

Rev Inv Vet Perú 2012; 23 (3): 357-368

## ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO, PATOLÓGICO Y DETERMINACIONES DE MICROELEMENTOS EN VICUÑAS AFECTADAS CON “CASPA”

### MICROBIOLOGICAL, PATHOLOGICAL AND MICROELEMENT ANALYSES IN VICUÑAS AFFECTED WITH “DANDRUFF”

Raúl Rosadio A.<sup>1,2,3</sup>, Katherine Yaya L.<sup>2</sup>, Álvaro Véliz A.<sup>2</sup>, Antony Rodríguez H.<sup>2</sup>, Hugo Castillo D.<sup>2</sup>, Jane C. Wheeler<sup>2</sup>

#### RESUMEN

Se describen 75 estudios histopatológicos en biopsias de piel (33 afectados y 42 no afectados con “caspa”), 85 análisis microbiológicos en raspados de piel (44 afectados y 41 no afectados) y 70 determinaciones séricas de zinc, selenio, cobre y molibdeno (41 afectados y 29 no afectados) de tres poblaciones de vicuñas silvestres capturadas en “Chakus” en el 2009 en las comunidades campesinas de Huaytará, Ayaví, Santa Rosa de Tambo y en una población cautiva multicomunal, en Huancavelica. Los animales afectados no tenían alteraciones clínicas, pero los vellones a la postesquila presentaron escamas blanquecinas dispersas o acumuladas y fuertemente adheridas, usualmente, al dorso lateral y algunas veces por todo el vellón. Todas las muestras de piel, con mayor severidad en las afectadas, mostraron moderada hiperqueratosis ortoqueratótica laminar asociada con dermatosis inespecífica, moderada-severa dilatación de folículos pilosos y moderada-severa atrofia de vaina interna de la raíz folicular pero con ausencia de agentes patógenos e inflamación. El 63.3% (28/44) de raspados de pieles afectadas y el 41.5% (17/41) de las no afectadas contenían especies saprofitas de *Ulocladium* spp., *Penicillium* spp., *Hialofomicetos*, *Geotrichum candidum* y *Aspergillus flavus*. Los niveles sanguíneos, en las 70 muestras (afectados y no afectados) presentaron 10 veces la concentración esperada para selenio, principalmente en vicuñas cautivas en el área multicomunal (afectados  $3.23 \pm 1.31 \mu\text{g/mL}$  y no afectados  $3.56 \pm 2.27 \mu\text{g/mL}$ ), posiblemente debido al sobrepastoreo de los pastizales con presencia de especies seleníferas de *Astragalus* spp. (“garbanzo” o “garbancillo”). Todos los animales mostraron deficiencia de cobre y los animales afectados de Huaytará y todos los de Santa Rosa de Tambo presentaron deficiencia de zinc.

**Palabras clave:** caspa, vicuñas, biopsias piel, selenio, cobre, zinc

<sup>1</sup> Facultad de Medicina Veterinaria, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima

<sup>2</sup> CONOPA - Instituto de investigación y Desarrollo de Camélidos Sudamericanos, Lima

<sup>3</sup> E-mail: rrosadio@gmail.com

## ABSTRACT

In recent years important economic losses have resulted from what is described as “dandruff” in vicuña fiber. With the goal of analyzing the possible cause/s was conducted an histopathological analysis of 75 skin biopsies (33 affected/42 unaffected), microbiological analysis of 85 skin/fiber scrapings (44 affected/41 unaffected), and microelement analysis (zinc, selenium, copper, molybdenum) of 70 serum samples (41 affected/ 29 unaffected), collected from three wild populations in the communities of Huaytará, Ayaví and Santa Rosa de Tambo, Huancavelica, Peru, as well as from the captive herd held jointly by these communities. The affected vicuñas were clinically normal and the presence of “dandruff” was generally detected after shearing. In these fleeces, white scales scattered or accumulated and firmly adhered to the fibers were found, especially on the flanks and backs of the animals, but also widely dispersed throughout the fleece. Histopathological analysis of the skin biopsies revealed that both affected and unaffected animals had moderate to severe dermatosis (hyperkeratosis – orthokeratosis), with moderate to severe atrophy of the inner root sheath of the follicle, but without evidence of inflammation. Microbiological analysis determined the presence of fungus species in 63.3% (28/44) of the affected and 41.5% (17/41) of unaffected animals, including *Ulocladium* spp., *Penicillium* spp., *Hialofomicetos*, *Geotrichum candidum* and *Aspergillus flavus*. Microelement analysis revealed 10 fold selenium concentration as compared to normal values, especially in the captive population (affected:  $3.23 \pm 1.31 \mu\text{g}/\text{mL}$ ; unaffected:  $3.56 \pm 2.27 \mu\text{g}/\text{mL}$ ) possibly due to overgrazing of pastures with presence of *Astragalus* spp., a common seleniferous plant in the region. All animals showed copper deficiency. Also, all animals from Santa Rosa de Tambo and affected animals from Huaytará were zinc deficient.

