

## Evolución genética de la alpaca en el sur andino peruano

### Genetic evolution of the alpaca in the southern Peruvian Andes

A. Víctor Bustinza Choque

#### RESUMEN

El estudio tuvo el objetivo de demostrar el avance del mejoramiento genético de la alpaca que habita en la parte sur del Perú, especialmente en la producción de fibra, tomando en cuenta las afirmaciones negativas. Se revisó y analizó la literatura escrita desarrollada durante el último siglo. Primero se revisaron las variaciones en las técnicas de crianza de la alpaca en los periodos de la época Incaica, Virreinal y Republicana. Luego se revisaron los conceptos y criterios de crianza y selección practicadas en el sur peruano sobre las alpacas (primero en las comunidades, luego las haciendas, cooperativas, medianos propietarios y las instituciones públicas y privadas para la producción de fibra con la influencia del mercado textil internacional). En la tercera parte, se analizaron los cambios poblacionales de las razas Suri y Huacaya y el cambio en finura de la fibra y de preferencia del color del vellón. Asimismo, se contrasta los datos de finura de fibra alpaca analizados en la década del 70 con trabajos recientes en laboratorios nacionales de fibras. Finalmente, se determinó la ganancia genética en finura de fibra por razas y generaciones. Se concluye que no se produjo cambios en las poblaciones de razas, pero se ha producido fuertes cambios en el color del vellón alpaca hacia el blanco y en finura de la fibra, cuya ganancia genética estimada es considerable en favor de la fibra fina, más en Huacaya que en la Suri en alpacas del Sur del Perú.

**Palabras clave:** evolución, genética, fibra alpaca, ganancia genética

<sup>1</sup> Instituto de Investigación y Promoción de Camélidos, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Perú

\* E-mail: vicbust556@gmail.com

Recibido: 28 de febrero de 2023

Aceptado para publicación: 19 de noviembre de 2023

Publicado: 18 de diciembre de 2023

©Los autores. Este artículo es publicado por la Rev Inv Vet Perú de la Facultad de Medicina Veterinaria, Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Este es un artículo de acceso abierto, distribuido bajo los términos de la licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional (CC BY 4.0) [<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.es>] que permite el uso, distribución y reproducción en cualquier medio, siempre que la obra original sea debidamente citada de su fuente original

## ABSTRACT

The aim of this study was to show the progress of the genetic improvement of the alpaca that inhabits the southern part of Peru, especially in the production of fibre, considering the negative statements. The written literature developed during the last century was reviewed and analysed. First, the variations in alpaca breeding techniques in the periods of the Inca, Viceroyalty and Republican times were reviewed. Then the concepts and criteria of breeding and selection practiced in southern Peru on alpacas were reviewed (first in the communities, then the farms, cooperatives, medium-sized farms and public and private institutions for the production of fibre with the influence of the textile market international). In the third part, the population changes of the Suri and Huacaya breeds and the change in fibre fineness and fleece colour preference were analysed. Likewise, the fineness data of alpaca fibre analysed in the 70s is contrasted with recent work in national fibre laboratories. Finally, the genetic gain in fibre fineness by breeds and generations was determined. It is concluded that there were no changes in the breed populations, but there have been strong changes in the colour of the alpaca fleece towards white and in fineness, whose estimated genetic gain is considerable in favour of the fine fibre, more in Huacaya than in the Suri breed on alpacas of southern Peru.

**Key words:** evolution, genetics, alpaca fibre, genetic gain

### Introducción

En los Andes sudamericanos, de las cuatro especies de camélidos, la llama, alpaca, el guanaco y la vicuña, solo las dos primeras, fueron domesticadas, al igual que el perro, el cuy y el pato (Bonavia, 2009). La alpaca habría sido domesticada 3500 años a.C. (Wheeler *et al.*, 1976) o 5000 años a.C. en la puna del Altiplano (Sumar, 1997). Durante la época incaica y, al parecer, durante la preinca, se manejaron las poblaciones silvestres bajo reglas estrictas, y las especies de camélidos domésticos con ciertas tecnologías de crianza y mejoramiento (Cobo, 1953, Wheeler *et al.*, 1992) para el aprovechamiento de fibra y de carne, a través de un organismo estatal cuya administración central estuvo en poder de la élite incaica (Inca Garcilaso de la Vega, 1976).

Según Cartwright (2015), los tejidos finos simbolizaban riqueza y estatus para los incas, más que el oro y la plata, y eran elaborados especialmente por mujeres en el Aclla-

wasi. Los incas conocían tres tipos de telas: el *chusi*, la más áspera para el tejido de mantas, alfombras; el *awaska* para el uso diario y militar y el *Qumpi*, la más fina, con dos categorías, una para el tributo y otra, para la función real y religiosa. En aquella época, habrían existido siete millones de alpacas (Lara, citado por Sumar, 1997).

En los inicios de la Colonia, la política española buscaba minerales, lo que originó la búsqueda de minas y el trabajo forzado en ellas. Estos hechos habrían motivado la falta de preocupación sobre las técnicas del manejo animal que devino en la hecatombe de la población de los camélidos. En primer lugar, por la matanza de estos animales para alimentar a los españoles que ocupaban territorios y se enfrentaban en las guerras civiles (Cieza de León, 1953), en segundo lugar, por el uso intenso de la llama en el transporte de minerales y, finalmente, por la aparición de la sarna (Inca Garcilaso de la Vega, 1976). En el siglo XVII, al iniciar la importación del ganado europeo, cuyo número fue en constante aumento por las concesiones de tierras a los

españoles por las encomiendas y al fundarse y expandirse las haciendas (Siglos XVIII-XIX y aún en el siglo XX) los camélidos fueron constantemente desplazados a las zonas más lejanas de la cordillera de los Andes (Flores-Galindo, 1977; Flores Ochoa, 1990). Los españoles no apreciaron las bondades productivas de la fibra de la alpaca y, en consecuencia, la trataron con cierta indiferencia (Inca Garcilaso de la Vega, 1976).

Al nacer la República del Perú, la industria textil de la revolución industrial inglesa demanda la fibra de alpaca, especialmente después del invento de Outram en 1830, que podía procesar la fibra de alpaca. Con esta máquina, Titus Salt en 1836 crea una enorme industria en Bradford y hoy en día, esta ciudad se ha convertido en un destino turístico (Cowie, 2017). Además, la fibra alpaca cobró tanta importancia cultural que los artesanos elaboraban prendas combinándolo con algodón y seda para confeccionar vestidos de alta gama. Muchos artistas pintaron y grabaron imágenes de alpacas en las puertas de las casas de West Yorkshire y en la Escuela de Bradford.

El funcionamiento de la industria textil británica exigió el gran y permanente aprovisionamiento de la fibra alpaca del Perú (Rengifo, 1990). La comercialización de las lanas de ovino y fibras de camélidos ocasiona que, en Arequipa, en 1890, se instalen hasta 20 casas comercializadoras para recolectar las lanas acopiadas en Cusco, Puno, Arequipa y Ayacucho. Por los primeros años del siglo XX, algunas haciendas, por el buen precio de la alpaca, además de criar ovinos, también se dedicaron a la crianza de alpacas (Flores-Galindo *et al.*, 1977).

Hasta el primer tercio del siglo XX, el mayor porcentaje de alpacas estaba en poder de las comunidades, pero las haciendas ubicadas en las cordilleras y por el buen precio de la fibra comenzaron a interesarse en la crianza de alpacas, aumentando, cada vez más, su población. Posteriormente, por ac-

ción de la Reforma Agraria de 1969, las alpacas de las haciendas pasaron a ser propiedad de las Empresas Agrarias Asociativas. Según Infantas (1977), la población alpaquera en las empresas alcanzaba el 9%, en las medianas y pequeñas propiedades el 7% y en las comunidades y parcialidades el 84%. Las empresas imprimieron la crianza técnica de la alpaca, seleccionando por razas, así como por calidad y color de fibra, incrementando su población para mayor rentabilidad. Estas acciones tuvieron éxito. Según un informe verbal de Enrique Ruiz (1984), en los años 1970 las empresas habían recibido 73 557 cabezas y en 1983 tenían 162 450 cabezas, con un incremento de 121%. A partir de 1980, gracias el D.L. N.º 002-1980 (Presidencia de la República), se inicia la reestructuración agraria, que se consolida en 1986 por D.S. 06-86-AG con la redistribución de la tierra (mencionado por Flores Galindo, 2019), por cuyo proceso, las alpacas de las cooperativas pasaron a manos de los campesinos, socios de las empresas, los que se convirtieron en pequeños y medianos agricultores particulares; muchos de los cuales han continuado con la crianza técnica de la alpaca y realizan la selección para el color blanco y principalmente, la raza Huacaya.

