Animal Genetic Resources Information, 2009, 45, 71–78. © Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2009
doi:10.1017/S1014233909990368

Estudio demográfico de los atributos morfológicos y productivos en poblaciones de llamas (*Lama glama*) de la provincia de Jujuy, Argentina

M.V.H. Hick[1], H.E. Lamas[1,2], J. Echenique[3], A. Prieto[1], M.F. Castillo[1] y E.N. Frank[1]

[1]Red SUPPRAD, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Católica de Córdoba, Argentina; [2]EEA INTA Abra Pampa, Provincia de Jujuy, Argentina; [3]Subsecretaría de Desarrollo Rural y Agricultura familiar, San Salvador de Jujuy, Argentina

Resumen

La población de llamas (*Lama glama*) del altiplano argentino y sur boliviano reúne características especiales en relación al resto de la especie. Si bien se ha establecido el interés de esta población como recurso genético no se han realizado muchos trabajos que describan sus características productivas. En este trabajo se establecieron relaciones entre edad, sexo, morfología de los animales, color de capa (patrones pigmentarios y diseño de manchas) y calidad de la fibra (grados de finuras y diámetros medios, tipos de vellón o estilos y color de mecha) de las tropas de seis áreas del norte del altiplano de la provincia de Jujuy (143 tropas, 10.760 animales). Utilizando un diseño experimental de conglomerados se calcularon frecuencias de los distintos caracteres y coeficientes de correlación entre los mismos. Se llegaron establecer relaciones marcadas entre los tipos de vellón y entre la morfología de los animales y tipos de vellón; tipos de vellón y finura, tipos de vellón y patrones de pigmentación, relación entre diseño de la mancha blanca y finura. Se puede concluir que las tropas estudiadas componen una población de camélidos domésticos con alto potencial de producción de fibra y grandes posibilidades de transformación por medio de los programas de mejoramiento genético.

Palabras claves: *camélidos, fibra, fenotipos de color, tipo de vellón, color de vellón, finura*

Summary

The population of llamas (*Lama glama*) from Argentina and southern Bolivia high altitude plateau (altiplano) meets special characteristics in relation to the rest of this species. While interest in this population has been established as a genetic resource many works have not been done describing their productive attributes. In this paper, the relationships between age, sex, animal morphology, coat colours (pigmentation patterns and white spot design), fibre quality (degree of fineness and mean fibre diameters, fleece types or styles and colours) of flocks in six areas of the northern of the province of Jujuy altiplano (143 flocks, 10760 animals) were established. Using a clusters experimental design, frequencies of the different characters and correlation coefficients between them were calculated. Relationships between fleece types, morphology of animals and fleece types between them, fleece types and fineness, fleece types and pigmentation patterns, the relationship between white spot design and fineness was established. It can be concluded that the domestic camelids populations studied here were composed of animals with high fibre production potential and have great possibilities for improvement through breeding programs.

Keywords: *camelids, fibre, colour phenotypes, fleece types, fleece colour, fineness*

Résumé

La population de lamas (*Lama glama*) des hauts plateaux Argentins et Sud-Boliviens (altiplano) réunit des caractères particuliers par rapport au reste de l'espèce. Si l'intérêt de cette population comme ressource génétique a été bien établie, peu de travaux ont été réalisés pour décrire ses caractéristiques de production. Dans cette étude ont été démontrées des relations entre l'âge, le sexe, la morphologie des animaux, la couleur du pelage (patron pigmentaire et disposition des taches blanches), la qualité de la fibre (degré de finesse et diamètre moyen des fibres, types ou styles et couler de toison) de troupeaux, dans six zones du nord de l'altiplano de la province de Jujuy (143 troupeaux, 10760 animaux). Les fréquences des différents caractères et les coefficients de corrélation entre ces derniers ont été calculés en utilisant une conception expérimentale de conglomérats. Cela a permis d'établir des relations entre les différents types de toisons, entre la morphologie des animaux et le type de toison, entre le type de toison et la finesse des fibres, entre le types de toison et les modèles de pigmentation, et entre la disposition des taches blanches et la finesse des fibres. On peut en conclure que les troupeaux étudiés sont composés d'une population de camélidés domestiques dotés d'un haut potentiel de production de fibres et de grandes possibilités de modification de ce dernier, à travers de programmes d'amélioration génétique.

Mots-clés: *camélidés, fibre, phénotypes de la couleur, types de toison, couleur de la toison, finesse*

Presentado: 1 Agosto 2009; aceptado: 29 Agosto 2009

Correspondence to: M.V.H. Hick, Red SUPPRAD, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Católica de Córdoba, Obispo Trejo 323, X50001YG, Córdoba, Argentina. email: mic@uccor.edu.ar

Introducción

Los estudios de poblaciones de animales domésticos se realizan habitualmente para establecer criterios de clasificación que permitan separar razas o grupos genéticos, como los trabajos realizados en España en caprinos (Herrera, Rodero, Gutierrez, Peña and Rodero, 1996) o en equinos (Jordana y Parés, 1999). Un inventario de recursos genéticos domésticos, por otra parte, es necesario para iniciar su conservación y manejo racional (FAO, 1983) y el establecimiento de una clasificación del stock genético animal doméstico en población tradicional o primaria, razas estandarizadas y/o líneas, permite una mejor comprensión de la dinámica de los cambios que la población sufre a lo largo del tiempo (Lauvergne, 1982).

Un primer intento de establecer dicha clasificación en camélidos sudamericanos domésticos se estableció inicialmente en Europa (Lauvergne, 1994), con la anuencia de la FAO (Fernandez-Baca, 1994) y se trasladó luego a la población de llamas argentinas (Lauvergne, 1996). Dichos estudios establecen la existencia de poblaciones primarias en los Camélidos sudamericanos y especialmente en la población de llamas argentinas. Renieri, Frank, Rosati y Macias Serrano (2008) sugieren que dichas poblaciones responderían a una raza primaria o arcaica caracterizada por una gran variabilidad sobre todo de caracteres visibles, no observándose aún evidencias de la existencia de razas estandarizadas o razas propiamente dichas.

Frank, Wehbe y Tecchi (1991) proponen la realización de relevamientos poblacionales en Camélidos denominándola a dicha metodología como "Estructura Poblacional". Posteriormente Lauvergne, Frank y Hick (1997) revisan y discuten dicha metodología con el objetivo principal de poder caracterizar y clasificar las poblaciones en las que se realiza el estudio demográfico. La connotación práctica y trascendente resultante de un estudio demográfico es que permite obtener un diagnóstico sobre la oferta poblacional fundamentalmente en lo que respecta a producción de fibra y oferta de animales como material genético disponible para compra-venta (Frank, 1996). Por tanto, partiendo de establecer parámetros poblacionales e interrelaciones entre variables de producción y efectos que modifican esta oferta poblacional y solamente desde un punto de vista fenotípico, se pueden establecer conclusiones genéticas (primariedad), de nivel tecnológico y ubicaciones geográficas (Frank, Hick, Lamas and Wehbe, 1996).

Se hipotetiza que existen variaciones importantes en las frecuencias de los caracteres estudiados y se observan correlaciones entre los atributos productivos, determinados por la calidad de la fibra, con la correspondientes modificaciones debidas a la morfología del animal y estadísticas vitales de las tropas estudiadas.

Los estudios anteriores a este trabajo partieron de poblaciones experimentales controladas por tanto el uso de poblaciones naturales en su propia área de supervivencia y producción puede brindar información real sobre las interrelaciones que existen entre las variables y situaciones estudiadas (Lauvergne, Renieri and Audiot, 1987). Ello es particularmente importante en las condiciones difíciles del altiplano. Estudios demográficos anteriores en poblaciones naturales fueron realizados en las provincias de Catamarca y de Jujuy (Argentina) y publicados parcialmente por Frank y Wehbe (1993), Frank *et al.* (1996) y Frank (2001).

El objetivo de este trabajo es realizar un estudio demográfico analizando la frecuencia y las relaciones entre caracteres descriptivos de estadísticas vitales (edad y sexo), atributos morfológicos y atributos productivos o caracteres de calidad de la fibra (color, finura y tipos de mecha) en tropas de diferentes áreas en la provincia de Jujuy, Argentina.

Materiales y método

Áreas de estudio

Se tomaron seis áreas de estudio en el extremo noroeste de la provincia de Jujuy, Argentina (Figura 1): Cieneguillas (Área I), Abrapampa (Área II), Timón Cruz (Área III), Rinconada (Área IV), Cusi Cusi (Área V) y Cangrejillos (Área VI). Todas estas áreas de estudio se encuentran entre los 3.500 y 4.500 m.s.n.m. en el altiplano jujeño y con un área de cobertura total de 13.200 km^2. Dichas áreas están comprendidas por cuatro departamentos de la mencionada provincia: Santa Catalina, Rinconada, Cochinoca y Yavi. Las existencias informadas por el último Censo Nacional Agropecuario del año 2002 son 109.412 animales y según dicho censo la casi totalidad de las mismas se encuentran en los cuatro departamentos.

