

Caracterización fenotípica de llamas del tipo t'amphulli conservadas en condición *in situ* en las regiones de Quetena Grande-Potosí y Calientes - Cochabamba

José Luis Quispe Huanca¹

¹Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal – INIAF

Calle Santa Cruz N° 345, Oruro, Bolivia

e-mail: josluisqh@hotmail.com

Resumen

Con el propósito de caracterizar fenotípicamente llamas T'amphulli conservadas en condición *in situ* en las regiones de Quetena Grande – Potosí y Calientes – Cochabamba fueron seleccionadas 97 animales de ambos sexos y de diferentes edades y colores. Para la caracterización morfológica, las llamas fueron sometidas a medidas zoométricas y pesaje. Para la caracterización física de la fibra, de cada llama se extrajo una muestra de fibra de la zona del costillar medio, posteriormente en el laboratorio se efectuó el descordado y el análisis de fibra. Los resultados en la caracterización morfológica de llamas fueron: el factor región tuvo un efecto significativo en la variable longitud de cuerpo del animal. El factor sexo tuvo un efecto significativo en las variables zoométricas: perímetro torácico, longitud de cuerpo y longitud de cuello. El factor edad tuvo un efecto significativo en todas las variables estudiadas. Las llamas T'amphulli de la región de Calientes tuvieron un peso vivo superior al de Quetena Grande. Con relación a las características físicas de la fibra, las llamas de Calientes presentaron valores inferiores de diámetro de fibra, menor contenido de fibras meduladas y mayor factor de confort, respecto a llamas de Quetena Grande. El factor edad tuvo un efecto significativo en las variables: diámetro de fibra y factor de confort. Las crías presentaron valores inferiores de diámetro de fibra y superiores de factor de confort, con relación a llamas jóvenes y adultas. Las crías obtuvieron una longitud de mecha inferior, respecto a jóvenes y adultas. El proceso de descordado táctico-visual mejoró la calidad de la fibra. Las llamas de Quetena Grande presentaron mayor variabilidad de color de fibra, respecto a llamas de Calientes.

Palabras clave: T'amphulli, caracterización, morfológica, fibra, descordado

Abstract

With the purpose of performing a phenotypic characterization of T'amphulli llamas conserved under *in situ* conditions in the regions of Quetena Grande - Potosi and Calientes – Cochabamba, 97 animals of both sexes with different age and different colors were selected. In order to perform the morphologic characterization, the llamas were submitted to zoometric and weight measurements. For the physical characterization of the fiber, a sample of fiber was extracted from the medium rib zone of each selected llama. Subsequently, the “de-hairing” and fiber analysis were performed in the laboratory. The results obtained in the morphologic characterization were: the region factor had a significant effect in the animal's body length. The factor sex had a significant effect in the zoometric variables: thoracic perimeter, body length and neck's length. The factor age had a significant effect in all the studied variables. Regarding the live-weight, the T'amphulli llamas of the Calientes region showed the highest value, regarding to the Quetena-Grande's region. Regarding the physical characteristics of the fiber, the llamas of Calientes showed inferior values for fiber diameter, less content of “medullated” fibers and higher factor of comfort, compared with llamas from the Quetena-Grande region. The factor age had a significant effect in the variables of fiber diameter and comfort factor. The new born animals showed inferior values for fiber diameter and superior ones for comfort factor, compared to those of young and adult llamas. Regarding the lock length, there was a significant influence of age. Young animals presented an inferior lock length compared with young and adult animals. The process of tactile and visual “de-hairing” improved the fiber's quality. The Quetena-Grande llamas presented higher variability of color than the llamas in Calientes.

Keywords: Phenotypic, T'amphulli, morphologic, fiber, “de-hairing”.

Introducción

Factores como el cambio climático, presión demográfica humana, erosión genética a consecuencia del reemplazo por otras de mayor productividad y, otros factores influyen en el incremento del nivel de riesgo y la tasa de extinción de las razas y/o especies, Según la FAO (2007) en los últimos seis años, aproximadamente se perdió definitivamente una raza por mes en todo el mundo, por tanto es importante la conservación de los recursos zoogenéticos.

El Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras, a través del Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria y Forestal – INIAF, ha identificado principales regiones de Bolivia en la que la ganadería camélida presenta riesgo de erosión genética. Una de ellas es la región de Calientes, Cochabamba, que está identificada como una zona productora de fibra de llama de muy buena calidad en finura, sin embargo las llamas T'amphulli de esta zona actualmente están siendo desplazadas por otras ganaderías (ovina, bovina y alpacuna).

Otra región donde existe riesgo de erosión genética de llamas T'amphulli, es la región de Quetena, Potosí, caracterizada por la existencia de animales excepcionales en cuanto a producción de fibra, empero debido a la incursión masiva del turismo a la región, los ganaderos han descuidado el manejo productivo y reproductivo, ocasionando cruza indiscriminadas entre tipos de llamas generando animales con características indeseables en cuanto al tipo de animal y color de fibra.

Ante esta situación, el INIAF desarrolla acciones de conservación *in situ* de llamas del tipo T'amphulli en las regiones mencionadas, siendo los criadores o Unidades Productivas los actores principales en la conservación de estos recursos zoogenéticos.

El presente estudio está orientado a la caracterización fenotípica de llamas del tipo T'amphulli conservadas en condición *in situ* en las regiones de Quetena Grande y Calientes. Asimismo, se contará con información básica o banco de datos para el fortalecimiento de la conservación *in situ* de llamas T'amphulli basada en su uso y la implementación de un programa de mejoramiento genético que contribuya en primera instancia a la recuperación de poblaciones de llamas T'amphulli que actualmente se encuentran en riesgo de erosión genética y paralelamente mejorar la producción y comercialización de la fibra y carne. Los objetivos del presente estudio son los siguientes:

- Determinar el efecto de región, sexo y edad sobre el perímetro torácico, altura a la cruz, altura a la grupa, longitud de cuerpo, ancho de anca, longitud de cuello y peso vivo de llamas T'amphulli.
- Determinar el efecto de región, sexo y edad sobre el diámetro, porcentaje de medulación, factor de confort y longitud de mecha de fibra descordada y sin descordar de llamas T'amphulli.
- Establecer la proporción de la variabilidad de color de fibra de las regiones de Quetena Grande y Calientes.