Sin embargo, se decía que la crianza de la alpaca se ha ido desmejorando. De los Ríos (2006, citado por Quispe *et al.*, 2013), afirmaba que: «...en el Perú, el 20% de la producción está dado por fibra alpaca huarizo (fibra gruesa, mayor de 29  $\mu\text{m}$ ), el 46% de fibra alpaca *medium fleece* (fibra semifina, entre 26.6 y 29  $\mu\text{m}$ ), el 22% por alpaca *fleece* (fibra fina entre 23.1 y 26.5  $\mu\text{m}$ ) y solo el 12% está conformado por fibra alpaca baby (fibra extrafina, menor de 23.1  $\mu\text{m}$ ), lo cual hace vislumbrar el enorme déficit en calidad...». Además, según Wheeler *et al.* (1992), el deterioro de la calidad de la fibra se puede explicar por la hibridación entre las dos especies domésticas, la llama y la alpaca. Sin embargo, según Lakshmanan *et al.* (2016), la textilería admira la fibra de alpaca por su suavidad y su calidad de hilos y tejidos y la

gente afirma que es más fina que *cashmere*, más suave que la seda, más suave que el algodón, más caliente que la pluma de ganso y de mayor transpirabilidad que productos térmicos de punto.

En este escenario, en el que, por un lado, se cuenta con el gran potencial ganadero en la región sur del Perú y, por otro lado, se manejaba el concepto del deterioro de la fibra alpaca, salta la pregunta: ¿Cuál es la real calidad de la fibra de alpaca? Para responderla, se planteó revisar la historia de la selección de la alpaca en el Altiplano peruano, recopilando información y calculando el avance de la selección por color, raza y finura en el último medio siglo (1970-2022), partiendo de la hipótesis de que en este periodo, los hacendados primero, luego, los medianos propietarios han realizado la selección pertinente, con lo que se ha generado el mejoramiento de la calidad de la fibra en ambas razas: Suri y Huacaya, aunque, en periodos anteriores, también sus criadores realizaron una crianza técnica.

### **La Selección de la Alpaca en el Sur Andino Peruano**

La *selección artificial* que utiliza el mejorador puede ser definido como el acto de permitir a unos de participar en el proceso de reproducción y quitarles a otros ese privilegio (Dalton, 1981). Sin embargo, en la naturaleza existe otro tipo de selección en permanente acción que es la *selección natural*, cuya principal fuerza actúa a través de la supervivencia del mejor dotado, que incluye tasas de reproducción, enfermedades, etc. (Macciejowski y Zieba, 1982). En la Cordillera Sur peruana y, principalmente, en la región de Puno, esta fuerza natural que actúa a través de las variaciones climáticas (frío en la noche y calor en el día), sequías e inundaciones, escasez de pasturas, montañas agrestes, pobreza de pasturas, y presencia de enfermedades parasitarias e infecciosas, ha condicionado a la alpaca como un animal fuerte y resistente, capaz de desplazarse en este ambiente (Bustinza, 1996).

La formación de razas de alpacas se inició en la época incaica, pero quizás desde la preincaica. Según León (1932), la selección fue el método de mejoramiento usado por los incas, lo que habría obtenido la producción, especialmente, de colores enteros (marrón, negro y blanco) para su proceso en la industria textil del Estado (Murra, 1978, citado por Wheeler, 1995). En la colonia, esta práctica fue probablemente relegada, por lo menos en parte, pero desde el siglo XIX se ha experimentado la selección para el color blanco, fibra fina y, especialmente de la raza Huacaya, por exigencias del mercado textil británico (Burga y Reátegui, 1981) y estimulado con pagos económicos diferenciados por color: S/2,300.00, S/1,300.00 y S/800.00 para el blanco, LF y color, respectivamente (Calderón, 1956), a través de las casas comercializadoras, asentadas en Arequipa, que se constituyó en el centro de la gran región sur productora de fibra alpaca.

Desde los años 1920 se practicó en las haciendas la selección intensa para el color blanco, eliminando los defectuosos y formando el grupo superior denominado plantel (Maccagno, 1932; Calderón, 1956). A exigencias de los hacendados, el Estado, en 1950, crea la Granja Modelo de Auquénidos La Raya, en Puno, para el mejoramiento de los camélidos, mal llamados auquénidos en esa época. Este centro facilitó muchos estudios. Entre estos, Villarroel (1960) al analizar la fibra de alpaca de animales de La Raya en los laboratorios de la Universidad New South Wales (Australia), recomendó: 1) Adoptar la esquila anual, 2) Seleccionar con especial atención al color blanco, 3) Seleccionar animales de la raza Huacaya por finura y carácter de fibra y, 4) Rechazar los que tengan lana gruesa.

La presión del pago diferenciado por colores de la fibra y las recomendaciones de Villarroel habrían estimulado la práctica de la selección intensa en las haciendas y en las propiedades medianas de la época. En 1970, se lleva a cabo una reunión cumbre, la Primera Convención sobre Auquénidos en la

Universidad de Puno, en la que se cambió el nombre de auquénidos por camélidos sudamericanos. A partir de este acontecimiento, las Facultades de Veterinaria de las Universidad Nacional del Altiplano y la Universidad Nacional Mayor de San Marcos (UNMSM), desde sus centros de estudios ubicados en La Raya (Cusco-Puno) y la Facultad de Zootecnia de la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM), han apoyado fuertemente, con muchas investigaciones, principalmente sobre la producción de fibra y la selección de la alpaca, tanto en las ferias ganaderas de la región, como en forma directa, en las propiedades de los productores.

La selección practicada hasta los 80, se grafica en la expresión: «...todas las llamas y el 75% de las alpacas están en crianza tradicional; las alpacas restantes (25%) son de propiedad de las cooperativas (exhaciendas) y son mantenidas en rebaños grandes clasificadas de acuerdo con la raza (Suri o Huacaya), color de fibra, edad y sexo...» (Fernández Baca, 1975; Novoa y Wheeler, 1984; Novoa, 1989). En 1992 se crea el Consejo Nacional de Camélidos Sudamericanos (CONACS), una institución que ha apoyado mayormente el mejoramiento genético de la alpaca con la implementación de los registros oficiales hasta 2007. Lamentablemente, esta institución ya no existe.

Con precisión, Julio Barreda, eximio criador de alpacas en Macusani, enfatizó en la I Convención de Auquénidos en la UNAPuno, en 1970, que por exigencia del comercio de fibra se ha avanzado rápidamente hacia el color blanco. Luego, en 2001, afirmó que «se ha aplicado una discriminación (selección) rigurosa, por lo cual estoy en condiciones de asegurar y certificar la pureza de las razas Huacaya y Suri, que lo demuestran hoy en día, por su homogeneidad fenotípica y producción» (Barreda, 1970, 2001). Concorde con ello, los criadores Percy del Carpio, Gregorio Cayo y Honorio del Carpio (Comunicación personal, 2021), mencionaron que en todos los fundos de Nuñoa y Macusani se

realiza la selección en estas razas desde principios del siglo XX. Sus rebaños tienen una finura de 17-18 en tuis y 20-23 en adultos. Las alpacas de esta zona fueron exportadas para Australia, Nueva Zelanda, Estados Unidos y países de Europa.