Las áreas de estudio incluidas en el presente trabajo son el resultado de relevamientos realizados es sucesivos períodos entre desde 1991 y 1997 (Áreas I a V) por Frank *et al.* (1996) y Frank (2001). A dichos relevamientos, en el presente trabajo se incorpora los relevamientos realizados entre 2007 y 2008 (Área VI) observándose en la Figura 2 una de las tropas incluidas.

Obtención de la información

Para la obtención de datos sobre las tropas se eligió un sistema de encuesta que consiste en muestreos por conglomerados, considerando cada tropa como tal y aleatorizando las tropas a estudiar sobre la base de una línea de marcha que se conoce como de la 'margarita' o de 'rueda de carro' (Lauvergne, 1996) y que consiste en iniciar la marcha de un punto determinado (usualmente un paraje, escuela, etc.) y describiendo una figura como un pétalo de flor en algunos casos y en otros avanzando en línea recta como los rayos de una rueda. Se muestrearon las tropas cuyos corrales, puestos y/o viviendas de los propietarios, se tocaban en la marcha. Dado lo escarpado del terreno en algunas ocasiones los animales se concentraban en corrales accesibles luego de realizar el sorteo. En todos

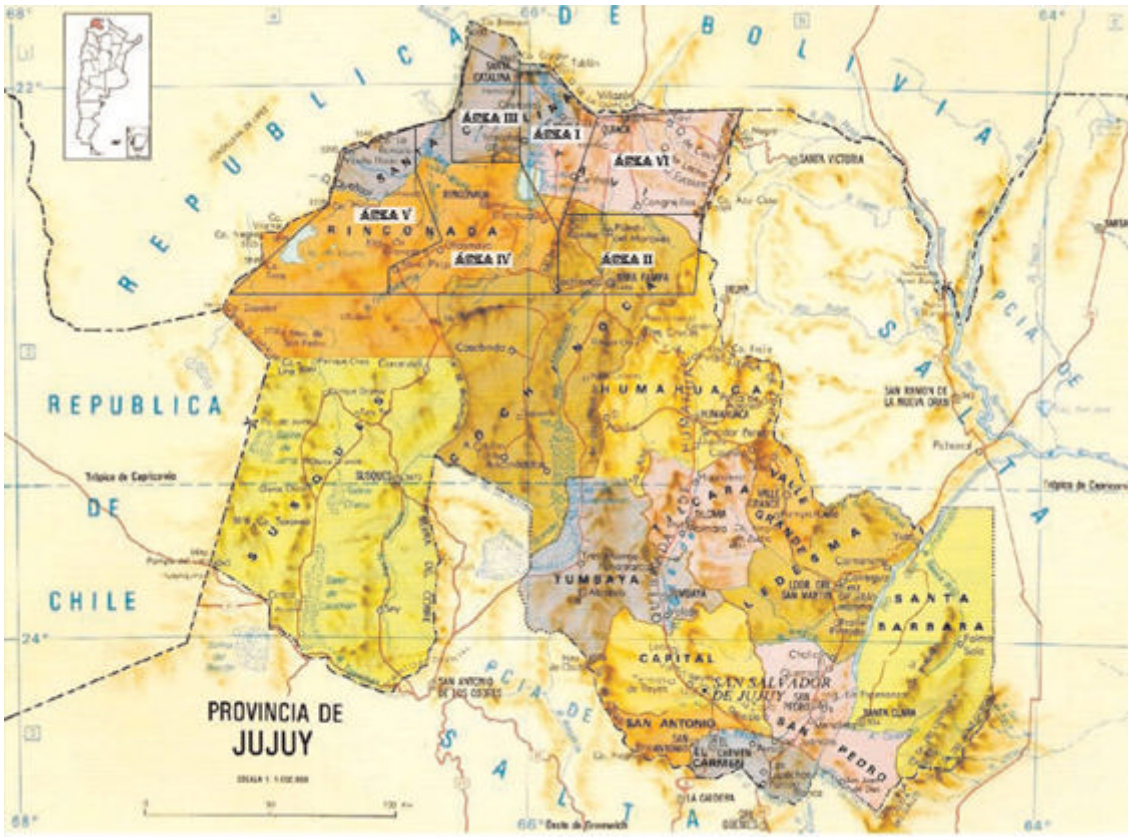


Figura 1. Áreas de estudio en la Provincia de Jujuy, Argentina.

los casos se atrapaban todos los animales encerrados (salvo las crías de corta edad) sin seleccionar ninguno de ellos por ningún método, dado que esto no asegura la aleatorización por las condiciones de trabajo imperantes. Se relevaron 143 tropas en total con 10.760 animales y se muestrearon 9.103 lo que representa el 82,5 del efectivo y un tamaño promedio de tropa de 71,9 individuos.

En una planilla de campo se colocaba la información resumida de la siguiente manera: ubicación geográfica, tamaño efectivo de la tropa (presente y declarado por el propietario), categorías de edades, sexo, morfotipo del animal, patrón pigmentario, diseño de la mancha blanca, tiempo de crecimiento del vellón y condición corporal del animal.



Figura 2. Tropa de llama relevada en el Área de Cangrejillos, Provincia de Jujuy, Argentina.

Las categorías de edades solo se establecieron sobre grandes grupos: tekes o crías, maltones o juveniles, adultos y viejos o seniles. El morfotipo del animal se estableció sobre la base de la cobertura del vellón, perfil fronto-nasal, tipo de cabeza (incluidas las orejas) como: llama carguera o 'kcara', llama lanuda, alpacuna e intermedia entre carguera y 'kcara' de acuerdo a los criterios establecidos por Maquera Llano (1991) y parcialmente adaptadas a lo establecido en Morales Zenteno (1997) tratando de no dejarse interferir por el tipo de vellón como le sucede a este autor. Los fenotipos de color (patrones pigmentarios y tipos de mancha) se establecieron a campo de acuerdo a lo descripto por Frank (2001) y resumidos en Frank, Hick, Gauna, Lamas, Renieri and Antonini (2006).

De los animales relevados se tomó una muestra estandar de fibra de la región central del costillar y fueron remitidas al Laboratorio de Fibras Animales de la Red SUPPRAD con sede en la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Católica de Córdoba. El procesamiento básico consiste en lavar y clasificar las muestras por los criterios de calidad de fibra. Los tipos de vellón se determinaron en el laboratorio también de acuerdo a los determinado en Frank (2001) y analizado y discutidos en Frank, Hick and Adot (2007). El color de mecha se determinó de acuerdo a cartilla comercial y a la cartilla de suelos de Munsell cuando hizo falta. Y la finura se determinó clasificando las muestras de acuerdo a lo informado en Frank (1996) registrando además el diámetro medio.

Evaluación estadística

El diseño utilizado para realizar la encuesta, el agrupamiento y análisis descriptivo de los datos constó de un procedimiento de muestreo probabilístico por conglomerados donde cada tropa seleccionada fue un conglomerado o 'cluster' cumpliendo con el requisito de ser excluyentes y exhaustivos y realizándose la estimación de acuerdo a este tipo de diseño (Cochran, 1977). Esta metodología se había establecido previamente al comprobar mayor variación dentro de las tropas que entre las distintas tropas tomadas al azar, al comparar frecuencias de tipos de vellón y morfología de animales (Lamas, H.E. comunicación personal).

Para cada carácter estudiado se calcularon las respectivas frecuencias relativas para tropa, área de estudio y totales. Debido a la falta de normalidad se recurrió a estadística no paramétrica. Luego se determinó una matriz de correlaciones de Spearman entre los caracteres de interés: morfotipo, patrón pigmentario, tipos mancha, color de mecha, clases de finura y tipo de mecha donde algunos de los caracteres fueron resumidos. La evaluación de su significancia individual fue realizada mediante la metodología de Bonferroni. Se utilizó para el procesamiento de la información el programa SPSS (SSPS Inc., 1999).

Resultados y discusión

Las áreas estudiadas concentran gran parte de las existencias de llamas de los cuatro departamentos relevados de la provincia de Jujuy (Lamas, H.E., comunicación personal) y el número de animales estudiados es del 10%. De acuerdo a la metodología de conglomerados parece ser lo suficientemente importante el número como para obtener confianza en las frecuencias establecidas en las distintas características (Cochran, 1977). No obstante, se debe aclarar que no se poseían datos sobre esquemas de apareamientos y que siendo algunas tropas muy próximas entre sí es posible que tengan relación genética entre ellas, por lo tanto no se puede asumir apareamientos ni independientes ni menos aleatorios no siendo válidas desde un punto de vista genético las observaciones realizadas (Hartl and Clark, 1996).

