

Comparación de la calidad de fibra de alpacas *huacaya* (*Vicugna pacos*) en dos regiones de Perú y Bolivia

Ximena Barco; Nora Quispe; Juan Vicente

Universidad Pública de El Alto, Carrera de Ingeniería Agronómica

E-mail de contacto: barco26flores@gmail.com

Resumen. La presente investigación tuvo como objetivo comparar la calidad en fibra de alpacas *huacaya* (*Vicugna pacos*) en dos regiones de Perú y Bolivia. La investigación se realizó el año 2021, con la toma de muestras de fibra de alpaca *huacaya* de color blanco en Bolivia (en la comunidad de *Hichucollo*) y en Perú (en el *Centro de Innovación y Producción Quimsachata* en Puno). Tanto en *Hichucollo* como en *Quimsachata*, se tomaron muestras del costillar medio de cada alpaca en 80 animales (40 hembras y 40 machos) registrando datos de edad, sexo y región. Las 160 muestras fueron analizadas por el equipo OFDA 2000, en el laboratorio del INIA-Puno. Para el análisis estadístico se aplicó un diseño completo al azar con arreglo factorial ($2 \times 2 \times 4$), considerando a la **región como el factor A**: $a_1 = \text{Hichucollo}$ (en Bolivia), $a_2 = \text{Quimsachata}$ (en Perú). El **sexo fue el factor B**: $b_1 = \text{hembras}$, $b_2 = \text{macho}$; la **edad fue el factor C**: $c_1 = \text{DL}$ (dientes de leche), $c_2 = \text{2D}$ (2 dientes), $c_3 = \text{4D}$ (4 dientes), $c_4 = \text{BLL}$ (boca llena). Las variables de respuesta consideradas fueron: *diámetro de fibra*, *índice de confort*, *longitud de mecha* e *índice de curvatura*. Los resultados mostraron que en *diámetro de fibra* en *Quimsachata*, se tiene un promedio de 19,86 μm y en *Hichucollo* 19,25 μm . Para el *Índice de Confort* no hubo diferencias significativas (95,48% en *Quimsachata* -considerado un valor bajo, y 96,88% en *Hichucollo*). En *longitud de mecha* se determinó 8,83 cm y 7,22 cm para la localidad de Bolivia y Perú, respectivamente. Para el *índice de curvatura* hubo diferencias significativas, teniendo 48,02 grados/mm (valor medio) en *Quimsachata* (Perú) y 38,1 grados/mm (valor bajo) en *Hichucollo* (Bolivia). Se concluye que los resultados obtenidos de la calidad de fibra de alpacas *huacaya*, se acercan e incluso superan a los parámetros exigidos por la industria textil.

Palabras clave: Alpaca; Calidad de fibra; Variabilidad fenotípica

Introducción

Actualmente, la población mundial de alpacas supera los 6 millones de unidades; las cuales están distribuidas en más de 60 países de los 5 continentes del mundo, siendo Perú el país con mayor población (71.7%), seguido de Bolivia (8,6%), Australia (8,2%), Estados Unidos (5,8%) y los países Europeos (2,5%) (AVSF s/f).

Por otra parte, en zonas alto andinas el 70-80% del ingreso económico de familias que viven a más de 4000 msnm, esta basado en la crianza de camélidos sudamericanos, donde la mayor parte son pequeños productores, constituidos únicamente por la familia o entorno social, que en su gran mayoría tienen un manejo tradicional a excepción de algunos pocos productores, que tienen un manejo más tecnificado (República, 2020).

Actualmente la fibra de alpaca tiene una gran demanda en el mercado local e internacional por sus grandes cualidades, entre ellas la capacidad de almacenar calor, suavidad, confort, además de otros beneficios. Sale a la venta como prendas elaboradas tanto a mano como en máquinas, brindando así la posibilidad de ingresos económicos a las familias alpaqueras. En este sentido, la calidad de fibra viene a ser un punto muy importante ya que mientras más fina la fibra obtenida, mayor posibilidad de ingresos económicos por un mejor precio de venta.