Estas informaciones permiten observar que la selección practicada con criterios implantados por la industria textil internacional, por consejo de técnicos y motivados, por la presentación en ferias ganaderas provinciales y regionales (Ayaviri, Azángaro, Juli, Juliaca, etc.) ha tenido efectos positivos en grandes porciones de la población de alpacas mantenidas en aislamiento y bajo selección estricta para la producción de fibra fina y de color blanco; lo que de acuerdo al modelo de Lauvergne (1976), estos animales habrían emergido de los rebaños de las cordilleras de la zona sur del Perú, como islas de estandarización calientes con miles de alpacas y en varias épocas y tiempos (los incas, luego en las haciendas, y finalmente las empresas asociativas, los criadores medianos y los centros de fomento e investigación).

### **Población y Selección**

El estudio está centrado en el hábitat natural de la alpaca, los espacios de las cordilleras (Oriental y Occidental) en los Andes Centrales de la Cordillera de los Andes (Región Sur del Perú, denominado también la meseta del Titicaca). Las alpacas, en gran proporción, se encuentran en la Puna, entre 4000 y 5500 msnm. Esta zona se caracteriza por su topografía accidentada, con laderas y planicies de pastizales nativos y bofedales de productividad limitada; baja presión de oxígeno, baja humedad y alta irradiación; baja temperatura con variaciones diarias, heladas frecuentes; distribución irregular de precipitación pluvial como lluvia, granizo o nevada, y con sequías cortas o prolongadas. Allí, la agricultura no es posible, salvo en algunas laderas o planicies de vallecitos para cultivos de productos resistentes al frío (Astorga, 1980; Florez, 1991).

La búsqueda de datos numéricos sobre el avance de la selección ha sido hecha tanto para caracteres cualitativos (color y raza) como cuantitativos (finura de fibra). La información que se presenta para este estudio data del periodo 1970 a 2021 y proviene de poblaciones medianas y grandes, de alpacas que pertenecieron a las empresas de propiedad social, a los centros de investigación y a las propiedades de los medianos productores.

### *Selección por raza*

Los datos que diferencian las dos razas reconocidas se les puede encontrar en referencias generales desde mediados del siglo XX hasta el presente (Cuadro 1).

Wheeler (1885), por estudios de fibra en momias de alpacas en El Yarál da una idea de la existencia de dos razas, por lo que sus nombres no tienen la exacta interpretación actual, y probablemente tienen origen quechua. En la última mitad del siglo XX, por selección intensa, siguiendo las exigencias del mercado textil, se logró obtener las razas Suri y Huacaya con atributos definidos (Bustinza

*et al.*, 2021). Al parecer, desde su origen, la alpaca Suri siempre existió en un bajo número, pero no hay estadísticas claras de su proporción. Así, León (1932), Maccagno (1932) y Link (1949) la valoraron como la raza más perfeccionada, fina y ligera, con producción individual mayor y mejor de lana y menos resistente que la Huacaya y su existencia fue calculada en menos de la décima parte de la población (10%). Villarroel (1959) estima que cerca del 90% es Huacaya y von Bergen (1961) indicó que cerca del 85% de la producción de alpaca es Huacaya.

En épocas más recientes, Bustinza y Apaza (1990) encontraron alpacas Suri en mínimas proporciones en las comunidades de las cordilleras Oriental y Occidental (0.94%), en tanto que Cáceres y Díaz (2007) reportaron 11.2% de alpacas Suri en rebaños del distrito de Paratía (Lampa, Puno) y el Censo Agropecuario de 2012 reportó 11.99% de Suri. En Nuñoa, Melgar, considerado el reducto más grande e importante de la raza Suri, Enríquez (2015) reportó 28.25% de alpacas Suri y Yucra (2017), en los acopios de fibra para comercialización conjunta en el SPAR Macusani, tanto en la campaña chica (marzo) como en la grande (diciembre), reportó que la fibra Suri se presenta en una proporción de 11.9%.

Estos datos permiten afirmar que la población de la raza Suri se mantiene en proporciones pequeñas (10%) desde su reconocimiento escrito, en los primeros años del siglo XX. Esta proporción, por lo menos en parte, se debe al poco aprecio del mercado textil internacional traducidos en consejos concretos en contra (Villarroel, 1960). Sin embargo, algunos criadores siguieron criándolas en los nichos que hoy tienen buena cantidad (Nuñoa, Puno y Sicuani, Cusco). Felizmente, en los últimos años, se muestra interés y aprecio por la fibra de la alpaca Suri, por su brillantez o lustre, que es su característica peculiar, que se usa para la industria textil de alta especialidad. Esta situación de pequeña proporción de alpacas Suri exige que

Cuadro 1. Distribución porcentual (%) de alpacas Suri y Huacaya en el tiempo, según autores y lugares

Autor	Lugar	Suri	Huacaya
Link (1949)	General	10.0	90.0
Villarroel (1959)	General	10.0	90.0
von Bergen (1961)	General	15.0	85.0
Bustinza y Apaza (1990)	Cordilleras, Puno	9.5	90.5
Cáceres y Díaz (2007)	Paratía, Lampa	11.2	8.8
INEI (2013)	Perú	12.0	88.0
Enríquez (2015)	Nuñoa, Melgar	28.2	71.8
Yucra (2017)	Macusani, Carabaya	11.9	88.1

*Nota. Elaboración propia*

el Estado motive a los criadores para que amplíen su crianza en los lugares donde mejor se hayan adaptado.

#### *Selección por el color de vellón*

En la búsqueda de datos con diferenciación del color del vellón de la alpaca (carácter cualitativo) se ha encontrado más información, aunque los datos históricos pueden ser imprecisos a diferencia de los últimos que tienen mayor rigidez científica (Cuadro 2):

El objetivo principal de la crianza de alpacas, por imposición de la demanda comercial inglesa y estadounidense, fue la obtención de la alpaca con vellón de color blanco, desechando todos los otros colores. La información recogida en el Cuadro 2 muestra la gran variedad de colores en los primeros reportes (Alviña, 1872; Maccagno; 1932; León, 1932), pero en estos reportes no se menciona la clasificación ni las frecuencias de los colores.

A la mitad del siglo XX, en las barracas de selección se reconocían hasta nueve denominaciones: blanco, negro, café oscuro, café claro, color vicuña, gris claro, gris oscuro y manchado claro (Link, 1949). Los lotes de exportación contenían diversos colores naturales, ajustado a porcentajes: 12% blanco, 14% LF, 10% café claro y 64% diversos colores; con pagos por quintal: S/2,300.00 para color blanco, S/1300.00 para LF y S/800.00 para colores (Calderón, 1956). La exigencia de 12% de fibra blanca sugiere que, en esa época, la proporción de alpacas blancas era menor del 10%. Empezando la segunda mitad del siglo XX, Villarroel (1960) después de un estudio textil de la fibra alpaca en Australia, recomendó la crianza de alpacas de color blanco, justificando la versatilidad de la fibra blanca para teñir a otros colores y que, por lo tanto, debía tenderse a la erradicación del resto de colores.