**Key words:** dandruff, vicuña, skin biopsies, selenium, copper, zinc

## INTRODUCCIÓN

La vicuña (*Vicugna vicugna*) habita las estepas andinas desde tiempos ancestrales y es fuente de una de las más preciadas fibras del mundo. La alta cotización de su fibra ha sido causa de una histórica sobreexplotación que llevó a esta especie a la amenaza de la extinción y motivó el desarrollo de programas nacionales e internacionales para su recuperación. Estos exitosos programas de conservación permitieron mover a esta especie del apéndice I CITES al apéndice II, y actualmente a la categoría de menor preocupación, permitiendo a las comunidades locales usufructuar de la fibra cosechada, producto de la captura y esquila de animales vivos (Gordon, 2009; Wheeler y Laker, 2009; IUCN, 2010).

La obtención de la fibra de estos animales en el Perú se realiza en una actividad comunal anual, siguiendo un sistema de manejo prehispánico conocido como “chaku”. En estas faenas comunales, desde inicios de la década de los 90, se comenzaron a observar alteraciones patológicas de la fibra, descritas como “caspa”, caracterizada por una excesiva acumulación de descamaciones epiteliales de color blanco grisácea adheridas íntimamente a los mechones de la fibra esquilada. Esta patología, motivo de preocupación entre los comuneros, incide negativamente en las transacciones comerciales con las compañías acopiadoras de fibra. La “caspa” no altera las condiciones físicas del animal, sólo se hace evidente al momento de la esquila. Inicialmente, fueron reportadas en el distrito de Lucanas, Ayacucho, en animales de varias edades, incluyendo crías y anima-

les jóvenes (Zúñiga, 2008). Similares alteraciones se observaron también en otras poblaciones comunales, incluyendo en el departamento de Huancavelica (D. Hoces, comunicación personal).

El presente estudio describe alteraciones patológicas, análisis histopatológicos y microbiológicos, y determinaciones de cuatro microelementos en muestras de suero sanguíneo de animales afectados con "caspa" y su comparación con muestras de animales no afectados, en cuatro comunidades campesinas de Huancavelica, Perú.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Animales y Muestras

Las muestras fueron obtenidas durante cuatro "chakus" comunales realizados desde el 24 de junio al 18 de julio del 2009 en tres comunidades campesinas (Huaytará, Ayaví y Santa Rosa de Tambo) y en un área de uso multicomunal de la provincia de Huaytará, departamento de Huancavelica. Los animales en las tres comunidades se mantienen en estado silvestre mientras que los del área multicomunal en captividad. La obtención de las muestras fue autorizada por Resolución Directoral 109-2009-AG-DGFFS-DGEFFS.

En los "chakus", se separaron e identificaron a los animales con signos de "caspa", observando alteraciones clínicas y anotándose grados y distribuciones macroscópicas. Asimismo, se tomaron muestras de animales aparentemente normales, seleccionados al azar. Para reducir el estrés a los animales, se les colocó una capucha antes de proceder a las biopsias (n=75), raspado de piel (n=85) y toma de muestras de sangre (n=70). La diferencia en el número de muestras fue debida a los niveles de estrés de los animales durante el muestreo.

### Biopsias y Raspado de Piel

Las 75 biopsias (33 afectadas y 42 no afectadas) se hicieron en las zonas de piel con mayor presencia de caspa (en su mayoría fue en la zona costillar), utilizando un sacabocado estéril de 2 mm de diámetro, con el animal en posición decúbito lateral. El material extraído fue depositado en formol bufferado al 10%, y procesado y coloreado con hemotoxilina y eosina (HE) para análisis histopatológicos de las posibles alteraciones en la piel.

