

# UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCABELICA

(Creada por ley 25265)



## FACULTAD DE CIENCIA DE INGENIERÍA

### ESCUELA PROFESIONAL DE ZOOTECNIA

#### TESIS

EFFECTO DE LA SUPLEMENTACIÓN DE AMINOÁCIDOS  
SOBRE EL ÍNDICE FOLICULAR, CARACTERÍSTICAS  
TEXTILES Y CRECIMIENTO DE LA FIBRA DE ALPACA

#### LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

NUTRICIÓN Y ALIMENTACIÓN ANIMAL

#### PRESENTADO POR:

Bach. GONZALES LUCAS, Rodolfo

Bach. PARI QUINCHO, José Aníbal

#### PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO ZOOTECNISTA

HUANCAVELICA – PERÚ

2022



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAVELICA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE INGENIERÍA**  
**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS**



En el Auditorium de la Facultad de Ciencias de Ingeniería, a los 20 días del mes de mayo del año 2022, a horas 3:00 p.m., se reunieron los miembros del jurado calificador conformado de la siguiente manera:

**PRESIDENTE** : Dr. Manuel CASTREJON VALDEZ  
<https://orcid.org/0000-0002-4535-3278>  
DNI N° 26603309

**SECRETARIO** : M.Sc. José Luis CONTRERAS PACO  
<https://orcid.org/0000-0003-4591-3885>  
DNI N° 23276626

**VOCAL** : M.Sc. Paul Herber MAYHUA MENDOZA  
<https://orcid.org/0000-0002-0837-8502>  
DNI N° 40360834

Designados con Resolución de Decano N° 233-2019-FCI-UNH, de fecha 27 de noviembre del 2019, a fin de proceder el acto académico de evaluación y calificación de la sustentación del informe final de tesis titulado: "EFECTO DE LA SUPLEMENTACIÓN DE AMINOÁCIDOS SOBRE EL ÍNDICE FOLICULAR, CARACTERÍSTICAS TEXTILES Y CRECIMIENTO DE LA FIBRA DE ALPACA", presentado por los Bachilleres **Rodolfo GONZALES LUCAS con DNI N° 45460512** y **Jose Anibal PARI QUINCHO con DNI N° 72367237**; con presencia de la M.Sc. Yola Victoria Ramos Espinoza, <https://orcid.org/0000-0003-3552-3744> y DNI N° 20710205, Asesora de la presente tesis a fin de optar el **Título Profesional de Ingeniero Zootecnista**. Finalizada la sustentación a horas 4:30 p.m.; se invitó al público presente y a los sustentantes abandonar el recinto. Luego de una amplia deliberación por parte de los jurados, se llegó al siguiente resultado:

**Bach. RODOLFO GONZALES LUCAS**

APROBADO  POR UNANIMIDAD

DESAPROBADO

**Bach. JOSE ANIBAL PARI QUINCHO**

APROBADO  POR UNANIMIDAD

DESAPROBADO

En señal de conformidad, firmamos a continuación:

