

## Capacidad de carga de pastos de puna húmeda en un contexto de cambio climático

### Loading capacity of wet puna pastures in a context of climate change

Andrés Corsino Estrada Zuñiga<sup>1\*</sup>, Jim Cárdenas Rodríguez<sup>1</sup>, Javier Ñaupari Vásquez<sup>2</sup> & Juan Gregorio Zapana Pari<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco Perú

<sup>2</sup>Facultad de Zootecnia de la Universidad Nacional Agraria La Molina Lima Perú

<sup>3</sup>Instituto de Estudios de Agricultura Alternativa CREA - "La chira" de la Universidad Nacional del Altiplano Puno Perú

\*Autor para correspondencia, e-mail: andres.estrada@unsaac.edu.pe

#### REPORTE DE CASO

##### INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

Recibido 29-01-2018  
Aceptado 20-03-2018  
On line: 27-04-2018

##### PALABRAS CLAVES:

Capacidad de  
carga, pastizal,  
Phynaya,  
altoandina.

#### CASE REPORT

##### ARTICLE INFORMATION

Received 29-01-2018  
Accepted 28-06-2018  
On line: 27-07-2018

##### KEYWORDS:

Load capacity,  
pasture, Phynaya,  
high Andean.

#### RESUMEN

Se evaluó la composición florística y condición de los pastizales de la comunidad campesina de Phynaya (ubicado al norte del distrito de Pitumarca, y al noreste de la provincia de Canchis, región Cusco) para determinar la capacidad de carga bajo un contexto de cambio climático. Las evaluaciones de composición florística, cobertura y vigor de plantas se realizaron en 79 transectas al paso de 200 m distribuidas en seis sectores. Los resultados preliminares revelan que existe un total de 60 especies, agrupadas en 13 familias, predominando las Poaceas (46.67%), Asteráceas (15%), y pseudogramíneas (13.3%), de las cuales el 45% son deseables para alpacas. Del total de hectáreas pastoreables las áreas destinadas para alpacas representan el 70.4%, para llamas 15.4%, vacunos 3.5%, ovinos 4.5% y un potencial para vicuñas de 6.3%. La carga actual de los pastizales es de 1 UAI/ha mientras que la condición promedio estimada fue regular con una soportabilidad de 0.78 UAI/ha; es decir los pastizales se encuentran en un proceso de degradación.

#### ABSTRACT

Floristic composition and rangeland condition of the Phynaya Peasant Community (located North of Pitumarca district and EastNorth of Canchis Province, Cusco region) were evaluated to estimate stocking rate under climate change scenario. Floristic composition, vegetation cover, and plant vigor were evaluated on 79 step-transects of 200 m in six rangeland sectors. Preliminary results reveal that there are 60 species, grouped in 13 families, where the dominant families were Poaceae (46.67%), Asteraceae (15%) and seudograsses (13.3%), of which, 45% were palatable for alpacas. Of the total grazing areas, alpacas' areas represent 70.4%, llamas 15.4%, cattle 3.5%, sheep 4.5% y vicuñas 6.3%. Actual stocking was 1 alpaca unit per hectare while stocking rate average estimated was fair with supportability of 0.78 UAI/ha; thus, rangelands are considered on degradation process

## INTRODUCCIÓN

Los pastizales altoandinos en el Perú ocupan aproximadamente 22 millones de hectáreas, siendo importantes por su valor forrajero pues soportan al 84% de ganadería nacional (Flores, et al., 2014). Sin embargo, más del 60% de los pastizales altoandinos se encuentran en franco proceso de degradación e incluso desertificado (Pignataro et al., 2017).