Los resultados obtenidos tienen solo valor fenotípico poblacional y como se muestra en la Tabla 1 sirven para determinar la oferta poblacional en lo que respecta a categorías de animales, morfotipos, distribución de fenotipos de color, colores comerciales, tipos de vellón y calidades de fibra clasificadas por finura. En todos los casos las frecuencias son confiables por la metodología utilizada y por la cantidad de animales muestreados reflejándose en el error estándar bajo estimado. Respecto a las estadísticas vitales hay que aclarar que la frecuencia baja de crías (tekes) no reflejan tasas reproductivas ya que en las épocas de muestreos dicha categoría no se encuentra presente. Las llamas presentan una gestación de casi un año de duración y en el área de estudio las pariciones son estacionales ocurriendo entre diciembre y enero. Por tanto aun no hay madres paridas y las crías del año anterior ya pasan a la categoría de maltón.

Llama la atención la frecuencia baja de los morfotipos pelado o kcara si se los compara con los lanudos e intermedios y en este caso coincide con lo observado en anteriores trabajos (Frank *et al.*, 1996; Frank, 2001). Algo similar sucede con las frecuencias de los morfotipos alpacunos. En la distribución de los patrones de color de capa resulta alta la frecuencia de patrones no identificados por la presencia de la mancha blanca (blancos totales y manchas regulares e irregulares), siendo los tipos cara y extremidades negra, tapado claro o feomelático y tapado oscuro o eumelánico los más numerosos. Mientras tanto los patrones de coloración raros como el oscuro y claro ('Doberman'), el panza negra ('Badger face') y el raya de mula resultan de muy baja frecuencia como sucede en casi todas las especies de rumiantes domésticos (Renieri, C. y Lauvergne, J.J., comunicación personal). En los colores comerciales resulta destacada la alta frecuencia del blanco (puro y combinado) que supera el 40%, coincidente con la ausencia de patrones y presencia de mancha blanca. Le siguen en importancia los colores combinados como el castaño, el tostado y el marrón rojizo ('chumpe') con casi un 30% acumulado, siendo lo primero aún menor de lo que se encontró en otros trabajos y fundamentalmente más alta la presencia del último color (Frank, 1996). Esto estaría indicando que no se observa en forma general un efecto marcado de 'blanqueo' y que los criadores no han sufrido presiones de la industria para dicho proceso y buscan colores uniformes en sus tropas como sucede en otras partes del país como en la provincia de Catamarca (Frank y Wehbe, 1993).

Para el caso de los tipos de vellón se observan frecuencias similares en los tres principales tipos de vellón donde el simple capa no lustre (SC) representa un poco mas del 40%, se observa una importante presencia de los vellones simple capa lustres (HL y L) con un 20% aproximado y aun se conserva una importante cantidad de vellones de doble capa y capa intermedia (35% aprox.). Esto sería debido, por un lado quizás, por la misma razón expuesta para los colores (Frank, 1996) para la mayoría de las áreas estudiadas pero para el caso de otras como la de Cieneguillas (I), si existiría un proceso de selección en contra de vellones doble capa e inclusive a favor de los lustres. Lo mas relevante en este estudio son las frecuencias altas de los vellones superfinos y finos (<25 μm) donde entre ambos superan el 80% siendo esto ya señalado desde los primeros trabajos (Frank et al, 1996) y aun mas marcado en éste estudio con la inclusión del área de Cangrejillos (VI). El diámetro medio ponderado resultante es de 22,34 mμ para el total de las áreas relevadas.

En la Tabla 2 se presentan las correlaciones de Spearman obtenidas al comparar las frecuencias entre morfotipo, patrón pigmentario, tipos mancha, color de mecha, clases

Tabla 1. Distribuciones de frecuencia relativa (FR%) y error estándar (E.E.) de Edad y Sexo (estadísticas vitales), Morfotipo, Patrón pigmentario y Tipo de mancha (Fenotipo de color de capa), Color de Mecha (puros y combinados), Tipo de Mecha y Finura junto a Rango de clases (μm) y Diámetro Medio (DMT, μm) en las tropas estudiadas.

Edad	**FR %**	**E.E.**	**Sexo**	**FR %**	**E.E.**	**Morfotipo**	**FR %**	**E.E.**
Teke	3,82	0,20	Hembra	71,60	0,47	Pelado	4,81	0,22
Maltón	42,31	0,52	Macho	17,02	0,39	Intermedio	37,02	0,51
Adulto	48,78	0,52	Capón	11,38	0,33	Lanudo	55,50	0,52
Viejo	5,09	0,23				Alpacuno	2,68	0,17
Patrón pigmentario	**FR %**	**E.E.**	**Tipo de mancha**	**FR %**	**E.E.**			
No definido	25,92	0,46	Ausente	25,01	0,45			
Eumelánico	15,73	0,38	Blanco Total	16,55	0,39			
Doberman	1,17	0,11	Marcas	8,60	0,29			
Cara negra	29,77	0,48	Regular	16,43	0,39			
Raya de mula	1,26	0,12	Irregular	26,89	0,46			
Panza negra	1,52	0,13	Uniforme	6,52	0,26			
Silvestre	6,71	0,26						
Feomelánico	17,93	0,40						
Color de mecha puro	**FR %**	**E.E.**	**Color de mecha combinado**	**FR %**	**E.E.**	**Tipo de mecha**	**FR %**	**E.E.**
Blanco	30,02	0,48	Blanco	11,16	0,33	Doble capa	26,89	0,48
Castaño claro	1,07	0,11	Castaño	11,45	0,33	Capa Intermedia	10,03	0,12
Castaño	3,45	0,19	Tostado	6,42	0,26	Simple Capa	42,50	0,13
Tostado	3,65	0,20	Marrón	10,21	0,32	Hemi Lustre	18,02	0,26
Marrón	1,36	0,12	Café	3,42	0,19	Lustre	2,55	0,40
Café claro	1,32	0,12	Gris	3,78	0,20			
Café oscuro	1,48	0,13	Gris rojizo	4,55	0,22			
Negro	2,63	0,17	Entrepelado	0,38	0,06			
			Pintado	3,64	0,20			
Finura	**FR %**	**E.E.**	**Rango de clase (μm)**	**DMT (μm)**	**E.E.**			
Súper Fino	50,24	0,52	<21,9	20,28	0,06			
Fino	33,42	0,49	22,0 a 24,9	23,14	0,07			
Mediano	14,44	0,37	25,0 a 29,9	26,79	0,09			
Grueso	1,83	0,14	>30,0	34,38	0,59			
Diámetro medio ponderado (μm)				22,34	0,12			

de finura y tipo de mecha. Para este análisis los caracteres patrón pigmentario, tipos mancha y color de mecha se resumieron como figura en al pie de la Tabla 2.

Las correlaciones entre morfotipo y tipo de mecha parecen confirmar lo observado en llamas bolivianas (Morales Zenteno, 1997) y peruanas (Maquera Llano, 1991) en el sentido que kcara o pelada e intermedia con doble capa están positiva y significativamente asociados (r_s = 0,259 y r_s = 0,412 respectivamente), no así con simple capa que son no significativos (r_s = −0,167 y r_s = −0,184 respectivamente). El morfotipo lanudo y el tipo simple capa de igual manera están asociados en forma significativa (r_s = 0,191) y negativamente con doble capa (r_s = −0,387). Los tipos lustres (L y HL), a pesar de que tienen frecuencias bajas, correlacionan también positivamente con el morfotipo lanudo (r_s = 0,469) y negativamente con el morfotipo intermedio (r_s = −0,500) no siendo significativa la correlación con el morfotipo kcara o pelado (r_s = −0,186). Los tipos lustres y hemilustres son el único tipo de mecha que correlaciona significativamente con el morfotipo alpacuno (r_s = 0,385). Todo ello permite pensar que los tipos de mecha no son producidos por todos los tipos de animales y existe alguna asociación entre estos caracteres.

La interrelación entre los tipos de vellón parece marcar una tendencia significativa del aumento de frecuencias de simple capa (TMSC) que va acompañado de una disminución concomitante de doble capa + capa intermedia (TMDC) (r_s = −0,528). Igual comportamiento tienen los lustres + hemilustres (TML) con relación a doble capa + capa intermedia (TMDC) y con relación a simple capa (TMSC) (r_s = −0,587 y r_s = −0,229 respectivamente).

Por otra parte las finuras se relacionan muy poco con los tipos de vellón, siendo solo significativas las frecuencias de lustre en relación positiva con finuras medianas y gruesas (r_s = 0,240 y r_s = 0,272 respectivamente). Esta observación resulta importante para ser aplicada a la industria textil que supone que los tipos doble capa son gruesos y los tipos lustres son más finos (von Bergen, 1996; Vinella, 1994). Por otra parte, aunque se afirma que en las Alpacas los animales portadores de vellones Suri

Tabla 2. Correlaciones de Spearman (r_s) obtenidas entre las frecuencias de las distintas características de interés.