\_\_\_\_\_  
Presidente

\_\_\_\_\_  
Secretario

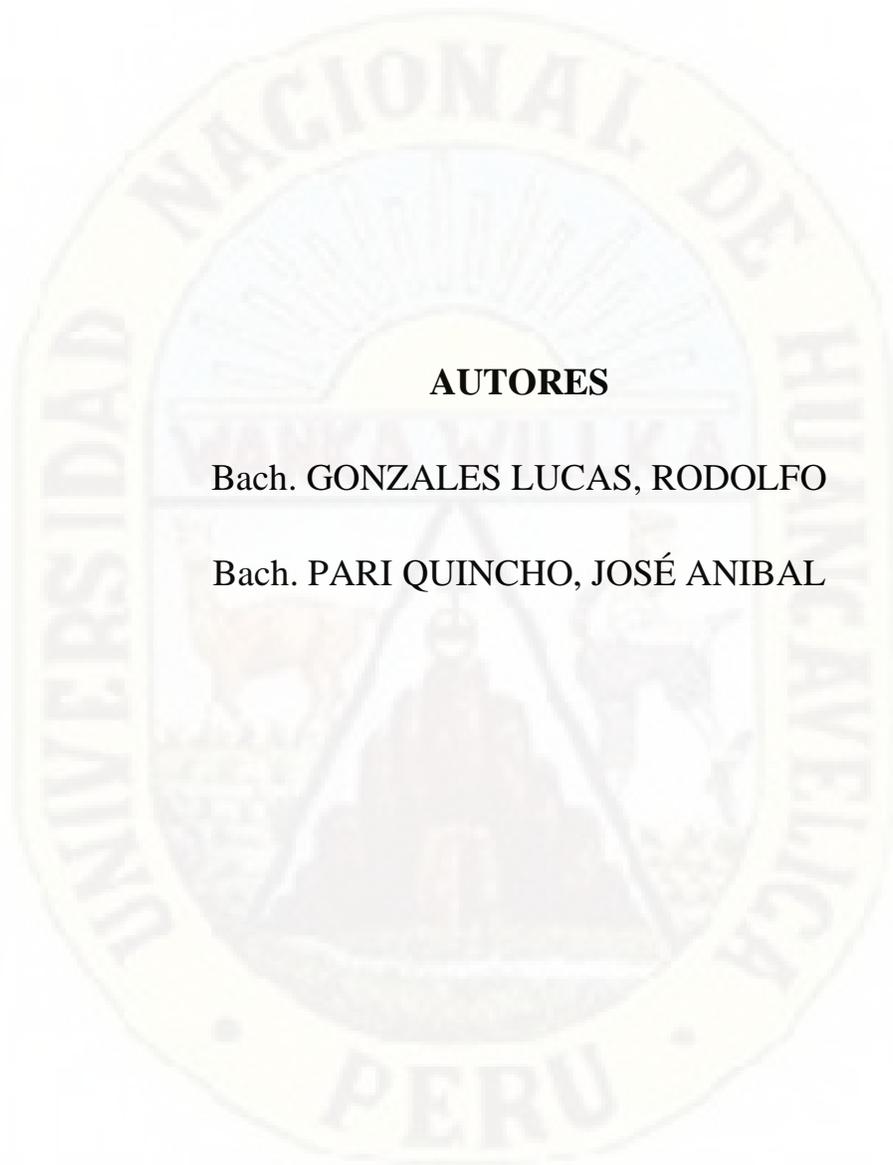
\_\_\_\_\_  
Vocal

\_\_\_\_\_  
Vº Bº Decano



**TÍTULO**

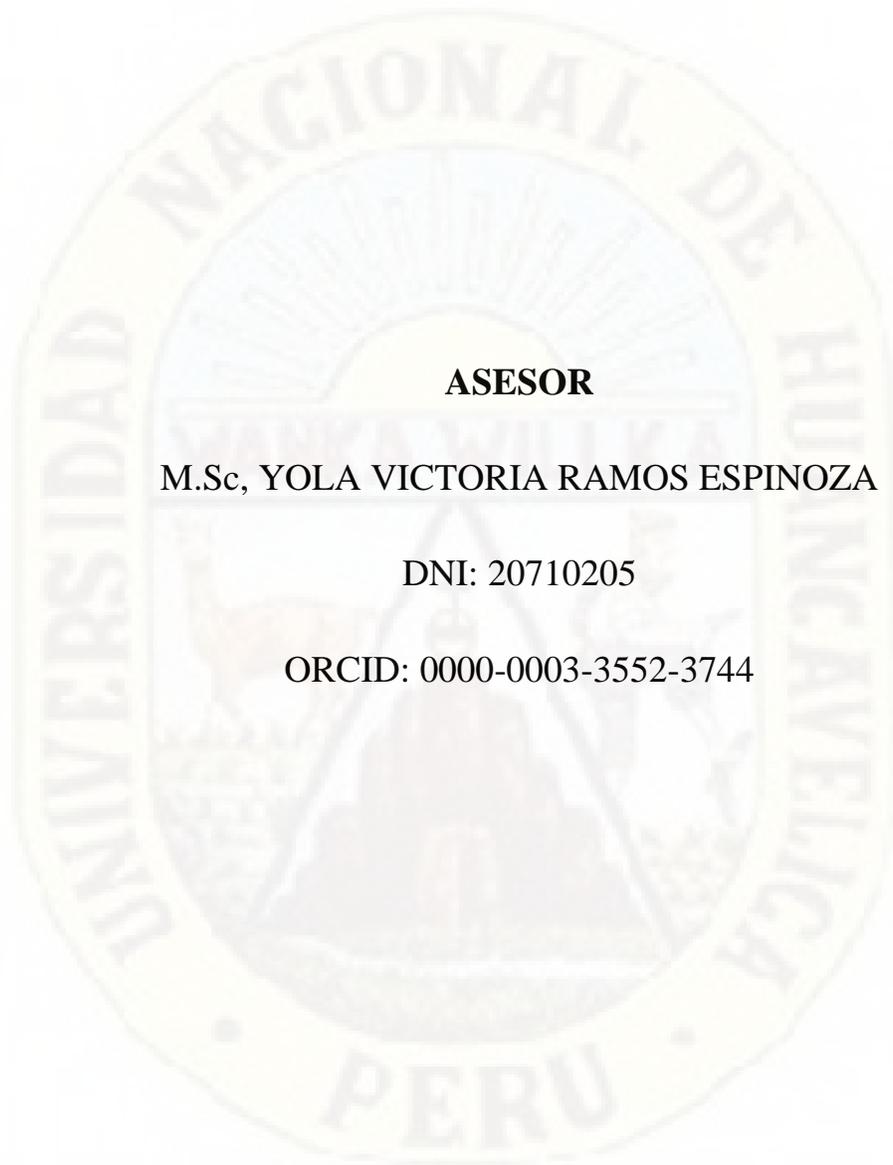
**EFFECTO DE LA SUPLEMENTACIÓN DE AMINOÁCIDOS SOBRE  
EL ÍNDICE FOLICULAR, CARACTERÍSTICAS TEXTILES Y  
CRECIMIENTO DE LA FIBRA DE ALPACA**



