la degradabilidad de la MS, PC y FDN. Las degradabilidades de estos nutrientes fueron influenciadas por los residuos de cosecha. La mayor D(p) de la MS fue para la arveja (82.96 %), seguidos por la avena (79.26 %) y habas (75.47 %). La D(e) de la FDN fue mayor para habas de 37.96, 33.33 y 31.13 % en las tasas de pasaje de 3, 5 y 7 %/h, respectivamente. Se destaca la elevada fracción no degradable de la FDN (40.20 %) de la quinua y, por tanto, la baja D(p) de la MS (49.13 %). El contenido de FDN y sus características cinéticas ejercen acentuado efecto sobre la digestión de los RC en estudio.

2021. Journal of the Selva Andina Animal Science®. Bolivia. Todos los derechos reservados.

**Abstract**

The aim of this study was to determine the kinetic parameters of the *in-situ* degradability of dry matter (DM), crude protein (CP) and neutral detergent fibre (NDF) of crop residues (CR) of barley (*Hordeum vulgare* L), oats (*Avena sativa* L), peas (*Pisum sativum* L), quinoa (*Chenopodium quinoa* W) and beans (*Vicia faba* L) from the Huancavelica area, Peru. Two fistulated alpacas in the first stomach compartment were used. For the statistical analysis, the blocks were represented by the alpacas, the treatments by the CR and the subplots by the incubation times. Grounded CRs (5 g) were placed in nylon bags and incubated for 0, 12, 24, 48 and 72h, and the analysis of DM, CP and NDF was conducted. The parameters of degradability were estimated by non-linear regression  $D(t) = a+b(1-\exp(-c*t))$ , the potential degradability was determined by  $D(p) = a+b$ , and effective degradability by  $D(e) = a+(b*c)/(c+k)$ . Oats and quinoa had the highest DM percentages. CP content ranged from 2% for barley to 14.1% for beans. The NDF content was 34.94 % for beans, reaching 90.19 % for barley. There was an interaction effect of CR and incubation time on the degradability of the DM, CP and NDF. The degradability of these nutrients was influenced by the crop residues. The highest D(p) of the DM was for the pea (82.96%), followed by oats (79.26 %) and beans (75.47 %). The D(e) of the NDF was higher for beans of 37.96, 33.33 and 31.13 % in the passage



**Keywords:**

Harvest residue,  
barley,  
in situ degradation,  
alpaca,  
nutritive value.

rates of 3, 5 and 7 %/h, respectively. The high non-degradable fraction of the NDF (40.20 %) of the quinoa is highlighted and, therefore, the low D(p) of the DM (49.13%). The content of NDF and its kinetic characteristics exert a marked effect on the digestion of the CR under study.

2021. Journal of the Selva Andina Animal Science®. Bolivia. All rights reserved.

## Introducción

En los sistemas de producción ganadera extensiva de la zona sierra del Perú, los animales se alimentan de pastos no mejorados de baja calidad, que se traduce en una escasa productividad animal. Sin embargo, algunos estudios han manifestado que residuos de cosecha y subproductos agroindustriales pueden utilizarse para suplementar a los animales de pastoreo, y que el valor nutricional de los residuos puede mejorarse mediante procedimientos de tratamiento probados<sup>1,2</sup>.

El valor nutritivo (VN) de un alimento está esencialmente determinado por su valor energético y proteico, el primero está íntimamente relacionado con la composición química y digestibilidad de la materia orgánica<sup>3</sup>. Matemáticamente, puede expresarse: VN = consumo de materia seca (MS) x % nutriente x % digestibilidad del nutriente<sup>4</sup>. Por tanto, el VN de los alimentos puede permitir la adecuación de las dietas que optimicen el rendimiento productivo, que reduzcan los costos de producción, así como la disminución de pérdidas energéticas, compuestos nitrogenados (N) asociados a la digestión, y metabolismo de los nutrientes<sup>5</sup>. Por otro lado, el VN de los alimentos groseros, es afectado por la especie forrajera, edad de la planta, época del año, fertilidad del suelo, modalidad de uso<sup>5-7</sup>, encontrándose una gran variabilidad en su composición química-bromatológica, en la tasa de degradación de sus componentes.

La reducción del VN con el desarrollo de la planta está en función de la disminución de los contenidos de proteína y fósforo o por el aumento de la relación

tallo/hoja<sup>5</sup>, dando lugar a una elevación de los componentes de la pared celular, nutricionalmente denominado fibra detergente neutro (FDN). Desde el punto de vista nutricional, los carbohidratos pueden ser clasificados en carbohidratos no fibrosos (CNF) o contenido celular más pectina, carbohidratos fibrosos (CF o FDN). Los primeros presentan disponibilidad nutricional rápida, completa, constante entre los alimentos (98-100 %)<sup>8</sup>, mientras que los CF (celulosa y hemicelulosa), que constituyen la pared celular vegetal, presentan, de manera general, lenta e incompleta digestión, ocupan espacio en el tracto gastrointestinal<sup>9,10</sup>. Esta fracción es responsable por la variación en la digestión y consumo de los alimentos, especialmente de las especies forrajeras tropicales.

Para la adecuación de dietas para rumiantes, se requiere de información sobre las proporciones de fracciones de alimentos y de tasas de digestión<sup>11</sup> a fin de sincronizar la disponibilidad de energía y nitrógeno en el rumen, maximizar la eficiencia microbiana, la digestión de los alimentos y la reducción de las pérdidas resultantes de la fermentación ruminal<sup>6,12</sup>. Para la evaluación de los alimentos se recurren a los métodos *in vivo*, *in vitro* o *in situ*. Esta última técnica ha sido utilizada para la estimación de la degradación de los alimentos, por su fácil ejecución, rapidez, precisión y presentar menor costo con relación a las técnicas *in vivo*<sup>6,13,14</sup>.

