

UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA BASTIDAS DE APURÍMAC

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA



“CURVAS DE CRECIMIENTO DE PESO VIVO Y SUPERVIVENCIA DE CRÍAS DE  
ALPACA (*Vicugna pacos*) EN ISCAHUACA, APURÍMAC”

TESIS

PRESENTADO POR:

LIZETH EVELING RODRÍGUEZ CCONISLLA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE MÉDICO VETERINARIO Y  
ZOOTECNISTA

ABANCAY – PERÚ

2019



UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA BASTIDAS DE APURÍMAC  
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA  
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA



TESIS

“CURVAS DE CRECIMIENTO DE PESO VIVO Y SUPERVIVENCIA DE CRÍAS DE ALPACA  
(*Vicugna pacos*) EN ISCAHUACA, APURÍMAC”

Presentado por **LIZETH EVELING RODRÍGUEZ CCONISLLA**, para optar el título profesional de:  
**MÉDICO VETERINARIO Y ZOOTECNISTA**

Sustentado y aprobado el 23 de agosto de 2019 ante el jurado:

Presidente:

  
Dr. Nilton C. Gómez Urviola

Primer miembro:


  
M.Sc. Liliam R. Bárcena Rodríguez

Segundo miembro:

  
M.Sc. Delmer Zea Gonzales

Asesores:

  
M.Sc. Oscar E. Gómez Quispe

  
M.Sc. Ludwing A. Cárdenas Villanueva

  
M.V. Edwin Báez Chipana

## AGRADECIMIENTOS

- *A la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, por el aporte invaluable de conocimientos para mí, y por ser el cimiento de mi desarrollo profesional.*
- *A mis asesores, M.Sc. MVZ. Oscar E. Gómez Quispe, al M.Sc. MVZ. Ludwing A. Cárdenas Villanueva, y MV. Edwin Báez Chipana, por la contribución en el logro del presente trabajo de investigación.*
- *A los miembros del jurado evaluador, Dr. Nilton C. Gómez Urviola, M.Sc. Liliam R. Bárcena Rodríguez y M.Sc. Delmer Zea Gonzales, por brindar tiempo para las revisiones de mi informe final de tesis.*
- *A la Cia. MINERA ARES SAC, en especial al entonces administrador de relaciones comunitarias, Sr. Ricardo Velasco Romero por el apoyo durante la ejecución de la tesis.*
- *A los señores Carlos Pocco Succantaype y Pedro Yauri Huicuro, por el apoyo durante la permanencia en la comunidad campesina de Iscahuaca-Cotaruse.*
- *A los docentes de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, que impartieron los conocimientos necesarios para mi formación profesional.*
- *A mis amigos y compañeros, quienes me apoyaron en el transcurso de mi formación profesional y contribuyeron en la culminación de la presente investigación.*



## **DEDICATORIA**

*A mi familia, por brindarme su confianza y apoyo incondicional.*

*A mi pequeño tesoro “Flavia Sofía”, porque desde el momento que llegaste a mi vida, te convertiste en mi mayor motivo de superación.*



## ÍNDICE

<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>3</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>4</b>
<b>CAPÍTULO I</b> .....	<b>5</b>
<b>PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b> .....	<b>5</b>
1.1. Descripción del problema .....	5
1.2. Enunciado del problema general.....	6
1.3. Objetivos.....	6
1.3.1. Objetivo general .....	6
1.3.2. Objetivos específicos.....	6
1.4. Justificación .....	6
1.5. Delimitación.....	7
<b>CAPÍTULO II</b> .....	<b>8</b>
<b>MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>8</b>
2.1. Antecedentes de la investigación .....	8
2.2 Bases teóricas.....	12
2.2.1 Fisiología del crecimiento animal .....	12
2.2.2 Factores que afectan el crecimiento de crías .....	13
2.2.3 Caracterización morfológica de la alpaca .....	16
2.2.4 Factores que afectan la supervivencia de crías de alpaca.....	18
2.2.5 Aplicación de modelos matemáticos para la predicción del peso vivo y la supervivencia.....	24
2.2.5.1. Modelo matemático.....	24
2.2.5.2. Curvas de crecimiento y su modelación.....	25
2.2.5.3 Curva de supervivencia y su modelación .....	27
2.3 Marco conceptual.....	30
2.3.1 Método de Kaplan-Meier .....	30
2.3.2 Mortalidad .....	30
2.3.4 Regresión lineal.....	31
2.3.5 Bondad de ajuste del modelo de regresión lineal.....	31
2.3.6 Supuestos de la regresión lineal .....	32
2.3.6.1. Normalidad.....	32
2.3.6.2. Multicolinealidad .....	32

2.3.6.3. Independencia.....	33
2.3.6.4. Heterocedasticidad .....	33
2.3.6.5. Linealidad.....	34
<b>CAPÍTULO III .....</b>	<b>35</b>
<b>DISEÑO METODOLÓGICO .....</b>	<b>35</b>
3.1. Definición de variables .....	35
3.2. Operacionalización de variables .....	36
3.3. Hipótesis de la investigación .....	36
3.3.1. Hipótesis general .....	36
3.3.2. Hipótesis específicas.....	36
3.4. Tipo y diseño de la investigación .....	37
3.4.1. Tipo de investigación .....	37
3.4.2. Instrumentos de recolección de datos.....	37
3.4.3. Análisis estadístico .....	37
3.5. Población y muestra.....	39
3.5.1. Población .....	39
3.5.2. Muestra .....	39
3.5.3. Ubicación espacio – temporal.....	39
3.6. Procedimiento de la investigación .....	40
3.6.1. Cuidados postparto .....	40
3.6.2. Pesado de las crías .....	41
3.6.3. Registro de las medidas morfométricas.....	41
3.7. Material de investigación.....	42
3.7.1. Material de recolección de datos .....	42
3.7.2. Material biológico .....	42
3.7.3. Material de campo .....	43
<b>CAPÍTULO IV.....</b>	<b>44</b>
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>44</b>
4.1. Curvas de supervivencia de crías de alpaca.....	44
4.1.1 Supervivencia total de crías.....	44
4.1.2 Supervivencia de crías por sexo .....	47
4.1.3 Supervivencia de crías por color de fibra.....	48
4.1.4 Supervivencia por estado de salud .....	49
4.1.5 Supervivencia de crías por peso al nacimiento .....	51
4.2. Curva de relación del peso vivo con las medidas morfométricas .....	52
<b>CAPÍTULO V .....</b>	<b>55</b>
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>55</b>

5.1. Conclusiones .....	55
5.2. Recomendaciones .....	56
<b>REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>57</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>70</b>



## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Supervivencia durante las 12 semanas de vida de crías de alpaca.....	72
Tabla 2. Análisis de supervivencia total de crías de alpaca hasta las 12 semanas de edad.....	73
Tabla 3. Análisis de supervivencia por sexo de crías de alpaca hasta las 12 semanas de edad.....	73
Tabla 4. Análisis de supervivencia por color de crías de alpaca hasta las 12 semanas de edad.....	74
Tabla 5. Análisis de supervivencia por estado de salud de crías de alpaca hasta las 12 semanas de edad.....	75
Tabla 6. Análisis de supervivencia por peso de crías de alpaca hasta las 12 semanas de edad.....	76
Tabla 7. Resumen del peso vivo y variables morfométricas de alpacas crías durante las 12 primeras semanas de vida.....	77
Tabla 8. Comparación de modelos estimados del peso vivo en relación con las variables morfométricas.....	78
Tabla 9. Análisis de varianza del modelo seleccionado.....	79
Tabla 10. Prueba de t de confiabilidad de los factores del modelo.....	79

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Curva de supervivencia de Kaplan-Meier.....	29
Figura 2. Ubicación geográfica del ámbito de estudio en el sector Ccarapampa de la comunidad campesina de Iscahuaca, distrito de Cotaruse, Apurímac, Perú	40
Figura 3. Ubicación anatómica de las medidas morfométricas, tales como diámetro longitudinal (DL), perímetro torácico (PT) y altura a la cruz (AC) en el cuerpo de la cría.....	42
Figura 4. Curva de supervivencia de Kaplan-Meier para el total de crías de alpaca hasta las 12 semanas de vida.....	45
Figura 5. Curva de supervivencia de Kaplan-Meier según sexo de crías de alpaca hasta las 12 semanas de vida.....	48
Figura 6. Curva de supervivencia de Kaplan-Meier por color de crías de alpaca hasta las 12 semanas de vida.....	49
Figura 7. Curva de supervivencia de Kaplan-Meier por estado de salud de crías de alpaca hasta las 12 semanas de vida.....	50
Figura 8. Curva de supervivencia de Kaplan-Meier por peso de crías de alpaca hasta las 12 semanas de vida.....	52
Figura 9. Plano del peso vivo (peso) ajustado por altura a la cruz (AC) y el perímetro torácico (PT) .....	81
Figura 10. Crecimiento de la altura a la cruz (AC), diámetro longitudinal (DL) y perímetro torácico (PT) en crías de alpaca en condiciones de crianza extensiva.....	82
Figura 11. Pesado con balanza digital (kg) y arnés acoplado de las crías hasta las 12 semanas de vida.....	83

Figura 12. Medición de la altura a la cruz (AC) con ayuda del bastón morfométrico en crías de alpaca hasta las 12 semanas de vida.....	83
Figura 13. Medición del diámetro longitudinal (DL) con ayuda del bastón morfométrico en crías de alpaca hasta las 12 semanas de vida.....	84
Figura 14. Medición del perímetro torácico (PT) con ayuda de una cinta métrica (cm) en crías de alpaca hasta las 12 semanas de vida .....	84

### ÍNDICE DE FICHAS

Ficha 1. Formato de recolección de datos por cada animal.....	86
---	----



**“CURVAS DE CRECIMIENTO DE PESO VIVO Y SUPERVIVENCIA DE CRÍAS DE  
ALPACA (*Vicugna pacos*) EN ISCAHUACA, APURÍMAC”**

Esta publicación está bajo una Licencia Creative Commons.



## INTRODUCCIÓN

Las alpacas constituyen un importante recurso genético animal para los habitantes de las regiones altoandinas del Perú, ya que constituyen una fuente de ingresos por carne, pieles, trabajo y, sobre todo, de fibra que tienen gran valor económico, siendo el principal medio de subsistencia de las comunidades campesinas que habitan estas zonas (Espada, 2010).

La crianza de estos animales se realiza en pasturas naturales en las zonas altoandinas, donde no es posible la agricultura, ni la crianza exitosa de otras especies domésticas (Iñiguez *et al.*, 1996). Este potencial socioeconómico, explica por qué las familias continúan criando esta especie de ganado, hecho que configura una alternativa importante para el desarrollo de la ganadería en los Altos andes del Perú (Bustinza, 2001).

Sin embargo, existen factores que limitan su desarrollo, como la mortalidad (embrionaria, neonatal y al destete), el estrés ambiental y el manejo inadecuado, entre otros. A su vez, la elevada mortalidad neonatal limita la productividad en las zonas alpaqueras (Espada, 2010). Esta mortalidad es uno de los problemas de mayor impacto económico que enfrentan los productores de alpacas; y las pérdidas de crías dentro de los primeros tres o cuatro meses de vida, alcanzan cifras que pueden superar el 50%, siendo las causas, una combinación de factores como las enfermedades, inclemencias climáticas, salud de las madres, ingestión del calostro, entre otros factores (FAO, 2005). La alta mortalidad de crías afecta la supervivencia, siendo necesario estimar la probabilidad de supervivencia durante los primeros meses de vida, lo que permitirá tomar acciones de prevención que conlleven a evitar dichas altas tasas de mortalidad en crías de alpaca.

Asimismo, el peso corporal explicado a través de las medidas morfométricas es un recurso válido tanto en especies silvestres como domésticas, que es respaldado por modelos matemáticos

reproducibles para una realidad productiva en determinado medio ambiente (Tapia, 2001); estos modelos contribuyen en la explicación de los cambios en el crecimiento del animal, lo cual es útil en la implementación de programas de mejoramiento genético que tiene por objeto de aumentar la productividad (Gómez *et al.*, 2008). En las zonas alpaqueras, se dispone de poca información de varias características productivas, incluyendo el peso corporal de la cría de alpaca al nacimiento (Wujili *et al.*, 2000), motivo por el cual se tiene la necesidad de encontrar un modelo adecuado para estimar el peso vivo de las crías de alpaca a través de las medidas morfométricas que ayuden en el desarrollo y mejoramiento de la producción de esta especie en los hatos alpaqueros y centros de producción de las instituciones.

Teniendo en cuenta estos aspectos, el presente estudio tuvo como objetivos determinar la curva de supervivencia según sexo, edad, estado de salud y color de fibra de las crías de alpaca durante las primeras 12 semanas de vida, y estimar la curva de crecimiento del peso vivo respecto a las variables morfométricas como altura a la cruz, diámetro longitudinal y perímetro torácico en la comunidad campesina de Iscahuaca (Cotaruse, Aymaraes, Apurímac).

## RESUMEN

La mortalidad y el bajo peso al nacimiento de las crías de alpacas (*Vicugna pacos*) son considerados factores que afectan la supervivencia y la producción de esta especie. El objetivo de esta investigación fue estimar la probabilidad de supervivencia y determinar la predicción del peso vivo en función a las medidas morfométricas de las crías de alpacas, durante las primeras doce semanas de vida. El estudio se llevó a cabo en los Altos andes del Perú (Iscahuaca, Cotaruse, Aymaraes, Apurímac), donde se seleccionaron al azar 100 crías de alpacas entre hembras y machos, después del nacimiento y la toma de calostro. A estos animales se pesaron y tomaron las medidas morfométricas, en forma semanal hasta las doce semanas de edad; asimismo se registró la mortalidad y el tiempo de ocurrencia de esta. La estimación de la probabilidad de supervivencia se realizó a través del método de supervivencia de Kaplan-Meier, y la predicción del peso vivo a través del modelo de regresión múltiple. Se encontró que la probabilidad de supervivencia de crías de alpacas fue similar ( $p \geq 0.05$ ), entre machos y hembras (82.6 y 74.12%), y entre blancos y color (75.9 y 85.7%). Sin embargo, en la probabilidad de supervivencia por estado de salud, hubo diferencias ( $p \leq 0.01$ ), en las crías que no enfermaron (93.3%) y aquellos que enfermaron (55.6%); de igual manera el peso al nacimiento mostró diferencias ( $p \leq 0.01$ ) en las crías que nacieron con altos pesos (6.76 - 8.12 kg) y los nacidos con bajos pesos (4.00 - 5.37 kg). Se determinó a la altura a la cruz y el perímetro torácico ( $R^2$  ajustada = 70.10%), como los mejores modelos de predicción del peso vivo de crías de alpacas.

**Palabras clave:** Supervivencia, morfometría, predicción, regresión.

## ABSTRACT

Mortality and low birth weight of alpacas (*Vicugna pacos*) are considered factors that affect the survival and production of this species. The objective of this research was to estimate the probability of survival and determine the prediction of live weight based on the morphometric measurements of alpacas, during the first twelve weeks of life. The study was carried out in the High Andes of Peru (Iscahuaca, Cotaruse, Aymaraes, Apurimac), where 100 alpaca breeding were randomly selected between females and males, after birth and colostrum intake. These animals were weighed and morphometric measurements were taken, weekly until twelve weeks of age; also the mortality and the time of occurrence of this were recorded. The estimation of the probability of survival was made through the Kaplan-Meier survival method, and the prediction of live weight through the multiple regression model. It was found that the survival probability of alpacas offspring was similar ( $p \geq 0.05$ ), between males and females (82.6 and 74.12%), and between whites and color (75.9 and 85.7%). However, in the probability of survival by health status, there were differences ( $p \leq 0.01$ ), in the offspring that did not get sick (93.3%) and those that got sick (55.6%); similarly, birth weight showed differences ( $p \leq 0.01$ ) in the offspring that were born with high weights (6.76 - 8.12 kg) and those born with low weights (4.00 - 5.37 kg). The height at the cross and the thoracic perimeter (adjusted  $R^2 = 70.10\%$ ) were determined as the best models of prediction of live weight of alpaca breeding.

**Keywords:** Survival, morphometry, prediction, regression.

## CAPÍTULO I

### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

#### 1.1. Descripción del problema

Las alpacas bajo condiciones de pastoreo en la región alto andina durante la época seca se enfrentan a serias limitaciones de disponibilidad de forraje. Esta época corresponde a los meses de mayo a octubre, en donde la precipitación pluvial es mínima y por lo tanto la producción de forraje se encuentra reducida (San Martín, 1994). Si el último tercio de la gestación, donde los requerimientos nutricionales del feto se incrementan enormemente, coincide con el inicio de la época de lluvia (octubre, noviembre y diciembre) en donde la disponibilidad del forraje aún se encuentra limitada, ocasionan un pobre desarrollo del feto que se traduce en bajos pesos al nacimiento de la cría (San Martín, 1996). Aunado al sistema de crianza alpaquera de subsistencia, se producen elevadas pérdidas neonatales que no pueden ser analizadas por carencia de registros productivos y sanitarios (Ameghino, 1991). La mortalidad neonatal es uno de los problemas de mayor impacto económico que enfrentan los productores de alpacas. Las pérdidas de crías dentro de los primeros tres o cuatro meses de vida, alcanzan cifras que pueden superar el 50%. Las causas de la alta mortalidad son una combinación de factores tales como las enfermedades, las inclemencias climáticas, la salud de las madres, la ingestión del calostro, entre otros factores que deberían de ser investigados (FAO, 2005), por lo que nos planteamos la siguiente pregunta:

## 1.2. Enunciado del problema general

¿Cuál es la relación entre la curva de crecimiento de peso vivo y la supervivencia de crías de alpaca (*Vicugna pacos*) en Iscahuaca, Apurímac?

## 1.3. Objetivos

### 1.3.1. Objetivo general

Determinar la curva de crecimiento de peso vivo y la supervivencia de las crías durante las doce semanas de vida post parto en la comunidad campesina de Iscahuaca,

### 1.3.2. Objetivos específicos

- Evaluar la curva de crecimiento de peso vivo respecto a la altura a la cruz, diámetro longitudinal, perímetro torácico de crías de alpacas durante las doce semanas de vida post parto en la comunidad campesina de Iscahuaca.
- Estimar la contribución de la altura a la cruz, diámetro longitudinal, perímetro torácico, en la sobrevivencia de crías durante las doce semanas de vida post parto en la comunidad campesina de Iscahuaca.

