



## Evaluación de la producción, composición botánica y contenido nutricional de pastos nativos en dos épocas del año en altiplano

### Evaluation of yield, botanic composition and nutritional contents of native pasture in two seasons of the year on highland

Mamani-Linares Lindon Willy<sup>1\*</sup>, Cayo-Rojas Faustina<sup>2</sup>

#### Datos del Artículo

<sup>1</sup>Universidad Pública de El Alto-UPEA.  
Área de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y Recursos Naturales. Ingeniería Agronómica.  
Av. Sucre s/n El Alto.  
Tel: +591 2-2115231  
La Paz, Estado Plurinacional de Bolivia.

<sup>2</sup>Universidad Pública de El Alto-UPEA.  
Área de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y Recursos Naturales.  
Ingeniería en Zootecnia e Industria Pecuaria  
Av. Sucre s/n El Alto.  
Tel: +591 73095766.  
La Paz, Estado Plurinacional de Bolivia.

\*Dirección de contacto:  
Universidad Pública de El Alto-UPEA.  
Área de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y Recursos Naturales. Ingeniería Agronómica.  
Av. Sucre s/n El Alto.  
Tel: +591 67100042.  
La Paz, Estado Plurinacional de Bolivia.

Lindon Willy Mamani-Linares  
E-mail address: [willyml1972@gmail.com](mailto:willyml1972@gmail.com)

#### Palabras clave:

Pasto nativo,  
composición botánica,  
variación estacional,  
valor nutricional,  
FDN.

*J. Selva Andina Anim. Sci.*  
2021; 8(2):59-72.

ID del artículo: 090/JSAAS/2021

#### Historial del artículo.

Recibido enero 2021.  
Devolto mayo 2021.  
Aceptado agosto 2021.  
Disponible en línea, octubre 2021.

Editado por:  
*Selva Andina*  
Research Society

#### Keywords:

Native pasture,  
botanical composition,  
seasonal variation,  
nutritional value,  
NDF.

#### Resumen

El objetivo de esta investigación fue determinar la disponibilidad de MS, composición botánica y VN del pastizal predominantes el "chilliguar" en el altiplano. La composición botánica fue estimada usando el método punto-cuadrante, el pasto fue colectado del sitio de estudio y taxonómicamente identificado. La disponibilidad de forraje (kg MS/ha) fueron medidos al inicio, mediados y finales de periodo de lluvia, y a mediados del periodo seco. El material cosechado fue mezclado, secado, molido y analizados para MS, PC, ceniza, FDN, FDA y EM. La composición botánica estuvo dominada por *F. dolichophylla* (23.8-36.5 %), *M. fastigiata* (8.2-12.8 %), *S. ichu* (3.4-11.4 %), *N. meyeniana* (6.6-8.1%), *B. boliviensis* (2.5-7.8 %), *A. pinnata* (0.1-12.1 %), *T. amabile* (0.0-10.5 %), *B. uniolooides* (2.9-4.4 %), *C. heterofila* (1.7-4.8 %) y otros. La disponibilidad de MS varió entre 766 y 2154 kg/ha en época de lluvias y 603 kg/ha en época seca. Hubo una amplia variabilidad en la composición química entre especies y estaciones. Para todas las especies, al comienzo de la temporada de lluvias se incrementó la calidad del forraje incluyendo un aumento de PC y menor en los contenidos de FDN, mientras que al final del período de lluvias y especialmente en la estación seca hay reducción de la calidad del forraje con disminución de la PC y aumento del contenido de FDN y FDA. En conclusión, el rendimiento y la concentración de nutrientes de los pastos nativos muestran una alta variabilidad entre ambas temporadas.

2021. *Journal of the Selva Andina Animal Science*<sup>®</sup>. Bolivia. Todos los derechos reservados.

#### Abstract

The objectives of this research were to determine the availability of DM, botanical composition and NV of the main grassland, the "chilliguar" was measured in the highlands. The botanical composition was estimated using the point-quadrant method. The reference material (grass) was collected from the study site and taxonomically identified. Forage availability (kg DM/ha) was measured at the beginning, middle and end of the rainy season, and in the middle of the dry period. The harvested material was mixed, dried, ground and analyzed for DM, CP, ash, NDF, ADF, and ME. The botanical composition was dominated by *F. dolichophylla* (23.8 to 36.5 %), *M. fastigiata* (8.2 to 12.8 %), *S. ichu* (3.4 to 11.4 %), *N. meyeniana* (6.6 to 8.1 %), *B. boliviensis* (2.5 to 7.8 %), *A. pinnata* (0.1 to 12.1 %), *T. amabile* (0.0 to 10.5 %), *B. uniolooides* (2.9 to 4.4 %), *C. heterofila* (1.7 to 4.8 %) and others. The availability of DM varied between 766 and 2154 kg/ha in rainy season and 603 kg/ha in dry season. There was a wide variability in chemical composition between species and seasons. For all species, at the beginning of the rainy season increased forage quality including increased CP, and lower in NFD concentrations, whereas end of the rainy period and especially in the dry season reduced forage quality with declines in CP and increases in NDF and ADF concentration. In conclusion, the yield and nutrient concentration of native pasture show a high variability between both seasons.

2021. *Journal of the Selva Andina Animal Science*<sup>®</sup>. Bolivia. All rights reserved.



## Introducción

Las pasturas naturales en muchos países representan la principal fuente de alimentación para animales, su abundancia se debe principalmente al bajo costo de producción<sup>1</sup>. Los forrajes se caracterizan por variaciones estacionales en contenido nutricional, disponibilidad, que afectan la preferencia y rendimiento de los animales en pastoreo<sup>2</sup>. Las investigaciones han revelado que hay una estrecha correspondencia entre los cambios estacionales y el valor nutricional (VN) de los pastizales<sup>3,4</sup>, esto se debe a que el medio ambiente determina su calidad y cantidad<sup>5</sup>.

Los altiplanos andinos se caracterizan por una temperatura muy baja, radiación solar intensa, durante casi todo el año. Cerca del 75 % de la precipitación en el altiplano de Bolivia, Perú y Chile se concentra entre diciembre y abril, periodo que permite un crecimiento rápido de plantas, con media a alto VN y proporción de plantas herbáceas en la pradera, un periodo muy corto del año, que la pastura se pone verde, florece y comienza a formar semillas<sup>6</sup>. El resto del año, periodo seco (mayo-noviembre), no hay cambios en absoluto en el crecimiento de forraje, las plantas maduran con muy bajo VN. La vegetación dominante, son pastos amacollados toscos, principalmente de los géneros *Stipa*, *Festuca* y *Calamagrostis*. En estas dos estaciones opuestas, las llamas y alpacas están expuestas a un abundante forraje de alta calidad en la estación lluviosa, pero mínima cantidad y baja calidad de forraje durante un largo periodo de la estación seca<sup>6</sup>, la proteína puede ser deficiente en sus dietas en esta estación, además el contenido de energía no es la óptima, con fibra muy elevada hacia el final de la temporada seca<sup>7</sup>. El éxito de los sistemas de producción basados en el pastoreo, a mediano y largo plazo dependen del uso eficiente de éstos, y de su producción por hectárea.