	MP	MI	ML	MA	CMP	CMD	FSF	FF	FM	FG
MP	–									
MI	0,155 ns	–								
ML	−0,293**	−0,943**	–							
MA	0,183 ns	−0,195*	0,046 ns	–						
CMP	−0,093 ns	−0,385**	0,446**	−0,060 ns	–					
CMD	0,094 ns	0,385**	−0,446**	0,061 ns	−1,000**	–				
FSF	−0,189 ns	0,191 ns	−0,179 ns	−0,110 ns	0,087 ns	−0,087 ns	–			
FF	0,134 ns	−0,138 ns	0,113 ns	0,113 ns	−0,169*	0,169*	−0,863**	–		
FM	0,183 ns	−0,182 ns	0,193*	0,138 ns	−0,080 ns	0,079 ns	−0,882**	0,601**		
FG	0,095 ns	−0,420**	0,384**	0,041 ns	0,171 ns	−0,173 ns	−0,522**	0,279**	0,527**	–
TMDC	0,259**	0,412**	−0,387**	−0,150 ns	0,282**	−0,281**	0,036 ns	−0,088 ns	−0,031 ns	−0,077 ns
TML	−0,186 ns	−0,500**	0,469**	0,385**	−0,078 ns	0,076 ns	−0,147 ns	0,090 ns	0,240**	0,272**
TMSC	−0,167 ns	−0,184 ns	0,191*	−0,077 ns	−0,170*	0,171*	0,043 ns	0,064 ns	−0,151 ns	−0,144 ns
P0	−0,042 ns	−0,667**	0,617**	0,224*	−0,142 ns	0,143 ns	−0,302**	0,269**	0,263**	0,306**
P1	0,087 ns	−0,260**	0,319**	0,031 ns	0,269**	−0,268**	−0,429**	0,277**	0,528**	0,294**
P3	0,099 ns	0,397**	−0,373**	−0,042 ns	0,227*	−0,228*	0,208*	−0,146 ns	−0,215*	−0,217*
PA	−0,020 ns	0,464**	−0,427**	−0,314**	0,083 ns	−0,084 ns	0,341**	−0,286**	−0,396**	−0,220*
M0	−0,077 ns	0,128 ns	−0,095 ns	−0,183 ns	0,429**	−0,430**	0,152 ns	−0,071 ns	−0,247*	−0,200*
M1	−0,005 ns	0,375**	−0,423**	0,026 ns	−0,628**	0,627**	−0,007 ns	0,085 ns	−0,019 ns	−0,193*
MT	0,143 ns	−0,322**	0,365**	−0,004 ns	0,202*	−0,200*	−0,149 ns	0,025 ns	0,222*	0,265**
	TMDC	**TML**	**TMSC**	**P0**	**P1**	**P3**	**PA**	**M0**	**M1**	**MT**
TMDC	–									
TML	−0,587**	–								
TMSC	−0,528**	−0,229**	–							
P0	−0,428**	0,387**	0,311**	–						
P1	0,098 ns	0,163 ns	−0,129 ns	0,220*	–					
P3	0,386**	−0,303**	−0,278**	−0,668**	−0,163 ns	–				
PA	0,123 ns	−0,259**	−0,018 ns	−0,714**	−0,505**	0,222*	–			
M0	0,341**	−0,213*	−0,199*	−0,418**	0,092 ns	0,419*	0,242*	–		
M1	−0,041 ns	−0,101 ns	0,061 ns	−0,083 ns	−0,381**	−0,064 ns	0,069 ns	−0,135 ns	–	
MT	−0,132 ns	0,129 ns	0,106 ns	0,277**	0,301**	−0,128 ns	−0,175 ns	−0,548**	−0,653**	–

Morfotipo: kcara o pelada (MP), intermedio (MI), lanudo (ML) y alpacuno (MA); Color de mecha: pigmentada (CMP) y despigmentada (CMD); Clases de Finura: superfino (SF), fino (F), mediano (M) y grueso (G); Tipo de mecha: doble capa + capa intermedia (DC), simple capa (SC) y lustre + hemilustre (L); Patrones pigmentarios: no definido (P0), eumelánico (P1), cara y/o extremidades negras (P3), doberman + raya de mula + panza Negra + silvestre + feomelánico (PA). Tipo de mancha: ausente (M0), blanco total (M1), marcas + regular + irregular + uniforme (MT).

(Lustre) son menos resistentes a las inclemencias climáticas (Calle Escobar, 1982), en las regiones estudiadas existen llamas con este tipo de vellón aún presentando condiciones climáticas particularmente rigurosas.

Los patrones pigmentarios y el diseño de la mancha blanca muestran diferentes correlaciones y significancias con los tipos de vellón. Se observan asociaciones significativas para los tres tipos y el patrón cara y/o extremidades negras (P3) y ausencia de mancha (M0), siendo positiva para TMDC ($r_s = 0{,}386$ y $r_s = 0{,}341$ respectivamente) y negativa para TML ($r_s = -0{,}303$ y $r_s = -0{,}213$ respectivamente) y para TMSC ($r_s = -0{,}278$ y $r_s = -0{,}199$ respectivamente). Las asociación con el patrón no identificado (P0) registra un comportamiento inverso, siendo negativa para TMDC ($r_s = -0{,}428$) y positiva para TML y TMSC ($r_s = 0{,}387$ y $r_s = 0{,}311$ respectivamente). Este comportamiento se debe a que la mayor posibilidad de identificación del patrón pigmentario se registra en animales sin presencia de manchas. Otra asociación negativa significativa observada ($r_s = -0{,}259$) es entre TML y la sumatoria de los patrones pigmentarios menos frecuentes (PA). Ello sería consecuencia de la introducción reciente de reproductores, como producto de las acciones de un programa de mejoramiento que conlleva, junto con el tipo de vellón, un fenotipo de color determinado (Frank, 2001). El resto de las asociaciones entre patrones pigmentarios y el diseño de la mancha blanca con los tipos de vellón no son significativas.

Con respecto a la finura se observan correlaciones significativas y negativas entre las clases de finura mayores y los tipos de mancha uniformes: totalmente blancos (M1) ($r_s = -0{,}193$ para FG) y ausencia total de mancha (M0) ($r_s = -0{,}247$ para FM y $r_s = -0{,}200$ para FG). Por otra parte

se observan correlaciones significativas positivas con los animales con el resto de tipo de manchas (MT) (r_s = 0,222 para FM y r_s = 0,265 para FG). Para las finuras menores (FSF y FF) no se observa ninguna asociación con correlaciones significativas. En cuanto a los patrones pigmentarios se observa un comportamiento inverso entre los patrones P0 y P1 y demás patrones (P3 y PA) en cuanto a su asociación con finura. Para finura FSF existen correlaciones significativas negativas para P0 y P1 (r_s = −0,302 y r_s = −0,429 respectivamente) mientras que para P3 y PA son positivas (r_s = 0,208 y r_s = 0,341 respectivamente). Y para dichos patrones y las finuras mayores (FF, FM y FG) las asociaciones son inversas. Al igual que para lo morfotipos y los tipos de mecha, lo observado aquí permite señalar que las clases de finura y los fenotipos de color no son producidos por todos los tipos de animales y existe alguna asociación entre estos caracteres.

Finalmente se pueden señalar otras correlaciones significativas e interesantes existentes para el color de la mecha con los tipos de mecha: para mechas pigmentadas (CMP) existen correlaciones significativas positiva con TMDC (r_s = 0,282) y negativa con TMSC (r_s = −0,170) siendo inversa la situación para mechas despigmentadas (CMD). En cuanto a los morfotipos se observan solo correlaciones significativas con MI y ML: r_s = −0,385 y r_s = 0,446 en CMP y valores inversos para CMD. Las correlaciones existentes para color de mecha con los fenotipos de color se explican por su relación biológica (Frank, 2001).

Las distribuciones de frecuencia de los caracteres de efecto visibles estudiados y sus correlaciones, explicarían la condición de población o raza primaria que Lauvergne (1996) y Renieri *et al*. (2008) sugieren para este tipo de población que incluiría algunas de las tropas aquí estudiadas (Figura 2) y que las acciones de mejoramiento estarían modificando dicha situación.

Conclusión

La variación de las frecuencias de los caracteres en las tropas de las áreas estudiadas es alta. Se encuentran relaciones marcadas entre las frecuencias de tipos de mecha y morfología, tipos de mecha entre sí, tipos de mecha y finuras, tipos de mecha y patrones de pigmentación, tipos de mecha y diseño de la mancha blanca y patrones de pigmentación y calidad de la fibra.

Las 143 tropas estudiadas en el altiplano de la Provincia de Jujuy pueden ser incluidas en la categorización de población primaria por la variación relativamente uniforme de las características visibles evaluadas, aunque una conclusión más fuerte se podría obtener si se utilizara metodología específica como la de índices de primariedad o arcaísmo y si se realiza un análisis de la variación entre las diferentes áreas de estudio. Sería además necesario verificar a través de nuevos muestreos si existieron modificaciones en las frecuencias y relaciones encontradas y los factores que pudieran ser los causantes.

Referencias

Calle Escobar, R. 1982. Producción y Mejoramiento de los Camélidos Sudamericanos. Banco Agrario del Perú (Ed.), Lima, Perú, 334p.

Cochran, W. 1977. Técnicas de muestreo. Compañia Ed. Cont. SA., México. 510p.