## 1.4. Justificación

Las alpacas constituyen un importante recurso genético animal para los habitantes de las regiones alto-andinas del Perú, Bolivia, Argentina y Chile, pues son fuentes generadoras de carne, pieles, trabajo y, sobre todo, de fibra de gran valor económico (Cordero, 2011). El Perú ocupa el primer lugar en el mundo en la producción de alpacas y vicuñas, y el segundo en llamas, después de Bolivia

(Quispe *et al.*, 2013). La alpaca y la llama constituyen la base de sustento de un vasto sector de la población de la región alto andina del Perú (FAO, 2005). Alrededor del 90% de las alpacas está en manos de pequeños productores que paradójicamente constituyen uno de los segmentos menos favorecidos de la población peruana, la misma que vive en estado de extrema pobreza (Montes *et al.*, 2008). El 80% de alpacas se encuentran principalmente en las zonas alto andinas de Perú (Puno, Arequipa, Cuzco, Ayacucho, Huancavelica y Apurímac (Brenes *et al.*, 2001; Quispe *et al.*, 2005). La región de Apurímac ocupa el quinto lugar en producción alpaquera, con cerca de 225 000 cabezas de las más de 3 590 000 que existen a nivel nacional (INEI, 2012). La comunidad campesina de Iscahuaca cuenta con alrededor de 18 530 animales divididos en las distintas zonas, en las que es necesario evaluar el crecimiento animal mediante funciones matemáticas y relacionarlo con el desempeño productivo y la sobrevivencia de las crías. El desconocimiento de las curvas de crecimiento y de parámetros productivos de interés económico, ha limitado la implementación de programas de mejoramiento genético que permitan aumentar la productividad, por lo que identificar las funciones matemáticas zootécnicas inherentes a las condiciones locales, es importante para realizar la selección de los mejores animales que puedan conformar un hato ganadero (Gómez, 2008).

### 1.5. Delimitación

La investigación está limitada al estudio de la evolución del peso y las variables morfométricas y las correlaciones de estas variables con la supervivencia de las crías de alpaca. La población se caracteriza por no encontrarse disponible en el momento de la planificación de la investigación.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

El Perú ocupa a nivel mundial el primer lugar en la producción de alpacas ( Montes *et al.*, 2008; Quispe *et al.*, 2013;). El 80% de 3 590 000 (INEI, 2012) de alpacas que existen a nivel nacional se encuentra principalmente en las zonas altoandinas de Puno, Arequipa, Cuzco, Ayacucho, Huancavelica y Apurímac (Brenes *et al.*, 2001). La región de Apurímac ocupa el quinto lugar en producción alpaquera, con cerca de 225 000 animales del total a nivel nacional.

#### 2.1. Antecedentes de la investigación

Se efectuó un estudio en tres principales centros de producción alpaquera del departamento de Puno, tales como la Rural Alianza EPS, el CIP “La Raya” – UNA Puno, ambos ubicados en la zona agro ecológica de Puna húmeda, así como en el Anexo Quimsachata de INIA – Puno, ubicado en la zona agro ecológica de Puna seca. El objetivo fue determinar las principales causas de mortalidad de crías de alpacas, utilizando los registros de mortalidad de las campañas de producción de 1998-2000. Se encontró que las principales causas de mortalidad de alpacas fueron: agentes infecciosos 51.70%, anormalidades orgánicas 24.08%, causas accidentales 13.36%, causas nutricionales 7.83% y enfermedades parasitarias 3.03%. Dentro de la mayor causa infecciosa de mayor frecuencia fue la neumonía y otras en menor frecuencia. La mortalidad por causas orgánicas son la caquexia de los animales 58.88%, aunque en puna seca la torsión intestinal y atonía ruminal son de mayor frecuencia. Se encontró como causas accidentales de muerte a: traumatismos 50.30%,

depredadores 28.63%, falsa deglución 7.35%, asfixia 7.16% y otros con menor frecuencia. Las principales causas nutricionales de mortalidad son: la desnutrición 27.12%, inanición 23.73%, falta de leche 19.32% y otras en menor proporción (Mamani *et al.*, 2009).

Bravo *et al.* (2009), realizó un estudio en alpacas sobre determinación del efecto de la edad de la madre sobre el peso corporal y supervivencia de la cría durante la primera semana de vida, se utilizó un total de 424 alpacas preñadas. El peso corporal de cría (kg) se determinó después del nacimiento. Tomo como referencia de estudio el peso de la placenta y el ancho mayor que se midieron inmediatamente después de su expulsión. Las crías fueron monitoreadas durante la primera semana y se realizó la necropsia si ocurría algún tipo de muerte. Los datos fueron analizados mediante análisis de varianza, hallándose datos mayores del peso corporal de las crías al nacimiento, el peso y el ancho mayor de la placenta conforme aumentaba la edad de la madre ( $p < 0.05$ ), alcanzando un máximo a los 9 años de edad y luego disminuyeron progresivamente. La eficiencia placentaria también aumentó con la edad de la madre, y mostró una forma bimodal, alcanzando un máximo en madres de 6 y 11 años de edad ( $p < 0.05$ ). Sobrevivieron 398 crías y murieron 26 crías, las causas de mortalidad fueron: inanición, hipotermia, muertes durante el parto y otras causas. La mayor cantidad de crías muertas fueron de madres de 2 años de edad que en alpacas de cualquier otra edad ( $p < 0.05$ ). Además, las crías muertas tenían pesos corporales menores (6,4 kg) que las crías que sobrevivieron (7,8 kg,  $p < 0,05$ ). El peso y el ancho de la placenta fueron similares para crías vivas y muertas.

Mamani *et al.* (2010), realizó un estudio con el propósito de estimar la evolución del peso vivo de crías de alpacas Huacaya en Puno (Perú) en el CIP Quimsachata, donde evaluó 550 registros, y utilizando información de tipo longitudinal (años 1998, 1999 y 2008), estimó la curva de crecimiento mediante el modelo ideado por Brody (1945), el cual describe mejor la fase final del

crecimiento y es útil en especies como la alpaca obteniendo como resultado una curva de crecimiento con un coeficiente de determinación ( $R^2$ ) de 73.7%, donde las crías tenían una velocidad de crecimiento de 0.0097 kg/día, un factor de integración de 0.7683, y alcanzaban al año un peso de 26.12 kg. Además, las crías de alpacas presentaron mayor crecimiento en los 2 primeros meses, al cabo del cual duplicaban su peso, mostrando pérdida de peso al noveno mes por efecto del destete (8 meses), pero al décimo mes había una recuperación como consecuencia de las mejores condiciones medio ambientales y rebrote de pastos naturales.

Muñoz (2007), en la provincia de Parinacota (Chile), realizó la caracterización morfométrica de un rebaño de alpacas Huacaya originarias, midió 15 variables morfológicas (peso vivo, largo de cabeza, ancho de cabeza, distancia entre ojos, distancia de nariz a ojos, largo de las orejas, largo del cuello, perímetro del cuello, perímetro del tórax, perímetro abdominal, largo dorsal, altura a la cabeza, altura a la cruz, altura a la grupa, y distancia entre caderas) en 294 animales. El análisis estadístico realizado, estuvo dirigido a evidenciar la existencia de correlaciones biométricas (análisis de correlación de Pearson) y determinar si el peso vivo, podía ser explicado por otra u otras variables biométricas (modelo de regresión lineal múltiple). El análisis de regresión lineal múltiple mostró al perímetro torácico ( $p < 0,05$ ), como el mejor predictor de la variable peso vivo, con un  $R^2$  de 70.84 %.

Mendoza (2015), realizó un estudio en la llama K'ara (*Lama glama*), en dos distritos de la región de Pasco (Perú), con el propósito de evaluar las medidas biométricas peso vivo (PV), altura a la cabeza (ACa), altura a la cruz (AC), amplitud de isquiones (AI), altura a la grupa (AG), ancho de pecho (AP), longitud de cuerpo (LCo), longitud cruz - grupa (LCG), longitud de cuello (LC), perímetro inferior de cuello (PCI), perímetro superior de cuello (PCS), perímetro torácico (PT), perímetro de caña (PC), tamaño de oreja (TO), volumen muscular (VM)] y su variación en

diferentes edades y sexo, utilizó datos de 226 animales y una regresión lineal múltiple tomando como variable dependiente el peso vivo. Encontró que las correlaciones entre peso vivo y las medidas biométricas ( $p < 0.001$ ), fueron muy bajas (0.15 para amplitud de isquiones), bajas (0.28, 0.32 y 0.36 para tamaño de oreja, perímetro inferior del cuello y perímetro de caña), moderados (0.44, 0.49, 0.53, 0.56 y 0.57 para ancho de pecho, perímetro superior del cuello, longitud del cuerpo, longitud de cuello y longitud cruz-grupa) y altos (0.61, 0.63, 0.66, 0.66, 0.73 para volumen muscular, altura a la grupa, altura a la cruz, perímetro torácico y altura a la cabeza). Hallando a la altura a la cabeza, el perímetro torácico y al perímetro superior del cuello, como medidas biométricas que mejor explican la variable de peso vivo con un  $R^2 = 0.60$ .

Llacsá *et al.* (2007), seleccionó 99 llamas entre K'aras y Ch'acus madres con sus crías en el CIP La Raya de la Universidad Nacional del Altiplano (Puno, Perú), para evaluar el perímetro torácico (PT), volumen del muslo (VM) y área de la grupa (AG) en las crías como indicadores biométricos del peso vivo (PV), a través de modelos de regresión múltiple y correlaciones entre estas variables con el tamaño de ubre (largo y ancho) de las madres. Estas evaluaciones se hicieron al primer, tercer y séptimo mes de edad de las crías. Hallándose un incremento de los coeficientes de determinación de medio a alto según la edad, en llamas Ch'acus se determinó un  $R^2 = 76.3\%$  a los 7 meses de edad, y un  $R^2 = 70.0$  a los 3 meses de edad en llamas K'aras. Los mejores estimadores del peso vivo (PV) fueron: el perímetro torácico (PT) en Ch'acus, mientras que en llamas K'aras este efecto y el del área de la grupa (AG) fue al primer y tercer mes y el volumen del muslo (VM) al séptimo mes de edad ( $p < 0.05$ ). Las correlaciones en las crías entre peso vivo con las medidas biométricas fueron altas, positivas y significativas, especialmente a la edad de 7 meses.

## 2.2 Bases teóricas

### 2.2.1 Fisiología del crecimiento animal

En el crecimiento animal se presenta un aumento cuantitativo de la masa corporal que se define como la ganancia de peso por unidad de tiempo (Helman, 1984). El aumento de peso se produce por tres causas: la hiperplasia (multiplicación celular), la hipertrofia (aumento del tamaño de las células) y la metaplasia (transformación de las células), donde el crecimiento animal es una respuesta celular a diferentes factores que pueden ser inherentes al animal o ajenos a éste (Hammond, 1959). Si el proceso de crecimiento no tiene ningún factor inhibidor, normalmente el organismo sigue un mecanismo de multiplicación constante de las células, y una vez producida la multiplicación suficiente se produce la hipertrofia. Sin embargo, es posible que aparezcan factores inhibidores que detengan el proceso de hiperplasia y así el crecimiento se anula. Si bien los diferentes sistemas se desarrollan en forma paralela, la velocidad a la que lo hacen es distinta, existiendo un orden estricto para su desarrollo; el primero en terminar el desarrollo es el nervioso, seguido del esqueleto, luego los músculos y por último se realiza la acumulación de tejido adiposo (Divier *et al.*, 2008). La evolución del aumento de peso vivo a lo largo de la vida de un animal es un fenómeno complejo que depende del genotipo del animal, de factores ambientales como la alimentación, el manejo, el estado de salud y efectos climatológicos, que tienen mayor impacto en las épocas iniciales del crecimiento (Hammond, 1959), algunos de estos factores persisten en el tiempo y generan un efecto variable con la edad y el desarrollo del animal, otros por el contrario, pueden afectar sólo en periodos cortos. Los factores genotípicos inciden sobre el desarrollo fetal y se manifiestan desde el nacimiento hasta la adultez; la cría crece en forma lenta durante el primer mes posparto, pero después inicia una fase de un rápido crecimiento hasta alcanzar la pubertad,

después de la cual disminuye la velocidad de crecimiento hasta llegar a la estabilización en la edad adulta (Blasco, 2004).

## **2.2.2 Factores que afectan el crecimiento de crías**

### **2.2.2.1 Nutrición**

El consumo promedio de materia seca en alpacas es de 1.8% del peso vivo, tanto en condiciones de estabulación y pastoreo, el consumo de alpaca es aproximadamente 30% inferior al del ovino; estos datos muestran que las alpacas tienen capacidad para resistir penurias hídricas, situaciones a las que no son ajenos en las condiciones naturales de crianza, este menor consumo se explica principalmente por el menor consumo de materia seca observada en alpacas. Asimismo, la alpaca es menos afectada en la reducción del consumo, la pérdida de peso y muestra mayor capacidad de recuperación al estrés hídrico, así como es una especie altamente adaptable y varía su selectividad de plantas de acuerdo a la disponibilidad del forraje. Existen algunos aspectos importantes que afectan a la nutrición como los periodos nutricionales críticos y el consumo de calostro en el postparto que afectan al peso vivo del animal (San Martín, 1994).

### **2.2.2.2. Periodos nutricionales críticos para los camélidos**

Bajo condiciones de pastoreo en la región altoandina durante la época seca, las alpacas se enfrentan a serias limitaciones de disponibilidad de forraje. Esta época corresponde a los meses de mayo a octubre, en donde la precipitación pluvial es mínima y por lo tanto la producción de forraje se encuentra reducida. Aproximadamente el 75% de la precipitación pluvial se produce entre los meses de diciembre y marzo, coincidiendo con la máxima producción de forraje (San Martín, 1994). La calidad nutritiva sigue una tendencia similar a la producción de forraje. Es posible

identificar dos períodos críticos en la crianza de alpacas. Estas etapas se refieren a la época del destete donde los animales jóvenes dejan de depender de la madre para cubrir parte de sus requerimientos, pero a su vez, éstos encuentran problemas en la disponibilidad de forraje ya que coincide con la etapa crítica de sequía. Como consecuencia de ello, los animales experimentan una disminución de peso durante este período, el cual les impide alcanzar pesos adecuados para el primer empadre (33 kg) al año de edad. Otra fase crítica ocurre durante el último tercio de gestación, momento en el que los requerimientos nutricionales del feto incrementan enormemente las necesidades de la madre. Esta etapa, a su vez, coincide con el inicio de la época de lluvia (octubre, noviembre y diciembre) en donde la disponibilidad del forraje aún se encuentra limitada (San Martín, 1994).

### **2.2.2.3. Calostro, composición y tiempo de consumo**

El calostro, es la primera secreción producida por la glándula mamaria después del parto, es especialmente rico en inmunoglobulinas o anticuerpos, los cuales proveen protección inmunológica al neonato durante las primeras semanas de vida (Nousiainen *et al.*, 1994). El calostro de los camélidos contiene principalmente IgG, en menores cantidades IgM e IgA y factores antimicrobianos, vitaminas y minerales. El aporte necesario debe ser entre el 10% a 20% del peso de la cría de alpaca y debe realizarse en las primeras 24 horas de vida (Martin *et al.*, 2010). La concentración más alta de IgG se observa a 24 - 48 horas, 2500 a 3000 mg/dl. Si el neonato succiona calostro dentro de las primeras 8 horas de vida, las concentraciones de IgG son los mejores, pero si la succión ocurre a las 24 horas de nacido, la concentración de IgG es nula, 175 mg/dl.

#### 2.2.2.4. Peso vivo al nacimiento

En alpacas, el peso vivo al nacimiento constituye un aspecto importante en la viabilidad de las crías, permitiéndole soportar las adversas condiciones climáticas de la época de parición hasta que ingiera oportunamente el calostro. La supervivencia tiende a ser menor en las crías de bajo peso (Garmendia *et al.*, 1987). Es decir, el peso al nacer es importante para la supervivencia de la cría debido a que se encuentra relacionada con la cantidad de reserva de grasa; estos son importantes en la entrega de energía en los primeros días de vida; más aún, el peso al nacer muestra correlación positiva con el crecimiento, velocidad de desarrollo y el peso a la comercialización (Caravaca *et al.*, 2005). Durante la gestación las altas demandas nutricionales del animal aunadas al déficit de la oferta de alimentos, en particular en el último tercio de gestación ocasionan un pobre desarrollo del feto, la cual se traduce en bajos pesos al nacer. En estudios llevados a cabo en la Puna seca y húmeda precisan que los pesos de crías nacidas al inicio de la campaña de parición (diciembre y enero, inicio de lluvias) son inferiores a los nacidos entre febrero y marzo (plena época de lluvias) (Agramonte, 1988; Marrón, 2003). En la alpaca, las crías provenientes de madres primerizas pesan en promedio 7 kg respecto a las crías de madres adultas que alcanzan 7.82 kg (Ameghino, 1990). Ha indicado que el mayor desarrollo del feto se debería a una sobrealimentación de las madres o a una gestación prolongada, el peso normal de una cría al nacer esta entre 7.8 y 8 kg (Ameghino y De Martini, 1991).

#### 2.2.2.5 Medio ambiente

La época de parición siempre es programada para los meses de enero a marzo, periodo que coincide con los meses de intensa precipitación fluvial, la cual favorece al crecimiento y desarrollo de los pastos. Sin embargo, una desproporcionada composición del número de crías y madres en relación

al área de pastoreo da lugar a un crecimiento de materia orgánica de desecho y al sobrepastoreo. Además, la extrema variación entre la temperatura máxima (14°C) y mínima (3°C) afecta negativamente a las crías, especialmente a aquellas con pocos días de nacidos (Ramírez *et al.*, 1985).

### 2.2.3 Caracterización morfológica de la alpaca

La morfología, que es una de las ramas más clásicas del saber veterinario, zootécnico y ganadero, ha evolucionado en los últimos años, tanto en su concepto, como en su aplicación. Se basa fundamentalmente en el conocimiento del individuo a través de su fenotipo, defectos y particularidades, criterios que ayudan a la identificación, diferenciación y juzgamiento de una posible aptitud productiva del animal. La morfología externa cumple dos misiones fundamentales, primero, sirve de base para la identificación visual del individuo o del grupo racial (descripción y diferenciación) y segundo, propicia una valoración biométrica y zootécnica que permite la predicción de sus posibilidades productivas. Al determinar la morfoestructura mediante la toma de un conjunto de medidas permite caracterizar o clasificar a individuos y razas en una población. Tales parámetros pueden ser definidos como particularidades del individuo, que hace que se destaque en mayor o menor grado (Rodero *et al.*, 1992). La conformación corporal en los animales de interés zootécnico se considera habitualmente como un carácter subjetivo, pero la zoometría permite estudiar las formas de los animales mediante mediciones corporales concretas. De esta manera, a través de la zoometría es posible cuantificar la conformación corporal, estableciendo medidas concretas y su variación normal para una determinada raza o población (Van Hintum, 1994), en las diversas especies. En los camélidos sudamericanos, también se han realizado estos estudios.