La comprensión de las características químicas y nutritivas de los residuos de cosecha ayudaría a diseñar estrategias óptimas de utilización en las explotacio-

nes y a nivel nacional. En el Perú, la información disponible sobre la composición química y el valor nutritivo de los residuos de cosecha es escasa. Por ello, el objetivo de este estudio fue determinar los parámetros cinéticos de la degradabilidad de la materia seca, proteína cruda y fibra detergente neutro de los residuos de cosecha de la avena, cebada, arveja, quinua y habas en el primer compartimiento estomacal de la alpaca.

## Materiales y métodos

El experimento fue desarrollado en el Laboratorio de Nutrición Animal y Evaluación de Alimentos de la Universidad Nacional de Huancavelica (UNH), ubicado en el distrito, provincia y región de Huancavelica, Perú, a 3680 msnm<sup>15</sup>.

Para el estudio de la degradabilidad *in situ* se utilizaron dos alpacas (*Vicugna pacos*) Huacaya machos de 2 años, de edad, desparasitados, fistulados en el primer compartimiento estomacal, con peso corporal medio de 45 kg. Las alpacas recibieron 300 g/día de avena forrajera verde picada y 150 g de mezcla de residuos de cosecha (RC) durante 15 días. Los días subsiguientes fueron alimentados con una mezcla de RC y de avena forrajera (heno) (60:40), a las 8 y 16 h. Los animales permanecieron confinados durante todo el periodo experimental, en corrales individuales, construidos de metal con sombras de polietileno y pisos de madera.

Se colectaron RC de cebada (*Hordeum vulgare* L), avena (*Avena sativa* L), arveja (*Pisum sativum* L), quinua (*Chenopodium quinoa* Willd), y habas (*Vicia faba* L) de las provincias de Acobamba y Tayacaja, Huancavelica, en junio de 2018. Los residuos estuvieron constituidos por el material que quedó una vez retiradas las semillas o vainas por los propietarios. Los residuos fueron cortados y picados en fracciones entre 2 y 5 cm, mediante el uso de una picadora de

forraje marca MAQUIAGRO para luego ser llevados al laboratorio para su análisis químico-bromatológico, y para el estudio de la degradabilidad *in situ* según la metodología de Ørskov & McDonald<sup>16</sup>.

Para el análisis químico-bromatológico fueron colectados seis submuestras de cada tratamiento (10 % de los RC), fueron mezcladas, obteniendo una muestra por tratamiento de 100 g. para los ensayos de degradabilidad. El material para los análisis de laboratorio y la incubación fue molido en un molino Retsch, dejando partículas de 2 mm de diámetro.

Las determinaciones de materia seca (MS)<sup>17</sup>, proteína cruda (PC) y FDN<sup>18</sup> fueron hechas de acuerdo con Silva & Queiroz<sup>19</sup>. Muestras proporcionales de cada repetición y por tratamiento individual fueron mezcladas para la obtención de una muestra compuesta de cada residuo. Estas muestras fueron destinadas a la incubación en el primer compartimiento del estómago de cada alpaca.

Para la incubación se utilizaron sacos de nylon de 5 x 10 cm y 50 µm de abertura de poro<sup>20-22</sup>, que fueron colocados en estufa a 60 °C durante 12 h, para luego ser pesados. En cada saco se colocaron 5 g de muestra seca al aire, cerrado con ligas. Se trabajó con muestras por duplicado para cada tiempo de incubación por animal. Los sacos fueron colocados en un balde con agua por 12 min previo a la colocación de los sacos en el primer compartimiento del estómago de las alpacas.

Se utilizaron periodos de incubación de 12, 24, 48 y 72 h. Los sacos del tiempo 0 fueron colocados en el balde con agua y lavado posteriormente con agua corriente, pero no fueron incubados. Todos los sacos fueron colocados en forma conjunta en el primer compartimiento del estómago de las alpacas fistuladas y fueron retirados según los tiempos de incubación establecidos. Una vez retirados, fueron lavados exhaustivamente en agua corriente para retirar las

partículas de material adheridas a la superficie externa. El material fue colocado en estufa marca MMM-Venticell modelo capacidad 222 litros con ventilación forzada a 60 °C durante 24 h y posteriormente fue pesado con ayuda de una balanza de precisión 0.01 g capacidad de 1620 g marca Ohaus.

Se utilizó parcelas subdivididas conducido en un diseño de bloques completamente al azar, las dos alpacas representaron los bloques, los RC los tratamientos (parcelas) y los seis horarios de incubación de los residuos las subparcelas. El análisis fue realizado de acuerdo con el modelo estadístico:  $Y_{ijk} = \mu + B_i + R_j + \epsilon_{ij} + T_k + R \times T_{jk} + \epsilon_{ijk}$ , donde  $Y_{ijk}$  = la observación relativa al RC (j) en combinación con el tiempo (k) en el bloque (i);  $\mu$  = la media general,  $B_i$  = efecto del bloque i (animal),  $R_j$  = efecto del nivel j del factor R (RC),  $\epsilon_{ij}$  = error experimental de la parcela,  $T_k$  = efecto del nivel k del factor T (tiempo),  $R \times T_{jk}$  = efecto de la interacción del factor R con el factor T,  $\epsilon_{ijk}$  = error experimental relativo a la subparcela. Los datos de degradabilidad *in situ* de la MS, PC y FDN de los RC fueron determinados por la diferencia entre el peso de las muestras incubadas y el peso de los residuos de MS, PC y FDN después del tiempo de incubación, y expresados en porcentajes<sup>23</sup>.

La información referente a la degradabilidad *in sacco* de los RC de cultivos agrícolas evaluados fueron sometidos a análisis de varianza por el procedimiento GLM del programa estadístico SAS v. 9.2 para Windows<sup>®24</sup>, considerándose el animal, los residuos de cosecha y el tiempo de incubación.

La pérdida de peso observada en la MS, PC y FDN en cada tiempo de incubación fue considerada como degradabilidad potencial. Con el aplicativo Solver de Microsoft Excel fueron calculadas las tasas de degradación correspondientes, utilizando el modelo matemático<sup>14,25,26</sup>:  $D(t) = a+b(1-\exp(-c*t))$ , donde  $D(t)$  = cantidad de alimento que desaparece de los sacos en el tiempo de incubación t, a = fracción rápidamente degradable (%), b = fracción lentamente degradable (%), c = digestión de la fracción b en la tasa fraccional constante ( $h^{-1}$ ), y t = tiempo (horas)<sup>27-30</sup>.