Existe limitada información sobre las variaciones estacionales en los valores nutricionales y composición botánica de los pastos nativos en el altiplano, la mayor parte del estudio se lo realizó principalmente en períodos cortos de tiempo y la mayor parte de la información dietética surge de los ecosistemas húmedos altoandinos (bofedal), que se utilizan generalmente para la cría de alpacas. Por lo tanto, se realizó un estudio para evaluar los efectos de la temporada sobre producción, composición botánica y el VN de forrajes nativos en el ambiente seco del altiplano.

## Materiales y métodos

*Área de estudio.* Este estudio se realizó en un terreno de 35 ha, en un predio ubicado en el municipio de Comanche (16°45'49'' latitud sur y 68°2'27'' longitud oeste), provincia de Pacajes, La Paz-Bolivia, entre agosto del 2019 y abril del 2020. El clima seco, frío con grandes fluctuaciones diarias de temperatura, escasas precipitaciones que ocurren entre diciembre y abril, el período de mayo a noviembre es seco. La temperatura media diaria fue de 8.3 °C, las medias máxima y mínima 17.1 y -0.4 °C, respectivamente, con una precipitación promedio anual de 515 mm, a una altitud de 4100 msnm. Las pasturas caracterizadas por las siguientes variedades de pasto típicos de la zona andina: *Festuca dolichophylla*, *Stipa ichu*, *Festuca orthophylla*, *Muhlenbergia fastigiata*, *Muhlenbergia peruviana* y *Baccharis boliviensis*. Las praderas nativas (tólares y pajonales) son de condición regular a pobre, consecuentemente, los rendimientos de forraje son bajos con 430 kg MS/ha para pajonales y 841 kg MS/ha para tólares, en el altiplano<sup>8</sup>.

*Muestreo de forraje.* La cobertura vegetal y composición de botánica se estimaron utilizando el método

de punto cuadrante<sup>9</sup> a lo largo de transectos de 30 m por sitio, ubicados en cada sitio, siguiendo un diseño estratificado al azar según los tipos de vegetación. Las especies de plantas se agruparon en cuatro categorías: gramíneas, gramínoideas, hierbas y arbustos. Se recolectó material vegetal de referencia del sitio de estudio, identificado taxonómicamente de acuerdo con las claves taxonómicas descritas por Rossel Fernández et al.<sup>10</sup> y Gutiérrez et al.<sup>11</sup>.

La fitomasa disponible (kg MS/ha) se midió cortando cinco cuadrantes al nivel del suelo y secándolo durante 48 h a 60 °C. Las mediciones se realizaron en sitios representativos de la pradera y se repitieron a principios, mediados y finales de la temporada de lluvias, y mediados de la temporada seca, lo que permitió calcular la disponibilidad de materia seca (MS).

**Análisis laboratorial.** El pasto (partes aéreas de plantas que habitualmente son consumidas por los animales) fue cosechada, en cada ocasión se hizo un pool por especies para obtener una muestra compuesta y representativa. Las muestras se limpiaron, molieron, tamizaron antes de su análisis, se enviaron al Laboratorio de Forrajes del Departamento de Producción Animal de la Universidad Austral de Chile, Valdivia para su análisis. Las muestras de pasto se pesaron, secaron a 60 °C durante 48 h y se molieron para pasar por un tamiz de 1 mm. Se realizaron el análisis químico de los pastos nativos para determinar el contenido de MS, cenizas totales (CT), proteína cruda (PC)<sup>12</sup>. La energía metabolizable (EM) se estimó mediante regresión con un valor “D” (materia orgánica digestible/MS×100) determinada in vitro<sup>13</sup> según Goering & Van Soest<sup>14</sup>, también se determinaron la fibra detergente neutra (FDN)<sup>15</sup> y fibra detergente ácido (FDA).

**Análisis estadístico de datos.** Se considerarán las variables de disponibilidad de MS de las pasturas, composición química de especies forrajeras, temporada (inicio de periodo de lluvia, mediados de periodo de

lluvia, finales de periodo de lluvia y mediados del periodo seco).

Los resultados en principio fueron registrados en una hoja de cálculo de Microsoft Excel luego sometidos a un análisis estadístico descriptivo, expresándolos como promedios y desviaciones estándares, siendo éstos, representados a través de tablas y figuras.

## Resultados

**Producción de forraje.** La disponibilidad de MS de pasturas en diferentes estaciones esta presentada en la Tabla 1 y Figura 1, durante el periodo de experimentación, la disponibilidad de MS presentó un promedio en época seca 603.20 kg/ha y en época de lluvias entre 766.3 a 2154.7 kg/ha.

**Composición botánica.** En las diferentes estaciones están presentadas en la Tabla 1, durante el periodo seco las principales especies que predominaron fueron gramíneas erectas, 54 % (*F. dolichophylla*, *S. ichu* y *F. orthophylla*), seguida de gramíneas de mediano porte, 29 % (*Muhlenbergia* sp., *Nassella pubiflora* y *Bromus unioloides*) y los arbustos, 10 % (*B. boliviensis* y *Margiricarpus pinnatus*), siendo muy escasa los gramínoideas y hierbas en la pradera.

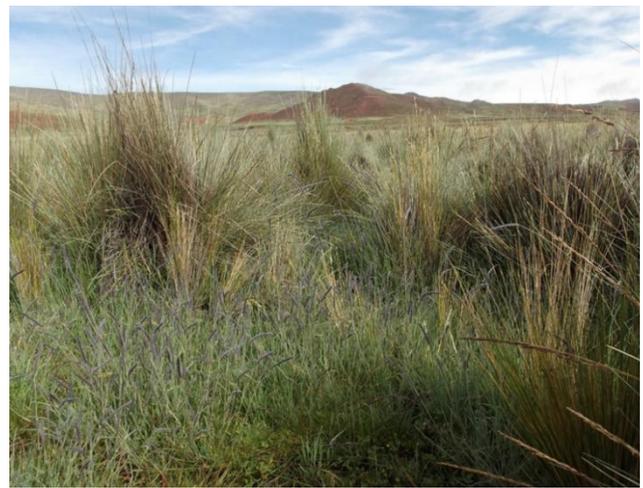
En época de lluvias las gramíneas y hierbas fueron las categorías predominantes, complementadas con arbustos y gramínoideas. Las principales especies gramíneas erectas (*F. dolichophylla*, *S. ichu* y *F. orthophylla*) representan entre 29 a 30 %, seguido de gramíneas de porte mediano y bajo (*M. fastigiata*, *N. pubiflora*, *B. unioloides*) entre 31 a 36 %, las herbáceas (*Alchemilla pinnata*, *Trifolium amabile*, *Hypochaeris* sp.) entre 19 a 26 % y los arbustos (*B. boliviensis*, *M. pinnatus*, *Adesmia spinosissima*) con baja porcentaje (5 al 8 %).