**AUTORES**

Bach. GONZALES LUCAS, RODOLFO

Bach. PARI QUINCHO, JOSÉ ANIBAL



**ASESOR**

M.Sc, YOLA VICTORIA RAMOS ESPINOZA

DNI: 20710205

ORCID: 0000-0003-3552-3744



A nuestros padres, hermanos y demás familiares por su apoyo incondicional en nuestro desarrollo profesional.

*Los autores.*

## AGRADECIMIENTOS

A todos aquellos por su apoyo para la culminación de esta tesis:

- A la M.Sc. Yola Victoria Ramos Espinoza, por su apoyo, confianza, motivación, asesoramiento y orientación en el presente proyecto.
- A los fondos del Programa 066 – 2018 por el apoyo económico para el desarrollo de este trabajo de investigación.
- Al Ing. Marco Antonio Espinoza Castillos por su enseñanza, orientación durante el procesamiento de las muestras de piel en el laboratorio de Microhistología de la Universidad Nacional de Huancavelica.
- A los bachilleres Flor Quezada Alvarado y Ladi Aguilar Jara por su orientación en la administración del Aminoplex y obtención de muestras de piel.
- A los responsables de CIDCS – Lachocc señor Javier Carhuapoma y Matías Miranda por su apoyo durante la ejecución del proyecto.
- A nuestros compañeros: William, Gustavo, Agustín, Angie, David, Rober, Yaqueline y Esnyder por su amistad y su apoyo constante en el presente proyecto.
- A la plana docente de la Escuela Profesional de Zootecnia por su enseñanza y orientación en el desarrollo de nuestras destrezas profesionales.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

PORTADA.....	i
ACTA DE SUSTENTACIÓN.....	ii
TÍTULO.....	iii
AUTORES.....	iv
ASESOR.....	v
AGRADECIMIENTOS.....	vii
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	viii
ÍNDICE DE TABLAS.....	xii
ÍNDICE DE FOTOS .....	xiv
RESUMEN.....	xv
ABSTRACT.....	xvi
INTRODUCCIÓN.....	xvii

### CAPÍTULO I

#### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción del problema.....	18
1.2. Formulación del problema.....	19
1.3. Objetivos .....	19

1.3.1.	General .....	19
1.3.2.	Específicos: .....	19
1.4.	Justificación .....	20
1.5.	Limitaciones .....	21

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

2.1.	Antecedentes .....	22
2.1.1.	Internacionales .....	22
2.1.2.	Nacionales .....	28
2.1.3.	Locales .....	31
2.2.	Bases teóricas .....	34
2.2.1.	Generalidades .....	34
2.2.2.	Aminoácidos .....	35
2.2.3.	Índice folicular .....	38
2.2.5.	Características textiles de la fibra .....	43
2.3.	Definición de términos .....	47
2.4.	Hipótesis .....	48
2.5.	Variables .....	48
2.5.1.	Variable independiente .....	48

2.5.2.	Variables dependientes.....	48
--------	-----------------------------	----

### CAPÍTULO III

#### MATERIALES Y MÉTODOS

3.1.	Ámbito temporal y espacial.....	50
3.2.	Tipo de investigación .....	50
3.3.	Nivel de investigación .....	51
3.4.	Método de investigación .....	51
3.5.	Diseño de investigación.....	51
3.6.	Población, muestra y muestreo.....	51
3.6.1.	Población.....	51
3.6.2.	Muestra.....	52
3.6.3.	Muestreo.....	53
3.7.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	53
3.8.	Técnicas de procesamiento y análisis de datos.....	62