Con este enfoque, se comparó la fibra de dos regiones andinas representativas de Perú y Bolivia, con los siguientes objetivos:

- Comparar la calidad de la fibra de alpaca de color blanco en dos regiones alto andinas (en Perú y Bolivia).
- Analizar el efecto de los factores *región*, *sexo* y *edad*, sobre la calidad de la fibra de alpaca evaluada.

La fibra de alpaca es el pelo que recubre al animal, constituida por fibras finas y gruesas; tiene una formación delgada constituida por células completamente queratinizadas, cuyo origen es la porción epitelial del folículo piloso (Rosas citado por Aruquipa 2015).

Las propiedades físicas de la fibra juegan un rol muy importante en la determinación del precio para la industria textil. Se tiene como principales propiedades físicas en la fibra, al diámetro, longitud, ondulación o rizo, resistencia, elasticidad, extensibilidad, flexibilidad, contractibilidad, rigidez, poder filtrante, higroscopicidad, seguridad, retención de color, suavidad, color, brillo y peso específico (Quispe, 2015).

Materiales y métodos

Zona considerada en el Perú

La toma de muestras de fibra de alpacas *huacaya* y los respectivos análisis, se realizaron en los laboratorios de fibra de alpaca de la zona agroecológica puna seca, geográficamente situada a 15°04'00'' de latitud Sur y 70°78'00'' de longitud Oeste, a una altitud promedio de 4200 msnm, en el *Centro de Innovación y Producción* (CIP) en *Quimsachata*, dependiente del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA) de Puno, sede del *Programa Investigación Nacional en Camélidos* (Huanca y Gonzales, 2007).

Zona considerada en Bolivia

Se tomaron muestras en la comunidad de *Hichucollo* que se encuentra en el cantón de Ulla Ulla del municipio de Pelechuco, en el departamento de La Paz. Esta región geográficamente se encuentra ubicada al Noreste de la ciudad de La Paz, a una altitud de 4400 msnm. El municipio de Pelechuco se encuentra a 14°47' y 15°13' de latitud Sur y 68°20' y 69°12' de longitud Oeste (PTDI Pelechuco 2016).

Material biológico

En la investigación realizada se utilizó la fibra de alpaca *huacaya* (*Vicugna pacos*), en color blanco, tanto de machos como de hembras, en cuatro categorías dentarias, las fibras de alpaca fueron recolectadas en Hichucollo (Bolivia) y en Quimsachata (Perú), en ambos casos 80 muestras de similares características.

Desarrollo de la investigación

Toma de muestras: En cada localidad se recolectaron 80 muestras de fibra de al-

paca (40 en hembras y 40 en machos), clasificadas en 4 categorías dentarias (dientes de leche, 2 dientes, 4 dientes y boca llena).

Análisis de fibra en laboratorio: Se analizaron 160 muestras con el equipo OFDA 2000. Se corrigió a partir del tenor graso de fibra (0,6% de tenor graso para fibra de alpacas).

Diseño experimental: Para la evaluación de los datos obtenidos, se aplicó un diseño completo al azar con arreglo factorial $2 \times 2 \times 4$, considerando:

Factor A: regiones:

$a_1 = \text{Hichucollo}$ (en Bolivia)

$a_2 = \text{Quimsachata}$ (en Perú)

Factor B: sexo:

$b_1 = \text{hembras}$

$b_2 = \text{machos}$

Factor C: edad:

$c_1 = \text{DL}$ (dientes de leche)

$c_2 = \text{2D}$ (2 dientes)

$c_3 = \text{4D}$ (4 dientes)

$c_4 = \text{BLL}$ (boca llena)

Variables de respuesta: Se consideraron las siguientes cuatro variables de respuesta para determinar la calidad de fibra de las alpacas *huacaya*:

- Diámetro de fibra (en μm)
- Confort (en %)
- Longitud de mecha (en cm)
- Índice de curvatura (en grados/mm)

Resultados y discusión

Diámetro de fibra

El análisis de varianza (ANVA), para la variable diámetro de fibra, mostró que para el factor *sexo* no existen diferencias significativas; para el factor *edad* fue altamente significativo, finalmente para el factor *región*, no se detectó diferencias significativas; teniendo $19.25 \mu\text{m}$ y $19.86 \mu\text{m}$ para las regiones de *Hichicollo* (Bolivia) y *Quimsachata* (Perú), respectivamente. Se debe considerar que en la región evaluada en Bolivia, el manejo de alpacas no es tecnificado como en el caso de Perú.

