

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
LA MOLINA**

**FACULTAD DE ZOOTECNIA**



**“PESOS VIVOS, PESO DE VELLÓN, NATALIDAD Y MORTALIDAD  
DE ALPACAS HUACAYA DE COLOR DEL BANCO DE  
GERMOPLASMA DE QUIMSACHATA INIA-PUNO”**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE  
INGENIERO ZOOTECNISTA**

**CHAVELY CRISTINA SILVA PEÑA**

**Lima – Perú**

**2023**












---

**La UNALM es titular de los derechos patrimoniales de la presente investigación  
(Art. 24 – Reglamento de propiedad intelectual)**

## Document Information

Analyzed document	Tesis-12mar23-Corregido Silva.docx (D161734345)
Submitted	2023-03-21 23:29:00
Submitted by	Gustavo A. Gutierrez Reynoso
Submitter email	gustavogr@lamolina.edu.pe
Similarity	6%
Analysis address	gustavogr.unalm@analysis.arkund.com

## Sources included in the report

<b>SA</b>	<b>Universidad Nacional Agraria La Molina / Porcentaje de medulación en vellones 1 esquila en alpacas Huacaya. vers 2 (1).docx</b> Document Porcentaje de medulación en vellones 1 esquila en alpacas Huacaya. vers 2 (1).docx (D140970794) Submitted by: gustavogr@lamolina.edu.pe Receiver: gustavogr.unalm@analysis.arkund.com	 7
<b>SA</b>	<b>TESIS - MILTÓN SUSTENTACIÓN 2021DICIEMBRE.docx</b> Document TESIS - MILTÓN SUSTENTACIÓN 2021DICIEMBRE.docx (D122639985)	 13
<b>SA</b>	<b>14 Recuperación de la biodiversidad de las alpacas de color en la puna seca de la r egión de Tacna.docx</b> Document 14 Recuperación de la biodiversidad de las alpacas de color en la puna seca de la r egión de Tacna.docx (D50264866)	 3
<b>SA</b>	<b>TESIS LISTA.docx</b> Document TESIS LISTA.docx (D14977900)	 1
<b>SA</b>	<b>TRABAJO DE TITULACION BYRON AUCANCELA.docx</b> Document TRABAJO DE TITULACION BYRON AUCANCELA.docx (D14983436)	 2
<b>SA</b>	<b>Veronica Flores Alca Borrador.pdf</b> Document Veronica Flores Alca Borrador.pdf (D95001915)	 4
<b>SA</b>	<b>tesis ultimo de (Ada).docx</b> Document tesis ultimo de (Ada).docx (D63398232)	 1
<b>SA</b>	<b>Universidad Nacional Agraria La Molina / borrador tesis Maestria ,Yucra Mendoza 2022.docx</b> Document borrador tesis Maestria ,Yucra Mendoza 2022.docx (D141150766) Submitted by: gustavogr@lamolina.edu.pe Receiver: gustavogr.unalm@analysis.arkund.com	 2
<b>SA</b>	<b>Universidad Nacional Agraria La Molina / tesis Osnayo 08-06.pdf</b> Document tesis Osnayo 08-06.pdf (D140453541) Submitted by: emellisho@lamolina.edu.pe Receiver: emellisho.unalm@analysis.arkund.com	 3
<b>SA</b>	<b>TESIS LYLY (Copia en conflicto de Liliana Córdova Ruiz 2015-06-30).docx</b> Document TESIS LYLY (Copia en conflicto de Liliana Córdova Ruiz 2015-06-30).docx (D14930691)	 1
<b>SA</b>	<b>Universidad Nacional Agraria La Molina / TESIS - JORGE SEDANO.docx</b> Document TESIS - JORGE SEDANO.docx (D140997003) Submitted by: gustavogr@lamolina.edu.pe Receiver: gustavogr.unalm@analysis.arkund.com	 2

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA**

**LA MOLINA**

**FACULTAD DE ZOOTECNIA**

**DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN ANIMAL**

**“PESOS VIVOS, PESO DE VELLÓN, NATALIDAD Y  
MORTALIDAD DE ALPACAS HUACAYA DE COLOR DEL  
BANCO DE GERMOPLASMA DE QUIMSACHATA INIA-PUNO”**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE  
INGENIERO ZOOTECNISTA**

Presentada por:

**CHAVELY CRISTINA SILVA PEÑA**

Sustentada y aprobada por el siguiente jurado:

---

Ph. D. Juan Francisco Chávez Cossio

**PRESIDENTE**

---

Mg. Sc. María Elisa García Salas

**MIEMBRO**

---

Mg. Sc. Jonathan Alejandro Morón Barraza

**MIEMBRO**

---

Ph. D. Gustavo Augusto Gutiérrez Reynoso

**ASESOR**

---

MVZ. Rubén Herberth Mamani Cato

**CO-ASESOR**

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo está dedicado a Dios por brindarme salud y bendecirme con la familia que me ha dado, a mis padres Antonio y Delfina, por el amor y la confianza, a mi hermana Liz por escucharme, cuidarme y brindarme motivos importantes para ser mejor persona; a mi tía Agustina, por su apoyo invaluable, por creer, confiar y animarme a avanzar. Y a cada persona que, de alguna manera, me ha brindado su apoyo para la culminación del presente trabajo.

## **AGRADECIMIENTO**

Al Ph.D. Gustavo Gutiérrez por la confianza brindada en la presente investigación, por sus valiosos consejos y correcciones para ser mejor profesional e investigadora.

Al Médico Veterinario y Zootecnista Rubén Mamani Cato, quien me brindó su apoyo en la recolección de información para la elaboración de la presente tesis.

Al Ph.D. Alberto Menendez Buxadera, por su ayuda, preocupación y consejos para la realización del análisis estadístico.

A los miembros del jurado Ph.D. Juan Chávez Cossío, Mg.Sc. María Elisa García Salas y Mg.Sc. Jonathan Morón Barraza.

Al doctor Teodosio Huanca, quien en vida fue director del Banco de Germoplasma de Quimsachata del Instituto Nacional de Innovación Agraria-Puno

Al Programa de Mejoramiento Animal (PMA) de la Facultad de Zootecnia.

A mis amigos y buenos profesionales, Alan, Carmen, Jorge y Manuel, en especial a Andrea, Geraldine, Mabel, Ana Belén y Marisol por alentarme y preocuparse por mi bienestar.

## ÍNDICE GENERAL

I.	INTRODUCCIÓN .....	1
II.	REVISIÓN DE LITERATURA.....	2
	2.1. Alpaca.....	2
	2.2. Color de vellón en alpacas .....	3
	2.3. Conservación de la diversidad animal .....	4
	2.4. Población de alpacas de color.....	6
	2.5. Estructura de rebaño .....	9
	2.6. Peso vivo.....	9
	2.6.1. Peso vivo al nacimiento .....	10
	2.6.2. Peso vivo al destete .....	11
	2.6.3. Peso vivo al año .....	11
	2.7. Peso de vellón.....	12
	2.8. Natalidad bruta.....	13
	2.9. Mortalidad.....	14
III.	METODOLOGÍA .....	15
	3.1. Localización.....	15
	3.2. De los animales.....	16
	3.3. De la alimentación y manejo .....	16
	3.4. Características evaluadas en los grupos de color.....	18
	3.4.1. Peso vivo al nacimiento, al destete y al año.....	18
	3.4.2. Peso de vellón .....	19
	3.4.3. Natalidad bruta.....	20
	3.4.4. Distribución de la mortalidad entre grupos de color.....	21
	3.5. Análisis estadístico .....	22
	3.5.1. Peso al nacimiento .....	22

3.5.2. Peso al destete y peso al año .....	23
3.5.3. Peso de vellón .....	24
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	25
4.1. Variación de la población .....	25
4.2. Pesos vivos.....	30
4.2.1. Pesos vivos al nacimiento .....	30
4.2.2. Pesos vivos al destete.....	32
4.2.3. Pesos vivos al año .....	34
4.3. Peso de vellón .....	36
4.4. Natalidad bruta.....	38
4.5. Distribución de la mortalidad .....	39
V. CONCLUSIONES .....	42
VI. RECOMENDACIONES .....	43
VII. BIBLIOGRAFÍA.....	44
VIII. ANEXOS.....	51

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Clasificación de la fibra de color .....	4
Tabla 2: Población de alpacas Huacaya de color del Banco de Germoplasma de Quimsachata, nacidas en los años 2004, 2005 y 2006 .....	8
Tabla 3: Colores definidos para alpacas en el Banco de Germoplasma de Quimsachata .....	16
Tabla 4: Modelo de registro de empadre controlado.....	21
Tabla 5: Población y proporción de alpacas Huacaya de color por año durante el periodo 2016 - 2018.....	25
Tabla 6: Estructura de rebaño de alpacas Huacaya de color café en el Banco de Germoplasma de Quimsachata por año .....	27
Tabla 7: Estructura de rebaño de alpacas Huacaya de color negro en el Banco de Germoplasma de Quimsachata por año .....	28
Tabla 8: Estructura de rebaño de alpacas Huacaya de color café rojizo en el Banco de Germoplasma de Quimsachata por año.....	29
Tabla 9: Cantidad y porcentaje de alpacas Huacaya muertas en el Banco de Germoplasma de Quimsachata según el grupo color durante el periodo 2015 - 2018.....	40
Tabla 10: Cantidad y porcentaje de alpacas Huacaya muertas en el Banco de Germoplasma de Quimsachata según la causa durante el periodo 2015 – 2018.....	41
Tabla 11: Cantidad y porcentaje de alpacas Huacaya muertas en el Banco de Germoplasma de Quimsachata según la clase durante el periodo 2015 - 2018 .....	41



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Mapa de ubicación del Banco de Germoplasma de Quimsachata .....	15
Figura 2: Alpacas Huacaya de color del Banco de Germoplasma de Quimsachata; 1- LF (light fawn), 2- café claro, 3- café, 4- café rojizo, 5- café oscuro, 6- negro, 7- gris y 8- api. ....	17
Figura 3: Porcentaje de alpacas Huacaya por color del Banco de Germoplasma de Quimsachata (INIA-Puno) durante el periodo 2016 - 2018.....	26
Figura 4: Promedios de mínimos cuadrados del peso al nacimiento de crías de alpacas madres de diferente número de parto en el Banco de Germoplasma de Quimsachata.....	31
Figura 5: Promedios de mínimos cuadrados del peso al nacimiento de alpacas Huacaya de partos ocurridos en diferentes año-mes en el Banco de Germoplasma de Quimsachata .....	31
Figura 6: Promedios de mínimos cuadrados del pesos al nacimiento, consecuencia de la interacción entre año-mes de nacimiento con el número de parto, de alpacas Huacaya del Banco de Germoplasma de Quimsachata .....	32
Figura 7: Promedios de mínimos cuadrados del peso al destete de alpacas Huacaya nacidas en diferentes año-mes en el Banco de Germoplasma de Quimsachata.....	33
Figura 8: Promedios de mínimos cuadrados del peso al año de edad de alpacas Huacaya por número de partos de la madre, del Banco de Germoplasma de Quimsachata .....	35
Figura 9: Promedios de mínimos cuadrados de pesos al año de edad de alpacas Huacaya nacidas en diferentes año-mes en el Banco de Germoplasma de Quimsachata .....	35
Figura 10: Promedios de mínimos cuadrados del peso de vellón a la primera esquila, en diferentes años de nacimiento, de alpacas Huacaya del Banco de Germoplasma de Quimsachata .....	36
Figura 11: Promedios de mínimos cuadrados del peso de vellón a la primera esquila por sexo de la cría, de alpacas Huacaya del Banco de Germoplasma de Quimsachata.....	37
Figura 12: Promedios de mínimos cuadrados del peso de vellón a la primera esquila por grupo de color, de alpacas Huacaya del Banco de Germoplasma de Quimsachata .....	37
Figura 13: Promedios de mínimos cuadrados del peso de vellón a la primera esquila por grupo de color, de alpacas Huacaya del Banco de Germoplasma de Quimsachata nacidas durante el periodo 2013 - 2017 .....	38
Figura 14: Porcentaje de natalidad bruta según el grupo de color, de alpacas Huacaya del Banco de Germoplasma de Quimsachata durante el periodo 2014 - 2019.....	39

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Población de alpacas Huacaya de color por clase y sexo durante el periodo 2016 - 2018.....	52
Anexo 2: Análisis de variancia para el peso vivo al nacimiento.....	54
Anexo 3: Promedios de mínimos cuadrados del peso al nacimiento para el número de partos de la madre.....	54
Anexo 4: Promedios de mínimos cuadrados del peso al nacimiento para el año-mes de nacimiento.....	55
Anexo 5: Análisis de covariancia para el peso al destete.....	55
Anexo 6: Promedios de mínimos cuadrados del peso al destete para el año-mes de nacimiento.....	56
Anexo 7: Análisis de covariancia para el peso al año.....	56
Anexo 8: Promedios de mínimos cuadrados del peso al año de edad para el número partos de la madre.....	57
Anexo 9: Promedios de mínimos cuadrados del peso al año de edad para el año-mes de nacimiento.....	57
Anexo 10: Análisis de covariancia para el peso de vellón.....	58
Anexo 11: Promedios de mínimos cuadrados del peso de vellón para el año de nacimiento..	58
Anexo 12: Promedios de mínimos cuadrados del peso de vellón para el sexo de la cría.....	58
Anexo 13: Promedios de mínimos cuadrados del peso de vellón para el grupo de color.....	58
Anexo 14: Promedio de mínimos cuadrados del peso de vellón de la interacción entre año de nacimiento y grupo de color.....	59
Anexo 15: Porcentaje de natalidad bruta durante el periodo 2014 - 2019.....	59

## RESUMEN

El objetivo de la investigación fue evaluar la población, los pesos vivos, peso de vellón, la natalidad y la mortalidad por color de vellón en alpacas Huacaya del Banco de Germoplasma de Alpacas de Color y Llamas, Anexo Quimsachata (INIA-PUNO). Se ha identificado nueve colores de vellón de alpacas: blanco, LF (light fawn), café claro, café, café oscuro, café rojizo, negro, gris y api. Entre los años 2016 – 2018 la población total de alpacas disminuyó en un 12.36 por ciento, mientras que el promedio del porcentaje de alpacas de vellón blanco, negro, café y café rojizo representaron el 32.90, 17.53, 16.60 y 11.20 por ciento respectivamente, por otra parte, los colores café claro, café oscuro, gris y api representaron menos del seis por ciento de la población. Para el análisis estadístico se formaron tres grupos de color, claros (Lf, café claro y café), negro-oscuro (café rojizo, café oscuro y negro) y gris-api (gris y api). En el periodo 2013 – 2018, se obtuvieron medias de  $5.98 \pm 0.91$  kg,  $22.93 \pm 4.81$  kg y  $26.06 \pm 4.28$  kg, para pesos vivos al nacimiento, destete y año de edad respectivamente; no observándose diferencias entre grupo de color ( $p > 0.05$ ). El peso de vellón a la primera esquila tuvo una media de  $1.49 \pm 0.26$  kg, en el cual se encontró efecto significativo del grupo de color. La natalidad bruta fue de 53.41 por ciento, obteniéndose una mayor natalidad para el grupo de color claro. La mayor mortalidad se presentó en el grupo color negro-oscuro, durante el periodo 2015 – 2018; principalmente como consecuencia de enfermedades infecciosas. En conclusión, la población de alpacas Huacaya de color del Banco de Germoplasma de Quimsachata ha ido disminuyendo de manera progresiva, pero manteniendo valores de peso vivo, peso de vellón, natalidad bruta y mortalidad, dentro de los promedios reportados para la zona agroecológica de Puna Seca.

**Palabras claves:** Alpaca, Huacaya, color, peso, vellón, natalidad, mortalidad

## ABSTRACT

The objective of this research was to evaluate the population, live weights, fleece weight, natality, and mortality of fleece color in alpacas Huacaya of the Germplasm Bank of Alpacas of Color and Llamas, annex Quimsachata (INIA-PUNO). Nine alpaca fleece colors have been identified: white, LF (Light Fawn), light coffee, coffee, dark coffee, reddish coffee, black, gray, and api. Among the years 2016 - 2018, the total population of Alpacas decreased by 12.36 percent, while the average percentage of white fleece alpacas, black, coffee, and reddish coffee represented 32.90, 17.53, 16.60 and 11.20 percent respectively. In addition, light brown, dark brown, gray and api represented less than six percent of the population. For the statistical analysis, three color groups were formed, light (LF, light brown, and coffee), black-dark (reddish coffee, dark brown, and black), and gray-api (gray and API). In the 2013 - 2018 period, means of  $5.98 \pm 0.91$  kg,  $22.93 \pm 4.81$  kg, and  $26.06 \pm 4.28$  kg were obtained, for live weights at birth, weaning, and year of age respectively, where the color group effect wasn't significant ( $p > 0.05$ ). The fleece weight at the first shearing had an average of  $1.49 \pm 0.26$  kg, and a significant color effect was found. The average of natality was 53.41 percent, and a higher natality was obtained for the light color group. The highest mortality occurred in the black-dark group, during the 2015 - 2018 period, mainly as a consequence of infectious diseases. In conclusion, the population of color alpaca Huacaya of the Germplasm Bank of Quimsachata, has been gradually decreasing, but it maintains values of live weights, fleece weight, natality, and mortality, among average reported for a dry puna agroecological zone.