### CAPÍTULO IV

#### DISCUSIÓN DE RESULTADOS

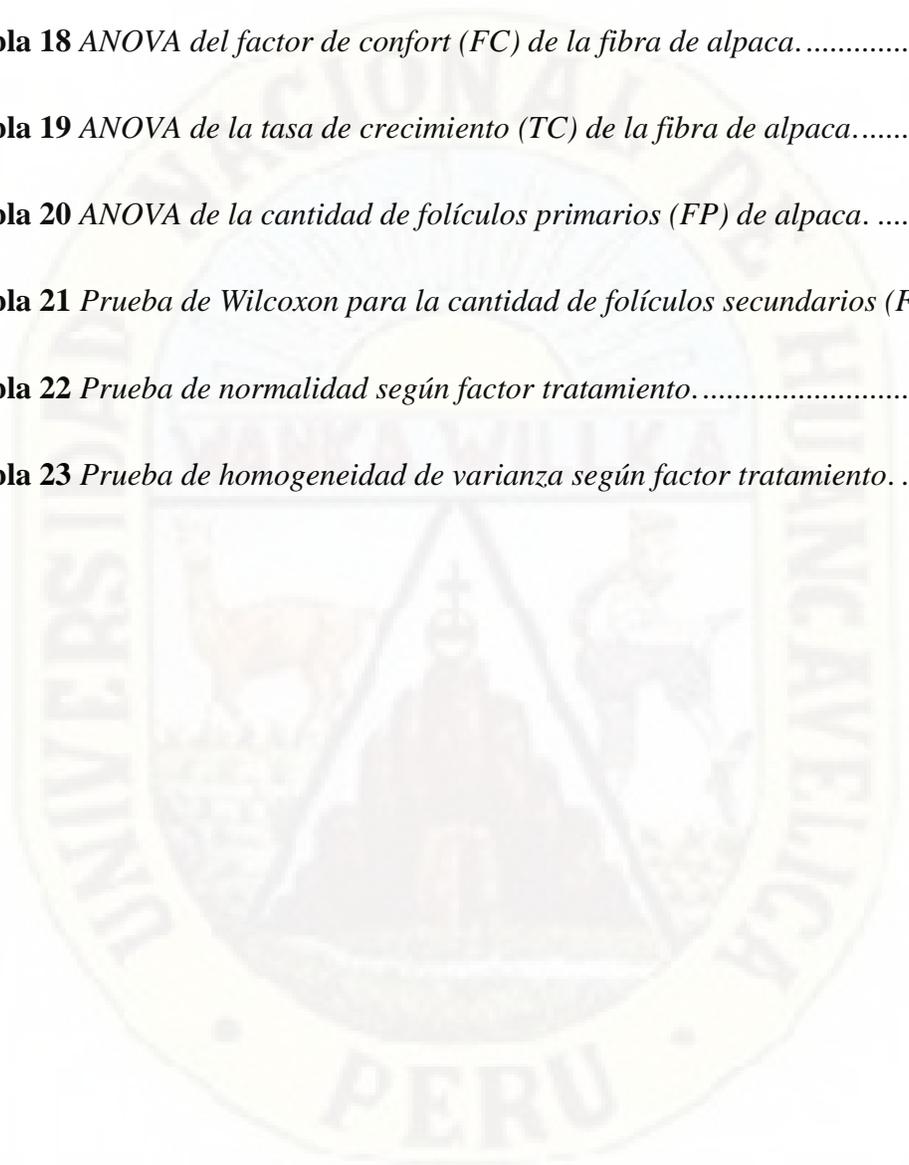
4.1.	Presentación de resultados.....	64
4.1.1.	Índice folicular .....	65
4.1.2.	Características textiles .....	67

4.1.2.1. <i>Media del diámetro de fibra</i> .....	67
4.1.2.2. <i>Coefficiente de variación</i> .....	69
4.1.2.3. <i>Factor de confort</i> .....	71
4.2. Tasa de crecimiento.....	72
4.3. Cantidad de folículos primarios .....	74
4.4. Cantidad de folículos secundarios.....	75
CONCLUSIONES.....	78
RECOMENDACIONES .....	79
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	80
Anexos.....	91
Anexo 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA.....	92
Anexo 2. Base de datos .....	93
Anexo 3. Pruebas estadísticas .....	96
Anexo 4. Panel fotográfico.....	103