A nivel de interacciones, *sexo * edad* y *sexo * edad * región*, no existen diferencias significativas ($P > 0.05$), pero para las interacciones *sexo * región* y *edad * región*, sí existieron diferencias significativas, con un coeficiente de variación (CV) de 12,3%, valor que indica que los datos de campo están dentro de los parámetros permitidos (<30%), por lo tanto son confiables (Ochoa 2009).

La Figura 1 detalla los resultados para la interacción *sexo * región*.

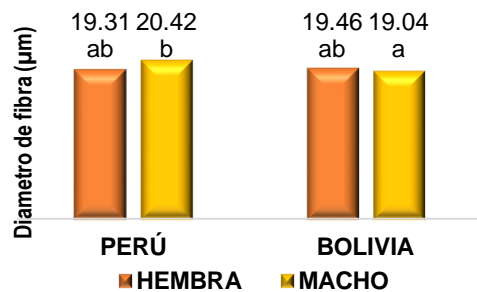


Figura 1. Diámetro de fibra (μm) para la interacción *sexo * región* (Duncan al 0.05)

Montesinos (2000) mencionado por Aruquipa (2015), indica que en alpacas de *Quimsachata* (Perú) el diámetro de fibra en alpacas hembras es de 23,56 μm y en machos de 23,93 μm , valores que son mayores a los obtenidos en el presente trabajo, lo cual puede atribuirse al proceso de selección además del manejo que se realiza en esta región.

Por su parte Aruquipa (2015) trabajando en el municipio de *Catacora* en La Paz (Bolivia), reporta valores de fibra de alpacas hembras de 22,59 μm y en ma-

chos 23,08 μm , también superiores a los determinados en *Hichucollo*.

Según la Figura 1 el diámetro de fibra en alpacas macho, en *Hichucollo* se tiene un menor valor que en *Quimsachata*; en alpacas hembra los valores son similares entre ambas regiones consideradas.

La Figura 2 muestra la interacción *edad* * *región*. A este respecto, Vasques et al. (2015) mencionan que el diámetro de fibra de alpaca se modifica en función de la edad de los animales.

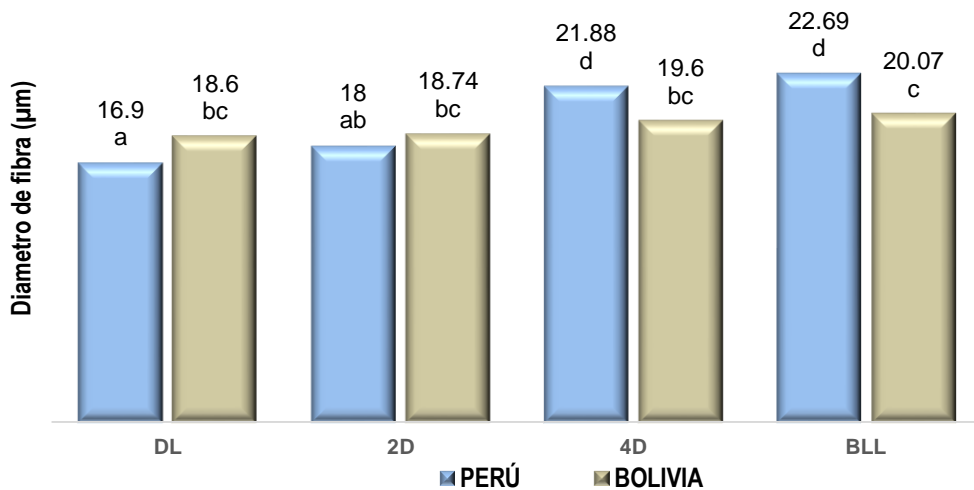


Figura 2. Diámetro de fibra (μm) para la interacción *edad* * *región* (Duncan al 0.05)

Índice de confort

En los resultados del ANVA, se encontró que en esta variable de *índice de confort*, solo se tuvo diferencias significativas para el factor simple *edad* y para las interacciones *sexo* * *región* y *edad* * *región*.