Materiales y Métodos

El estudio fue realizado en llamas T'amphulli pertenecientes a las Unidades Productivas de Conservación *in situ* de las regiones de Quetena Grande de la provincia Sur Lípez del departamento de Potosí y Calientes de la provincia Ayopaya del departamento de Cochabamba. La región de Quetena Grande está situada a una altitud de 4.250 m.s.n.m. entre los paralelos 22°18' de latitud sur y

67°22'. Entre tanto, la región de Calientes, está ubicado a 4.450 m.s.n.m. entre las coordenadas 16°58' de latitud sur y 66°33' de longitud (Figura 1).

La región de Quetena Grande se caracteriza por presentar un clima frígido con temperaturas medias anuales que fluctúan entre 6,8 a 9,0 °C. Las precipitaciones varían entre 60 a 300 mm/año, con heladas frecuentes en más de 200 días/año. En tanto que la región de Calientes, se encuentra expuesta a cambios climáticos

bruscos, presentándose fenómenos naturales como nevadas, granizadas y heladas. La precipitación media anual en esta región es de 800 mm/año y la temperatura media anual es de 5,5 °C (SENAMHI, 1999). La vegetación en la región de Quetena Grande está compuesta principalmente por asociaciones vegetales tipo t'olar, pajonal y bofedal. Las especies nativas que predominan las praderas de la región de Calientes están formadas por gramíneas y leguminosas.



Figura 1. Ubicación del área de estudio

En ambas regiones se seleccionaron un total de 97 llamas T'amphulli de ambos sexos, de diferentes edades y colores enteros. En estos animales seleccionados se realizó la caracterización morfológica, para ello se

efectuaron medidas zoométricas (perímetro torácico, altura a la cruz, altura a la grupa, longitud de cuerpo, longitud de cuello, ancho de anca) y pesaje del animal (figura 2).

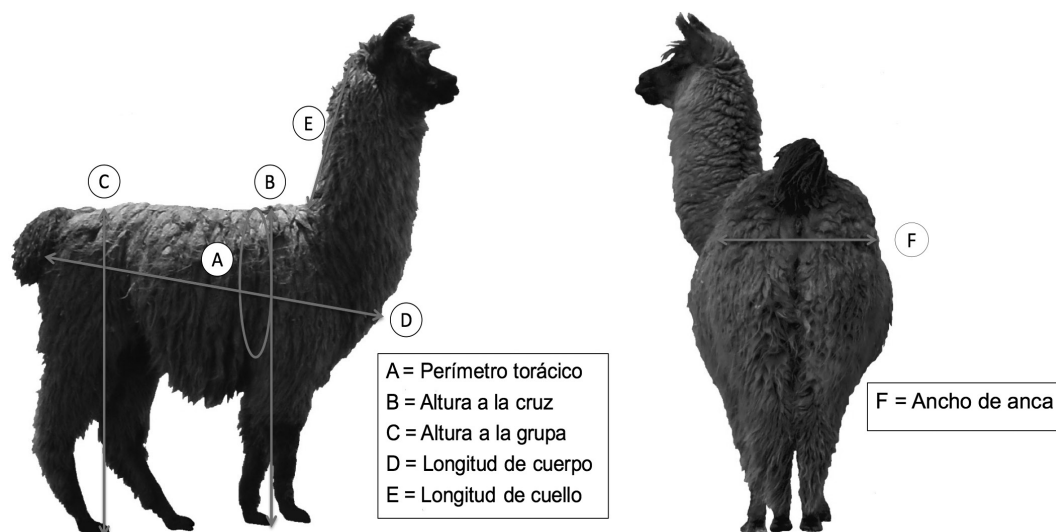


Figura 2. Medidas zoométricas en la llama T'amphulli

Para la determinación de las características físicas de la fibra, de cada llama se extrajo una muestra de fibra de 3 a 5 gramos de la zona del costillar medio, ya que este sitio del cuerpo del animal presenta mayor uniformidad respecto al diámetro de la fibra (Martínez, 1994). Luego las muestras de fibra fueron llevadas al laboratorio de fibra de camélidos de la institución PRORECA (Programa Regional de Camélidos) para su análisis. Las muestras de fibra fueron divididas en dos partes iguales; en el lado izquierdo se realizó el descordado y en el derecho no se efectuó ningún tratamiento. El descordado de fibra se llevó a cabo mediante el método (tacto-visual), que consiste en la extracción manual de pelos gruesos o cerdas que afloran la superficie del vellón.

El diámetro de fibra, porcentaje de medulación y porcentaje de confort fueron medidos en un microscopio de proyección, de acuerdo a recomendaciones de American Society for Testing of Materials - ASTM (1982). La longitud de mecha fue medida antes de extraer la muestra de fibra del animal. El color de fibra fue determinado visualmente mediante una carta de colores de fibra de llama que utiliza la industria textil para el toneo de colores.

El procedimiento de datos fue realizado mediante el método de mínimos cuadrados, utilizando un modelo lineal factorial, haciendo uso del procedimiento GLM del programa estadístico S.A.S. (Statistical Analysis System for Windows, versión 8, 2000). La variabilidad de color de fibra de llamas T'amphulli fue analizada con un enfoque solamente descriptivo.