**Key words:** Alpaca Huacaya, color, weight, fleece, natality, and mortality.

## I. INTRODUCCIÓN

La crianza de camélidos sudamericanos es una de las principales actividades del poblador altoandino que vive por encima de los 3,500 m.s.n.m., siendo este el medio actual en el cual se desarrolla la producción alpaquera (FAO, 2005). En el Perú se concentra la mayor población de alpacas en el mundo, llegando a 3'685,516; de la cuales, el 78.94 por ciento son de la raza Huacaya, 11.99 por ciento de la raza Suri, y un 7.19 por ciento conformada por Huarizo (cruce de Llama macho con Alpaca), quedando un 1.88 por ciento como indeterminado. Del total de alpacas, el 99.90 por ciento se encuentra en la sierra del país (INEI, 2012). A pesar de que se evidencia la existencia de 22 diferentes tonalidades de color presentes en el vellón de la alpaca, tanto en la raza Huacaya como Suri, los datos del Censo Nacional Agropecuario (INEI, 2012), no reportan información sobre la cantidad de alpacas por tonalidad de color; pese a ello, se presume una disminución de la población de alpacas de color, debido al bajo precio de la fibra de color comparado con el blanco.

El Banco de Germoplasma de Alpacas de Color y Llamas de Quimsachata, ubicado entre los distritos de Cabanillas, provincia de San Román, y Santa Lucía, provincia de Lampa, en la región Puno, situado entre los 3900 a 4500 msnm, es el único centro en el mundo de conservación *in situ* de alpacas de color. Los registros son llevados de forma permanente, para contar con información productiva y reproductiva de todos los animales; los mismos que han sido utilizados para realizar este estudio. El objetivo general fue evaluar la población de alpacas Huacaya de color, del Banco de Germoplasma de Alpacas de Color y Llamas, del Anexo Quimsachata (INIA-PUNO), según el color de vellón, los pesos vivos, peso de vellón, natalidad y mortalidad en el periodo 2013 – 2018. Siendo los objetivos específicos: 1) evaluar la distribución de la población según el sexo y clase, 2) evaluar los pesos vivos al nacimiento, destete y año, 3) evaluar el peso de vellón a la primera esquila, 4) evaluar la natalidad y 5) evaluar la mortalidad.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. Alpaca

La alpaca (*Vicugna pacos*) es un animal que puede sobrevivir y aprovechar las extensas praderas altoandinas, siendo su crianza de importancia para las familias campesinas debido a que producen fibra para la industria textil, carne como fuente de proteína animal y pieles para confecciones artesanales (Novoa, 2007). Este camélido presenta características únicas, siendo de tamaño mediano en comparación a la llama y al guanaco, pero superior a la vicuña; su estatura promedio oscila entre 80 a 90 cm a la altura de la cruz; la cabeza es pequeña y comprimida lateralmente, presentando un copete de fibras que llegan hasta los ojos; las orejas son pequeñas, verticales y puntiagudas; el cuello es largo y recubierto de fibra y pelos; la grupa sigue la curvatura de la línea superior siendo caída al igual que la cola, la cual es corta y móvil (Bonacic, 1991).

El 92 por ciento de la población mundial de alpacas se encuentra en el altiplano peruano-boliviano, con el 78 por ciento ubicada en el suroeste del Perú, convirtiéndolo en el país con la mayor población de esta especie en el mundo (León-Velarde y Guerrero, 2001). La población peruana de alpacas es de 3'685,516 animales, 56 por ciento de ella localizada en el departamento de Puno (INEI, 2012). Asimismo, los animales de la raza Huacaya constituyen la mayor parte de ella, representando el 78.94 por ciento, seguida por la raza Suri con el 11.99 por ciento (INEI, 2012). Alrededor del 90 por ciento del total de la población de alpacas se encuentra en manos de pequeños productores, quienes paradójicamente constituyen el segmento de extrema pobreza del Perú (FAO, 2005).

En el Perú, por medio de la Ley N° 28350 (Ley de promoción del mejoramiento genético y conservación de las razas de camélidos, 2005) y su reglamento; y el Decreto Supremo N° 022-2005-AG, se reconoce las razas de alpaca Huacaya y Suri. La raza Huacaya se caracteriza por tener un vellón esponjoso, de apariencia voluminosa, suave al tacto, que le da una textura afelpada de acuerdo con su densidad (desde el fofo y suelto, característico del animal de bajo

rendimiento, hasta el compacto y denso, propio de los animales mejorados y de alta producción). El vellón de la alpaca Suri se caracteriza por la conformación de sus mechales que formando flecos caen con dirección al suelo flanqueando el cuerpo del animal (Barreda, 2004).

## **2.2. Color de vellón en alpacas**

La diversidad de color de vellón se aprecia en las alpacas Suri y Huacaya. El color del vellón, expresado tanto por el tipo como por la cantidad de pigmentos de melaninas, se encuentra controlado bioquímicamente por pigmentos que son producidos y almacenados en células llamadas melanocitos, que se localizan bajo el folículo piloso de la piel. La síntesis de la melanina ocurre a nivel de los melanosomas intracitoplasmáticos, y es catalizada por enzimas específicas como la tirosina catalasa, que convierte al aminoácido tirosina en dopamina para iniciar la expresión de las melaninas (Cecchi *et al.*, 2006).

Existen dos tipos de melaninas, las eumelaninas, para pigmentos que van del negro al marrón, y las feomelaninas para pigmentos que van del amarillo al rojizo. La concentración de melaninas puede utilizarse como un criterio confiable para caracterizar un fenotipo de diferente color (Cecchi *et al.*, 2006).

Respecto a la diversidad de colores, se acepta, en ambas razas, la existencia de diversas tonalidades; que varían entre el blanco, crema, café, café oscuro, café claro, gris, api, con diversas tonalidades (Bustinza, 2001a; Renieri *et al.*, 2004 y Oria *et al.*, 2009). Considerándose que, las alpacas son descendientes de las vicuñas, el color silvestre del vellón de las alpacas corresponde al color vicuña (Kadwell *et al.*, 2001). La clasificación de colores de vellón considerada por la Norma Técnica Peruana 231.300.2014 se encuentra compuesta por 10 colores enteros y cuatro denominados canosos (Tabla 1).

**Tabla 1: Clasificación de la fibra de color**

Colores enteros	
B	Blanco
LFX	Beige
LFY	Vicuña
LFZ	Vicuña Intenso
CC	Café Claro
COM	Café Oscuro Marrón
CON	Café Oscuro Negro
GP	Gris Plata
GO	Gris Oscuro
N	Negro
Colores canosos	
BMC	Blanco Manchado Claro
BMO	Blanco Manchado Oscuro
GC	Gris Claro con canas blancas
NM	Negro Manchado

Fuente: INACAL - Norma Técnica Peruana 231.300.2014

La ventaja comercial de la fibra de color natural es que las prendas elaboradas con ella han demostrado no ser alteradas por efecto de los rayos solares, por más fuertes que estos sean, o por más tiempo de exposición; además sus productos conservan el color y se mantienen firmes y lustrosos en el tiempo, lo cual ha sido observado en tejidos antiguos y sobre el mismo cuerpo del animal (Bustinza, 2001b). Otra de sus características es el rendimiento al lavado, debido al alto grado de limpieza; además que el proceso de trabajo es fácil y barato, debido a que la fibra no contiene grasa ni lanolina (sustancia grasa que contiene la lana del cordero); lo cual permite que sean trabajadas con menor dificultad en los sistemas de cardado o peinado. También cabe destacar que las fibras de color natural mantienen su lustre natural y su absorción de humedad del ambiente es relativamente baja (Quispe y Mueller, 2001).

### **2.3. Conservación de la diversidad animal**

La importancia de la conservación de la diversidad animal, recursos zoogenéticos, radica en salvaguardar el patrimonio genético formado a través de los años y adaptado a diversos ecosistemas; su aprovechamiento es de importancia social, económica y cultural, para las poblaciones que la protegen y conservan; y es por ello que son el sustento para el desarrollo de



la ganadería, sobre la base de la puesta de valor de variedades y razas mejoradas, que proporcionen productos de calidad y que contribuyan a mantener sistemas de producción respetuosos con el medio ambiente, y que además conserven las tradiciones (Mujica, 2009).

La variabilidad existente en las poblaciones de animales ha de ser conservada porque va a permitir la adaptación de las especies a diferentes ambientes; y, en plano productivo va a ayudar a atender futuras demandas del mercado, haciendo frente a los posibles cambios en las cadenas productivas. En lo científico, el estudio de cada raza en particular, con el objetivo de identificar genes únicos, proporcionará un excelente material orientado a la innovación y generación de nuevos productos animales. En lo ecológico ayudaría a mantener la sostenibilidad de los ecosistemas, como resultado del equilibrio entre clima, flora y fauna (Oldenbronck, 1999).

Consecuencia de la conquista española se generó una alta mortalidad en esta especie animal; además, su población fue desplazada de la zona costera a la Altoandina donde existe escasez de pastos (Bonacic, 1991). Asimismo, debido a la tradicional predilección de la industria textil por la fibra blanca, se fue dejando de lado a las alpacas de color, lo que condujo al blanqueo de los rebaños; encontrándose, en el distrito de Nuñoa – Puno, alpacas Huacaya de color, que representan solo un 2.0 por ciento en una población total de 54,958 animales (Enríquez, 2006).

El progresivo blanqueo de los rebaños de alpacas en el Perú ha generado pérdida de diversidad genética. Por ello en el año 1987, con apoyo técnico y financiero del Proyecto Alpacas (PAL), producto del Convenio con la Cooperación Técnica del Gobierno Suizo (COTESU) con el INIA, se instauró en la Estación Experimental Illpa Puno, Anexo Quimsachata, el actual Banco de Germoplasma de Alpacas y Llamas, orientado inicialmente a la recuperación de alpacas de color, y llamas en sus dos ecotipos Ch'aku y C'cara, bajo los siguientes objetivos (Huanca *et al.*, 2007):

- a) Recuperar la variabilidad de las alpacas de color;
- b) Disponer de una variabilidad de colores de la fibra de alpaca según las tonalidades identificadas por la industria;
- c) Diseñar un manejo técnico de los animales en una determinada extensión de terreno;
- d) Implementar un sistema de empadre que permita manejar a las alpacas de color, a través de apareamientos planificados para estudiar la herencia de color;

- e) Recuperar animales de colores raros o muy escasos, a través de biotecnologías reproductivas;
- f) Realizar estudios de las características productivas y reproductivas, potenciales en alpacas de color frente a las blancas;
- g) Constituir un centro de producción de reproductores de alpacas de color.

#### **2.4. Población de alpacas de color**

No existen estadísticas nacionales sobre las poblaciones de alpacas de color; sin embargo, existen estudios aislados que reportan poblaciones en comunidades campesinas y pequeños criadores en varios departamentos del Perú.

En Tacna, al evaluar fenotípicamente 17,046 alpacas, pertenecientes a 151 unidades pecuarias familiares de 8 comunidades, mediante la clasificación de vellón de color, según la Norma Técnica Peruana 231.300.2014, se reportó que: el 61 por ciento fueron de vellón blanco, 25 por ciento de diferentes colores uniformes (beige, vicuña, café, gris, negro y roano) y 14 por ciento de colores mezclados; predominando, entre los animales de color entero, el color vicuña; con un 7 por ciento, y el café oscuro marrón con 6 por ciento (Chaparro, 2010).

En Apurímac, distrito de Cotaruse, de 2256 alpacas Huacaya caracterizadas, 2001 fueron de vellón color entero, incluyendo el blanco. Las alpacas blancas representaron el 66.8 por ciento, seguido de los colores LFZ, LFX y LFY, con 7.8, 6.2 y 5.9 por ciento, respectivamente (Ccaccya, 2014).

En Huancavelica, de una población de 2341 alpacas, 538 fueron Huacaya de vellón de color. Los colores crema claro, café medio y café claro, representaron el 26.60, 19.50 y 12.80 por ciento, respectivamente; siendo estos los de mayor proporción. Los animales de color negro, gris y api representaron el 6.50, 0.40 y 0.20 por ciento, respectivamente; verificándose que el color negro presenta una baja proporción y los colores api están prácticamente ausentes en la zona (Oria *et al.*, 2009).

En Puno, en el distrito de Cabanillas, provincia de Lampa, zona agroecológica de puna seca, de 5528 animales caracterizados, el 90.67 por ciento fue de vellón blanco. Mientras que los colores

crema (LF), café rojizo, cafés oscuro y negro alcanzaron fueron 4.92, 1.39, 0.40 y 0.33 por ciento, respectivamente (Castillo *et al.*, 2016).

En el distrito de Santa Lucia, provincia de Lampa, en una población de 3190 alpacas Huacaya, el 96.05 por ciento fue de color entero, identificándose siete colores de vellón, El color blanco, representó el 86.59 por ciento, seguido del café, negro y café claro, con 3.17, 2.68 y 2.51 por ciento, respectivamente. Los colores cafés oscuro y café rojizo representaron el 1.57 y 1.40 por ciento, respectivamente; siendo los de menor proporción en la población. No se reportó información sobre los colores api ni gris (Nina, 2017).

En las alpacas Huacaya del Banco de Germoplasma de Quimsachata, se ha reportado nueve colores de vellón, incluyendo el blanco. La cantidad de animales nacidos por color y sexo, para los años 2004, 2005 y 2006; fueron de 338, 328 y 330, respectivamente. Las alpacas nacidas de vellón café y negro representaron el 33.43, 28.35 y 27.27 por ciento del total de la población de alpacas nacidas dentro del periodo 2004 – 2006 (Tabla 2) (Huanca *et al.*, 2007).

Un estudio realizado en Nueva Zelanda, en un grupo de 222 alpacas, reportaron 54 animales blancos (24.32 por ciento), 9 negros (4.05 por ciento), 14 café claro incluyendo al LF (6.03 por ciento), 57 café oscuro (25.67 por ciento), 44 grises (19.81 por ciento) y 13 api (5.86 por ciento); también se encontraron colores combinados, como café con blanco y negro con blanco, en cantidades de 23 (10.36 por ciento) y 8 (3.60 por ciento), respectivamente (Wuliji *et al.*, 2000).

**Tabla 2: Población de alpacas Huacaya de color del Banco de Germoplasma de Quimsachata, nacidas en los años 2004, 2005 y 2006**

Color – sexo / Año		2004		2005		2006	
Api	Hembra	4		2		5	
	Macho	-	1.18%	2	1.22%	7	3.64%
Blanco	Hembra	32		41		41	
	Macho	32	18.93%	43	25.61%	36	23.33%
Café	Hembra	27		22		14	
	Macho	30	16.86%	24	14.02%	29	13.03%
Café claro	Hembra	12		13		14	
	Macho	17	8.58%	11	7.32%	16	9.09%
Café oscuro	Hembra	24		18		20	
	Macho	39	18.64%	25	13.11%	18	11.52%
Café rojizo	Hembra	6		21		14	
	Macho	10	4.73%	16	11.28%	18	9.70%
Gris	Hembra	4		8		4	
	Macho	5	2.66%	2	3.05%	7	3.33%
LF	Hembra	24		16		17	
	Macho	16	11.83%	17	10.06%	23	12.12%
Negro	Hembra	22		23		24	
	Macho	34	16.57%	24	14.33%	23	14.24%
Total		338	100%	328	100%	330	100%

Fuente: Huanca *et al.*, 2007

## **2.5. Estructura de rebaño**

De las proporciones de animales en las poblaciones se puede estimar la estructura del rebaño en función de clase. Las clases consideradas fueron: i) crías machos y hembras, del nacimiento a los 12 meses de edad, ii) tuis machos y hembras, de 12 a 24 meses de edad, iii) madres y padres mayores a dos años, que se encuentran reproductivamente aptos (Gallegos, 2013).

Entre los pequeños y medianos propietarios se reporta una estructura de rebaño aproximada de 40 por ciento de hembras de dos años a más, tres por ciento de machos reproductores, 16 por ciento de machos y hembras de hasta un año, y 41 por ciento de capones. El elevado número de capones, y la baja proporción de madres, combinada con una baja tasa de natalidad y una alta tasa de mortalidad de crías, imposibilita el realizar la selección por características reproductivas (Novoa, 2007).

En el Centro de Investigación y Producción La Raya – Puno, se reporta una composición de rebaño, en la cual, las crías machos y hembras representaron una proporción de 11.56 y 11.27 por ciento, respectivamente; mientras que en tuis machos y hembras fue de 20.06 y 16.36 por ciento, respectivamente; las madres presentaron un 37.32 por ciento y los padres un 3.43 por ciento (Gallegos, 2013).

## **2.6. Peso vivo**

El peso vivo es consecuencia de factores genéticos y ambientales, siendo el incremento del peso vivo en el tiempo un reflejo de la velocidad de crecimiento del animal, el cual se encuentra influenciado por factores como raza, sexo, edad del animal, edad de la madre, año, época de nacimiento, manejo y otras condiciones ambientales (Quispe *et al.*, 2016). El peso vivo, se encuentra asociado a la sobrevivencia de los animales, constituyendo un aspecto importante en la viabilidad de las crías, debido a que les permite soportar las adversas condiciones climáticas (Maxa *et al.*, 2009).

