Caracterização fenotípica das cores da pelagem de alpacas (*Vicugna pacos*) na região de Apurímac, Peru: Uma base para a produção sustentável

*Phenotypic characterization of alpaca (*Vicugna pacos*) coat colors in the Apurimac region, Peru: A basis for sustainable production*

Victor Alberto De la Riva Ramos ¹(ORCID 0000-0002-9830-2386), Keyro Alberto Flores Meléndez ^{*1}(ORCID 0000-0002-5045-6511) & Eder Luis Ccaccya ¹(ORCID 0000-0003-4389-3163)

¹Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, Perú. Autor para correspondência: kmelendez@unamba.edu.pe

Submissão: 13/11/2023 | Aceite: 15/11/2023

RESUMO

Este estudo detalha a distribuição de alpacas de cor sólida em relação à sua raça, sexo e idade na comunidade de San Miguel de Mestizas, Apurímac. Foram avaliadas um total de 244 alpacas do genótipo Suri e 2.256 alpacas Huacaya. A determinação da cor do vellón foi realizada por observação e registrada em uma ficha de registro. Foi encontrada uma disparidade significativa na proporção de alpacas de cor sólida entre as raças Suri (10.8%) e Huacaya (89.2%), mesmo após expandir a análise para todas as alpacas. A baixa prevalência de Suri foi atribuída à sua maior vulnerabilidade em ambientes andinos, refletida em taxas de mortalidade elevadas e menor reprodução. O estudo destacou uma predominância de alpacas fêmeas (69.6%), indicando práticas de manejo centradas em machos, afetando a natalidade e a sobrevivência das crias. A análise por idade revelou desafios na reprodução, com uma escassa proporção de alpacas em etapa de dentição de leite. Em Huacaya, a preferência por vellones brancos (66.8%) foi evidente, sinalizando uma crescente demanda de vellones coloridos. As alpacas Suri mostraram uma alta proporção de fêmeas (71.2%) e uma tendência a cores sólidas, mas a diminuição de Suri de cores sólidas levanta preocupações sobre a diversidade genética. Este análise detalhada destaca desafios na gestão de populações, preferências de cores e a necessidade de preservar a variabilidade genética diante da crescente demanda de vellones coloridos em San Miguel de Mestizas.

PALAVRAS-CHAVE: Alpaca; Huacaya; Suri; fibra; cor; lã; proporções.

ABSTRACT

This study details the distribution of solid-colored alpacas in relation to their breed, gender, and age in the community of San Miguel de Mestizas, Apurímac. A total of 244 Suri genotype and 2,256 Huacaya alpacas were evaluated. Fleece color determination was carried out through observation and recorded on a registration form. A significant disparity in the proportion of solid-colored alpacas was found between Suri (10.8%) and Huacaya (89.2%) breeds, even after expanding the analysis to include all alpacas. The low prevalence of Suri was attributed to its increased vulnerability in Andean environments, reflected in higher mortality rates and lower reproduction. The study highlighted a predominance of female alpacas (69.6%), indicating management practices focused on males, impacting birth rates and offspring survival. Age-specific analysis revealed challenges in reproduction, with a limited proportion of alpacas in the milk teeth stage. In Huacaya, a preference for white fleece (66.8%) was evident, indicating a growing demand for colored fleeces. Suri alpacas showed a high proportion of females (71.2%) and a preference for solid colors, but the decline in solid-colored Suri raises concerns about genetic diversity. This detailed analysis emphasizes challenges in population management, color preferences, and the need to preserve genetic variability in the face of the growing demand for colored fleeces in San Miguel de Mestizas.

KEYWORDS: Alpaca; Huacaya; Suri; fiber; color; fleece; proportions.

INTRODUÇÃO

A alpaca é uma espécie que se adaptou ao clima e à flora da região elevada dos Andes. A maioria delas é encontrada acima de 3800 metros acima do nível do mar, em países como Peru, Chile, Bolívia e Argentina (QUISPE et al. 2009a). Elas costumam habitar em planaltos, planícies e encostas, locais que experimentam geadas e têm pouca disponibilidade de água (QUISPE et al. 2009a). No Peru, a criação de alpacas é uma atividade de grande importância econômica, mas ao mesmo tempo foi deslocada e considerada culturalmente marginalizada (ALLAIN & RENIERI 2010).

A maior concentração de alpacas está nas regiões altas dos Andes, onde existem mais de 200 mil unidades produtivas dedicadas à criação de alpacas (*Vicugna pacos*) e lhamas (*Lama glama*) (APAZA et al. 2022). Estas espécies são consideradas meios de subsistência para os habitantes da região (APAZA et al. 2022, QUISPE et al. 2009a). No Peru, estima-se que a população de alpacas ultrapasse os 3,5 milhões, e na região de Apurímac há cerca de 219 mil alpacas (MACHACA et al. 2017). Na comunidade de San Miguel de Mestizas (Aymaraes, Apurímac), há mais de 13,5 mil alpacas, o que a torna um dos principais locais de produção no departamento (MACHACA et al. 2017).

La criação de alpacas tem uma grande relevância econômica devido à produção de fibra. Atualmente, observou-se um aumento na demanda por fibras brancas, ao contrário das fibras coloridas, que têm experimentado uma redução na demanda. Essa mudança levou os criadores a optarem principalmente por criar alpacas de cor branca, deslocando assim as alpacas de cores naturais (DÍAZ & GALLEGOS 2015).

A preferência por criar alpacas brancas, em detrimento das alpacas de outras cores, implica em uma seleção forçada que resulta na perda de recursos biológicos e tem um impacto especialmente significativo na raça Suri. Essa diminuição na população de alpacas coloridas afeta tanto o futuro da espécie quanto o sustento dos produtores, comprometendo seu método de sobrevivência. Além disso, essa situação representa uma ameaça para a conservação da biodiversidade (SALAS 2015).