FAO (Food an Agriculture Organization), 1983. Animal genetic resources conservation by managment, banks and training. FAO, Rome, *Anim. Prod*. paper 44(1): 186.

Fernandez-Baca, S. 1994. Genetic erosion on Camelidae. *Boletín de Informacion sobre Recursos Genéticos Animales (FAO-UNEP)*, 14, 97–105.

Frank, E.N. 1996. Genetic improvement of fibre production in South American Domestic Camelids. An approach for the Argentinian population. In: Gerken, M. and Renieri, C. (Eds) *Proc. 2nd European Symposium on South American Camelids*. pp. 15–38.

Frank, E.N. 2001. Descripción y análisis de la segregación de fenotipos de color y tipos de vellón en llamas argentinas. Tesis de doctorado (UBA).

Frank, E.N., Wehbe, V.E. y R. Tecchi (cord.). 1991. Programa Camélidos. Primer informe de avance. Consejo Federal de Inversiones. 110p.

Frank, E.N. y Whebe, V.E. 1993. Producción y comercialización de fibras de Camélidos domésticos en Argentina. En: Mueller, J.P. Taller sobre producción y comercialización de fibras especiales. pp. 81–96.

Frank, E.N., Hick, M.V.H. and Adot, O. 2007. Descriptive differential attributes of type of fleeces in Llama fiber and its textile consequence. 1-Descriptive aspects. *The Journal of the Textile Institute* 98: (3): 251–259.

Frank, E.N., Hick, M.V.H., Gauna, C.D. Lamas, H.E., Renieri, C. and Antonini, M. 2006. Phenotypic and Genetic description of fibre traits in South American Domestic Camelids (Llamas and Alpacas). *Small Ruminant Research, Camelids special issue*. Vol. 61(2–3): 103–119.

Frank, E.N., Hick, M.V.H., Lamas, H.E. and Whebe, V.E. 1996. A demographic study on commercial characteristics of fleece in Argentine domestic camelids (CAD) flocks. In: Gerken, M. and Renieri, C. (ed.) *2nd European Symposium on South American Camelids*. pp 51–64.

Hartl, D.L. and Clark, A.G. 1996. Principles of Population Genetics. 3rd. Ed. Sinauer Assoc., Inc. Massachusetts, USA. 542p.

Herrera, M., Rodero, E., Gutierrez, M.J.; Peña, F. and Rodero, J.M. 1996. Application of multifactorial discriminant analysis in the morphostructural differentiation of Andalusian caprine breeds. *Small Ruminant Reserach* 22: 39–47.

Jordana, J. y Parés, P.M. 1999. Relaciones genéticas entre razas ibéricas de caballos utilizando caracteres morfológiocos (prototipos raciales). *Bol. de Inf. sobre Rec. Gen. Anim. FAO and UNEP*. 26: 75–94.

Lauvergne, J., Renieri, C. and A. Audiot. 1987. Estimating erosion of phenotypic variation in a French traditional goat population. *J. Hered*., 78: 307–314.

Lauvergne, J.J. 1982. Gentics in animal population after domestication: the consequences for breed conservation. *2nd World Conf. Gen. Appl. Liv. Prod., Madrid*: 6: 77–87.

Lauvergne, J.J. 1994. Characterization of domesticated genetic resources of American Camelids: a new approach. In: Gerken, M. and Renieri, C. (Eds) *Proc. European Symposium on South American Camelids*. pp. 59–65.

Lauvergne, J.J. 1996. Clasificación de los recursos genéticos de los mamíferos domésticos con extensión a los Camélidos Sudamericanos. En: Frank, E.N. y Renieri, C. (ed.) *Actas 1º Seminario Int. de Cam. Sud. domésticos*. pp. 59–67.

Lauvergne, J.J., Frank, E.N. y Hick, M.V.H. 1997. Dinámica de la población de Camélidos. En: Primer infirme de Avance del Proyecto SUPPREME (UE-DGXII-INCO). Work-package C: p. 2–3.

Maquera Llano, E. 1991.Persistencia fenotípica y caracterización de los tipos de Llama Kara y Lanuda. *Tesis de Mg. Sc. Prod. Anim*. UNA La Molina. Lima, Perú. 103p.

Morales Zenteno, R. 1997. *Tipos de Llama en el altiplano Boliviano*. UNEPCA (ed.) 29pp.

Renieri, C., Frank, E.N., Rosati, A. y J.A. Macias Serrano. 2008. El concepto de raza en zootecnia y su aplicación a la llama y a la alpaca. In Frank, E.N., Antonini, M. y O. Toro (Ed.) *South American camelids research*. Vol. II: 233–251. Wageningen Academic Publishers.

SSPS Inc. 1999. User Manual.

Vinella, S. 1994. The European market of South American camelid wool. In: Gerken, M. and C. Renieri. *European Symposium on South American Camelids*. pp. 155–166.

Von Bergen, W. 1963. Specialty hair fibres. Wool Handbook, Vol. 1, 3rd Ern. Interscience, 315–450.

Animal Genetic Resources Information, 2009, 45, 79–84. © Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2009
doi:10.1017/S101423390999037X

Variabilidad del color de la fibra de alpaca en la zona altoandina de Huancavelica-Perú

I. Oria[1], I. Quicaño[2], E. Quispe[3] y L. Alfonso[1]

[1]*Universidad Pública de Navarra, 31006 Pamplona, España;* [2]*Desco Huancavelica, Huancavelica, Perú;* [3]*PROCASUD, Universidad Nacional de Huancavelica, Huancavelica, Perú*

Resumen

En este trabajo se describe la variabilidad de colores de fibra existente en las poblaciones de alpacas de la región de Huancavelica, Perú. También se analiza la estructura poblacional, la incidencia de defectos y la calidad de la fibra. Se caracterizaron 2341 animales de 22 rebaños de siete comunidades con alpacas de color, y se analizó la calidad de fibra de una pequeña submuestra (121 alpacas). Un 10% de los animales fueron Huarizos y sobre un 20% de color manchado. De los animales de color sólido, un 96% fueron de raza Huacaya y sólo un 4% de raza Suri. El 66% de las alpacas eran de color blanco. Los colores crema y café están bien representados, no así los negro y gris. Para la raza Suri, el problema de conservación va más allá de su coloración, estando en riesgo la propia raza. La estructura de población y la presencia de defectos parecen indicar una menor atención en el manejo de las alpacas de color que en el de las blancas. También la calidad de la fibra de los animales de color fue menor que la de los blancos, decreciendo a medida que aumentaba el tono oscuro de la fibra.

Palabras clave: *fibra, color, alpaca, camélidos, conservación*

Summary

The present work is intended to describe the variability of fibre colours in the population of alpacas from the region of Huancavelica, Peru. The population structure, the incidence of defects and the quality of the fibre, were also analysed. A total of 2341 animals from 22 flocks from seven communities with colour alpacas were characterised. The quality of fibre was analysed using a small subsample (121 alpacas). 10% of the animals were *Huarizos* and about 20% of stained colour. 96% of the animals of solid colour were from Huacaya breed and only 4% of Suri breed. Sixty six percent of the alpacas were of white colour. The cream and coffee colours were well represented, not however the black and grey. For the Suri breed, the conservation problem goes beyond its colouration, the breed itself being at risk. The population structure and the presence of defects seem to indicate less attention in the handling of the colour alpacas than in the white alpacas. Also the quality of the fibre of the coloured animals was less than that of the white alpacas, decreasing as the dark tone of the fibre increased.

Keywords: *fibre, colour, alpaca, camelids, conservation*

Résumé

Le présent travail a été conçu pour décrire la variabilité des couleurs de la fibre de la population d'alpagas dans la région de Huancavelica, Pérou. Il analyse également la structure de la population, l'incidence des défauts et la qualité de la fibre. On a caractérisé 2 341 animaux de 22 troupeaux provenant de sept communautés ayant des alpagas de couleur et l'on a analysé la qualité des fibres en utilisant un petit sous-échantillon (121 alpagas). Dix pour cent des animaux étaient *Huarizos* et environ 20 pour cent tachetés; 96 pour cent des animaux de couleur unie provenaient de la race Huacaya et seulement 4 pour cent de la race Suri; 66 pour cent des alpagas étaient blancs. Les couleurs crème et café étaient bien représentées, mais non pas les couleurs noir et gris. Pour ce qui est de la race Suri, le problème de conservation va au-delà de sa coloration, la race même étant à risque. La structure de la population et la présence de défauts semblent indiquer une attention mineure dans la gestion des alpagas de couleur que dans la gestion des animaux blancs. La qualité de la fibre des animaux de couleur était également inférieure par rapport aux alpagas blancs, diminuant à mesure que le ton foncé de la fibre augmentait.