### 2.6.1. Peso vivo al nacimiento

El peso vivo al nacimiento es importante para la sobrevivencia de la cría debido a que se encuentra relacionado con la cantidad de reserva de grasa corporal, la cual es importante en la entrega de energía para los primeros días de vida (Quispe *et al.*, 2016). Un estudio realizado en corderos encontró que el peso al nacimiento se ve influenciado por el tamaño de la camada; el sexo de la cría y el número de partos de la hembra, y que las desviaciones del peso promedio al nacer, especialmente hacia niveles menores generan una mayor mortalidad de crías (Maxa *et al.*, 2009).

En Puno, en el fundo Mallkini, se reporta una media del peso al nacimiento de  $6.99 \pm 1.08$  kg, con un coeficiente de variación de 15.38 por ciento, encontrando que las campañas de producción fueron significativas mas no el sexo de las crías (Palacios, 2010). En Pasco se reporta peso al nacimiento de  $7.77 \pm 0.96$  kg, con un coeficiente de variación de 12.36 por ciento, indicando que el peso vivo se encuentra influenciado por la madre y por la condición del pastizal (Trillo, 2012). Ambos reportes son de alpacas Huacaya de vellón blanco.

En el Banco de Germoplasma de Quimsachata se reportó, para alpacas blancas y color conjuntamente, en los años 2004, 2005 y 2006, pesos al nacimiento de  $6.10 \pm 1.01$  kg;  $6.40 \pm 0.94$  kg y  $6.60 \pm 1.01$  kg, respectivamente; indicando que existe efecto significativo del año de nacimiento, más no del sexo (Huanca *et al.*, 2007). Es así como para el periodo 1998 – 2012 se halló una media de peso al nacimiento de  $6.21 \pm 1.08$  kg, con un coeficiente variación de 17.4 por ciento (Mamani, 2013).

En otro estudio, realizado también en alpaca Huacaya de color del Banco de Germoplasma de Quimsachata, reportó un promedio del peso al nacimiento de 7.00 kg, indicando además que las crías macho, derivadas del apareamiento entre animales de color café, alcanzaron promedios más altos, de 7.80 kg, mientras que las crías hembras de apareamiento de animales blanco con blanco, lograron un peso promedio inferior, de 6.00 kg. Se indica también que el mes de nacimiento y el color de vellón tienen influencia sobre el peso al nacimiento; siendo las crías de color oscuro más pesadas que las crías de color claro y blanco, asociando este comportamiento a la concentración de melaninas que permitiría a las crías de colores oscuros el absorber mejor la radiación solar en favor de su desarrollo (Gallegos, 2012).

En Nueva Zelanda se reportó una media de peso al nacimiento de 8.40 kg, y un efecto significativo del sexo; siendo los machos de mayor peso que las hembras. Sin embargo, no se refiere efecto significativo del año de nacimiento ni del color del vellón (Wuliji *et al.*, 2000).

### **2.6.2. Peso vivo al destete**

El destete es la actividad del manejo de los rebaños, en la cual se separan a las crías de sus madres, generalmente entre los siete a ocho meses de edad. El peso al destete de las crías es un indicador tanto de la habilidad de la cría como de la madre (Flores *et al.*, 1993).

Un estudio realizado en alpacas Huacaya blancas del fundo Mallkini, durante el periodo 2001-2008 reportó un peso promedio al destete de  $22.68 \pm 4.22$  kg, con un coeficiente de variación de 14.15 por ciento (Palacios, 2010). Mientras en Pasco, la media del peso vivo al destete fue ligeramente superior, de  $23.25 \pm 3.80$  kg, pero con un coeficiente de variación mayor, de 16.30 por ciento (Trillo, 2012).

En el Banco de Germoplasma de Quimsachata, para los años 2004, 2005 y 2006 se reportó pesos vivos promedio al destete de  $26.1 \pm 4.23$  kg,  $25.3 \pm 3.93$  kg y  $24.90 \pm 4.35$  kg, respectivamente; indicando que existe un efecto significativo del sexo de la cría sobre el peso al destete, pero no del color de vellón (Huanca *et al.*, 2007). Otro estudio reportó una media ligeramente inferior de 23.50 kg, para alpacas Huacaya blancas y de color, precisando que no hubo efecto significativo del color ni del sexo de la cría (Gallegos, 2012).

### **2.6.3. Peso vivo al año**

En llamas se reportó que el peso vivo, a la edad aproximada de un año, es afectado por el año de nacimiento, por lo cual se indica que el desarrollo de la masa corporal es sensible a cambios del ambiente temporal a través del tiempo. También se aprecia efecto significativo del sexo del animal, asociándolo al mayor desarrollo corporal de la hembra, debido a un estímulo hormonal que genera el inicio temprano de su actividad sexual (García y Leyva, 2007).

En Cusco, en el IVITA Marangani, en un estudio de alimentación para que las alpacas logren pesos vivos de 30.00 kg al año de edad y puedan ser empadradas, el 87 por ciento de hembras

alimentadas con pasto cultivado llegaron al peso objetivo mientras que el 27 por ciento lo logró con alimentación de pasto natural. Concluyendo que una mejora en la alimentación post destete influye favorablemente para llegar al peso requerido para el inicio reproductivo de las hembras (García *et al.*, 1999).

En el Banco de Germoplasma de Quimsachata, en alpacas Huacaya hembras, se reportan pesos al año de edad de 28.10 kg, los mismos que no son influenciados por el color de vellón ni por el sexo (Gallegos, 2012).

En alpacas criadas en Nueva Zelanda se reporta pesos vivos promedio al año de edad de 40.50 kg, encontrándose efecto significativo del color de vellón, siendo las alpacas de vellón blanco las que presentaron mayor promedio (Wuliji *et al.*, 2000).

## **2.7. Peso de vellón**

El vellón está compuesto por el total de fibras que cubren el cuerpo de la alpaca, el cual se distribuye en grupos de fibras (agrupación de mechas), que se corta en cada proceso de esquila. El peso del vellón se encuentra influenciado por diversos factores; intrínsecos, como la raza del animal, el sexo, la edad, el color de la fibra, además de la zona o región corporal donde crece la fibra; y extrínseco, como el año y mes de nacimiento, los sistemas de producción, las zonas agroecológicas en donde habita el animal y el estado nutricional (Quispe *et al.*, 2016).

La fibra es producida por folículos que se encuentran incrustados en la piel, que se clasifican en primarios y secundarios. Los primarios, primeros en desarrollarse en la etapa fetal, presentan mayor diámetro que los secundarios y se encuentran relacionados con la glándula sebácea, la glándula sudorípara y el músculo erector de la fibra. Los folículos secundarios también inician su desarrollo durante la etapa fetal, tienen menor diámetro y con frecuencia se encuentran acompañadas por glándulas sudoríparas (Badajoz *et al.* 2009); producen las fibras de mayor valor comercial, dependiendo este valor de la densidad y diámetro de la fibra (Galbraith, 2010).

El vellón se encuentra conformado por el vellón propiamente dicho y las bragas, el primero presenta mayor uniformidad en finura que las demás partes. Tanto la finura como el peso del



vellón se encuentran relacionados con el grado de mejoramiento genético del rebaño. Las bragas están compuestas por la fibra obtenida del cuello, barriga y extremidades (Bustinza, 2001a).

El vellón es obtenido a través de la esquila, actividad que en el Perú debe realizarse, de preferencia en el mes de noviembre, antes del inicio de la campaña de parición; o en marzo, cuando ya ha terminado la parición; pero siempre debe ser realizada en un periodo cercano a la época de lluvia, para que las alpacas puedan disponer de alimento y recuperarse (Calle, 1982).

En Pasco, en un estudio de 190 crías de alpacas Huacaya a una edad de 237 días en promedio se reporta un peso de vellón a la primera esquila de  $1.52 \pm 0.32$  kg, con un coeficiente de variación de 21.05 por ciento; encontrando efecto significativo del sexo y la edad (Trillo, 2012). Otro estudio, también en la región Pasco indica, para alpacas Huacaya dientes de leche, primera esquila, un peso de vellón de  $2.26 \pm 0.83$  kg (Corredor, 2015).

En Puno, en el fundo Mallkini, se reportó, para peso de vellón a la primera esquila, una media de  $1.85 \pm 0.49$  kg y un coeficiente de variación de 19.54 por ciento, hallando efecto significativo de la clase (Majada I, majada II y plantel) y de la interacción entre campaña y sexo (Palacios, 2010). Asimismo, en Lampa, (Puno), en alpacas de ambos sexos, se reportó una media de  $1.49 \pm 0.21$  kg y un coeficiente de variación de 14.08 por ciento (Tumi, 2017)

## **2.8. Natalidad bruta**

La natalidad es el número de nacimientos habidos en una población durante un periodo determinado de tiempo, generalmente un año, debido al tiempo que dura la gestación en alpacas (11 meses), y que supone un aumento de la población (Bustinza, 2001a). Solís y Sierra, citado por Gallegos (2012), señalan que para un nivel tecnológico medio la natalidad bruta varía de 50-60 por ciento, y para un nivel tecnológico alto de 70-80 por ciento. Bajo un manejo adecuado y buena alimentación de las hembras preñadas, el porcentaje de natalidad puede superar el 70 por ciento (Calle, 1982).

En el Fundo Mallkini, se reportó una natalidad bruta de 70.94 por ciento, para alpacas Huacaya blancas en el periodo 2001 - 2008 (Palacios, 2010). En Tacna, en las comunidades, Huaytire y Maure, se obtuvo unas tasas de natalidad bruta de 34.5 por ciento y 31.56 por ciento,

respectivamente; indicando que, posiblemente, estas se deban principalmente a los eventos fisiológicos y nutricionales maternos y al ambiente circundante; teniendo en cuenta que ambas comunidades se ubican en la zona agroecológica de Puna Seca (López, 2017). En otro estudio, realizado en el INIA Santa Ana, (Huancayo), se reportó una natalidad bruta de 57.33 por ciento, en el periodo 2004 – 2008 (Pando, 2011).

## **2.9. Mortalidad**

Las altas tasas de mortalidad observadas en alpacas se deberían básicamente a la mala alimentación, sobrepastoreo, estrés, alta prevalencia e incidencia de enfermedades; por ello, el contar con un buen manejo sanitario del rebaño es uno de los pilares de la producción ganadera (DESCO, 2014). A continuación, se reportan algunos estudios de mortalidad.

En Puno, de un estudio realizado en tres centros de producción alpaquera, dos ubicados en zona agroecológica Puna Húmeda (Rural Alianza EPS y el CIP “La Raya”) y otro ubicado en zona agroecológica Puna Seca (Banco de Germoplasma de Quimsachata); se reportó que la principal causa de mortalidad fueron las enfermedades infecciosas (51.70 por ciento), seguida de alteraciones orgánicas (42.08 por ciento). Precizando que en Puna Seca la enfermedad más relevante es la neumonía (80.90 por ciento); y en Puna Húmeda, la enterotoxemia (2.0 por ciento para Rural Alianza EPS y 38.5 por ciento para el CIP “La Raya”) (Mamani *et al.*, 2009).

En Tacna, en las comunidades de Huaytire y Maure, ubicadas en la región agroecológica de Puna Seca se reportó una tasa de mortalidad, para crías y madres, de 23.42 y 3.92 por ciento y de 20.18 y 6.32 por ciento, respectivamente; indicando al factor alimentación como el más influyente (López, 2017). Mientras que, en Puno, en el Fundo Mallkini para el periodo 2001 - 2008, se reportó una mortalidad general de 6.33 por ciento, relacionando ello con los recursos con que cuentan las empresas para establecer buenos programas de manejo (Palacios, 2010).

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. Localización

El estudio fue realizado en el Banco de Germoplasma de Alpacas de Color y Llamas de la Estación Experimental ILLPA-INIA, Anexo Quimsachata (Figura 1), ubicado entre los distritos de Cabanillas (provincia de San Román) y Santa Lucía (provincia de Lampa) en la región Puno; situado entre los 3900 a 4500 m.s.n.m., en la zona agroecológica de Puna Seca, cuya temperatura fluctúa entre 3°C a 15°C, con un promedio de 7°C durante el año (Huanca *et al.*, 2007). La estación abarca una extensión de 6281 hectáreas de terreno, donde se encuentran bofedales, lagunas y canchas de pastoreo para la crianza extensiva de alpacas, llamas, pacovicuñas y llamahuanacos.

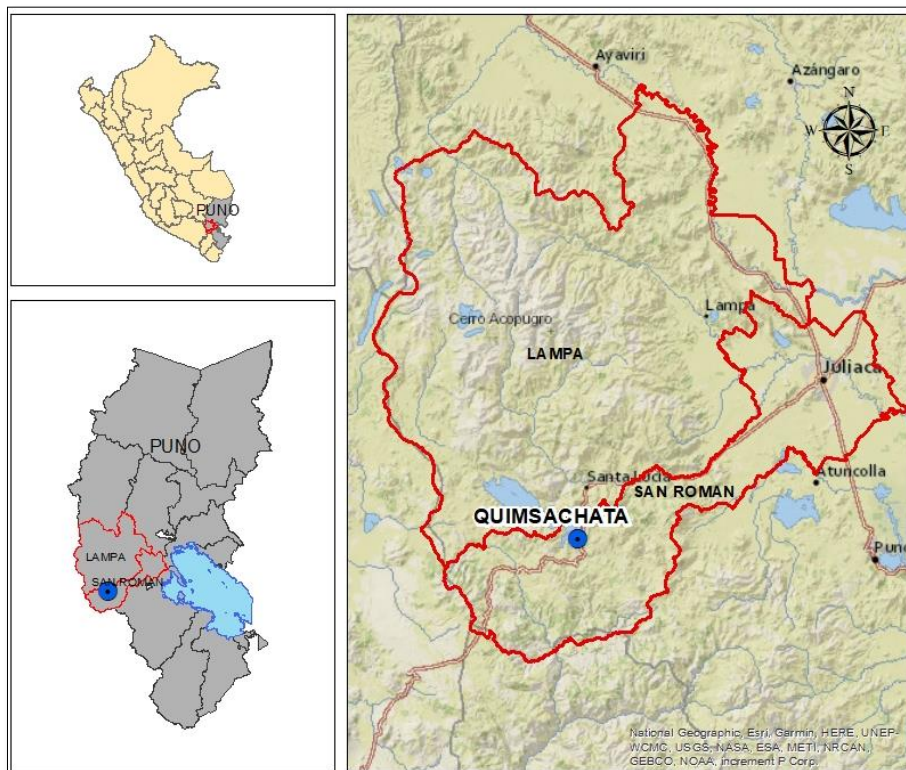


Figura 1: Mapa de ubicación del Banco de Germoplasma de Quimsachata

### 3.2. De los animales

La población estudiada estuvo constituida por tres rebaños. El rebaño de machos productores, ubicado en Callacallani a una altitud de 4166 m.s.n.m.; el rebaño de hembras vacías ubicado en Japu a una altitud de 4220 m.s.n.m.; y el rebaño de tuis ubicado en Rincón Pumani a una altitud de 4180 m.s.n.m. Los tres rebaños estuvieron compuestos por alpacas Suri y Huacaya de los nueve colores (Tabla 3 y Figura 2). Se registraron los pesos vivos, pesos de vellón, la natalidad y mortalidad en el periodo 2013 – 2018.

**Tabla 3: Colores definidos para alpacas en el Banco de Germoplasma de Quimsachata**

Color	Nomenclatura
Blanco	BL
LF (light fawn – beige)	LF
Café claro	CC
Café	CA
Café rojizo	CR
Café oscuro	CO
Negro	NE
Gris	GR
Api	API

### 3.3. De la alimentación y manejo

En toda su extensión, el banco cuenta con pastos naturales, principalmente bofedales, que aportan el alimento a las alpacas (Quispe *et al.*, 2016). Predominan las gramíneas, con al menos 100 especies nativas, entre las cuales las deseables representaron el 29.4 por ciento, siendo *Hypochoeris taraxacoide* (miski pilli), *Poa horridula* (koña pasto), *Alchemilla pinnata* (sillu sillu) y *Bromus catharticus* (cebadilla), las más abundantes y preferidas por las alpacas (Gallegos, 2012).

Según el calendario alpaquero, entre los meses de abril a mayo, cuando las lluvias han terminado, los animales reciben baños de inmersión, para controlar la sarna y la piojera; actividad que se repite en el mes de noviembre, luego de la esquila. Además, poco antes del

reinicio de las lluvias, se aplican fármacos para la desparasitación interna, principalmente ivermectinas y doramectinas.

La saca de animales adultos se realiza entre los meses de noviembre y diciembre, y la selección de tuis de remplazo ocurre entre los meses de marzo y abril. Los factores que se toman en cuenta para la saca son la presencia de manchas y canas en el vellón, hembras infértiles, prognatismo y edad mayor a 10 años. La edad se verifica con el código del arete y por el grado del rasamiento de los dientes en los animales sin arete.