La alpaca Huacaya tiene una cabeza pequeña, comprimida lateralmente, con un copete de pelos que llega hasta los ojos y los cubre completamente. Las orejas son pequeñas, verticales y puntiagudas están perdidas en la fibra ligeramente enroscadas y cuando el animal está atento las lleva hacia adelante y cuando tiene aptitud de cocear (golpear) las lleva hacia atrás; están recubiertas externamente de fibra corta e internamente de pelos finos, el cuello generalmente más largo que el de la llama estando cubierto por una fibra muy larga y presentando gran movilidad. Además, los ojos son grandes estando provisto de grandes pestañas, nariz ligeramente puntiaguda con fosas nasales amplias que van a terminar en un labio superior que presenta una gran hendidura, boca formada por un labio superior e inferior que se encuentran ligeramente separados y que en los animales viejos se vuelven colgantes teniendo unos pelos táctiles que les sirven para controlar los agentes externos para las fosas nasales y las vías digestivas. El tronco es más voluminoso que el de la llama y otras especies, presentan la línea dorso sacra un poco convexa y una línea dorso lumbar recta de adelante hacia atrás, el pecho es más pequeño que el de la llama, tiene forma de quilla y en la región del esternón presenta una callosidad, extremidades fuertes bien desarrolladas y uñas de color oscuro. Las mamas son poco desarrolladas en número de dos a ambos lados provistos de cuatro pezones; la cola se encuentra bien insertada es corta provista por fibra en la parte superior y en la parte inferior por pelos finos. La producción de vellón de las alpacas debe ser de un color exacto, ya que la variación de pigmentación en la fibra disminuye la calidad ésta dentro de la industria textil, en cuanto a la pigmentación de ollares, párpados, uñas, de la almohadilla plantar deben ser compactas, la despigmentación total o parcial los hace sensibles a la refracción solar (Solís, 2006).

La morfología es la disciplina que se encarga de estudiar la forma de los animales. Su método de estudio fundamental tiene como base la anatomía y la observación. El estudio morfológico puede

considerarse en diferentes niveles: en el de la célula, en el de los tejidos y en el de la organización superior (García, 2006).

La variable peso vivo puede denominarse variable biométrica, mientras que las demás se denominan variables morfométricas, conforme son una expresión lineal de la forma de los animales. Todas ellas son expresiones anatómicas naturales del desarrollo físico del animal en su conjunto y son de fácil acceso, a excepción del peso vivo (Muñoz, 2007).

Existe una nomenclatura anatómica exteriorista respecto a las variables cuantitativas en estudio (Aparicio *et al.*, 1986; Parés, 2009). Estos investigadores, consideran la altura la cruz (alzada principal o talla), como la distancia desde el punto más alto de la cruz (región interescapular) al suelo; el diámetro longitudinal (longitud corporal o longitud del tronco), se consigue al medir desde el punto más craneal y lateral de la articulación del húmero (punta del encuentro) al punto más caudal de la articulación ilio-isquiática (punta de la nalga); y el perímetro torácico, es definida como la medición desde el punto dorsal más declive de la región interescapular (apófisis espinosa de la 7<sup>a</sup>-8<sup>a</sup> vértebra dorsal) y la región esternal inferior (a nivel del olécranon).

## **2.2.4 Factores que afectan la supervivencia de crías de alpaca**

### **2.2.4.1. Edad de la madre**

Las alpacas madres primerizas paren crías con pesos menores como  $6.61 \pm 0.57$  kg respecto a madres adultas que lo hacen con pesos cercanos a  $7.82 \pm 1.02$  kg (Ameghino, 1990). En condiciones de Puna húmeda, en el peso al nacer en función a la edad de la madre, las madres de dos años producen crías con peso más bajo 6.97 kg y las madres de 6 a 14 años de edad paren crías con pesos más homogéneos; y el mayor peso de crías se ha encontrado entre madres de 7 a 11 años de

edad, las madres de 9 años de edad habían parido crías de mayor peso al nacimiento como 8.40 kg (Puma, 1999).

#### **2.2.4.2. Alimentación de la madre**

Durante la gestación las altas demandas nutricionales del animal aunadas al déficit de la oferta de alimentos, en particular en el último tercio de gestación ocasionan un pobre desarrollo del feto, la cual se traduce en bajos pesos al nacer. En estudios llevados en la Puna seca y húmeda precisan que los pesos de crías nacidas al inicio de la campaña de parición (diciembre y enero, inicio de lluvias) son inferiores a los nacidos entre febrero y marzo en época de lluvias (Agramonte, 1988; Marrón, 2003). Las diferencias entre meses de nacimiento probablemente se atribuyen a distintos niveles de nutrición, provocados por la variación estacional en el crecimiento de las pasturas. Se describe que el feto duplica su peso en los últimos 90 días de gestación (Bogart y Taylor, 1986).

#### **2.2.4.3. Factor medio ambiente**

El clima de la zona andina se caracteriza por escasas precipitaciones y temperaturas frías ligadas a una altitud situada entre los 3 000 y 5 000 metros. La vegetación que se desarrolla en esta zona es el resultado de una adaptación de las plantas a esas extremas condiciones climáticas y a una utilización pastoral milenaria. Estas formaciones constituyen la fuente de alimentación casi exclusiva del ganado criado en sistemas ganaderos originales. En la historia de la humanidad los centros de domesticación de animales capaces de sostener economías de pastoreo son muy escasos. La presencia de extensas áreas cuyas condiciones agroclimáticas (salinidad de suelo y agua, altura, frío, aridez) constituyen serias limitantes para la agricultura, han favorecido la aparición y permanencia de sistemas de producción animal dependientes del uso de la pradera nativa. La vegetación nativa representa la base alimenticia exclusiva del ganado en las zonas sobre los 4 000

metros de altura y en aquellas con precipitaciones anuales inferiores a 350 mm (Genin, 2006). Comparaciones en la digestibilidad de dietas de diferente calidad entre camélidos sudamericanos y rumiantes, muestran que a medida que la dieta disminuye en calidad la diferencia a favor de los camélidos sudamericanos se incrementa, a ello hay que sumarle la mayor retención del alimento en el tracto digestivo de los CSA, que permite una mayor digestión microbiana de la fracción fibrosa del alimento por parte de las bacterias que degradan la celulosa (Davies *et al.*, 2007; San Martín y Van Saun, 2013).

Las unidades ambientales que se encuentran en los Andes centrales son muy variadas y se pueden dividir en pisos ecológicos en función de la altura y del número de meses húmedos durante el año. Los pisos de Puna constituyen la mayor extensión en los Andes centrales. Se localizan entre 3 800 y 4 800 m de altura. En las partes superiores, las heladas ocurren casi todas las noches del año y las temperaturas promedio anuales son de 4 a 5 °C, lo que impide toda actividad agrícola. Durante la estación seca las heladas nocturnas o matinales son casi cotidianas, con mínimas absolutas de -10 °C. También, pueden producirse heladas en los días claros de la estación lluviosa. El 75% de las precipitaciones caen de noviembre a abril, es así que la nebulosidad es espesa. Durante la estación seca los fuertes contrastes térmicos cotidianos se observan especialmente a nivel del suelo, donde alcanzan rangos de 15 a 20 °C. En agosto las tempestades, nevadas y el granizo pueden provocar a menudo capas de nieve de 11 decímetros durante algunos días. El volumen de precipitaciones fluctúa entre 800 y 1 400 milímetros (mm) (Dollfus, 1981). La exposición a condiciones ambientales que favorece la pérdida de calor (frío, humedad y viento), reduce la temperatura corporal. A no ser que las pérdidas disminuyan mediante respuestas de adaptación o se compensen con un aumento de la actividad metabólica. Las respuestas fisiológicas y las manifestaciones clínicas de la hipotermia conllevan a un incremento de la viscosidad sanguínea,

temblores, hipotensión, arritmia cardiaca, hipoxemia y acidosis en animales (Radostits *et al.*, 2002). Sin embargo, los camélidos sudamericanos habrían desarrollado estrategias de comportamiento para modificar la pérdida de calor (radiación y convección) mediante la adopción de posturas específicas de cierre o apertura de esas ventanas (Pinares-Patiño, 2015).

#### **2.2.4.4. Concentración de IgG calostrales y séricas**

A medida que el feto se desarrolla dentro del ambiente estéril del útero se produce la aparición progresiva de los mecanismos responsables de las defensas inmunológicas. La introducción de antígenos extraños puede inducir o no una reacción inmunológica (Halliwell *et al.*, 1989). Las crías de alpacas nacen hipogammaglobulinémicas debido a la placentación epiteliocorial difusa de los camélidos. El calostro de los camélidos contiene principalmente inmunoglobulina G (IgG) y la eficacia de su absorción disminuye hasta las 24 horas de vida. Las concentraciones de IgG aumentan rápidamente después de la ingestión del calostro en las crías, alcanzan un pico entre las 24 y 48 horas de vida y empiezan a declinar de forma continuada (Wernery, 2001).

La falta de correlación entre las IgG calostrales e IgG séricas de las crías sugieren, además de la concentración calostrale, la existencia de otros factores que podrían ser importantes en la absorción de inmunoglobulinas en alpacas. A pesar de que se acepta que la capacidad de absorción de anticuerpos por el intestino es solamente por un periodo limitado, el tiempo de la primera ingesta de calostro en esta especie animal es de gran importancia (Stott y Fellah, 1983; Le Blanc *et al.*, 1992; Michanek y Ventorp, 1993). La inmunidad pasiva o mecanismo de inmunidad, luego del nacimiento de la cría es de vital importancia para llevar a cabo la protección durante las primeras semanas de edad, y la inadecuada transferencia de la inmunoglobulina por este mecanismo de absorción es considerada como una de las causas severas en la mortalidad de crías de alpaca (Garmendia *et al.*, 1988).

#### **2.2.4.5. Tiempo de ingesta y calidad del calostro**

El nivel de absorción de inmunoglobulinas provenientes del calostro ingerido depende directamente del tiempo en el que le es suministrado el calostro al becerro, ya que la permeabilidad intestinal a los anticuerpos va disminuyendo con el paso del tiempo, esto gracias al cambio celular paulatino que sufre la mucosa intestinal, debido al recubrimiento del intestino con enterocitos maduros en sustitución de los enterocitos fetales, se ha reportado que este proceso toma de 12-24 horas. La calidad del calostro es otro factor muy importante relacionado con la cantidad de inmunoglobulinas absorbidas, ya que de la concentración de anticuerpos en el calostro dependerá la cantidad de inmunidad transferida a la cría (Blanco *et al.*, 2004).

#### **2.2.4.6. Enfermedades infecciosas y parasitarias**

Las enfermedades infecciosas y parasitarias constituyen un factor limitante de gran magnitud en la producción de camélidos domésticos y en la conservación y aprovechamiento de las especies silvestres. En general, las enfermedades infecciosas causan alta mortalidad y morbilidad en crías y adultos (Fernández, 2005). Las enfermedades infecciosas son la principal causa de mortalidad en las crías. Su presentación está asociada a fallos en la transferencia de inmunidad de la madre a las crías a través del calostro (Garmendia *et al.*, 1987). Entre las dos principales enfermedades infecciosas que afectan a las crías de alpaca se tiene:

##### **a. Diarrea neonatal**

La diarrea neonatal es un proceso específico que afecta a los animales en las primeras semanas de vida y que se caracteriza por la aparición de diarrea, ausencia de fiebre, progresiva deshidratación y acidosis, postración y pérdida de peso hasta caquexia y la muerte de los animales. Las crías

presentan un cuadro diarreico de 3 a 8 días que cursa con deshidratación, pérdida de peso y en ocasiones sobreviene la muerte, aunque algunas crías se recuperan (Alva y Calderón, 1987).

Las diarreas neonatales están causadas por agentes infecciosos enteropatógenos que incluyen bacterias, virus y parásitos. En su aparición intervienen también otros factores dependientes del hospedador y del ambiente, principalmente el nivel de inmunidad calostrala adquirido por los neonatos en las primeras horas de vida y las condiciones higiénicas del aprisco (Martin *et al.*, 2010).

Las principales limitantes en la crianza de alpacas es la elevada tasa de mortalidad en las crías, donde se observan frecuencias de 12 a 50%, principalmente a causa de problemas diarreicos (Bustanza *et al.*, 1988; Ameghino y De Martini, 1991; Whitehead y Anderson, 2006).

#### **b. Enterotoxemia**

La enterotoxemia es una enfermedad está producida por la acción de las enterotoxinas de *Clostridium perfringens*. Esta bacteria, que forma esporas como mecanismo de resistencia, se ubica en el medio ambiente y forma parte del microbiota intestinal normal de los animales y del hombre (Uzal y Songer, 2008). Es una enfermedad infecciosa aguda que afecta a las crías de camélidos sudamericanos principalmente durante del primer mes de vida. Entre de las características clínicas de la enfermedad en crías se encuentran: muerte repentina sin diarreas, abdomen prominente con notable presencia de gases en el intestino, acumulación de fluido en la cavidad torácica y abdominal, y pequeñas hemorragias en timo, corazón y tejido subcutáneo. Esto se debe a que la paridera coincide con una época del año donde las temperaturas se elevan y hay mayor cantidad de lluvias, lo que al parecer activa las esporas bacterianas que se encuentran en los pastos, recuperando el estado vegetativo y produciendo enfermedad en las crías (Ramírez y Ellis, 1988). La mortalidad por enterotoxemia ha superado más del 50% de las crías de alpaca en algunos lugares en el Perú (Ramírez y Huamán, 1981).

### c. Neumonías agudas

La mortalidad de las crías de CSA domésticos por neumonía en el altiplano peruano varían entre el 2 y 27% tanto en alpacas como en llamas (Ramírez, 1991). Los procesos neumónicos en los animales neonatos y en los jóvenes son consecuencia de la interacción de múltiples factores. Además de agentes infecciosos, intervienen en su desarrollo factores del hospedador y del medio ambiente, fundamentalmente aquéllos que determinan un bajo nivel de inmunidad en los animales. Los agentes infecciosos incluyen virus y bacterias. En las alpacas existen escasos datos sobre la participación de los distintos agentes infecciosos causales de estos procesos (Martin *et al.*, 2010).

## 2.2.5 Aplicación de modelos matemáticos para la predicción del peso vivo y la supervivencia

### 2.2.5.1. Modelo matemático

La noción de modelo es fundamental para la construcción y expresión del conocimiento. En especial, la matemática permite la elaboración de modelos que posibiliten una mejor comprensión y previsión de un fenómeno estudiado. Un modelo puede ser formulado en expresiones numéricas o fórmulas, diagramas, gráficos, ecuaciones algebraicas, tablas, programas computacionales entre otros. Cuando se propone un modelo, este proviene de aproximaciones realizadas para poder entender mejor un fenómeno, un modelo matemático retrata, aunque con una visión simplificada aspectos de la realidad simplificada. Mientras la modelación matemática, es el proceso involucrado en la obtención de un modelo. Las formulaciones, resoluciones y expresiones creadas, deberán servir no solo para una solución particular sino también para soporte para otras aplicaciones (Salett *et al.*, 1999).

### 2.2.5.2. Curvas de crecimiento y su modelación

#### a. Curvas de crecimiento

La descripción de las curvas de crecimiento y desarrollo se han realizado a través de modelos matemáticos, porque incluyen situaciones en las que las unidades experimentales o en diferentes subpoblaciones (sexo, raza entre otros) se analizan sobre la evaluación de las diversas condiciones (tiempo, condiciones ambientales, manejo zootécnico, etc.). Entre estas pruebas, existen curvas de crecimiento en la producción ganadera, que relacionan los pesos y la edad de los animales por medio de modelos no lineales (Davidian y Giltinan, 1996). Para medir el crecimiento animal, se han usado diferentes modelos matemáticos lineales, no lineales y logarítmicos, entre otros, eligiéndolos por su bondad de ajuste y la facilidad de interpretación biológica de sus parámetros (Divier *et al.*, 2008).

El crecimiento a lo largo de la vida de los animales, se ha estudiado teniendo en cuenta la relación entre la edad y peso; en los últimos años los estudios han hecho uso de los modelos no lineales, generándose diferentes modelos de crecimiento (Beltran *et al.*, 1992). Un modelo correcto de crecimiento debe suministrar información sobre parámetros que pueden ser interpretados biológicamente; si se hace un buen uso del modelo se pueden obtener características que son de importancia en el crecimiento animal (López *et al.*, 2000).

A pesar de que la mayoría de funciones de crecimiento usadas explican las curvas de crecimiento no logran realizar una explicación clara sobre las tasas medias de crecimiento en la curva. Así, por ejemplo, el comportamiento del crecimiento varía de acuerdo con la etapa fisiológica en que se encuentre el animal viéndose afectada entre otros aspectos la ganancia diaria de peso, por lo

anterior se hace necesario obtener funciones que se ajusten a todos los datos observados (Oliveira *et al.*, 1994; López *et al.*, 2000).

Las curvas de crecimiento permiten evaluar parámetros biológicamente importantes como es el tamaño del animal, evaluado como el peso al alcanzar la madurez sexual. Así como la relación entre la tasa de crecimiento con respecto a la tasa de maduración sexual (Gómez *et al.*, 1997).

#### **b. Modelos matemáticos en el estudio del crecimiento animal**

Se han mostrado adecuados modelos matemáticos no-lineales, que han sido desarrollados empíricamente para relacionar peso y edad, en la descripción de la curva de crecimiento en diferentes especies y razas. Estos modelos permiten que los grupos de informaciones en series de peso por edad, puedan ser condensados en un pequeño número de parámetros, para facilitar la interpretación y el entendimiento del fenómeno (Oliveira *et al.*, 2000). El requisito básico es obtener una expresión que dé el tamaño (en longitud o en peso) de los animales a una edad determinada cualquiera, donde esa expresión debe estar de acuerdo con los datos observados sobre tamaños o pesos a ciertas edades, y debe tener una forma matemática que pueda ser incorporada con suficiente facilidad en el modelo elegido. Estrictamente, la mayoría de los análisis zootécnicos están más enfocados en las tasas de crecimiento ponderal; es decir, en el aumento en peso por unidad de tiempo, que en el tamaño a diferentes edades. Esto se debe en parte a que muchos de los problemas que se plantean en la evaluación de las ganaderías son esencialmente problemas de comparación del peso del ganado más que de la talla (Parés-Casanova y Kucherova, 2014).