Resultados y Discusión

Características morfológicas de llamas T'amphulli

Perímetro torácico

El perímetro torácico fue influenciado significativamente ($p < 0,01$) por la edad del animal; el factor sexo sólo tuvo un efecto significativo ($p < 0,05$). El promedio general del perímetro torácico de llamas T'amphulli fue de $92,2 \pm 5,0$ cm, este resultado es inferior al reportado por Quispe y Condori (2013), quienes obtuvieron un promedio general de perímetro torácico de $111,4 \pm 4,3$ cm en llamas Q'ara e Intermedia de la comunidad de Challacollo, Potosí.

Según el Cuadro 1, el perímetro torácico de llamas hembras ($93,6 \pm 13,0$ cm) fue mayor al registrado por machos ($89,0 \pm 13,6$ cm). El mayor desarrollo corporal de las hembras juveniles influyó en el promedio del perímetro torácico obtenido por llamas hembras, pues las hembras desarrollan físicamente más rápido que los machos en la adolescencia, debido a factores hormonales. Por esta razón, las hembras alcanzan la madurez sexual al año de edad, pero es servida recién a los dos años de edad, mientras los machos se utilizan para la reproducción a los tres años de edad.

De acuerdo al Cuadro 1, el perímetro torácico obtenido por animales adultos fue de $107,6 \pm 4,5$ cm, estadísticamente superior a las llamas jóvenes ($93,1 \pm 5,6$ cm) y crías ($78,2 \pm 5,6$ cm). Esta diferencia a favor de los adultos es atribuible al desarrollo corporal alcanzado debido a efectos fisiológicos.

Altura a la cruz

En la altura a la cruz, hubo influencia altamente significativa ($p < 0,01$) de edad. El promedio general para altura a la cruz fue de $88,5 \pm 4,0$ cm (Cuadro 1), este valor es inferior al reportado por Parra (1999), quien encontró una altura a la cruz de 95,9 cm en llamas de Charaña, La Paz. De acuerdo al Cuadro 1, la altura a la cruz de llamas adultas fue de $96,7 \pm 2,4$ cm, este valor es superior a las llamas jóvenes y crías ($89,0 \pm 4,5$ y $81,0 \pm 4,7$ cm, respectivamente), este resultado es consistente con otros trabajos de investigación. En efecto, Espinoza (2010), en un estudio en llamas Tiwtiri de la región de Huajruma, La Paz, también encontró que la altura a la cruz de animales adultos (96,8 cm) era superior al de jóvenes (89,7 cm) y crías (74,6 cm).

Altura a la grupa

La altura a la grupa fue influenciado significativamente ($p < 0,01$) por la edad del animal. Según el Cuadro 1, el promedio

general para la altura a la grupa fue de $90,7 \pm 4,0$ cm, este valor es inferior al reportado por Parra (1999), este investigador encontró una altura a la grupa de 99,4 cm en llamas de la región de Charaña, La Paz.

Las llamas adultas obtuvieron una altura a la grupa de $99,2 \pm 2,4$ cm, superior al registrado por llamas jóvenes ($91,2 \pm 4,6$ cm) y crías ($82,9 \pm 4,9$ cm) (Cuadro 1). Similar tendencia reportan Quispe y Condori (2013), $109,9 \pm 3,1$ cm, $105,3 \pm 2,4$ cm y $89,5 \pm 5,4$ cm, para llamas adultas, jóvenes y crías de la comunidad de Challacollo, Potosí.

Longitud de cuerpo

Sobre la longitud del cuerpo del animal, hubo efectos altamente significativo ($p < 0,01$) de región, sexo y edad; entre tanto la interacción región por sexo tuvo un efecto significativo ($p < 0,05$). El promedio general de longitud de cuerpo de llamas, fue de $87,8 \pm 5,6$ cm (Cuadro 1), este valor es inferior al reportado por Quispe y Condori (2013), quienes hallaron $98,9 \pm 5,1$ cm en llamas Q'ara e Intermedia de la comunidad de Challacollo, Potosí.

Según el Cuadro 1, la variable longitud de cuerpo de animal presenta el mayor valor en la región de Calientes ($88,4 \pm 12,0$ cm) respecto a la región de Quetena Grande ($87,1 \pm 10,9$ cm). Esta ligera diferencia favor de la región de Calientes se debe al tipo de pradera nativa, calidad nutricional de la pradera nativa, condiciones ambientales, sistema de pastoreo, etc.

En el Cuadro 1, se observa que las llamas hembras tuvieron una longitud de cuerpo ($89,3 \pm 11,3$ cm) superior a animales machos ($84,2 \pm 11,1$ cm). Diferencias de longitud de cuerpo entre hembras y machos también fue encontrada por Espinoza (2010), quien encontró 72,5 cm para hembras y 71,2 cm para machos. Este trabajo fue realizado en llamas Tiwtiri de la región de Huajruma, La Paz.

De acuerdo al Cuadro 1, la longitud de cuerpo de llamas adultas fue de $100,2 \pm 4,2$ cm, valor superior a los animales jóvenes y crías ($88,1 \pm 7,9$ y $76,8 \pm 5,6$ cm, respectivamente), este resultado es consistente con el trabajo de Parra (1999), en un estudio en llamas de Charaña, La Paz, también encontró que la longitud de cuerpo de animales adultos (76,8 cm) era ligeramente superior al de jóvenes (76,5 cm) y mucho mayor al de crías (69,1 cm).

En la interacción región por sexo, las hembras de la región de Quetena Grande obtuvieron una longitud de cuerpo de $87,6 \pm 11,1$ cm, este valor es ligeramente menor a las hembras de Calientes ($90,8 \pm 11,5$ cm), sin embargo esta diferencia no es significativa estadísticamente (Cuadro 1). Mientras los animales machos de Quetena Grande obtuvieron una longitud de cuerpo ($86,0 \pm 10,9$ cm) superior a los machos de Calientes ($82,3 \pm 11,4$ cm). Esta superioridad se debe al mayor desarrollo corporal y peso vivo de llamas adultas de Quetena Grande, la cual es sustentada por factores genético-ambientales.