Procesos que condicionan en parte la persistencia masas de pobreza de ganaderos, en el que la pobreza monetaria, pobreza crónica y la pobreza reciente dependen significativamente del número de miembros de las familias campesinas o nativas que inducen al mayor o menor impulso ganadero que generan ingresos por actividades agropecuarios (Paredes & Escobar-Mamani, 2018)

No obstante que las pasturas y praderas cubren alrededor de 40% de la superficie de la tierra y proporcionan hábitat y alimento a miles de millones de animales, incluidos los humanos (Strömberg, Dunn, Madden, Kohn, & Carlini, 2013), se viene apreciando sobre pastoreo por presión de mayor crianza ganadera y deficientes prácticas de manejo que se emplean (Pizarro, 2017; Ñaupari y Pizarro, 2018). Este proceso de degradación de pastizales, reduce las capacidades de los ecosistemas de pastizal para el aprovisionamiento de bienes de uso directo (carne, leche, lana, productos forestales menores) e indirecto (servicios ambientales y biodiversidad). Flores y Ñaupari (2011) estimaron que la pérdida anual en valores de uso directo (carne y lana) debido a la degradación sobrepasaba los 230 millones de dólares anuales y que esta pérdida podría ser mayor si se valorara los servicios ambientales.

En el fundo Carolina de la Universidad Nacional del Altiplano utilizando el método de transección al paso, (Villalta *et al.*, 2016), encontró que la producción de materia seca (MS) fue de 820.17 Kg MS /há y una carga promedio de 1.156 U.O. para la asociación *festuchetum – stipetum - calamagrosetum*; 502.46 Kg MS/há y un carga promedio de 1.008 U.O. en la

asociación *Festuchetum – Muhlenbergietum* y 604.55 KgMS/ha con una carga de 1.02 U.O. en la asociación *festuchetum – stipetum – Margiricarpetum*. En este estudio concluyeron que los pastizales del fundo Carolina están siendo sobre pastoreados toda vez que su capacidad de carga promedio del fundo es de 0.475 U.O ha/año.

Una herramienta de planificación y manejo para el diseño de planes de manejo que aseguren una producción sostenible de ecosistemas de pastizal es la capacidad de carga. La capacidad de carga es un indicador del equilibrio ecológico, ya que establece cuántos animales pueden pastorear anualmente un área determinada sin inducir retrogresión de los pastizales (Hoffman, et al., 1983 y Lichtenstein, et al., 2002). Existe diversidad de metodologías para estimar la capacidad de carga, siendo el método basado en la condición del pastizal el más adecuado para pajonales húmedos (Flórez y Malpartida 1987). Este método se basa en la teoría de sucesión ecológica y ensayos de carga.

La condición del pastizal se define como el estado de salud del campo en un tiempo determinado, es decir, el estado de un sitio ecológico en un momento comparado con el estado del sitio en su máximo desarrollo o clímax. Sin embargo, el proceso de degradación de pastizales no puede aislarse del análisis del impacto del cambio climático. Ambos procesos podrían incrementar las tasas de erosión, pérdidas del stock de materia orgánica y carbono, disminuyendo la resistencia de estos ecosistemas a los estreses ambientales, así como su capacidad de adaptación a los impactos derivados del cambio climático (Buytaert, et al., 2011).

El objetivo de ésta investigación evaluar la composición florística y condición de los pastizales de la Comunidad Campesina de Phynaya (ubicado al norte del distrito de Pitumarca, y al noreste de la provincia de Canchis, región Cusco) a fin de determinar la capacidad de carga bajo un contexto de cambio climático.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en la comunidad de Phynaya, ubicada al Norte del Distrito de Pitumarca y al noreste de la provincia de Canchis, en la región Cusco, entre las coordenadas UTM 8 401 000 Norte y 242 100 Este y entre 3900 y 4800 msnm (Estrada y Moscoso, 2014). La temperatura promedio oscila entre los 1.5 y 6 °C y la precipitación media anual varía entre los 250 a 1000 mm, distribuidas estacionalmente entre noviembre y abril.

El área pastoreable de la comunidad es de 2424 ha divididas en seis sectores de 300 a 600 ha cada uno. Se instalaron 79 transectas de 200 m de longitud para realizar censos de vegetación mediante método de transección al paso (método de Parker modificado) (Flórez y Malpartida, 1987). El censo se realizó en 100 puntos evaluados con un anillo censador de 1 pulgada de diámetro colocado cada dos pasos a lo largo de la transecta, donde identificó la presencia de plantas, mantillo, roca, suelo desnudo y pavimento de erosión. Luego en gabinete se identificaron las plantas y se clasificaron de acuerdo a su deseabilidad para alpacas, llamas, vicuñas, vacunos y ovinos.