**Contenido de proteína cruda.** Las especies de gramíneas se vio significativamente influenciado por la especie y la temporada (Tablas 2, 3, 4 y 5). El contenido

de PC durante en el periodo seco (Tabla 5) en gramíneas macolladas y erectas (*F. dolichophylla*, *S. ichu* y *F. orthophylla*) vario de 2.7 a 3.7 %, seguido de gramíneas de mediano porte (*Muhlenbergia* sp., *N.*

*pubiflora*, *Poa candamoana* y *B. uniolooides*) de 4 al 8 % y arbustos (*M. pinnatus*, *B. boliviensis* y *A. spinosissima*) de 5 a 18 %, siendo *A. spinosissima* la que presento el valor más alto.

**Figura 1** Características de los pastizales en las diferentes épocas del año: Chilliwares en periodo seco (superior derecha), Chilliwares en periodo de lluvia (superior izquierdo), los pajonales de Iru ichu en periodo seco (inferior derecha) y los pajonales de Iru ichu en periodo de lluvia (inferior izquierdo)



En la época de lluvias las leguminosas y hierbas fueron las categorías que presentaron los mayores valores de PC, seguida de gramíneas de medianos porte y arbustos (Tablas 2, 3, 4). Las especies gramíneas macolladas y erectas (*F. dolichophylla*, *S. ichu* y *F. orthophylla*) presentaron contenido de PC entre 14 a 5 al inicio y 5 a 3 % al final del periodo de lluvia. Las gramíneas de porte mediano y bajo (*B. uniolooides*,

*Poa candamoana*, *N. pubiflora*, *M. fastigiata*, *Calamagrostis* sp.) presentaron valores en PC de 27 a 13 % al inicio y 14 a 6 % al final de periodo de lluvia, mientras que las herbáceas (*A. pinnata*, *T. amabile*, *Hypochoeris* sp.,) presentaron valores de 26 a 13 % al inicio y 23 a 12 % al final del periodo de lluvia, por otro lado los arbustos (*A. spinosissima*, *B. boliviensis*, *M. pinnatus*,) presentaron valores de 20 a 11

% PC a inicios y 10 a 7 % al final del periodo de lluvia.

**Tabla 1 Promedio de disponibilidad de MS y composición de botánica de pasturas en el área de estudio durante la estación seca y lluviosa (% de biomasa total)**

Características	Agosto 2019	Diciembre 2019	Febrero 2020	Abril 2020
<b>Disponibilidad de MS de pastura</b>				
kgMS/ha	603.20±54.8	766.3±62.4	1345.2±89.4	2154.7±91.6
<b>Especies de pasturas (% MS)</b>				
<b>Graminias</b>				
<i>Festuca dolichophylla</i>	36.54	24.15	23.85	24.56
<i>Stipa ichu</i>	11.36	4.59	3.40	3.51
<i>Festuca orthophylla</i>	6.54	1.53	2.72	0.88
<i>Muhlenbergia fastigiata</i>	12.79	8.16	8.42	9.40
<i>Muhlenbergia peruviana</i>	5.51	0.34	3.45	8.52
<i>Bromus unioloides</i>	3.03	4.40	3.98	2.88
<i>Calamagrostis vicunarum</i>	2.10	2.21	2.35	2.01
<i>Calamagrostis antoniana</i>	0.00	0.00	0.35	0.25
<i>Calamagrostis heterofila</i>	2.20	1.70	4.22	4.76
<i>Nassella pubiflora</i>	7.80	7.99	8.07	6.64
<i>Hordeum muticum</i>	0.15	0.00	2.51	1.50
<i>Poa candamoana</i>	0.85	4.76	3.04	1.13
<b>Graminoides</b>				
<i>Distichlis</i> sp.	0.34	0.34	0.70	0.63
<i>Eleocharis</i> sp.	0.00	1.19	1.35	1.38
<b>Hierbas</b>				
<i>Alchemilla pinnata</i>	0.05	12.07	10.20	8.15
<i>Hypochoeris</i> sp.	0.00	2.89	4.05	5.01
<i>Trifolium amabile</i>	0.00	10.54	8.05	5.39
<i>Erodium cicutarium</i>	0.00	0.00	0.20	0.25
<i>Urucarpidium shepardae</i>	0.00	0.00	0.34	0.25
<b>Arbustos</b>				
<i>Adesmia spinosissima</i>	0.19	1.19	0.85	0.38
<i>Ephedra</i> sp.	0.00	0.17	0.55	0.25
<i>Margiricarpus pinnatus</i>	2.13	3.74	2.63	2.13
<i>Baccharis boliviensis</i>	7.83	3.23	2.50	2.63
<i>Parastrephya lepydophylla</i>	0.87	0.00	0.22	0.10
Other grasses	1.00	6.12	2.00	7.16

**Contenido de energía metabolizable.** Las especies del pastizal se vio influenciado por la especie y la temporada, registro valores más bajos en gramíneas macollas y erectas en periodo seco y valores mayores en gramíneas de porte medio a mediados de periodo de lluvia (Tabla 2, 3, 4, 5).

En periodo seco, la concentración mínima de EM fue para las gramíneas macolladas y erectas (*F. dolichophylla*, *S. ichu* y *F. orthophylla*) que vario de 1.4 - 2.2 Mcal/kg, seguido de gramíneas de mediano porte y

bajo (*Muhlenbergia* sp., *N. pubiflora*, *P. candamoana* y *B. unioloides*) de 1.9 a 2.4 Mcal/kg y los arbustos (*M. pinnatus*, *B. boliviensis* y *A. spinosissima*) con valores de 2.3 a 2.4 Mcal/kg, siendo *F. orthophylla* que presento el valor más bajo en EM.

En la época de lluvias, las gramíneas erectas fueron las categorías que presentaron valores menores de EM, en las demás categorías no se observó marcadas diferencias (Tablas 2, 3, 4). Las especies gramíneas macolladas y erectas (*F. dolichophylla*, *S. ichu* y *F.*

*orthophylla*) presentaron contenido de EM entre 1.5 a 2.3 Mcal/kg al inicio y 1.5 a 1.7 Mcal/kg al final del periodo de lluvia. Las gramíneas de mediano y bajo porte (*B. unioides*, *P. candamoana*, *N. pubiflora*, *M. fastigiata*, *Calamagrostis* sp.) presentaron valores de 1.9 a 2.7 Mcal/kg al inicio y 2.0 a 2.6 Mcal/kg a

mediados de periodo de lluvia, mientras que las herbáceas (*A. pinnata*, *T. amabile*, *Hypochoeris* sp.) con valores de 2.1 a 2.4 Mcal/kg al inicio de periodo de lluvia y 2.4 a 2.6 Mcal/kg, por otro lado los arbustos (*A. spinosissima*, *B. boliviensis*, *M. pinnatus*,) presentaron valores de 2.4 Mcal/kg a inicios y 2.1 a 2.6 Mcal/kg a mediados del periodo de lluvia.