Mots-clés: *fibre, couleur, alpaga, conservation, camélidés*

Presentado: 14 Octubre 2008; aceptado: 13 Octubre 2009

Introducción

La cría de alpacas es una actividad básica en las zonas altoandinas económica y socialmente más deprimidas de Perú como es el caso de la región de Huancavelica (Montes *et al.*, 2008). El principal producto es la fibra. La fibra de alpaca presenta una importante variabilidad de colores, aunque su descripción no está ni mucho menos consensuada. Normalmente se habla de la existencia de 22 colores distintos (Bustinza, 2001; Renieri *et al.*, 2004), aunque industria y asociaciones de alpaqueros de dentro y fuera de Perú suelen trabajar con un número menor aunque variable de colores. Según las

Correspondence to: L. Alfonso, Universidad Pública de Navarra, 31006 Pamplona, España. email: leo.alfonsa@unavarra.es

normas técnicas peruanas (NTP, 2004) la fibra en vellón se clasifica en cinco colores básicos, blanco, crema, café, gris y negro, aunque se contemplan diversas tonalidades y combinaciones. Desde el punto de vista genético existen muchas teorías sobre la herencia del color, pero son escasos los trabajos de investigación realizados (Hart *et al.*, 2003), por lo que en realidad resulta difícil explicar los distintos colores observados.

Los rebaños de alpaca han sido seleccionados a favor del color blanco por su mayor precio de venta en el mercado, dada la preferencia mostrada por la industria por su interés en el teñido con cualquier color (Bustinza, 2001). El precio de la fibra de alpaca no sólo viene determinado por el color, sino también por su finura. La finura, expresada como diámetro medio, es el parámetro más importante para definir la calidad de la fibra (Renieri *et al.*, 2004). Se cree que el "blanqueamiento" de las alpacas ha disminuido la calidad de la fibra (Fairfield, 2006), aunque en realidad no existe acuerdo sobre la relación entre el color de la fibra y su calidad (Wuliji *et al.*, 2000; McGregor y Butler, 2004; Frank *et al.*, 2006; Lupton *et al.*, 2006).

Como consecuencia de la presión a favor de las alpacas de color blanco, ha habido una importante disminución de los animales de color, especialmente en Perú donde la selección hacia el color blanco ha sido más fuerte que en otros países andinos (Fernandez-Baca, 1994); en la actualidad, más del 80% de las alpacas de la Sierra Peruana son de color blanco (Caballero y Flores, 2004). De las dos razas de alpacas definidas, Huacaya y Suri, el problema es especialmente importante en la raza Suri, dada la importante reducción de la población sufrida años atrás y sus problemas generales de conservación (Enríquez, 2003).

La pérdida de las poblaciones de alpacas de color ha llevado a distintas acciones encaminadas al mantenimiento de los colores en la alpaca, como por ejemplo las restricciones al comercio exterior, o el mantenimiento de bancos de germoplasma de alpacas de color (Huanca *et al.*, 2007a). Afortunadamente para la conservación de la variabilidad de colores, estas acciones se están viendo últimamente reforzadas por un creciente interés de la industria por los colores naturales en lugar del uso de tintes (Bustinza, 2001; FAO, 2005). Al margen de razones económicas y de conservación genética también hay razones de tipo social que hacen importante mantener la variabilidad de color, dado que la fibra de color es una alternativa para promover y capitalizar los telares artesanales (Caballero y Flores, 2004).

El objetivo de este trabajo es describir la variabilidad del color de la fibra de alpaca actualmente existente en el corredor alpaquero de Huancavelica. Adicionalmente, pretende analizar la estructura poblacional y la incidencia de defectos en las alpacas de color entero, así como la calidad de su fibra, por comparación con las alpacas blancas.

Material y métodos

Animales y toma de datos

Se caracterizaron 2341 animales de 22 rebaños de alpacas con animales de color. Los 22 rebaños se escogieron dentro de los rebaños de siete comunidades representativas del corredor económico de los camélidos sudamericanos de Huancavelica. Se repartían entre los distritos de Pilpichaca (comunidades Carhuancho, Llillinta-Pichccahuasi y Pilpichaca), Santa Ana (comunidades Choclococha y Pucapampa) y Ascensión (comunidades Alto Andino y Cachimayo). El número de rebaños por comunidad oscilaba entre 14 (Alto Andino y Cachimayo) y 63 (Carhuancho), por lo que se escogió al azar un 10% de los rebaños de cada una de ellas para la caracterización de sus animales. Así, se consideraron entre 2 y 6 rebaños por comunidad, con un número de animales por rebaño que osciló entre 14 y 300.

Para cada animal se caracterizó la raza (Huacaya o Suri), el sexo (hembra, macho entero, macho castrado), la edad (por inspección dentaria: dientes de leche, dos dientes, cuatro dientes y boca llena), la existencia de defectos congénitos (ojos zarcos, prognatismo, polidactilia, microtia, orejas, cola, criptorquidia e hipoplasia testicular), y el color (blancos, manchados y color entero). Dentro de los colores enteros se clasificó visualmente el color siguiendo la clasificación de 12 colores, además del blanco, usada en la zona. Esa clasificación responde a los cinco colores básicos y sus tonalidades, (blanco, negro, crema -claro, medio y oscuro-, café -claro, medio y oscuro-, gris -claro, oscuro e indefinido-), a los que se añaden el marrón y el api o ruano.

En ocho rebaños se tomaron muestras de fibra de 121 animales para el análisis de su calidad de la misma forma que en Montes *et al.* (2008). El análisis se realizó en el Laboratorio del INTA Bariloche (Argentina) mediante un analizador del diámetro de fibra óptico OFDA2000 (BSC Electronics Pty Ltda., Ardross, WA, Australia), siguiendo la norma IWTO 47 (2000), así como las recomendaciones de Baxter (2001) y Peterson y Gherardi (2001). Los caracteres analizados fueron: diámetro medio, el coeficiente de variación del diámetro (%), el índice de confort (definido como el% de fibras ≤ 30 µm), la curvatura media de la ondulación (^{o}/mm), y la desviación típica de la curvatura de la ondulación (^{o}/mm).

Análisis estadístico

Se analizó la diferencia de frecuencias de sexo, edad y defectos congénitos mayoritarios agrupando los animales en dos categorías: blanco o color entero. El análisis se realizó dentro de raza mediante la prueba Chi-cuadrado (PROC FREQ, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA).

La calidad de fibra se analizó según color agrupando los animales en cuatro categorías: blanco, crema, café y

negro. El análisis de diferencias entre categorías se analizó por análisis de varianza simple haciendo comparación de medias mediante la prueba Duncan (PROC GLM, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA).

Resultados y discusión

Raza y coloración

De las 2341 alpacas caracterizadas, un 10% resultaron ser *Huarizos*, alpacas obtenidas del cruce de llama macho con alpaca hembra. Son animales que presentan un fenotipo muy similar a la llama y por tanto fácilmente distinguibles de las alpacas, cosa que no ocurre en los sucesivos cruces con alpacas. Es un cruce habitual en comunidades pequeñas donde se realiza un sistema de cría mixto de alpacas y llamas (FAO, 2005). De todos modos, la hibridación entre las distintas poblaciones de camélidos sudamericanos ha sido una realidad desde el siglo XVI (Fernandez-Baca, 1994) que se ha visto acentuada, particularmente en Perú, durante las últimas décadas al perseguir una mayor productividad en fibra. Se ha llegado a estimar que un 80% de la población de alpacas es producto de algún tipo de hibridación (Kadwell *et al.*, 2001).

Un 22% de las alpacas definidas de raza Huacaya o Suri (n = 2115) fueron animales *'manchados'*, es decir de coloración no uniforme del vellón. El vellón manchado es una característica considerada como defecto en producción de fibra alpacas, y vemos que incide sobre un importante número de animales. En la región de Puno, que concentra la mayor parte de alpacas, el porcentaje de alpacas de vellón manchado oscila entre un 13% (Huanca *et al.*, 2007b) y cerca de un 30% (Cáceres y Díaz, 2007).

De los 1652 animales que presentaban coloración sólida, un 96% era de raza Huacaya (tabla 1), indicando la progresiva disminución sufrida por la raza Suri durante las últimas décadas (Fernandez-Baca, 1994). Las alpacas de raza Suri y coloración distinta del blanco supusieron sólo un 1% del total de alpacas de vellón de color entero analizadas. Es el mismo porcentaje observado en otras zonas de Perú como el distrito de Nuñoa en el departamento de Puno (Enríquez, 2003), porcentaje que indica un claro proceso de desaparición de las alpacas Suri de color en las comunidades alto andinas. Como se recoge en la tabla 1 sólo en dos de las siete comunidades se encontraron alpacas Suri de color. Estaban repartidas en seis productores distintos, pero la mitad eran de un único productor de tamaño medio (con menos de 150 alpacas) en el que por contra no estaban presentes los colores gris y negro, sólo crema y café, con sus distintas tonalidades.

Variabilidad de colores

Los colores crema y café en sus diversas tonalidades son los más frecuentes. Representan el 90% de las alpacas de color tanto en Huacaya como en Suri (tabla 2). El color negro tiene una baja presencia y el gris se puede considerar prácticamente desaparecido en la zona. La tonalidad api o ruano que se utiliza en la clasificación de colores en la región de Huancavelica puede también considerarse desaparecida, al igual que el color marrón en Suri.