La degradabilidad efectiva (De) de la MS, PC y FDN de los RC en el primer compartimiento del estómago de la alpaca fue calculada mediante la ecuación de por Carvalho et al.<sup>13</sup>:  $De = a+(b*c/c+k)$ , en que: De = degradabilidad efectiva, k = es la tasa estimada de pasaje de las partículas, y a, b y c son los mismos componentes de la ecuación anterior<sup>13</sup>.

### Resultados

En lo que respecta a la composición química-bromatológica de los RC de los cultivos agrícolas (tabla 1), fueron la avena y quinua que presentaron los mayores porcentajes de MS.

Con relación al contenido de PC, los residuos de haba y de cebada fueron los que presentaron el mayor y el menor contenido de proteína cruda (14.10 vs. 2.15 %, tabla 1), diferencias notables entre una leguminosa y gramínea.

**Tabla 1 Tenores de materia seca (MS), proteína cruda (PC) y fibra detergente neutro (FDN) obtenidos en los residuos de cosecha de cebada, avena, arveja, quinua y habas**

Residuo de cosecha	MS (%)	PC (% MS)	FDN (% MS)
Arveja	93.33	10.41	68.05
Avena	96.74	7.87	62.92
Cebada	88.80	2.15	90.19
Habas	93.04	14.10	34.94
Quinua	96.51	3.92	89.92

**Tabla 2 Resumen del análisis de varianza de la degradabilidad de la materia seca (MS), proteína cruda (PC) y fibra detergente neutro (FDN) de los residuos de cosecha de cinco cultivos agrícolas en el primer compartimiento del estómago de la alpaca, en función al animal y al tiempo de incubación**

Fuente de variación	GL	Cuadrados medios		
		MS	PC	FDN
Animal	1	ns	ns	ns
RC (R)	4	***	***	***
Error (a)	4			
Parcela	9			
Tiempo (T)	4	***	***	***
R x T	16	***	***	***
(Tratamientos)	25			
Tiempo/ residuo arveja	4	***	***	***
Tiempo/ residuo avena	4	***	***	***
Tiempo/ residuo cebada	4	***	***	***
Tiempo/ residuo habas	4	***	***	***
Tiempo/ residuo quinua	4	***	***	***
Residuo/ tiempo 0	4	***	***	***
Residuo/ tiempo 12	4	***	***	***
Residuo/ tiempo 24	4	***	***	***
Residuo/ tiempo 48	4	***	***	***
Residuo/ tiempo 72	4	***	***	***
Error (b)	20			
Error total	49			
CV (%)		4.34	2.56	6.62

\*\*\* p<0.001; ns: no significativo.

La disminución de la MS varió de 4.96 a 44.56 % y de 25.50 a 79.28 % para la cebada y el haba, respectivamente, entre el periodo de incubación de 0 y 72 h. La degradabilidad de la MS a las 72 h de incubación fue de 43.71, 64.39 y 68.57 % para la quinua, avena y arveja, respectivamente (tabla 3).

Las estimaciones de los coeficientes a, b y c de las ecuaciones ajustadas para las degradabilidades potenciales, según el modelo asintótico de primer orden de la MS, PC y FDN se presentan en la tabla 4.

Sin embargo, estos residuos mostraron mayores coeficientes (b) (parte insoluble, pero potencialmente degradable) con relación a los residuos de habas y de quinua, probablemente, en función a sus mayores contenidos de fibra. En el caso de las tasas de degradación de la fracción potencialmente degradable (c), los residuos mostraron comportamientos semejantes

(1.79, 1.91, 1.55 y 2.28 %/h), excepto el residuo de habas que fue mayor (7.21 %/h).

La degradabilidad de la PC (tabla 3) varió de 63.94 a 91.41 % para la cebada y avena, respectivamente, a las 72 h de incubación.

En la fracción soluble (a) de la FDN se observaron diferencias entre los RC, correspondiendo a las habas la mayor fracción (24.92 %) y a la avena la menor fracción (3.67 %) (tabla 4). Los residuos de arveja y quinua presentaron coeficientes (a) semejantes (16.29 vs. 13.73 %). Los mayores valores de degradabilidad potencial de MS fueron observados en los residuos de arveja (82.96 %), mientras que la menor degradabilidad potencial fue registrada para los residuos de quinua (49.13 %, tabla 5), con una fracción no degradable (i) de 50.87 % de MS (tabla 4).

**Tabla 3 Porcentajes medios del desaparecimiento de la materia seca (MS), proteína cruda (PC) y fibra detergente neutra (FDN) de los residuos de cosecha de los cultivos agrícolas de cebada, avena, arveja, quinua y habas, en función al tiempo de incubación**

Residuos de cosecha	Tiempo de incubación (h)				
	0	12	24	48	72
<b>Desaparecimiento de materia seca (MS)</b>					
Arveja	25.64	31.06	52.26	53.44	68.57
Avena	14.33	28.92	40.36	50.60	64.39
Cebada	4.96	21.73	23.56	30.13	44.56
Habas	25.50	57.53	64.39	70.05	79.28
Quinua	18.72	22.44	34.73	36.81	43.71
<b>Desaparecimiento de proteína cruda (PC)</b>					
Arveja	47.10	59.91	76.48	80.38	90.80
Avena	33.65	56.42	71.3	83.24	91.41
Cebada	11.53	30.54	38.14	49.49	63.94
Habas	33.21	65.65	75.00	81.59	89.64
Quinua	36.01	46.66	63.84	70.32	78.27
<b>Desaparecimiento de fibra detergente neutro (FDN)</b>					
Arveja	15.65	23.99	35.20	36.74	56.86
Avena	8.55	10.34	11.66	25.74	45.91
Cebada	4.59	20.76	20.97	27.25	41.85
Habas	24.61	29.85	37.76	41.98	53.39
Quinua	14.77	16.24	28.82	32.35	40.53