**Tabla 2 Promedio de composición química (como % de material seco) de las principales especies de pasturas en el área de estudio a principios del periodo de lluvia (diciembre)**

Características	MS (%)	CT (%)	PC (%)	EM (Mcal/kg)	FDN (%)	FDA (%)
<i>Festuca dolichophylla</i>	47.83	6.11	14.04	2.29	65.96	36.77
<i>Stipa ichu</i>	56.02	6.69	7.17	1.53	72.11	42.02
<i>Festuca orthophylla</i>	55.82	2.91	5.14	1.52	73.84	43.50
<i>Muhlenbergia fastigiata</i>	45.49	7.66	15.49	1.93	72.40	27.34
<i>Muhlenbergia peruviana</i>			12.90			
<i>Bromus unioides</i>	22.95	11.34	27.07	2.67	52.97	22.69
<i>Calamagrostis heterofila</i>	26.91	9.22	19.80	2.65	55.52	28.18
<i>Calamagrostis vicunarum</i>		8.68	17.46	2.41	59.43	31.39
<i>Nassella pubiflora</i>		7.45	18.81	2.52	57.19	31.10
<i>Hordeum muticum</i>	35.93	9.13	19.94	2.63	56.08	26.57
<i>Poa candamoana</i>	29.22	7.68	20.37	2.48	52.10	29.02
<i>Paspalum pygmaeum</i>	22.52					
<i>Eleocharis</i> sp.		12.01	14.90		58.4	30.20
<i>Distichia humilis</i>			13.59			
<i>Alchemilla pinnata</i>	21.94	10.86	13.57	2.37	28.06	21.02
<i>Hypochoeris</i> sp.	23.53	8.90	12.70	2.38	n/d	n/d
<i>Trifolium amabile</i>	33.33	10.40	26.28	2.12	20.08	19.56
<i>Erodium cicutarium</i>	21.12	14.62	22.98	n/d	n/d	n/d
<i>Urucarpidium shepardae</i>	19.20	13.47	16.23	n/d	n/d	n/d
<i>Adesmia spinosissima</i>	n/d	13.21	20.15	2.31	17.38	15.63
<i>Ephedra</i> sp.						
<i>Margiricarpus pinnatus</i>						
<i>Baccharis</i> sp.	43.28	7.10	13.12	2.41	21.43	17.81
<i>Parastrephia lepydophylla</i>	48.40	6.16	10.88	2.38	32.90	23.80

Los datos están expresados en % de material seco. MS materia seca, CT cenizas totales, PC proteína cruda, EM energía metabolizable, FDN fibra detergente neutro, FDA fibra detergente ácido.

**Contenido de fibra detergente neutra.** La concentración fue baja a principios de periodo de lluvia y la tasa de cambio, comenzó a aumentar entre la mitad y el final de temporada de lluvia, y alcanzó valores más altos en periodo seco, los valores de FDA guarda relación con los valores de FDN (Tabla 2, 3, 4, 5). En periodo seco, la concentración máxima de FDN fue para las gramíneas macolladas y erectas (*F. dolichophylla*, *S. ichu* y *F. orthophylla*) vario de 71 a 79 %

FDN, seguido de gramíneas de mediano porte (*Muhlenbergia* sp., *N. pubiflora*, *P. candamoana* y *B. unioides*) de 59 al 72 % FDN y arbustos (*M. pinnatus*, *B. boliviensis* y *A. spinosissima*) con valores de 22 a 28 % FDN, siendo *F. orthophylla* la que presentó el valor más alto en FDN y FDA. En la época de lluvias las hierbas fueron las categorías que presentaron los menores valores de FDN, seguido de arbustos y gramíneas de mediano porte (Tablas 2, 3, 4).

**Tabla 3 Promedio de composición química (como % de materia seca) de las principales especies de pastos en el área de estudio a mediados de la temporada de lluvias (febrero)**

Características	MS (%)	CT (%)	PC (%)	EM (Mcal/kg)	FDN (%)	FDA (%)
<i>Festuca dolichophylla</i>	50.14	5.90	9.14	1.82	69.97	40.19
<i>Stipa ichu</i>	57.78	4.99	5.70	1.56	75.50	44.25
<i>Festuca orthophylla</i>	57.61	2.91	4.60	1.71	75.93	44.41
<i>Muhlenbergia fastigiata</i>	46.88	6.62	11.00	1.97	73.18	30.14
<i>Muhlenbergia peruviana</i>	42.6	6.67	11.55	2.25	71.60	32.66
<i>Bromus unioloides</i>	31.68	9.70	15.89	2.72	56.75	28.72
<i>Calamagrostis heterofila</i>	43.56	7.16	12.61	2.40	60.40	32.27
<i>Calamagrostis vicunarum</i>	42.9	7.47	11.60	2.28	64.50	35.60
<i>Nassella pubiflora</i>	43.86	6.56	13.89	2.52	62.70	34.11
<i>Hordeum muticum</i>	45.64	6.78	14.40	2.50	61.35	30.79
<i>Poa candamoana</i>	51.68	7.82	18.09	2.56	55.48	29.81
<i>Paspalum pygmaeum</i>	24.32	5.75	18.50	2.63	54.60	26.41
<i>Eleocharis</i> sp.	28.04	7.4	12.20	2.04	58.90	37.80
<i>Distichia humilis</i>	20.65	12.20	10.49	2.24		
<i>Alchemilla pinnata</i>	29.87	9.32	12.33	2.35	28.06	23.53
<i>Hypochoeris</i> sp.	26.34	7.80	12.50	2.48	28.60	24.10
<i>Trifolium amabile</i>	39.49	8.87	24.17	2.53	33.42	25.21
<i>Erodium cicutarium</i>	24.36	11.61	20.34	2.45	22.70	19.72
<i>Urucarpidium shepardae</i>	31.49	13.47	16.23			
<i>Adesmia spinosissima</i>	39.19	11.18	20.15	2.4	28.96	27.33
<i>Ephedra</i> sp.	56.55		8.10			
<i>Margiricarpus pinnatus</i>	59.05	6.73	11.06	2.09	35.67	30.67
<i>Baccharis</i> sp.	44.97	6.25	10.97	2.60	22.05	17.81
<i>Parastrephya lepydophylla</i>	54.82	5.03	9.10	2.42	31.90	26.00

Los datos están expresados en % de material seco. MS materia seca, CT cenizas totales, PC proteína cruda, EM energía metabolizable, FDN fibra detergente neutro, FDA fibra detergente ácido.

Las especies gramíneas macolladas y erectas (*F. dolichophylla*, *S. ichu* y *F. orthophylla*) presentan contenido de FDN entre 66 a 74 % al inicio y 74 a 80 % al final del periodo de lluvia. Las gramíneas de mediano y porte bajo (*B. unioloides*, *P. candamoana*, *N. pubiflora*, *M. fastigiata*, *Calamagrostis* sp.) presentaron valores de 52 a 72 % FDN al inicio y 59 a 74 % al final de periodo de lluvia, mientras que las herbáceas (*A. pinnata*, *T. amabile*, *Hypochoeris* sp.) valores de 20 a 28 % al inicio del periodo de lluvia y 27 a 41 %, por otro lado los arbustos (*A. spinosissima*, *B. boliviensis*, *M. pinnatus*,) presentaron valores de 17 a 33 % FDN a inicios de periodo de lluvia y 27 a 47 % al final del periodo de lluvia.