La condición de los pastizales se estimó a partir de la información de composición de especies deseables por especie animal, índice forrajero (deseables más poco deseables), cobertura vegetal (100 – suelo desnudo y pavimento de erosión), e índice de vigor (altura promedio de especies claves presentes) en base a puntaje obtenido mediante la siguiente ecuación:

Puntaje:  $0.5D + 0.2IF + 0.2Cobertura + 0.1vigor$   
 Dónde: D representa porcentaje de especies deseables e IF representa índice forrajero (Flórez y Malpartida, 1987).

En base al puntaje obtenido se estimaron cinco categorías de condiciones de pradera; excelente, buena, regular, pobre y muy pobre. El conocimiento de la condición de los pastizales permitió determinar

la soportabilidad en función a la aptitud forrajera de los pastizales. También se estimó la tendencia del pastizal es decir cambios temporales de la condición en base a presencia de plántulas jóvenes, mantillo y vigor de plantas claves. Las consecuencias del cambio climático en la productividad y capacidad de carga de los pastizales seguirán las estimaciones propuestas por Flores et al., (2014).

## RESULTADOS

Se identificaron 60 especies, que fueron agrupados en 13 familias, de las cuales las Poaceas predominan en mayor magnitud con un 46.67%. Dentro de las Poaceas se observó 7 especies diferentes de Calamagrostis, seguido de las Mulehnerbergia, Festuca. Luego siguieron las Asteraceas con un 15,0%, y seudogramineas como Cyperaceas y Juncaceas con un 6,67%, cada una (Tabla N° 1)

**Tabla N° 1** Riqueza de especies vegetales clasificado por familias

Familias	Especies dominantes	N° Especies
Poaceas	Calamagrostis amoana, Festuca dolichophylla, Festuca rígida, Mulehnerbergia peruviana	28
Asteraceas	Hipochoeris taraxacoides, Novenia acaulis, Werneria sp	11
Rosaceas	Alchemilla pinnata, Margyricarpus pinnatus	3
Fabaceas	Trifolium repens, Trifolium amabile, Astragalus sp	3
Malvaceas	Malvacea sp	1
Lamiacea	Lepechinia meyeri	1
Plantaginacea	Plantago tubulosa	1
Geraniacea	Geranium sp	1
Valerianacea	Valeriana sp	1
Santalacea	Quinchamalium procunbes	1
Solanacea	Solanum sp	1
Ciperaceas	Carex ecuadorica, Scirpus rigidus	4
Juncaceas	Distichia muscoides, Juncus sp	4

Entre las especies que predominan y codominan en los sitios evaluados, se observó la presencia de *Calamagrostis amoena*, seguida de *Festuca dolichophylla*. También se observó la dominancia de *Festuca rígida*, *Alchemilla pinnata*, *Hipochoeris taraxacoides*, *Carex ecuadorica*, *Distichia muscoides*, *Juncus sp*, entre otras especies en menor magnitud (Tabla N° 1)

Cuando se hace la evaluación tomando en consideración los 6 sectores que comprende la comunidad, se aprecia que el *Calamagrostis vicunarum*, *Distichia muscoides* y *Aciachne*

*pulvinata* constituyen las especies dominante en la mayor parte de los sectores de los cuales está constituido a comunidad de Phynaya (Tabla N° 2).