O color da fibra da alpaca está intimamente relacionado com o color da sua pele. Alpacas com pele de uma só cor têm uma fibra mais valorizada em comparação com aquelas que apresentam manchas ou malhas em sua pele. Essa preferência por alpacas de pele uniforme levou a uma seleção forçada que resulta na perda de biodiversidade, já que alpacas com padrões de cor diferentes são descartadas (ORIA et al. 2009). Em diversos estudos, foi possível encontrar diversas cores, tão claras quanto o branco e tão escuras quanto o preto, e entre essas tonalidades estão cores como LF, a cor vicunha, a cor café e outros 22 tons (CRUZ et al. 2021). A cor da fibra varia devido ao mecanismo de geração de seu pigmento e, na maioria das vezes, é uniforme (FLORES-ALCA et al. 2022).

Os criadores de alpacas reconhecem como cores primárias o branco, o LF (laranja claro), o café e o preto; e entre essas ainda podemos definir o branco puro, LF escuro, LF claro, branco cristalino, café claro e café avermelhado (COAQUIRA et al. 2021). É importante destacar que as populações de alpacas com fibra colorida estão diminuindo no mercado nacional e industrializado. No entanto, no mercado local, há uma alta demanda na tecelagem andina, devido à confecção de roupas e vestuário, assim como para a elaboração de trajes para festividades tradicionais. Também podemos afirmar que as crias de alpacas coloridas contribuem para uma maior rusticidade, evidenciada por uma maior sobrevivência em comparação com as alpacas brancas (BUSTINZA et al. 2021).

Foram realizados estudos para determinar a distribuição das alpacas de acordo com a cor de sua fibra. Na cidade de Lampa (Puno), constatou-se que 85,4% das alpacas pertencem à raça Huacaya, e dentro desse grupo, 88,7% são de cor branca. Outras cores presentes nesta raça são: LF (4,8%), marrom (1,8%), marrom claro (2,7%), marrom avermelhado (0,6%), marrom escuro (0,5%) e preto (0,9%). Em relação à raça Suri, observou-se que 85,1% das alpacas são de cor branca, seguido por marrom claro (3,6%), marrom avermelhado (6,7%), marrom escuro (1,6%), LF (1,5%), marrom (0,6%) e preto (1%) (3,12). Na cidade de Huancavelica (Huancavelica), determinou-se que aproximadamente 66% das alpacas são de cor branca (ORIA et al. 2009). Por outro lado, na cidade de Paratia (Puno), foi relatado que cerca de 58,5% das alpacas são completamente brancas (CÁCERES & DÍAZ 2007). Estes dados evidenciam uma clara preferência pela criação de alpacas de cor branca sólida.

As alpacas coloridas têm um valor significativo como recurso zoogenético devido à sua variabilidade e resistência. Além disso, representam um reservatório genético que pode ser utilizado em programas de melhoria da espécie. Essas alpacas também podem desempenhar um papel importante no desenvolvimento de estratégias para lidar com eventos naturais e alterações climáticas (ANELLO et al. 2022). O objetivo deste estudo é determinar a variabilidade fenotípica das cores da lã das alpacas na comunidade de San Miguel de Mestizas, localizada na província de Aymaraes, no departamento de Apurímac. Pretende-se estimar as proporções de alpacas de cor sólida, branca, manchada e conjugada, considerando os

genótipos, sexo e idade das alpacas. Além disso, serão realizadas comparações entre as proporções encontradas, analisando os diferentes fatores mencionados.

MATERIAL E MÉTODOS

Estratégia de Amostragem e Determinação do Tamanho da Amostra.

A pesquisa foi realizada na comunidade de San Miguel de Mestizas, localizada na província de Aymaraes, no departamento de Apurímac. Essa comunidade está situada a uma altitude de 4400 metros acima do nível do mar, entre as coordenadas de latitude 14°33'01" e longitude 73°21'35" (MACHACA et al. 2017). San Miguel de Mestizas está localizada em uma região natural na serra sul peruana, na zona sudoeste do departamento de Apurímac (MACHACA et al. 2017). A pesquisa foi conduzida durante o período de janeiro a março. A amostragem foi probabilística, utilizando a fórmula para populações finitas. O cálculo do tamanho da amostra foi feito por meio da fórmula $[n = (N * Z_{\alpha}^2 * p * q) / (d^2 * (N - 1)) + Z_{\alpha}^2 * p * q]$. Onde: N = 13,534, $Z_{\alpha} = 1.96$, p = 0.5, q = 0.5, d = 0.02. O resultado obtido para o cálculo do tamanho da amostra foi de 2.039 alpacas. No entanto, por razões de conveniência, decidiu-se trabalhar com uma amostra de 2.500 animais, dos quais 2.256 pertencem à raça huacaya e 244 à raça suri.

Material biológico

Camelídeos sul-americanos da espécie alpaca, tanto das raças huacaya como suri, foram incluídos no estudo sem distinção de sexo (machos e fêmeas).

Coleção de dados

Os dados foram coletados no curral de tosquia de cada produtor, começando pela contenção do animal para determinar seu sexo e idade usando a técnica de dentição. A idade foi dividida em quatro grupos: animais com dentes de leite (DL) com menos de 1,5 anos, dois dentes (2D) com idade entre 1,5 e 3 anos, quatro dentes (4D) com idade entre 3 e 4 anos, e animais com a boca cheia (BLL) com mais de 4 anos. Para identificar a cor da lã, foi realizada uma observação direta e as alpacas foram classificadas em grupos de cor sólida, manchada e cores conjugadas, conforme a Norma Técnica Peruana de Fibras, NTP 231.300:2019.

Procedeu-se à caracterização das cores por meio de uma observação direta da distribuição da coloração no manto das alpacas. As alpacas foram classificadas em grupos de acordo com sua cor: alpacas de cor sólida, alpacas manchadas e alpacas de cores conjugadas. Essa classificação foi realizada seguindo as diretrizes estabelecidas pela Norma Técnica Peruana de Fibras, NTP 231.300:2019.