A nivel del factor *región* solo hubo diferencias numéricas no significativas, teniendo una media de 96.18% (96.88% y

95,48 en *Hichucollo* y *Quimsachata*, respectivamente)

Para la interacción de *sexo* * *región*, los resultados se muestran en la Figura 3, la cual muestra que en *Hichucollo* (Bolivia) se tiene un mejor factor confort requerido para la industria textil superando el 95% que indica Quispe et al. (2013). Flores (2017) indica que para la variable índice de confort, el efecto del factor *sexo* en alpacas al análisis estadístico no muestra diferencias significativas

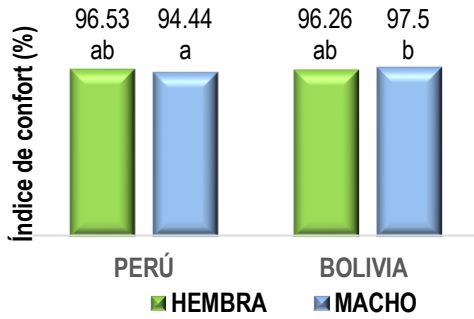


Figura 3. Índice de confort (%) para la interacción sexo * región (Duncan al 0.05)

Para la interacción edad * región, los resultados se detallan en la Figura 4, mostrando un mejor índice de confort en la categoría dentaria de dientes de leche y 2 dientes a comparación de 4 dientes y boca llena que tienen valores menores y que en algunos casos están por debajo de los que requiere la industria textil. Se ratifica que el índice de confort disminuye con la edad, teniendo así similitudes con respecto a Ramos y Mamani (2019) y con Ormachea *et al.* 2013.

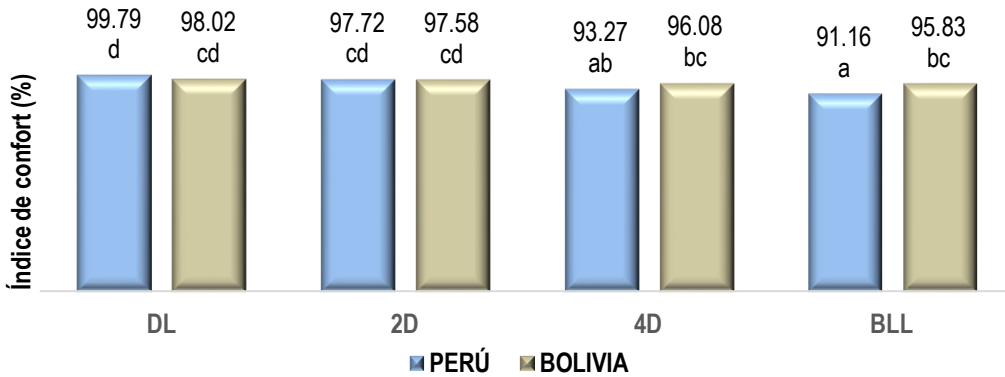


Figura 4. Índice de confort (%) para la interacción edad * región (Duncan al 0.05)

Longitud de mecha

El análisis de varianza mostró que para el factor *región*, la interacción *sexo * región* y la triple interacción (*sexo * edad * región*), existen diferencias significativas ($P < 0,05$) con valores de coeficiente de variación aceptables.

Así para el factor *región*, la Figura 5 muestra los resultados determinados, evidenciándose que en *Hichucollo* de tiene una mayor longitud de mecha que en *Quimsachata*.

Para la interacción sexo * región, los resultados se muestran en la Figura 6.

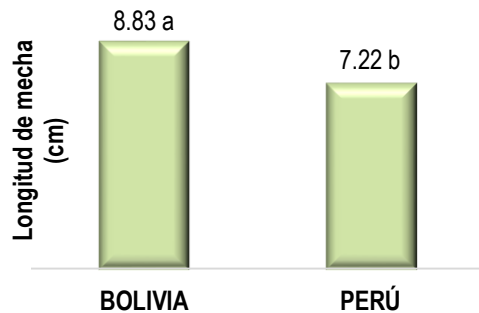


Figura 5. Longitud de mecha (cm) para el factor *región* (Duncan al 0.05)

Para la variable longitud de mecha de fibra de alpacas, en la interacción *sexo * región*, se tiene en *Hichucollo* (Bolivia) en alpacas macho y hembra, valores mayores a los de *Quimsachata* (Perú).