## Discusión

*Producción de forraje.* La disponibilidad de MS de la pradera es muy dinámica y cambia permanentemente en función de la época del año, tasa de crecimiento, tasa de senescencia y el consumo por parte de los animales<sup>16</sup>. Nuestros resultados muestran que la disponibilidad de MS de las pasturas fue bajo en el periodo seco y alto al final del periodo de lluvia (Tabla 1). Lo que concuerda con los resultados de Genin & Alzérrecá<sup>17</sup> y Merlo et al.<sup>18</sup>, quienes reportaron la disponibilidad de MS de chillihuales (pastizal nativo compuesto en mayor proporción por *F. dolichophylla*) entre 550 kg/ha para la época seca y 2000 a 2495 kg/ha para la época de lluvias (diciembre a abril). Mientras que Castellaro & Araya<sup>19</sup> mencionan que la

producción anual de MS de pajonales (*Festuca*, *Stipa* y *Deyeuxia*) es baja, variando entre 850 y 1100 kg/ha/año. Estas variaciones se pueden atribuir al tipo y condición de los pastos, según lo descrito por

varios autores<sup>6,20</sup>, durante la época de lluvias predominan las mejores condiciones ambientales que favorecen el crecimiento de las plantas, resultando en una mayor disponibilidad de MS para los animales en pastoreo.

**Tabla 4 Promedio de composición química (como % de materia seca) de las principales especies de pastos en el área de estudio al final de la temporada de lluvias (abril)**

Características	MS (%)	CT (%)	PC (%)	EM (Mcal/kg)	FDN (%)	FDA (%)
<i>Festuca dolichophylla</i>	54.22	5.00	5.46	1.67	73.82	51.11
<i>Stipa ichu</i>	62.48	3.30	4.23	1.62	79.70	47.41
<i>Festuca orthophylla</i>	62.30		3.23	1.50	78.02	46.19
<i>Muhlenbergia fastigiata</i>	64.06	6.24	10.58	2.19	74.46	35.77
<i>Muhlenbergia peruviana</i>	60.48		8.70			
<i>Bromus unioloides</i>	48.89	7.58	12.89	2.55	60.41	32.31
<i>Calamagrostis heterofila</i>	47.36		13.46	2.11	65.34	35.02
<i>Calamagrostis vicunarum</i>	51.93	6.44	6.01	2.01	70.49	36.42
<i>Nassella pubiflora</i>	54.15	5.59	12.17	2.36	71.56	37.42
<i>Hordeum muticum</i>			11.38			
<i>Poa candamoana</i>	66.78		11.60		61.52	
<i>Paspalum pygmaeum</i>	33.33		14.08	2.16	60.51	41.07
<i>Eleocharis</i> sp.	41.30	7.4	9.90	2.04		
<i>Distichia humilis</i>			6.70		58.90	
<i>Alchemilla pinnata</i>	37.39	7.70	11.54	2.36	26.73	22.80
<i>Hypochoeris</i> sp.		7.10	12.30	2.49	28.60	24.01
<i>Trifolium anabile</i>	41.67	9.35	23.03	2.65	40.77	32.71
<i>Erodium cicutarium</i>	30.83					
<i>Urucarpidium shepardae</i>	36.25					
<i>Adesmia spinosissima</i>	39.19	5.72	10.32	n/d	n/d	n/d
<i>Ephedra</i> sp.			5.50	0.69	36.50	
<i>Margaricarpus pinnatus</i>	59.05	6.73	7.07	1.62	46.94	38.92
<i>Baccharis</i> sp.	49.30	6.92	9.50	2.58	27.20	22.90
<i>Parastrephia lepydophylla</i>	54.82	4.07	8.00	2.44	33.02	26.80

Los datos están expresados en % de material seco. MS materia seca, CT cenizas totales, PC proteína cruda, EM energía metabolizable, FDN fibra detergente neutro, FDA fibra detergente ácido.

Genin & Alzérreca<sup>17</sup> mencionan que los pajonales son gramíneas abiertos dominados por gramíneas erectas, de hojas duras y de bajo valor forrajero. Los pajonales de *F. orthophylla* presenta biomásas en promedio de 2500 kg MS/ha pero como forraje solo alcanza a 460 kg MS/ha, la *S. ichu* puede alcanzar biomásas de hasta 3500 kg MS/ha, sin embargo, el rendimiento de fitomasa solo alcanza a 478 kg MS/ha en términos de forraje, la *F. dolichophylla* presentó rendimiento que puede oscilar desde menos de 600

(periodo seco) hasta más de 6000 kg MS/ha (finales de periodo de lluvia), mientras que el *Hordeum muticum* y *N. pubiflora* gramíneas de mediana altura con excelente valor forrajero alcanzó en promedio de rendimiento de 1500 y 1282 kg MS/ha respectivamente, por otro lado la *Distichlis humilis* y *M. fastigiata* gramíneas bajas, estoloníferas de buenos valores forrajeros reportaron rendimiento promedio de 773 kg MS/ha.

**Tabla 5 Promedio de composición química (como % de materia seca) de las principales especies de pastos en el área de estudio durante la época seca (agosto)**

Características	MS (%)	CT (%)	PC (%)	EM (Mcal/kg)	FDN (%)	FDA (%)
<i>Festuca dolichophylla</i>		7.18	3.68	2.16	70.71	46.15
<i>Stipa ichu</i>		3.63	3.43	1.45	78.19	44.98
<i>Festuca orthophylla</i>	62.48	2.12	2.67	1.38	78.89	47.85
<i>Muhlenbergia fastigiata</i>		3.92	6.07	1.90	68.46	33.11
<i>Muhlenbergia peruviana</i>	86.20	3.13	4.64	2.45	67.75	38.78
<i>Bromus unioloides</i>	87.70	5.80	4.01	2.33	69.93	39.58
<i>Calamagrostis heterofila</i>	87.20	n/d	4.82	2.08	n/d	n/d
<i>Calamagrostis vicunarum</i>		6.26	3.85	2.43	66.57	41.61
<i>Nassella pubiflora</i>	63.40	n/d	6.80	2.38	72.49	45.27
<i>Hordeum muticum</i>	65.90					
<i>Poa candamoana</i>		n/d	8.00	2.36	70.90	n/d
<i>Paspalum pygmaeum</i>						
<i>Eleocharis</i> sp.			6.5		58.90	37.80
<i>Distichia humilis</i>		10.20	6.4	1.80	63.19	31.14
<i>Alchemilla pinnata</i>		5.16	7.68	2.25	40.48	32.57
<i>Hypochoeris</i> sp.						
<i>Trifolium amabile</i>	73.70					
<i>Erodium cicutarium</i>	66.70					
<i>Urucarpidium shepardae</i>	80.60					
<i>Adesmia spinosissima</i>	n/d	6.63	18.31	2.29	28.03	24.04
<i>Ephedra</i> sp.						
<i>Margiricarpus pinnatus</i>			5.07			
<i>Baccharis</i> sp.	47.48	6.37	8.07	2.42	21.69	17.16
<i>Parastrephya lepydophylla</i>	52.09	4.10	7.30	2.29	25.42	20.85

Los datos están expresados en % de material seco. MS materia seca, CT cenizas totales, PC proteína cruda, EM energía metabolizable, FDN fibra detergente neutro, FDA fibra detergente ácido.