Figura 2: Alpacas Huacaya de color del Banco de Germoplasma de Quimsachata; 1- LF (light fawn), 2- café claro, 3- café, 4- café rojizo, 5- café oscuro, 6- negro, 7- gris y 8- api.

### **3.4. Características evaluadas en los grupos de color**

Para determinar la población existente de alpacas Huacaya de color se utilizaron los registros de caracterización, que se realiza una vez al año desde el 2016. De los registros se obtuvo la información del número de animales por color de vellón y por clase, en cada uno de los años en que se realizó la actividad.

La definición del color de vellón, corresponde a cada animal, se realizó mediante el muestreo su fibra al momento de la esquila. La muestra de fibra fue colocada en bolsas identificadas con el código del animal al que le corresponde, y luego fue llevada al laboratorio para su análisis y asignación de color.

#### **3.4.1. Peso vivo al nacimiento, al destete y al año**

##### **a. Peso vivo al nacimiento**

Se registró el mismo día en que nacen las crías, mediante una balanza digital de gancho, y una soguilla. Cada pastor lleva un cuaderno de parición, en el cual anota el código que le corresponde a la cría nacida, según orden de nacimiento, seguido de la fecha de nacimiento, raza, peso, color, sexo, arete de la madre, raza de la madre, color de la madre, y alguna observación adicional. El cuaderno es entregado a un técnico quien, luego de verificar lo registrado, procede a aretar cada cría. Para el presente estudio se utilizó la información de los registros del cuaderno de parición.

La base de datos de los pesos al nacimiento utilizó información de los años 2013 a 2018. Se eliminaron los datos de animales de vellón blanco, sin código, con presencia de manchas, y los de raza suri; quedando finalmente 1061 registros.

##### **b. Peso al destete**

El destete se realiza aproximadamente a los 8 meses de edad. Las crías retrasadas en el peso permanecen con sus madres hasta la edad de un año. Las madres pasan luego a formar la punta de preñadas, y las crías destetadas la punta de tuis. Registrándose el código, el peso y el color

de vellón de cada cría. Para medir el peso se utiliza una balanza digital con barras portátiles que es llevada al lugar donde se realiza el destete.

Previo a su análisis los datos fueron depurados, eliminando información de animales de vellón blanco y sin arte, y de los empleados en alguna otra investigación; resultando en total 775 registros, para el periodo 2013 - 2018.

c.      **Peso al año**

Se registró alrededor de los 360 días de edad, empleando también una balanza digital con barras portátiles; considerando solamente animales que no fueron parte de ningún ensayo o investigación; así como los pesos de animales de vellón blanco y sin arete; contando en total, con 736 registros, para el periodo 2014 – 2019.

**3.4.2. Peso de vellón**

Se registró en la esquila, en dos momentos. Primero, en esquila chica, realizada en el mes de abril, en que se esquilan los tuis que cumplen con la condición de tener una longitud de mecha mayor o igual a 7 cm. Segundo, en la esquila grande, que se realiza en el mes de noviembre, a los tuis no esquilados en el mes de abril, más los reproductores hembras y machos. Luego los animales son esquilados cada dos años, verificándose previamente que su longitud de mecha no sea menor de siete centímetros. Esta actividad es realizada en Rincón Pumani, localidad que se acondiciona para facilitar la esquila, que se realiza a tijera, empezando por las hembras preñadas. Los primeros animales a esquilar son los de vellón blanco, y los últimos de vellón negro. Una vez finalizada la esquila se pesa el vellón propiamente dicho y las bragas, mediante una balanza digital de gancho.

Se tomaron datos de primera esquila, de alpacas Huacaya de vellón de color, que no fueron parte de ninguna otra investigación; además no se tomaron en cuenta los pesos de vellón de animales sin arete, haciendo un total de 374 datos durante el periodo 2013 - 2018.

### 3.4.3. Natalidad bruta

El empadre se inicia en la segunda quincena de enero y termina en la segunda quincena de abril, en Japu, lugar cercano a las puntas de hembras vacías, hembras post parto y machos. Se identifica las hembras a empadrear mediante exposición a macho, luego las hembras son separadas en corrales por el color de vellón para que ingresen los machos y se realice la cópula; mientras esto sucede se toma registro, en una ficha técnica (Tabla 4), del código de la hembra y del macho, del color, raza y número de empadres; una vez finalizada la cópula se marca con pintura la cruz de la hembra, para conocer posteriormente por el número de marcas la cantidad de apareamientos que ha tenido. Esta actividad se realiza dos a tres veces por semana, y se alterna con el empadre de llamas, apareando en promedio unas 35 alpacas por día de trabajo.

El empadre de alpacas post parto se inicia a partir de 15 días después del parto. Para realizar la actividad se espera agrupar un promedio de 50 hembras, las cuales serán llevadas al lugar de empadre, y no serán expuestas a detección por macho.

Para determinar la natalidad bruta (NB) se utilizó la siguiente formula:

$$\%NB = \frac{N^{\circ} \text{ de crías nacidas} * 100}{N^{\circ} \text{ de hembras empadradas}}$$



**Tabla 4: Modelo de registro de empadre controlado**

INSTITUTO NACIONAL DE INNOVACIÓN AGRARIA					CIP QUIMSACHATA				
<b>FICHA TÉCNICA</b> <b>CAMPAÑA DE EMPADRE DE ALPACAS</b>									
RESPONSABLE:					LUGAR Y FECHA:				
N° DE ORDEN	HEMBRA					MACHO			
	N° ARETE	RAZA	COLOR	SERVICIO	OBS	N° ARETE	RAZA	COLOR	OBS
01	3116	SY	NE	2DO		26112	SY	CO	
02	300209	HY	CO	3ER		122215	HY	NE	
03	113216	HY	CO	3ER		229212	HY	CO	
04	212211	SY	CO	3ER		148209	SY	CO	
05	309315	SY	NE	3ER		0603	SY	NE	
PASTOR:					RESPONSABLE REGISTRO:				

Fuente: Huanca y Mamani (2016)

#### **3.4.4. Distribución de la mortalidad entre grupos de color**

Para el cálculo de la distribución de la mortalidad se utilizó los informes mensuales de mortalidad. Se calculo en porcentaje, dividiendo la cantidad de animales muertos dentro de cada grupo de color de vellón, teniendo en cuenta la causa de muerte y la clase, sobre el total de animales muertos por año, durante el periodo 2015 – 2018, multiplicado por cien.

### 3.5. Análisis estadístico

El análisis estadístico se realizó usando diferentes modelos según la variable de estudio.

#### 3.5.1. Peso al nacimiento

El modelo estadístico utilizado fue el siguiente:

$$Y_{ijklm} = \mu + A_i + P_j + G_k + S_l + A_i * P_j + e_{ijklm}$$

Donde:

- $Y_{ijklm}$  = Variable respuesta peso al nacimiento
- $\mu$  = Media poblacional de la variable respuesta
- $A_i$  = Efecto del año mes de nacimiento,  $i = 2013-1, 2013-2, 2013-3, 2014-1, 2014-2, 2014-3, 2015-1, 2015-2, 2015-3, 2016-1, 2016-2, 2017-1, 2017-2, 2017-3, 2018-1, 2018-2$  y  $2018-3$
- $P_j$  = Efecto número de partos de la madre,  $j = \text{primípara, dos partos, tres a más partos}$
- $G_k$  = Efecto del grupo de color,  $k = \text{claros (LF, café claro, café), negro-oscuro (café rojizo, café oscuro y negro) y gris-api (gris y api)}$
- $S_l$  = Efecto del sexo,  $l = \text{macho y hembra}$
- $A_i * P_j$  = Interacción entre año-mes de nacimiento y número de partos de la madre
- $e_{ijklm}$  = Residual

Se utilizó el procedimiento GLM de SAS (9.4), para el análisis de variancia (ANVA), y la prueba  $F$  para determinar la significancia estadística de los efectos simples y de la interacción. Luego, se empleó la prueba DLS (Diferencia Límites de Significación) para comparar entre niveles de los factores.

### 3.5.2. Peso al destete y peso al año

El modelo estadístico utilizado fue el siguiente:

$$Y_{ijklm} = \mu + \beta (X_{ijkl} - \bar{X}_{...}) + A_i + P_j + G_k + S_l + A_i * P_j + e_{ijklm}$$

Donde:

- $Y_{ijklm}$  = Variable respuesta peso al destete y peso al año  
 $\mu$  = Media poblacional de la variable respuesta  
 $\beta$  = Coeficiente de regresión de la edad al destete y al año  
 $\bar{X}_{...}$  = Edad promedio al destete y al año de los valores de  $X_{ijkl}$   
 $A_i$  = Efecto del año mes de nacimiento,  $i = 2013-1, 2013-2, 2013-3, 2014-1, 2014-2, 2014-3, 2015-1, 2015-2, 2015-3, 2016-1, 2016-2, 2017-1, 2017-2, 2017-3, 2018-1, 2018-2$  y  $2018-3$   
 $P_j$  = Efecto número de partos de la madre,  $j = \text{primípara, dos partos, tres a más partos}$   
 $G_k$  = Efecto del grupo de color,  $k = \text{claros (LF, café claro, café), negro-oscuro (café rojizo, café oscuro y negro) y gris-api (gris y api)}$   
 $S_l$  = Efecto del sexo,  $l = \text{macho y hembra}$   
 $A_i * P_j$  = Interacción entre año-mes y número de partos de la madre  
 $e_{ijklm}$  = Residual

Se utilizó el procedimiento GLM de SAS (9.4) para realizar el análisis de covarianza (ANCOVA), y la prueba  $F$  para determinar la significancia estadística de los efectos simples. Luego se aplicó la prueba DLS (Diferencia Límites de Significación), para la comparación entre niveles de los factores.

### 3.5.3. Peso de vellón

El modelo estadístico utilizado fue el siguiente:

$$Y_{iklm} = \mu + \beta (X_{ikl} - \bar{X}...) + A_i + G_k + S_l + A_i * G_k + A_i * S_l + G_k * S_l + e_{iklm}$$

Donde:

- $Y_{iklm}$  = Variable respuesta de peso de vellón a la primera esquila
- $\mu$  = Media poblacional de la variable respuesta
- $\beta$  = Coeficiente de regresión de la edad a la esquila con la variable respuesta
- $\bar{X}...$  = Edad promedio a la esquila de los valores de  $X_{ikl}$
- $A_i$  = Efecto del año de nacimiento,  $i = 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018$
- $G_k$  = Efecto del grupo de color,  $k = \text{claros (LF, café claro, café), negro-oscuro (café rojizo, café oscuro y negro) y gris-api (gris y api)}$
- $S_l$  = Efecto del sexo,  $l = \text{macho y hembra}$
- $A_i * G_k$  = Interacción entre año de nacimiento y grupo color
- $A_i * S_l$  = Interacción entre año de nacimiento y sexo
- $G_k * S_l$  = Interacción entre grupo color y sexo
- $e_{iklm}$  = Residual

Se utilizó el procedimiento GLM de SAS (9.4) para realizar el análisis de covarianza (ANCOVA), y la prueba  $F$  para determinar la significancia estadística de los efectos simples. Luego se aplicó la prueba DLS (Diferencia Límites de Significación) para la comparación entre niveles de los factores.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. Variación de la población

#### 4.1.1. Variación de la población de alpacas de color

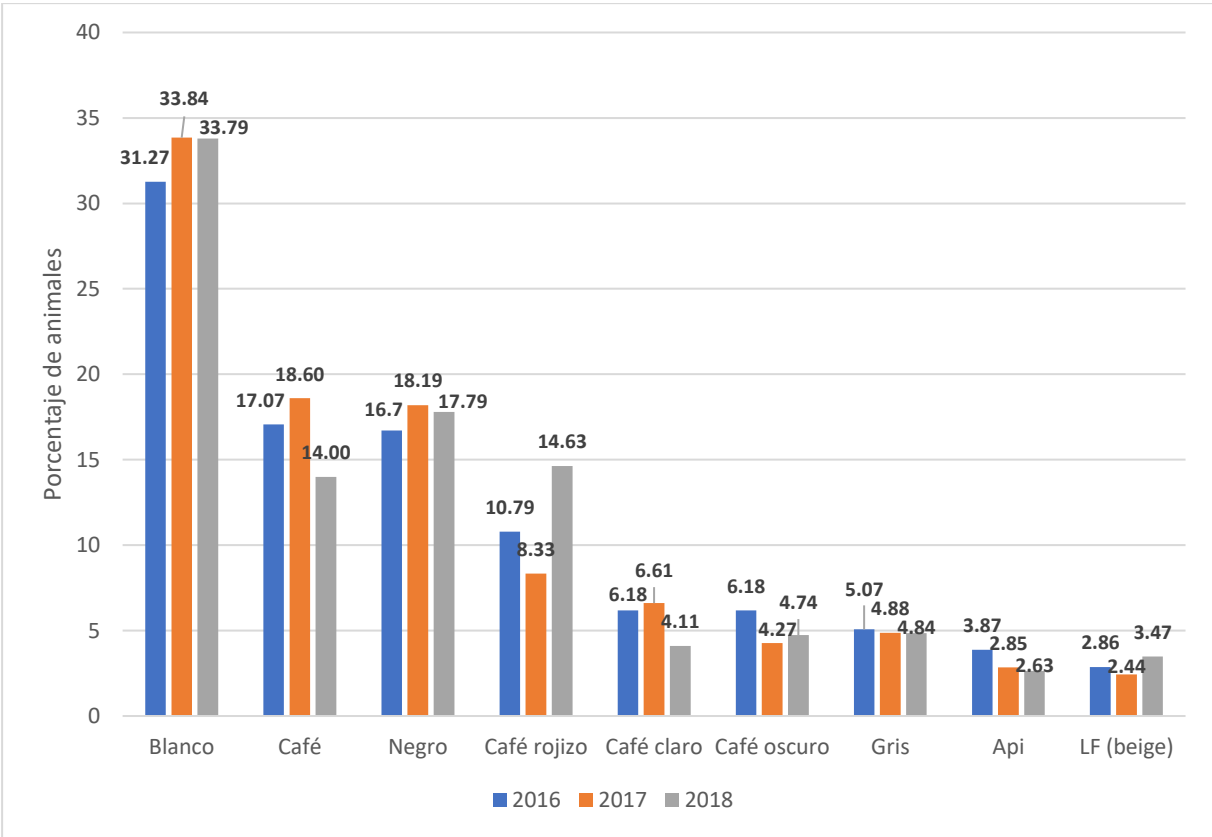
La población para los años 2016, 2017 y 2018, fue de 1084, 984 y 950 animales, respectivamente, apreciándose una disminución progresiva de los totales (Tabla 5). Las razones para esta disminución tienen que ver con el manejo, saca de animales y la administración. Respecto al manejo, para mantener los animales de color que representan menor población, se conserva en actividad reproductiva a hembras de más de 12 años; lo cual podría haber incrementado la morbilidad y mortalidad tanto de madres como de crías. Además, la población disminuyó debido a la saca de animales para la venta, sin tener en cuenta el grupo de color al cual pertenecían, buscando la generación de ingresos económicos con fines administrativos.

**Tabla 5: Población y proporción de alpacas Huacaya de color por año durante el periodo 2016 - 2018**

Color	2016		2017		2018		Promedio de la población	
	n	%	n	%	n	%	n	%
Blanco	339	31.27	333	33.84	321	33.79	331	32.90
LF (beige)	31	2.86	24	2.44	33	3.47	29	2.92
Café claro	67	6.18	65	6.61	39	4.11	57	5.67
Café	185	17.07	183	18.60	133	14.00	167	16.60
Café rojizo	117	10.79	82	8.33	139	14.63	113	11.20
Café oscuro	67	6.18	42	4.27	45	4.74	51	5.10
Negro	181	16.7	179	18.19	169	17.79	176	17.53
Gris	55	5.07	48	4.88	46	4.84	50	4.94
Api	42	3.87	28	2.85	25	2.63	32	3.15
Total	1084	100	984	100	950	100	1006	100

Las alpacas blancas constituyeron la mayor población con 31.72; 33.84 y 33.79 por ciento, para los años 2016, 2017 y 2018, respectivamente. Si bien el porcentaje de los animales de color blanco no sufrió mayor variación a través de los años, los grupos de animales de otros colores tendieron a disminuir, con excepción del color café rojizo (Figura 3).

Las alpacas café claro, café oscuro, gris, api y LF presentaron, durante los años 2016, 2017 y 2018 los grupos con menor porcentaje de animales; y, para el año 2018, se aprecia que cada uno de estos grupos representaron menos del cinco por ciento del total de la población. Sin embargo, en la literatura se encuentra que el color LF tiende a tener una mayor proporción de animales (Chaparro, 2010; Ccaccya, 2014 y Castillo *et al.*, 2016), lo cual contrasta con lo encontrado. Por otro lado, la población de color api, en Huancavelica, “se encuentra prácticamente ausente” (Oria *et al.*, 2009); al igual que en Apurímac, en el distrito de Cotaruse (Ccaccya, 2014), y en Puno, en el distrito de Lampa, donde no se reportaron alpacas Huacaya de vellón de color api (Castillo *et al.*, 2016).