De acuerdo con las exigencias expuestas se habría iniciado una intensa selección en favor de la fibra de color blanco. Un estu-

Cuadro 2. Frecuencia porcentual (%) de colores identificados del vellón de alpaca en el tiempo y según autores

Autor	Lugar	Colores	Combinación de colores
Alviña (1872)	General	Blanco / negro	Manchados
Maccagno (1932)	General	Blanco / negro	Todas las combinaciones
León (1932)	General	Blanco / negro	Todas las combinaciones
Link (1949)	General	Blanco / negro	Todas las combinaciones
Calderón (1956)	General	Blanco / LF / café	Diversos colores
Bustinza (1968)	Ananea, Sandia	Blanco 39.5%	Colores 60.5%
Bustinza y Apaza (1990)	Cordilleras de Puno	Blanco 60.9%	Colores 39.1%
Bustinza (1998)	Cordilleras de Puno	Blanco 65.6%	Colores 34.4%
Galvez (1991)	Ananea, Sandia	Blanco 53.8%	Colores 46.2%
Cáceres y Diaz (2007)	Paratía, Lampa	Blanco 57.9%	Colores 42.1%
Castillo <i>et al.</i> (2016)	Cabanilla, Juliaca	Blanco 91.1%	Colores 8.9%
Enríquez (2015)	Nuñoa, Melgar	Blanco 97.1%	Colores 2.9%
Nina (2017)	Lagunillas, Lampa	Blanco 86.6%	Colores 03.4%
Yucra (2017)	Macusani, Carabaya	Blanco 89.5%	Colores 10.5%

*Nota. Elaboración propia*

dio de la mitad del siglo XX (Bustinza, 1968), mostró la presencia de 39.5% de alpacas de color blanco en las comunidades de Ananea (Cordillera Oriental de Puno). Un segundo estudio en comunidades de ambas cordilleras que rodean el altiplano de Puno reportó la presencia de alpacas blancas en una proporción de 72.8% en la Cordillera Oriental y el 59.0%, en la Cordillera Occidental (Bustinza y Apaza, 1990). Más de dos décadas después, Galvez (1991) (citado por Bustinza, 1996) en su estudio de tesis encontró 53.8% de alpacas de color blanco en comunidades del distrito de Ananea (Cordillera Oriental).

Bustinza (1998), en un intento de identificación de colores en los rebaños, reconoce cinco colores enteros (blanco, LF, vicuña, café y negro), así como animales manchados con todas las combinaciones de estos colores y, también, colores raros como gris, roano y moteado. Iniciando el siglo XXI, Cáceres y Díaz (2007) encontraron 57.9% de alpacas blancas de un total de 2656 cabezas en el distrito de Paratía, provincia de Lampa, en el inicio de la Cordillera Occidental. Por otro lado, Castillo (citado por Nina, 2017) reportó 91.1%, para comunidades del distrito de Cabanilla, provincia de Lampa (Puno), Enríquez (2015) reportó 97.12% de color blanco y 2.87% para otros colores en el distrito de Nuñoa, en tanto que Nina (2017), en alpacas de la comunidad de Lagunillas, distrito de Santa Lucía, provincia de Lampa, encontró que 86.59% de las alpacas eran de color blanco y el resto estaba constituido por animales de otros colores. Recientes observaciones de Yucra (2017), en la campaña chica (marzo) y grande (diciembre) encontró el 89.5% de alpacas de fibra blanca que se acopiaba para comercialización en el distrito de Macusani durante el periodo 2006-2016.

Entonces, globalizando los datos anteriores, si antes de finalizar el siglo XX ya se tenía un avance entre 40 y 50% de alpacas de color blanco, para la segunda década del presente siglo alcanzó cifras muy cercanas al 90%, en ambas cordilleras de la región de Puno (Occidental y Oriental), lo que eviden-

cia la intensa y estricta selección realizada en las haciendas primero, luego durante la Reforma Agraria (1969) en empresas asociativas y después de la liquidación de las empresas, en propiedades grandes y medianas, habiéndose llegado en las más adelantadas, a casi el 100% de rebaños blancos (Bustinza, 1996). Esto constituye un adelanto, como consecuencia de la selección artificial, importante para la industria textil; pero, por otro lado, también demuestra la erosión genética, con pérdida de animales de color en la población.

### *Selección por finura de fibra*

La producción de fibra de la alpaca y, en particular la finura, pertenece a la variación continua, por lo que debe ser analizado bajo el concepto de la distribución normal (Lush, 1969). Este tipo de carácter tiene dos fuentes de variación: la genética (poligenes) y la ambiental (alimentación, el manejo y el hábitat) (Falconer, 1970).

Llegado el siglo XXI, en la industria textil mundial, la característica del vellón de alpaca de mayor valor económico es el diámetro de la fibra dado que esta característica afecta todos los procesos textiles, desde el peinado, el hilado, el tejido y hasta los niveles de confort del usuario de las prendas confeccionadas (McGregor, 2006).

Con relación a la finura de la fibra se encontró dos grupos de información, que contienen datos por edades. El primer grupo está constituido por datos de finura en micras de los laboratorios de fibras y lanas de la UNALM en 1970, que fuera reportado por Carpio (1991) sobre alpacas de 2 a 14 años y por Calle (1982) con datos de finura de fibra compendiados en 1970, 1973 y 1974, de alpacas de 1 a 13 años de fibras analizadas igualmente en los laboratorios de la UNALM. Con estas dos informaciones, se ha estimado los promedios por edad que pueden ofrecer una mayor consistencia de la realidad del pasado, que tienen la denominación general de C y C, por ser provenientes de Carpio y Calle (Cuadro 3).

Cuadro 3. Datos históricos de referencia sobre la finura de la fibra de alpaca de muestras analizadas en la década del 70 en los laboratorios de la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM)

Año	Región	Edad (años)									Autor
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1970	Puno		27.9	29.4	31.2	32.0	31.6	32.1	34.1	32.5	Carpio (1991)
	n		54	47	43	40	22	27	28	25	
70-74	Puno	27.9	29.4	32.2	32.0	31.5	32.1	34.0	32.5	32.5	Calle (1982)
Promedio	C y C	27.9	28.7	30.8	31.6	31.7	31.8	33.1	33.3	32.5	

El segundo grupo de datos corresponde a estudios recientes llevados a cabo en varios lugares de las cordilleras de la Región Sur del Perú, y que han sido publicados como artículos científicos o como trabajos de tesis de graduación en universidades peruanas (cuadros 4 para Huacaya y 5 para Suri). En estos trabajos, la mayoría presenta datos de alpacas de 1 a 4 años, y una minoría para 1 a 9 años, y cuyos promedios corresponden a valores altos de finura para todas las edades, en comparación con los datos históricos mostrados en el Cuadro 3.

Los resultados contenidos en los cuadros 4 y 5 muestran varias diferencias importantes en calidad de fibra. Se observan diferencias en los promedios generales entre razas, siendo más favorables para la raza Huacaya (21.94  $\mu\text{m}$ ), que para la Suri (24.10  $\mu\text{m}$ ); asimismo, los promedios de finura en los rebaños son diferente siendo el rango para las alpacas Huacaya de 18.48 a 25.27  $\mu\text{m}$  y de 21.68 a 27.74  $\mu\text{m}$  en Suri. Además, se puede notar que la mayor calidad de fibra no se ubica precisamente en los centros de mejoramiento genético (universidades y centros privados), sino que también están en las propiedades privadas y comunidades.

Por otro lado, en términos globales, de acuerdo con la norma TNP 231-300-2014 para uso económico y comercial, los promedios de producción de rebaños para ambas razas de 1 año de edad se ubican en la ca-

tegoría Super Baby, la de 2 y 3 años en Baby, la de 4 y 5 años en Fleece y la de 6 a 9 años en Medium Fleece. Estos hechos, a su vez, estarían indicando que no hubo un esfuerzo de mayor nivel tecnológico en los centros de mejoramiento genético de empresas y/o universidades o que el mejoramiento conseguido en estos centros, han tenido una rápida y permanente difusión en las ganaderías medianas y pequeñas de la zona o que en todos estos lugares se han realizado esfuerzos de mejoramiento genético con el mismo énfasis. No obstante, es menester mencionar que los medios de valoración de las características del vellón, utilizados en los procesos de selección en el siglo pasado, fueron el ojo y el tacto.