Processamento e análise de dados

Os dados coletados foram submetidos a uma análise estatística de proporções, que consiste em determinar o número de observações com uma característica específica em relação à população de referência. O erro padrão e o intervalo de confiança foram calculados. Em seguida, foi realizada uma comparação de proporções utilizando o teste Z para contrastar duas proporções. Essa análise foi conduzida usando o programa estatístico R, versão 2.15.2.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Proporção de alpacas de cor sólida por raça, sexo e idade

O presente estudo investigou a distribuição de alpacas de cor sólida em função de sua raça, sexo e idade. Observou-se que a proporção de alpacas de cor sólida foi de 10,8% (0,108 ± 0,007) para a raça suri e 89,2% (0,892 ± 0,007) para a raça Huacaya. Esses números se referem especificamente a alpacas de cor sólida. Ao ampliar a análise para todas as alpacas, a proporção da raça suri diminuiu ligeiramente para 9,9% (0,099 ± 0,006), enquanto a proporção da raça Huacaya aumentou para 90,1% (0,901 ± 0,006). Esses resultados destacam uma diferença significativa nas proporções entre as duas raças, com a raça Suri sendo menos prevalente.

Essas conclusões diferem dos relatórios do IV CENAGRO (INEI 2012) e da FAO (FAO 2005) sobre a população nacional de alpacas. Esses relatórios sugeriam uma distribuição mais equitativa de alpacas Suri na comunidade de San Miguel de Mestizas. A disparidade nas populações entre as raças é atribuída principalmente à maior vulnerabilidade da raça Suri às condições rigorosas do ambiente de altitude (CRUZ et al. 2021). A fragilidade da raça Suri se manifesta em uma taxa de mortalidade elevada devido à falta de proteção em sua parte dorsal, expondo-a a condições adversas. Além de sua susceptibilidade ao ambiente, a raça Suri exibe uma taxa de reprodução mais baixa, contribuindo para seu menor número de indivíduos (SHARPE et al. 2009).

Em relação à proporção de alpacas de cor sólida por sexo, observa-se que 30,4% (0,304 ± 0,010) são machos, enquanto 69,6% (0,696 ± 0,010) são fêmeas. Esses resultados indicam uma diferença marcante

entre ambos os sexos, sendo os machos menos representados na população. Esse achado coincide com pesquisas anteriores realizadas no distrito de Paratia (Lampa, Puno) (CÁCERES & DÍAZ 2007) e em Huancavelica (ORIA et al. 2009). A elevada proporção de alpacas machos está associada a práticas de manejo de baixo nível tecnológico, onde os rebanhos são mantidos sem distinguir características como sexo, cor ou idade, e carecem de um calendário de operações adequado (CÁCERES & DÍAZ 2007, ORIA et al. 2009).

É comum observar uma maior presença de machos e capões (produtores de fibra) em comparação com a proporção de fêmeas, que geralmente é inferior a 40% em animais com mais de 2 anos (BUSTINZA et al. 2021). Esta desproporção nos rebanhos resulta em uma baixa taxa de natalidade e uma alta taxa de mortalidade das crías (SHARPE et al. 2009), o que dificulta a realização de uma seleção baseada em características reprodutivas (NOVOA 2007).

Em relação à distribuição por idade nas alpacas de cor sólida, descobriu-se que 29,9% (0,299 ± 0,010) correspondem a animais na fase de dentes de leite (DL), 26,5% (0,265 ± 0,009) possuem dois dentes (2D), 24,1% (0,241 ± 0,009) possuem quatro dentes (4D) e outros 24,1% correspondem a animais na fase de boca cheia. Ao analisar os dados apresentados na tabela 1, observou-se que não há diferenças significativas entre as idades 2D e 4D, mas foram encontradas diferenças significativas em relação aos outros grupos etários.

Tabela 1. Alpacas de cor sólida em relação à sua raça, sexo e idade, considerando tanto o grupo de alpacas de cor sólida quanto o total de animais. Foram calculadas e analisadas a proporção (p), o erro padrão (E.S.) e os intervalos de confiança (I.C.).

Table 1. Alpacas of solid color in relation to their breed, gender, and age, considering both the group of solid-colored alpacas and the total number of animals. The proportion (p), standard error (S.E.), and confidence intervals (C.I.) were calculated and analyzed.

Com base na quantidade de animais de cores sólidas						Com base na quantidade total de animais avaliados		
Fatores	N	n	P	E.S.	I.C.	p	E.S.	I.C.
Raça				***			***	
Suri	244	243	0.108 ^b	0.007	0.095 - 0.121	0.099 ^b	0.006	0.087 - 0.111
Huacaya	2256	2001	0.892 ^a	0.007	0.879 - 0.905	0.901 ^a	0.006	0.889 - 0.913
Sexo				***			***	
Macho	756	682	0.304 ^b	0.010	0.285 - 0.323	0.302 ^b	0.009	0.284 - 0.320
Fêmea	1744	1562	0.696 ^a	0.010	0.677 - 0.715	0.698 ^a	0.009	0.680 - 0.716
Idade				**			**	
DL	725	671	F.299 ^a	0.010	0.280 - 0.318	0.290 ^a	0.009	0.272 - 0.308
2 D	636	575	0.256 ^b	0.009	0.238 - 0.274	0.254 ^b	0.009	0.237 - 0.271
4 D	601	540	0.241 ^b	0.009	0.223 - 0.258	0.240 ^b	0.009	0.224 - 0.257
BLL	538	458	0.204 ^c	0.009	0.187 - 0.221	0.215 ^c	0.008	0.199 - 0.231

*** p < 0.001, **p < 0.05, Não foram encontradas diferenças significativas entre as proporções que compartilham a mesma letra. Foram utilizadas as seguintes categorias: DL (dentes de leite, menores de 1,5 anos), 2D (dois dentes, de 1,5 a 3 anos), 4D (quatro dentes, de 3 a 4 anos) e BLL (boca cheia, maiores de 4 anos).

É relevante destacar a baixa proporção de alpacas na fase de dentes de leite (DL), refletindo a escassez de fêmeas aptas para a reprodução, uma baixa taxa de partos e uma menor sobrevivência das crías recém-nascidas. Esses fatores contribuem para a diminuição de alpacas nessa fase de desenvolvimento (APAZA et al. 2022, NOVOA 2007). Recomenda-se manter um alto número de fêmeas reprodutoras e reduzir a quantidade de machos no rebanho, práticas que beneficiam a produção de alpacas (NOVOA 2007, QUISPE et al. 2009b).