**Tabla 4 Degradabilidad de la materia seca (MS) proteína cruda (PC) y fibra detergente neutro (FDN) de residuos de cosecha incubados en el primer compartimiento del estómago de la alpaca, en función del tiempo de incubación y los respectivos coeficientes de determinación (R<sup>2</sup>)**

Residuos de cosecha	Parámetro				R <sup>2</sup>
	A	B	c	i	
<b>Degradabilidad de materia seca (MS)</b>					
Arveja	24.77	58.19	1.79	17.04	0.92
Avena	15.11	64.15	1.91	20.74	0.99
Cebada	7.79	51.21	1.55	41.00	0.93
Habas	26.17	49.31	7.21	24.53	0.97
Quinua	17.99	31.14	2.28	50.87	0.94
<b>Degradabilidad de proteína cruda (PC)</b>					
Arveja	46.79	46.63	3.33	6.58	0.96
Avena	33.81	60.32	3.90	5.87	0.99
Cebada	13.26	62.41	2.11	24.33	0.98
Habas	33.76	53.06	6.85	13.18	0.98
Quinua	35.19	47.86	3.07	16.95	0.98
<b>Degradabilidad de fibra detergente neutro (FDN)</b>					
Arveja	16.29	83.71	0.81	0.00	0.92
Avena	3.67	96.32	0.65	0.00	0.89
Cebada	7.87	61.27	1.02	30.86	0.90
Habas	24.92	75.07	0.63	0.00	0.97
Quinua	13.73	46.07	1.18	40.20	0.94

A: fracción soluble en agua (%), B: fracción insoluble en agua potencialmente degradable (%), c: Kd = tasa de fracción de degradación (h<sup>-1</sup>)(%/hora), R<sup>2</sup>: coeficiente de determinación; i: fracción no degradable (%)

Se observaron potenciales de degradación de la MS de los residuos de arveja y habas de 82.96 y 75.47 %, desaparecimiento de la MS a las 12 h de 36.00 vs

54.72 % y desaparecimiento máximo de degradación a las 72 h de 66.88 y 75.20 %, respectivamente. Esas diferencias en la degradación de la MS en el primer

comportamiento del estómago de la alpaca puede ser un factor importante de influenciar el consumo animal.

En la tabla 5 se encuentran los valores de las degradabilidades efectivas de la MS, PC y FDN de los residuos agrícolas de cosecha. Las degradabilidades efectivas de la MS en las tasas de pasajes de 3, 5 y 7 %/h fueron mayores para los residuos de habas con relación a los otros residuos.

Los valores de degradabilidad potencial de la PC fueron superiores a 80 %, excepto para la cebada (75.67 %) (tabla 5). Estas cifras indican un buen potencial

para la producción de nitrógeno microbiano, a pesar de los bajos contenidos de PC, especialmente de los residuos de cebada y quinua (tabla 3).

Con excepción de la cebada, más del 60 % de la degradabilidad de la PC ocurrió después de las 12 h de incubación. A las 72 h de incubación los residuos de arveja, avena, habas y quinua presentaron degradabilidades de la PC de 89.20, 90.50, 86.44 y 77.79 %, respectivamente. En este tiempo de incubación en la cebada se observó 62.04 % de degradabilidad de la PC.

**Tabla 5 Degradabilidad potencial y efectiva o real de la materia seca (MS), proteína cruda (PC) y fibra detergente neutro (FDN) de los residuos de cosecha de cinco productos agrícolas**

Residuos de cosecha	Degradabilidad potencial <sup>1</sup>	Degradabilidad efectiva		
		Tasa de pasaje (%/h) <sup>a</sup>		
		3	5	7
<b>Materia seca (%)</b>				
Arveja	82.96	46.49	40.04	36.60
Avena	79.26	40.04	32.83	28.85
Cebada	59.00	25.26	19.92	17.09
Habas	75.47	60.99	55.29	51.19
Quinua	49.13	31.46	27.75	25.66
<b>Proteína cruda (%)</b>				
Arveja	93.42	71.35	65.45	61.84
Avena	94.13	67.92	60.26	55.40
Cebada	75.67	39.05	31.80	27.73
Habas	86.82	70.66	64.43	60.00
Quinua	83.05	50.39	53.39	49.77
<b>Fibra detergente neutro (%)</b>				
Arveja	100	34.17	28.02	25.02
Avena	100	20.95	14.85	11.93
Cebada	69.14	23.44	18.27	15.68
Habas	100	37.96	33.33	31.13
Quinua	59.80	26.80	22.57	26.41

<sup>a</sup> Se asume tasas de pasaje (K) de 3, 5 y 7 (%/hora)<sup>3L-1</sup> Fracción rápidamente degradable o fracción soluble en agua (a, %) + fracción lentamente degradable o fracción insoluble en agua potencialmente degradable (b, %)

Los valores de degradabilidad potencial de la PC fueron superiores a 80 %, excepto para la cebada (75.67 %) (tabla 5). Estas cifras indican un buen potencial para la producción de nitrógeno microbiano, a pesar de los bajos contenidos de PC, especialmente de los residuos de cebada y quinua (tabla 3).

Con excepción de la cebada, más del 60 % de la degradabilidad de la PC ocurrió después de las 12 h de incubación. A las 72 h de incubación los residuos de arveja, avena, habas y quinua presentaron degradabilidades de la PC de 89.20, 90.50, 86.44 y 77.79 %, respectivamente. En este tiempo de incubación en la



cebada se observó 62.04 % de degradabilidad de la PC.

Las degradabilidades efectivas de la PC en las tasas de pasajes de 3, 5 y 7 %/h fueron mayores para los residuos de arveja (71.35, 65.45 y 61.84 %/h, respectivamente), con relación a los otros residuos en estudio (tabla 5). Se observando valores de degradabilidad efectiva de la PC, se puede inferir que los residuos de avena, cebada, habas y quinua presentaron bajos valores de (a) y (b) altos y (c) bajos, a excepción del residuo de habas (c: 6.85).