Los 85 raspados superficiales de piel (44 afectadas y 41 no afectadas) se hicieron utilizando una hoja de bisturí estéril en una área de 2-3 cm de diámetro hasta observar eritema epidermal manteniendo los animales en posición decúbito lateral. El raspado fue depositado en placas Petri estériles, que fueron selladas para evitar ingreso de impurezas, y conservadas en refrigeración para su envío al Instituto Nacional de Salud de Lima, para detectar la presencia, tipificación y cuantificación de hongos en medios especiales (Agar Sabouraud). Las proporciones de hongos totales obtenidos de los animales afectados y no afectados fueron sometidos a una prueba de Z para detectar diferencias estadísticas con niveles de 95% de confianza.

### Minerales en Sangre

Las 70 muestras de sangre (41 afectados y 29 no afectados) fueron colectadas mediante punciones a la vena yugular utilizando tubos al vacío sin anticoagulante. Se extrajo el suero por centrifugación y se congeló a -20 °C. Los sueros fueron llevados a la Unidad de Servicios de Análisis Químicos de la Facultad de Química e Ingeniería Química de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, para determinar concentraciones de zinc, cobre, selenio y molibdeno, utilizando la técnica de espectrometría por absorción atómica (Shimadzu A6800, Japón) con las siguientes longitudes de onda: 136 nm (Se), 213.9 nm (Zn), 313.3 nm (Mb) y 324.8 nm (Cu).



Figura 1. Severas acumulaciones de descamaciones epiteliales blanquecinas (“caspa”), localmente difusas, adheridas al vellón de la parte dorso lateral de una vicuña esquilada en el área multicomunal de la provincia de Huaytará, Huancavelica.

## RESULTADOS

Los animales afectados con “caspa” no mostraron alteraciones físicas ni clínicas; sin embargo, las alteraciones se hicieron claramente visibles al retirar el vellón del animal esquilado, observándose escamas dispersas o acumuladas y fuertemente adheridas a la capa interna del vellón, especialmente en la fibra de las partes dorsales del cuerpo (Figs. 1 y 2), pudiendo en algunos casos, extenderse a las regiones ventrales. Algunas veces, se lograron visualizar acumulaciones difusamente focalizadas dando la impresión de daños dermales (Fig. 2). La presencia de caspa fue general y subjetivamente clasificada como alteraciones de grado mediana (mayoría de animales capturados en las comunidades muestreadas) a severa, particularmente en vicuñas del área multicomunal (Fig. 1).

La mayoría de las lecturas histopatológicas de las biopsias de piel, tanto en animales afectados con “caspa” como aquellos no afectados, mostraron alteraciones patológicas dermales inespecíficas sin observarse presencia de agentes infecciosos ni evidencias de reacciones inflamatorias. En general, aunque con una mayor incidencia en el grupo de animales con “caspa”, se observó una moderada a severa dilatación de los folículos pilosos y atrofia de los componentes de la vaina interna de la raíz folicular (Fig. 3a). Muchas de las muestras mostraban una mezcla de adelgazamiento de la capa epitelial focalizada e hiperqueratosis ortoqueratótica laminar (Figs. 3a, 3b). La hiperqueratosis laminar fue fácilmente observable en los folículos pilosos degenerados (Figs. 3b, 3c). En términos generales, en casi todas las muestras, incluyendo las provenientes de animales no afectados se observó diversos grados de dermatosis (Fig. 3d).



Figura 2. Ligera a moderada acumulaciones multifocales de “caspa” en el dorso y parte lateral del cuerpo de una vicuña esquilada en el área multicomunal de la provincia de Huaytará, Huancavelica

El análisis microbiológico evidenció la presencia de agentes microbianos saprofitos. En el 63.6% (28/44) de animales con “caspa” y en el 41.5% (17/41) de los no afectados se lograron aislar microorganismos, aunque esta diferencia no fue significativa. *Ulocladium* spp. (20.5%) y *Penicillium* spp. (18.2%) fueron las especies microbianas más frecuentes en los animales afectados, mientras que *Hialofomicetos* spp. (13.6%) y *Mucor* spp. (9.7%) fueron las más frecuentes en los animales no afectados (Cuadro 1).

Al analizar los resultados por localidades geográficas, se observó que *Aspergillus flavus* y *Rhizopus* spp fueron únicamente aislados en el área multicomunal, mientras que

*Geotrichum candidum* solamente se encontró en la comunidad de Huaytará (Cuadro 2).

En el análisis de minerales en suero sanguíneo, se encontraron valores elevados de selenio y de zinc y niveles deficitarios de cobre (Cuadro 3). Por otro lado, la concentración de molibdeno estuvo por debajo de los valores perceptibles a la prueba utilizada (1  $\mu\text{g}/\text{mL}$ ). La concentración de zinc fue particularmente deficitaria en las ocho vicuñas con “caspa” de la comunidad de Huaytará (0.17  $\mu\text{g}/\text{mL}$ ) y en todos los animales de la comunidad de Santa Rosa de Tambo (Cuadro 4). La concentración de selenio fue superior a los rangos normales esperados, con excepción de los animales de la comunidad de Tambo (Cuadro 4).