**Figura 3: Porcentaje de alpacas Huacaya por color del Banco de Germoplasma de Quimsachata (INIA-Puno) durante el periodo 2016 - 2018**

#### 4.1.2. Variación de la prevalencia de cada color entre clase

Se consideraron cuatro clases para la estructura de rebaño: i) crías hembras y machos, ii) tuis hembras y machos, iii) madres de dos a años a más; y, iv) padres de tres años a más.

##### a. Color café

Para los años 2016 y 2017 las alpacas de color café representaron el 17.07 y 18.60 por ciento de la población respectivamente; siendo el segundo color con mayor población, para dichos años. Sin embargo, decrece en el año 2018, representado el 14.00 por ciento de la población (Figura 3). Resultados similares se presentan en diferentes localidades del país, donde las alpacas de color café, dentro de los rebaños de color, presentan la mayor predominancia (Chaparro, 2010; Ccaccya, 2014; Oria *et al.*, 2009; Castillo *et al.*, 2016 y Nina, 2017).

Respecto a la estructura de rebaño, se observa, del año 2016 al 2017, un incremento en la proporción de crías pasando de 10.81 por ciento a 19.12 por ciento, la clase de tuis refleja una disminución progresiva, llegando a representar el 9.77 por ciento en el año 2018, lo cual genera dificultades en la obtención de reemplazos. Así mismo, la población de madres, del año 2017 al 2018, presenta una considerable disminución (Tabla 6).

**Tabla 6: Estructura de rebaño de alpacas Huacaya de color café en el Banco de Germoplasma de Quimsachata por año**

Clase		2016		2017		2018	
		n	%	n	%	n	%
Crías	Hembras	7	3.78	22	12.02	9	6.77
	Machos	13	7.03	13	7.10	16	12.03
Tuis	Hembras	19	10.27	12	6.56	12	9.02
	Machos	30	16.22	12	6.56	1	0.75
Madres		95	51.35	107	58.47	71	53.38
Padres		21	11.35	17	9.29	24	18.05
Total		185	100.00	183	100.00	133	100.00

b. Color negro

La población de alpacas de color negro (Tabla 6), ha ido disminuyendo dentro del periodo 2016 – 2018. Sin embargo, en el año 2018, representó el mayor porcentaje respecto a los demás colores (Figura 3), después del blanco; similar a lo reportado por Nina (2017), en el distrito de Santa Lucia, Puno, correspondiente al mismo entorno geográfico en el que se ubica el Banco de Germoplasma de Quimsachata. Por otro lado, Oria *et al.* (2009) en Huancavelica, y Castillo *et al.* (2016) en el distrito de Lampa, Puno; encontraron poblaciones de alpacas con baja frecuencia de color negro.

Por otra parte, la proporción de tuis muestra una disminución continua dentro del periodo 2016 – 2018; a pesar de que en el año 2017 el porcentaje total de crías represento un 21.79 por ciento de la población. Se puede apreciar que el aumento de crías, del año 2017, no se refleja en el aumento de tuis para el año 2018. Esto podría deberse a la venta de animales, sobre todo de machos como reproductores.

La mayor proporción es representada por la clase madres, con un 54.14, 55.31 y 62.72 por ciento para los años 2016, 2017 y 2018, respectivamente; observándose un aumento de la clase. A pesar de que más del 50 por ciento de la población está conformada por la clase madres, éstas han presentado una baja natalidad, reflejándose en la cantidad de crías. La proporción de padres presentó una disminución, llegando a 5.33 por ciento en el año 2018, debido a que no hubo tuis machos para reemplazo generándose un déficit de machos para el empadre (Tabla 7).

**Tabla 7: Estructura de rebaño de alpacas Huacaya de color negro en el Banco de Germoplasma de Quimsachata por año**

	Clase	2016		2017		2018	
		n	%	n	%	n	%
Crías	Hembras	15	8.29	18	10.06	16	9.47
	Machos	9	4.97	21	11.73	18	10.65
Tuis	Hembras	24	13.26	15	8.38	18	10.65
	Machos	19	10.50	11	6.15	2	1.18
Madres		98	54.14	99	55.31	106	62.72
Padres		16	8.84	15	8.38	9	5.33
Total		181	100.00	179	100.00	169	100.00



c. Color café rojizo

La población de alpacas café rojizo en el año 2018 represento el 14.63 por ciento del total de la población de alpacas, siendo el tercer color con mayor cantidad de animales para dicho año, (Figura 3). Por otra parte, en Puno, en una población de 5528 alpacas Huacaya se reportó que el 1.39 por ciento fue de color café rojizo; que, a pesar de ser una proporción baja, ocupó el segundo lugar dentro del grupo de animales de color (Castillo *et al.*, 2016).

Entre los años 2016 y 2017, se observa una disminución del 29.91 por ciento de la población de color café rojizo; sin embargo, del año 2017 al 2018 se observa un aumento del 69.51 por ciento, reflejando una fluctuación en la población que no tiene sustento en el marco de un programa de conservación (Tabla 8). Si bien el porcentaje de crías fue aumentando, el de tuis se fue reduciendo, representando para el 2018 el 7.91 por ciento de la población, lo cual podría generar que los reemplazos de reproductores sean insuficientes para formar los grupos de empadre de los años subsiguientes.

Así mismo, la cantidad de madres fluctuó de manera irregular, disminuyendo para el año 2017 y aumentando para el año 2018; no se pudo identificar la causa de este aumento, dado que no se registra ingreso de hembras color café rojizo. Sin embargo, este aumento se puede asociar a que el apareamiento de animales del mismo color no siempre asegura crías de igual color que el de sus padres (Anello *et al.*, 2022). Por lo cual, es posible que las crías de otros grupos de color hayan pasado a formar parte del grupo café rojizo.

**Tabla 8: Estructura de rebaño de alpacas Huacaya de color café rojizo en el Banco de Germoplasma de Quimsachata por año**

Clase	2016		2017		2018		
	n	%	n	%	n	%	
Crías	Hembras	5	4.27	6	7.32	18	12.95
	Machos	2	1.71	9	10.98	14	10.07
Tuis	Hembras	9	7.69	3	3.66	10	7.19
	Machos	8	6.84	8	9.76	1	0.72
Madres		78	66.67	37	45.12	85	61.15
Padres		15	12.82	19	23.17	11	7.91
Total		117	100.00	82	100.00	139	100.00

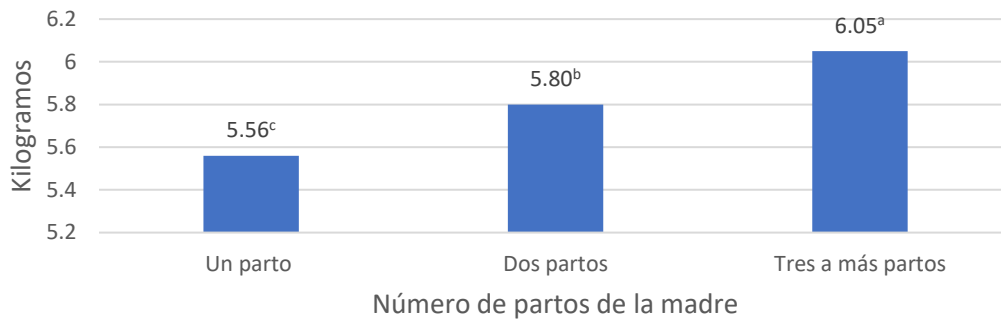
## 4.2. Pesos vivos

### 4.2.1. Pesos vivos al nacimiento

Los pesos vivos al nacimiento en el periodo 2013 al 2018 presentaron una media de  $5.98 \pm 0.91$  kg, con un coeficiente de variación de 15.27 por ciento. Los valores mínimo y máximo encontrados fueron de 3.00 kg y 10.10 kg, respectivamente. La media hallada es inferior a la reportada por Palacios (2010) en Puno, de  $6.99 \pm 1.08$  kg, y Trillo (2012) en Pasco, de  $7.77 \pm 0.96$  kg; en poblaciones de alpacas blancas; al igual que la reportada por Wuliji *et al.* (2000), de 8.40 kg, entre alpacas blancas y de color en Nueva Zelanda, pero similar a la reportada por Huanca *et al.* (2007) y Mamani (2013) con valores de  $6.1 \pm 1.01$  kg y  $6.21 \pm 1.08$  kg, respectivamente en el Banco de Germoplasma de Quimsachata.

El sexo y grupo de color no tuvieron efecto significativo ( $p > 0.05$ ) sobre el peso al nacimiento. Lo encontrado para el sexo coincide con lo reportado por Palacios (2010) y Huanca *et al.* (2007), pero no con lo reportado por Gallegos (2012), y Wuliji *et al.* (2009). Y, la no significancia del grupo de color coincide con lo obtenido por Wuliji *et al.* (2009), mas no con lo hallado por Gallegos (2012). Sin embargo, los efectos del número de parto de la madre y año-mes de nacimiento, resultaron significativos ( $p < 0.05$ ), al igual que la interacción entre ambos.

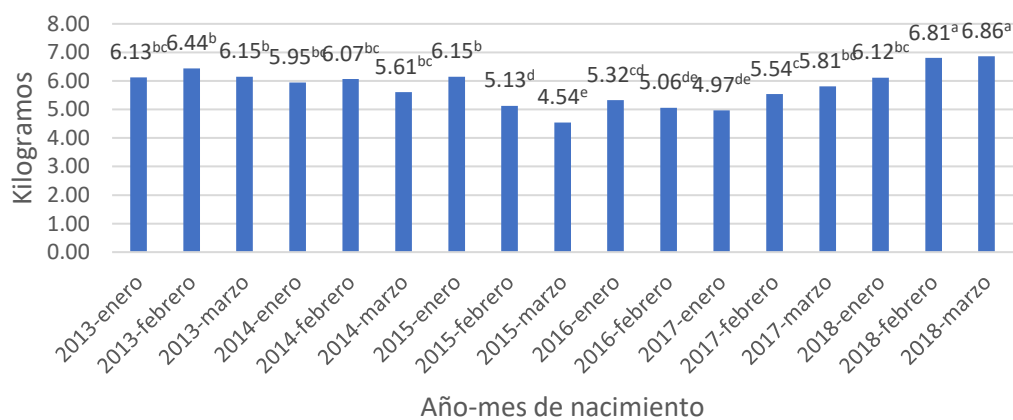
Las crías provenientes de madres de tres a más partos presentaron promedios de peso al nacimiento más altos que las provenientes de uno y dos partos, existiendo diferencia significativa ( $p < 0.05$ ) entre los promedios de mínimos cuadrados (Figura 4), que fueron de 5.56 kg, 5.80 kg y 6.05 kg, para madres de un parto, dos partos y tres a más partos, respectivamente.



**Figura 4: Promedios de mínimos cuadrados del peso al nacimiento de crías de alpacas madres de diferente número de parto en el Banco de Germoplasma de Quimsachata**

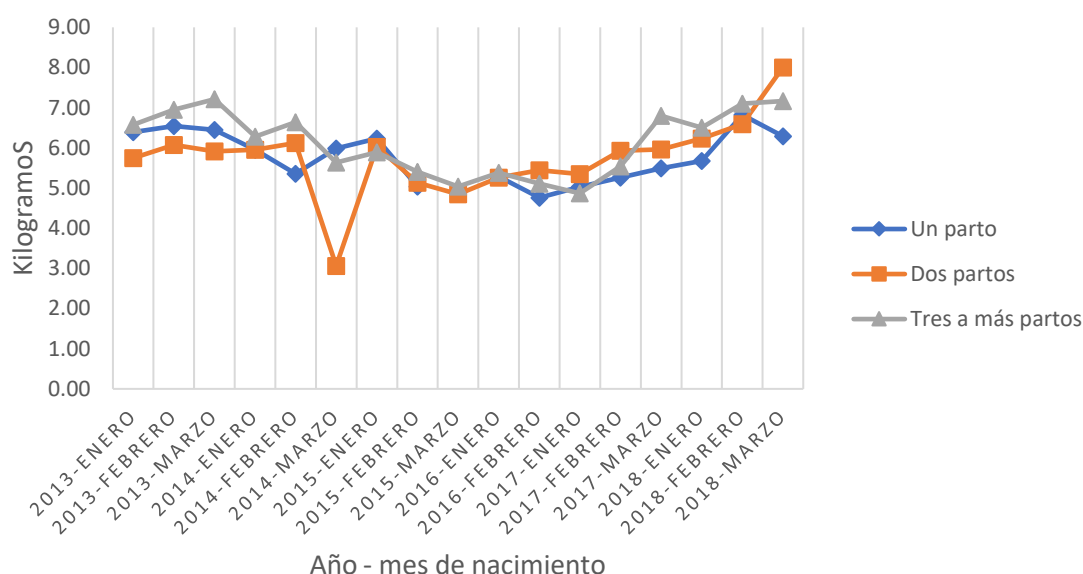
Asimismo, se encontraron diferencias significativas entre los años-mes de nacimiento (Figura 5). Las crías nacidas en los meses de febrero y marzo del año 2018 y en el mes de febrero del año 2013 presentaron los mayores promedios mínimos cuadrados del peso al nacimiento, de 6.81 kg, 6.86 kg y 6.44 kg, respectivamente.

La diferencia entre los promedios mínimos cuadrados de los pesos al nacimiento, entre los años-mes de nacimiento, podrían deberse a una mejor condición de los pastos durante los años analizados, consecuencia de un mejor régimen de lluvias. Era de esperar que las crías nacidas entre febrero y marzo presenten los mayores promedios, debido a que las madres tuvieron una mejor alimentación en el último tercio de su gestación en comparación con aquellas que parieron en el mes de enero, alimentadas con pastos de menor calidad. El efecto del año de nacimiento sobre el peso al nacimiento fue también reportado en Puno por Palacios (2010).



**Figura 5: Promedios de mínimos cuadrados del peso al nacimiento de alpacas Huacaya de partos ocurridos en diferentes año-mes en el Banco de Germoplasma de Quimsachata**

Los pesos al nacimiento, según el número de partos de la madre, variaron a través del año-mes de nacimiento (Figura 6). Se observa, de manera diferenciada, una disminución de los pesos al nacimiento en los años 2015 y 2016; pero un aumento de estos en los tres niveles de número de partos de la madre, en los años 2017 y 2018. Cabe indicar que aun cuando todos los animales recibieron el mismo tipo de alimentación, basado en un sistema de crianza extensivo aprovechando los pastos naturales presentes en la zona, las diferencias observadas podrían deberse a la mejor condición de los pastizales.



**Figura 6: Promedios de mínimos cuadrados del pesos al nacimiento, consecuencia de la interacción entre año-mes de nacimiento con el número de parto, de alpacas Huacaya del Banco de Germoplasma de Quimsachata**

#### 4.2.2. Pesos vivos al destete

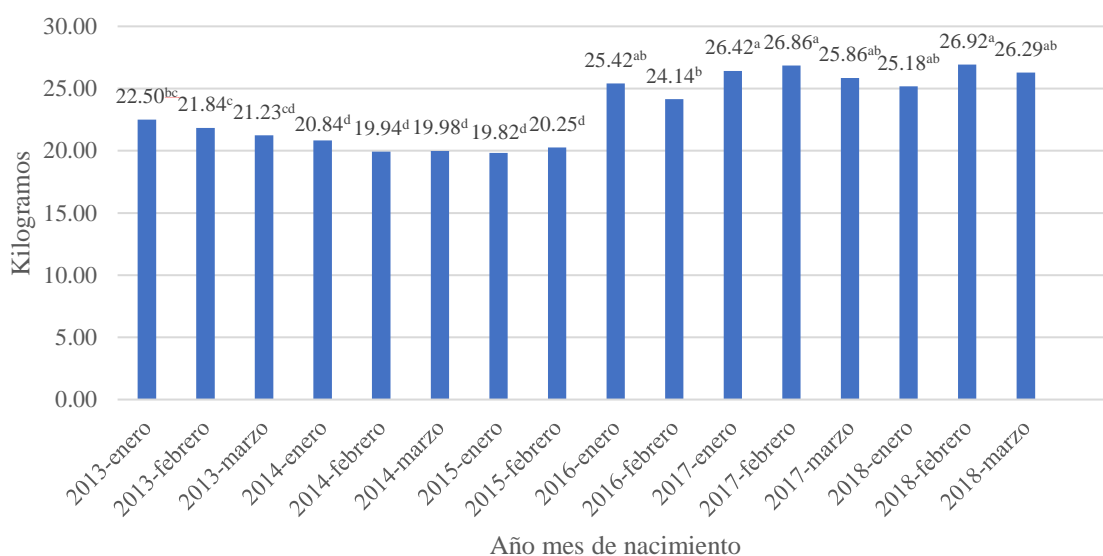
Los pesos al destete fueron corregidos usando como covariable la edad al destete, debido a los diferentes intervalos en días, que presentan, del nacimiento al destete, cada uno de los animales. De los 775 datos analizados la edad promedio al destete fue de 253 días, con un mínimo de 176 y un máximo de 290 días.

El promedio de mínimos cuadrados del peso vivo al destete durante el periodo 2013 – 2018 fue de  $22.93 \pm 4.81$  kg, con un coeficiente de variación de 16.60 por ciento, superior al reportado por Palacios (2010) en el fundo Mallkini, pero inferior al reportado por Trillo (2012) en Pasco;

en ambos casos en alpacas Huacaya blancas. Para la población de alpacas Huacaya de color del Banco de Germoplasma de Quimsachata, Huanca *et al.* (2007) y Gallegos (2012) indican pesos mayores a lo encontrado en esta investigación.