**Composición botánica.** El pastizal mostró una alta heterogeneidad de especies, en la época seca las gramíneas (89 %) y arbustos (11 %) fueron las categorías predominantes, con casi nula presencia de gramínoideas y herbáceas anuales, mientras que en el periodo de lluvia las gramíneas de mediano porte y bajo (31 a 36 %) y las hierbas (19 a 26 %) fueron las que contribuyen en más del 50 % de la oferta de MS del pastizal (Tabla 1).

Merlo et al.<sup>18</sup> reportó en chillihuales las siguientes especies: *Festuca* sp. (28.15 %), *Calamagrostis* sp. (4.26 %), *Stipa* sp. (9.15 %), *Nassella* sp. (4.08 %), *Poa* sp. (2.04 %), *Bromus* sp. (1.99 %), *A. pinnata* (1.69 %), *Margiricarpus* sp. (2.66 %) y *M. fastigiata* (1.86 %). En contraste con nuestros resultados Merlo et al.<sup>18</sup> registro bajos cantidades de *M. fastigiata*, *Nassella* sp., *A. pinnata* y no encontraron *T. amabile*

en sus pasturas, esto podría estar relacionado con la altitud en cierta medida.

Sumar<sup>6</sup> mencionó que durante la estación seca (mayo-noviembre), las plantas están maduras y de muy baja calidad, la vegetación dominante es macollos toscos y la dieta de camélidos es dominado por *F. dolichophylla* (56 %), y *C. vicunarum* (28 %). Esto respalda nuestros resultados, ya que el 54.4 % de la disponibilidad de MS de los pastos en periodo seco fueron pastos toscos (*F. dolichophylla*, *S. ichu* y *F. orthophylla*).

De acuerdo a Tapia & Lescano<sup>21</sup>, durante la época de lluvias las especies preferidas son *F. dolichophylla*, *T. amabile*, *B. unioloides* y *D. muscoides*. Por otro lado, Barcena<sup>22</sup> reportó que los componentes más importantes de la dieta de alpacas durante la estación de lluvia fue *H. atinophala* (18 %), *T. amabile* (16 %),

*Northoscardium* spp. (16 %), y *Eleocharis albi-bactreata* (15 %). Además, las hierbas aumentaron en cantidad a principios de la temporada de lluvias en el pastizal<sup>6</sup>.

Nuestros resultados muestran que *F. dolichophylla* es la gramínea que forma parte en mayor porcentaje el pastizal y constante en los diferentes periodos durante el año. Según Alzerreca & Cardozo<sup>23</sup> los chilliwares (pajonales de *F. dolichophylla*) que se ubican en suelos profundos de hondonada, con alto potencial forrajero, son intensivamente utilizados para pastoreo con diferentes especies animales, vacunos, alpacas, ovinos y llamas. El rendimiento puede oscilar desde menos de 600 hasta más de 6000 kg MS/ha<sup>24</sup>. El VN de la Chilliwara es regular, su contenido de PC promedio 7.7 %. La importancia forrajera y rendimiento del chilliwar se incrementa si consideramos el alto valor forrajero de plantas asociadas como: *T. amabile*, *A. pinnata*, *Hypochoeris* spp., *B. catarthicus*, *H. muticum*, *D. humilis*, *Eleocharis* spp., *P. annua*, *M. fastigiata* y otras<sup>17</sup>.

**Composición química.** La mayor concentración de PC para todas las especies ocurrió al comienzo de la temporada de lluvias y disminuyó rápidamente a mediados y al final de la temporada de lluvias y luego disminuyó gradualmente durante el resto de la temporada de crecimiento, lo opuesto suceda con el contenido de FDN y FDA (Tabla 2, 3, 4 y 5).

El contenido de proteína de los forrajes varía de acuerdo a su estado de madurez, fertilización nitrogenada y época del año. Es más alto el contenido de proteína en rebrotes vegetativo y disminuye a medida que avanza la madurez del pastizal. El contenido de FDN y FDA es importante ya que se relaciona con su concentración energética y con el consumo de MS. El material fibroso es de más lenta digestión y de evacuación del rumen por lo que ejerce un efecto físico de llenado que limita el consumo<sup>16</sup>.

Los pajonales con gramíneas erectas, de hojas duras y de bajo valor forrajero: El ichu (*S. ichu*) tiene un valor forrajero bajo con un contenido promedio en PC de 5.6%, de 1.2 % (hojas y tallos) para el mes de agosto (época seca) y de 12.2 % para hojas iniciando el rebrote en la época húmeda y 41.5 % de digestibilidad de la MS<sup>17</sup>, *F. orthophylla* tiene en promedio de 2.9 a 3.9 % de PC, 1.67 Mcal/kg EM, 73.4 % FDN, 49.5 % FDA y 50 a 54 % de digestibilidad de MS<sup>19</sup>, mientras que el VN de la Chilliwara (*F. dolichophylla*) es regular, su contenido de PC promedio es de 7.7 %. Merlo et al.<sup>25</sup> reportan valores de 18 a 15 % PC en el rebrote y 7 a 5.3 % al alcanzar la madurez fenológica, 49 a 80 % FDN, 30 a 43% FDA y 7 a 10 % lignina en 15 semanas de crecimiento fenológico. Esta disminución en el contenido de nutrientes está relacionada con la etapa de madurez fisiológica<sup>26</sup>. Los niveles de proteína son usualmente altos en las etapas de crecimiento de las plantas, alcanzan valores máximos al final de la etapa vegetativa y disminuyen a medida que las plantas maduran<sup>27</sup>. Las gramíneas del secano se caracterizan por poseer altos contenidos de pared celular (*F. orthophylla* con 58 a 77 % FDN y 49.5 % FDA, *Stipa* sp. con 79 % FDN), la cual es rica en sílice, lo que explica los bajos valores de digestibilidad (30 a 43 %). El contenido fibra pasa a ser la limitante nutricional más importante del consumo. El incremento en el contenido de fibra y el descenso de su digestibilidad a medida que madura el forraje, aumenta el tiempo de retención de la fracción fibrosa en el rumen afectando el consumo a través del llenado ruminal y se incrementa el tiempo de rumia. Las gramíneas de mediano y bajo porte, en periodo de lluvia son de excelente valor forrajero (Tablas 2 y 3): La cola de ratón (*H. muticum*), que se encuentran en extensiones reducidas en las terrazas aluviales y zonas de inundación de río contiene en promedio 19.8 % PC en fase de crecimiento y 15.1 % en flora-