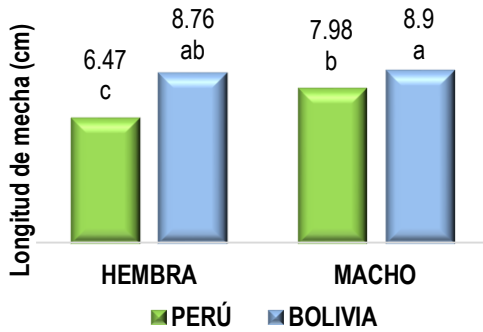


Figura 6. Longitud de mecha (cm) para la interacción sexo * región (Duncan al 0.05)

Al respecto Roque y Ormachea (2018) reportan valores de longitud de la mecha para hembras de 10,8 cm y para machos de 10,06 cm, en promedio, siendo valores superiores a los obtenidos en el presente trabajo.

Los mismos autores indican que la longitud de mecha para edades de 2 años es de 13,7 cm, para 4 años 10,2 cm y para 6 años 8,8 cm, afirmando que la longitud de mecha disminuye conforme avanza la edad, sin diferencias entre machos y hembras.

Finalmente, para esta variable de longitud de mecha, la Figura 7 muestra los resultados para la triple interacción (sexo * edad * región), mostrando los mayores valor para las interacciones macho * boca llena * Hichucollo y hembra * 4 dientes * Quimsachata, siendo estos resultados similares a los reportados por Roque y Ormachea (2018).

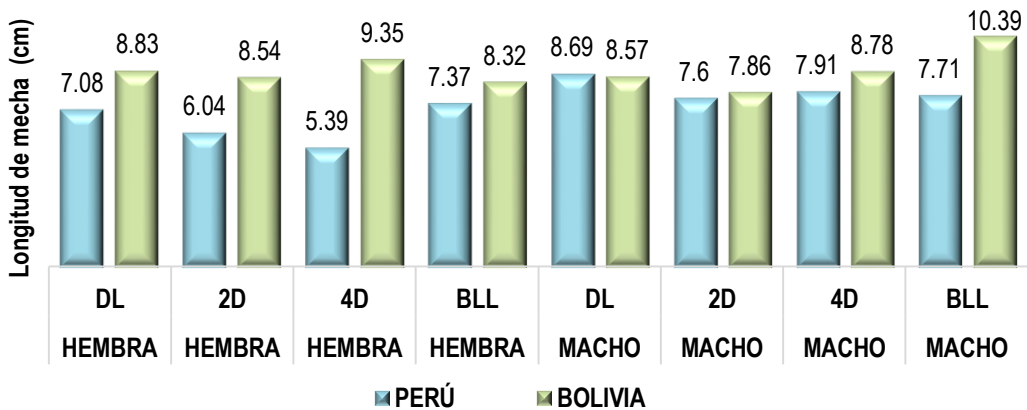


Figura 7. Longitud de mecha (cm) para la interacción sexo * edad * región

Índice de curvatura

Para esta variable, medida en grados/mm, el ANVA mostró diferencias significativas para el factor región y para la interacción edad * región, con coeficientes de variación aceptables (Ochoa, 2009).

Quimsachata (Perú) se tuvo un índice de curvatura de 48.02 grados/mm, mayor al determinado en Hichucollo (Bolivia): 38,1 (grados/mm), por lo que se puede aseverar que en la localidad de Perú se tiene un índice de curvatura medio y en la localidad en Bolivia se puede calificar este índice de curvatura como bajo.