Conforme evidenciado na Tabela 2, a proporção de alpacas machos Huacaya é de 30,6% (0,306 ± 0,010), enquanto a proporção de fêmeas é de 69,4% (0,694 ± 0,010). Foram encontradas diferenças estatisticamente significativas entre esses dois grupos. Ao analisar esses resultados, conclui-se que a concentração de machos é aproximadamente o dobro do recomendado, indicando que essa população não atende a uma proporção de sexos adequada (NOVOA 2007, QUISPE et al. 2009b).

Quanto à idade das alpacas Huacaya, observa-se que os animais na fase de dentes de leite (DL) representam 29,9% (0,299 ± 0,010), aqueles com dois dentes (2D) constituem 25,6% (0,256 ± 0,010), os de quatro dentes (4D) representam 24,1% (0,241 ± 0,010), e as alpacas com a boca cheia (BLL) compreendem 20,4% (0,204 ± 0,009). Segundo os dados obtidos, não foi encontrada diferença significativa entre os grupos 2D e 4D, mas foram observadas diferenças significativas entre os outros grupos etários. Destaca-se também que os grupos DL, 2D e 4D apresentam uma maior concentração de animais em comparação com

o grupo BLL, que tem uma representação mais baixa.

Tabela 2. As proporções de alpacas de cor sólida do genótipo Huacaya foram avaliadas considerando tanto o número de animais de cor sólida quanto a população total de animais. Foram calculadas as proporções (p), o erro padrão (E.S.) e os intervalos de confiança (I.C.).

Table 2. The proportions of solid-colored alpacas of the Huacaya genotype were evaluated considering both the number of solid-colored animals and the total population of animals. Proportions (p), standard error (S.E.), and confidence intervals (C.I.) were calculated.

Com base na quantidade de animais de cores sólidas						Com base na quantidade total de animais Huacaya avaliados		
Fatores	N	n	P	E.S. ***	I.C.	p	E.S. ***	I.C.
Macho	686	612	0.306 ^b	0.010	0.286 - 0.326	0.304 ^b	0.010	0.285 - 0.323
Fêmea	1570	1389	0.694 ^a	0.010	0.674 - 0.714	0.696 ^a	0.010	0.677 - 0.715
Idade ¹				**			**	
DL	652	598	0.299 ^a	0.010	0.279 - 0.319	0.289 ^a	0.010	0.270 - 0.308
2 D	573	512	0.256 ^b	0.010	0.237 - 0.275	0.254 ^b	0.009	0.236 - 0.272
4 D	543	483	0.241 ^b	0.010	0.223 - 0.260	0.241 ^{bc}	0.009	0.223 - 0.258
BLL	488	408	0.204 ^c	0.009	0.186 - 0.222	0.216 ^c	0.009	0.199 - 0.233

***p < 0.001, **p < 0.05. Foram encontradas diferenças significativas entre as proporções com letras diferentes. As categorias utilizadas foram: DL (dentes de leite, menores de 1,5 anos), 2D (dois dentes, de 1,5 a 3 anos), 4D (quatro dentes, de 3 a 4 anos) e BLL (boca cheia, maiores de 4 anos).

Tabela 3. Alpacas de cor sólida do genótipo Suri foram analisadas em termos de proporção (p), erro padrão (E.S.) e intervalos de confiança (I.C.), levando em consideração a quantidade de animais Suri avaliados.

Table 3. Solid-colored alpacas of the Suri genotype were analyzed in terms of proportion (p), standard error (S.E.), and confidence intervals (C.I.), taking into account the number of Suri animals evaluated.

Com base na quantidade de animais de cores sólidas						Com base na quantidade total de animais Suri avaliados		
Fatores	N	n	P	E.S. ***	I.C.	p	E.S. ***	I.C.
Sexo								
Macho	70	70	0.288 ^b	0.029	0.231 - 0.345	0.287 ^b	0.029	0.230 - 0.344
Fêmea	174	173	0.712 ^a	0.029	0.655 - 0.769	0.713 ^a	0.029	0.656 - 0.770
Idade				**			**	
DL	73	73	0.300 ^a	0.029	0.243 - 0.358	0.299 ^a	0.029	0.242 - 0.357
2 D	63	63	0.259 ^{ab}	0.028	0.204 - 0.314	0.258 ^{ab}	0.028	0.203 - 0.313
4 D	58	57	0.235 ^{bc}	0.027	0.181 - 0.288	0.238 ^{bc}	0.027	0.184 - 0.291
BLL	50	50	0.206 ^c	0.026	0.155 - 0.257	0.205 ^c	0.026	0.154 - 0.256

*** p < 0.001, **p < 0.05. Não foram encontradas diferenças significativas entre as proporções com a mesma letra. As categorias utilizadas foram: DL (dentes de leite, menores de 1,5 anos), 2D (dois dentes, de 1,5 a 3 anos), 4D (quatro dentes, de 3 a 4 anos) e BLL (boca cheia, maiores de 4 anos).

En la población de alpacas da raça Suri, foi registrada uma proporção de machos de 28,8% (0,288 ± 0,029) e fêmeas de 71,2% (0,712 ± 0,029), revelando uma diferença significativa a favor das fêmeas (tabela 3). Essas descobertas coincidem com estudos anteriores no distrito de Melga (SALAS 2015) e em Huancavelica (ORIA et al. 2009). Além disso, observou-se que a proporção de alpacas Huacaya é maior em comparação com a raça Suri, devido à menor representação de alpacas Suri na amostra analisada (SALAS 2015, ORIA et al. 2009).

As proporções correspondentes às diferentes idades das alpacas Suri são as seguintes: para o grupo DL, obteve-se 30,0% (0,300 ± 0,029), para o grupo 2D, 25,9% (0,259 ± 0,027), para o grupo 4D, 23,5% (0,235 ± 0,027) e, finalmente, para o grupo BLL, 20,6% (0,206 ± 0,026). Não foram encontradas diferenças significativas entre os grupos DL, 2D e 4D, mas foram observadas semelhanças nos resultados entre os grupos etários do BLL (tabela 3). Esses resultados demonstram que as proporções na raça Suri são semelhantes às obtidas nas alpacas Huacaya.