El éxito de la respuesta a la selección artificial es directamente proporcional a la heredabilidad y a la intensidad de selección e inversamente proporcional al intervalo de generación. Hay pocos estudios sobre la heredabilidad. Así, Aguilar *et al.* (2019) encontraron un valor de 0.43 para el diámetro de fibra y reportaron que de 13 autores que revisaron se encontró un rango de heredabilidad para la finura de fibra de 0.24 a 0.73. En este sentido, Asparrin (s/f) menciona un valor de 0.48, lo que indica un valor de heredabilidad relativamente alto. La intensidad de selección aplicada indica que, en respuesta a la exigencia de la industria, habría sido de intensidad media en las poblaciones

Cuadro 4. Diámetro promedio ( $\mu\text{m}$ ) de fibra de alpaca de la raza Huacaya reportados entre 2011-2021 en Perú

Año	Región	1	2	3	4	5	6	7	8	9	$\bar{X}$	Autor
2017	Pacomarca, Melgar			23.10	24.50	24.70	25.70	25.80	26.30	26.80	25.27	Cruz <i>et al.</i> (2017)
2011	CIP Raya	22.20	22.90	22.90	25.50	26.20	27.70	27.40			24.97	Bautista y Medina (2011)
2018	Cangallo, Ayacucho	22.90	24.40	25.50	26.00						24.70	Meza (2018)
2014	Huancavelica		22.10	23.90	26.90						24.30	Castillo y Zacarías (2014)
2017	IIPC-Raya	19.90	22.00	22.50	23.80	24.90	25.10	25.70	26.30		23.78	Gil (2017)
2019	Huancavelica		21.40		23.80			24.70	23.10		23.25	Paucar <i>et al.</i> (2019)
2017	Cotaruse, Apurimac	21.60	22.20	23.90	24.30						23.00	Machaca y Bustinza (2017)
2021	Huancavelica	19.30	22.40	23.80	23.90						22.35	Alvarado (2021)
2021	CIP Raya	19.50		21.40		23.60		24.80			22.33	Quispe <i>et al.</i> (2021)
2018	Melgar		21.20		23.40		25.5				22.30	Roque y Ormachea (2018)
2018	Azangaro	19.50	22.20	22.80	24.10						22.15	Tapia (2018)
2021	Nuñoa, Melgar	19.80	20.80	21.80	23.70	24.00					22.02	Velarde (2021)
2018	Apurimac	20.40	21.20	21.90	23.20						21.68	Ramos (2018)
2019	Ocongate, Cusco	17.90	19.70	21.50	25.20						21.08	Barrionuevo (2019)
2015	Carabaya		19.60	21.10	22.30						21.00	Ormachea <i>et al.</i> (2015)
2014	Carabaya		19.90	21.00	21.90						20.93	Flores <i>et al.</i> (2014)
2013	Melgar		19.60	20.60	22.10						20.77	Vilca <i>et al.</i> (2013)
2021	Quispicanchis, Cusco	18.90	20.00	21.70	21.90						20.63	Campana (2021)
2018	Nuñoa, Melgar	18.40	20.00	20.70	22.40						20.38	García (2018)
2019	Quispicanchis, Cusco	17.30	20.20	21.10	22.10						20.18	Cutiri (2019)
2015	Apurímac	17.80	19.70	20.70	22.10						20.08	Vasquez <i>et al.</i> (2015)
2020	Ocongate, Cusco	17.10	18.80	19.40	20.40						18.93	Llactahuamani <i>et al.</i> (2020)
2019	Huancavelica	15.90	17.60	18.80	21.60						18.48	Paitan (2019)
	Promedio	19.28	20.85	21.91	23.41	24.68	26.17	25.68	25.23	26.80	21.94	

de rebaños. Por otro lado, el intervalo de generación reportado por Gallegos *et al.* (2012) fue de 5.2 años para el Centro Experimental de Quimsachata (Puno); sin embargo, en con-

diciones de rebaños de productores se puede esperar que el intervalo generacional sea mayor, por lo que se puede considerar un valor promedio mínimo de 6 años.

Cuadro 5. Diámetro promedio ( $\mu\text{m}$ ) de fibra de alpaca de la raza Suri reportados entre 2011-2021 en Perú

Año	Región	1	2	3	4	5	6	7	8	9	$\bar{X}$	Autor
2019	CIP Chuquibambilla	19.80	21.10	23.80	24.70	25.50	26.10	26.30	27.50	27.60	24.71	García (2019)
2014	CIP Chuquibambilla			24.30	25.40	25.90	26.70	26.80			25.82	Olarte <i>et al.</i> (2014)
2011	CIP Raya	20.40	22.00	23.00	24.10	24.20					22.74	Velarde <i>et al.</i> (2011)
2018	Azángaro	19.70	22.00	22.20	25.90						22.45	Tapia (2018)
2012	Cojata	19.70	21.50	22.50	24.10	24.00					22.36	Fernandez y Maquera (2012)
2014	Alianza (planteil)	21.50	22.50	24.30							22.77	Calcina y Mamani (2014)
2014	Alianza (majada)	23.20	25.30	28.90							25.80	Calcina y Mamani (2014)
2020	CIP Raya	19.40	20.30	23.80	23.20						21.68	Hanco (2020)
2020	CIP Chuquibambilla	19.50	21.30	26.60	24.30						22.93	Hanco (2020)
2011	CIP Raya	23.20	22.80	25.90	26.00	26.20	28.20	30.10			26.06	Bautista y Medina (2011)
2017	Pacomarca, Melgar			25.00	26.60	27.20	28.30	28.50	29.00	29.60	27.74	Cruz <i>et al.</i> (2017)
	Promedio	20.71	22.09	24.57	24.92	25.50	27.33	27.93	28.25	28.60	24.10	

Cuadro 6. Ganancia genética en la de finura de fibra de alpacas Suri (S) y Huacaya (H) por diferencia de promedios de los progenitores (C y C – 2011-2021)

Edad (años)	C y C <sup>2</sup>	Huacaya <sup>1</sup>	Diferencia	Suri <sup>1</sup>	Diferencia	S y H <sup>1</sup>	Diferencia
1	27.94	19.28	8.66	20.71	7.23	20.00	7.95
2	28.70	20.85	7.85	22.09	6.61	21.47	7.23
3	30.80	22.05	8.75	24.57	6.23	23.31	7.49
4	31.60	23.52	8.08	24.92	6.68	24.22	7.38
5	31.70	25.05	6.65	25.50	6.20	25.28	6.43
6	31.80	26.55	5.25	27.33	4.47	26.94	4.86
7	33.10	26.22	6.88	27.93	5.17	27.08	6.03
8	33.30	26.18	7.12	28.25	5.05	27.22	6.09
9	32.50	27.60	4.90	28.60	3.90	28.10	4.40
Promedio	31.27	24.14	7.13	25.54	5.73	24.84	6.43

Nota. Elaboración propia

<sup>1</sup> Datos reportados en los estudios recientes (2011-2021) considerados descendientes

<sup>2</sup> Datos provenientes de los estudios de Calle y Carpio (C y C) considerados progenitores

En rebaños con productores de diverso nivel y preparación y con disciplinas de trabajo diferentes, la estimación de la respuesta a la selección real no es fácil y más aún en poblaciones de las cordilleras de toda la región sur de Perú. La dificultad para identificar los valores que forman la parte paternal y la descendencia es el principal problema. Mueller y Bidinost (2005) sostiene que, en rebaños de productores, «el progreso genético se puede medir comparando: 1) la progenie de padres de diferente edad, 2) como regresión de méritos genéticos de animales nacidos en distintos años, 3) comparando la majada seleccionada con un lote no seleccionado, y 4) comparando progenie de padres actuales con progenie de padres usados varios años atrás, usando semen congelado».

En el presente estudio, se aplicó el concepto del cuarto procedimiento, aunque no se había aplicado inseminación artificial, pero considerando como padres a poblaciones de antes y a las de ahora como descendientes y en el periodo de cinco décadas, en las que no hubo grandes modificaciones ambientales. Por otro lado, se tomó un número grande de muestra para el estudio, esperando que, con ello, se prescindiera el efecto del medio ambiente. Se debe recordar que, en el periodo estudiado de 1970 a 2021, hubo selección artificial cada vez más intensa a favor de la fibra blanca de alta finura y especialmente en alpacas Huacaya, aunque también persistió la selección natural.

### *Ganancia genética*

La estimación de la ganancia genética concreta se basa en el concepto de «respuesta a la selección», definido por Falconer (1970) como «la respuesta a la selección significa la diferencia del valor fenotípico medio entre la descendencia de progenitores seleccionados y la generación paternal antes de la selección».