La Figura 8 muestra los resultados para el factor simple región, siendo que para

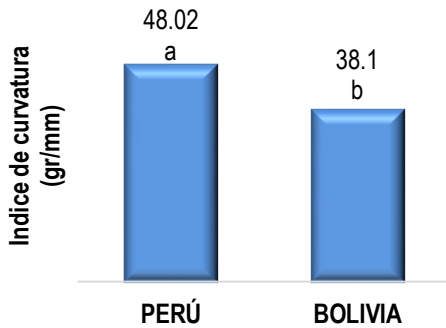


Figura 8. Curvatura de mecha (grados/mm) para el factor región (Duncan al 0.05)

La curvatura del rizo está relacionada con la frecuencia del número de rizos, cuando la curvatura es menor a 20 grados/mm se describe como curvatura baja, si la curvatura se encuentra en un rango de 40 – 50 grados/mm se le considera una curvatura media y cuando sobrepasa los 50 grados/mm es considerada como una curvatura alta (Holt, 2006).

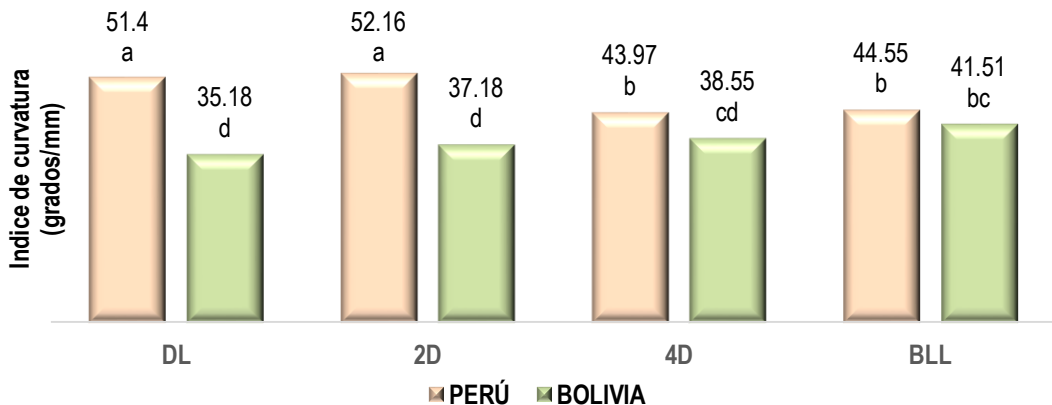


Figura 9. Índice de curvatura (grados/mm) para la interacción edad * región (Duncan al 0.05)

Los resultados para la interacción edad * región, se detallan en la Figura 9.

En un estudio realizado por Ormachea *et al.* (2013) en comunidades del distrito de Corani (Carabaya, Puno, en Perú) se reporta que los factores procedencia, sexo y edad del animal no influyen en la variación del índice de curvatura, mostrando los siguientes resultados: 43.43, 42.21 y 41.27 grados/mm en animales de dos, cuatro y seis dientes, respectivamente; de igual manera en alpacas hembras se reporta 42.34 y 42.26 grados/mm en machos. Estos resultados son muy superiores a los obtenidos en el presente trabajo, por lo tanto en Quimsachata (Perú) se tiene un mayor índice de curvatura.

Conclusiones

- Con respecto a la variable *diámetro de fibra* de alpacas huacaya para el factor *región*, país no hubo diferencias significativas, solo numéricas, y muy similares.
- Para el efecto *sexo* (en la variable *diámetro de fibra*) en machos en *Hichucollo* (Bolivia) igualmente se tuvo menores valores; en contraste, para ambas regiones no existe diferencia entre hembras.

- Para la variable *diámetro de fibra*, se tiene mayores valores en *Hichucollo* para la categoría dentaria de dientes de leche, situación inversa para las categorías dentarias de *Quimsachata* en 4 dientes y en boca llena.
- Para la interacción *sexo * edad* en la variable diámetro de fibra, sí existen diferencias significativas por lo que el diámetro de fibra va en aumento según la edad que tiene la alpaca. Para la variable *sexo* no existen diferencias significativas.
- Para la variable índice de confort, en la interacción *sexo * edad*, no hubo diferencias significativas, pero los valores son mayores al 95% que es un parámetro exigido por las industrias textiles. Para la interacción *edad * región* sí se detectó diferencias significativas, teniendo mayores valores para este índice en la categoría dentaria de dientes de leche en *Quimsachata* (Perú).
- Para la variable *índice de curvatura* no se detectó diferencias significativas para el factor *sexo*, pero sí para el factor *región* y para el factor *edad*, mostrando el mayor valor para la categoría dentaria dientes de leche en *Quimsachata*.
- Los resultados obtenidos evaluando la calidad de fibra en alpacas *huacaya*, para todas las variables medidas, se acercan e incluso superan los parámetros establecidos por la industria textil para el aprovechamiento de este importante recurso camélido en la zona alto andina.