El año-mes de nacimiento tuvo efecto significativo ( $p < 0.01$ ) sobre el peso al destete. Pero los factores número de parto de la madre, sexo de la cría y grupo de color no presentaron efecto; coincidiendo en parte con lo reportado por Huanca *et al.* (2007) y Gallegos (2012) quienes no encontraron efecto significativo ( $p < 0.05$ ) del sexo ni del color de vellón sobre esta característica. Así mismo, no se encontró interacción ( $p > 0.05$ ) entre el año-mes de nacimiento con el número de partos de la madre.

Las diferencias de peso al destete entre los niveles de la variable año-mes de nacimiento fueron significativas (Figura 7). Las crías nacidas en los años-mes 2018-febrero, 2017-febrero y 2017-enero, presentaron los mayores promedios ajustados de pesos al destete, de 26.92 kg, 26.86 kg y 26.46 kg, respectivamente. Además, se aprecia un aumento del peso al destete a partir del año 2016, es posible que aquí haya influido la mejora de los pastizales por parte de la administración. El promedio ajustado correspondiente al año-mes de nacimiento, 2015-marzo y 2016-marzo, no figuran debido a la escasez de datos.



**Figura 7: Promedios de mínimos cuadrados del peso al destete de alpacas Huacaya nacidas en diferentes año-mes en el Banco de Germoplasma de Quimsachata**

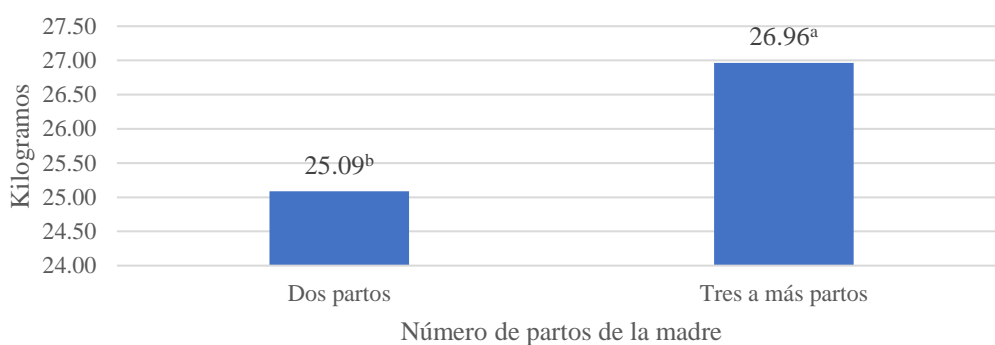
### 4.2.3. Pesos vivos al año

Los pesos al año fueron corregidos usando como covariable la edad al momento de la toma de los datos, debido a los diferentes intervalos de días que presentan los animales desde el nacimiento al año de edad. De los 736 datos analizados la edad promedio fue de 365 días, con un mínimo de 309 y un máximo de 409 días.

El promedio de mínimos cuadrados de los pesos vivos al año de edad fue de  $26.06 \pm 4.28$  kg con un coeficiente de variación de 16.42 por ciento; siendo el promedio inferior al reportado por García *et al.* (1999); Wuliji *et al.* (2000) y Gallegos (2012). La mayoría de los animales no alcanzaron el peso adecuado para el inicio del empadre, conforme a lo planteado por García *et al.* (1999). El bajo peso obtenido puede encontrarse relacionado a la calidad de los pastos en la zona de puna seca.

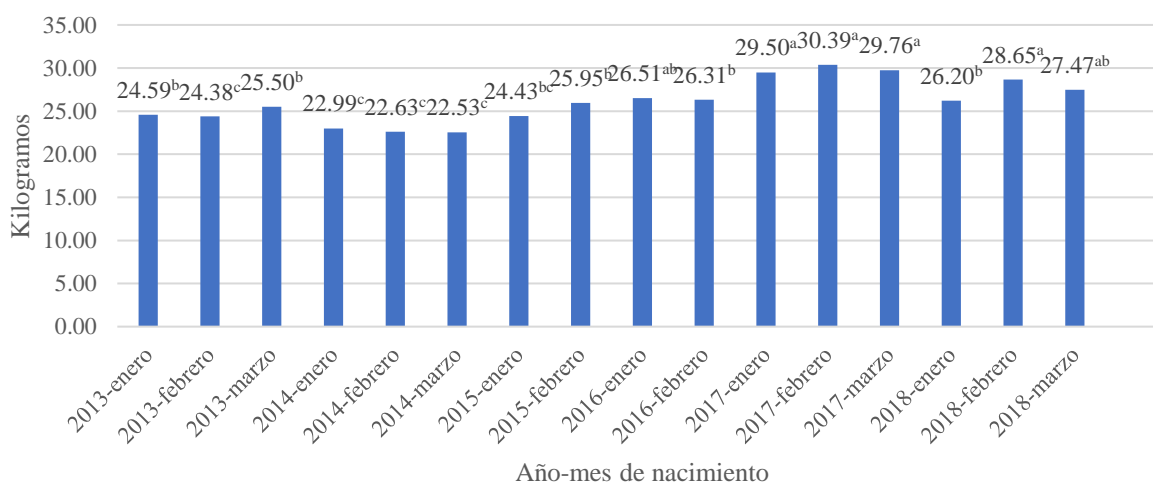
El sexo y grupo de color no presentaron efecto significativo ( $p > 0.05$ ) sobre el peso al año de edad, coincidiendo con lo reportado por Gallegos (2012), pero no lo reportado por Wuliji *et al.* (2000) quienes encontraron efecto del color sobre el peso.

El número de partos de la madre afectó el peso vivo al año de edad (Figura 8). Las crías de madres con tres a más partos generaron la mayor media ajustada de 26.96 kg, seguida de las de dos partos, que presentaron una media ajustada de 25.09 kg. Como en el caso del peso al nacimiento, podría atribuirse a que las hembras de mayor edad y de mayor número de partos presentan una mejor condición para el desarrollo de la cría, lo cual repercute aún en los pesos al año de edad. No se representa la media ajustada para el peso al año de madres de un parto, debido a que no hubo suficiente cantidad de datos para una adecuada estimación.



**Figura 8: Promedios de mínimos cuadrados del peso al año de edad de alpacas Huacaya por número de partos de la madre, del Banco de Germoplasma de Quimsachata**

El año-mes de nacimiento afectó significativamente ( $p < 0.05$ ) el peso vivo al año; siendo los animales nacidos en el mes de febrero del año 2017 los que alcanzaron un mayor promedio de 30.39 kg; mientras que los nacidos en el mes de marzo del año 2014 tuvieron el menor promedio de 22.53 kg; mostrando que las crías nacidas entre los meses de enero y febrero tienen mayores probabilidades de recuperar peso aprovechando la oferta de pasto durante los meses de febrero y marzo (Figura 9). El efecto año-mes de nacimiento es un indicador que “el medio ambiente influye en el desarrollo del animal” (García y Leyva, 2007). No se presentan las medias ajustadas del mes de marzo del año 2015 y 2016 debido a que no hubo cantidad suficiente de datos para una adecuada estimación.



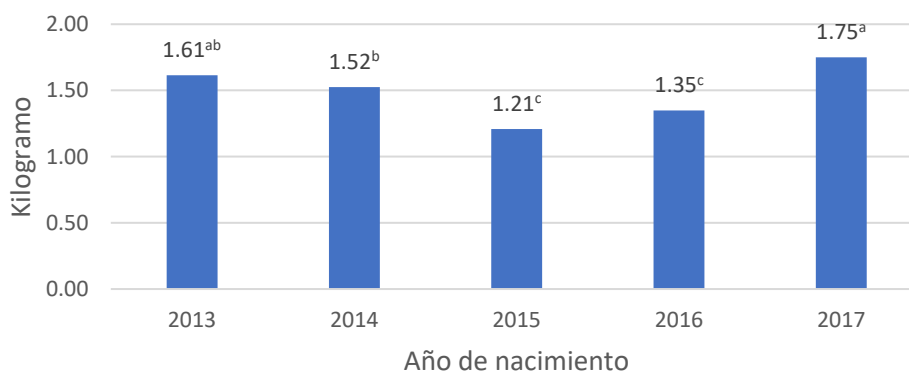
**Figura 9: Promedios de mínimos cuadrados de pesos al año de edad de alpacas Huacaya nacidas en diferentes año-mes en el Banco de Germoplasma de Quimsachata**

### 4.3. Peso de vellón

La edad promedio a la esquila fue de 427 días, con un mínimo y máximo de 348 y 473 días, respectivamente. El peso de vellón a la primera esquila fue de  $1.49 \pm 0.26$  kg, con un coeficiente de variación de 17.32 por ciento. Valor que es inferior al reportado por Corredor (2015) en Pasco, y por Palacios (2010) en Puno; quienes indican pesos promedio de  $2.26 \pm 0.83$  kg y  $1.85 \pm 0.4$  kg, respectivamente. Una investigación previa en el Banco de Germoplasma, indica un peso de vellón a la primera esquila de 1.50 kg para alpacas Huacaya de color, cercano al reportado en el presente estudio (Gallegos, 2012). Estos resultados de peso de vellón menores a los obtenidos en otras investigaciones se pueden atribuir a efectos ambientales que afectan el desarrollo del animal.

El año de nacimiento, sexo, grupo de color y la interacción año de nacimiento y grupo de color, resultaron significativas ( $p < 0.05$ ) para el peso de vellón a la primera esquila; más no las interacciones año de nacimiento con sexo y de grupo de color con sexo.

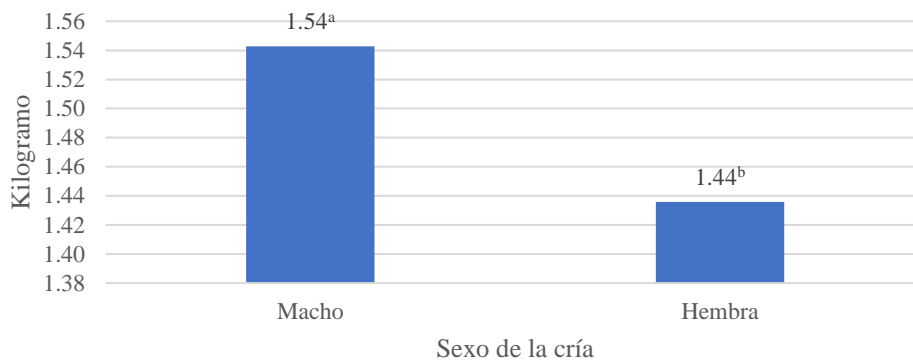
Se encontró diferencia significativa ( $p < 0.05$ ) del peso de vellón entre años de nacimiento (Figura 10). Los animales nacidos en el año 2017 y 2015 presentaron la mayor y menor media de peso de vellón con 1.75 kg y 1.21 kg, respectivamente; lo cual podría relacionarse con un factor ambiental temporal, como las lluvias, para dichos años. Debido a que la cantidad de fibra se encuentra correlacionada con la densidad folicular, la cual varía según el tipo de manejo del animal (Bustinza, 2001a)



**Figura 10: Promedios de mínimos cuadrados del peso de vellón a la primera esquila, en diferentes años de nacimiento, de alpacas Huacaya del Banco de Germoplasma de Quimsachata**

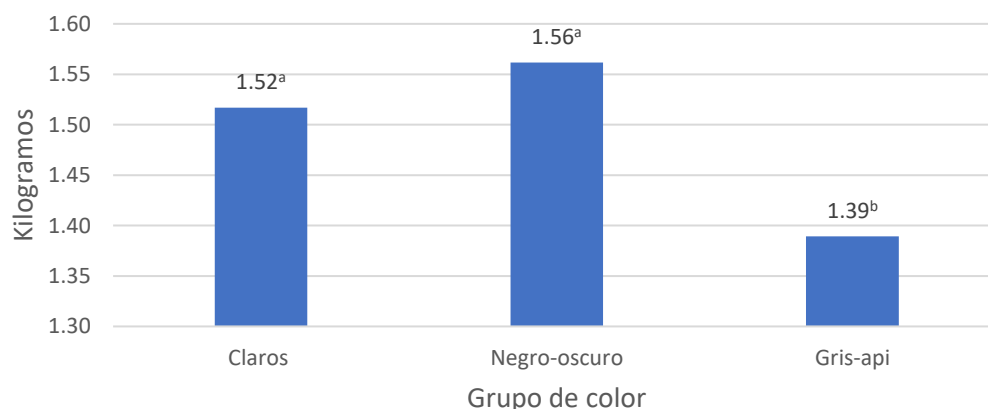


El sexo de la cría también tuvo efecto significativo ( $p < 0.05$ ) sobre el peso de vellón. Los machos presentan un mayor promedio que las hembras, siendo 1.54 kg y 1.44 kg para machos y hembras, respectivamente (Figura 11). Palacios (2010) y Tumi (2017) reportan también efecto significativo del sexo.



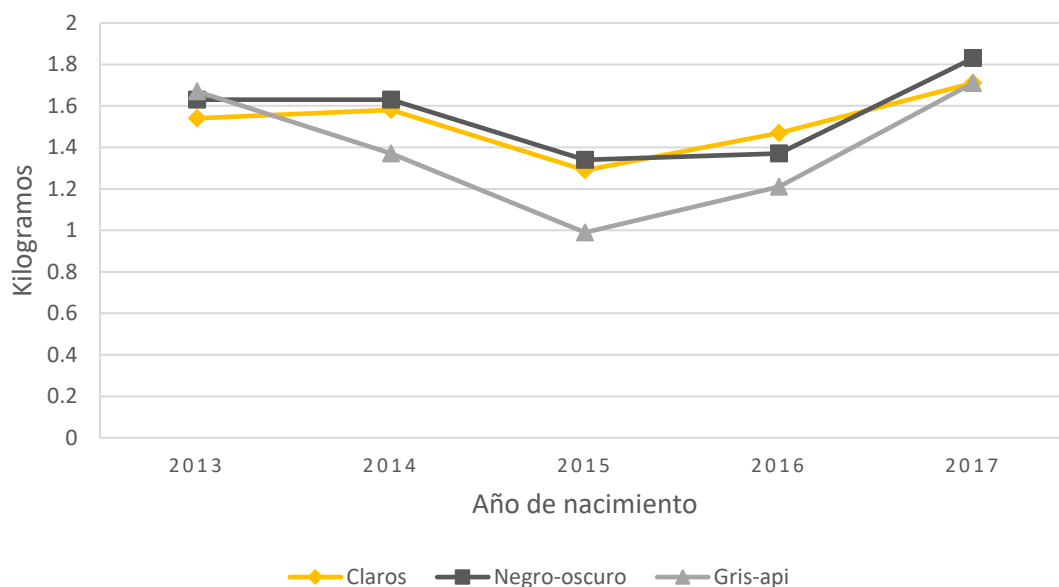
**Figura 11: Promedios de mínimos cuadrados del peso de vellón a la primera esquila por sexo de la cría, de alpacas Huacaya del Banco de Germoplasma de Quimsachata**

Se observó diferencia entre las medias ajustadas del peso de vellón según grupo de color; contando los de color negro-oscuro y claros con medias de mayor valor, de 1.56 kg y 1.52 kg, respectivamente (Figura 12); similar a lo reportado por Wuliji *et al.* (2000) en Nueva Zelanda y Gallegos (2012) en el Banco de Germoplasma de Quimsachata; quienes encuentran efecto significativo del color sobre el peso de vellón. Sin embargo, no existe diferencia significativa entre los grupos de color claros y negro-oscuro. La menor media ajustada fue para el grupo gris-api con 1.39 kilos.



**Figura 12: Promedios de mínimos cuadrados del peso de vellón a la primera esquila por grupo de color, de alpacas Huacaya del Banco de Germoplasma de Quimsachata**

De la interacción año de nacimiento y grupo de color (Figura 13), se observa que las crías nacidas en el año 2015 presentaron los pesos de vellón más bajos en los tres grupos de colores, afectando en mayor grado al grupo de gris-api, que presenta para los últimos años evaluados el menor promedio; mientras que las crías nacidas en el año 2017 lograron un promedio mayor. Posiblemente estas diferencias de pesos de vellón se encuentren influenciados por variación en los niveles de precipitación anual, considerando que todos los animales se hallan bajo un mismo sistema de crianza (extensivo).