En este marco, en el Cuadro 6 se concibe que el promedio de datos de finura de fibra alpaca contenidos en estudios recientes (2011-2021), se considera como datos de la descendencia y los promedios de los datos reportados por Carpio (1991) y Calle (1982) como provenientes de los progenitores (denominados C y C), discriminados en ambos casos por el factor edad. La diferencia se considera como datos respuesta a la selección o ganancia genética concreta por edad, dentro de cada raza y con el promedio de ambas razas. Estos valores (diferencias) permiten ver la ganancia genética en micras, como consecuencia de la selección en cinco décadas.

Las ganancias genéticas más resaltantes se observan en edades, especialmente de 1 a 4 años de edad, lo cual se debería a la manifestación del mayor grado de mejoramiento que tienen los animales más jóvenes, en cada periodo. En lo general, se ve claras diferencias en los valores de ganancia genética en todas las edades, con valores que van de 4.4 a 7.95  $\mu\text{m}$ . Con respecto a las razas, en la Huacaya se observa mayores ganancias (Promedio: 7.13  $\mu\text{m}$ ; rango: 4.90-8.66  $\mu\text{m}$ ) que en la Suri (Promedio: 5.73  $\mu\text{m}$ ; rango: 3.90-7.23  $\mu\text{m}$ ). Estas diferencias evidencian el mayor esfuerzo puesto en el mejoramiento genético en la raza Huacaya, resultando una diferencia de 1.40  $\mu\text{m}$  entre los promedios de las ganancias genéticas de Huacaya y Suri.

Considerando que el periodo de análisis es de 5 décadas (1970-2021) y el cambio de generaciones en la alpaca se estima en 6 años, habrían ocurrido 8 generaciones, con una ganancia genética global de 1.28  $\mu\text{m}$ , siendo de 1.43  $\mu\text{m}$  para Huacaya y 1.15  $\mu\text{m}$  para Suri, por década. Asimismo, la ganancia genética por generación en global fue de 0.80  $\mu\text{m}$ , siendo 0.82  $\mu\text{m}$  para Huacaya y 0.65  $\mu\text{m}$  para Suri por cada generación. Todo esto, permite indicar que hubo ganancia genética en el diámetro de la fibra en ambas razas como consecuencia de la selección aplicada en el tiempo evaluado (1970-2021), aunque sin valores espectaculares, pero consistentes.

## CONCLUSIONES

- En las cordilleras del Sur del Perú, desde épocas remotas, pero más intensamente desde la mitad del siglo XIX hasta hoy, los alpaqueros (comunidades, hacendados, cooperativas y criadores privados) han venido seleccionando a las alpacas, utilizando el ojo y el tacto, con el apoyo de técnicos y con los criterios de color blanco, fibra fina y preferencia por la raza Huacaya, impuesta por la industria textil internacional y hacia una estampa ideal impuesta por los propios criadores.
- La proporción de individuos de las dos razas de alpacas ha tenido poca variación en el tiempo. La *Suri* se ha mantenido (10%), aunque la valoración de esta raza ha ido cambiando por el reconocimiento de la fibra de excelentes cualidades textiles.
- Se observa un cambio muy grande hacia el color de vellón de alpaca con preferencia hacia el color blanco por efecto de la selección, después de haber partido de una población polícroma.
- La raza Huacaya muestra una mayor finura de fibra que la *Suri*, con una diferencia promedio de 1.40  $\mu\text{m}$  entre razas (Huacaya: 25.54  $\mu\text{m}$ ; *Suri*: 24.14  $\mu\text{m}$ ), los promedios para *Huacaya* y *Suri* muestran diferencias mayores a edades más tempranas.
- La ganancia genética para la raza *Huacaya* es de 7.13  $\mu\text{m}$ , para la raza *Suri* es de 5.73  $\mu\text{m}$  y en general, es de 6.43  $\mu\text{m}$  con un rango entre 4.40 y 7.95  $\mu\text{m}$  en función a la edad, mostrando mejores valores en primeras edades.
- En el periodo estudiado, se estima una ganancia genética por generación (ocho generaciones) de 0.82  $\mu\text{m}$  para *Huacaya* y 0.65  $\mu\text{m}$  para *Suri*.

## LITERATURA CITADA

1. **Aguilar H, Gutiérrez G, Wurzinger M. 2019.** Parámetros genéticos de caracteres asociados a la uniformidad del diámetro de fibra en alpacas Huacaya en Puno, Perú. *Rev Inv Vet Perú* 30: 1150-1157. doi: 10.15381/rivep.v30i3.15370
2. **Alvarado FC. 2021.** Efecto de la edad sobre la tasa, tipo de medulación y diámetro de fibra de alpaca (*Vicugna pacos*) en CIDCS-Lachocc. Tesis de Ingeniero Zootecnista. Trujillo, Perú: Univ. Nacional de Trujillo.
3. **Alviña M. 1872.** Alpacas. su cultivo como elemento principal de riqueza. Buenos Aires, Argentina: Imprenta Pablo E. Coni. 60 p.
4. **Asparrin M. s/f.** Modelo Mallkini: Una propuesta de mejoramiento genético nacional. Mallkini, Puno Perú. [Internet]. Disponible en: <http://www.descosur.org.pe/wp-content/uploads/2021/05/ponencia12.pdf>
5. **Astorga J. 1980.** Algunos problemas en el manejo de praderas para la producción ganadera en el altiplano peruano. Puno: Univ. Nacional del Altiplano. 10 p.
6. **Barreda J. 1970.** Crianza de Alpacas. Anales de la Primera Convención sobre Camélidos Sudamericanos (Auquénidos). Puno, Perú: UNTA.
7. **Barreda J. 2001.** Recuperación de la alpaca *Suri*. En: Proyecto Especial de Camélidos Sudamericanos. Puno: PECSA-CTAR. 16 p.
8. **Barrionuevo E. 2019.** Caracterización física de la fibra alpaca Huacaya utilizando OFDA 2000 en cuatro comunidades de Ocongate-Quispicanhis. Tesis de Ingeniero Zootecnista. Cusco: Univ. Nacional de San Antonio Abad de Cusco. 74 p.
9. **Bautista JL, Medina G. 2011.** Efecto de la edad en la finura de la fibra de alpacas alimentadas en pastos naturales CIP La Raya Puno. *Revista Allpak'a* 15: 63-68