Ancho de anca

El ancho de anca del animal fue influenciado significativamente ($p < 0,01$) por la edad y la interacción sexo por edad, mientras que la interacción región por sexo sólo tuvo un efecto significativo ($p < 0,05$). El promedio general de ancho de anca de llamas T'amphulli fue de $21,5 \pm 1,2$ cm, superior al conseguido por Espinoza (2010), quien obtuvo 19,7 cm en

llamas Tiwtiri de la región de Huajruma, La Paz (Cuadro 1).

Según el Cuadro 1, las llamas adultas obtuvieron un ancho de anca de $24,4 \pm 1,2$ cm, superior al registrado por llamas jóvenes ($21,8 \pm 1,5$ cm) y crías ($18,7 \pm 1,3$ cm), estas diferencias también fueron encontradas por Quispe y Condori (2013) en llamas Q'ara e Intermedia de la comunidad de Challacollo, Potosí, obteniendo un ancho de anca de $28,0 \pm 1,5$ cm para adultos, $26,3 \pm 1,2$ cm para jóvenes y $19,8 \pm 1,5$ cm para crías.

En la interacción región por sexo, las llamas hembras de la región de Quetena Grande obtuvieron un ancho de anca de $21,1 \pm 2,8$ cm, valor inferior a las llamas del mismo sexo de la región de Calientes ($22,4 \pm 2,3$ cm). Entre tanto, las llamas machos de Quetena Grande tuvieron similar resultado a las llamas machos de Calientes ($20,9 \pm 3,2$ y $20,8 \pm 2,7$ cm, respectivamente) (Cuadro 1).

Con relación a la interacción sexo por edad, las crías de llamas hembras obtuvieron un ancho de anca de $18,9 \pm 1,1$ cm, ligeramente superior a las crías machos ($18,3 \pm 1,6$ cm), esta diferencia no es significativa ($p > 0,05$). En tanto, las hembras jóvenes tuvieron un ancho de anca ($22,5 \pm 1,3$ cm) superior a los machos de la misma edad ($20,8 \pm 1,1$ cm). En adultos, los machos presentaron un ancho de anca de $25,3 \pm 1,5$ cm, este valor es superior al de las hembras ($24,2 \pm 1,1$ cm) (Cuadro 1).

Cuadro 1. Valores promedios y diferencias significativas de perímetro torácico, altura a la cruz, altura a la grupa, longitud de cuerpo, ancho de anca, longitud de cuello y peso vivo según efectos principales

Efectos principales	Perímetro torácico (cm)	Altura a la cruz (cm)	Altura a la grupa (cm)	Longitud de cuerpo (cm)	Ancho de anca (cm)	Longitud de cuello (cm)	Peso vivo (kg)
	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$
Región							
Quetena Grande	89,1 $\pm$ 12,7 a	87,7 $\pm$ 7,7 a	89,8 $\pm$ 7,9 a	87,1 $\pm$ 10,9 a	21,0 $\pm$ 2,9 a	48,4 $\pm$ 4,8 a	54,7 $\pm$ 22,2 a
Calientes	95,1 $\pm$ 13,3 a	89,2 $\pm$ 7,7 a	91,5 $\pm$ 7,9 a	88,4 $\pm$ 12,0 b	21,9 $\pm$ 2,5 a	49,7 $\pm$ 5,7 a	58,7 $\pm$ 19,4 b
Sexo							
Hembras	93,6 $\pm$ 13,0 a	89,3 $\pm$ 7,3 a	91,5 $\pm$ 7,6 a	89,3 $\pm$ 11,3 a	21,8 $\pm$ 2,6 a	50,0 $\pm$ 5,0 a	58,2 $\pm$ 20,5 a
Machos	89,0 $\pm$ 13,6 b	86,6 $\pm$ 8,3 a	88,6 $\pm$ 8,4 a	84,2 $\pm$ 11,1 b	20,9 $\pm$ 2,9 a	46,8 $\pm$ 5,2 b	53,4 $\pm$ 21,5 a
Edad							
Crías	78,2 $\pm$ 5,6 a	81,0 $\pm$ 4,7 a	82,9 $\pm$ 4,9 a	76,8 $\pm$ 5,6 a	18,7 $\pm$ 1,3 a	44,4 $\pm$ 3,4 a	36,3 $\pm$ 5,9 a
Jóvenes	93,1 $\pm$ 5,6 b	89,0 $\pm$ 4,5 b	91,2 $\pm$ 4,6 b	88,1 $\pm$ 7,9 b	21,8 $\pm$ 1,5 b	49,2 $\pm$ 3,2 b	54,8 $\pm$ 8,9 b
Adultos	107,6 $\pm$ 4,5 c	96,7 $\pm$ 2,4 c	99,2 $\pm$ 2,4 c	100,2 $\pm$ 4,2 c	24,4 $\pm$ 1,2 c	54,5 $\pm$ 3,0 c	82,6 $\pm$ 8,7 c
Región x Sexo							
Quetena G.x Hembras				87,6 $\pm$ 11,1 a	21,1 $\pm$ 2,8 a	48,9 $\pm$ 4,3 a	
Quetena G.x Machos				86,0 $\pm$ 10,9 a	20,9 $\pm$ 3,2 a	47,6 $\pm$ 5,7 a	
Calientes x Hembras				90,8 $\pm$ 11,5 a	22,4 $\pm$ 2,3 b	51,1 $\pm$ 5,5 a	
Calientes x Machos				82,3 $\pm$ 11,4 b	20,8 $\pm$ 2,7 a	46,1 $\pm$ 4,7 b	
Sexo x Edad							
Hembras x Crías					18,9 $\pm$ 1,1 a		36,9 $\pm$ 5,2 a
Hembras x Jóvenes					22,5 $\pm$ 1,3 b		57,6 $\pm$ 9,6 b
Hembras x Adultos					24,2 $\pm$ 1,1 c		80,9 $\pm$ 7,4 c
Machos x Crías					18,3 $\pm$ 1,6 a		34,8 $\pm$ 7,7 a
Machos x Jóvenes					20,8 $\pm$ 1,1 d		51,0 $\pm$ 6,4 d
Machos x Adultos					25,3 $\pm$ 1,5 e		89,5 $\pm$ 10,9 e