Na Tabela 4, detalham-se as proporções de alpacas Huacaya de cor sólida de acordo com a coloração da lã. Destaca-se que a lã branca representa 66,8% (0,668 ± 0,011) das alpacas Huacaya de cor sólida, uma proporção significativamente maior que as estimativas na cidade de Huancavelica (ORIA et al. 2009) e em Lampa, Puno (CÁCERES & DÍAZ 2007). Esses resultados diferem dos relatados no Banco de Germoplasma do INIA em Quimsachata, onde foi encontrada uma proporção ainda maior em seu estudo

(SALAS 2015). A clara preferência dos produtores por criar alpacas com lã branca é evidente e reflete décadas de um processo de seleção que prioriza a cor branca (CÁCERES & DÍAZ 2007, HUANCA et al. 2007, ORIA et al. 2009).

Tabela 4. A proporção de alpacas de cor sólida do genótipo Huacaya, classificadas de acordo com a cor da sua lã, foi avaliada em relação à quantidade de animais de cor sólida e ao total de animais. As proporções (p), o erro padrão (E.S.) e os intervalos de confiança (I.C.) foram registrados para cada categoria de cor.

Table 4. The proportion of solid-colored alpacas of the Huacaya genotype, classified according to the color of their fleece, was evaluated in relation to the number of solid-colored animals and the total number of animals. The proportions (p), standard error (S.E.), and confidence intervals (C.I.) were recorded for each color category.

Com base na quantidade de animais de cores sólidas						Com base na totalidade de animais estudados		
Fatores	N	n	P	E.S.	I.C.	p	E.S.	I.C.
Cor				**			**	
B	1543	1337	0.668 ^a	0.011	0.648 - 0.689	0.688 ^a	0.010	0.668 - 0.707
LFZ	166	157	0.078 ^{bc}	0.006	0.067 - 0.090	0.074 ^{bc}	0.006	0.063 - 0.085
LFX	131	125	0.062 ^{cd}	0.005	0.052 - 0.073	0.058 ^{cd}	0.005	0.049 - 0.068
LFY	126	119	0.059 ^{de}	0.005	0.049 - 0.070	0.056 ^{de}	0.005	0.047 - 0.066
CC	112	107	0.053 ^e	0.005	0.044 - 0.063	0.050 ^e	0.005	0.041 - 0.059
N	56	53	0.026 ^{fg}	0.004	0.019 - 0.034	0.025 ^{fg}	0.003	0.019 - 0.031
COM	47	46	0.023 ^{gh}	0.003	0.016 - 0.030	0.021 ^{gh}	0.003	0.015 - 0.027
CON	40	34	0.017 ^h	0.003	0.011 - 0.023	0.018 ^h	0.003	0.012 - 0.023
GP	12	12	0.006 ⁱ	0.002	0.003 - 0.009	0.005 ⁱ	0.002	0.002 - 0.008
GO	11	11	0.005 ⁱ	0.002	0.002 - 0.009	0.005 ⁱ	0.001	0.002 - 0.008

** p < 0.05 Não foram encontradas diferenças significativas entre as proporções que compartilham a mesma letra.

Em relação às cores LF, em suas diferentes tonalidades (X, Y e Z), a proporção é de 20,0% (0,200 ± 0,006). Comparados com estudos anteriores no centro experimental de Quimsachata, INIA – Puno (HUANCA et al. 2007) e os publicados na província de Lampa - Puno (CÁCERES & DÍAZ 2007), nossos dados parecem ser superiores, embora inferiores aos publicados em Huancavelica (ORIA et al. 2009). Os animais de cor sólida café representam 9,3% (0,093 ± 0,004), uma proporção superior à descrita em Quimsachata (HUANCA et al. 2007, SILVA 2023) e Lampa, Puno (HUANCA et al. 2007, SILVA 2023). As alpacas de cor cinza têm uma proporção reduzida de 1,1% (0,011 ± 0,002), semelhante às descritas em Huancavelica (ORIA et al. 2009) e Lampa, Puno (CÁCERES & DÍAZ 2007). As alpacas negras representam 2,6% (0,026 ± 0,004), uma concentração maior do que a descrita no centro experimental do INIA, Quimsachata (HUANCA et al. 2007, SILVA 2023), as menor do que as relatadas na cidade de Huancavelica (ORIA et al. 2009).

É relevante destacar as cores creme e LF, pois suas proporções são mais altas em comparação com outras cores que diferem do branco. Um estudo no distrito de Nuñoa, Puno, encontrou dados semelhantes, sugerindo uma possível conexão cultural com as cores presentes na vicunha (SALAS 2015). No entanto, é necessário obter mais informações para determinar as razões pelas quais essas duas cores representam mais de 50% das alpacas com lã diferente do branco (ANELLO et al. 2022).

Nos últimos tempos, houve um aumento na demanda por lã de cores no mercado, já que os consumidores mostram preferência por fibras têxteis em diversas tonalidades. Portanto, é crucial manter uma população de alpacas que produza lã de cores sólidas (ANELLO et al. 2022).

A proporção de alpacas Suri de cores sólidas revela variações notáveis de acordo com o tipo de cor da lã, conforme detalhado na Tabela 5. As alpacas brancas lideram com impressionantes 84,4% (0,844 ± 0,023). Nossas descobertas superam os relatórios da cidade de Huancavelica e da cidade de Puno, que registram dados semelhantes (ORIA et al. 2009) e menores (CÁCERES & DÍAZ 2007), respectivamente. Em relação às cores LF e suas tonalidades (X, Y, Z), representam 9,4% (0,094 ± 0,011). A cor café segue com 4,9% (0,049 ± 0,008), enquanto a lã preta encerra com modestos 1,2% (0,012 ± 0,007).