### c. Regresión lineal múltiple

Respecto al análisis de regresión múltiple, Rodríguez *et al.* (2010), indica los siguientes aspectos que permite establecer la relación que se produce entre una variable dependiente  $Y$  y un conjunto de variables independientes  $(X_1, X_2, \dots, X_k)$ , que a diferencia de la regresión simple, se aproxima más a situaciones de análisis real, puesto que los fenómenos por definición, son complejos en consecuencia, deben ser explicados en la medida de lo posible por la serie de variables que, directa e indirectamente, participan en su concreción. Finalmente, que la notación matemática del modelo o ecuación de regresión múltiple es la que sigue:  $Y = a + b_1X_1 + b_2X_2 + \dots + b_nX_n + \varepsilon$ , donde  $Y$  es la variable a predecir;  $a, b_1, b_2, \dots, b_n$ , son parámetros desconocidos a estimar;  $X_1, X_2, \dots, X_n$  son las variables, y  $\varepsilon$  es el error que cometemos en la predicción de los parámetros.

#### 2.2.5.3 Curva de supervivencia y su modelación

##### a. Análisis de supervivencia

La supervivencia es una medida de tiempo a una respuesta, fallo, muerte, recaída o desarrollo de una determinada enfermedad o evento. El término supervivencia se debe a que en las primeras aplicaciones de este método de análisis se utilizaba como evento la muerte de un paciente (Fernandez, 1995). En un estudio de supervivencia se necesitan valores del tiempo de seguimiento del sujeto y una variable binaria que indica si el tiempo de estudio es completo o censurado. Es necesario distinguir el tiempo calendario que representa el tiempo de estudio de cada paciente analizado; en la duración del estudio cada paciente tiene una fecha de inicio y otra de cierre de su seguimiento, y pueden no coincidir con las fechas inicial y final del estudio; la fecha de la última observación no significa la finalización del estudio, sino la última noticia que se tiene de un

paciente enfermo, y principalmente, el estado clínico del mismo; el tiempo de seguimiento, es una variable de fundamental importancia para el análisis de supervivencia, define el tiempo transcurrido entre la fecha de inicio del estudio hasta la fecha final de la última observación evento (o suceso) de muerte, que se presenta una sola vez, también alcanzar el alta del paciente, la remisión de la enfermedad, un fallo de sutura o cualquier otro incidente; y el tiempo de supervivencia si el estado del paciente es "fallecido", al tiempo de seguimiento se lo conoce como tiempo de supervivencia. Mientras que un tiempo censurado es donde el paciente falleció durante el estudio; y el tiempo no censurado cuando el estado del paciente es "vivo" en la última observación al no haberse producido el evento terminal (muerte), son sujetos que al momento del cierre del estudio no han presentado ningún evento (Arribalzaga, 2007).

#### **b) Método de Kaplan-Meier para modelar la supervivencia**

El modelo de Kaplan-Meier (KM), es el método más utilizado para estimar las funciones de supervivencia, debido a que Kaplan y Meier demostraron que era, de hecho, el estimador no paramétrico de máxima verosimilitud. Esto dio al método una sólida justificación teórica. Cuando no hay datos censurados, el estimador de KM es simple e intuitivo, la función de supervivencia  $S(t)$  es la probabilidad de que un tiempo de evento sea mayor que  $t$ , donde  $t$  puede ser cualquier número no negativo. Cuando no hay censura (muerte, evento), el estimador de Kaplan-Meier:  $S(t)$  es sólo la proporción de observaciones en la muestra con eventos mayores que  $t$ , que se define como el tiempo transcurrido entre la fecha de inicio en el estudio hasta la fecha final de la última observación (Gutiérrez, 2017). El estimador de Kaplan-Meier, también llamado del producto límite, es un método estadístico no paramétrico en el que se toman en cuenta cada uno de los tiempos que aporta cada paciente. Se utiliza cuando se conocen los tiempos individuales de los "censurados" y "no censurados", de manera que se calcula la supervivencia cada vez que un

paciente muere o alcanza el tiempo de seguimiento. Permite calcular la mediana de supervivencia, lo que significa, cuánto tiempo tarda 50 % de la población para llegar al evento (Rivas *et al.*, 2014). Las curvas de supervivencia de Kaplan-Meier son curvas escalonadas. Los escalones se forman a medida que transcurre el tiempo, de modo que cada vez que ocurre el evento de estudio se genera un escalón hacia abajo, lo cual conlleva una reducción de la supervivencia acumulada hasta ese instante. Se asume que los datos censurados se comportarán del mismo modo que los que han sido seguidos hasta el final y, aunque en la gráfica estos datos no disminuyan la supervivencia acumulada, provocan un mayor tamaño en el próximo escalón (Kull, 2010).

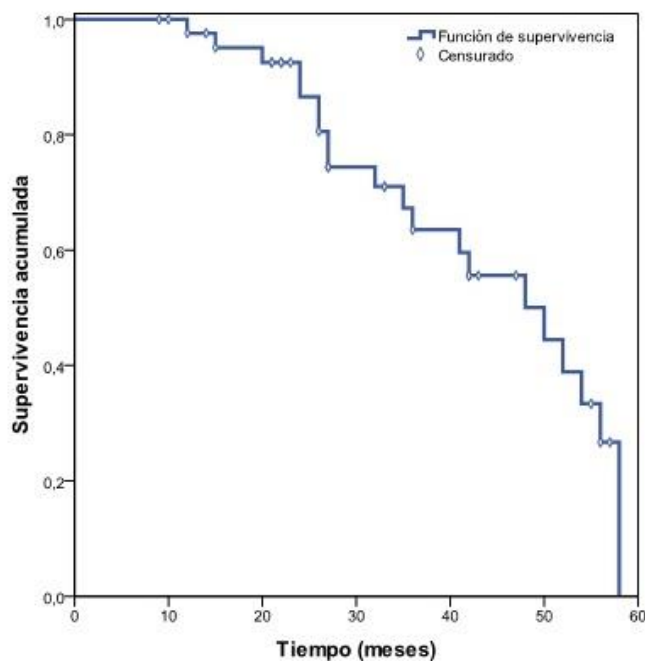


Figura 1. Curva de supervivencia de Kaplan-Meier

## **2.3 Marco conceptual**

### **2.3.1 Método de Kaplan-Meier**

El método de Kaplan-Meier permite realizar pruebas de significación estadística para comparar una variable categórica como el sexo, por ejemplo, y verificar si la supervivencia es distinta entre hombres y mujeres. Sin embargo, no permite modelar la variable respuesta (que es el tiempo) mediante predictores, como se hace en regresión (Salinas, 2008).

### **2.3.2 Mortalidad**

Se refiere al estado de ser mortal o aquello destinado a morir, en el ámbito demográfico, es la relación que existe entre el número de defunciones ocurridas durante un tiempo determinado, por lo general un año, y la población total de una entidad geográfica cualquiera se expresa a través de la tasa o índice de mortalidad, la cual puede definirse como el número de muertos por cada mil o cien habitantes en relación con la población total a lo largo de un periodo establecido (WHO, 2000).

### **2.3.3 Supervivencia**

La supervivencia neonatal, en los animales domésticos, depende esencialmente del genotipo materno, con una influencia limitada del genotipo del embrión o feto; asimismo, se arguye que la capacidad uterina podría determinar el tamaño de la cría. A su vez, la supervivencia neonatal guarda relación con los diversos estadios del período pre destete, de tal manera que la supervivencia desde el nacimiento hasta el destete resulta importante (Pond y Pond, 2009).

### 2.3.4 Regresión lineal

La regresión es una técnica utilizada para inferir datos a partir de otros y hallar una respuesta de lo que puede suceder; se pueden encontrar varios tipos de regresión, entre ellos tenemos, la regresión lineal simple, la regresión múltiple que utiliza varias variables independientes, y la regresión logística que emplea variables categóricas (Martínez *et al.*, 2009).

### 2.3.5 Bondad de ajuste del modelo de regresión lineal

Entre los principales elementos a considerar en el análisis de regresión múltiple, tenemos el coeficiente de determinación, denominado  $R^2$ , que nos indica el porcentaje de la variación total en la variable  $Y$  que la regresión estimada es capaz de explicar. La idea es que, si la regresión tiene un ajuste suficientemente bueno, es debido a que la variable  $X$ , explica buena parte de la variación que  $Y$  experimenta a lo largo de la muestra, por lo que los residuos serán generalmente pequeños, la variación explicada en  $Y$  será un porcentaje elevado de su variación muestral total, y el coeficiente de determinación próximo a la unidad. Lo contrario ocurre cuando el ajuste de la recta por mínimos cuadrados ordenados a la nube de puntos no sea suficientemente bueno, en cuyo caso el coeficiente de determinación será próximo a cero (Novales, 2010). El coeficiente de determinación ( $R^2$ ) mide la proporción (porcentaje si lo multiplicamos por 100) de la variabilidad de la variable dependiente explicada por las variables independientes que en ese momento han sido admitidas en el modelo; el coeficiente de determinación ajustado mide lo mismo que el  $R^2$  pero en este caso no queda influenciado por el número de variables que se ha introducido al modelo; y el análisis de varianza nos permite valorar hasta qué punto es adecuado el modelo de regresión lineal para estimar los valores de la variable dependiente, la misma que está basada en la variabilidad total de la muestra puede descomponerse entre la variabilidad explicada por la regresión y la

variabilidad residual, y proporciona el estadístico  $F$  a partir del cual podemos contrastar la  $H_0$  de que  $R^2$  es igual a 0 o que la pendiente de la recta de regresión es igual a 0, con lo cual se puede obtener resultados de una muestra para generalizar a una población (Rodríguez *et al.*, 2010).

## 2.3.6 Supuestos de la regresión lineal

### 2.3.6.1. Normalidad

Es la distribución condicional de la variable  $Y$  (variable dependiente). Se refiere no solo a que la variable  $Y$  siga una distribución normal, sino a que, además, para cada valor de  $X$ , la distribución de posibles valores de  $Y$  también siga una normal (Martínez *et al.*, 2014). El modelo clásico de regresión lineal supone que  $Y_t$  está normalmente distribuida con media igual a cero y varianza  $=\sigma^2$ , estos supuestos se expresan en forma más compacta:  $\mu_i \sim N(0, \sigma^2)$  donde  $\sim$  significa distribuido y  $N$  significa distribución normal, donde los términos representan los dos parámetros de la distribución normal, la media y la varianza (Gujarati *et al.*, 2009).

### 2.3.6.2. Multicolinealidad

La colinealidad no sólo es normal, sino que es esperable y deseable. Es imposible que unas variables que explican y son explicadas por un fenómeno sean tan completamente independientes que no estén correlacionadas en algún grado. El problema surge cuando hay, como mínimo, dos variables muy correlacionadas, entonces sucede que una de ellas le “roba” la correlación al resto haciendo que las demás aparezcan como no significativas o incluso significativas con un signo distinto al esperado (Montero, 2016).

Uno de los supuestos del modelo  $Y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \varepsilon_i$ , es que la variable  $x_1, x_2, \dots, x_n$  son linealmente independientes, no hay relación lineal entre ellos; a esto llamamos hipótesis de

independencia, sin embargo, cuando no se cumple esta hipótesis estamos frente a un modelo que presenta multicolinealidad (Chumacero, 2015).

La multicolinealidad designa una relación lineal entre algunas o todas las variables explicativas de un modelo de regresión si la multicolinealidad es perfecta, los coeficientes de regresión de las variables  $X$  son indeterminados y sus errores estándar, infinitos. Si la multicolinealidad es menos que perfecta, los coeficientes de regresión, aunque sean determinados poseen grandes errores estándar en relación con los coeficientes mismos, lo cual significa que los coeficientes no pueden ser estimados con gran precisión y exactitud (Gujarati *et al.*, 2009).

### 2.3.6.3. Independencia

Este supuesto está referido a que cada observación de la variable  $Y$  debe ser independiente de las demás. Por ejemplo, en un estudio en el que se representase el número de lesiones cutáneas en un brazo y hubiese pacientes en los que se han estudiado los dos brazos, habría dos observaciones por paciente autocorrelacionadas entre sí, no independientes; habría que considerar como  $N$  el número de pacientes, y no el número de brazos (Martínez *et al.*, 2014)

### 2.3.6.4. Heterocedasticidad

La heterocedasticidad es más común en datos de corte transversal (datos de uno o más variables recogidos en el mismo tiempo), implica que el error presenta diferentes dispersiones para cada observación lo que contradice el supuesto clásico de regresión lineal de que la varianza o dispersión del error es la misma en todas las observaciones, por ejemplo al realizar la regresión de variables consumo frente a ingresos, es probable que los consumos de las familias de ingresos altos presenten mayor variabilidad que los consumos de las familias de ingresos bajos. Si bien es cierto que ante la presencia de heterocedasticidad los estimadores mínimos cuadrados ordinarios siguen

siendo consistentes e insesgados, sin embargo, ya no son eficientes lo que significa que los parámetros no son los de varianza mínima (Chumacero, 2015).

En cambio, si las perturbaciones que aparecen en función de regresión poblacional tienen la misma varianza se habla de homocedasticidad, o que la varianza de cada término de perturbación condicional a los valores seleccionados de las variables explicativas, es algún número constante igual a desvío al cuadrado. Este es el supuesto de homocedasticidad o igual (homo) dispersión (cedasticidad) es decir igual varianza (Gujarati *et al.*, 2009).

#### **2.3.6.5. Linealidad**

Linealidad implica que la variable independiente  $X$  se mide sin error es decir las  $X$  son fijas; esto quiere decir que, el experimentador es el que selecciona los valores de  $X$ , y no hay variación muestral aleatoria. En cambio, los valores de  $Y$ , deben ser aleatorios con distribución normal de media y varianza (Muñoz, 2002).

## CAPÍTULO III

### DISEÑO METODOLÓGICO

#### 3.1. Definición de variables

- **Supervivencia:** La supervivencia neonatal, en los animales domésticos, depende esencialmente del genotipo materno, con una influencia limitada del genotipo del embrión o feto; asimismo, se arguye que la capacidad uterina podría determinar el tamaño de la cría. A su vez, la supervivencia neonatal guarda relación con los diversos estadios del período pre destete, de tal manera que la supervivencia desde el nacimiento hasta el destete resulta importante.
- **Altura a la cruz:** (“alzada principal”, “talla”): es la distancia desde el punto más alto de la cruz (región inter escapular) al suelo.
- **Diámetro longitudinal:** (“longitud corporal”, “longitud del tronco”): se mide desde el punto más craneal y lateral de la articulación del húmero (“punta del encuentro”) al punto más caudal de la articulación ilio-isquiática (“punta de la nalga”).
- **Perímetro torácico:** el punto dorsal más declive de la región interescapular (apófisis espinosa de la 7<sup>a</sup>-8<sup>a</sup> vértebra dorsal) y la región esternal inferior (a nivel del olécranon).

### 3.2. Operacionalización de variables

Variables	Indicador
<b>Variable dependiente</b>	
- Supervivencia	Si/No
<b>Variable independiente</b>	
- Peso	kg
- Altura a la cruz (AC)	cm
- Diámetro longitudinal (DL)	cm
- Perímetro torácico (PT)	cm
- Edad	días

### 3.3. Hipótesis de la investigación

#### 3.3.1. Hipótesis general

- La curva de crecimiento de peso vivo tiene relación con la supervivencia de las crías durante las doce semanas de vida post parto en la comunidad campesina de Iscahuaca.

#### 3.3.2. Hipótesis específicas

- La curva de crecimiento en función a la alzada a la cruz, diámetro longitudinal, perímetro torácico, edad y el peso de crías de alpacas tiene pendiente positiva durante los 90 días post parto en la comunidad campesina de Iscahuaca.

- La alzada a la cruz, diámetro longitudinal, perímetro torácico, edad y peso vivo contribuyen en la sobrevivencia de crías durante 90 días post parto en la comunidad campesina de Iscahuaca.

### **3.4. Tipo y diseño de la investigación**

#### **3.4.1. Tipo de investigación**

Dado los objetivos de la investigación, esta se ajusta a varios tipos de investigación. Observacional, porque no hubo intervención del investigador, solo se observó constantemente el crecimiento natural de las crías de alpacas desde el nacimiento hasta semana 12. Prospectivo, debido a que los datos fueron obtenidos de los registros de control. Longitudinal, las mediciones de peso y las variables morfométricas de las crías se realizaron en forma constante en distintas etapas durante las doce semanas de estudio. Analítico, puesto que se relacionaron las variables a través de modelos matemáticos.

De acuerdo con la naturaleza del estudio, la investigación reúne las características de un estudio predictivo.

#### **3.4.2. Instrumentos de recolección de datos**

La recolección de datos según cada una de las variables estudiadas se realizó mediante la utilización de fichas (Ficha 1, Anexo) previamente elaboradas.

#### **3.4.3. Análisis estadístico**

El análisis de supervivencia de crías ha sido determinado a través del modelo de supervivencia Kaplan-Meier, teniendo como factores, el sexo, edad, estado de salud y color de fibra, que mide la

probabilidad de que los animales vivan al menos hasta el tiempo observado. Antes de realizar este análisis, ha sido necesario reagrupar y categorizar variables en el caso del tiempo (supervivencia: tiempo máximo de observación, censurado: tiempo en el que ocurrió el evento), supervivencia (ocurrencia, no ocurrencia), sexo (macho, hembra), color (blanco, color), estado de salud (sanos, enfermos). La fórmula para estimar la probabilidad de supervivencia en función de los factores previamente indicados es:

$$S_t = \prod_{t_i < t} \left(1 - \frac{d_t}{n_t}\right)$$

donde:

$d_t$  = Corresponde al número de defunciones en el momento t

$n_t$  = Es el número de sujetos en riesgo

$\prod$  = Productoría, significa multiplicar todo, desde t=0 hasta completar el tiempo de seguimiento que se desea calcular la supervivencia

El análisis del peso vivo respecto a las características morfométricas de las crías de alpaca, se realizó a través de una regresión múltiple de la forma:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1\chi_1 + \beta_2\chi_2 + \beta_3\chi_3 + \varepsilon_i$$

donde:

$Y_i$  = Peso vivo (PV)

$\chi_1$  = Altura a la cruz (AC)

$\chi_2$  = Perímetro torácico (PT)

$\chi_3$  = Diámetro longitudinal (DL)

$\beta_0$  = Intercepto

$\beta_{1,2,3}$  = Coeficientes de cada uno de los predictores

$\varepsilon_i$  = Residual

La selección de las variables independientes de mayor predicción para encontrar el mejor modelo se realizó a través del coeficiente de determinación ( $R^2$  ajustada). Todo el procesamiento y análisis y graficación de datos se ha realizado utilizando el software estadístico *R*, versión 3.3.3.