El residuo de habas presentó la mayor fracción soluble (a) (24.92 %), mientras que la avena tuvo el menor valor (3.67%). Para la parte insoluble en agua, pero potencialmente degradable b, se observó que el residuo de avena mostró la mayor fracción (96.32 %) y la quinua la menor (46.07 %). En el caso de la tasa de degradación c, todos los residuos presentaron tasas muy bajas.

La curva de desaparecimiento de la FDN comprueba que los RC difieren cuanto a la tasa de desaparecimiento. Hasta las 48 h de incubación en el primer compartimiento del estómago de la alpaca, los valores de degradación de FDN se mantuvieron próximos a 45 % en los residuos de arveja y habas. A partir de este tiempo, los valores observados continuaron siendo mayores para estos residuos (53.44 vs 52.31). En cambio, en los residuos de avena, cebada y quinua los valores de degradación (hasta las 72 h) fueron de 29.69, 31.64 y 33.75 %, respectivamente.

La degradabilidad efectiva de la FDN difirió entre los residuos y presentaron amplitud máxima de 17.01, 18.48 y 19.20 % en las tasas de pasajes de 3, 5 y 7 %/h, respectivamente. Los residuos de cosecha de avena, arveja y habas presentaron contenidos de PC superiores a 7 %, contenidos medios de FDN mayores a 60 %, a excepción del residuo de habas (34.94 %). La cebada y la quinua entre 2 y 4 % de PC, y alrededor de 90 % de FDN.

Los residuos de arveja, avena y habas presentaron coeficientes de degradabilidad potencial de la MS superiores a 75 %. La degradabilidad potencial de la PC de los residuos se observaron valores superiores a 75 %.

Los valores de la fracción indigestible de FDN fueron arriba de 30 % para los residuos de cebada y quinua. La cebada presentó valores superiores a 20 y 40 % de la fracción indigestible de la PC y de la MS. Por tanto, deben ser observados y considerados en la adecuación de dietas en alpacas.

La degradabilidad efectiva de la PC y de la FDN fue semejante entre los residuos en las tasas de pasajes de 3, 5 y 7 %/h.

## Discusión

El dato observado sobre el contenido de MS de la cebada fue menor en relación con los otros residuos, pudiendo ser también una característica del residuo. El valor de 88.75 % de MS de la cebada se aproxima a la cifra de 91.7 % obtenido por Gallardo<sup>32</sup>. Sin embargo, se aproxima al valor de 91.01 % de MS reportado por Haile<sup>33</sup>.

Gallardo<sup>32</sup>, obtuvo contenido de PC en habas y cebada de 16.3 y 3.7 %, respectivamente. Por otro lado, el residuo de habas presentó la menor proporción de fibra (34.94 %) en comparación con los otros residuos (tabla 1), valor que concuerda con el 33.3 % de FDN<sup>32</sup>, mientras que el residuo de mayor contenido de fibra fue la cebada (90.19 %). Haile et al.<sup>33</sup>, reportaron valores de PC (6.71 %) de cebada superiores a lo hallado en el presente estudio. Sin embargo, obtuvieron un 73.8 % de FDN, siendo inferior a nuestros resultados.

Las pequeñas variaciones que existen en la composición química de los diferentes RC realizadas en este estudio con relación a otras investigaciones se pue-

den atribuir a las diferencias en variedades, proporción de fracciones botánicas, condiciones de cultivo (variaciones geográficas, estacionales, condiciones climáticas y características del suelo), grado de materias extrañas e impurezas tales como la contaminación del suelo, distintos métodos de medición y procedimientos de laboratorio<sup>34,35</sup>.

Los valores de la fracción soluble en el agua (a) de los residuos de arveja y habas (tabla 4) fueron relativamente altos para la MS. Vieira et al.<sup>36</sup> indicaron valores de 33, 22 y 29 % de la fracción (a), para las cascarras del fruto de tres variedades de maracuyá. Considerando que la fracción (a) representa la porción del forraje que está prontamente disponible para los microorganismos del primer estómago de la alpaca, los residuos de cebada y avena presentaron menores valores (7.79 y 15.11 %, respectivamente) para la MS.

Vieira et al.<sup>36</sup> refirieron tasas de degradación (c) que variaron entre 9 y 10 %/h para la degradabilidad ruminal de las cáscaras del fruto de variedades de maracuyá. Para henos de pasto elefante napier y cameron y paja de arroz, Vieira et al.<sup>36</sup> indicaron tasas de degradación de 4.0, 3.7 y 2.7 %, respectivamente. Pires et al.<sup>37</sup> trabajando con paja de cebada conteniendo 40 % de humedad al evaluar la degradabilidad de la MS verificaron para las fracciones (a), (b) y (c) valores de 20.23, 60.82 y 1.95 %, respectivamente. Esos resultados manifiestan gran variación para los valores de las fracciones soluble e insoluble y tasa de degradación de forrajes. También, en cebada, Haile et al.<sup>33</sup> señalaron valores de 15.1, 25.3 y 0.04 % para las fracciones de a, b y c, respectivamente. Las diferencias entre los valores presentados en los otros estudios y los obtenidos en el presente podrían atribuirse probablemente al uso de diferentes variedades de cultivo evaluadas en los estudios.

Según el NRC<sup>38</sup>, la tasa de degradación de la fracción potencialmente degradable de la proteína varía de 2

a 8 %/h. A pesar de las variaciones en las fracciones (a) y (b), las tasas de degradación de la PC en %/h (fracción c) se mantuvieron constantes (3.33, 3.90, 3.07 %/h) en los residuos de arveja, avena y quinua, comportamiento similar de la MS, cuyas fracciones (c) fue de 1.79, 1.91 y 2.28 %/h, respectivamente. La fracción de la PC soluble en agua (a) en el residuo de arveja presentó valor elevado (46.79 %), comparable con el 54.0 % reportado por Vieira et al.<sup>36</sup>. En el residuo de cebada se verificó la menor fracción de la PC soluble en agua (tabla 1).