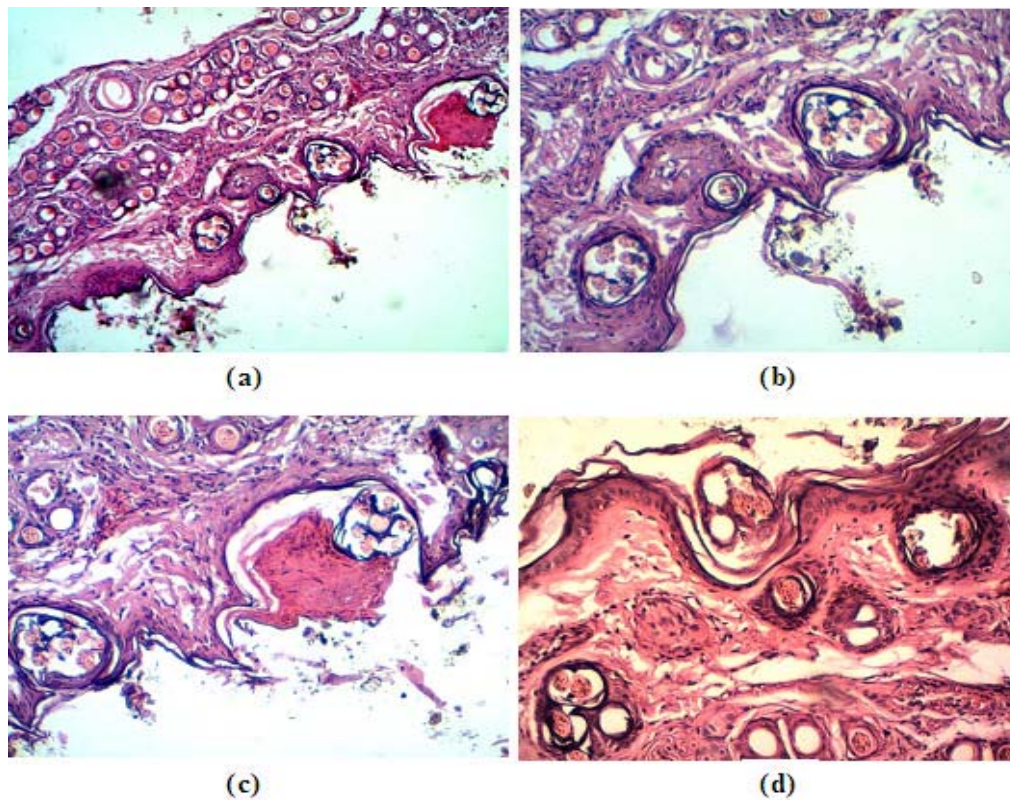


Figura 3. Biopsia de piel de vicuñas de tres comunidades campesinas de la provincia de Huaytará, Huancavelica, afectadas con “caspa”. (a) Extensiva dilatación de los folículos pilosos y degeneración de las vainas internas de los folículos. H&E, 100X; (b) Áreas de adelgazamiento epitelial y moderada hiperqueratosis focal y severa dilatación y degeneración de vainas foliculares. H&E, 200X; (c) Áreas de folículos pilosos severamente dilatados conteniendo queratinas fragmentadas y vainas internas de raíces foliculares degeneradas. H&E, 200X; (d) Corte de piel de un animal no afectado con “caspa”, con adelgazamiento epitelial y folículos pilosos moderadamente dilatados y degenerados. H&E, 200X

Cuadro 1. Frecuencia de agentes microbianos aislados en raspados de piel de vicuñas con y sin “caspa”, en comunidades campesinas de la provincia de Huaytará, Huancavelica

Agente microbiano	Con “caspa” (%) (n=44)	Sin “caspa” (%) (n=41)
<i>Ulocladium</i> spp	20.5	7.3
<i>Penicillium</i> spp	18.2	2.4
<i>Hialofomicetos</i>	13.6	17.1
<i>Geotrichum candidum</i>	4.5	0
<i>Aspergillus flavus</i>	4.5	0
<i>Rhizopus</i> spp	2.3	0
<i>Mucor</i> spp	0	9.7
<i>Cladosporium</i> spp	0	4.9