### **3.5. Población y muestra**

#### **3.5.1. Población**

La comunidad campesina de Iscahuaca cuenta con alrededor de 18 530 animales, de los cuales el 19.14% corresponde a alpacas bajo gestión privada y el 80.86% de propiedad comunal distribuidos en diversos sectores. Los animales en estudio fueron crías de alpaca de la variedad huacaya de distintos colores criados bajo un sistema extensivo (tradicional).

#### **3.5.2. Muestra**

Se utilizó una muestra por conveniencia de 100 crías de alpacas recién nacidas entre hembras (54) y machos (46), las cuales fueron elegidas al azar después del parto y cuidados neonatológicos.

#### **3.5.3. Ubicación espacio – temporal**

El estudio se realizó en el sector de Ccarapampa de la comunidad campesina de Iscahuaca, caracterizado por encontrarse en la región geográfica de Puna, ubicado en el distrito de Cotaruse, provincia de Aymaraes, región Apurímac (Figura 2), localizado a una latitud de  $14^{\circ}24'42''$ , longitud de  $73^{\circ}12'12''$  y una altitud de 4 193 metros. La investigación se ejecutó durante la época de parición de alpacas entre los meses de enero-marzo con un clima frío con temperaturas  $24^{\circ}\text{C}$  al mediodía y de  $-3^{\circ}\text{C}$  promedio de madrugada, en invierno varía entre  $-10$  hasta  $18^{\circ}\text{C}$ , un clima propio de Puna (Cia. MINERA ARES S.A.C., 2011), con presencia de vientos fuertes, heladas nocturnas, lluvias y una pobre y escasa vegetación predominando la paja Ichu (*Stipa ichu*).



Figura 2. Ubicación geográfica del ámbito de estudio en el sector Ccarapampa de la comunidad campesina de Iscahuaca, distrito de Cotaruse, Apurímac, Perú (Valenzuela, 2018).

### 3.6. Procedimiento de la investigación

#### 3.6.1. Cuidados postparto

Inmediatamente después del parto de la madre se realizó algunas atenciones neonatológicas como la desinfección del ombligo con solución yodada al 90% y aplicación de cipermetrina 0.34%, aceite de pino y violeta genciana (curabichera) para evitar posteriores enfermedades. En algunos casos se realizó la limpieza de la nariz para prevenir problemas respiratorios, intervención en distocias,

retenciones placentarias, asistencia en la toma de calostro, seguidamente se procedió a identificar a la cría pintándola en ambos lados del cuerpo y registrar la raza, color, fecha de nacimiento y número de animal.

### **3.6.2. Pesado de las crías**

Previa sujeción del animal, se instaló un trípode de madera al cual se colocó el cuerpo de la cría, esto con la finalidad de facilitar el pesado; para determinar el peso vivo se utilizó una balanza digital (Kamer–Germany) de 280 kg, precisión 0,001 g. Esta actividad fue realizada semanalmente durante las 12 semanas de vida del animal.

### **3.6.3. Registro de las medidas morfométricas**

Las medidas morfométricas se estimaron en forma semanal durante el tiempo de duración de la investigación a través de un bastón morfométrico y una cinta métrica flexible. Las medidas morfométricas consideradas fueron, el diámetro longitudinal (DL), medida que se obtuvo al medir desde el punto más craneal y lateral de la articulación del húmero (punta del encuentro) hasta el punto más caudal de la articulación ilio-isquiática (punta de la nalga); Asimismo la altura a la cruz (AC), conocido también como alzada principal o talla, el cual fue estimado al medir desde el punto más alto de la cruz (región interescapular) hasta el suelo; y el perímetro torácico (PT), que fue obtenido al medir desde el punto dorsal más declive de la región interescapular (apófisis espinosa de la 7ma – 8va vértebra dorsal) hasta la región esternal inferior (a nivel del olécranon). Además, se registraron observaciones referidos a la presencia de algún tipo de afección respiratoria, digestivo u otros.

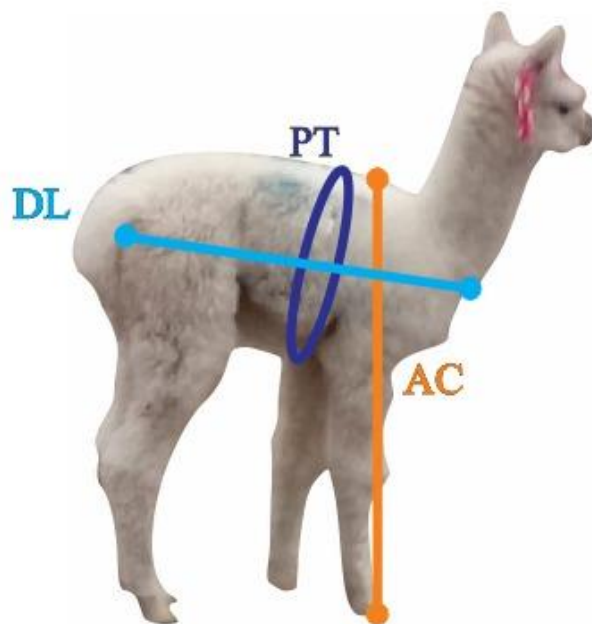


Figura 3. Ubicación anatómica de las medidas morfométricas, tales como diámetro longitudinal (DL), perímetro torácico (PT) y altura a la cruz (AC) en el cuerpo de la cría.

### 3.7. Material de investigación

#### 3.7.1. Material de recolección de datos

- Fichas de campo
- Tablero de registro
- Lapicero
- Cuaderno de observaciones

#### 3.7.2. Material biológico

- 100 crías de alpaca

### 3.7.3. Material de campo

- Bastón morfométrico
- Cinta métrica
- Balanza digital (kg)
- Arnés adaptado
- Trípode
- Pintura marcadora
- Cuaderno de campo

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1. Curvas de supervivencia de crías de alpaca

##### 4.1.1 Supervivencia total de crías

La supervivencia total de las crías de alpaca al final de la semana uno fue 86% (Figura 4). En este periodo se registró 14% de mortalidad (Tabla 1, Anexo). La supervivencia disminuyó menos, desde la segunda semana (83%) hasta la sexta (78%), haciéndose constante hasta la semana 12, donde ya no se produce ninguna muerte de cría (Tabla 1, Anexo). En la curva de supervivencia de Kaplan Meier para la totalidad de crías (Figura 4), se observó una probabilidad de supervivencia del 86% durante la semana 1 de edad, y conforme aumentó el tiempo disminuyó la probabilidad de supervivencia, haciéndose permanente a partir de la semana 6 en 78%.

Como se sabe, la supervivencia se consigue a través, de algunos dominios del comportamiento frente a las defensas del organismo, la alimentación, la reproducción, la termorregulación y la ingesta de líquidos (LeDoux, 2012), y cada acción de éstas, estaría reguladas por circuitos neuronales (Feldman y Finlay, 2018) capaces de generar modelos predictivos jerárquicos basados en la información sensorial (Lochmann y Deneve, 2011), así como por un aprendizaje social (Olson *et al.*, 2018). Estos dominios, con excepción de la reproductiva, serían desarrollados en todo su potencial, tal como se observa en la Figura 4, a las seis semanas (42 días) de vida, a partir del cual,

las crías de alpacas tienen una probabilidad de supervivencia del 78% ya que no disminuye con el transcurso del tiempo.

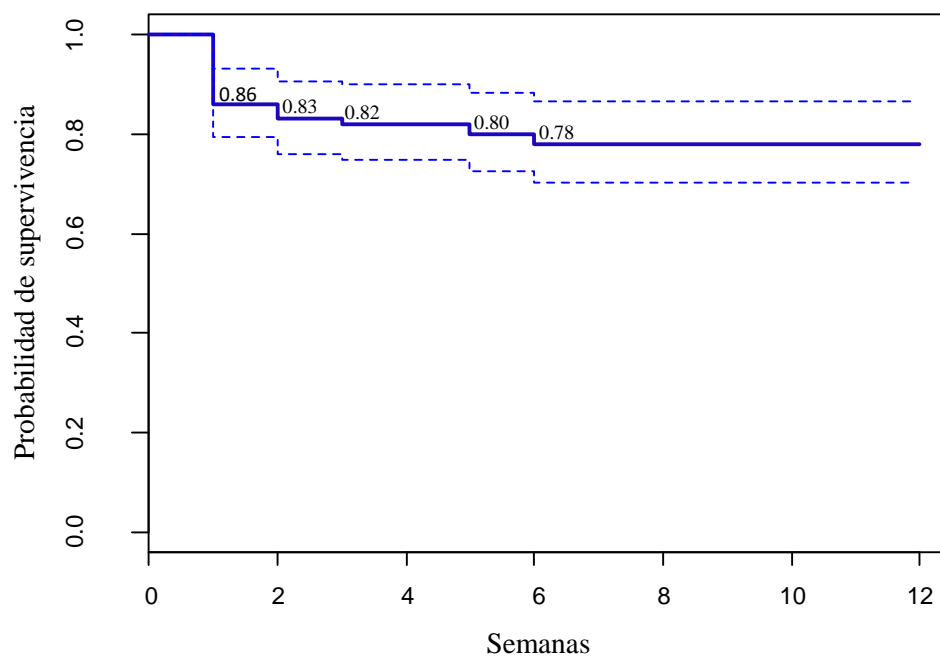


Figura 4. Curva de supervivencia de Kaplan-Meier para el total de crías de alpaca hasta las 12 semanas de vida

Existe limitada información sobre la supervivencia en crías de alpaca, solo están disponibles investigaciones relacionadas con la mortalidad de crías. De acuerdo a nuestro conocimiento este sería un primer trabajo referido a la estimación de probabilidades de supervivencia total en crías de alpaca. En esta investigación, se encontró que los mayores casos de mortalidad se encuentran en la etapa neonatal (Figura 4), y por tanto disminuye la supervivencia total, lo cual es concordante con el estudio realizado en las organizaciones alpaqueras en Puno y Junín (Perú), donde se ha encontrado que los primeros 30 días post nacimiento, son los más críticos para la supervivencia del animal, evidenciando dos tendencias en las mortalidades, la primera durante los 4 primeros días de

edad, y la segunda entre 5 hasta 30 días de edad, siendo las causas de mortalidad las inclemencias ambientales y el inadecuado manejo de crías en ambos casos. Estas mortalidades pueden ser originados por el nacimiento de crías débiles o traumatizadas debido a partos difíciles (Ameghino, 1991), también debido a los bajos pesos al nacimiento (6.4 kg) observados durante la primera semana de vida, las mismas que se han traducido en mortalidad (Bravo *et al.*, 2009). Estas mismas causas de mortalidad en crías durante las primeras semanas de vida, también fueron identificadas en el presente trabajo de investigación (Figura 7 y 8). Se ha reportado que las pérdidas de crías de alpacas dentro de los primeros tres o cuatro meses de vida alcanzan cifras elevadas, que en algunos casos pueden superar el 50% de los animales nacidos (Fernández Baca, 2005), los cuales serían bajos respecto al total de supervivencia (86%) encontrado en este trabajo (Figura 4).

Concordante con esta observación, por diversas causas las mayores mortalidades se presentan en las primeras semanas de vida en la alpaca (Bustinza *et al.*, 1988; Ameghino, 1991), la llama (Sharpe *et al.*, 2009), la oveja (Kleemann y Walker, 2005; Ahmed *et al.*, 2010), entre otras especies. La misma que sería coadyuvado por factores que afectan la supervivencia de crías como el peso al nacimiento, la edad de la madre (Bustinza *et al.*, 1988), por las fallas en la transferencia pasiva de inmunoglobulinas (Garmendia *et al.*, 1987). La gran mayoría de las crías de alpaca nacen en horas de la mañana de 9 y 10 a.m. como una capacidad de adaptación a las temperaturas frías de los andes, lo que provoca la disminución de su temperatura hasta 36 °C a los 30 minutos de nacido debido a que en algunos casos nacen en días lluviosos, con viento, nevada, en este caso, un gran porcentaje de crías desarrollan hipotermia (Bravo, 2015). Razones por las cuales, se debería brindar mayor atención en el cuidado a crías durante los primeros días después del nacimiento con el fin de mejorar la supervivencia (Bustinza *et al.*, 1988; Ahmed *et al.*, 2010).

#### 4.1.2 Supervivencia de crías por sexo

En la supervivencia según sexo (Figura 5), se observa que las crías de alpaca, tanto machos como hembras, tenían una similar probabilidad de supervivencia ( $p=0.303$ ), en cada semana. Sin embargo, esta probabilidad disminuyó conforme transcurría las semanas, de 91.3 a 81.5% en la semana uno, hasta 82.6 y 74.1%, entre machos y hembras en la sexta semana.

Similar a los resultados de la presente investigación, aunque utilizando diferente metodología Bustinza *et al.* (1988), encontraron que el efecto sexo no estaba relacionado con la supervivencia. De igual manera, Huanca *et al.* (2006), señalaron que no existen diferencias significativas del peso al nacimiento entre ambos sexos relacionados con la supervivencia.

El factor sexo relacionado con la supervivencia, en su pariente próximo la llama (*Lama glama*), tampoco mostró diferencias, aunque numéricamente las crías machos tuvieron mayor peso que las hembras (Calsín, 2011). Similarmente, en otras especies como en el caso de ovinos, el efecto sexo no ha sido considerado entre los factores que afectaba la supervivencia de crías (Mukasa-Mugerwa *et al.*, 2000; Sawalha *et al.*, 2007; Binabaj *et al.*, 2013). La diferencia numérica en la supervivencia por sexo en las crías de alpaca observada en la semana uno (Figura 5), según Mandal *et al.* (2007), podría ser debido a factores relacionados con el sexo que aún no están bien identificados. Uno de ellos sería, el mayor peso de nacimiento de los machos que las hembras (Gardner *et al.*, 2007; Schwulst y Martin, 1993), lo cual podría causar distocias, en consecuencia, la muerte de la madre y la cría (Smith, 1977). Otro factor sería que las crías hembras recién nacidas tienen una mayor probabilidad de supervivencia que los machos, en años nutricionalmente pobres como el observado en caballos (Monard *et al.*, 1997).

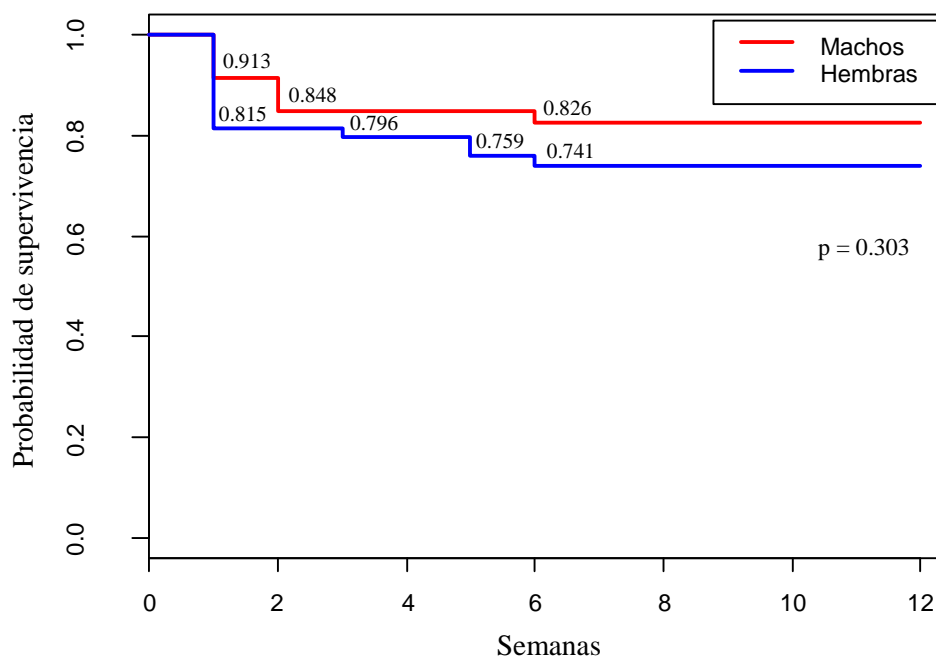


Figura 5. Curva de supervivencia de Kaplan-Meier según sexo de crías de alpaca hasta las 12 semanas de vida

#### 4.1.3 Supervivencia de crías por color de fibra

En el análisis de supervivencia por color (Figura 6), se encontró una similar probabilidad de supervivencia ( $p=0.361$ ) entre sus categorías, blanco y colores. Esta probabilidad según color disminuyó de 85.7 a 75.9%, entre las semanas uno y seis respectivamente, manteniéndose constante hasta la semana 12. La diferencia numérica se puede atribuir a la permanente selección y preferencia de la alpaca por el color blanco por parte de los criadores, lo que haría posible la pérdida de la capacidad de supervivencia de estas crías. En el Perú la presión a favor de las alpacas de color blanco, ha provocado una disminución de los animales de color, siendo más fuerte que en otros países andinos (Fernandez-Baca, 1994), dado su mayor precio de venta en el mercado textil y la

preferencia mostrada por la industria por su interés en el teñido con cualquier color (Bustanza, 2001).