ción<sup>17</sup>, la disponibilidad de su MS incrementa a mediados y finales de periodo de lluvia en el pastizal (Tabla 3 y 4). Otras gramíneas también presentan cambios según su crecimiento fenológico y estación del año: *P. candamoana* con 11.6 % PC y 67.6 % FDN durante el elongamiento y 8.0 % PC y 70.9 % FDN a la madurez fenológica (caída semillas), *C. vicunarum* con 9.2 % PC y 69.8 % FDN durante el elongamiento y 5.8 a 6.7 % PC y 86.1 % FDN en la madurez (caída semillas), *M. peruviana* con 8.8 a 12.7 % PC en época de lluvia y 3.3 % PC en época seca, *B. catharticus* con 14.0 % PC al inicio de floración, *M. fastigiata* con 6.8% PC durante la elongación, *C. heterophylla* con 9.7% PC, 60.4 % FDN y 35.5% FDA y 2.11 Mcal/kg EM en periodo seco y *D. humilis* con 6.7% PC en periodo seco<sup>10,19</sup>.

Las especies arbustivas muestran durante las diferentes épocas del año valores nutricionales atractivo, sin embargo su disponibilidad en los pastizales es bajo (Tabla 1), de acuerdo a Castellaro y Araya<sup>19</sup> las especies arbustivas (*Baccharis* sp. 7% PC, 22 a 28 % FDN y 0.86 a 1.34 Mcal/kg EM, *Parastrephia lepydophylla* con 7.2 % PC, 19% FDN y 1.75 Mcal/kg EM; *Ephedra* sp. con 5.5 % PC, 36 % FDN y 0.69 Mcal/kg EM, *Adesmia* sp. 14% PC, 27 % FDN y 2.15 Mcal/kg EM), si bien su contenido de proteína bruta es relativamente alto y bajo FDN, generalmente presentan sustancias resinosas con compuestos volátiles, como estructuras espinosas que les hace muy poco apetecidas por el ganado<sup>19</sup>.

La composición química de las hierbas fue optima y no cambio en gran medida durante el periodo de lluvia (de inicio a final): Para *T. amabile* desde 26.28 a 23.03 % PC, *A. pinnata* de 14 a 11.54 % PC y *Hypochoeris* sp. 12.3 a 12.7 % PC. Los contenidos de FDN y FDA fueron bajos: *T. amabile* con 20 a 41 % FDN y 19 a 33 % FDA y *A. pinnata* con 27 a 29 % FDN y 21 a 23 % FDA siendo en general los valores

más bajos que de arbustos y gramíneas. Otros trabajos registran los siguientes valores: *A. pinnata* con 10.9 % PC y 29.6 % FDN, *H. taraxacoides* con 7.8 % PC, 28.6 % FDN, 24.1 % FDA y 2.49 Mcal/kg EM y *T. amabile* con 20 a 17 % PC, 45 a 49 % FDN and 27 a 30 % FDA durante la fase de crecimiento<sup>19,28</sup>.

La disminución en el contenido de proteínas con el avance de la época de lluvias para las especies de pastizales es consistente con estudios previos realizados en áreas con distintas estaciones lluviosas y secas<sup>25,28,29</sup>. Cuando se promedió entre estaciones y especies, solo la PC en los arbustos excedió el 8.0 %, el nivel de umbral mínimo que limitaría el consumo de forrajes y actividad microbiana ruminal normal<sup>30</sup>. Estos hallazgos sugieren que solo los arbustos pueden soportar los requisitos de mantenimiento y cierto nivel de producción en rumiantes<sup>31</sup>. Además, los niveles promedios de PC (2.7 a 3.7 % en gramíneas erectas y 3.8 a 6.8 en gramíneas de porte medio) en las gramíneas durante las estaciones secas por sí solos no pueden proporcionar concentraciones adecuadas de PC, particularmente para los animales jóvenes, gestantes y lactantes cuyos requerimientos de nutrientes son altos.

La amplia variación en el contenido de FDN y FDA de los forrajes entre estaciones está de acuerdo con otros trabajos y podría atribuirse a las diferencias en las lignificaciones de la pared celular, que aumentan con la madurez de la planta<sup>32</sup>. La lignina es un principal factor que limita la digestibilidad<sup>31</sup>. Además, el bajo contenido de proteínas y el alto contenido de fibra tienen efectos negativos sobre la digestibilidad<sup>30</sup>. En base a la composición química (niveles relativamente bajos de fibra y altos de PC), *A. spinosissima*, *M. pinnatus*, *B. boliviensis*, *P. lepydophylla* mostraron un alto potencial como alimento en época de lluvia, mientras que los pastos presentan valores moderados a bajos en contenido nutricional para las llamas

durante los meses críticos del año. La suplementación de nitrógeno es crucial para las dietas basadas en pastos (*F. dolichophylla*, *F. orthophylla*, *M. fastigiata*, *M. peruviana*), ya que los pastos no pueden proporcionar suficientes nutrientes, especialmente en la estación seca. Los arbustos, por otro lado, son un recurso alimenticio importante durante los periodos de déficits con respecto a la calidad del alimento ya que están menos sujetas a variaciones estacionales en comparación con las gramíneas, sin embargo, su aporte en disponibilidad de MS en las praderas es baja.

### Fuente de financiamiento

El estudio fue financiado con recursos propios de los autores.

### Conflictos de intereses

El presente trabajo no genera conflictos de interés.

### Agradecimientos

Los autores agradecen a la escuela de graduados de la Facultad de Ciencias veterinarias de la Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile, por el apoyo prestado durante el procesamiento de muestras.

### Consideraciones éticas

Los autores han respetado la naturaleza y el medio ambiente en la presentación investigación, así como cumpliendo normas éticas en la investigación.

### Aporte de los autores en el artículo

*Mamani-Linares Lindon Willy* realizó el diseño experimental y redacción del manuscrito y *Cayo Rojas*

*Faustina* desarrollo el análisis bromatológico de las muestras y redacción del manuscrito.

### Limitaciones en la investigación

No hubo limitaciones en la investigación.