La fracción (a) de la avena en el estudio de Vieira et al.<sup>36</sup> con cáscaras del fruto de tres variedades de maracuyá estuvo entre 2 y 5 %. En la FDN, el mayor valor de (a) fue observado para las habas (24.92 %), cuyo contenido de FDN (34.94 %) fue menor con relación a los otros residuos en estudio (tabla 1). En el caso de los valores (b), la variación fue entre 46.07 y 96.32 % para los residuos de quinua y avena, respectivamente, mientras que Vieira et al.<sup>36</sup> reportaron 48 % para las cáscaras de la variedad rojo de maracuyá, valor semejante al de la quinua en el presente estudio. Nilsen et al.<sup>39</sup> para FDN en cebada reportaron valores de 41.6, 50.6 y 0.060 % para las fracciones de a, b y c, respectivamente, mientras que para quinua obtuvieron valores de las fracciones a, b y c de 50.2, 39.6 y 0.078 %, respectivamente. Estas diferencias podrían atribuirse a las diferencias en la proporción de hoja y tallo, los efectos de los animales y la dieta, el tamaño de las partículas, las características de incubación, las condiciones del rumen y la contaminación microbiana<sup>40</sup>.

La degradabilidad potencial de la MS de la arveja fue semejante a la obtenida por Carvalho et al.<sup>13</sup> para ensilados de *Pennisetum purpureum* Schum. A pesar de que los potenciales de degradación de la MS de los residuos de quinua y avena difieren (49.13 vs 79.26 %), hasta las primeras 12 h, los valores de desaparición de la MS en el primer comportamiento (C1)

a nivel del rumen de la alpaca fueron similares (25.46 vs 28.24 %). Según la ecuación no lineal propuesta por Ørskov & McDonald<sup>16</sup>, los potenciales máximos de degradación de la MS de los residuos de quinua y avena a las 72 h de incubación fueron de 43.12 y 63.02 %, respectivamente.

Rodríguez et al.<sup>41</sup> sugieren que la elevada proporción de carbohidratos de la pared celular y el contenido de lignina del forraje son las principales causas de las menores degradabilidades. Así, los elevados contenidos de FDN de la cebada y de la quinua, alrededor de 90 %, probablemente son los responsables por esta forma de comportamiento en la degradabilidad observada. La alta fracción no degradable de la PC de la cebada puede estar relacionada a un posible mayor contenido de nitrógeno insoluble en detergente ácido (NIDA), relacionado al mayor contenido de lignina y FDA de la cebada<sup>42</sup>.

Vieira et al.<sup>36</sup> observaron valores elevados de la degradabilidad efectiva de la PC (68.89 a 80.83 %/h) en las cáscaras del fruto de variedades de maracuyá, a una tasa de pasaje de 4.8 %. Sarti et al.<sup>42</sup>, por otro lado, también observaron valores de degradabilidad efectiva de la PC de 66.8, 58.2 y 54.3 % en ensilados de *P. purpureum* Schum en las tasas de pasajes de 2, 5 y 8 %/h, respectivamente.

Según Rodríguez et al.<sup>41</sup>, valores de a 100 o de (c) menores que 0.01 indican inadecuación del modelo a los puntos observados o respuestas atípicas (error experimental), dando lugar a estimaciones de degradabilidad efectiva que deben ser tratadas con la debida restricción. La fracción no degradable (i) fue mayor para los residuos de cebada y quinua (30.86 vs 40.20 %), evidenciando que presentan menor calidad de fibra.

La degradabilidad potencial de la FDN del residuo de cebada fue mayor que de la quinua (69.14 vs 59.80), lo que puede estar relacionado a los elevados contenidos de FDN. Así como en este estudio, Carvalho et

al.<sup>13</sup> sugieren que elevados contenidos de celulosa cristalina y lignina de la cascara de algodón propician lento desaparecimiento de la FDN en ensayos in situ. Las tasas de degradación (fracción c) en todos los residuos fueron muy bajas entre 0.006 y 0.011 %/h (tabla 4). Según Carvalho et al.<sup>13</sup> para que los forrajes sean considerados de calidad, sus tasas de degradación de FDN deben situarse entre 2 y 6 %/h, por lo que ninguno de los residuos en estudio podría ser considerado de calidad. Por otro lado, las degradabilidades potenciales de FDN para los residuos de arveja, avena y habas fueron de 100 %, valores que podrían ser considerados como valores erráticos. Para el contenido de FDN a una tasa de pasaje de 5 %, no existe semejanza con los resultados de Vieira et al.<sup>36</sup> donde la mayor degradabilidad fue de 45.83 % y la menor de 34.61 % para las cáscaras del fruto de maracuyá de la mezcla de partes iguales de las variedades amarillo y rojo, a una tasa de pasaje de 4.8 %/h.

### Fuente de financiamiento

El proyecto fue autofinanciado 50% por el equipo investigador y el resto por el laboratorio de nutrición animal y evaluación de alimentos-LUNEA.

### Conflictos de intereses

Los autores declaran que no existe ningún conflicto de interés.

### Agradecimientos

Se agradece en especial a los integrantes del Laboratorio de nutrición animal y evaluación de alimentos-LUNEA y al Centro Experimental de Camélidos Sudamericanos-Lachocc de la Universidad Nacional de Huancavelica. Perú.

## Consideraciones éticas

Se han cumplido las exigencias de bienestar animal para su ejecución de dicho estudio.

## Aporte de los autores en el artículo

*Contreras Paco José Luis* se dedicó a realizar los análisis de laboratorio y autor del estudio con residuos de cosecha, *Condori Yauri Cesar Javier* realizo la colección de muestras y a la ejecución de los ensayos biológicos, *Poma Yaranga Javier* realizo la colección de muestras y a la ejecución de los ensayos biológicos, *Cordero Fernández Alfonso Gregorio* apporto en el procesamiento de datos estadísticos, De la Cruz Rojas Yhan Carlos elaboro la redacción preliminar del manuscrito.