Estos resultados no difieren mucho de los referidos últimamente en otros trabajos. En el documento de la FAO sobre la situación actual de los camélidos sudamericanos en Perú (FAO, 2005) se indica que los colores predominantes son los crema y café, representando cerca de un 80%, seguidos del negro (10%), el gris y el api, representando estos dos últimos menos del 5% en su conjunto. Si comparamos con trabajos recientes sobre la variabilidad fenotípica de colores en Perú, también encontramos coincidencias. Huanca *et al.* (2007a) refieren la misma prelación de colores en la población de la Estación Experimental Illpa - Anexo Quimsachata (Puno), fundada con el objetivo de mantener la variabilidad genética de las alpacas de color; los colores api y gris representan menos del 5% de los animales. Cáceres y Díaz (2007) también muestran cómo en la provincia de Lampa (Puno), el crema es el color más frecuente seguido del café, suponiendo ambos cerca del 60% de las alpacas de color entero.

Si nos fijamos exclusivamente en la raza Suri, donde la pérdida de variabilidad del color es especialmente preocupante, vemos que la situación es semejante a la descrita por Enríquez (2003) en el distrito de Nuñoa (Puno): el color predominante es el crema (56%), seguido del café (33%)

Tabla 1. Distribución (%) de las alpacas analizadas según raza, coloración del vellón y comunidad.

	Huacaya (n = 2031)				Suri (n = 84)			
	Blanco	**Color**	**Manchado**	***Total***	**Blanco**	**Color**	**Manchado**	***Total***
Alto Andino	62.5	17.3	16.3	*96.2*	3.8	0.0	0.0	*3.8*
Astobaba	59.4	18.2	21.4	*99.1*	0.9	0.0	0.0	*0.9*
Cachimayo	21.6	64.8	13.3	*99.6*	0.0	0.0	0.4	*0.4*
Carhuancho	49.7	26.9	10.4	*87.1*	7.0	3.2	2.7	*12.9*
Choclococha	53.8	11.2	34.5	*99.5*	0.3	0.0	0.2	*0.5*
Llillinta-Pichccahuasi	44.0	42.9	13.2	*100.0*	0.0	0.0	0.0	*0.0*
Pilpichaca	52.4	21.4	23.5	*97.3*	0.5	1.6	0.5	*2.7*
Total	*49.5*	*25.4*	*21.1*	*96.0*	*2.2*	*0.9*	*0.8*	*4.0*

Tabla 2. Variabilidad del color de la fibra en raza Huacaya y Suri.

	Huacaya		Suri	
	n	%	n	%
Crema claro	143	26.6	9	45.0
Crema medio	48	8.9	2	10.0
Crema oscuro	56	10.4	2	10.0
Café claro	69	12.8	2	10.0
Café medio	105	19.5	3	15.0
Café oscuro	64	11.9	0	0.0
Marrón	15	2.8	0	0.0
Api	1	0.2	0	0.0
Gris	2	0.4	0	0.0
Negro	35	6.5	2	10.0
Total	538	100	20	100

y el negro (6%), representando una vez más api y gris menos del 5%.

Sexo y edad

La frecuencia de machos es menor en Huacaya de color que en Huacaya blanca (tabla 3) lo que supone una dificultad añadida para la conservación genética de las poblaciones de color, pues significa disponer de un menor tamaño efectivo de población. Además, se observa una mayor incidencia de la castración de machos en alpacas de color que blancas, lo que agravaría la situación. En la raza Suri no se observan diferencias significativas según color. En términos relativos hay un mayor porcentaje de machos Suri de color que blancos, pero también es mayor el porcentaje de castrados. En cualquier caso, el ratio hembra : macho es bajo dada la ausencia de inseminación artificial frente a otras poblaciones domésticas, por lo que el tamaño efectivo de población no es en realidad bajo comparado con otras poblaciones a conservar. Dentro de las poblaciones de alpacas, el ratio hembra : macho observado es menor que en otras regiones peruanas (Cáceres y Díaz, 2007).

En cuanto a la edad, se puede ver como la población Huacaya de color es una población más envejecida que la blanca (tabla 4). La estructura de edades es parecida a la referida por Cáceres y Díaz (2007) en la provincia de Lampa (Puno), aunque con un mayor porcentaje de animales de cuatro dientes frente a los de boca llena.

Considerando los tres años como la edad recomendada para la reproducción en machos (Tibary y Vaughan, 2006), el intervalo generacional es mayor en alpacas de Huacayas de color que en blancas. Ese mayor intervalo, que retrasaría el progreso genético de un programa de mejora, es favorable en términos de conservación de las alpacas de color. En Suri se observa la misma tendencia, aunque no se puede hablar de diferencias entre blanco y color. Hay que decir que en general, con el escaso tamaño de población de la raza Suri, las diferencias deberían ser muy amplias para poder considerarlas significativas.

Defectos congénitos

Un 21% de los animales presentó algún tipo de defecto. Los defectos más habituales fueron la presencia de ojos zarcos (11% de los animales) y de prognatismo (8%). El resto de defectos (polidactilia, microtia, orejas, cola, criptorquidia e hipoplasia testicular) se presentó con una frecuencia inferior al 1% para cada uno de ellos. Los resultados coinciden en señalar la existencia de prognatismo y ojos zarcos como los principales defectos actuales en las poblaciones peruanas de alpacas, aunque en este trabajo se observa una mayor frecuencia de defectos que en otras regiones de Perú (Cáceres y Díaz, 2007; Huanca *et al.*, 2007b).

La incidencia de ojos zarcos es menor en alpacas de color como se desprendería de la idea de su asociación genética

Tabla 3. Distribución (%) de las alpacas analizadas según sexo y coloración del vellón (blanco vs. color) para Huacaya (n = 1585) y Suri (n = 67).

	Hembras		Machos *(% de castrados[1])*		Significación (*p*-valor)
	Blanco	Color	Blanco	Color	
Huacaya	71.0	75.5	29.0 *(2.0)*	24.5 *(8.0)*	**($p = 0.006$)
Suri	80.9	75.0	19.1 *(0.0)*	25.0 *(20.0)*	*ns*($p = 0.576$)

[1]% (machos castrados/nº total de machos).

Tabla 4. Distribución (%) de alpacas según edad y coloración del vellón (blanco vs. color) para Huacaya (n = 1585) y Suri (n = 67).

	DL[1]		2D		4D		BLL		Significación (*p*-valor)
	Blanco	Color	Blanco	Color	Blanco	Color	Blanco	Color	
Huacaya	39.8	39.4	23.1	12.1	23.3	26.0	13.8	22.5	***($p < 0.001$)
Suri	25.5	30.0	19.2	15.0	31.9	25.0	23.4	30.0	*ns*($p = 0.799$)

[1]DL: dientes de leche (<1.5 años), 2D: dos dientes (1.5–3 años), 4D: cuatro dientes (3–4 años), BLL: boca llena (>4 años).

Tabla 5. Incidencia de ojos zarcos y prognatismo según coloración del vellón (blanco vs. color) para Huacaya (n = 1585) y Suri (n = 67).

	Incidencia de ojos zarcos					Incidencia de prognatismo				
	Normal Blanco	Color	Ojos zarcos Blanco	Color	Sig. (*p*-valor)	Normal Blanco	Color	Progna-tismo Blanco	Color	Sig. (*p*-valor)
Huacaya	87.4	94.8	12.6	5.2	***($p < 0.001$)	94.3	87.7	5.7	12.3	**($p = 0.001$)
Suri	87.2	90.0	12.8	10.0	*ns*($p = 0.711$)	91.5	90.0	8.5	10.0	*ns*($p = 0.811$)

con la falta de pigmentación (tabla 5). La incidencia de prognatismo es superior en las alpacas Huacayas de color que en las blancas. No se observa lo mismo en Suri, que tiene valores semejantes aunque hay que tomar esos resultados siempre con prudencia dado el escaso número de animales de color de esa raza (tabla 5).

Calidad de la fibra

Los resultados de calidad de fibra de la alpaca Huacaya recogidos en la tabla 6 indican la existencia de asociación entre la calidad y el color de fibra. En la literatura se encuentran resultados contradictorios al respecto. Algunos trabajos indican que no existen diferencias de calidad entre colores (Wuliji *et al.*, 2000) y otros que la fibra de color negro es más fina que la blanca (Frank *et al.*, 2006). Lo mismo ocurre en otros camélidos sudamericanos (Iñiguez *et al.*, 1998; Wurzinger *et al.*, 2006). No obstante, son más los que coinciden con los resultados obtenidos en este trabajo al señalar que los colores oscuros presentan una fibra más gruesa que los claros (McGregor y Butler, 2004; Lupton *et al.*, 2006).