Cuadro 2. Agentes microbianos aislados en raspados de piel de vicuñas con y sin “caspa”, en comunidades campesinas de la provincia de Huaytará, Huancavelica

Anexo	Condición clínica	Muestras		Agentes microbianos
		Total	Positivas (%)	
Multicomunal				
	Con caspa	24	54.2	<i>Aspergillus flavus</i> <i>Hialofomicetos</i> <i>Penicillium spp</i> <i>Rhizopus spp</i>
	Sin caspa	24	37.5	<i>Cladosporium spp</i> <i>Hialofomicetos</i> <i>Mucor spp</i>
Huaytará				
	Con caspa	8	50.0	<i>Geotrichum candidum</i> <i>Penicillium spp</i> <i>Hialofomicetos</i>
	Sin caspa	5	40	<i>Penicillium spp</i> <i>Mucor spp</i>
Ayaví				
	Con caspa	11	91.0	<i>Ulocladium spp</i> <i>Penicillium spp</i>
	Sin caspa	11	83.3	<i>Hialofomicetos</i> <i>Ulocladium spp</i>
Tambo				
	Con caspa	1	100.0	<i>Hialofomicetos</i>
	Sin caspa	1	100.0	<i>Hialofomicetos</i>

Cuadro 3. Concentraciones séricas (promedio ± d.e.) de zinc, cobre y selenio en vicuñas afectadas (n=41) y no afectadas (n=29) con “caspa”, en tres comunidades campesinas y el área multicomunal de la provincia de Huaytará, Huancavelica

Condición clínica	Zinc µg/ml	Cobre µg/ml	Selenio µg/ml
Con “caspa”	1.17 ± 2.00	0.16 ± 0.20	2.04 ± 1.99
Sin “caspa”	1.25 ± 1.13	0.22 ± 0.32	2.00 ± 2.39

Cuadro 4. Concentraciones séricas (promedio  $\pm$  d.e.) de zinc, cobre y selenio en vicuñas afectadas (n=41) y no afectadas (n=29) con “caspa”, según comunidades campesinas de la provincia de Huaytará, Huancavelica

Localidad	Presencia de “Caspa”	Zinc <sup>1</sup>	Cobre <sup>2</sup>	Selenio <sup>3</sup>
Área multicomunal <sup>4</sup>	Sí (n=21)	1.57 $\pm$ 0.67	0.13 $\pm$ 0.09	3.23 $\pm$ 1.31
	No (n=12)	1.69 $\pm$ 0.91	0.21 $\pm$ 0.26	3.56 $\pm$ 2.27
Huaytará	Sí (n=8)	0.17 $\pm$ 0.13	0.09 $\pm$ 0.19	0.62 $\pm$ 0.51
	No (n=7)	0.48 $\pm$ 0.87	0.19 $\pm$ 0.11	0.28 $\pm$ 0.55
Ayaví	Sí (n=11)	1.23 $\pm$ 0.50	0.27 $\pm$ 0.28	0.99 $\pm$ 0.51
	No (n=6)	1.78 $\pm$ 1.28	0.38 $\pm$ 0.53	1.91 $\pm$ 2.44
Tambo	Sí (n=1)	0.07	ND <sup>5</sup>	ND
	No (n=4)	0.18 $\pm$ 0.11	0.03 $\pm$ 0.02	0.16 $\pm$ 0.1

<sup>1</sup> Rango normal: 0.3 - 0.5  $\mu$ g/mL

<sup>2</sup> Rango normal: 0.4 - 0.7  $\mu$ g/mL

<sup>3</sup> Rango normal: 0.20 - 0.21  $\mu$ g/mL

<sup>4</sup> Área común para las tres comunidades

<sup>5</sup> No determinada

## DISCUSIÓN

La “caspa” es una alteración patológica observada en poblaciones de vicuñas capturadas en el país y, en particular, en el lugar de estudio desde hace cuatro años, produciendo preocupación en los comuneros debido a que los vellones afectados con caspa son rechazados por los compradores o adquiridos a precios reducidos. Los animales afectados, físicamente, no muestran alteración alguna pero el vellón una vez retirado del animal esquilado presenta abundante cantidad de epitelio exfoliado que se observa como acumulaciones de material casposo distribuido focal o multifocalmente (Figs. 1 y 2). La presencia de “caspa” en los vellones de los animales afectados es bastante similar en las tres comunidades estudiadas, pero fue más severa en los animales criados en captividad del área multicomunal. Los análisis