Em comparação com os dados das alpacas Huacaya, destacam-se diferenças nas proporções das alpacas Suri de cores sólidas. As alpacas com lã branca mostram uma presença mais marcada em comparação com suas contrapartes de cores sólidas, e não foram identificadas alpacas com lã cinza nesta população.

Tabela 5. Alpacas da raça Suri em relação à coloração da lã, considerando a proporção de animais de cor sólida. Analisam-se a proporção (p), o erro padrão (E.S.) e os intervalos de confiança (I.C.).

Table 5. Suri breed alpacas in relation to fleece color, considering the proportion of solid-colored animals. The proportion (p), standard error (S.E.), and confidence intervals (C.I.) are analyzed.

En función a la cantidad de animales de colores enteros				
Factores Color	N	p	E.S. **	I.C.
B	206	0.844 ^a	0.023	0.799 - 0.890
LFZ	10	0.041 ^{bc}	0.013	0.016 - 0.066
LFY	7	0.029 ^{cd}	0.011	0.008 - 0.050
CON	6	0.025 ^{de}	0.010	0.005 - 0.044
LFX	6	0.025 ^{ef}	0.010	0.005 - 0.044
CC	5	0.020 ^{fg}	0.009	0.003 - 0.038
N	3	0.012 ^{gh}	0.007	0.002 - 0.026
COM	1	0.004 ^{hi}	0.004	0.004 - 0.012
GP	0	0.000 ⁱ	0.000	0.000 - 0.000
GO	0	0.000 ⁱ	0.000	0.000 - 0.000

**P<0.05. Não foram encontradas diferenças significativas entre as proporções que compartilham a mesma letra.

No distrito de Melgar, Puno, observa-se uma tendência preocupante: a população de alpacas Suri de cores sólidas está diminuindo, formando pequenos grupos dentro dos rebanhos de alpacas brancas (SALAS 2015). Essa diminuição levanta preocupações sobre a preservação da diversidade de cores na população de alpacas Suri (ANELLO et al. 2022, CÁCERES & DÍAZ 2007, SALAS 2015, ORIA et al. 2009), apresentando apenas 2,9% do total de alpacas. Esse cenário destaca a necessidade de estratégias de conservação e manejo para garantir a preservação dessa valiosa variabilidade genética.

A proporção de alpacas de cor branca em ambos os genótipos foi analisada, considerando a distribuição por sexo e idade.

Tabela 6. Alpacas de cor branca em relação à quantidade de animais brancos e ao total de animais. Foram analisadas a proporção (p), o erro padrão (E.S.) e os intervalos de confiança (I.C.).

Table 6. White alpacas in relation to the number of white animals and the total number of animals were analyzed for proportion (p), standard error (E.S.), and confidence intervals (I.C.).

Com base na quantidade de animais de cor sólida						Com base na quantidade total de animais avaliados		
Fatores	N	n	P	E.S.	I.C.	p	E.S.	I.C.
Raza				***			***	
Suri	244	206	0.134 ^b	0.009	0.117 - 0.150	0.099 ^b	0.006	0.087 - 0.111
Huacaya	2226	1337	0.866 ^a	0.009	0.850 - 0.883	0.901 ^a	0.006	0.889 - 0.913
Sexo				***			***	
Macho	756	469	0.304 ^b	0.012	0.281 - 0.327	0.302 ^b	0.009	0.284 - 0.320
Fêmea	1744	1074	0.696 ^a	0.012	0.673 - 0.719	0.698 ^a	0.009	0.680 - 0.716
Idade				**			**	
DL	725	468	0.303 ^a	0.012	0.280 - 0.326	0.290 ^a	0.009	0.272 - 0.308
2 D	636	397	0.257 ^b	0.011	0.235 - 0.279	0.254 ^b	0.009	0.237 - 0.271
4 D	601	371	0.240 ^b	0.011	0.219 - 0.262	0.240 ^b	0.009	0.224 - 0.257
BLL	538	307	0.199 ^c	0.010	0.179 - 0.219	0.215 ^c	0.008	0.199 - 0.231

***p < 0.001, **p < 0.05, ¹As proporções com letras diferentes foram significativamente diferentes com p < 0,05, DL: dentes de leite (<1,5 anos), 2D: dois dentes (1,5-3 anos), 4D: quatro dentes (3-4 anos), BLL: boca cheia (>4 anos).

Na Tabela 6, examinaram-se as proporções da cor da lã (branco) em função do genótipo, sexo e idade das alpacas. No caso das alpacas Suri, a proporção foi de 13,4% (0,134 ± 0,009), enquanto nas alpacas Huacaya foi de 86,6% (0,866 ± 0,009). Essa clara disparidade de acordo com o genótipo destaca a predominância de alpacas Huacaya na população estudada. Ao analisar a proporção de acordo com o sexo das alpacas, constatou-se que os machos representam 30,4% (0,304 ± 0,012), enquanto as fêmeas constituem 69,6% (0,696 ± 0,012).

Esses dados estatísticos apontam uma diferença significativa, destacando a alta concentração de alpacas fêmeas na amostra. É importante ressaltar que a comunidade apresenta uma proporção maior de machos, o que coloca desafios para a produção comercializável e sugere a necessidade de estratégias de manejo para equilibrar a proporção de sexos.

Em relação à idade das alpacas, observam-se as seguintes proporções: as alpacas na fase de dentes de leite (DL) representam 30,3% ($0,303 \pm 0,012$), as alpacas com dois dentes (2D) constituem 25,7% ($0,257 \pm 0,011$), as alpacas com quatro dentes (4D) representam 24,0% ($0,240 \pm 0,011$), e as alpacas com boca cheia (BLL) encontram-se em 19,9% ($0,199 \pm 0,010$).

Além disso, não foram identificadas diferenças significativas entre os grupos etários de 2D e 4D, sugerindo uma distribuição relativamente uniforme nessas etapas de desenvolvimento.

Proporção de alpacas manchadas em ambas as raças em função do sexo e idade.

Tabela 7. Proporção de alpacas manchadas em relação à quantidade de animais manchados e ao total de animais. Foram analisadas a proporção (p), o erro padrão (E.S.) e os intervalos de confiança (I.C.).