En la tabla 6 se puede ver como existe un gradiente hacia el engrosamiento de la fibra al pasar del blanco al crema, café y negro. Ese gradiente va acompañado con una disminución del índice de confort de la fibra y una disminución de la curvatura media y su desviación típica. Únicamente el coeficiente de variación del diámetro no indica relación con el color. Los resultados confirman plenamente los obtenidos por Lupton *et al.* (2006) al analizar en alpacas de USA, la relación entre el color y la calidad de fibra, pese a ser la calidad siempre inferior a la observada en este trabajo. Se puede afirmar por tanto que la calidad de la fibra disminuye al aumentar el tono oscuro de color en las alpacas Huacaya analizadas en este trabajo: la mejor calidad se da en fibras de color blanco y crema, siendo la fibra negra la de peor calidad y situándose con una calidad intermedia las de colores café.

Conclusiones

Los colores crema y café, y sus tonalidades, se mantienen en bastantes animales en las poblaciones de alpacas de la región de Huancavelica. No ocurre lo mismo con los colores negro y gris, este último prácticamente ausente al igual que el color api o ruano también diferenciado en la zona. En alpacas de raza Suri el problema de conservación de los colores de la fibra es preocupante, y se añade al problema de conservación de la raza en si en todo el país.

Un porcentaje importante de alpacas de la región son alpacas de vellón manchado, característica indeseada por la industria textil. El ratio hembra : macho entero es mayor en alpacas de color que en alpacas blancas. La estructura de edades indica una población algo más envejecida en alpacas de color que en alpacas blancas. El prognatismo tiene una mayor incidencia en la población de color que en la blanca. La incidencia de ojos zarcos es superior en animales de color blanco como cabía esperar por su relación con la falta de pigmentación, pero pese a todo es también relevante en animales de color. Todos estos resultados parecen indicar una menor atención en el manejo de los animales de color que en el de las alpacas blancas, probablemente ligado al menor peso económico que tienen dentro de los rebaños de las comunidades alto andinas.

La calidad de la fibra de los animales de color es claramente inferior a la de los animales blancos. No se puede concluir que exista relación causal entre el color y la calidad de la fibra dado que la selección genética realizada sobre las poblaciones de distintos colores no ha sido la misma. No obstante, se observa una relación entre la oscuridad del color de la fibra y su calidad, decreciendo esta última al ir del blanco al negro pasando por los colores crema y café.

Tabla 6. Valores medios de distintos parámetros de calidad de la fibra de alpacas Huacaya según su color (± error típico).

	Blanco (n = 34)	Crema (n = 56)	Café (n = 23)	Negro (n = 8)
Diámetro medio[1] (μm)	22.45 ± 0.53^{a}	23.91 ± 0.47^{ab}	25.36 ± 0.66^{bc}	27.10 ± 1.27^{c}
Coeficiente de variación del diámetro (%)	18.86 ± 0.39	18.80 ± 0.27	20.01 ± 0.51	19.44 ± 0.41
Índice de confort (fibras ≤ 30 μm)[1] (%)	92.52 ± 1.67^{a}	87.60 ± 1.92^{ab}	81.95 ± 3.45^{bc}	75.59 ± 5.63^{c}
Curvatura media[1] (º/mm)	36.77 ± 1.38^{a}	32.75 ± 1.01^{ab}	29.68 ± 1.51^{b}	22.83 ± 2.44^{c}
Desviación típica de la curvatura[1] (º/mm)	28.97 ± 0.89^{a}	26.59 ± 0.70^{ab}	25.29 ± 1.23^{b}	19.70 ± 1.58^{c}

[1]Medias con la misma letra no fueron significativamente distintas con $p < 0.05$.

Agradecimientos

Agradecemos la colaboración de los *alpaqueros* de Huancavelica que han participado en este estudio, así como la ayuda económica del INCAGRO-Perú, (Contrato Nro. 2006-002011), el Laboratorio de INTA-Bariloche (Argentina), y la Universidad Pública de Navarra y el Gobierno de Navarra (España).

Referencias

Baxter, B.P. 2001. On-farm classing of animals and fleches with the OFDA 2000. *Wool Tech. Sheep Breed*. 49, 133–155.

Bustinza, V. 2001. La Alpaca, conocimiento del gran potencial andino. Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Perú. 493 pp.

Caballero, W., Flores, A. 2004. La Sierra: Primera Prioridad para salir del subdesarrollo agrario. CONCYTEC. Lima, Perú. 272 pp.

Cáceres, M., Díaz, G. 2007. Estructura poblacional y variabilidad fenotípica de alpacas (*Vicugna pacos*) en el distrito de Paratia, Provincia de Lampa-Puno. *Arch. Latinoam. Prod. Anim*. 15 (Supl. 1), 480–481.

Enríquez, P. 2003. La alpaca suri de colores naturales: ¿una raza en proceso de extinción? *LEISA Revista de Agroecología* 19(3), 22–25.

Fairfield, T. 2006. The politics of livestock sector policy and the rural poor in Peru. Pro-Poor Livestock Policy Initiative (PPLPI) Working Paper No. 32, FAO, Rome. 70 pp.

FAO. 2005. Situación actual de los camélidos sudamericanos en Perú. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Roma, Italia. 62 pp.

Fernandez-Baca, S. 1994. Genetic erosion on Camelidae. *Animal Genetic Resources Information*. 14, 97–105.

Frank, E.N., Hick, M.V.H., Gauna, C.D., Lamas, H.E., Renieri, C., Antonini, M. 2006. Phenotypic and genetic description of fibre traits in South American domestic camelids (llamas and alpacas). *Small Rumin. Res*. 61, 113–129.

Hart, K.W., Baker, S.J., Skerrit, J.W., Vercoe, P.E. 2003. The gene for white fleece in alpacas is homologous to A^{WT}, the gene for white fleece in sheep. Proceedings of the Fifteenth Conference of the Association for the Advancement of Animal Breeding and Genetics, Melbourne, Australia, p. 82–85.

Huanca, T., Apaza, N., Gonzáles, M. 2007a. Experiencia del INIA en el fortalecimiento del banco de germoplasma de camélidos domésticos. *Arch. Latinoam. Prod. Anim*. 15 (Supl. 1), 186–194.

Huanca, T., Apaza, N., Sapana, R. 2007b. Defectos congénitos y hereditarios visibles en alpacas de dos zonas representativas de la región de Puno. *Arch. Latinoam. Prod. Anim*. 15 (Supl. 1), 480.

Iñiguez, L.C., Alem, R., Wauer, A., Mueller, J. 1998. Fleece types, fiber characteristics and production systems of an outstanding llama population from Southern Bolivia. *Small Rumin. Res*. 30, 57–65.

IWTO-47. 2000. Measurement of the Mean and Distribution of Fibre Diameter of Wool Using an Optical Fibre Diameter Analyser (OFDA). International Wool Textile Organisation Specifications, The Woolmark Company, Ilkley, England.

Kadwell, M., Fernandez, M., Stanley, H.F., Baldi, R., Wheeler, J.C., Rosario, R., Bruford, M.W. 2001. Genetic analysis reveals the wild ancestors of the llama and the alpaca. *Proc. Biol. Sci*. 268, 2575–2584.

Lupton, C.J., Mccoll, A., Stobart, R.H. 2006. Fiber characteristics of the Huacaya Alpaca. *Small Rumin. Res*. 64, 211–224.

McGregor, B.A., Butler, K.L. 2004. Sources of variation in fibre diameter attributes of Australian alpacas and implications for fleece evaluation and animal selection. *Aus. J. Agric. Res*. 55, 433–442.

Montes, M., Quicaño, I., Quispe, R., Quispe, E., Alfonso, L. 2008. Quality characteristics of Huacaya alpaca fibre produced in the Peruvian Andean Plateau region of Huancavelica. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 6, 33–38.

NTP. 2004. Fibra de alpaca en vellón. Normas técnicas peruanas 231.300. INDECOPI.

Peterson, A.D., Gherardi, S.G. 2001. The ability of the OFDA200 to measure fleches and sale lots on-farm. *Wool. Tech. Sheep. Breed*. 49, 110–132.

Renieri, C., Antonini, M., Frank, E. 2004. Fibre recording systems in camelids. In: *Current status of genetic resources, recording and production systems in African, Asian and American Camelids*. ICAR Technical Series 11, 131–141.

Tibary, A., Vaughan, J. 2006. Reproductive physiology and infertility in male South American camelids: A review and clinical observations. *Small Rumin. Res*. 61, 283–298.

Wuliji, T., Davis, G.H., Dodds, K.G., Turner, P.R., Andrews, R.N., Bruce, G.D. 2000. Production performance, repeatability and heritability estimates for live weight, fleece weight and fiber characteristics of alpacas in New Zealand. *Small Rumin. Res*. 37, 189–201.

Wurzinger, M., Delgado, J., Nürnmberg, M., Valle Zárate, A., Stemmer, A., Ugarte, G., Sölkner, J. 2006. Genetic and non-genetic factors influencing fibre quality of Bolivian llamas. *Small Rumin. Res*. 61, 131–139.