Crías: Animales menores a 1 año de edad; Jóvenes: Llamas de 1 y 2 años de edad; Adultos: Animales de 3 y mayor a 3 años de edad; kg: Kilogramo; cm: Centímetro; X: Media; SD: Desviación estándar; abcde: Letras diferentes dentro de cada factor y variables de respuesta significan diferencias significativas ($p < 0,05$).

Longitud de cuello

Sobre la longitud de cuello del animal, hubo influencia altamente significativa ($p < 0,01$) de sexo, edad e interacción región por sexo. El promedio general de la longitud de cuello de llamas T'amphulli fue de $49,1 \pm 3,0$ cm (Cuadro 1), este valor es inferior al reportado por Parra (1999), encontrando un promedio de longitud de cuello de 54,5 cm en llamas de Charaña, La Paz.

Según el Cuadro 1, la longitud de cuello de llamas hembras fue de $50,0 \pm 5,0$ cm, estadísticamente superior a las llamas machos ($46,8 \pm 5,2$ cm). Una diferencia de longitud de cuello a favor de llamas hembras en la región de Charaña, La Paz, también fue obtenida por Parra (1999), quien reporta una longitud de cuello de 54,7 cm para llamas hembras y 53,7 cm para animales machos.

De acuerdo al Cuadro 1, las llamas adultas obtuvieron una longitud de cuello de $54,5 \pm 3,0$ cm, superior al registrado por llamas jóvenes ($49,2 \pm 3,2$ cm) y crías ($44,8 \pm 3,4$ cm). Esta misma tendencia fueron halladas por Quispe y Condori (2013), registrando $59,1 \pm 3,0$ cm para llamas adultas, $56,8 \pm 2,9$ cm para animales jóvenes y $46,8 \pm 2,6$ cm para crías.

En la interacción región por sexo, las hembras de la región de Quetena Grande obtuvieron una longitud de cuello de $48,9 \pm 4,3$ cm, valor ligeramente inferior a las hembras de Calientes ($51,1 \pm 5,5$ cm), esta diferencia no es significativa ($p > 0,05$) (Cuadro 1). Mientras, los machos de Quetena Grande tuvieron una longitud de cuello ($47,6 \pm 5,7$ cm) superior a los machos de la región de Calientes ($46,1 \pm 4,7$ cm).

Peso vivo

El peso vivo del animal fue influenciado significativamente ($p < 0,01$) por la edad y la interacción sexo por edad; el factor región

sólo tuvo un efecto significativo ($p < 0,05$). El promedio general del peso vivo de animal fue de $56,8 \pm 7,2$ kg (Cuadro 1), este valor es superior al reportado por Espinoza (2010) quien encontró un promedio general de 51,9 kg en llamas Tiwtiri de la región de Huajrumba, La Paz.

El peso vivo de llamas de la región de Calientes ($58,7 \pm 19,4$ kg) fue significativamente superior al peso vivo de llamas de la región de Quetena Grande ($54,7 \pm 22,2$ kg) (Cuadro 1). Posiblemente esta diferencia se debe al tipo de pradera nativa, calidad nutricional de la pradera nativa, condiciones ambientales, sistema de pastoreo, etc.

De acuerdo a la información referida en el Cuadro 1, las llamas adultas tuvieron un promedio de peso vivo de $82,6 \pm 8,7$ kg, este valor es significativamente superior a los animales jóvenes y crías que obtuvieron $54,8 \pm 8,9$ y $36,3 \pm 5,9$ kg, respectivamente, este resultado es consistente con otros trabajos de investigación. En efecto, Quispe y Condori (2013), en un estudio en llamas Q'ara e Intermedia de la comunidad de Challacollo, Potosí, también encontraron que el peso vivo de animales adultos ($121,4 \pm 12,6$ kg) era superior a las llamas jóvenes ($99,7 \pm 10,3$ kg) y crías ($43,7 \pm 8,1$ kg).

En la interacción sexo por edad, las crías hembras obtuvieron un peso vivo promedio de $36,9 \pm 5,2$ kg, valor ligeramente superior a las crías machos ($34,8 \pm 7,7$ kg), esta diferencia no es significativa ($p > 0,05$) (Cuadro 1). En tanto, las hembras jóvenes tuvieron un peso vivo ($57,6 \pm 9,6$ kg) superior a los machos de la misma edad ($51,0 \pm 6,4$ kg). En adultos, los machos ($89,5 \pm 10,9$ kg) presentaron un mayor peso con relación al de las hembras ($80,9 \pm 7,4$ kg).

Características físicas de fibra de llamas T'amphulli

Diámetro de fibra

El diámetro de fibra tuvo efecto altamente significativo ($p < 0,01$) de región, edad del animal y tratamiento (descerda y sin descerda). El promedio general obtenido fue de $20,8 \pm 2,2 \mu\text{m}$ (Cuadro 2). Este valor es muy similar al reportado por Quispe (2002), quien encontró un diámetro promedio de $20,5 \pm 2,3 \mu\text{m}$, en llamas de diferentes tipos de animal, edad, sexo y color de la región de Sur Lipez, Potosí.