histopatológicos, sin embargo, muestran diversos grados de dermatopatías sin mostrar procesos infecciosos ni inflamatorios, presentes aún en muestras de piel provenientes de animales aparentemente normales, pero con mayor severidad en los afectados, evidenciando que todos los animales muestreados responderían a una aparente noxa común. El estudio microbiológico muestra diferencias en poblaciones de hongos saprófitos en animales afectados pero que no serían responsables de las patologías dermales descritas. Interesantemente, los resultados del presente estudio evidencian que las poblaciones estudiadas tienen altos niveles séricos de selenio y deficiencia de cobre en todos los animales muestreados, así como deficiencia de zinc en algunas de las poblaciones, sugiriendo una posible asociación entre alteraciones en concentraciones de microelementos séricos y cambios patológicos dermales expresadas como “caspa”.



Los cambios patológicos dermales variaron desde una discontinuidad de la capa epidermal hasta un engrosamiento de la capa epitelial (hiperqueratosis), asociados con formaciones de queratina laminada y/o dilatación de folículos pilosos con presencia de queratina fragmentada intrafoliculares (ortoqueratosis), sin lograr observarse agentes patógenos o inflamación (Fig. 3). Estas alteraciones fueron mucho más dramáticas y severas en los animales afectados procedentes del área multicomunal, que tenían los niveles más altos (aparente toxicidad) de selenio en todos los animales muestreados (Cuadro 4). Similares alteraciones dermatósicas, en menores grados, fueron también observados en animales de otros anexos incluyendo a los no afectados, revelando que casi todos los animales muestreados de alguna manera muestran alteraciones histológicas dermales que responderían a etiologías causales comunes.

Los problemas crónicos de piel en alpacas y llamas usualmente se expresan con lesiones de hiperqueratosis y algunas veces ortoqueratosis (Foster *et al.*, 2007). La hiperqueratosis es un cambio patológico que refleja alteraciones en la actividad epitelial desencadenada por una variedad de noxas y clínicamente descritas como descamaciones epiteliales (“caspa”) (Foster *et al.*, 2007). La hiperqueratosis idiopática, caracterizada por un severo engrosamiento costroso y alopecia con descamaciones epiteliales, es una alteración que usualmente responde al tratamiento con zinc (Rosychuk, 1994; Foster *et al.*, 2007); sin embargo, estos cambios patológicos no fueron observados en las muestras del presente estudio.

No se dispone de reportes de intoxicaciones por selenio asociado a dermatopatías en alpacas, pero se describen dermatopatías a consecuencia de ingestión de plantas conteniendo agentes fotodinámicos asociados a patologías dermales conocidas como foto sensibilizaciones (primarias o secundarias) en rumiantes andinos, incluyendo alpacas (Rosadio *et al.*, 1990). Por otro lado, el pelo de muchos animales, incluyendo el hombre,

es comúnmente depósito de metales pesados, debido fundamentalmente a la gran afinidad química del pelo por ciertos metales, incluyendo el selenio, y explicado por la enorme facilidad de reaccionar con grupos sulfhidrilos de amino ácidos, particularmente cisteínas de proteínas foliculares e incorporadas en la queratina (Gupta, 2007).

La presencia de niveles altos de selenio en el suero de animales (Herdt, 1995), tanto afectados como no afectados, en 3 de las 4 poblaciones muestreadas es bastante sugerente que estos animales hayan consumido plantas con alto contenido de selenio, especies que existen en los Andes peruanos, tales como especies del género *Astragalus* (“garbanzo” o “garbancillo”), observada en zonas por encima de los 3500 msnm y sobre todo en campos sobrepastoreados (Ameghino, 1985). Las vicuñas criadas en cautiverio (zona multicomunal) tuvieron las mayores concentraciones de selenio, sugiriendo que estos animales estuvieron posiblemente más expuestos a *Astragalus* seleníferos por efecto del sobrepastoreo característico del manejo de animales cautivos.

Selenio es un mineral esencial para muchas especies de animales incluyendo al hombre, pero existen pocos reportes sobre deficiencia o toxicidad en animales de producción (Fowler, 1986). La literatura reporta tres grupos de *Astragalus* y 24 especies acumuladoras de selenio en suelos seleníferos o con capacidades de extraer selenio de las profundidades del suelo y hacerlo disponibles aún para otras plantas que crecen en su entorno (Gupta, 2007). Sin embargo, se reporta hasta 10 especies endémicas de estas leguminosas en los Andes (Soukup, 1970, Gomez-Sosa, 2004), pero se desconoce el contenido de selenio y/o tipos de toxinas inherentes. No obstante, se ha comprobado la presencia de *Astragalus* spp que contiene la toxina “loco” (swainsonina), productora de signos nerviosos clásicos en ovejas conocidas como “locoísmo” en el oeste americano (Marsh, 1965) e intoxicación por garbancillo en el Perú (Rosadio *et al.*, 1990).