## Literatura citada

- Lopez S, Davies DR, Giráldez FJ, Dhanoa MS, Dijkstra J, France J. Assessment of nutritive value of cereal and legume straws based on chemical composition and *in vitro* digestibility. *J Sci Food Agric* 2005;85(9):1550-7. <https://doi.org/10.1002/jsfa.2136>
- Abbator FI, Kibon A, Mohammed ID. Nutrient composition and rumen degradation of some feedstuffs in the semi-arid region of Nigeria. *J Sustain Agric Environ* 2002;4:158-64.
- Cottyn BG, De Boever JL, Vanacker JM. The estimation of nutritive value of dairy cattle feed. *Archiv Tierernahr* 1990;40(10):969-80. DOI: <https://doi.org/10.1080/17450399009428448>
- Wilkinson JM. Silage make from tropical and temperate crops. *World Anim Rev* 1983;45: 36-40.
- Gomide JA. Os volumosos na alimentação de vacas leiteras. In: Mendes PA, Carlos de MJ, Pedroso de FV, editors. *Nutrição de bovinos: conceitos básicos e aplicados*. 5ed. Piracicaba, Brasil: FEALQ; 2004. p. 223-37.
- Cabral LS, Valadares Filho SC, Zervoudakis JT, de Souza AL, Detmann E. Degradabilidade *in situ* da materia seca, da proteína bruta e da fibra de alguns alimentos. *Pesq Agropec Bras* 2005;40(8): 777-81. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100204X2005000800007>
- Van Soest PJ. *Nutritional ecology of the ruminant*. 2<sup>nd</sup> ed. Ithaca, New York: Cornell University Press; 1994. 476 p.
- Ítavo LCV, Valadares Filho SC, Silva FF, Valadares RFD, Cecon PR, Ítavo CCBF, et al. Consumo, degradabilidade ruminal e digestibilidade aparente de feno de gramíneas do gênero *Cynodon* e rações concentradas utilizando indicadores internos. *R Bras Zootec* 2002;31(Suppl 2): 1024-32. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982002000400027>
- Mertens DR. Predicting intake and digestibility using mathematical models of ruminal function. *J Anim Sci* 1987;64(5):1548-58. DOI: <https://doi.org/10.2527/jas1987.6451548x>
- Van Soest PJ. Development of a comprehensive system of feeds analysis and its applications to forages. *J Anim Sci* 1967;26(1):119-28. DOI: <https://doi.org/10.2527/jas1967.261119x>
- National Research Council. *Nutrient requirements of dairy cattle: 7th revised ed*. Washington, DC: The National Academies Press; 2001. DOI: <https://doi.org/10.17226/9825>
- Silva TM, Araújo GGL, Oliveira RL, Dantas FR, Bagaldo AR, Menezes DR, et al. Degradabilidade ruminal e valor nutritivo da maniçoba ensilada com níveis do resíduo vitivinícola. *Arch Zootec*

- 2011;60(229):93-103. DOI: <https://doi.org/10.4321/S0004-05922011000100011>
13. Carvalho GGP, García R, Pires AJV, Detmann E, Gomes Pereira O, Fernandes FEP. Degradação ruminal de silagem de capim-elefante emurchecido ou com diferentes níveis de farelo de cacau. R Bras Zootec 2008;37(6):1347-54. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982008000800003>
  14. Berchielli TT, García A de V, De Oliveira SG. Principales técnicas de avaliação aplicadas em estudos de nutrição. In: Berchiele TT, Pires AV, De Oliveira SG, editors. Nutrição de ruminantes. 2ed. Jabotical: FUNEP; 2011. p. 415-38
  15. Aguilar Retamozo W, Lima Muñoz A. Eficiencia del nitro 34 (nitroxinil 30%) y el trisan (triclabendazol al 12%) en el control de la *Fasciola hepática* en vacunos, comunidad Antacocha-Huancavelica [tesis licenciatura]. [Huancavelica]: Universidad Nacional de Huancavelica; 2013 [citado 26 de mayo de 2020]. Recuperado a partir de: <https://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/747>
  16. Ørskov DR, McDonald I. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. J Agr Sci 1979;92(2):499-503. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0021859600063048>
  17. American Organization of Analytical Chemists International (AOAC). Official methods of analysis. 15th ed. Arlington, VA, USA: Association of Official Analytical Chemists; 1980 [Internet]. USA: [citado 26 de mayo de 2020]. Recuperado a partir de: <https://archive.org/details/gov.law.aoac.methods.1980/page/n3>
  18. Daisy Incubator [Internet]. ANKOM Technology. 2011 [citado 5 de marzo de 2020]. Recuperado a partir de: <https://www.ankom.com/product-catalog/daisy-incubator>
  19. Silva DJ, Queiroz AC. Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos. 3ed. Viçosa: UFV. 2002;165 p.
  20. González García UA, Corona Gochi L, Estrada Flores JG, Abarca Amesquita DK, González Ronquillo M. Digestión ruminal e intestinal del maíz (*Zea mays*) y sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) utilizando diferentes técnicas de digestibilidad (in vivo, in vitro e in sacco). Trop Subtrop Agroecosystems 2007;20(2):183-94.
  21. Ochoa Fernández J. Efecto de los tiempos de cosecha de la cebada (*Hodeum vulgare* L.) sobre la degradabilidad de la fibra detergente neutra y ácida en rumen de toretes [tesis licenciatura]. [Huancavelica]: Universidad Nacional de Huancavelica; 2018 [citado 26 de octubre de 2020]. Recuperado a partir de: <https://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/1949>
  22. Cárdenas-Villanueva LA, Bautista-Pampa JL, Zegarra-Paredes JL, Ramos-Zuniga R, Gómez-Quispe OE, Barreto-Carbajal JS. Degradabilidad in situ de la materia seca y proteína cruda de las hojas y peciolo del pisonay (*Erythrina falcata*). Rev Investig Vet Perú 2016;27(1):39-44. DOI: <https://doi.org/10.15381/rivep.v27i1.11461>
  23. Rezende VM, Paiva PCA, Barcelos AF, Teixeira JC, Nogueira DA. Degradabilidade ruminal das silagens de capim-napier produzidas com diferentes níveis de farelo de "batata diversa". Ciênc Agrotec 2007;31(2):485-91. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-70542007000200032>
  24. SAS Institute Inc. System Requirements for SAS® 9.2 Foundation for Microsoft® Windows® for x64 [Internet]. North Carolina: SAS Institute Inc; 2008 [citado 22-de octubre de 2020]. 24 p. Recuperado a partir de: <http://support.sas.com/documentation/installcenter/92/sasinstall/9.2/win/wx6/sreq.pdf>
  25. Boschini C. Degradabilidad in situ de la materia seca, proteína y fibra del forraje de morera (*Morus*