**Tabla N° 2** Especies de plantas nativas dominantes por sector de pastizal

Sector	Dominancia	Especies Dominantes	Nombre Común	%
Tres Estrellas	Dimu-Dishum	<i>Distichia muscoides</i>	Kukuna	14.38
		<i>Dictilis humilis</i>	Gramma pasto	10.57
Ruita	Dimu-Accpu	<i>Distichia muscoides</i>	Kunkuna	11.5
		<i>Acciane pulvinata</i>	Pacu-pacu	10.97
Unika	Cavi-Fedo	<i>Calagrostis vicunarum</i>	Crespillo	11
		<i>Festuca dolichophylla</i>	Chilliwa/qoya	6.8
Yayamari	Cavi-Accpu	<i>Calagrostis vicunarum</i>	Crespillo	16.88
		<i>Acciane pulvinata</i>	Pacu-pacu	7.63
Paco	Accpu-Dimu	<i>Acciane pulvinata</i>	Pacu-pacu	12.64
		<i>Distichia muscoides</i>	Kunkuna	11.71
Talla	Cavi-Pycglo	<i>Calagrostis vicunarum</i>	Crespillo	16.08
		<i>Pycnophyllum glomeratum</i>	Pesqe	10.58

Es importante resaltar la presencia de la *Aciachne pulvinata* (aproximadamente 22%) puesto que esta especie es un claro indicador del deterioro de los pastizales (Flórez y Malpartida, 1987), que sería como consecuencia de la excesiva carga animal que viene generando un desequilibrio de la condición del pastizal.

Del total de especies, el 91.49% son perennes y el resto son especies anuales, las cuales están conformadas principalmente por especies de estrato medio bajo. Las especies perennes más representativas son de los géneros *Calamagrostis*, *Festucas* y *Stipas*, en el caso de los anuales no se tiene una predominancia clara.

Considerando que la deseabilidad es un factor predominante para establecer la condición de pastizal por especie animal, se aprecia variaciones de la misma para diferentes especies animales que actualmente se vienen criando en comunidad (Tabla N° 3)

**Tabla 3.** Especies vegetales en función a la deseabilidad por especie animal

Especie animal	Deseabilidad %		Estacionalidad %	
	Deseabilidad	%	Perennes	Anuales
Alpacas	D	45	36.67	8.33
	PD	26.67	21.67	3.33
	I	28.33	21.66	8.34
Total		100	80	20
Llamas	D	41.67	36.67	5
	PD	35	23.33	11.67
	I	23.33	20	3.33
Total		100	80	20
Vacunos	D	28.33	25	3.33
	PD	26.67	30	6.67
	I	35	25	10
Total		100	80	20
Ovinos	D	31.67	25	8.33
	PD	35	28.33	5
	I	33.33	26.67	6.67
Total		100	80	20
Vicuñas	D	38.33	28.33	10
	PD	26.67	25	1.67
	I	35	26.67	8.33
Total		100	80	20

La condición de pastizal encontrada en los sectores de la comunidad, muestran que en su mayoría son de condición regular y dos sectores son pobres con una tendencia negativa. Es decir, los sectores tienen una capacidad de carga baja (0.78 unidad alpaca/ha) mientras que la carga actual de 1 unidad alpaca/ha supera a la capacidad de carga estimada, causando el proceso de retrogresión (Tabla N° 4).

**Tabla N° 4.** Condición de pastizales y capacidad de carga de pastizales

Sector	Puntaje Total	Condición Pastizal	Carga Animal	
			Alpacas	Ovinos
Tres Estrellas	49.16	Regular	1	1.5
Ruita	43.96	Regular	1	1.5
Unika	40.8	Pobre	0.33	0.5
Yayamari	43.33	Regular	1	1.5
Paco	48.41	Regular	1	1.5
Talla	37.44	Pobre	0.33	0.5
Promedio	43.85	Regular	0.78	1.17

Para el caso de los sectores de Tres Estrellas, Ruita, Yaya mari y Paco, la capacidad de carga animal estimada es de 1 U.Al y 0.5 U.O.; siendo para los sectores de Unika y Talla de 0.33 U.Al y 0.5 U.O. En promedio la capacidad de carga animal estimada es de 0.78 U.A. y 1.17 U.O estos valores deben ser tomados en consideración para realizar el balance entre oferta y demanda del recurso pastizal para la población ideal de animales que debe ser pastoreadas en la comunidad, así como para establecer acciones de manejo y conservación del recurso forrajero.