Los casos de intoxicaciones por selenio pueden ser agudos, como productos de sobredosis, pero son usualmente crónicos debido a consumos prolongados (semanas o meses) de forrajes con alto contenido de selenio, causando pérdida de pelo o lana, dermatitis, emaciación y bajo rendimiento reproductivo, pudiendo terminar con lesiones de poliencefalomalacia (Gupta, 2007); sin embargo, en el presente estudio, los animales con elevadas concentraciones de selenio solo manifestaron dermatopatías expresadas como “caspa” y aparentemente una mayor predisposición y/o crecimientos de hongos saprófitos (Cuadros 1 y 2). Las intoxicaciones por selenio no suelen beneficiarse por tratamientos convencionales pero el retiro de los animales de la fuente de intoxicación puede mejorar su estado de salud (Rosadio *et al.*, 1990; Gupta, 2007; Zúñiga, 2008).

Las dermatopatías observadas igualmente pueden responder a una deficiencia de cobre, pues la deficiencia de este mineral en ovejas produce anormalidades en el rizado y coloración parduzca en la lana (Marsh, 1965). La deficiencia de cobre en animales de granja, descrita en la sierra central del país como ataxia enzoótica o “renguera” de los cordeiros (Ameghino, 1985), se asocia con miopatía, ataxia severa y mielopatía periferal, por interferencia en la formación de mielina (Marsh, 1965; Tan *et al.*, 2006). Los escasos reportes de deficiencias de cobre en llamas y guanacos, sin embargo, describen debilidades extremas, anemias, recumbencia y aumento en desprendimiento de fibra (Hastings y Gascoyne, 1992; Fowler, 1998; Van Saun, 2006). Ninguno de estos signos fue observado en las vicuñas muestreadas, por lo que, tal vez, estos animales responderían de manera diferente a niveles de deficiencia de cobre. Interesantemente, niveles tóxicos de selenio en algunos animales de granja interfieren con la absorción y retención de cobre que conduce a una deficiencia de este mineral (Gupta, 2007).

La posible asociación de deficiencia de zinc e hiperqueratosis tampoco puede descartarse, pero es necesario mencionar ciertas discrepancias alrededor de posible relación de deficiencia de zinc e hiperqueratosis idiopática en llamas y alpacas (Foster *et al.*, 2007), dado que las concentraciones de zinc en llamas y alpacas son menores a lo reportado en ovejas y vacas. Asimismo, las lesiones dérmicas en el 25% de animales con bajas concentraciones de zinc, ocurren principalmente alrededor de la nariz y orejas (Clauss *et al.*, 2004), lesiones no observadas en los animales estudiados.

Los cambios histopatológicos asociados a ortoqueratosis en epitelio y folículos pilosos, observados en algunos animales, son alteraciones en llamas y alpacas que padecen cuadros asociados a deficiencias de zinc o en alteraciones crónicas de piel, y que también son reportadas en condiciones alérgicas o resultantes de infecciones parasitarias (Rosychuk, 1994; Foster *et al.*, 2007). Algunos de los cambios patológicos similares a los descritos en llamas y alpacas asociadas a deficiencia de zinc (Rosychuk, 1994) podrían explicar ciertas alteraciones epiteliales, particularmente de los animales procedentes de las comunidades de Huaytará (0.17 µg/mL) y Ayaví (1.23 µg/mL) (Cuadro 4); sin embargo, no se ha observado un marcado engrosamiento costroso de la piel y alopecia descritas en la hiperqueratosis idiopática (dermatosis sensibles al zinc) (Foster *et al.*, 2007).

## CONCLUSIONES

- Los análisis histopatológicos en 75 biopsias de piel de vicuñas con y sin “caspa” muestran alteraciones patológicas caracterizadas por discontinuidad epitelial, grados diversos de hiperqueratosis ortoqueratótica epitelial y folicular, así como una moderada a severa degeneración de los componentes de la vaina interna de la raíz folicular pero sin evidencias inflamatorias.