Las llamas T'amphulli de la región de Calientes obtuvieron un diámetro promedio de fibra de $20,4 \pm 2,5 \mu\text{m}$, valor inferior a las llamas T'amphulli de Quetena Grande ($21,2 \pm 2,2 \mu\text{m}$) (Cuadro 2). Esta diferencia a favor de la región de Calientes, probablemente se debe a las mejores condiciones de pradera nativa, debido a una mayor precipitación pluvial.

De acuerdo al Cuadro 2, el diámetro de fibra de crías ($20,0 \pm 1,6 \mu\text{m}$) fue similar estadísticamente a las llamas jóvenes ($20,6 \pm 2,6 \mu\text{m}$) e inferior a los animales adultos ($21,9 \pm 2,7 \mu\text{m}$). Esta misma diferencia también fue obtenida por Pilco (2004) en llamas Q'ara, T'amphulli e Intermedia de las regiones de Quetena y Tomave del departamento de Potosí, encontrando diferencias de diámetro de fibra en animales de diferente edad ($21,1 \mu\text{m}$ para llamas de un año de edad y $23,6 \mu\text{m}$ para llamas de tres años de edad). El diámetro menor de fibra en llamas jóvenes, posiblemente se debe a factores anatómo-fisiológicos, mayor densidad folicular y, mayor actividad de los folículos secundarios que tienden a producir fibras más finas que los folículos primarios (Carpio, 1991).

Según los Cuadros 2, el diámetro promedio de fibra descerda fue de $20,1 \pm 2,0 \mu\text{m}$, menor al registrado para fibra sin descerda ($21,5 \pm$

$2,0 \mu\text{m}$). Estos resultados son inferiores al reportado por Pilco (2004), en llamas de la región de Quetena del departamento de Potosí ($21,5 \pm 6,1 \mu\text{m}$, para fibra descerda y $22,5 \pm 6,2 \mu\text{m}$ para fibra sin descerda). El menor diámetro de la fibra descerda, se debe al proceso de extracción de las cerdas o pelos fuertemente medulados al que fue sometido la muestra de fibra.

Porcentaje de medulación

Sobre el porcentaje de fibras meduladas, hubo efecto altamente significativo ($p < 0,01$) de región y tratamiento. El promedio porcentual de fibras meduladas fue de $17,2 \pm 11,2 \%$ (Cuadro 2), este valor es ligeramente inferior al reportado por Iñiguez *et al.* (1996), quienes encontraron un porcentaje de medulación de $19,6 \%$ (considerando fibras con medulación continua y totalmente meduladas) en llamas de la región de Sur Lipez, Potosí.

De acuerdo al Cuadro 2, el porcentaje de fibras meduladas de la región de Calientes ($15,2 \pm 11,2 \%$), fue inferior a la región de Quetena Grande ($19,3 \pm 11,0 \%$). Esta diferencia se debe al menor número de folículos primarios por milímetro cuadrado de folículos totales (primarios y secundarios) que poseen las llamas de la región de Calientes, cabe mencionar que los folículos primarios tienden a producir fibra más gruesa. Este parámetro tiene su importancia en la tinción de fibra blanca, ya que las fibras meduladas no absorben totalmente las sustancias colorantes con la misma capacidad de las fibras no meduladas y parcialmente meduladas.

El porcentaje de medulación de fibra descerda fue de $14,2 \pm 10,2 \%$, inferior al registrado para fibra sin descerda ($20,0 \pm 11,5 \%$) (Cuadros 2). Estos resultados son ligeramente superiores a los reportados por Quispe (2002) para llamas de la región de Sur Lipez, Potosí ($12,0 \pm 0,9 \%$, para fibra descerda y $17,3 \pm 0,9 \%$ para

fibra sin descender). El menor porcentaje de medulación de la fibra descendera, se debe al proceso de extracción de las cerdas, las cuales se caracterizan generalmente por tener una médula continua y ancha.

Factor de confort

El factor de confort fue influenciado significativamente ($p < 0,01$) por la región y tratamiento; el factor edad sólo tuvo un efecto significativo ($p < 0,05$). El promedio general del factor de confort fue de $94,8 \pm 4,7 \%$ (Cuadro 2), esto significa que existen $94,8 \%$ de fibras por debajo de $30 \mu\text{m}$, por tanto esta calidad de fibra no producirá efecto de picazón en contacto con la piel una vez transformada en una prenda textil. Cabe mencionar que por encima del 92% de factor de confort, se pueden elaborar prendas que estén en contacto con la piel como chalinas y camisas, esto coincide que las únicas calidades de fibra de llama que pueden aplicarse a estas prendas son la Extra Fina (menor a $19 \mu\text{m}$) y la Fina (19 a $22,7 \mu\text{m}$). Asimismo, por debajo del 90% de factor de confort se pueden confeccionar prendas de protección como sweaters, abrigos, mantas, etc.

Con relación a la región, las llamas T'amphulli de Calientes presentaron un factor de confort superior ($95,6 \pm 6,4 \%$) a

los animales de Quetena Grande ($94,0 \pm 5,3 \%$) (Cuadro 2). Esta diferencia a favor de la región de Calientes, probablemente se debe a las mejores condiciones de pradera nativa y al carácter genético de las llamas para producir fibra fina.

Las crías de llamas T'amphulli obtuvieron un factor de confort ($95,8 \pm 3,8 \%$) superior a las llamas jóvenes y adultas ($94,9 \pm 5,4$ y $93,6 \pm 7,9 \%$ respectivamente) (Cuadro 2). El mayor factor de confort de fibra en animales jóvenes, se debe a factores anatomo-fisiológicos, mayor densidad folicular y, mayor actividad de los folículos secundarios que tienden a producir fibras más finas que los folículos primarios que producen pelos gruesos (Carpio, 1991).