10. **Bonavia D. 2009.** The South American camelids: an expanded and corrected edition. Monograph 64. USA: Cotsen Institute of Archeology. 628 p.
11. **Burga M, Reátegui W. 1981.** Lanas y capital mercantil en el Sur. Lima, Perú: Instituto de Estudios Peruanos. 215 p.
12. **Bustinza AV, Machaca V, Cano V, Quispe J. 2021.** Evolución y desarrollo de las razas de alpacas: Suri y Huacaya. *Rev Inv Vet Perú* 32: e19876.
13. **Bustinza AV. 1968.** La herencia de colores del pelaje de las alpacas. Tesis de Médico Veterinario y Zootecnista. Puno, Perú: UTA. 44 p.
14. **Bustinza AV, Apaza E. 1990.** La problemática de las alpacas de color. En: Informe Técnico N° 8. Proyecto Alpacas e Instituto de Investigación y Promoción de Camélidos. p 24-49.
15. **Bustinza AV. 1996.** Mejoramiento genético de la alpaca (Grandes avances y graves problemas). *Ganadería Andina* 1: 48-60.
16. **Bustinza AV. 1998.** La alpaca; diversidad de colores. Puno, Perú: Univ. Nacional del Altiplano. 37 p.
17. **Cáceres M, Díaz G. 2007.** Estructura poblacional y variabilidad fenotípica de alpacas (*Vicugna pacos*) en el distrito de Paratía, provincia de Lampa. En: XX Reunión de la Asociación Latinoamérica de Producción Animal. Cusco, Perú.
18. **Calderón A. 1956.** Crianza y explotación de los auquénidos peruanos. Lima, Perú: Ministerio de Agricultura.
19. **Castillo Y, Gallegos RF, Huanca T, Mamani R. 2016.** Frecuencia del color de fibra y defectos genéticos en alpacas en comunidades del distrito de Cabanilla-Lampa. *Ciencia Animal* 1(1): 48-55.
20. **Castillo RP, Zacarías AR. 2014.** Determinación de las características tecnológicas de los diferentes componentes del vellón de la alpaca (*Vicugna pacos*). Tesis de Ingeniero Zootecnista. Huancaavelica, Perú: Univ. Nacional de Huancaavelica. 130 p.
21. **Calcina HA, Mamani G. 2014.** Diámetro de fibra y porcentaje de pelos en alpacas Suri color de la Rural Alianza E.P.S. En: XXXVII Reunión Científica de Producción Animal. Abancay, Perú.
22. **Calle R. 1982.** Producción y mejoramiento de la alpaca. Lima, Perú: Banco Agrario del Perú. 334 p.
23. **Carpio M. 1991.** Aspectos tecnológicos de la fibra de los camélidos andinos. En: Novoa C, Flores J. (eds). Producción de Rumiantes: Alpacas. p 297-359.
24. **Campana LD. 2021.** Caracterización de la fibra alpaca, raza Huacaya utilizando OFDA 2000 (Analizador óptico del diámetro de fibra, en 4 comunidades del distrito de Marcapata-Quispicanchis, Cusco. Tesis de Ingeniero Zootecnista. Cusco, Perú: Univ. Nacional de San Antonio Abad del Cusco. 95 p.
25. **Cartwright M. 2015.** Tejidos incas. *World History Encyclopedia*. [Internet]. Disponible en: <https://www.world-history.org/trans/es/2-791/tejidos-incas/>
26. **Cieza de León, P. (1953, 1967).** El Señorío de los Incas. Reporte para 1864. Los viajes de Cieza de Leon 1532-50. Instituto de Estudios Peruanos. Lima, Perú.
27. **Cobo B. 1953.** Historia del Nuevo Mundo. Madrid, España: Rasco. 422 p.
28. **Cowie H. 2017.** From the Andes to the outback: acclimatising alpacas in the British Empire. *J Imp Commonw Hist* 45: 551-579. doi: 10.1080/03086534-2017.1353260
29. **Cruz A, Morante R, Cervantes I, Burgos D, Gutiérrez JP. 2017.** Effect of the gestation and lactation of fiber diameter and its variability in Peruvian Alpacas. *Livest Sci* 198: 31-36. doi: 10.1016/j.livsci.2017.02.006
30. **Cutiri RB. 2019.** Finura y medulación de la fibra de alpaca Huacaya de color blanco en las C.C. de Llullucha, Palcca y Acconinca Ocongate-Quispicanchis. Tesis de Ingeniero Zootecnista. Cusco, Perú: Univ. Nacional de San Antonio Abad del Cusco. 69 p.

31. **Dalton DC. 1981.** An introduction to practical animal breeding. London, UK: Granada. 162 p.
32. **Decreto Legislativo N° 002-1980 (17 noviembre 1980).** Ley de Promoción y Desarrollo Agrario. Presidencia de la República Peruana. Lima, Perú. [Internet]. Disponible en: <https://leyes.congreso.gob.pe/Documentos/DecretosLegislativos/00002.pdf>
33. **Enríquez P. 2015.** La alpaca Suri, de la extinción a la conservación de la biodiversidad de colores y la importancia de la bioartesanía textil en el distrito de Nuñoa (Melgar-Puno). *Rev Invest Altoandinas* 17: 291. doi: 10.18271/ria.2015.140
34. **Falconer DS. 1970.** Introducción a la genética cuantitativa. España: Acribia. 470 p.
35. **Fernández-Baca S. 1975.** Alpaca raising in the High Andes. *World Animal Review* 14.
36. **Fernandez E, Maquera Z. 2012.** Diámetro de fibra e índice de picazón y confort en alpaca hembra de la raza Suri de Puna Húmeda. *Revista Allpak'a* 16: 59-67.
37. **Flores-Galindo A. 1977.** Arequipa y el sur andino: ensayo de historia regional (siglos XVIII-XX). Lima, Perú: Ed Horizonte. 194 p.
38. **Flores Galindo A. 2019.** Cronología de la Reforma Agraria en el Perú. Biblioteca de Ciencias Sociales. Sistema de Bibliotecas. PUCP. Lima, Perú. [Internet]. Disponible en [https://repositorio.pucp.edu.pe/index/bitstream/handle/123456789/166551/linea%20de%20tiempo\\_reforma\\_agraria.pdf?sequence=3&isAllowed=y](https://repositorio.pucp.edu.pe/index/bitstream/handle/123456789/166551/linea%20de%20tiempo_reforma_agraria.pdf?sequence=3&isAllowed=y)
39. **Flores-Ochoa JA. 1990.** Posibilidades del pastoreo altoandino. En: 46 Congreso Internacional de Americanistas. Amsterdam. Países Bajos.
40. **Flórez A. 1991.** Ecología de los sistemas de producción de alpacas. En: Novoa C, Flores J. (eds). Producción de rumiantes menores: alpacas. Lima, Perú: Martegraf. p 18-27.
41. **Galvez O. 1991.** Algunas características fenotípicas en rebaños de alpacas en comunidades campesinas de Ananea. Tesis de Médico Veterinario y Zootecnista. Puno, Perú: Univ. Nacional del Altiplano.
42. **Gallegos R, Mamani RH, Huanca T, Gutierrez IP. 2012.** Intervalo generacional en alpacas Huacaya del altiplano peruano. En: VI Congreso Mundial de Camélidos Sudamericanos. Puno, Perú.
43. **García E. 2018.** Características tecnológicas de fibra de alpacas Huacaya en las comunidades de Urinsaya Puna y Anansaya Puna, Nuñoa, Puno. *Revista Allpak'a* 18: 51-63.
44. **García NM. 2019.** Características textiles de la fibra de alpacas hembras Suri del CIP Chuquibambilla. Tesis de Médico Veterinario y Zootecnista. Puno, Perú: Univ. Nacional del Altiplano. 77 p.
45. **Gil R. 2017.** Evaluación de las características textiles de la fibra de alpaca Huacaya del Instituto de Investigación y Promoción de Camélidos Sudamericanos, Puno. Tesis de Médico Veterinario y Zootecnista. Puno, Perú: Univ. Nacional del Altiplano. 67 p.
46. **Hanco Z. 2020.** Características textiles de la fibra de alpaca Suri en los Centros Experimentales La Raya y Chuquibambilla – UNA-Puno. Tesis de Médico Veterinario y Zootecnista, Puno, Perú: Univ. Nacional del Altiplano. 96 p.
47. **[INEI] Instituto Nacional de Estadística e Informática. 2013.** IV Censo Nacional Agropecuario 2012. Lima. [Internet]. Disponible en: <http://censos.inei.gob.pe/cenagro/tabulados/>
48. **Inca Garcilaso de la Vega. 1976.** Comentarios reales de los incas. Biblioteca Ayacucho. Caracas, Venezuela.
49. **Infantas J. 1977.** Análisis de la situación de la crianza de alpacas en el Perú. En: Anales del Primer Conversatorio Multisectorial sobre el Desarrollo de los Camélidos Sudamericanos. Puno, Perú. 327 p.