En base a las características de condición y tendencia del pastizal, las áreas destinadas para alpacas representan el 70.4%, para llamas 15.4%, vacunos 3.5%, ovinos 4.5% y un potencial para vicuñas de 6.3%.

## DISCUSIÓN

Se han desarrollado diferentes estudios con el objetivo de evaluar la composición florística y condición de los pastizales en la región, los cuales muestran diferencias tanto en el tipo de pastizales y/o asociaciones vegetales, así como variación en la composición florística y diversidad de las comunidades vegetales y sitios de pastizal. Por ejemplo, Carreón (1993), encontró que las especies dominantes fueron *Calamagrostis amoena* con 8.6%, *Stipa obtusa* 8.2%, *Festuca dolichophylla* con 8.05%, *Mulehnergia fastigiata* con 7.85% y *Distichia muscoides* con 6.58% cuyas especies tiene un alto contenido de materia orgánica.

Del total de especies identificadas, el 45% son deseables para alpacas, de la cuales el 36.67% son perennes deseables y 8,33% anuales deseables y siendo el resto poco deseables e indeseables. De igual forma para llamas se encontró un 41.67% de especies deseables, de las cuales el 36.67% son perennes deseables y 5% anuales deseables. Para vacunos sólo se encontró 28.33% especies deseables, de las cuales 25% son perennes deseables y 3.33% anuales deseables.

A diferencia de alpacas y llamas la proporción de especies indeseables se incrementa para vacuno, y si se considera las especies poco deseables ambas representan el 71,67% lo que implicaría en cierto modo que las áreas de aptitud para vacunos son limitadas. Para ovinos también se observa el mismo patrón descrito antes para vacunos, donde solo el 31,67% son deseables, de las cuales 25% son perennes deseables y 8,33% son anuales deseables.

Para vicuñas se observó que el 38.33% son deseables, de los cuales el 28,33% son perennes deseables y 10% son anuales deseables. En términos generales se puede observar que la mayor parte de especies son deseables para alpacas, llamas vicuñas, y con menor aptitud para ovinos y vacunos por ser más exigente en su dieta; por otro lado, el nivel de especies poco deseables e indeseables (para todas las especies animales) constituye el mayor porcentaje; lo que podría estar indicando que el tipo de pastoreo que vienen desarrollando en la comunidad no es el adecuado. (Tabla N° 3).

En el contexto del cambio climático estas áreas pueden perder su productividad y por tanto disminuir su condición y capacidad de carga. Si no se revierte las emisiones de gases de efecto invernadero para el año 2100 el sesenta por ciento de las tierras se habrán degradado y los efectos del cambio climático podrían acentuarse, en la medida que ecosistemas degradados son menos resistentes a los estreses ambientales, p.e, aumento en la presencia de eventos extremos e incrementos en los índices de aridez (Flores, et al., 2014).

Investigaciones realizadas por el Laboratorio de Ecología y Utilización de Pastizales de la Universidad Nacional Agraria La Molina, revelan que el cambio climático afectará la composición del paisaje y la productividad, es decir los arbustales aumentarán en la medida que el clima se torna más árido, y los pajonales se contraerán debido al avance de la agricultura y los arbustales particularmente en el altiplano sur (Flores, et al., 2014).

Uno de los principales impactos derivados del cambio en la composición del paisaje de la puna es la disminución de la capacidad de carga de los ecosistemas. Los arbustales, pajonales y bofedales, difieren en su capacidad de carga debido a diferencias en calidad y productividad de las plantas que los dominan (Young, 2014).