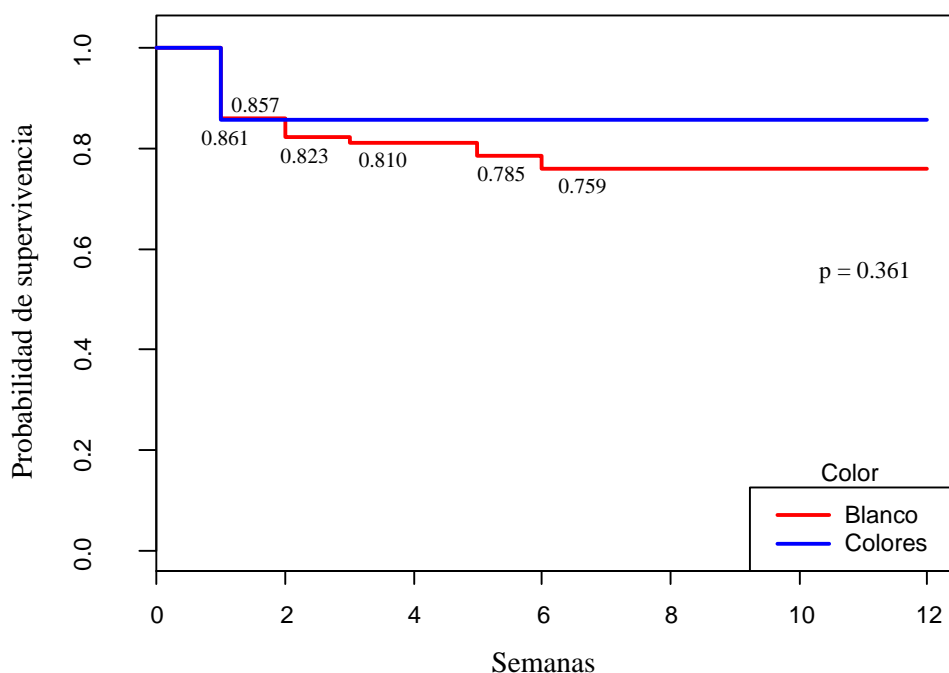


Figura 6. Curva de supervivencia de Kaplan-Meier por color de crías de alpaca hasta las 12 semanas de vida

#### 4.1.4 Supervivencia por estado de salud

En la Figura 7, en el análisis de supervivencia por estado de salud se ha encontrado que este factor salud si afectaba la supervivencia de las crías de alpaca ( $p = 0.001$ ). En este análisis, los animales sanos tenían una mayor probabilidad de supervivencia de 95.1 a 93.9% en la semana uno y dos respectivamente, manteniéndose constante posteriormente hasta la semana 12, la disminución de esta probabilidad de supervivencia se debió a la mortalidad de las crías por factores como accidentes de manejo, captura por zorros, entre otros. En cambio, la supervivencia de crías que

enfermaron alguna vez, tuvo una probabilidad de 44.4 al 5.56% entre las semanas uno y seis, manteniéndose en 5.56% hasta la semana 12

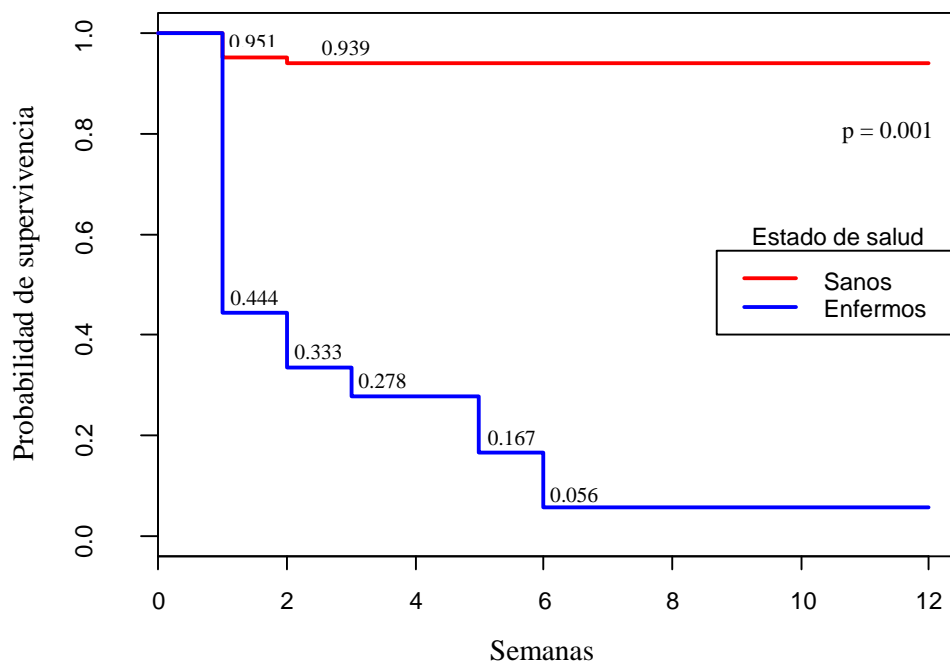


Figura 7. Curva de supervivencia de Kaplan-Meier por estado de salud de crías de alpaca hasta las 12 semanas de vida

En el caso de la supervivencia por estado de salud (Figura 7), la baja supervivencia observada en los animales enfermos (5.6%) tendría causas multifactoriales, entre los que se pueden indicar, aquellos propios del animal (ausencia de ingestión de calostro, crías prematuras, presencia de enfermedades) y por el medio ambiente (presencia de heladas, lluvias intensas, entre otros). Estudios al respecto, indican que el tiempo en que las crías tardan en ponerse en pie y amamantar para obtener calostro, la baja producción de calostro, pueden originar problemas de salud; siendo la inanición y la hipotermia las causas más comunes de la mortalidad de crías después del

nacimiento (Bravo *et al.*, 2009). La inanición e hipotermia también suelen observarse en crías aparentemente normales pero negadas por la madre y en neonatos con dificultades para acceder al calostro (Ameghino, 1991). Además, los retrasos por 10 horas en la alimentación con calostro conllevan a provocar una mortalidad de 40% (Pachari, 2008). Según Mamani *et al.* (2010), los agentes infecciosos, anormalidades orgánicas, accidentes, deficiencias nutricionales y enfermedades parasitarias serían las principales causas de mortalidad en crías de alpacas.

#### **4.1.5 Supervivencia de crías por peso al nacimiento**

En la Figura 8, se observa que el peso al nacimiento de las crías estaba asociado con la probabilidad de supervivencia ( $p < 0.01$ ). Se aprecia, además que las crías que nacieron con altos pesos (6.76 - 8.12 kg) tenían una alta probabilidad de supervivencia, mientras que las crías que nacieron con bajos pesos (4.00 - 5.37 kg) tenían bajas probabilidades de supervivencia. En todos los casos, la probabilidad de supervivencia dejó de disminuir a partir de la sexta semana.

Se ha indicado que el peso corporal al nacimiento de los animales mide el crecimiento desde la concepción hasta el final de la gestación; y que los animales con bajo peso o muy alto peso mueren más en las primeras etapas de vida (especialmente en el primer mes de vida), ocasionando pérdidas en el sistema de producción (Alonso, 1981). El mayor desarrollo del feto se debería a una sobrealimentación de la madre o a una gestación prolongada (Ameghino y De Martini, 1991). Concordante con ello, Bravo *et al.* (2009), después de realizar un estudio sobre el peso y la sobrevivencia en crías de alpaca, encontraron que el peso corporal al nacer fue diferente en crías muertas (6.4 kg) y en crías sobrevivientes (7.8 kg) durante la primera semana de vida; y el 6% de las crías murieron durante la primera semana después del nacimiento, mientras que el 94%

sobrevivió. Asimismo, las crías de alpacas primerizas pesan en promedio  $6.6 \pm 0.57$  kg respecto a las crías de madres multíparas que alcanzan  $7.82 \pm 1.02$  kg (Ameghino, 1990).

Los valores altos estarían cercanos a los pesos altos de la presente investigación, y los valores bajos a los bajos pesos y a través del análisis del peso relacionado con la supervivencia se pudo determinar que las crías que tienen mejor peso, tienen menor probabilidad de la mortalidad predestete, lo cual se traduce posteriormente en una mayor tasa de crías logradas al destete (Vilela, 2016).

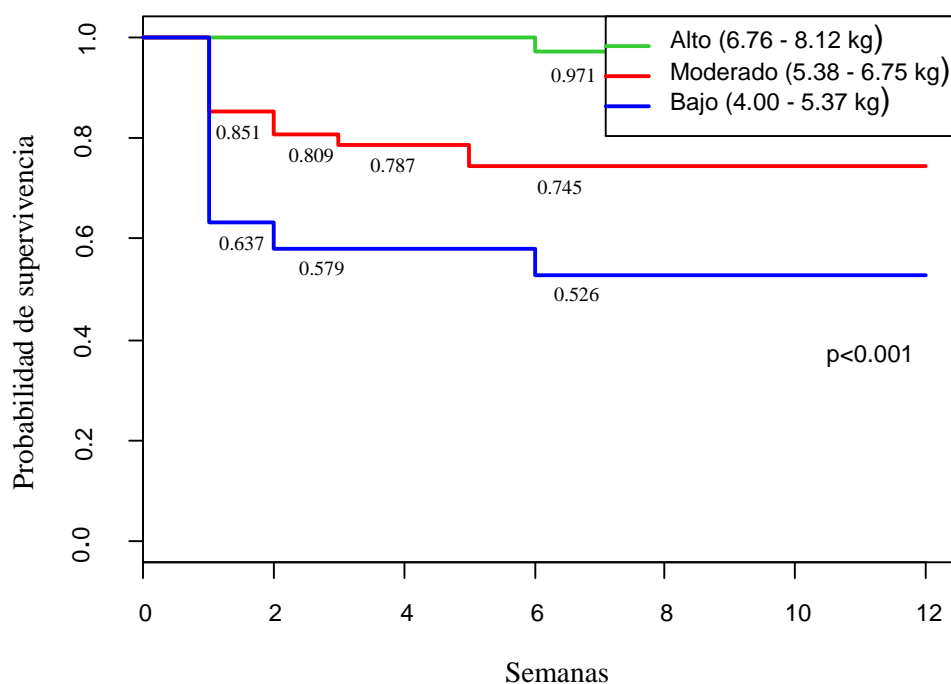


Figura 8. Curva de supervivencia de Kaplan Meier por peso de crías de alpaca hasta las 12 semanas de vida

#### 4.2. Curva de relación del peso vivo con las medidas morfométricas

Las variables morfométricas de las crías de alpaca (Figura 9, Tabla 7, Anexo), indica que, la altura

a la cruz (AC) tuvo un valor promedio de 50.7 cm al nacimiento y alcanzó 62.7 cm a las 12 semanas de edad, estos valores estuvieron por encima del perímetro torácico (PT) que al nacimiento fue 41.3 cm llegando a 56.1 cm a la semana 12, los mismos que estuvieron por encima del diámetro longitudinal (DL) que fue 34.6 cm al nacimiento y 48.8 cm a la última semana de evaluación. Además, se aprecia que estas variables aumentaban en forma proporcional en el transcurso del tiempo.

La estimación del mejor modelo a través de la regresión lineal múltiple (Tabla 8, Anexo), ha sido determinado por un  $R^2$  ajustada de 70.10%, así como por el más bajo cuadrado medio del error (CME), tal como (4.62) obtenido; de manera que la  $R^2$  ajustada, explicaría el comportamiento del peso vivo a través de la altura a la cruz (AC) y el perímetro torácico (PT) en un 70.10% en condiciones de crianza extensiva.

El modelo estimado considera el efecto de los cambios de la altura a la cruz y el perímetro torácico de las crías sobre el peso vivo (Figura 9, Anexo). Además, el aumento de la altura a la cruz (AC) en una unidad incrementa el peso vivo en 0.25 kg, independientemente del valor de perímetro torácico. Análogamente, habría un aumento en el peso vivo de 0.31 kg cuando incrementa en una unidad el perímetro torácico (PT), sin considerar la altura a la cruz. En forma general, para el caso de un animal con altura a la cruz (AC) de 59.11cm y perímetro torácico (PT) de 51.82 cm, según el modelo predictivo estimado, el peso vivo sería 13.18 kg, lo cual estaría muy cercano al valor observado de 13.24 kg.

El modelo estimado es útil para la predicción y seguimiento del crecimiento del peso vivo tomando en cuenta la altura a la cruz y el perímetro torácico. Al respecto, se ha encontrado algunos estudios similares que han utilizado la metodología desarrollada, pero debido a varios factores no considerados en sus modelos, han concluido de distinta manera.

Así, en un trabajo realizado en Chile, después de relacionar múltiples variables morfométricos con el peso vivo de la alpaca cría, se encontró que el perímetro torácico era el mejor predictor del peso vivo ( $p < 0.05$ ) y explicaba el 70.84% de su comportamiento (Muñoz, 2007).

En el caso de la llama a diferencia de la alpaca, existen varios estudios, pero con resultados variables. En este contexto, en la región Pasco (Perú), se ha encontrado que un 60% ( $R^2$ ) de las variaciones en el peso vivo estaban explicado por el perímetro torácico, la altura a la cabeza y perímetro superior del cuello. Sin embargo, cuando fue evaluado por zona geográfica, los predictores fueron distintos (Mendoza, 2015). Mientras que en Puno (Perú), se ha sugerido como predictores del peso vivo al perímetro torácico, área de la grupa y el volumen del muslo, que explicarían un alto porcentaje de sus variaciones; sin embargo, había variaciones ( $R^2$  entre 72 a 75%) cuando eran evaluados por edad y variedad (Llacsá *et al.*, 2007). En otro estudio, Leiva *et al.* (2007) concluyeron que el perímetro torácico correlaciona fuertemente con el peso de las crías, y por tanto puede ser utilizado como criterio de selección adicional ( $R^2 = 81\%$ ), similar resultado encontró Wurzinger (2003) en Cochabamba (Bolivia), en la determinación del peso corporal en llamas, donde el perímetro torácico fue la variable más apropiada para predicción del peso corporal ( $R = 91\%$ ). Como se da cuenta, los modelos predictivos pueden variar dependiendo de la variedad, la alimentación y la inclusión de los predictores. Al respecto Enevoldesen y kristensen (1997), indican que los modelos predictivos de peso vivo se deberían desarrollar específicamente para un sitio determinado.

## CAPÍTULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1. CONCLUSIONES

- La probabilidad de supervivencia de crías de alpaca a las doce semanas de edad entre las categorías de sexo y color fueron similares ( $p \geq 0.05$ ), la probabilidad de supervivencia por estado de salud fue significativo ( $p < 0.01$ ), ya que las crías sanas tenían una alta probabilidad de supervivencia (93.3%) que las crías que enfermaron (55.6%); las crías con pesos altos (6.76 - 8.12 kg) alcanzaron una alta probabilidad de supervivencia de 95.1%, y las crías con pesos bajos (4.00 - 5.37 kg) tenían una probabilidad de supervivencia de 44.4%, permaneciendo estos valores hasta las doce semanas de edad, en todos los casos.
  
- La altura a la cruz y el perímetro torácico constituyen los mejores predictores del peso vivo de las crías de alpaca a las doce semanas de edad, estas explican hasta un 70.10% de su comportamiento.

## 5.2. RECOMENDACIONES

- Implementar a través de los programas del Gobierno Regional y otras instituciones vinculadas, las medidas necesarias para mejorar el manejo, la alimentación y la salud de las crías de la alpaca, así como las medidas preventivas para mantener el estado de salud en época de comportamiento climático adverso, con la finalidad de evitar la mortalidad de crías durante las primeras seis semanas post parto.
- Validar el modelo estimado para determinar el peso vivo de crías de alpaca a las doce semanas de edad, en función al perímetro torácico y altura a la cruz, con fines de aplicación práctica en rebaños de crianza de alpacas.

## REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

1. Agramonte M. 1988. Incremento de peso corporal de crías y ritmo de crecimiento de la fibra de alpaca en dos sistemas de producción. Tesis Fac. Agronomía y Zootecnia. Univ. Nac. San Antonio Abad del Cuzco, Perú.
2. Ahmed A, Egwu GO, Garba HS, Magaji AA. 2010. Studies on risk factors of mortality in lambs in Sokoto, Nigeria. *Nigerian Veterinary Journal*, 31(1), 56-65.
3. Alonso J. 1981. Manejo de la reproducción en el ovino. *Ciencia Veterinaria*, 3, 434-466. alpacas. *Rev Cam Sud.* 6, 9-8.
4. Alva MJ, Calderón BG. 1987. Uso de la gentamicina en la diarrea de las crías de alpaca. *Rev Cam Sud.* 5, 34-42.
5. Ameghino E, De Martini J. 1991. Mortalidad en crías de alpacas. *Boletín de Divulgación del Instituto Veterinario de Investigaciones Tropicales y de altura (IVITA) UNMSM.* Lima - Perú.
6. Ameghino E. 1990. Avances sobre investigación en salud animal camélidos sudamericanos. Convenio SR – CRSP – CSN – INIPA. *Boletín de divulgación N° 23 IVITA UNMSM.* Lima - Perú.
7. Ameghino E. 1991. Causas de mortalidad en crías de alpacas. En: Fernández- Baca S (Ed). *Avances y perspectivas del conocimiento de los camélidos sudamericanos.* Santiago de Chile: FAO. 149-200 p.
8. Aparicio JB, Del Castillo J, Herrera M. 1986. Características estructurales del caballo español tipo Andaluz. Editorial CSIC-CSIC Press. Madrid. 128 p.
9. Arribalzaga EB. 2007. Interpretación de las curvas de supervivencia. *Revista chilena de cirugía*, 59(1), 75-83.

10. Beltran JJ, Butts WT, Olson TA, Koger M. 1992. Growth patterns of two lines of angus cattle selected using predicted growth parameters. *Journal of Animal Science*, 70, 734-741.
11. Binabaj FB, Tahmoorespur M, Aslaminejad AA, Vatankhah M. 2013. The investigation of non-genetic factors affecting survival of Karakul lambs from birth to one year of age using linear and nonlinear models. *Small Ruminant Research*, 113(1), 34-39.
12. Blanco A, González D. 2004. Desarrollo gastrointestinal en becerras, absorción de inmunoglobulinas; Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia UNAM/Departamento de Bovinos. 13 p.
13. Blasco A. 2004. XIV Curso internacional sobre mejora genética animal. Universidad Politécnica de Valencia. 21 p.
14. Bogart R, Taylor R. 1986. Producción comercial de animales de granja. Editorial Limusa Noriega, México.
15. Bravo PW, Garnica J, Puma G. 2009. Cria alpaca body weight and perinatal survival in relation to age of the dam. *Animal Reproduction Science*, 111(2), 214-219.
16. Brenes ER, Madrigal K, Pérez F, Valladares K. 2001. El clúster de los camélidos en Perú: diagnóstico competitivo y recomendaciones estratégicas. Instituto Centroamericano de Administración de Empresas. Disponible en: [http://www.cid.harvard.edu/archive/andes/documents/workingpapers/microfoundations/agrotech/peru/cluster\\_camelidos\\_peru.pdf](http://www.cid.harvard.edu/archive/andes/documents/workingpapers/microfoundations/agrotech/peru/cluster_camelidos_peru.pdf). Consulta: 15 de marzo del 2017.
17. Bravo W. 2015. Neonatología de la cría de alpaca, aspectos clínicos e inmunitarios. En: Libro virtual del VII Congreso Mundial en Camélidos Sudamericanos. 7ma Edición. Editorial Corporacion MERU. Puno, Perú.