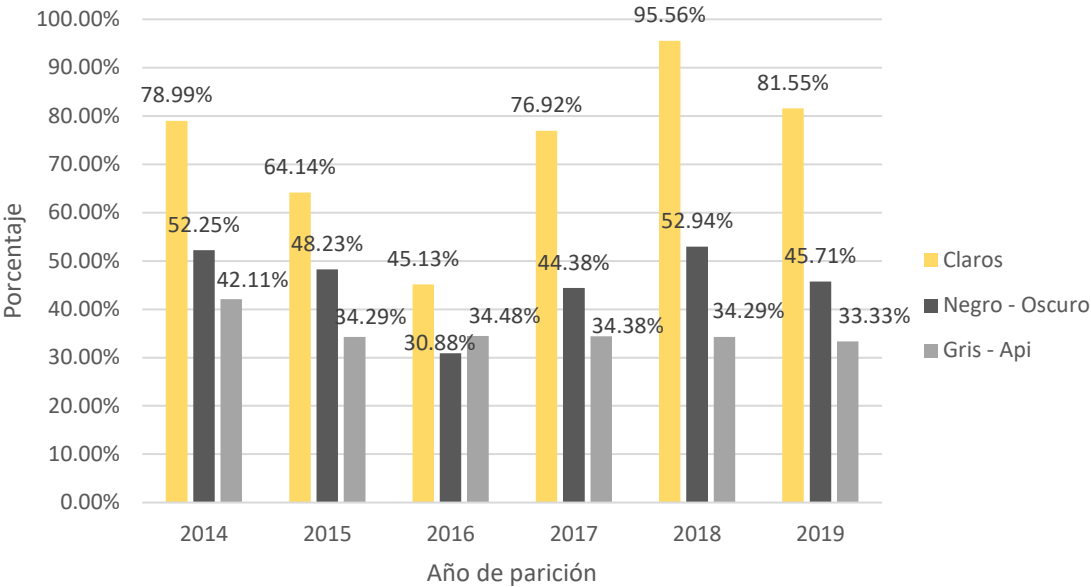


**Figura 13: Promedios de mínimos cuadrados del peso de vellón a la primera esquila por grupo de color, de alpacas Huacaya del Banco de Germoplasma de Quimsachata nacidas durante el periodo 2013 - 2017**

#### 4.4. Natalidad bruta

Durante el periodo 2014 – 2019 se obtuvo una natalidad bruta de 53.41 por ciento, el cual corresponde a un nivel tecnológico medio (Calle, 1982); resultado inferior a los reportados por Palacios (2010); Pando (2011) y Gallegos (2013). Sin embargo, en el año 2018 se obtuvo una mayor natalidad bruta con un 62.61; y, para el año 2016, la menor natalidad bruta con un 35.84 por ciento. La natalidad obtenida se debe al manejo de las alpacas, a eventos ambientales, y al estado nutricional y fisiológico de la madre (López, 2017).

Respecto a la natalidad en los grupos de color, se muestra, para los seis años, mayor natalidad en el grupo claros, alcanzando en el año 2018 una tasa del 95.56 por ciento. Siendo la menor para, durante todo el periodo, el grupo negro-oscura con 30.88 por ciento, correspondiente al año 2016 (Figura 14).



**Figura 14: Porcentaje de natalidad bruta según el grupo de color, de alpacas Huacaya del Banco de Germoplasma de Quimsachata durante el periodo 2014 - 2019**

**4.5. Distribución de la mortalidad**

Del año 2015 al 2018 la mortalidad anual disminuyó, pasando de un total de 72 animales muertos en el primer año a solamente 28 en el último; destacando el año 2015 como el de mayor mortalidad (Tabla 9). Esta disminución en los valores de la mortalidad puede deberse al cambio de administración ocurrido en el 2016, brindándoles a los animales mejores condiciones.

Durante los años 2015, 2017 y 2018 la mortalidad en el grupo de color negro-oscura presentó el mayor porcentaje, representando el 51.39, 51.35 y 53.57 por ciento respectivamente. Mientras que el grupo gris–api representó la menor tasa de mortalidad en el periodo 2015, 2016 y 2017 de 6.94, 22.73 y 8.11 por ciento, respectivamente.

**Tabla 9: Cantidad y porcentaje de alpacas Huacaya muertas en el Banco de Germoplasma de Quimsachata según el grupo de color durante el periodo 2015 - 2018**

Grupo color	2015		2016		2017		2018	
	n	%	n	%	n	%	n	%
Claro	30	41.67	18	40.91	15	40.54	6	21.43
Negro – Oscuro	37	51.39	16	36.36	19	51.35	15	53.57
Gris - Api	5	6.94	10	22.73	3	8.11	7	25.00
Total	72	100	44	100	37	100	28	100

Respecto al motivo de muerte, las enfermedades infecciosas como, la neumonía, estomatitis y apendicitis; representó el 53.57 por ciento para el año 2018, seguidas de las enfermedades nutricionales, como la desnutrición y la inanición, representando un 39.29 por ciento para el mismo año (Tabla 10). Estas causas de muerte coinciden con lo reportado por Mamani *et al.* (2009), quienes indican que en la puna seca las enfermedades más relevantes son las infecciosas como la neumonía. Estas causas de muerte son debido a la precariedad de la infraestructura de los corrales donde descansan crías y madres, lo cual favorece a la incidencia de enfermedades, como también la exposición a depredadores (Hinojosa *et al.*, 2019)

Respecto a las enfermedades nutricionales, López (2017) reporta una alta tasa de mortalidad por desnutrición en Tacna, también zona agroecológica de puna seca; siendo la desnutrición una causa antecedente a la muerte, dando paso a enfermedades infecciosas o respiratorias (Fernando, 2012). La muerte por desnutrición se encuentra asociado a reconocer un animal, flaco, sin presencia de diarreas, ni antecedentes de neumonía; debido a que no se realiza autopsia de los animales muertos, a menos que sea una cantidad considerable de animales muertos, para determinar la real causa de la muerte. Por otro lado, Siguyro (2008) refiere que “la puna seca es un ecosistema frágil donde predominan especies indeseables, lo cual repercute de forma negativa en los niveles de producción de los animales bajo pastoreo, por lo cual podemos decir que la crianza de alpacas en puna seca se encuentra afectada por el medio en el cual se desarrolla”.

Respecto a la mortalidad según la clase, ha sido la clase madres la que presenta la tasa más alta, lo cual podría asociarse a que al contar con una pequeña población por color y ser un Banco de

Germoplasma, en el cual se deben conservar los animales, las madres se mantienen hasta avanzada edad, siendo estas más susceptibles a enfermedades y a otras causas de muerte, aumentando con ello la tasa de mortalidad (Tabla 11).

**Tabla 10: Cantidad y porcentaje de alpacas Huacaya muertas en el Banco de Germoplasma de Quimsachata según la causa durante el periodo 2015 – 2018**

Enfermedades	2015		2016		2017		2018	
	n	%	n	%	n	%	n	%
Infeciosas	32	44.44	20	45.45	17	45.95	15	53.57
Nutricionales	39	54.17	17	38.64	12	32.43	11	39.29
Accidentales	0	0.00	5	11.36	7	18.92	1	3.57
Orgánicas	1	1.39	2	4.55	1	2.70	1	3.57
Total	72	100	44	100	37	100	28	100

**Tabla 11: Cantidad y porcentaje de alpacas Huacaya muertas en el Banco de Germoplasma de Quimsachata según la clase durante el periodo 2015 - 2018**

Clase	2015		2016		2017		2018	
	n	%	n	%	n	%	n	%
Cría hembra	5	6.94	8	18.18	4	10.81	2	7.14
Cría macho	19	26.39	5	11.36	4	10.81	1	3.57
Tui hembra	11	15.28	7	15.91	5	13.51	12	17.86
Tui macho	10	13.89	1	2.27	2	5.41	7	25.00
Madre	26	36.11	22	50.00	19	51.35	12	42.86
Padre	1	1.39	1	2.27	3	8.11	1	3.57
Total	72	100	44	100	37	100	28	100

## V. CONCLUSIONES

- 5.1. La población de alpacas Huacaya de color en el Banco de Germoplasma de Quimsachata, entre los años 2016 – 2018 disminuyó en un 12.36 por ciento, mientras que el promedio del porcentaje de alpacas de vellón blanco, negro, café y café rojizo representaron el 32.90, 17.53, 16.60 y 11.20 por ciento respectivamente, por otra parte, los colores café claro, café oscuro, gris y api representaron menos del seis por ciento de la población.
- 5.2. Para el periodo 2013 - 2018 se ha obtenido una media ajustada de peso vivo al nacimiento, destete y año de edad de  $5.98 \pm 0.91$  kg,  $22.93 \pm 4.81$  kg y  $26.06 \pm 4.28$  kg; respectivamente. Encontrándose efecto significativo de la variable año-mes de nacimiento de la cría sobre los tres pesos evaluados, mientras que la variable número de partos de la madre fue significativa para peso al nacimiento y al año.
- 5.3. La media del peso de vellón a la primera esquila para el periodo 2013 – 2017 fue de  $1.49 \pm 0.26$  kg. Encontrándose efecto significativo de las variables año de nacimiento, sexo y grupo de color, y de la interacción entre año de nacimiento y grupo de color.
- 5.4. La natalidad bruta encontrada en el Banco de Germoplasma de Quimsachata para el periodo 2014 - 2019 fue de 53.41 por ciento, correspondiendo este valor a un nivel tecnológico medio.
- 5.5. Durante los años 2015, 2017 y 2018, la mayor mortalidad fue del grupo color negro-oscuro, representando el 51.39, 51.35 y 53.57 por ciento, respectivamente. Según la causa de muerte, existió mayor mortalidad por enfermedades infecciosas y según la clase, fueron las madres las que presentaron mayor mortalidad llegando a representar un 51.35 por ciento para el año 2017.

## **VI. RECOMENDACIONES**

- 6.1. Continuar con el trabajo de llevar los registros de datos de la población de alpacas blancas y de color. El código de los animales debe ser proporcionado una única vez y se debe de identificar rápidamente a aquellos que pierdan aretes.
- 6.2. Utilizar un programa de cómputo a través del cual se pueda registrar y sistematizar los registros de la población de animales presentes en el Banco de Germoplasma para evitar la pérdida de información que se lleva en documentos manuscritos.
- 6.3. Documentar las decisiones técnicas y administrativas que conllevan a la salida o introducción de animales del Banco de Germoplasma de Quimsachata e implementar directivas para ello.

## VII. BIBLIOGRAFÍA

- Anello, M.; Daverio, M. y Di Rocco, F. (2022). Genetics of coat color and fiber production traits in llamas and alpacas. *Animal Frontiers*, 12 (4):78-86. doi: <https://doi.org/10.1093/af/vfac050>
- Badajoz, E.; Sandoval, N.; García, W. y Pezo, D. (2009). Descripción histológica del complejo folicular piloso en crías de alpacas. *Rev. Inv. Vet. Perú.* 20(2):154-164. doi: 10.15381/rivep.v20i2.601
- Barreda, J. (2004). Fotos de llamas, paccos y suris. Sugerencias para su crianza. Lima, Perú: Lagos Sagrado.
- Bonacic, S. (1991). Características biológicas y productivas de los camélidos sudamericanos. *Avances en Ciencias Veterinarias*, 6(2). doi: 10.5354/0719-5273.2010.4642
- Bustinza, V. (2001a). La Alpaca. Conocimiento del gran potencial andino. Puno, Perú: Universidad Nacional del Altiplano.
- Bustinza, V. (2001b). La Alpaca. Crianza, manejo y mejoramiento. Puno, Perú: Universidad Nacional del Altiplano.
- Calle, R. (1982). Producción y Mejoramiento de la Alpaca. Lima, Perú: Banco Agrario del Perú.
- Castillo, Y.; Gallegos, R.; Huanca, T. y Mamani, R. (2016). Frecuencia del color de fibra y defectos genéticos en alpacas (*Vicugna pacos* L.) en comunidades del distrito de Cabanilla–Lampa. *Revista Ciencia Animal*, 1(1):48-55. Recuperado de <http://www.revistaepgunapuno.org/index.php/canibal/article/view/553/144>



- Ccaccya, E. (2014). Diversidad de colores de fibra de alpaca (*Vicugna pacos*) en la comunidad de San Miguel de Mestizas del distrito de Cotaruse, Aymaraes-Apurímac (Tesis de pregrado, Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac). 55 p. Recuperada de <http://repositorio.unamba.edu.pe/handle/UNAMBA/509>
- Cecchi, T.; Valbonesi, A.; Passamonti, P.; Frank, E. y Renieri, C. (2006). Quantitative variation of melanins in llama (*Lama glama* L.). *Small Ruminant Research*, 71(1): 52-58.
- Centro de Estudio y Promoción del Desarrollo (DESCO). (2014). Manual Técnico. Buenas prácticas de manejo en la producción de alpacas. Necesidad estratégica para la adaptación al cambio climático. Arequipa, Perú. 118 p.
- Chaparro, C. (2010). Estudio de la diversidad de alpacas de color (*Vicugna pacos*) de la raza huacaya en unidades pecuarias familiares en la provincia de Candavare – Región Tacna (Tesis de pregrado, Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann). 80 p. Recuperada de <http://repositorio.unjbg.edu.pe/handle/UNJBG/607>
- Corredor, F. (2015). Relación entre las clases de evaluación visual y el peso de vellón, peso vivo y finura en alpacas Huacaya de Pasco (Tesis de maestría, Universidad Nacional Agraria La Molina). 54 p. Recuperada de <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/2718>
- Enríquez, P. (2006). La alpaca suri de colores naturales: ¿una raza en proceso de extinción? *Leisa*, 19(3). Recuperado de <http://www.leisa-al.org/web/index.php/volumen-19-numero-3/2162-la-alpaca-suri-de-colores-naturales-una-raza-en-proceso-de-extincion>.
- Fernando, E. (2012). Mortalidad por desnutrición en menores de cinco años, Colombia, 2003-2007. *Biomedica. Revista del Instituto Nacional de Salud*. 32 (4): 449-50. doi: <https://doi.org/10.7705/biomedica.v32i4.741>

- Flores, E.; Gutiérrez, G.; Trejo, W.; Téllez, J. y Zarate, A. (1993). Manual de producción de alpacas y tecnología de sus productos. Proyecto TTA. Actividad 3B. La Molina – Lima.
- Galbraith, H. (2010). Fundamental hair follicle biology and fine fibre production in animals. *Animal*; 4(9):1490-1509. doi: <https://doi.org/10.1017/S175173111000025X>
- Gallegos, R. (2012). Expresión fenotípica del color de fibra en alpacas (*Vicugna pacos* Linneaus) en el altiplano peruano. (Tesis doctoral, Universidad Nacional del Altiplano). 147p. Recuperada de <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/248>
- Gallegos, R. (2013). Índices productivos de alpacas del centro de investigación y producción “La Raya”. *Revista Investigaciones Altoandinas*. 15(2):255-262.
- García, W.; Pezo, D.; Franco, E.; San Martín, F. y Novoa, C. (1999). Crecimiento post destete y obtención de peso apropiado para el empadre en alpacas y llamas. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*. 10(2):39-42. doi: <https://doi.org/10.15381/rivep.v10i2.6714>
- García, W. y Leyva, V. (2007). Índices genéticos estimados para peso corporal en llamas. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*. 18(1):11-17. Recuperado de [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1609-91172007000100002](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1609-91172007000100002)
- Hinojosa, R.; Yzarra, A.; Ruiz, J. y Castrejón, M. (2019). Caracterización estructural del sistema de producción de alpaca (*Vicugna pacos*) en Huancavelica, Perú. *Archivos de Zootecnia*. 68 (261): 100-108. Recuperado de <https://www.uco.es/ucopress/az/index.php/az/article/view/3945>
- Huanca, T; Apaza, N. y Gonzales M. (2007). Experiencia del INIA en el fortalecimiento del Banco de Germoplasma de Camélidos Domésticos. XXX Reunión científica Anual de la Asociación Peruana de Producción Animal Cusco – Perú.