Debido a que los arbustos tienen material leñoso y contienen sustancias químicas anti-herbívoro exhiben tasas de producción más baja y en consecuencia menos capacidad de carga que las gramíneas. Debido a este proceso de cambio climático y la continua degradación de los pastizales de puna húmeda de la comunidad campesina de Phynaya, se espera que los patrones de precipitación y temperatura sufran variaciones significativas y que ocurran cambios en la productividad de sus pajonales con la consecuente disminución de la capacidad de carga y merma de la economía familiar alpaquera.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Buytaert, W., Cuesta-Camacho, F., y Tobón, C. (2011). Potential impacts of climate change on the environmental services of humid tropical alpine regions. *Global Ecology and Biogeography*, 20(1), 19-33. Doi: <https://doi.org/10.1111/j.1466-8238.2010.00585.x>
- Estrada, A, Moscoso J, (2014), *Plan de Gestión de los pastizales de Phinaya en un escenario de cambio climático* UNSAAC ETC ANDES CBC PROYECTO CAMBIO CLIMATICO documento publicado por editorial Bartolomé de las Casas - Biblioteca Nacional Perú N° 2014 15531
- Flores, E. (1991). *Manejo y utilización de pastizales*. En: Publicación FAO. Avances y perspectivas del conocimiento de los camélidos sudamericanos. Santiago de Chile, CL. p. 191-211.
- Flores, E.R., y Ñaupari, J.A. (2011). *Identificación y evaluación de ecosistemas de la cuenca del Río Santa con el uso de Sistemas de Información Espacial*. Convenio UICN-UNALM. Informe publicado por el Laboratorio de Ecología y Utilización de Pastizales UNALM.
- Flores, E.R., Ñaupari, J.A., y Tácuna, R.E. (2014). *La economía del cambio climático en el Perú: ganadería altoandina*. En: La economía del cambio climático en el Perú. Banco Interamericano de Desarrollo, Comisión Económica para América Latina y el Caribe. **R e c u p e r a d o** **d e** [http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/37419/S1420992\\_es.pdf?jsessionid=6A859F66F15CDA337155DD749BC2B74B?sequence=1](http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/37419/S1420992_es.pdf?jsessionid=6A859F66F15CDA337155DD749BC2B74B?sequence=1)
- Hoffman, R.K., Otte, K.C., Ponce, C., y Rios, M.A. (1983). *El Manejo de la Vicuña Silvestre*. Eschborn. Sociedad Alemana de Cooperación Técnica. Tomo I: p. 173-217.
- Ñaupari, J., y Pizarro S. (2018). *Degradation and Vulnerability to Climate Change in High Andean Rangelands*. 71st Annual Meeting of the Society of Rangeland Management. Sparks Nevada
- Paredes, P. R., & Escobar-Mamani, F. (2018). El rol de la ganadería y la pobreza en el área rural de Puno. *Revista de Investigaciones Altoandinas*, 20(1), 39–60. <https://doi.org/10.18271/ria.2018.329>
- Pizarro, S. (2017). *Degradación y vulnerabilidad al cambio climático en pastizales altoandinos*. (Tesis de maestría). Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú
- Pignataro, A. G., Levy-Tacher, S. I., Aguirre-Rivera, J. R., Nahed-Toral, J., González-Espinosa, M., González-Arzac, A., & Biganzoli, F. (2017).

- Natural regeneration of tree species in pastures on peasant land in Chiapas, Mexico. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 249 (August), 137–143. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2017.08.020>
- Lichtenstein, G., Oribe, F., Grieg-Gran, M. y Mazzucchelli, S. (2002). *Manejo Comunitario de Vicuñas en el Perú: Estudio del caso de manejo comunitario de vida silvestre*. PIE Series No. 2. International Institute for Environment and Development. Perú. 72p.
- Villata, P; Zapana, JG; Zapana, JC; Araoz, J; Escobar, F (2016); Evaluación de pastos y capacidad de carga animal en el fundo “Carolina” de la Universidad Nacional del Altiplano Puno Perú; *Revista de Investigación Altoandinas*, 18(2), 303–310
- Strömberg, C. A. E., Dunn, R. E., Madden, R. H., Kohn, M. J., & Carlini, A. A. (2013). Decoupling the spread of grasslands from the evolution of grazer-type herbivores in South America. *Nature Communications*, 4, 1-8. <https://doi.org/10.1038/ncomms2508>
- Young, K. R. (2014). Ecología de los Cambios de Cobertura del Paisaje de Glaciares de Montañas Tropicales. *Revista Peruana de Biología* 21(3): 259–270. Lima, Perú.