- alba*). Agron Mesoam 2001;12(1):79-87. DOI: <https://doi.org/10.15517/am.v12i1.17290>
26. Razz R, Clavero T, Vergara J. Cinética de degradación in situ de la *Leucaena leucocephala* y *Panicum maximum*. Revista Científica FCV-LUZ 2004;14(5):424-30.
27. Contreras JL, Matos MA, Felipe E, Cordero AG, Ramos Espinoza Y. Degradabilidad ruminal de forrajes y residuos de cosecha en bovinos Brown Swiss. Rev Investig Vet Perú 2019;30(3):1117-28. DOI: <https://doi.org/10.15381/rivep.v30i3.16601>
28. Campos MM, Borges ALCC, Lopes FCF, Pancoti CG, Reis SR. Degradabilidade in situ da cana-de-açúcar tratada ou não com óxido de cálcio, em novilhas leiteiras Holandês x Gir. Arq Bras Med Vet Zootec 2011;63(6):1487-92. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-09352011000600028>
29. Araújo SA, Maldonado VH, Coelho da Silva JF, Deminicis BB, Campos P, Lista F. Degradação ruminal e estimativa de consumo de genótipos de capim-elefante anão. R Bras Zootec 2010;39(1):18-24. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982010000100003>
30. Pires AJV, Reis RA, Carvalho GGP, Siqueira GR, Bernardes TF, Ruggieri AC, et al. Degradabilidade ruminal da matéria seca, da proteína bruta e da fração fibrosa de silagens de milho, de sorgo e de *Brachiaria brizantha*. Arq Bras Med Vet Zootec 2010;62(2):391-400. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-09352010000200020>
31. Gaggiotti MG, Salado EE, Gallardo MR, Arakaki LC, Valtorta SE, Castro HC. Degradabilidad *in situ* de las harinas de colza y de soya y los efectos de su suplementación sobre el ambiente ruminal de vacas lecheras con acceso a pastoreo de alfalfa. En: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, editores. XX Reunión Latinoamericana de Producción Animal 2007. Cuzco [Internet]. Perú; 2008 [citado 3 de mayo de 2020]. Recuperado a partir de: [http://rafaela.inta.gov.ar/info/documentos/compendios/2007/pa\\_forrajes\\_02.htm](http://rafaela.inta.gov.ar/info/documentos/compendios/2007/pa_forrajes_02.htm)
32. Gallardo M. Dietas balanceadas con forrajes conservados: la importancia de diagnosticar la calidad nutricional, el valor de los alimentos [Internet]. Sitio Argentino de Producción Animal. 2007 [citado 3 de agosto de 2020]. Recuperado a partir de: <https://www.produccion-animal.com.ar/>
33. Haile E, Gicheha M, Njonge FK, Asgedom G. Determining nutritive value of cereal crop residues and lentil (*Lens esculanta*) straw for ruminants. Open J Anim Sci 2017;7(1):19-29. DOI: <https://doi.org/10.4236/ojas.2017.71003>
34. Elseed AMAF, Eldaim NIN, Amasaib EO. Chemical composition and in situ dry matter degradability of stover fractions of five sorghum varieties. J Appl Sci Res 2007;3:1141-5.
35. Aghajanzadeh-Golshani A, Maheri-Sis N, Baradaran-Hasanzadeh A, Asadi-Dizaji A, Mirzaei-Aghsaghali A, Dolgari-Sharaf J. Determining nutrients degradation kinetics of chickpea (*Cicer arietinum*) straw using nylon bag technique in sheep. Open Vet J 2012;2(1):54-57.
36. Vieira CV, Vasquez HM, Silva JFC. Composição química-bromatológica e degradabilidade in situ da matéria seca, proteína bruta e fibra em detergente neutro da casca do fruto de três variedades de maracujá (*Passiflora* spp). R Bras Zootec 1999;28(5):1148-58. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-35981999000500034>
37. Pires AJ, Garcia R, Valadares Filho SC, Pereira OG, Cecon PR, Silva FFS, et al. Degradabilidade do bagaço de cana-de-açúcar tratado com amônia anidra e, ou, sulfeto de sódio. R Bras Zootec 2004;33(4):1071-7. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982004000400027>
38. National Research Council. Ruminant nitrogen usage. Washington, DC: The National Academies Press; 1985. DOI: <https://doi.org/10.17226/615>

39. Nilsen B, Johnston NP, Stevens N, Robinson TF. Degradation parameters of amaranth, barley and quinoa in alpacas fed grass hay. *J Anim Physiol Anim Nutr (Berl)* 2015;99(5):873-9. DOI: <https://doi.org/10.1111/jpn.12291>
40. Ramanzin M, Bailoni L, Schiavon S. Effect of forage to concentrate ratio on comparative digestion in sheep, goats and fallow deer. *Animal Science* 1997;64(1):163-70. <https://doi.org/10.1017/S1357729800015678>
41. Rodrigues ALP, Sampaio IBM, Carneiro JC, Tomich TR, Martins RGR. Degradabilidade in situ da matéria seca de forrageiras tropicais obtidas em diferentes épocas de corte. *Arq Bras Med Vet Zootec* 2004;56(5):658-64. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-09352004000500014>
42. rti LL, Jobim CC, Branco AF, Jacobs F. Degradação ruminal da matéria seca, da proteína bruta e da fração fibra de silagens de milho e de capim-elefante. *Ciênc Anim Bras* 2005;6(1):1-10.

**Nota del Editor:**

*Journal of the Selva Andina Animal Science (JSAAS)* se mantiene neutral con respecto a los reclamos jurisdiccionales publicados en mapas y afiliaciones institucionales.