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> <i>Definición operativa de variables</i> .....	49
<b>Tabla 2</b> <i>Distribución de muestra por tratamiento</i> .....	53
<b>Tabla 3</b> <i>Programación del procesador de tejidos (Microm STP – 120)</i> .....	57
<b>Tabla 4</b> <i>Protocolo de tinción hematoxilina - eosina</i> .....	59
<b>Tabla 5</b> <i>Resumen general de resultados índice folicular (IF), características textiles, tasa de crecimiento de la fibra (TC), cantidad de folículos primarios (FP) y secundarios (FS)</i> .....	65
<b>Tabla 6</b> <i>Índice folicular (S/P) en alpacas según tratamiento</i> .....	65
<b>Tabla 7</b> <i>Media del diámetro de fibra (MDF) según tratamiento</i> .....	67
<b>Tabla 8</b> <i>Coeficiente de variación (CV) del diámetro de fibra según tratamiento</i> .....	70
<b>Tabla 9</b> <i>Factor de confort (FC) de la fibra según tratamiento</i> .....	71
<b>Tabla 10</b> <i>Tasa de crecimiento (TC) de la fibra según tratamiento</i> .....	73
<b>Tabla 11</b> <i>Cantidad de folículos primarios (FP) según tratamiento</i> .....	74
<b>Tabla 12</b> <i>Cantidad de folículos secundarios (FS) según tratamiento</i> .....	75
<b>Tabla 13</b> <i>Resultados del análisis de fibra y conteo folicular de la piel de alpaca</i> .....	93
<b>Tabla 14</b> <i>Transformación del Factor de Confort (FC)</i> .....	94
<b>Tabla 15</b> <i>ANOVA del índice folicular (IF) s/p</i> .....	96
<b>Tabla 16</b> <i>ANOVA de la media del diámetro de fibra (MDF) de alpaca</i> .....	96

<b>Tabla 17</b> ANOVA del coeficiente de variación (CV) del diámetro de la fibra de alpaca.....	96
<b>Tabla 18</b> ANOVA del factor de confort (FC) de la fibra de alpaca.....	97
<b>Tabla 19</b> ANOVA de la tasa de crecimiento (TC) de la fibra de alpaca.....	97
<b>Tabla 20</b> ANOVA de la cantidad de folículos primarios (FP) de alpaca. ....	97
<b>Tabla 21</b> Prueba de Wilcoxon para la cantidad de folículos secundarios (FS). ....	98
<b>Tabla 22</b> Prueba de normalidad según factor tratamiento.....	98
<b>Tabla 23</b> Prueba de homogeneidad de varianza según factor tratamiento. ....	100



## ÍNDICE DE FOTOS

<b>Foto 1</b> Población de alpacas en estudio del Centro de Investigación y Desarrollo de Camélidos Sudamericanos – Lachocc. ....	103
<b>Foto 2</b> Aplicación vía intraperitoneal de Aminoplex Forte. ....	103
<b>Foto 3</b> Teñido de fibra con tinte permanente. ....	104
<b>Foto 4</b> Obtención de muestras de piel por punción. ....	104
<b>Foto 5</b> Realizando cortes microhistológicos de piel de alpaca. ....	105
<b>Foto 6</b> Análisis de fibra en el OFDA 2000. ....	105
<b>Foto 7</b> Observación de folículos primarios y secundarios de alpaca. ....	106

## RESUMEN

Este trabajo de investigación se realizó en el Centro de Investigación y Desarrollo de Camélidos Sudamericanos - Lachocc (CIDCS - Lachocc) de la Universidad Nacional de Huancavelica, cuyo objetivo principal fue evaluar el efecto de la suplementación de Aminoplex Forte sobre el índice folicular, características textiles y crecimiento de la fibra de alpaca en época seca. Para lo cual se utilizaron 14 alpacas machos y 14 hembras de 18 meses de edad que se distribuyeron en dos grupos iguales. La aplicación de Aminoplex Forte fue 3 ml/5 kg PV cada 15 días durante 6 meses. Para estimar la tasa de crecimiento de la fibra se usó la técnica de “Dye-banding”. Las muestras de fibra se obtuvieron con la técnica de “Midside”, las mismas fueron analizadas con el (OFDA 2000) en el Área de Fibras Textiles del Laboratorio de Mejoramiento Genético (LAMG). Las muestras de piel se obtuvieron por punción con un sacabocado de 8 mm de diámetro, que fueron procesadas utilizando la técnica de inclusión en parafina y el conteo folicular se realizó con el software Axion Visión (versión 4.8.2). Los resultados obtenidos fueron: para el índice folicular (IF) en el grupo control y el tratamiento de 11,34 y 11,61, respectivamente donde ( $p>0,05$ ). Así mismo, los resultados para las características textiles fueron: La media del diámetro de fibra (MDF) fue de 21,62  $\mu\text{m}$  y 22,47  $\mu\text{m}$  en el grupo control y el tratamiento, respectivamente ( $p>0,05$ ). El coeficiente de variación (CV) en el grupo control fue 19,71 % y en el tratamiento 19,79 % ( $p>0,05$ ) y para el factor de confort (FC) los promedios fueron de 94,61 % y 93,54 % en el grupo control y el tratamiento, respectivamente ( $p>0,05$ ). Por último, Los resultados para la tasa de crecimiento (TC) fueron en el grupo control y el tratamiento fueron de 1,04 cm/mes y 1,13 cm/mes, respectivamente donde ( $p<0,05$ ). Con estos resultados podemos concluir que la suplementación de aminoácidos no influye en IF y en las características textiles, pero si influye en la TC.