18. Brody S. 1945. Bioenergetics and growth. Reinhold publishing corporation. New York. 1029 p.
19. Bustinza AV, Burfening PJ, Blackwell RL. 1988. Factors affecting survival in young alpacas (*Lama pacos*). Journal of Animal Science, 66, 1139–1143.
20. Bustinza V, Burfening J, Blackwell L. 1988. Factores que afectan la supervivencia en alpacas jóvenes (*Lama pacos*). Journal of Animal Science, 66, 1139 - 1143.
21. Bustinza V. 2001. Conocimiento de gran potencial andino. 5ta ed. Puno - Perú.
22. Calsín S. 2011. Efecto de la edad de la madre, sexo y año de nacimiento de la cría en el peso vivo al nacimiento, peso al destete e incremento de peso al destete en llamas K'ara y Ch'acu del CIP Quimsachata INIA Puno. Tesis MVZ UNA Puno-Perú.
23. Caravaca F, Castle J, Guzmán J, Delgado M, Mena Y, Alcalde M, Gonzáles P. 2005. Bases de la producción animal. Universidad de Sevilla y Universidad de Huelva. España.
24. CIA. MINERA ARES S.A.C. 2011. Plan de desarrollo de la comunidad Iscahuaca. EPDS (Estrategias Participativas para el Desarrollo Sostenible). Perú.
25. Cordero F, Contreras P, Mayhua M, Jurado E, Castrejón V. 2011. Correlaciones fenotípicas entre características productivas en alpacas Huacaya. Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú, 22(1), 15-21.
26. Davidian M, Giltinan DM. 1996. Nonlinear models for repeated measurement data. 2 ed. London: Chapman Hall. 359 p.
27. Davies HL, Robinson TF, Roeder BL, Sharp ME, Johnston NP, Christensen AC, Schaalje GB. 2007. Digestibility, nitrogen balance, and blood metabolites in llama (*Lama glama*) and alpaca (*Lama pacos*) fed barley or barley alfalfa diets. Small Ruminant Research, 73(1), 1-7.

28. Davis R, Keeble E, Wright A, Morgan KL. 1998. Camélidos sudamericanos en el Reino Unido: estadísticas de población, tasas de mortalidad y causas de muerte. *Vet Rec.* 142 (7), 162-6.
29. Divier AAG, Mario FCM., Restrepo FL. 2008. Modelación de funciones de crecimiento aplicadas a la producción animal. *Rev Col Cienc Pec.* 20, 157-173.
30. Dollfus O. 1981. El reto del espacio andino. Editorial IEP. Lima- Perú.
31. Enevoldesen y kristensen .1997. Estimation of body weight from body size measurements and baby condition scores in deiry cows. *Journal of dairy science*, 80(9), 1988-1995.
32. Espada M, Pinto C, Evelyn C, Vázquez C. 2010. Camélidos sudamericanos: estado sanitario de sus crías. *Revista Complutense de Ciencias Veterinarias.* Madrid, España. 4(1), 37-50.
33. FAO. 2005. Situación actual de los camélidos sudamericanos en Perú. Roma-Italia: FAO. Informe técnico. 62 p.
34. Feldman L, Finlay BL. 2018. Concepts, goals and the control of survival-related Behaviors. *Current Opinion in Behavioral Sciences*, 24, 172–179.
35. Fernández Baca S. 2005. Situación actual de los camélidos sudamericanos en Perú. Proyecto de cooperación técnica en apoyo de la crianza y aprovechamiento de los camélidos sudamericanos en la región andina TCP/RLA/2914. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO).
36. Fernández P.1995. Análisis de supervivencia. Unidad de epidemiología clínica. Complejo Hospitalario-Universitario Juan Canalejo. Coruña-España.
37. Fernandez-Baca S. 1994. Genetic erosion on camelidae. *Animal Genetic Resources Information.* 14, 97–105.

38. García ME. 2006. Caracterización morfológica, hematológica y bioquímica clínica en cinco razas asnales españolas para programa de conservación. Tesis Doctoral. Universidad Autónoma de Barcelona. Facultad de Veterinaria. Barcelona-España.
39. Gardner DS, Buttery PJ, Daniel Z and Symonds ME. 2007. Factors affecting birth weight in sheep: maternal environment. *Reproduction*, 133, 297–307.
40. Garmendia AE, Palmer GH, De Martini JC, McGuire TC. 1987. Failure of passive immunoglobulin transfer: a major determinant of mortality in newborn alpacas (*Lama pacos*). *American journal of veterinary research*, 48(10), 1472–1476.
41. Garmendia AE. McGuire TC. 1988. Inmunodeficiencia de inmunoglobulinas calostrales: factor determinante en la mortalidad de crías de alpaca. Libro de resúmenes del XI Congreso Panamericano de Ciencias Veterinarias. Lima - Perú. 135 p.
42. Genin D, Alzérreca H. 2006. Campos nativos de pastoreo y producción animal en la Puna semiárida y árida andina. *Science et changements planétaires/Sécheresse*, 17(1), 265-274
43. Gómez DAA, Muñoz CMF, Betancur RLF. 2008. Modelación de las funciones de crecimiento aplicadas a la producción animal. *Rev Colomb Cienc Pecu*. 2 (21):39-58.
44. Gómez LH. 1997. Estadística experimental aplicada a las ciencias Agrícolas. Universidad Nacional de Colombia. Sede Medellín-Colombia. 571 p.
45. Gujarati D, Porter D. 2009. Econometría. Quinta edición editorial Mc Graw-Hill. México, D.F.
46. Gutiérrez BAM. 2017. Análisis de supervivencia de matrimonios del Ecuador en base a los datos publicados por el INEC desde 1997 hasta 2015. Máster en minería de datos e inteligencia de negocios. Universidad Complutense de Madrid. España. 83 p.
47. Halliwell R, Gurman N. 1989. Inmunología clínica veterinaria. Primera Edición. Editorial Acribia S.A Zaragoza- España. 560 p.

48. Hammond J. 1959. Avances en fisiología zootécnica. Zaragoza: Acribia. 1330 p.
49. Helman MB. 1984. Cebutecnia. Segunda edición. Buenos Aires: El Ateneo. 538 p.
50. Huanca W, Gonzáles M, Cordero A, Huanca T. 2006. Comportamiento reproductivo de donadoras de embriones después de un protocolo de superovulación en llamas. Resumen V Congreso Mundial de Camélidos, Catacamarca, Argentina.
51. INEI, 2012. IV Censo nacional agropecuario 2012 (CENAGRO 2012). Lima: Resultados Preliminares. 91 p.
52. Iñiguez LC, Alem R. 1996. Role of camelids as means of transportation and exchange in the Andean region of Bolivia. *World Anim Rev.* 86, 12-21.
53. Jiménez CEP, Espada CM, Vázquez MDC. 2010. Camélidos sudamericanos: clasificación, origen y características. *Revista Complutense de Ciencias Veterinarias*, 4(1), 23.
54. Kleemann DO, Walker SK. 2005. Fertility in South Australian commercial Merino flocks: relationships between reproductive traits and environmental cues. *Theriogenology*, 63, 2416–2433.
55. Kul S. 2010. The use of survival analysis for clinical pathways. *International Journal of Care Pathways*, 14, 23-26.
56. LE Blan M, TRAN T, Baldwin CY, Pritchard L. 1992. Factores que influyen en la transferencia pasiva de inmunoglobulinas. *Medicina Veterinaria. Assoc.* 200, 179-183.
57. LeDoux J. 2012. Rethinking the Emotional Brain. *Neuron*, 73(4), 653-676.
58. Leyva V, Falcón P. 2007. Evaluación de medidas corporales para la selección de llamas madres y crías. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 18(1), 18-29.

59. Llacsá J, Urviola M, Leyva AV. 2007. Evaluación de indicadores biométricos en llamas (*Lama glama*) de las variedades Ch'acu y K'ara. *Revista de Investigaciones Veterinarias*, 18, 1-10.
60. Lochmann T, Deneve S. 2011. Neural processing as causal inference. *Curr Opin Neurobiol*, 21(5), 774-81.
61. López SJ, France EJ, Gerrits MS, Dhanoa DJ, Humphries. 2000. A generalized Michaelis-Menten equation for the analysis of growth. *Journal of Animal Science*, 78, 1816-1828.
62. Mamani PJ, Calle Ch L. 2009. Causas de mortalidad de alpacas en tres principales centros de producción ubicados en Puna seca y húmeda. *Revista Electrónica de Veterinaria*, 10(8), 1-13.
63. Mamani PJ, Cotacallapa GFH, Huanca MT. 2010. Curvas de crecimiento de alpaca Huacaya del CIP Quimsachata, INIA Illpa Puno. *Revista del Colegio de Ingenieros del Perú- CD Puno*. N°8- 44.
64. Mandal A, Prasad H, Kumar A, Roy R, Sharma N. 2007. Factors associated with lamb mortalities in Muzaffarnagari sheep. *Small Rumin. Res.* 71, 273–279.
65. Marrón J. 2003. Estudio retrospectivo de algunos factores ambientales y del hospedador sobre la mortalidad en crías de alpacas del CIP La Raya 1993-2002. Tesis MVZ UNA Puno- Perú.
66. Martín C, Pinto C, Cid M. 2010. Camélidos sudamericanos: Estado sanitario de las crías. *Revista Complutense de Ciencias Veterinarias*, 4(1), 37–50.
67. Martínez GMA, Sánchez VA, Faulin FJ. *Bioestadística amigable*. 2014. Tercera edición. Elsevier. España. 707 p.

68. Martínez ORM, Tuya PLC, Pérez AA, Cánovas AM. 2009. El coeficiente de correlación de los rangos de Spearman caracterización. *Revista Habanera de Ciencias Médicas*, 8(2), 1-19.
69. Mendoza DJG. 2015. Evaluación biométrica de llamas K'ara (*Lama glama*) como predictores de peso vivo en los distritos de Iluyllay y Ticlacayan en la provincia de Pasco. Tesis Ing. Zootecnista. Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco. Perú.
70. Michanek P, Ventorp M. 1993. Inmunización pasiva de terneros recién nacidos en tres fincas lecheras con diferentes sistemas de manejo. *Swed. J. Agr. Res.* 23, 37-43.
71. Monard AM, Duncan P, Fritz H, Feh C. 1997. Variations in the birth sex ratio and neonatal mortality in a natural herd of horses. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 41(4), 243-249.
72. Montero GR. 2016. Modelos de regresión lineal múltiple. Documentos de trabajo en economía aplicada. Universidad de Granada. España.
73. Montes M, Quicaño I, Quispe R, Quispe E, Alfonso L. 2008. Quality characteristics of huacaya alpaca fibre produced in the peruvian andean plateau region of Huancavelica. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 6(1), 33-38.
74. Mukasa-Mugerwa E, Lahlou-Kassi A, Anindo D, Rege JEO, Tembely S, Tobbo M, Baker RL. 2000. Between and within breed variation in lamb survival and the risk factors associated with major causes of mortality in indigenous Horroand Menze sheep in Ethiopia. *Small Rumin. Res.* 37, 1–12.
75. Muñoz A. 2002. Estadística aplicada uní y multivariante. Tomo II. Editorial junta de Junta de Andalucía, Consejería de Agricultura y Pesca. Sevilla, España, 795-820 p.

76. Muñoz BJ. 2007. Caracterización morfométrica de un rebaño de alpacas Huacaya. Tesis Médico Veterinario. Universidad de Chile Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias. Santiago-Chile. 82 p.
77. Nousiainen J H, Korhonen L, Syvaaja S, Savolainen H, Saloniemi Y H, Halonen. 1994. El Efecto calostrual, suplemento de inmunoglobulina sobre la inmunidad pasiva, el crecimiento y la salud de los neonatos. *Agric. Sci. Finly.* 3, 421 - 428.
78. Novales A. 2010. Análisis de regresión. Apuntes del Departamento de Economía Cuantitativa, Universidad Complutense, Madrid-España. 116 p.
79. Oliveira HN, Lobo RB, Pereira CS. 2000. Comparação de modelos não-lineares para descrever o crescimento de fêmeas da raça Guzerá. *Pesqui. Agropecu. Bras.* 35, 1843-1851.
80. Oliveira HN, Lobo RB, Pereira CS. 1994. Relationships among growth curve parameters, weights and reproductive traits in guzera beef cows. In *World Congress on Genetics Applied to Livestock Production*, 5, 189-192.
81. Olsson A, Feldman Hall O, Haaker J, Hensler T. 2018. Social regulation of survival circuits through learning. *Current Opinion in Behavioral Sciences*, 24, 161-167.
82. Pachari GS. 2008. Tiempo de absorción de inmunoglobulina G en crías de alpaca (*Lama pacos*). Tesis Médico Veterinario y Zootecnista. Universidad Nacional Jorge Basadre de Grohmann. Tacna-Perú. 80 p.
83. Parés PM. 2009. Zoometría. En: Valoración morfológica de los animales domésticos. Sañudo, A.C. (Ed.). Madrid, Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, 171-198 p.

84. Parés-Casanova PM, Kucherova I. 2014. Comparación de modelos no lineales para describir curvas de crecimiento en la cabra catalana. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 25(3), 390-398.
85. Pinares-Patiño C. 2015. Rol de los camélidos Sudamericanos en la mitigación y adaptación al cambio climático. 798 – 809. En: VIII Congreso Mundial de camélidos sudamericanos. Puno – Perú.
86. Pond K, Pond W. 2009. *Introducción a la ciencia animal*. Editorial Acribia S.A. Zaragoza, España.
87. Puma G. 1999. Influencia de la edad de la madre sobre la supervivencia de la cría durante la vida perinatal en alpacas. Tesis FMVZ, UNA, Puno-Perú.
88. Quispe PE, Poma GA, Purroy UA. 2013. Características productivas y textiles de la fibra de alpacas de raza Huacaya a review of Huacaya alpacas fiber traits. *Revista Complutense de Ciencias Veterinarias*, 7(1), 1-29.
89. Radostits O, Gay C, Blood D, Hincheliff K. 2002. *Medicina Veterinaria*. MacGraw Hill, Madrid, España.
90. Ramírez A, Ellis R, Sumar J, Leyva V. 1985. *E. coli* entero patógena en alpacas neonatales: aislamiento de intestino delgado y su inoculación oral. En: Libro de resúmenes. V Convención Internacional sobre Camélidos Sudamericanos. Cusco-Perú. 34 p.
91. Ramírez, A.; Ellis, R.; Sumar, J.; Leyva, V., 1985. *E. coli* entero patógena en alpacas neonatales: aislamiento de intestino delgado y su inoculación oral. En: Libro de resúmenes. V Convención Internacional sobre Camélidos Sudamericanos. Cusco, Perú. p. 34.

92. Ramírez A. 1991. Enfermedades infecciosas. En: Fernández-Baca S, ed. Avances y perspectivas del conocimiento de los camélidos sudamericanos. Santiago: FAO. 263-324.
93. Rauwa WM, Kanis E, Noordhuizen-Stassen EN, Grommers FJ. 1998. Undesirable side effects of selection for high production efficiency in farm animals: a review. *Livestock Production Science* 56: 15–33.
94. Rivas-Ruiz R, Pérez-Rodríguez M, Palacios L, Talavera J O. 2014. Investigación clínica XXI del juicio clínico al análisis de supervivencia. *Revista Médica del Instituto Mexicano del Seguro Social*, 52(3), 308-315.
95. Rodero E, Herrera M, Gutiérrez MJ. 1992. Morphostrutural evolution of the blanca serrana caprine breed based on their crossing for milking aptitude. *Archivos de zootecnia*, 41(519), 23.
96. Rodríguez MJ, Mora CR. 2001. Análisis de regresión múltiple. *Técnicas de Investigación Social II*.
97. Salett BM, Hein N. 1999. Modelación matemática: Estrategia para enseñar y aprender matemáticas. *Educación matemática*, 11(1).
98. Salinas M. 2008. Modelos de Regresión VI. Análisis de Super-vivencia. *Cienc Trab*. Abr-Jun. 10 (28), 75-78.
99. San Martín F. 1994. Avances y alternativas de alimentación para los camélidos sudamericanos. *Investigaciones Pecuarias*, 7 (2).
100. Sawalha RM, Conington J, Brotherstone S, Villanueva B. 2007. Analysis of lamb survival of Scottish Blackface sheep. *Animal*, 1, 151–157.
101. Schwulst FJ, Martin LC. 1993. Factors affecting preweaning lamb death losses. *The Professional Animal Scientist*, 9(1), 10-13.

102. Sharpe MS, Lord LK, Wittuma TE, Anderson DE. 2009. Pre-weaning morbidity and mortality of llamas and alpacas. *Aust Vet J.* 87, 56–60
103. Smith GM. 1977. Factors affecting birth weight, dystocia and preweaning survival in sheep. *J. Anim. Sci.* 44, 745–753.
104. Solis R. 2006. Producción de camélidos sudamericanos. Segunda Edición. Imprenta Ríos. Cerro de Pasco, Perú.
105. Stott H, Fellah. 1983. Absorción de inmunoglobulina calostrada relacionada con la concentración lineal en neonatos. *J. Dairy. Sci.* 66, 1319 - 1328.
106. Tapia M. 2001. Relación entre el peso corporal y algunas variables morfométricas en alpacas (*Lama pacos*) criadas en la zona central de Chile. Memoria de Título Universidad de Chile. Chile.
107. Uzal FA, Songer JG. 2008. Diagnosis of *Clostridium perfringens* intestinal infections in sheep and goats. *J Vet Diagn Invest.* 20, 253-265.
108. Valenzuela S. 2018. Efecto del chaleco y cobertizo de maternidad en la ganancia de peso vivo y supervivencia de crías de alpaca (*Vicugna pacos*) en Iscahuaca, Apurímac. Tesis Médico Veterinario y Zootecnista. Universidad Nacional Micaela Bastidas. Apurímac-Perú. 75 p.
109. Van Hintun TJJ. 1994. Drawing in the gene pool: managing genetic diversity in gene bank collections. Doctoral thesis, Swedish University of Agricultura Sciences, Department of Plant Sreeding Research, Svalv, Suecia.
110. Velarde JLV. 2015. Estimación de coeficientes de consanguinidad y su efecto sobre peso al nacimiento y peso de vellón en una población de alpacas. (Doctoral Dissertation, Universidad Nacional Mayor de San Marcos).