Referencias citadas

- Aruquipa M. 2015. Evaluación de la calidad de fibra de alpaca huacaya (*Vicugna pacos*) en dos localidades del municipio de Catacora, departamento de La Paz. La Paz, Bolivia. UMSA. 98 p. + 22 p. anexos.
- AVSF (sf). Comportamiento del mercado mundial de la fibra de alpaca: ¿Qué perspectivas nos ofrece? Bolivia: Proyecto Binacional de Alpaca. *En línea*. Disponible en: https://www.avsf.org/public/posts/1559/folleto_mercado_mundial_alpacas_feb2013_avsf.pdf
- Flores W. 2017. Perfil de fibra, índice de confort e índice de curvatura en alpaca *huacaya* del distrito de Corani-Carabaya, Puno-Perú. Universidad Nacional del Altiplano, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Escuela Profesional de Medicina Veterinaria y Zootecnia.
- Holt C. 2006. A survey of the relationships of crimp frequency, micron, character and fibre curvature. A report to the Australian Alpaca Association. Pambula Beach NSW, Australia. 33 p.
- Huanca T., Gonzales M. 2007. Experiencia del INIA en el fortalecimiento del Banco de Germoplasma de Camélidos Domésticos. XX Reunión ALPA. Cusco, Perú. Arch. Latinoam. Prod. Anim. Vol. 15 (Supl. 1). p. 186-194.
- Ochoa R. 2009. Diseños experimentales. La Paz, Bolivia.
- Ormachea E., Calsin B., Olarte O., Quiñones D. 2013. Diámetro de fibra, factor de confort e índice de curvatura en alpacas *huacaya* de las comunidades de Quelccaya y Chimboya del distrito de Corani-Carabaya-Puno. Puno, Perú. Universidad Nacional del Altiplano. 6 p.

- PTDI Pelechuco. 2016. Plan Territorial de Desarrollo Integral del Municipio de Pelechuco 2016-2020. Gobierno Autónomo Municipal de Pelechuco. La Paz, Bolivia. 429 p. *En línea*. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/518957487/ptdi-pelechuco> Consultado en julio de 2023.
- Quispe E., Poma A., Purroy A. 2013. Características productivas y textiles de la fibra de alpacas de raza *huacaya*. Revista Complutense de Ciencias Veterinarias, 29. *En línea*. Disponible en: <file:///C:/Users/Segundo/Downloads/41413-Texto%20del%20art%C3%ADculo-56786-2-10-20130219.pdf>
- Quispe N. 2015. Los camélidos sudamericanos. La Paz, Bolivia.
- Ramos V., Mamani R. 2019. Caracterización fenotípica de la fibra de alpaca en la región Apurímac. Revista de Investigaciones de la Escuela de Posgrado. Universidad Nacional del Altiplano. 8(4), 1272-1285. <https://doi.org/10.26788/riepg.v8i4.1181>
- República L. 2020. Día Nacional de la Alpaca: Perú es el primer productor de alpaca en el mundo. Economía, p. 1. *En línea*. Disponible en: <https://larepublica.pe/economia/2020/08/02/dia-nacional-de-la-alpaca-peru-primer-productor-de-alpaca-en-el-mundo-atmp/?ref=ire>
- Roque L., Ormachea E. 2018. Características productivas y textiles de la fibra en alpacas *huacaya* de Puno, Perú. Departamento Académico de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Amazónica, Madre de Dios. Perú. *En línea*. Disponible en: <https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/veterinaria/article/view/14117/13826>
- Vasques O., Gomez O., Quispe P. 2015. Características tecnológicas de la fibra blanca de alpaca *huacaya* en la zona alto andina de Apurímac. Rev Inv. Vet. Perú 2015; 26(2): 213-222. *En línea*. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v26i2.11020>