- Vicuñas con y sin "caspa", con excepción de la comunidad de Santa Rosa de Tambo, tienen concentraciones elevadas de selenio sérico.
- Se observó deficiencia de cobre sérico en todas las vicuñas.
- Se observó deficiencia de zinc sérico en vicuñas con "caspa" de la comunidad de Huaytará y en todas las vicuñas de Santa Rosa de Tambo.
- Alteraciones descritas como "caspa" en vicuñas, al parecer, respondería a causas múltiples, y probablemente resultante del consumo de plantas con elevadas concentraciones de selenio.

### Agradecimientos

La investigación fue ejecutada como parte del Contrato PLNG-EV-08032 de Perú LNG para el proyecto "Programa de manejo sanitario de camélidos sudamericanos dentro del área de influencia directa del proyecto Perú LNG". Los autores agradecen a la botánica Yenny Ihue Umire, por información actualizada sobre *Astragalus* spp en el Perú.

### LITERATURA CITADA

1. **Ameghino E. 1985.** Mortalidad perinatal en corderos de la sierra central. Bol Div IVITA- UNMSM 20: 26-27.
2. **Clauss M, Lendl C, Schramel P, Streich WJ. 2004.** Skin lesions in alpacas and llamas with low zinc and copper status. Vet J 176: 302-305.
3. **Foster A, Jackson A, D'Alterio GL. 2007.** Skin diseases of South American camelids. Practice 29: 216-223.
4. **Fowler ME. 1998.** Feeding and nutrition. In: Medicine and surgery of South American camelids: llama, alpaca, vicuna, guanaco. 2<sup>nd</sup> ed. Iowa, USA: Iowa State University Press. p 12-48.
5. **Fowler ME. 1986.** Selenium friend or foe? Llamas 31: 38-43.
6. **Gomez-Sosa E. 1986.** *Astragalus neobarnebyanus* (Leguminosae): A new species from Peru. Brittonia 38: 427-429.
7. **Gomez-Sosa E. 2004.** Species of the South American *Astragalus garbanillo* (Leguminosae-Papilionoideae) complex. Amaltoa 11(2): 43-65.
8. **Gordon I. 2009.** The philosophy of sustainable wildlife use. In: Gordon I (ed). The vicuña, the theory and practice of community-based wildlife management. Townsville, Australia: Springer. p 1-5.
9. **Gupta RC. 2007.** Veterinary toxicology. Basic and clinical principles. Washington DC: Academic Press. p 822-833.
10. **Hastings BE, Gascoyne SC. 1992.** Trace mineral levels in the guanaco (*Lama guanicoe*). Vet Rec 131: 14-15.
11. **Herdt TH. 1995.** Blood serum concentrations of selenium in female llamas (*Lama glama*) in relationship to feeding practices, regions of united states, reproductive stage and health of offspring. J Anim Sci 73: 337-344.
12. **IUCN. 2010.** The IUCN Red List of Threatened Species. 2010.4. [Internet]. <http://www.iucnredlist.org/apps/redlist/details/22956/0>
13. **Johnson LW. 1989.** Nutrition. Vet Clin N Am Food A 5: 37-54.
14. **Marsh H. 1965.** Newson's sheep diseases. 3<sup>rd</sup> ed. Baltimore, USA: Williams & Wilkins. p 396-407.
15. **Rosadio A, Ameghino E, Ramirez A. 1990.** Diagnosis and control of diseases in sheep and alpaca in Peru. In: McCorckle C (ed). Improving Andean sheep and alpaca production. Columbia, MO, USA: University of Missouri-Columbia. p 141-220.
16. **Rosychuk RAW. 1994.** Llama dermatology. Vet Clin N Am Food A 10: 228-239.
17. **Soukup J. 1970.** Vocabulario de los nombres de la flora peruana. Lima, Perú: Colegio Salesiano. 436 p.
18. **Tan JC, Burns DL, Jones HR. 2006.** Severe ataxia, myelopathy, and peripheral neuropathy due to acquired copper deficiency in a patient with history of gastrectomy. J Parent Enter 30: 446-450.

19. **Van Saun RJ. 2006.** Nutritional diseases of South American camelids. *Small Ruminant Res* 61:153-164.
20. **Wheeler JC, Laker J. 2009.** The vicuña in the Andean Altiplano. In: Gordon I (ed). *The vicuña, the theory and practice of community-based wildlife management*. Townsville, Australia: Springer. p 21-34.
21. **Zúniga VM. 2008.** Presencia de “caspa” en las vicuñas de pampas galeras – Ayacucho. Congreso Mundial de Camélidos Sudamericanos. Riobamba, Ecuador.