111. Vilela J. Efecto de la consanguinidad sobre peso al nacimiento y peso de vellón en una población de alpacas. *Salud y Tecnología Veterinaria* (2016), 4(1), 20-30.
112. Wernery U. 2001. Camelid immunoglobulins and their importance for the newborn: a review. *Journal of Veterinary Medicine, Series B*, 48(8), 561-568.
113. Whitehead C, Anderson A. 2006. Diarrea neonatal en llamas y alpacas. *Pequeños rumiantes*. 61, 207-215.
114. WHO, World Health Organization, 2000. Age standarization of rates: a new WHO
115. Wujili T, Davis G, Dodds K, Turner P, Andrews R, Bruce G. 2000. Production performance, repeatability and heritability estimates for live weight, fleece weight and characteristics of alpacas in New Zealand. *Small Ruminant*, 37, 189-201.
116. Wurzinger M, Delgado J, Nürnberg M, Valle Zárata A, Stemmer A, Ugarte G, Sólkner J. 2005. Growth curves and genetic parameters for growth traits in Bolivia llamas. *Livestock production Science* 95(1), 73-81

## ANEXOS



## ANEXO DE TABLAS



Tabla 1. Supervivencia durante las 12 semanas de vida de crías de alpaca

Semana	Supervivencia		Total
	Muertos	Vivos	
1	14	86	100
2	3	83	86
3	1	82	83
4	0	82	83
5	2	80	82
6	2	78	80
7	0	78	78
8	0	78	78
9	0	78	78
10	0	78	78
11	0	78	78
12	0	78	78

Tabla 2. Análisis de supervivencia total de crías de alpaca hasta las 12 semanas de edad

Tiempo (Semana)	Número en Riesgo	Número de evento	Supervivencia	Error estándar	Intervalo de confianza (95%)	
					Inferior	Superior
1	100	14	0.86	0.0347	0.795	0.931
2	86	3	0.83	0.0376	0.760	0.907
3	83	1	0.82	0.0384	0.748	0.899
5	82	2	0.80	0.0400	0.725	0.882
6	80	2	0.78	0.0414	0.703	0.866

Tabla 3. Análisis de supervivencia por sexo de crías de alpaca hasta las 12 semanas de edad

Tiempo (Semana)	Sexo	Número en Riesgo	Número de evento	Supervivencia	Error estándar	Intervalo de confianza (95%)	
						Inferior	Superior
1	Macho	46	4	0.913	0.0415	0.835	0.998
2	Macho	42	3	0.848	0.0530	0.750	0.958
6	Macho	39	1	0.826	0.0559	0.724	0.943
1	Hembra	54	10	0.815	0.0529	0.718	0.925
3	Hembra	44	1	0.796	0.0548	0.696	0.911
5	Hembra	43	2	0.759	0.0582	0.653	0.882
6	Hembra	41	1	0.741	0.0596	0.633	0.867

Tabla 4. Análisis de supervivencia por color de crías de alpaca hasta las 12 semanas de edad

Tiempo	Número en riesgo	Número de evento	Supervivencia	Error estándar	Intervalo de confianza (95%)	
					Inferior	Superior
Blanco						
1	79	11	0.861	0.390	0.788	0.941
2	68	3	0.823	0.430	0.743	0.911
3	65	1	0.810	0.441	0.728	0.901
5	64	2	0.785	0.462	0.699	0.881
6	62	2	0.759	0.481	0.671	0.86
Color						
1	21	3	0.8571	0.764	0.7198	1.000

Tabla 5. Análisis de supervivencia por estado de salud de crías de alpaca hasta las 12 semanas de edad

Tiempo	Número en Riesgo	Número de evento	Supervivencia	Error estándar	Intervalo de confianza (95%)	
					Inferior	Superior
Sano						
1	82	4	0.951	0.0238	0.906	0.999
2	78	1	0.939	0.0264	0.889	0.992
Enfermo						
1	18	10	0.4444	0.1171	0.265	0.745
2	8	2	0.3333	0.1111	0.173	0.641
3	6	1	0.2778	0.1056	0.132	0.585
5	5	2	0.1667	0.0878	0.059	0.468
6	3	2	0.0556	0.0540	0.008	0.373

Tabla 6. Análisis de supervivencia por peso de crías de alpaca hasta las 12 semanas de edad

Tiempo	Número en Riesgo	Número de evento	Supervivencia	Error estándar	Intervalo de confianza (95%)	
					Inferior	Superior
Peso = A						
6.000	34.000	1.000	0.971	0.029	0.915	1.000
Peso = B						
1	47	7	0.851	0.0519	0.755	0.959
2	40	2	0.809	0.0574	0.703	0.929
3	38	1	0.787	0.0597	0.679	0.913
5	37	2	0.745	0.0636	0.630	0.880
Peso = C						
1	19	7	0.632	0.111	0.448	0.890
2	12	1	0.579	0.113	0.395	0.850
6	11	1	0.526	0.115	0.344	0.806

A= Alto, B= Moderado, C= Bajo

Tabla 7. Resumen del peso vivo y variables morfométricas de alpacas crías durante las 12 primeras semanas de vida

Edad (Semanas)	Peso vivo (kg)		Diámetro Longitudinal (cm)		Perímetro Torácico (cm)		Altura a la cruz (cm)	
	Media	D.S.	Media	D.S.	Media	D.S.	Media	D.S.
0	6.46	0.83	34.64	4.19	41.34	2.94	50.67	2.78
1	7.36	1.02	36.50	2.06	43.33	2.97	52.29	2.84
2	8.20	1.19	37.82	2.58	44.87	3.56	53.58	3.12
3	8.99	1.40	39.32	3.10	46.05	3.47	54.77	3.16
4	9.83	1.56	40.77	3.84	47.56	3.60	55.87	3.23
5	10.71	1.75	42.05	4.78	48.65	3.93	56.63	3.42
6	11.55	2.05	43.07	5.28	49.64	4.16	57.30	3.79
7	12.37	2.25	43.97	5.67	50.76	4.53	58.24	3.89
8	13.24	2.46	44.93	5.94	51.82	4.83	59.11	4.14
9	14.27	2.72	45.97	6.35	52.99	5.25	60.04	4.40
10	15.15	2.89	46.79	6.76	54.04	5.66	60.96	4.81
11	16.10	3.08	47.86	7.23	55.01	6.05	61.87	5.00
12	17.12	3.23	48.85	7.67	56.14	6.44	62.72	5.37

D.S.: Desviación estándar

Tabla 8. Comparación de modelos estimados del peso vivo en relación con las variables morfométricas.

Modelo	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Ajustada	CME	Significancia (t-valor) de variables morfométricas dentro de los modelos
1	0.6623	0.6619	5.2317	PT**
2	0.6177	0.6173	5.9227	AC**
3	0.4953	0.4948	7.8180	DL**
<b>4</b>	<b>0.7016</b>	<b>0.7010</b>	<b>4.62734</b>	<b>AC**, PT**</b>
5	0.6727	0.6721	5.07515	DL**, PT**
6	0.6342	0.6335	5.67242	DL**, AC**
7	0.7020	0.7012	4.6247	DL <sup>ns</sup> , AC**, PT**

\*\* Diferencia altamente significativa, <sup>ns</sup> No significancia, <sup>CME</sup> cuadrado medio del error

Tabla 9. Análisis de varianza del modelo seleccionado

Fuente	Grados de libertad	Suma de cuadrado	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	2	10988	5493.87011		<0.001
Error	1010	4676.40256	4.62713	1187.32	
Total corregido	1012	15661			

$R^2 = 0.7016$   $R^2$  ajustada 0.7010

Tabla 10. Prueba de t de confiabilidad de los factores del modelo

Variable	Estimador del parámetro	Error estándar	Tipo II SS	F-Valor	Pr > F
Intercepto	-19.35415	0.74692	3106.76333	671.42	<.001
AC	0.26373	0.02286	615.82829	133.09	<.001
PT	0.32191	0.01911	1313.57927	283.89	<.001

## ANEXO DE FIGURAS



$$PV = -19.35415 + 0.26373*AC + 0.32191*PT \quad R^2 \text{ ajustada: } 0.701$$

p-valor 0.001    p-valor 0.001    p-valor 0.001

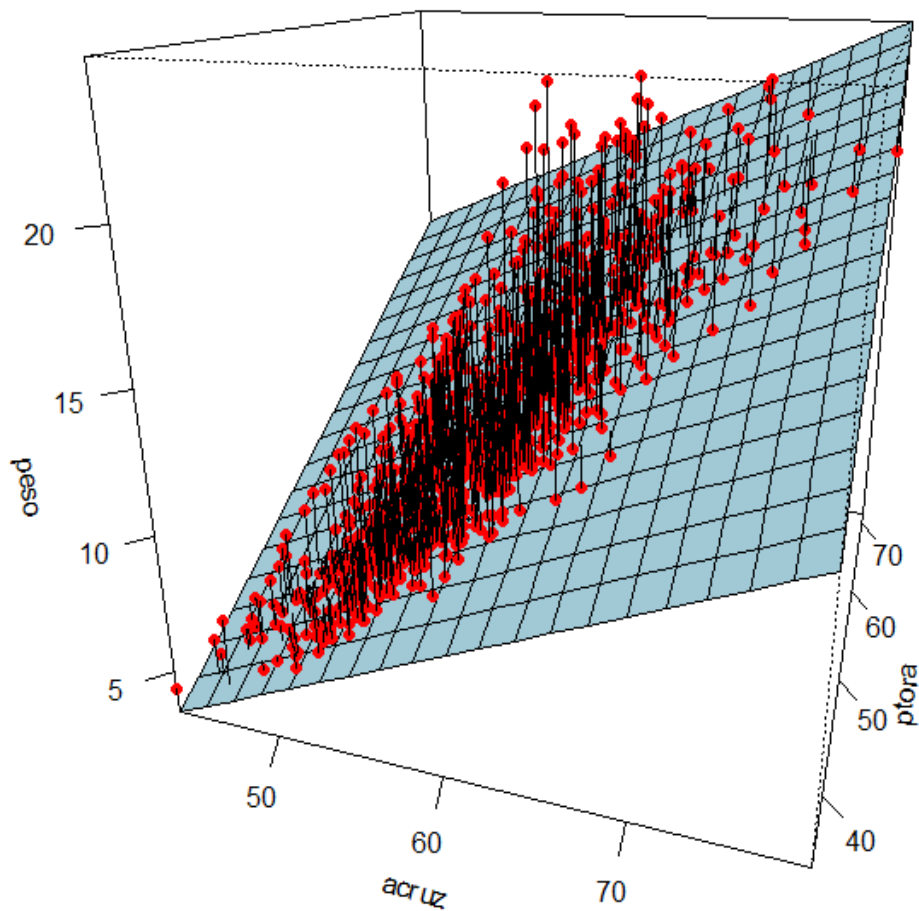


Figura 9. Plano del peso vivo (peso) ajustado por altura a la cruz (AC) y el perímetro torácico (PT)

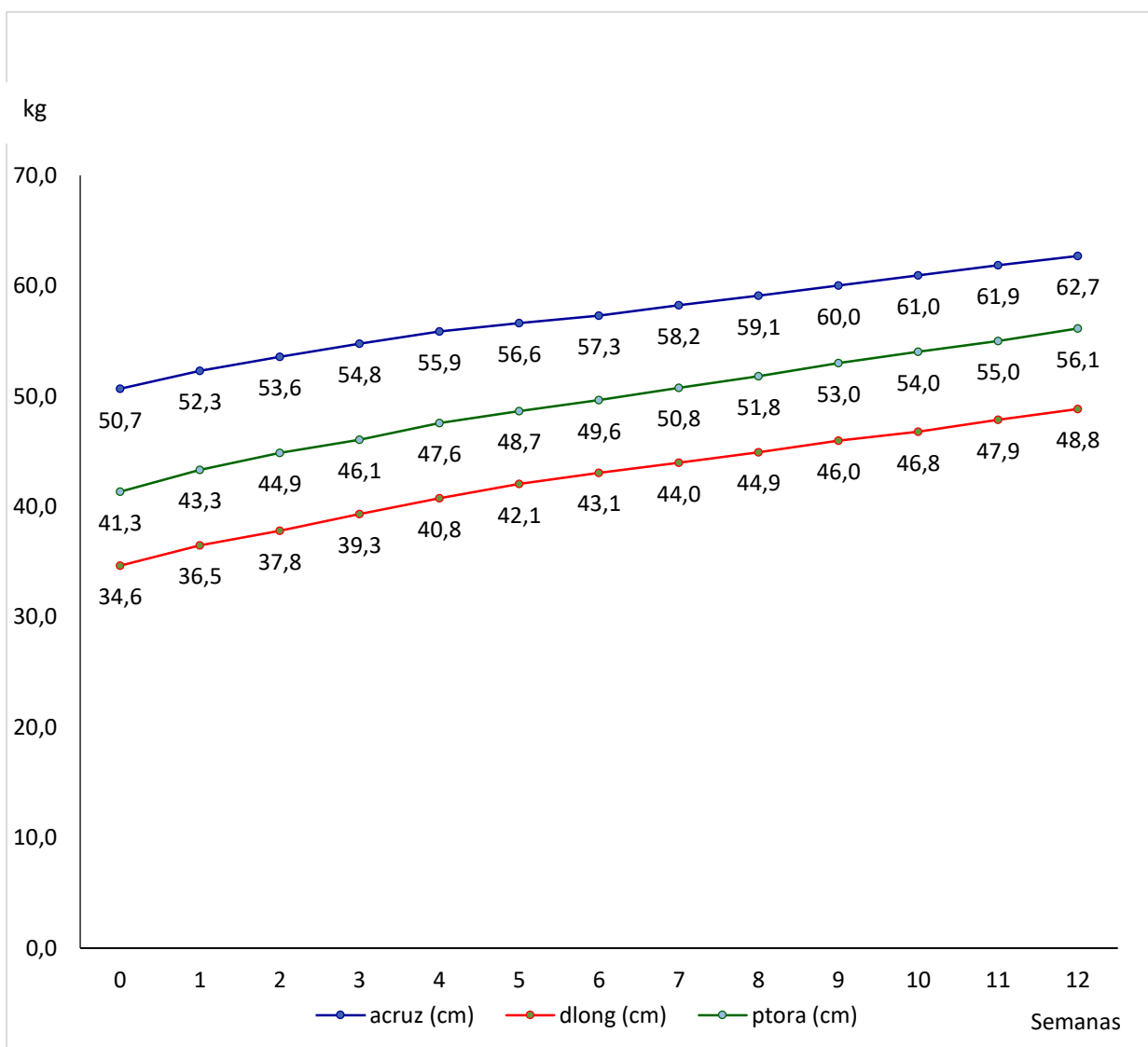


Figura 10. Crecimiento de la altura a la cruz (AC), diámetro longitudinal (DL) y perímetro torácico (PT) en crías de alpaca en condiciones de crianza extensiva.



Figura 11. Pesado con balanza digital (kg) y arnés acoplado de las crías hasta las 12 semanas de vida.



Figura 12. Medición de la altura a la cruz (AC) con ayuda del bastón morfométrico en crías de alpaca hasta las 12 semanas de vida

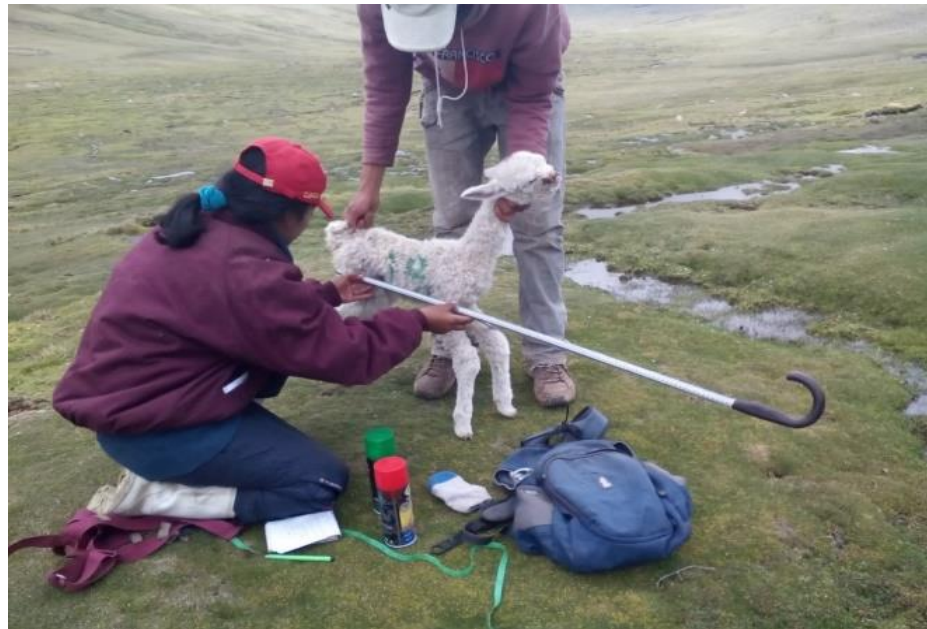


Figura 13. Medición del diámetro longitudinal (DL) con ayuda del bastón morfométrico en crías de alpaca hasta las 12 semanas de vida.



Figura 14. Medición del perímetro torácico (PT) con ayuda de una cinta métrica (cm) en crías de alpaca hasta las 12 semanas de vida

## ANEXO DE FICHAS



**UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA BASTIDAS DE APURÍMAC**  
**FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNA**  
**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE MEDICINA**  
**VETERINARIA Y ZOOTECNA**

**“CURVAS DE CRECIMIENTO DE PESO VIVO Y SUPERVIVENCIA DE**  
**CRÍAS DE ALPACA (*Vicugna pacos*) EN ISCAHUACA, APURÍMAC”**

**FICHA 1**

**Nº. ANIMAL:** .....

**FECHA DE NACIMIENTO:** .....

Edad (Semana)	Fecha	Indices morfométricos					Peso (kg)	Supervivencia	
		H	M	AC	DL	PT		Si	No
0									
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									