Table 7. Proportion of spotted alpacas in relation to the number of spotted animals and the total number of animals. Proportion (p), standard error (E.S.), and confidence intervals (I.C.) were analyzed.

Com base na quantidade de animais de cor sólida						Com base na quantidade total de animais avaliados		
Fatores	N	n	P	E.S.	I.C.	P	E.S.	I.C.
Raza				***				
Suri	244	1	-0.004 ^b	0.004	0.004 - 0.012	0.099 ^b	0.006	0.087 - 0.111
Huacaya	2226	255	0.996 ^a	0.004	0.988 - 1.004	0.901 ^a	0.006	0.889 - 0.913
Sexo				***				
Macho	756	74	0.289 ^b	0.028	0.234 - 0.345	0.302 ^b	0.009	0.284 - 0.320
Fêmea	1744	182	0.711 ^a	0.028	0.655 - 0.766	0.698 ^a	0.009	0.680 - 0.716
Idade ¹				**				
DL	725	54	0.211 ^c	0.025	0.161 - 0.261	0.290 ^a	0.009	0.272 - 0.308
2 D	636	61	0.238 ^{bc}	0.027	0.186 - 0.290	0.254 ^b	0.009	0.237 - 0.271
4 D	601	61	0.238 ^{ab}	0.027	0.186 - 0.290	0.240 ^b	0.009	0.224 - 0.257
BLL	538	80	0.313 ^a	0.029	0.256 - 0.369	0.215 ^c	0.008	0.199 - 0.231

***p < 0.001, **p < 0.05. As proporções que compartilham a mesma letra não apresentaram diferenças significativas. As categorias de idade incluíram DL (dentes de leite, menores de 1,5 anos), 2D (dois dentes, de 1,5 a 3 anos), 4D (quatro dentes, de 3 a 4 anos) e BLL (boca cheia, maiores de 4 anos).

Depois de analisar as alpacas em termos de genótipo, sexo e idade, foi possível estabelecer que a raça Huacaya exibe a maior proporção, o que concorda com sua predominância na população estudada. No que diz respeito aos diferentes grupos etários, observa-se que as alpacas na fase de dentição de leite (DL) representam 21,1% ($0,211 \pm 0,025$), as alpacas com dois dentes (2D) constituem 23,8% ($0,238 \pm 0,027$), as alpacas com quatro dentes (4D) expressam 23,8% ($0,238 \pm 0,028$), e as alpacas com a boca cheia (BLL) compõem 31,3% ($0,313 \pm 0,029$). Esses resultados evidenciam diferenças significativas entre cada grupo etário, destacando a variabilidade na distribuição das idades dentro da população de alpacas estudada, conforme apresentado na Tabela 7.

Proporção de alpacas de cor conjugada em ambas as raças, de acordo com o sexo e a idade.

No contexto das alpacas com lã de cor conjugada, destaca-se a presença exclusiva da cor cinza em alpacas Huacaya, não sendo encontrada em indivíduos do genótipo Suri. Dentro dessa categoria de alpacas cinzas, foi identificada uma proporção de 13,0% ($0,130 \pm 0,007$) para machos e 87,0% ($0,870 \pm 0,007$) para fêmeas, conforme detalhado na Tabela 8. Existem disparidades claras de proporção entre os sexos no grupo de alpacas cinzas.

Da mesma forma, foram examinados os diferentes grupos etários dentro desse grupo de alpacas com lã de cor conjugada. Verificou-se que as alpacas na fase de dentição (DL) representavam 52,2% ($0,522 \pm 0,104$), as alpacas com dois dentes (2D) constituíam 26,1% ($0,261 \pm 0,092$), as alpacas com quatro dentes (4D) representavam 14,4% ($0,174 \pm 0,079$) e as alpacas com boca cheia (BLL) compunham 4,3% ($0,043 \pm 0,043$).

A análise estatística indicou diferenças significativas entre os vários grupos etários. Em resumo, as alpacas de cor conjugada representaram 0,92% do total de alpacas estudadas, congruente com os resultados previamente relatados na cidade de Huancavelica (ORIA et al. 2009), Lampa (CÁCERES & DÍAZ 2007) e Nuñoa, Puno (SALAS 2015).

Tabela 8. Proporção de alpacas de cor conjugada em relação à quantidade total de animais com essa cor e

ao total de animais. Foram analisadas a proporção (p), o erro padrão (E.S.) e os intervalos de confiança (I.C.).

Table 8. Proportion of piebald alpacas in relation to the total number of animals with this color and the overall number of animals. Proportion (p), standard error (E.S.), and confidence intervals (I.C.) were analyzed.

Com base na quantidade de animais de cor sólida						Com base na quantidade total de animais avaliados		
Fatores	N	n	P	E.S.	I.C.	P	E.S.	I.C.
Raza				***			***	
Suri	244	0	0.000 ^b	0.000	0.000 - 0.000	0.099 ^b	0.006	0.087 - 0.111
Huacaya	2226	23	1.000 ^a	0.000	1.000 - 1.000	0.901 ^a	0.006	0.889 - 0.913
Sexo				***			***	
Macho	756	3	0.130 ^b	0.070	-0.007 - 0.268	0.302 ^b	0.009	0.284 - 0.320
Fêmea	1744	20	0.870 ^a	0.070	0.732 - 1.007	0.698 ^a	0.009	0.680 - 0.716
Idade				**			**	
DL	725	12	0.522 ^a	0.104	0.318 - 0.726	0.290 ^a	0.009	0.272 - 0.308
2 D	636	6	0.261 ^{ab}	0.092	0.081 - 0.440	0.254 ^b	0.009	0.237 - 0.271
4 D	601	4	0.174 ^{bc}	0.079	0.019 - 0.329	0.240 ^b	0.009	0.224 - 0.257
BLL	538	1	0.043 ^c	0.043	-0.040 - 0.127	0.215 ^c	0.008	0.199 - 0.231

*** p < 0.001, **p < 0.05. As proporções que apresentam letras diferentes foram significativamente diferentes. As categorias de idade incluíram DL (dentes de leite, menores de 1,5 anos), 2D (dois dentes, de 1,5 a 3 anos), 4D (quatro dentes, de 3 a 4 anos) e BLL (boca cheia, maiores de 4 anos).