- Huanca, T. y Mamani, R. (2016). Registro de seguimiento de un plan de mejora genética. Puno, Perú.
- Instituto Nacional de Calidad (INACAL). (2014). Norma Técnica Peruana 231.300:2014. Fibra de alpaca en vellón. Definiciones, categorización, requisitos y rotulado. 2a Edición Reemplaza a la NTP 231.300:2004. Lima, Perú.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). (2012). IV Censo Nacional Agropecuario 2012. Lima, Perú. Recuperado de <http://censos.inei.gob.pe/cenagro/tabulados/>
- Kadwell, M.; Fernández, M.; Stanley, HF.; Baldi, R.; Wheeler, JC.; Rosadio, R.; Bruford, MW. (2001). Genetic analysis reveals the wild ancestors of the llama and the alpaca. *Proceedings of the Royal Society B Biological Sciences*. 268(1485):2575-2584. doi: 10.1098/rspb.2001.1774
- León-Velarde, C. y Guerrero J. (2001). Improving quantity and quality of Alpaca fiber; using simulation model for breeding strategies. Congreso llevado en el International Symposium on Systems Approaches for Agricultura Development. Recuperado de: <https://pdfs.semanticscholar.org/004e/a9780ada9e05df861d2bda736a17420479ec.pdf>
- Ley de Promoción del Mejoramiento Genético y Conservación de las Razas de Camélidos Sudamericanos N° 28350. (04 de mayo de 2005). Diario Oficial El Peruano.
- López, S. (2017). Evaluación de los parámetros reproductivos en alpacas (*Vicugna pacos*) de la raza Huacaya en las comunidades altoandinas de Huaytire y Maure, Tacna - 2015 (Tesis de pregrado, Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann). 119 p. Recuperada de <http://repositorio.unjbg.edu.pe/handle/UNJBG/1862>
- Mamani, J.; Condemayta, Z. y Calle, E. (2009). Causas de mortalidad de alpacas en tres principales centros de producción ubicados en puna seca y húmeda del departamento de Puno. *REDVET*, 10(8):1-13. Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=63617143002>

- Mamani, G. (2013). Estructura genética poblacional y tendencia genética de peso vivo al nacimiento en alpacas del Banco de Germoplasma de Quimsachata del INIA en Puno. (Tesis de maestría, Universidad Nacional Agraria La Molina). 91 p. Recuperada de <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/2237>
- Maxa, J.; Sharifi, A.; Pedersen, J.; Gauly, M.; Simianer, H. y Norberg, E. (2009). Genetic parameters and factors influencing survival to twenty-four hours after birth in Danish meat sheep breeds. *Journal of Animal Science* 87(6):1888–1895. doi: 10.2527/jas.2008-1319
- Mujica, F. (2009). Diversidad y conservación de los recursos zoogenéticos del país. *Agro Sur* 37(3):134-175. Recuperado de <http://mingaonline.uach.cl/pdf/agrosur/v37n3/art01.pdf>
- Nina, M. (2017). Caracterización del color de fibra en alpacas (*Vicugna pacos*) huacaya de la Comunidad de Lagunillas, distrito de Santa Lucia-Lampa. (Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Altiplano. 102 p. Recuperada de <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/5910>
- Novoa, M. (2007). Camélidos Sudamericanos. [Publicación en un foro]. Recuperado de [https://www.produccion-animal.com.ar/produccion\\_de\\_camelidos/camelidos\\_general/119-fao.pdf](https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_de_camelidos/camelidos_general/119-fao.pdf)
- Oldenbrock, J. K. (1999). Introduction. En J. K. Oldenbrock (Ed.), *Genebanks and the management of farm animal genetic resources* (p. 1-9). Lelystad, The Netherlands: Institute for Animal Science and Health.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2005). Situación actual de los camélidos sudamericanos en Perú. Roma, Italia. 63 p. Recuperado de [https://tarwi.lamolina.edu.pe/~emellisho/zootecnia\\_archivos/situacion%20alpcas%20peru.pdf](https://tarwi.lamolina.edu.pe/~emellisho/zootecnia_archivos/situacion%20alpcas%20peru.pdf)

- Oria, I.; Quicaño, E.; Quispe, L.; Alfonso, L. (2009). Variabilidad del color de la fibra de alpaca en la zona altoandina de Huancavelica-Perú. *Animal Genetic Resources Information*. 45:79-84. doi: <https://doi.org/10.1017/S101423390999037X>
- Palacios, M. (2010). Evaluación técnica productiva del núcleo de alpacas Huacaya del fundo Mallkini Azángaro – Puno. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria La Molina, Biblioteca Agrícola Nacional.
- Pando, S. (2011). Evaluación de principales características productivas y reproductivas de alpacas Huacaya en el INIA Santa Ana – Huancayo. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional del Centro del Perú, Biblioteca Central.
- Quispe, E. y Mueller, J. (2001). La alpaca y su principal producto: La fibra, una bondad de la naturaleza para el beneficio de la humanidad. En J. Ruiz (Ed.), *Producción y tecnología en camélidos sudamericanos* (p. 79-102). Huancavelica, Perú: Universidad Nacional de Huancavelica.
- Quispe J.; Apaza, E.; Quispe, D.; Morocco, N. (2016). De vuelta a la Alpaca: ... La producción primaria en una perspectiva empresarial y competitiva. Puno, Perú: Universidad Nacional del Altiplano.
- Renieri, C.; Antonini, N. y Frank, E. (2004). Fibre recording system in camelids. En Cardellino, R.; Rosati, A. y Mosconi, C. (Eds.), *Current status of genetic resources, recording and production systems in African, Asian and American Camelids* (p. 131-143). Sousse, Tunisia: ICAR.
- Siguayro, R. (2008). Evaluación agrostológica y capacidad receptiva estacional en bofedales de puna seca y húmeda del altiplano de Puno. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional del Altiplano, Biblioteca Central. 88 p.

- Tumi, R. (2017). Efecto de la densidad folicular sobre peso de vellón en alpacas Huacaya a la primera y segunda esquila, en el módulo de reproductores de Coarita – Paratia. (Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Altiplano). 79 p. Recuperada de <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/4556>
- Trillo, F. (2012). Parámetros fenotípicos y genéticos de alpacas raza Huacaya en Cerro de Pasco. (Tesis de maestría). 61 p. Universidad Nacional Agraria La Molina, Biblioteca Agrícola Nacional.
- Wuliji, T., Davis, G., Dodds, K., Turner, P., Andrews, R. y Bruce, G. (2000). Production performance, repeatability and heritability estimates for live weight, fleece weight and fiber characteristics of alpacas in New Zealand. *Small Ruminant Research*. 37(3):189-201. doi: 10.1016/S0921-4488(00)00127-9

## **VIII. ANEXOS**

**Anexo 1: Población de alpacas Huacaya de color por clase y sexo durante el periodo 2016 - 2018**

Año-sexo/ Color-clase	2016		Total 2016	Proporción 2016	2017		Total 2017	Proporción 2017	2018		Total 2018	Proporción 2018
	H	M			H	M			H	M		
API	24	18	42	5.64%	15	13	28	4.30%	15	10	25	3.97%
Crías	3	1	4		1	1	2		1	2	3	
Tuis	2	3	5		2	2	4		2	0	2	
Padres	19	14	33		12	10	22		12	8	20	
CAFÉ	121	64	185	24.83%	141	42	183	28.11%	92	41	133	21.14%
Crías	7	13	20		22	13	35		9	16	25	
Tuis	19	30	49		12	12	24		12	1	13	
Padres	95	21	116		107	17	124		71	24	95	
CAFÉ CLARO	45	22	67	8.99%	44	21	65	9.98%	28	11	39	6.20%
Crías	10	8	18		1	3	4		4	3	7	
Tuis	4	6	10		7	5	12		4	1	5	
Padres	31	8	39		36	13	49		20	7	27	
CAFÉ OSCURO	53	14	67	8.99%	33	9	42	6.45%	32	13	45	7.15%
Crías	8	3	11		7	4	11		6	10	16	
Tuis	8	7	15		4	1	5		7	2	9	
Padres	37	4	41		22	4	26		19	1	20	



Continuación ...

Año-sexo/ Color-clase	2016		Total 2016	Proporción 2016	2017		Total 2017	Proporción 2017	2018		Total 2018	Proporción 2018
	H	M			H	M			H	M		
CAFÉ ROJIZO	92	25	117	15.70%	46	36	82	12.60%	113	26	139	22.10%
Crías	5	2	7		6	9	15		18	14	32	
Tuis	9	8	17		3	8	11		10	1	11	
Padres	78	15	93		37	19	56		85	11	96	
GRIS	30	25	55	7.38%	28	20	48	7.37%	31	15	46	7.31%
Crías		2	2		4	1	5		2	0	2	
Tuis		2	2		1	2	3		4	0	4	
Padres	30	21	51		23	17	40		25	15	40	
LF	24	7	31	4.16%	19	5	24	3.69%	27	6	33	5.25%
Crías	5	1	6		5	3	8		9	3	12	
Tuis	2	5	7		5	0	5		4	1	5	
Padres	17	1	18		9	2	11		14	2	16	
NEGRO	137	44	181	24.30%	132	47	179	27.50%	140	29	169	26.87%
Crías	15	9	24		18	21	39		16	18	34	
Tuis	24	19	43		15	11	26		18	2	20	
Padres	98	16	114		99	15	114		106	9	115	
TOTAL	526	219	745	100.00%	458	193	651	100.00%	478	151	629	100.00%

FUENTE: Elaboración propia

### Anexo 2: Análisis de variancia para el peso vivo al nacimiento

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F calculado	Pr > F	Significancia
Número de partos	2	25.2140904	12.6070452	15.09	<.0001	***
Año-mes	16	272.8457912	17.0528620	20.41	<.0001	***
Sexo	1	2.8083252	2.8083252	3.36	0.0670	N.S.
Grupo color	2	0.1636501	0.0818250	0.10	0.9067	N.S.
Número de partos* año-mes	32	65.3534651	2.0422958	2.44	<.0001	***
Error	1007	841.300057	0.835452			
Total	1060	1311.752068				

$R^2 = 0.36$

\*\*\*: Diferencias significativas

N.S.: Diferencias no significativas

### Anexo 3: Promedios de mínimos cuadrados del peso al nacimiento para el número de partos de la madre

Número de partos de la madre	Promedio	Error estándar	Pr >  t
Un parto	5.55905455	0.08587435	<.0001
Dos partos	5.80226768	0.08309406	<.0001
Tres a más partos	6.04571804	0.05547244	<.0001

**Anexo 4: Promedios de mínimos cuadrados del peso al nacimiento para el año-mes de nacimiento**

Año-mes de nacimiento	Promedio	Error estándar	Pr >  t
2013-enero	6.12511686	0.09069371	<.0001
2013-febrero	6.43988725	0.10227218	<.0001
2013-marzo	6.14885443	0.17544549	<.0001
2014-enero	5.94539365	0.10772125	<.0001
2014-febrero	6.06608621	0.10968083	<.0001
2014-marzo	5.61022471	0.25369276	<.0001
2015-enero	6.14952383	0.16637016	<.0001
2015-febrero	5.12854223	0.11250301	<.0001
2015-marzo	4.54023427	0.27513457	<.0001
2016-enero	5.32324502	0.23286083	<.0001
2016-febrero	5.05930639	0.12553544	<.0001
2017-enero	4.97237291	0.16256616	<.0001
2017-febrero	5.53539047	0.15816086	<.0001
2017-marzo	5.81324889	0.22407622	<.0001
2018-enero	6.11580286	0.12109250	<.0001
2018-febrero	6.80639067	0.11296293	<.0001

**Anexo 5: Análisis de covariancia para el peso al destete**

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F calculado	Pr > F	Significancia
Número de partos	2	71.871513	35.935757	2.48	0.0844	N.S.
Año-mes	16	3620.730175	226.295636	15.62	<.0001	***
Sexo	1	0.283764	0.283764	0.02	0.08887	N.S.
Grupo color	2	25.862024	12.931012	0.89	0.410	N.S.
Número de partos* año-mes	31	563.909442	18.190627	1.26	0.1620	N.S.
Edad al destete	1	322.295669	322.295669	22.25	<.0001	***
Error	721	10445.77312	14.48790			
Total	774	17947.95355				

$R^2 = 0.42$

\*\*\*: Diferencias significativas

N.S.: Diferencias no significativas

**Anexo 6: Promedios de mínimos cuadrados del peso al destete para el año-mes de nacimiento**

Año-mes de nacimiento	Promedio	Error estándar	Pr >  t
2013-enero	22.4995453	0.5376992	<.0001
2013-febrero	21.8407226	0.5033428	<.0001
2013-marzo	21.2300104	0.9601215	<.0001
2014-enero	20.8363982	0.6637670	<.0001
2014-febrero	19.9363670	0.5277998	<.0001
2014-marzo	19.9825607	1.9359925	<.0001
2015-enero	19.8224328	1.2489726	<.0001
2015-febrero	20.2536759	0.5547609	<.0001
2015-marzo	No-est	.	.
2016-enero	25.4155517	1.1166842	<.0001
2016-febrero	24.1371603	0.7092227	<.0001
2017-enero	26.4246261	0.7530537	<.0001
2017-febrero	26.8559628	0.7134841	<.0001
2017-marzo	25.8576213	1.3944027	<.0001
2018-enero	25.1820142	0.6476089	<.0001
2018-febrero	26.9167580	0.6929813	<.0001
2018-marzo	26.2850971	1.2897344	<.0001

**Anexo 7: Análisis de covariancia para el peso al año**

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F calculado	Pr > F	Significancia
Número de partos	2	209.539488	104.769744	5.72	0.0034	***
Año-mes	16	2728.183887	170.511493	9.31	<.0001	***
Sexo	1	33.660881	33.660881	1.84	0.1755	N.S.
Grupo color	2	0.294888	0.147444	0.01	0.9920	N.S.
Número de partos* año-mes	31	542.729242	17.507395	0.96	0.5363	N.S.
Edad al año	1	393.482383	393.482383	21.49	<.0001	***
Error	682	1248.10380	18.30660			
Total	735	19318.71603				

$R^2 = 0.35$

\*\*\*: Diferencias significativas

N.S.: Diferencias no significativas

**Anexo 8: Promedios de mínimos cuadrados del peso al año de edad para el número partos de la madre**

Número de partos de la madre	Promedio	Error estándar	Pr >  t
Un parto	No-est	.	.
Dos partos	25.0851391	0.5336789	<.0001
Tres a más partos	26.9624432	0.3492472	<.0001

**Anexo 9: Promedios de mínimos cuadrados del peso al año de edad para el año-mes de nacimiento**

Año-mes de nacimiento	Promedio	Error estándar	Pr >  t
2013-enero	24.5901400	0.6539017	<.0001
2013-febrero	24.3762811	0.5707465	<.0001
2013-marzo	25.4970317	1.1066054	<.0001
2014-enero	22.9928223	0.8073344	<.0001
2014-febrero	22.6286704	0.6042650	<.0001
2014-marzo	22.5322913	2.2113590	<.0001
2015-enero	24.4348137	1.3278484	<.0001
2015-febrero	25.9526988	0.5996496	<.0001
2015-marzo	No-est	.	.
2016-enero	26.5086223	1.2850097	<.0001
2016-febrero	26.3139576	0.8052725	<.0001
2017-enero	29.4954738	1.0004809	<.0001
2017-febrero	30.3884198	0.7755246	<.0001
2017-marzo	29.7591891	1.6182006	<.0001
2018-enero	26.2004542	0.6765913	<.0001
2018-febrero	28.6476212	0.8252131	<.0001
2018-marzo	27.4674924	1.5647152	<.0001

### Anexo 10: Análisis de covariancia para el peso de vellón

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F calculado	Pr > F	Significancia
Año de nacimiento	4	4.09617204	1.02404301	15.29	<.0001	***
Sexo	1	0.46955874	0.46955874	7.01	0.0085	***
Grupo color	2	0.59919020	0.29959510	4.47	0.0121	***
Año*Sexo	4	0.41725224	0.10431306	1.56	0.1852	N.S.
Año*Grupo color	8	1.10497396	0.13812174	2.06	0.0388	***
Sexo*Grupo color	2	0.02682657	0.01341329	0.20	0.8186	N.S.
Edad	1	2.26860152	2.26860152	33.87	<.0001	***
Error	351	23.50872038	0.06697641			
Total	373	33.47514037				

$R^2 = 0.30$

\*\*\*: Diferencias significativas

N.S.: Diferencias no significativas

### Anexo 11: Promedios de mínimos cuadrados del peso de vellón para el año de nacimiento

Año de nacimiento	Promedio	Error estándar	Pr >  t
2013	1.61477919	0.03957800	<.0001
2014	1.52415300	0.03879534	<.0001
2015	1.20899640	0.06692776	<.0001
2016	1.34861132	0.04077875	<.0001
2017	1.74991508	0.05895648	<.0001

### Anexo 12: Promedios de mínimos cuadrados del peso de vellón para el sexo de la cría

Sexo	Promedio	Error estándar
Macho	1.54275922	0.03443680
Hembra	1.43582277	0.02458089

### Anexo 13: Promedios de mínimos cuadrados del peso de vellón para el grupo de color

Grupo color	Promedio	Error estándar	Pr >  t
Claros (LF, café claro y café)	1.51678799	0.02893627	<.0001
Negro oscuro (café rojizo, café oscuro y negro)	1.56172110	0.02262589	<.0001
Gris - api	1.38936390	0.05437143	<.0001

**Anexo 14: Promedio de mínimos cuadrados del peso de vellón de la interacción entre año de nacimiento y grupo de color**

Año de nacimiento	Grupo color	Promedio	Error estándar	Pr >  t
2013	Claros	1.53679156	0.05725591	<.0001
2013	Negro-oscuro	1.63306518	0.04978926	<.0001
2013	Gris-api	1.67448083	0.07614254	<.0001
2014	Claros	1.57862497	0.06362216	<.0001
2014	Negro-oscuro	1.62860080	0.05672495	<.0001
2014	Gris-api	1.36523324	0.07526758	<.0001
2015	Claros	1.28984615	0.06434860	<.0001
2015	Negro-oscuro	1.34310373	0.04591298	<.0001
2015	Gris-api	0.99403933	0.18300070	<.0001
2016	Claros	1.46875088	0.04898614	<.0001
2016	Negro-oscuro	1.37055963	0.03739214	<.0001
2016	Gris-api	1.20652346	0.10566822	<.0001
2017	Claros	1.70992641	0.06257885	<.0001
2017	Negro-oscuro	1.83327617	0.05165404	<.0001
2017	Gris-api	1.70654265	0.13448569	<.0001

**Anexo 15: Porcentaje de natalidad bruta durante el periodo 2014 - 2019**

Año	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	Total
Hembras empadradas	398	406	346	301	329	349		2129
Hembras paridas		241	214	124	160	206	192	1137
Natalidad bruta		60.55	52.71	35.84	53.16	62.61	55.01	53.41