50. **Lakshmanan A, Seiko J, Chakraborty S. 2016.** Luxury hair fibers for fashion industry. In: Sustainable fibers for fashion industry. Springer. p 1-38.
51. **Lauvergne, J.J. 1996.** Clasificación de los recursos genéticos de los mamíferos domésticos con extensión a los camélidos sudamericanos. En: Actas 1º Seminario Internacional de Camélidos Sudamericanos Domésticos. Chile.
52. **León A. (1932).** Los auquénidos. Notas filogénicas y zoológicas. Estudios zootécnicos -. Traducido del francés por Julio E. Bustinza (Ed.) (1976). Boletín Técnico N° 7. Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Perú. 127 p.
53. **Link P. 1949.** Alpaca, llama, vicuña y guanaco. Buenos Aires, Argentina: Ed Ferrari. 27 p.
54. **Llactahuamani I, Ampuero E, Cahuana E, Cucho H. 2020.** Calidad de la fibra de alpacas Huacaya y Suri del plantel de reproductores de Ocongate. Cusco, Perú. Rev Inv Vet Perú 31: e17851. doi: 10.15381/rivep.v31i2.17851
55. **Machaca V, Bustinza AV. 2017.** Caracterización de la fibra de alpaca Huacaya de Cotaruse, Apurímac, Perú. Rev Inv Vet Perú 28: 843-851. doi: 10.15381/rivep.v28i4.13889
56. **Maciejowski J, Zieba J. 1982.** Genetics and animal breeding. Part B. Stock Improvement Methods. Elsevier. 206 p.
57. **McGregor BA. 2006.** Production, attributes a relative value of alpaca fleeces in southern Australia and implications for industry development. Small Ruminant Res 61: 93-111. doi: 10.1016/j.smallrumres.2005.07.001
58. **Maccagno L. 1932.** Los auquénidos peruanos. Lima, Perú: Ministerio de Fomento. Dirección de Agricultura y Ganadería. 64 p.
59. **Mueller JP, Bidinost F. 2005.** Respuesta a la selección en Merino con diferentes procedimientos. Bariloche, Argentina: INTA. EEA. 6 p.
60. **Meza M. 2018.** Caracterización física de la fibra de alpaca de color de la raza Huacaya en el distrito de Totos, provincia de Cangallo, Región Ayacucho, a 4,438 msnm. Tesis de Médico Veterinario. Ayacucho, Perú: Univ. Nacional San Cristóbal de Huamanga. 55 p.
61. **Nina MR. 2017.** Caracterización del color de la fibra en alpaca (*Vicugna Pacos*) Huacaya de la comunidad de Lagunillas, distrito de Santa Lucía-Lampa. Tesis de Médico Veterinario y Zootecnista. Puno, Perú: Univ. Nacional del Altiplano. 87 p.
62. **NTP 231-301-2014.** Norma Técnica Peruana para fibra de alpaca y sus subproductos; publicado el 22/10/2014. Aprobado por Resolución R. 90-2014/CNB-INDECOPI 2014-09-07.
63. **Novoa C, Wheeler JC. 1984.** Lama and alpaca. In: Evolution of domesticated animals. London: Mason. p 116-127.
64. **Novoa C. 1989.** Genetic improvement of South American Camelids. Rev Bras Genet 12: 123-135
65. **Olarte U, Tapia M, Maquera Z, Calcín B, Olarte S. 2018.** Efecto de la edad y estado reproductivo de la alpaca hembra Huacaya en las características textiles de la fibra. En: Anales de VIII Congreso Mundial sobre Camélidos. Bolivia: Universidad Técnica de Oruro.
66. **Olarte U, Rojas R, Luque N. 2014.** Perfil del diámetro de fibra en alpacas hembras Suri del C.E. y Producción Chuquibambilla. UNA-Puno. Revista Allpak'a 18: 39-43.
67. **Ormachea E, Calcín B, Olarte U. 2015.** Características textiles de la fibra de alpacas Huacaya del distrito de Corani, Carabaya, Puno. Rev Invest Altoandina 17: 215-220.
68. **Paitan T. 2019.** Características tecnológicas de la fibra de alpaca (*Vicugna pacos*) de la Asociación de Productores Agropecuarios de Andibay. Tesis de Ingeniero Zootecnista. Huancavelica, Perú: Univ. Nacional de Huancavelica. 72 p.

69. **Paucar R, Ruiz A, Lafraya B, Mendoza G, Alvarado F. 2019.** Características textiles de la fibra de alpacas Huacaya (*Vicugna pacos*). *Scientia Agropec* 10(3)
70. **Quispe JE, Apaza E, Olarte U. 2021.** Características físicas y perfil de diámetro de fibra alpaca Huacaya del CER (Puno, Perú), según edad y sexo. *Rev Inv Vet Perú* 32: e20004. doi: 10.15381/rivep.v32i2.20004
71. **Ramos VA. 2018.** Características fenotípicas de la fibra de alpaca Huacaya en la región Apurímac. Tesis de Segunda Especialidad en Camélidos Sudamericanos. Puno, Perú: Univ. Nacional del Altiplano. 73 p.
72. **Quispe E, Poma A, Purroy A. 2013.** Características productivas y textiles de la fibra de alpaca de la raza Huacaya. *Revi Compl Cienc Vet* 2013: 1-29.
73. **Rengifo GA. 1990.** Exportación de lanas y movimientos campesinos en Puno 1895-1925. Tesis de Sociólogo. Lima, Perú: Univ. Nacional Mayor San Marcos. 128 p.
74. **Roque LA, Ormachea E. 2018.** Características productivas y textiles de la fibra en alpacas Huacaya de Puno, Perú. *Rev Inv Vet Perú* 29: 1325-1334 doi: 10.15381/rivep.v19i4.14117
75. **Sumar J. 1997.** Evolución y desarrollo de la ganadería camélida en el altiplano de Latinoamérica. En: *Il Simposio Internacional de Estudios Altiplánicos*. Arica, Chile.
76. **Tapia ML. 2018.** Características tecnológicas de la fibra de alpaca Suri y Huacaya en las comunidades de Ccallatomaza y Nequeneque del distrito de Muñani. Tesis de Médico Veterinario y Zootecnista. Puno, Perú: Univ. Nacional del Altiplano. 50 p.
77. **Yucra LE. 2017.** Sistema de comercialización y situación sociocultural, económica y ambiental de la cadena de producción de la fibra de alpaca en el distrito de Macusani, Provincia de Carabaya, Puno. Tesis de Maestría. Lima, Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú. 205 p.
78. **Vasquez R, Gómez OE, Quispe E. 2015.** Caracterización tecnológica de la fibra de blanca alpaca Huacaya en la zona altoandina de Apurímac. *Rev Inv Vet Perú* 26: 213-222. doi: 10.15381/rivep.v26i2.11020
79. **Velarde JJ, Calcín BW, Quispe JE. 2011.** Diámetro de fibra y porcentaje de pelos en alpacas hembras de la raza Suri. *Revista Allpak'a* 16: 53-61.
80. **Velarde O. 2021.** Características textiles de la fibra de alpaca Huacaya y Suri en el sector Alto Anansaya Puna, Nuñoa, Melgar, Puno. Tesis de Médico Veterinario y Zootecnista. Puno, Perú: Univ. Nacional del Altiplano. 87 p.
81. **Vilca H, Olarte U, Ormachea E. 2013.** Diámetro de fibra, factor de confort e índice de curvatura en alpacas del distrito de Macarí, Melgar, Puno. *Revista Allpak'a* 2013: 37-44.
82. **Villarroel J. 1959.** A study of alpaca fibers. MSc Thesis. Australia: University of New South Wales. 122 p.
83. **Villarroel J. 1960.** Algunas verdades sobre la fibra de alpaca. Granjas modelo de Puno - Chuquibambilla y de auquénidos La Raya. Puno, Perú: Ministerio de Agricultura. 7 p.
84. **Von Bergen W. 1961.** Wool handbook. Vol 1. 3<sup>rd</sup> ed. New York- London: John Wiley. 450 p.
85. **Wheeler J, Pires-Ferreira E, Pires-Ferreira PK. 1976.** Pre-ceramic animal utilization in the central Peruvian Andes. *Science* 194: 483-490. doi: 10.1126/science.194.4264.483
86. **Wheeler JC, Russel AJF, Stanley H. 1992.** A measure of loss: prehispanic llama and alpaca breeds. *Arch Zootec* 41: 467-475.
87. **Wheeler JC, Russel AJF, Redden H. 1995.** Llamas and alpacas: pre-conquest breeds and post-conquest hybrids. *J Archaeol Sci* 22: 833-840. doi: 10.1016/0305-4403(95)90012-8