CONCLUSÃO

A marcada disparidade na proporção de alpacas entre os genótipos Huacaya e Suri indica uma notável prevalência do primeiro na comunidade de San Miguel de Mestizas, evidenciando uma diminuição significativa das alpacas Suri nesta região.

Destacando a preferência dos criadores, as alpacas de vellón branco dominam a população, seguidas pelas de cor LF. Em contraste, as alpacas de cor cinza, sendo o grupo mais reduzido, até mesmo ausente no genótipo Suri.

No âmbito de gênero, observa-se uma notável discrepância, onde os machos representam 30,4%, enquanto as fêmeas constituem 69,6% da população total de alpacas de cor sólida. Da mesma forma, ao analisar especificamente o genótipo Huacaya, os machos compreendem 30,6%, enquanto as fêmeas representam 69,4%. Na população Suri, a proporção de machos é de 28,8%, e as fêmeas, 71,2%. Além disso, a proporção de alpacas Huacaya supera a raça Suri.

A distribuição por idade apresenta diferenças significativas entre os grupos etários, sendo as alpacas de dentição de leite (DL) correspondendo a 29,9%, as de dois dentes (2D) a 25,6%, as de quatro dentes (4D) a 24,1%, e as alpacas com boca cheia (BLL) a 20,4%

A proporção de alpacas de cor sólida varia significativamente de acordo com a raça, sexo e idade, com 10,8% na raça Suri e 89,2% na Huacaya.

A presença de cores manchadas, aproximadamente 10,2% da população, é observada principalmente em alpacas adultas com mais de quatro anos.

As cores conjugadas representam apenas 1% da população estudada, indicando sua baixa representação na comunidade de San Miguel de Mestizas.

REFERÊNCIAS

- ALLAIN D & RENIERI C. 2010. Genetics of fibre production and fleece characteristics in small ruminants, Angora rabbit and South American camelids. *Animal* 4: 1472–1481.
- ANELLO M et al. 2022. Genetics of coat color and fiber production traits in llamas and alpacas. *Animal Frontiers* 1: 78–86.
- APAZA J et al. 2022. Characteristics of alpaca fibre in the dry agroecological zone in the Peruvian highlands. *Rev Inv Vet Perú* 33: 22401.
- BUSTINZA et al. 2021. Evolución y desarrollo de las razas de Alpaca. *Revista de Investigaciones Veterinarias Del Perú* 32: e19876.
- CÁCERES M & DÍAZ G. 2007. Estructura Poblacional y Variabilidad Fenotípica de Alpacas (Vicugna pacos) en el Distrito de Paratía, Provincia de Lampa-Puno. Cusco: APPA. 6p.
- CRUZ A et al. 2021. Colorimetry analysis of coat color and its relationship with fiber traits in alpacas. *Animal* 15: 100219.
- DÍAZ E & GALLEGOS R. 2015. Diversidad y estructura genética de poblaciones de llama Suri en las regiones de Cusco y Puno (Perú). *Revista Investigaciones Altoandinas - Journal of High Andean Investigation* 17: 437.

- SALAS P. 2015. La alpaca suri, de la extinción a la conservación de la biodiversidad de colores y la importancia de la bioartesanía textil en el distrito de Nuñoa (Melgar-Puno). *Revista Investigaciones Altoandinas - Journal of High Andean Investigation* 17: 291.
- FAO. 2005. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Situación actual de los camélidos sudamericanos en Perú. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. http://tarwi.lamolina.edu.pe/~emellisho/zootecnia_archivos/situacion%20alpcas%20peru.pdf
- FLORES-ALCA et al. 2022. Estimación de densidad de fibra en alpacas del centro de desarrollo alpaquero TOCCRA CEDAT – DESCO del departamento de Arequipa. *Revista de Investigaciones* 11: 108–115.
- HUANCA T et al. 2007. Experiencia del INIA en el fortalecimiento del banco de germoplasma de camélidos domésticos. *Arc. Latinoam. Prod. Anim.* 15: 186–194.
- INEI. 2012. Instituto Nacional de Estadística e Informática. IV Censo Nacional Agropecuario 2012 (IV CENAGRO). Punto & Grafía S.A.C.
- MACHACA V et al. 2017. Características de la Fibra de Alpaca Huacaya de Cotaruse, Apurímac, Perú. *Revista de Investigaciones Veterinarias Del Perú* 28: 843–851.
- NOVOA C. 2007. Camélidos sudamericanos. In *Sitio Argentino de Producción Animal*. https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_de_camelidos/camelidos_general/119-fao.pdf
- ORIA I et al. 2009. Variabilidad del color de la fibra de alpaca en la zona altoandina de Huancavelica-Perú. *Animal Genetic Resources Information* 45: 79–84.
- COAQUIRA et al. 2021. Atributos textiles de la fibra de alpacas Huacaya blanca y color (Vicugna pacos) de la feria ganadera del sur del Perú. *Revista de Investigaciones Veterinarias Del Perú* 32: e20930.
- QUISPE E et al. 2009a. Bases para un programa de mejora de alpacas en la región altoandina de Huancavelica-Perú. *Arch. Zootec* 58: 705–716.
- QUISPE E et al. 2009b. Producción de fibra de alpaca, llama, vicuña y guanaco en Sudamérica. *Animal Genetic Resources Information* 45: 1–14.
- SHARPE M et al. 2009. Pre-weaning morbidity and mortality of llamas and alpacas. *Australian Veterinary Journal* 87: 56–60.
- SILVA C. 2023. Pesos vivos, peso de vellón, natalidad y mortalidad de alpacas Huacaya de color del Banco de germoplasma de Quimsachata INIA-Puno [Tesis de Ingeniero Zootecnista, Universidad Nacional Agraria La Molina]. <https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/5765/silva-pe%C3%B1a-chavely-cristina.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.