Según el Cuadro 2, el factor de confort de fibra descendera fue de $98,2 \pm 2,3 \%$, este valor es superior a la fibra sin descender ($91,4 \pm 6,4 \%$). Quispe y Condori (2013), en llamas Q'ara e Intermedia de la comunidad de Challacollo, Potosí, reportan valores inferiores de factor de confort de fibra descendera ($92,4 \pm 5,8 \%$) y sin descender ($85,4 \pm 9,1 \%$) con relación al presente estudio. El mayor factor de confort de fibra descendera, se debe al proceso de extracción de las cerdas o pelos gruesos (mayor a $30 \mu\text{m}$) al que fue sometido la muestra de fibra de llamas T'amphulli.

Cuadro 2. Valores promedios y diferencias significativas de diámetro de fibra, porcentaje de medulación, factor de confort y longitud de mecha según efectos

Efectos principales	Diámetro (μm)	Porcentaje de medulación (%)	Factor de confort (%)	Longitud de mecha (cm)
	$\bar{x} \pm \text{SD}$	$\bar{x} \pm \text{SD}$	$\bar{x} \pm \text{SD}$	$\bar{x} \pm \text{SD}$
Región				
Quetena Grande	21,2 $\pm$ 2,2 a	19,3 $\pm$ 11,0 a	94,0 $\pm$ 5,3 a	11,8 $\pm$ 3,1 a
Calientes	20,4 $\pm$ 2,5 b	15,2 $\pm$ 11,2 b	95,6 $\pm$ 6,4 b	13,8 $\pm$ 5,2 a
Sexo				
Hembras	20,9 $\pm$ 2,5 a	17,5 $\pm$ 10,8 a	94,5 $\pm$ 6,4 a	12,9 $\pm$ 4,7 a
Machos	20,7 $\pm$ 2,2 a	16,3 $\pm$ 12,3 a	95,6 $\pm$ 4,3 a	12,6 $\pm$ 3,6 a
Edad				
Crías	20,0 $\pm$ 1,6 a	17,7 $\pm$ 10,9 a	95,8 $\pm$ 3,8 a	10,5 $\pm$ 1,4 a
Jóvenes	20,6 $\pm$ 2,6 a	16,8 $\pm$ 11,4 a	94,9 $\pm$ 5,4 ab	13,9 $\pm$ 2,3 b
Adultos	21,9 $\pm$ 2,7 b	16,9 $\pm$ 11,6 a	93,6 $\pm$ 7,9 b	14,6 $\pm$ 6,6 b
Tratamiento				
Sin descordar	21,5 $\pm$ 2,6 a	20,0 $\pm$ 11,5 a	91,4 $\pm$ 6,4 a	---
Descordado	20,1 $\pm$ 2,0 b	14,2 $\pm$ 10,2 b	98,2 $\pm$ 2,3 b	---
Región x edad				
Quetena G. x Crías				10,6 $\pm$ 1,2 a
Quetena G. x Jóvenes				14,2 $\pm$ 1,6 b
Quetena G. x Adultos				11,6 $\pm$ 4,9 ab
Calientes x Crías				10,4 $\pm$ 1,8 a
Calientes x Jóvenes				13,7 $\pm$ 2,7 b
Calientes x Adultos				16,4 $\pm$ 6,9 d

Crías: Animales menores a 1 año de edad; Jóvenes: Llamas de 1 y 2 años de edad; Adultos: Animales de 3 y mayor a 3 años de edad; μm : Micras; %: Porcentaje; X: Media; SD: Desviación estándar; abcde: Letras diferentes dentro de cada factor y variables de respuesta significan diferencias significativas ($p < 0,05$)

Longitud de mecha

Sobre la longitud de mecha, hubo influencia altamente significativo ($p < 0,01$) de edad e interacción región por edad. La longitud de mecha promedio obtenida fue de $12,8 \pm 3,9$ cm (Cuadro 2), este valor es superior al reportado por Parra (1999), quien obtuvo 10,3 cm en llamas de la región de Charaña.

Según el Cuadro 2, la longitud de mecha en crías ($10,5 \pm 1,4$ cm), fue inferior a los animales jóvenes y adultos ($13,9 \pm 2,3$ y $14,6 \pm 6,6$ cm, respectivamente). Al respecto Quispe (2013), en llamas T'amphulli de la comunidad de Milluni, Cochabamba, también obtuvo una menor longitud de mecha para jóvenes (12,1 cm) en comparación a llamas adultas (15,5

cm). Esta diferencia posiblemente se debe a factores genético ambientales que rigen el crecimiento continuo de la fibra a partir de los folículos pilosos.

En la interacción región por edad (Cuadro 2), las crías de Quetena Grande tuvieron una longitud de mecha similar a las crías de Calientes ($10,6 \pm 1,2$ y $10,4 \pm 1,8$ cm, respectivamente). Entre tanto, los animales jóvenes de Quetena Grande obtuvieron una longitud de mecha ($14,2 \pm 1,6$ cm) ligeramente superior a los animales jóvenes de Calientes ($13,7 \pm 2,7$ cm). Sin embargo, las llamas adultas de Quetena Grande presentaron una longitud de mecha ($11,6 \pm 4,9$ cm) inferior a los animales de Calientes ($16,4 \pm 6,9$ cm), debido a una mayor proporción de animales esquilados.

Variabilidad de color de vellón de llamas T'ampulli

mayor posibilidad de combinación de colores naturales.

Según el Cuadro 3, las llamas T'ampulli de la región de Quetena Grande, presentaron mayor variabilidad de color de fibra (13 colores) con relación a las llamas de Calientes (8 colores), permitiendo a la manufactura textil

Los 13 fenotipos de colores definidos o enteros encontrados en el presente estudio, constituyen un recurso zoogenético valioso para la conservación y posterior mejoramiento genético de llamas T'ampulli.