### Literatura citada

1. Peyraud JL, Delaby L. Ideal concentrate feeds for grazing dairy cows responses to supplementation in interaction with grazing management and grass quality. In: Garnsworthy PC, Wiseman J, editors. Recent advances in animal nutrition. Nottingham: University Press, UK, 2001. p. 203.
2. Burns JC, Sollenberger LE. Grazing behavior of ruminants and daily performance from warm-season grasses. *Crop Sci* 2002;42(3):873-81. DOI: <https://doi.org/10.2135/cropsci2002.8730>
3. Sanon HO, Kaboré-Zoungrana C, Ledin I. Behaviour of goats, sheep and cattle and their selection of browse species on natural pasture in a Sahelian area. *Small Rumin Res* 2007;67(1):64-74. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2005.09.025>
4. Abebe A, Tolera A, Holand Ø, Ådnøy T, Olav Eika L. Seasonal variation in nutritive value of some browse and grass species in Borana Rangeland, Southern Ethiopia. *Trop Subtrop Agroecosyst* 2012;15:261-71.
5. Safari J, Mushi DE, Kifaro GC, Mtenga LA, Eik LO. Seasonal variation in chemical composition of native forages, grazing behaviour and some blood metabolites of Small East African goats in a semi-arid area of Tanzania. *Anim Feed Sci Technol* 2011;164 (1-2):62-70. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2010.12.004>
6. Sumar J. Nutrition in camelids. In: Wittwer F, Chihuailaf R, Contrera H, Gallo C, Kruze J, Lanuza

- F, et al. editors. Updates on ruminant production and medicine. XXVI World Buiatric Congress, Santiago; 2010 Nov 14-18; World Buiatrics Association. Chile. 2010; p. 343-357.
7. Fugal RA, Anderson VJ, B Roundy B. Exotic grass and shrub production evaluation and llama preference on the Bolivian Altiplano. *Small Rumin Res* 2010;94(1-3):150-60. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2010.07.019>
  8. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Situación actual de los camélidos sudamericanos en Bolivia [Inter-net]. Washington DC: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación; 2005 [citado 22-de octubre de 2020]. 56 p. Recuperado a partir de: <http://dicyt.uto.edu.bo/observatorio/wp-content/uploads/2019/06/FAO-Situaci%C3%B3n-actual-cam%C3%A9lidos-sudamericanos-Bolivia-2005.pdf>
  9. Daget P, Poissonet J. Une méthode d'analyse phytologique des prairies. Critères d'application. *Ann Agron* 1971;22(1):5-41.
  10. Rossel Fernández J, Choque Lazaro J, Huancan Flores T. Guía de germoplasma de pastos nativos andinos. La Paz: Producciones CIMA; 1992.
  11. Gutiérrez F, Gonzales J, Ramírez K, Mercado M, Arrázola S. Guía ilustrada de especies forrajeras nativas de la Zona Andina de Bolivia. Cochabamba: Universidad Mayor de San Simón; 2013. 192 p.
  12. Bateman JV. Nutrición animal: Manual de métodos analíticos. México D.F.: Herrero; 1970. p. 468.
  13. Tilley JMA, Terry RA. A two stages technique for the in vitro digestion of forages crops. *Grass Forage Sci* 1963;18(2):104-11. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2494.1963.tb00335.x>
  14. Goering HK, Van Soest PJ. Forage fiber analysis. Washington, D.C: Agriculture Research Service (US); 1970. Agriculture Handbook N° 379. p. 19.
  15. Van Soest PJ, Robertson JB, Lewis BL. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J Dairy Sci* 1991;74(10):3583-95. DOI: [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(91\)78551-2](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(91)78551-2)
  16. Teuber N, Balocchi O, Parga J. Manejo del pastoreo. In: Fundación para la Innovación Agraria, Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Chile; 2007. p. 129.
  17. Genin D, Alzérreca H. Campos nativos de pastoreo y producción animal en la puna semiárida y árida andina. *Sécheresse* 2006;17(1-2):265-74.
  18. Merlo F, Copa S, Loza L, Quispe E, Centellas N. Evaluation of yield, botanic composition, chemistry and stocking rate of five types of native pastures on Uma Larqa station, Pacajes, Bolivia. *Anim Cienc* 2012;1:7-17.
  19. Castellaro G, Araya R, editores. Manejo de praderas altiplánicas. Santiago: Universidad de Chile; 2012. 65 p.
  20. Castellaro G, Ullrich T, Wackwitz B, Raggi A. Composición botánica de la dieta de alpacas (*Lama pacos* L.) y llamas (*Lama glama* L.) en dos estaciones del año, en praderas altiplánicas de un sector de la Provincia de Parinacota, Chile *Agric Téc* 2004;64(4):353-64. DOI: <https://doi.org/10.4067/S0365-28072004000400004>
  21. Tapia M, Lescano JL. Contribución a conocimiento de la dieta de alpacas al pastoreo. En: Convención Internacional sobre Camélidos Sudamericanos. Universidad Técnica del Altiplano: Puno, Perú; 1970.
  22. Barcena E. Calidad de la dieta seleccionada al pastoreo por alpacas. [tesis maestría]. [Puno]: Universidad Nacional Técnica del Altiplano; 1977.

23. Alzerreca H, Cardozo A. Valor de los alimentos para la ganadería andina. SR-CRSP/BOLIVIA; 1992. Serie Técnica SR-CRSP/001.
24. Martínez Z, Alzerreca H, Quispe J. Efecto de fertilización química y orgánica en la producción de forraje y altura de planta en chilliwa (*Festuca dolichophylla*). En: Memorias de la XV Reunión nacional de Asociación Boliviana de Producción Animal. Oruro: ABOPA; 2004.
25. Merlo FE, Ku JC, Condori R, Perez-Lugo L, Albarracín A, Vargas J. Parametros de degradación In Situ del pastizal chilliwar a diferentes edades en época de lluvia en Tiahuanacu, Bolivia. Anim Cienc 2018;3(1):76-82.
26. Rawnsley RR, Donaghy DJ, Fulkerson WJ, Lane PA. Changes in the physiology and feed quality of cocksfoot (*Dactylis glomerata* L.) during regrowth. Grass Forage Sci 2002;57(3):203-11. DOI: <https://doi.org/10.1046/j.1365-2494.2002.00318.x>
27. Mero RN, Udén P. Promising tropical grasses and legumes as feed resources in central Tanzania. VI. Nitrogen balance in growing bulls consuming tropical herbaceous forage legumes. Anim Feed Sci Technol 1998;72(1-2):387-96. DOI: [https://doi.org/10.1016/A0377-8401\(97\)00119-3](https://doi.org/10.1016/A0377-8401(97)00119-3)
28. Rayas Amor AA, Estrada Flores JG, Lawrence Mould F, Castelán Ortega OA. Nutritional value of forage species from the Central Highlands Region of Mexico at different stages of maturity. Ciênc Rural 2012;42(4):705-12. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-84782012000400022>
29. Mountousis I, Papanikolaou K, Stanogias G, Chatzitheodoridis F, Roukos C. Seasonal variation of chemical composition and dry matter digestibility of rangelands in NW Greece. J Cent Eur Agric 2008;9(3):547-56. DOI: <https://doi.org/10.5513/JCEA.v9i3.704>
30. Minson DJ. Nutritional differences between tropical and temperate pastures. In: Morley FHW, editor. Grazing Animals; C.A.B. Farnham Royal. Slough, UK; 1980. p. 167-82.
31. Van Soest PJ. Nutritional ecology of the ruminants. Ithaca: Cornell University Press; 1994. 476 p.
32. Kozloski GV, Perottoni J, Sanchez LMB. Influence of regrowth age on the nutritive value of dwarf elephant grass hay (*Pennisetum purpureum* Shum. cv. Mott) consumed by lambs. Anim Feed Sci Technol 2005;119(1-2):1-11. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2004.12.012>

**Nota del Editor:**

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