**Palabras Clave:** Alpaca, Aminoácidos, índice folicular, diámetro de fibra, crecimiento de fibra.

## ABSTRACT

This research work was carried out at the Center for Research and Development of South American Camelids - Lachocc (CIDCS - Lachocc) of the National University of Huancavelica, whose main objective was to evaluate the effect of Aminoplex Forte supplementation on the follicular index, textile characteristics and growth of alpaca fiber in the dry season. For which 14 male and 14 female alpacas of 18 months of age were used, which were distributed into two equal groups. The application of Aminoplex Forte was 3 ml/5 kg LW every 15 days for 6 months. To estimate the fiber growth rate, the "Dye-banding" technique was used. The fiber samples were obtained with the "Midside" technique, they were analyzed with the (OFDA 2000) in the Textile Fiber Area of the Genetic Improvement Laboratory (LAMG). Skin samples were obtained by puncture with an 8 mm diameter punch, which were processed using the paraffin embedding technique and follicular counting was performed with Axion Vision software (version 4.8.2). The results obtained were: for the follicular index (FI) in the control group and the treatment of 11.34 and 11.61, respectively where ( $p>0.05$ ). Likewise, the results for the textile characteristics were: The mean fiber diameter (MDF) was 21.62  $\mu\text{m}$  and 22.47  $\mu\text{m}$  in the control and treatment groups, respectively ( $p>0.05$ ). The coefficient of variation (CV) in the control group was 19.71% and in the treatment 19.79% ( $p>0.05$ ) and for the comfort factor (CF) the averages were 94.61% and 93%. 54% in the control and treatment groups, respectively ( $p>0.05$ ). Finally, the results for the growth rate (GR) were in the control group and the treatment were 1.04 cm/month and 1.13 cm/month, respectively where ( $p<0.05$ ). With these results we can conclude that amino acid supplementation does not influence IF and textile characteristics, but it does influence TC.

**Keywords:** Alpaca, Amino acids, follicular index, fiber diameter, fiber growth.

## INTRODUCCIÓN

Los productores alpaqueros de la región de Huancavelica por mucho tiempo se han enfocado en mejorar la producción de fibra para obtener mejores precios a la venta, por lo cual su esfuerzo se ha dirigido a la conservación de pastos, al mejoramiento genético y el uso de suplementos vitamínicos, de esta manera el uso de aminoácidos como suplemento es una buena opción para mejorar la producción de fibra de alpaca.

La fibra de alpaca al ser un producto orgánico cuyo componente principal es la queratina que está compuesta por cadenas de aminoácidos, del mismo modo, la base anatómica donde se forman las fibras también está compuesto por cadenas de aminoácidos, por tal razón es obvio que la deficiencia de estos nutrientes disminuye la producción tan solo obteniendo fibra de mala calidad.

Sabiendo que la principal fuente de alimento de las alpacas son las pasturas naturales cuya producción es de baja calidad y está sujeto a las precipitaciones estacionales, es así que, en las épocas más secas del año las alpacas tienen acceso limitado a alimento de calidad causando en el animal deficiencia nutricional, en ese sentido el uso de aminoácidos como reconstituyente y suplemento puede ser una opción para contrarrestar este problema en alpacas específicamente en época seca.

Por tal razón, al no encontrar mucha información con respecto al uso de aminoácidos esenciales (Aminoplex Forte) y los posibles efectos sobre el índice folicular, características textiles y el crecimiento de la fibra de alpaca, hemos creído conveniente realizar esta investigación.

# CAPÍTULO I

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

### 1.1. Descripción del problema

Perú ocupa el primer lugar en el mundo en la producción de alpacas y el segundo en llamas, después de Bolivia (Quispe *et al.*, 2013), el 80% de ellas (aproximadamente 3 millones) se encuentran principalmente en las zonas alto andinas de Perú (Puno, Arequipa, Cuzco, Ayacucho, Huancavelica y Apurímac) (Brenes *et al.*, 2001).

Según el IV Censo Nacional Agropecuario (CENAGRO) realizado en el 2012, el departamento de Huancavelica posee 308 586 alpacas y se estima más de 60 comunidades que se dedican a la crianza de alpacas y que agrupan a 3 300 familias aproximadamente; distribuidas en cuatro provincias: Angaraes, Huaytará, Castrovirreyna y Huancavelica.