Cuadro 3. Variabilidad de color de fibra en las regiones de Quetena Grande y Calientes

Color de fibra	Quetena Grande		Calientes	
	n	(%)	n	(%)
Blanco	10	21,3	0	0,0
LFX (crema claro)	1	2,1	0	0,0
LFY (crema medio)	1	2,1	5	10,0
LFZ (crema oscuro)	8	17,0	17	34,0
Café Claro	10	21,3	13	26,0
Café Medio	5	10,7	6	12,0
Café Oscuro	1	2,1	2	4,0
Negro	1	2,1	0	0,0
Rosillo Claro	2	4,3	0	0,0
Rosillo Medio	4	8,5	3	6,0
Rosillo Oscuro	1	2,1	0	0,0
Gris Claro	2	4,3	2	4,0
Gris Medio	1	2,1	2	4,0
Total	47	100,0	50	100,0

Conclusiones

Los resultados obtenidos en la caracterización morfológica de llamas fueron: el factor región tuvo un efecto significativo solamente en la variable longitud de cuerpo del animal. La interacción región por sexo tuvo efectos significativos en las variables: longitud de cuerpo, ancho de anca y longitud de cuello. El factor sexo tuvo un efecto significativo en las variables zoométricas: perímetro torácico, longitud de cuerpo y longitud de cuello. El factor edad tuvo un efecto significativo en todas las variables estudiadas. El peso vivo de llamas T'ampulli de la región de Calientes, presentó el mayor valor respecto a la región de Quetena Grande. Las llamas adultas tuvieron un peso vivo superior a los animales jóvenes y crías.

Con relación a las características físicas de la fibra, el factor región tuvo un efecto significativo en las variables: diámetro de fibra, porcentaje de medulación y factor de confort. Las llamas de la región de Calientes presentaron valores inferiores de diámetro de fibra, menor contenido de fibras meduladas y mayor factor de confort, respecto a las llamas de Quetena Grande. El factor edad tuvo un efecto significativo en las variables: diámetro de fibra y factor de confort. Las crías presentaron valores inferiores de diámetro de fibra y superiores de factor de confort, respecto a las llamas jóvenes y adultas. Sobre la longitud de mecha, hubo influencia significativa de edad e interacción región por edad. Las crías presentaron una longitud de mecha inferior con relación a los animales jóvenes y adultos.

El proceso de descordado tacto-visual mejoró la calidad de la fibra de llama en razón del menor micronaje en el diámetro de fibra, menor contenido de fibras meduladas y mayor factor de confort, permitiendo la obtención de hilados y prendas finales de excelente calidad. Las llamas de Quetena Grande presentaron mayor variabilidad de color que las llamas de Calientes, permitiendo a la manufactura textil mayor posibilidad de combinación de colores naturales.

Las llamas T'amphulli conservadas en condición *in situ* en las regiones de Calientes y Quetena Grande, presentan características sobresalientes en finura de fibra (20,1 μm), porcentaje de medulación (14,2 %), factor de confort (98,2 %) y longitud de mecha (12,8 cm).

Referencias Citadas

- America Society for Testing of Materials (ASTM) (1982). Standard test method for diameter of wool and other animal fibers by microproyección (D 2130-78). Textiles, fibers and zippers. Philadelphia U.S.A., 497-507 pp.
- Carpio, M. (1991). Aspectos tecnológicos de la fibra de los camélidos andinos. En Novoa C. y Florez A. Producción de rumiantes menores: Alpaca. Lima Perú. 297-359 pp.
- Espinoza, M. (2010). Caracterización zoométrica, productiva y efectos de factores ambientales en llamas (*Lama glama* L.) del ecotipo tiwtiri. (Tesis de licenciatura). Universidad Mayor de San Andrés. La Paz, Bolivia. 110 p.
- FAO (2007). La situación de los recursos zoogenéticos mundiales para la alimentación y la agricultura – resumen, editado por Dafydd Pilling & Barbara Rischkowsky. Roma, Italia. (En línea). Recuperado de www.fao.org.
- Iñiguez, I., Alem, R., Waver, A. y Mueller, J. (1996). Características de la fibra de una población excepcional de llamas del Sur de Bolivia. La Paz, Bolivia. Boletín informativo, ABOPA.
- Martínez, Z. (1994). Características de la calidad y determinación de zonas corporales de muestreo más representativas del vellón de llamas. (Tesis de licenciatura). Universidad Mayor de San Simón. Cochabamba, Bolivia. 96 p.
- Parra, G. (1999). Evaluación del potencial productivo de la llama (*Lama glama*), en la quinta sección municipal Charaña. Cochabamba, Bolivia. (Tesis de licenciatura). Universidad Mayor de San Simón. Cochabamba, Bolivia. 99 p.
- Pilco, S. (2004). Efecto del descordado manual sobre la calidad de fibra de llama. (Tesis de licenciatura). Universidad Mayor de San Andrés. La Paz, Bolivia. 80 p.
- Quispe, J. (2002). Clasificación y caracterización de fibra de llamas criadas en el altiplano sur de Bolivia. (Tesis de licenciatura). Universidad Mayor de San Andrés. La Paz, Bolivia. 78 p.
- Quispe, J. (2013). Caracterización de fibra de llamas T'amphulli conservadas en condición *in situ* en la región de Calientes - Bolivia. En Conservación y manejo de recursos genéticos para la seguridad y soberanía alimentaria en Bolivia. Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal – Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras (INIAF-MDRyT). La Paz, Bolivia. 1(1). 21-24 pp.

Quispe, J. y Condori G. (2013). Caracterización de llamas conservadas en condición *in situ* en la comunidad de Challacollo, región intersalar de Uyuni, Potosí - Bolivia. En Conservación y manejo de recursos genéticos para la seguridad y soberanía alimentaria en Bolivia. Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal – Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras (INIAF-MDRyT). La Paz, Bolivia. 1(2). 67-75 pp.

SENAMHI (1999). Servicio Nacional de Meteorología y Hidrología. Estación Morochata, provincia Ayopaya. Cochabamba, Bolivia.