En la región de Huancavelica los rebaños de alpacas se encuentran manejados tradicionalmente, donde su fuente alimentaria son los pastizales alto andinos, los cuales tienen baja producción y baja calidad nutritiva, lo que ocasiona un desequilibrio de nutrientes en las alpacas (Rodríguez, 2004). Además, en la época

seca la producción y la calidad nutricional de los pastos naturales es baja, por ello la fibra que se obtiene es de baja calidad, es preciso mencionar también que la fibra de la alpaca y la piel donde están los folículos pilosos de donde nacen las fibras están compuestas por cadenas de aminoácidos, por tal motivo si los animales tienen una deficiencia de estos nutrientes la producción y la calidad de la fibra disminuye, ya que los aminoácidos esenciales se consideran absolutamente indispensables para todos los animales para fines de mantenimiento y producción (D'Mello, 2003).

Por lo cual con este estudio pretendemos evaluar el efecto que tendría la suplementación de aminoácidos esenciales (Aminoplex Forte) sobre el índice folicular, características textiles y el crecimiento de la fibra de alpaca en época seca.

## **1.2. Formulación del problema**

¿Cuál es el efecto de la suplementación del Aminoplex Forte sobre el índice folicular, características textiles y crecimiento de la fibra de alpaca en época seca?

## **1.3. Objetivos**

### **1.3.1. General**

- Evaluar el efecto de la suplementación de Aminoplex Forte sobre el índice folicular, características textiles y crecimiento de la fibra de alpaca en época seca.

### **1.3.2. Específicos:**

- Determinar el efecto de la suplementación del Aminoplex Forte sobre la cantidad de folículos primarios y secundarios de la alpaca.

- Determinar el efecto de la suplementación del Aminoplex Forte sobre la media del diámetro de fibra de alpaca.
- Determinar el efecto de la suplementación del Aminoplex Forte sobre el coeficiente de variación de la media de diámetro de fibra de alpaca.
- Determinar el efecto de la suplementación del Aminoplex Forte sobre el factor de confort de la fibra de alpaca.
- Determinar el efecto de la suplementación del Aminoplex Forte sobre la tasa de crecimiento de la fibra de alpaca.

#### **1.4. Justificación**

Este trabajo se justifica plenamente por la necesidad de darle un aporte práctico y una alternativa a los problemas de los productores, en especial en la época seca donde el sector alpaquero es afectado fuertemente por la falta de pastos, que conlleva que su producción baje considerablemente e incluso más crítico llegue a la muerte de sus animales, por esta razón pretendemos generar conocimientos prácticos acerca del uso de aminoácidos y como esta mejora la producción de fibra.

Esta investigación también tiene una justificación teórica ya que se tiene información limitada del uso de aminoácidos esenciales (Aminoplex Forte) en nuestra localidad y aún más los reportes de los efectos que pueden causar sobre el índice folicular (S/P), la tasa de crecimiento de la fibra y las características textiles, lo cual deja un vacío teórico del tema.

En lo social y económico con este trabajo de investigación pretendemos dar a conocer los beneficios que pueden tener el uso de aminoácidos en el sector alpaquero en la época seca que es la más crítica del año, enfocándonos en mejorar la producción de la fibra de alpaca para que sus ingresos no sean afectados.

De la misma manera, una vez que sea demostrado la efectividad de la aplicación de la metodología que hemos empleado para lograr nuestros objetivos, será un antecedente útil para el desarrollo de otros trabajos de investigación, ampliar el conocimiento e incluso ser aplicable en otros ámbitos territoriales, con el único propósito de mejorar nuestra producción.

### **1.5. Limitaciones**

En el desarrollo de esta investigación fue notorio la precaria infraestructura con la que cuenta el centro de investigación y desarrollo de camélidos sudamericanos (CIDCS-Lachocc). Por esto, la identificación, separación y manipulación de los animales en estudio se prolongó más de lo debido.

La lejanía del CIDCS-Lachocc, la vía de acceso en mal estado y la falta de movilidad limitó el traslado de personal de apoyo para la suministración de aminoácidos, la obtención de datos y la obtención de muestras.

El costo elevado de algunos materiales e insumos de laboratorio limitaron que se realicen más pruebas y limitó la cantidad de variables de estudio.



## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Antecedentes

##### 2.1.1. Internacionales

Wuliji, (2019) realizó un trabajo titulado *Selección y evaluación de las características de la fibra de un rebaño de alpacas extremadamente finas en Victory Farm en Missouri*, cuyo objetivo era establecer un rebaño de alpacas extremadamente finas mediante la reproducción correctiva y la selección intensiva dentro de la población de camélidos de EE. UU. Que utilizó 200 alpacas entre machos, hembras y crías, de las cuales se analizaron muestras de fibra obtenidas del costillar medio de cada animal. Sus resultados fueron para la media del diámetro de fibra (MDF), coeficiente de variación (CV) y para el factor de confort (FC) en promedio 16,67  $\mu\text{m}$ , 27,2 % y 98,95 % respectivamente. Concluye mencionando que

las características de la fibra del rebaño de Victory Farm fueron menores que las típicas alpacas huacaya y suri.

Radzik-Rant *et al.*, (2018) realizaron una investigación titulada *Características de la fibra de alpaca de granja ubicados en diferentes continentes*, cuyo objetivo fue comparar características de fibra de alpaca huacaya de rebaños criados en fincas ubicadas en diferentes continentes, se utilizaron 10 alpacas de la finca 1 (Australia), 10 de la finca 2 (África) y 10 de la finca 3 (Europa), de las cuales se obtuvieron muestras de fibra de la costillar medio que se analizaron con un microscopio de proyección. Sus resultados fueron para: la media del diámetro de fibra (MDF) en la finca 1 de 20,20  $\mu\text{m}$ , en la finca 2 de 22,78  $\mu\text{m}$  y en la finca 3 de 24,14  $\mu\text{m}$ ; para el coeficiente de variación (CV) en la finca 1 de 21,55%, en la finca 2 de 21,61% y en la finca 3 de 19,29% y para la tasa de crecimiento (TC) en la finca 1 de 0,86 cm, en la finca 2 de 0,77 cm y en la finca 3 de 0,87 cm. Llegaron a la conclusión que la fibra de las alpacas examinadas no difirió en el MDF, CV y TC a pesar de la diferente ubicación de las fincas.

Chamut, Cancino y Black-Decima (2016) realizaron la investigación titulada *La base morfológica de la fibra de vicuña: estructura de la piel y las glándulas en Vicugna vicugna (Molina 1782)*, el objetivo de este trabajo fue estudiar la estructura histológica de los folículos pilosos y las glándulas de la piel en las vicuñas, esta investigación se realizó en Jujuy, Argentina, de donde se tomaron muestras de piel y tejido glandular post mortem de 4 animales adultos, un macho y 3 hembras, las muestras se fijaron en formalina al 4% y se embebieron en parafina y se tiñeron con hematoxilina y eosina, para vista micro histológica se utilizó un microscopio electrónico de barrido JEOL 35CF. Los resultados muestran valores de  $13,2 \pm 0,3 \mu\text{m}$  y  $35 \pm 1,5 \mu\text{m}$  para el diámetro de fibra en el vellón y abdomen-pierna respectivamente, para la densidad folicular (DF) en el vellón y abdomen-

pierna fueron de  $77 \pm 1,7$  fol./mm<sup>2</sup> y  $24 \pm 1,8$  fol./mm<sup>2</sup> respectivamente y por último el índice folicular S/P fue de  $42 \pm 2,0$  y  $12 \pm 0,7$  para el vellón y abdomen-pierna respectivamente. Llegaron a la conclusión que las densidades de folículos secundarios son significativamente mayores en el vellón en comparación con el abdomen y las piernas.

Molina *et al.*, (2016) realizaron una investigación titulada *Estructura espacial de los folículos de la piel en alpacas de suri y huacaya*, cuyo objetivo fue caracterizar el tipo y la disposición de los folículos de la piel de la alpaca suri y huacaya, para esto se trabajaron con alpacas (11 suri y 10 huacaya) del INIA Quimsachata, Puno, Perú, las muestras de piel se obtuvieron mediante biopsia con punzón del costillar medio derecho de cada alpaca y se procesaron en Italia. Cada biopsia se examinó usando un microscopio de proyección. Sus resultados para la relación de folículos S/P fue de  $7,1 \pm 0,52$  para alpaca huacaya y  $7,21 \pm 0,62$  para alpaca suri. Llegaron a la conclusión de que este estudio reveló que los folículos de la piel no se distribuyen al azar en las dos razas de alpacas y se encontró un mayor nivel de agrupamiento en las muestras de huacaya, la diferencia entre los tipos de vellón suri y huacaya podría implicar diferencias en la estructura espacial de los folículos de la piel.

Moore, Maloney y Blache (2015) en su artículo *La alta densidad del folículo no disminuye la densidad de las glándulas sudoríparas en alpacas huacaya*, el objetivo de este estudio fue probar la hipótesis de que las alpacas con fibra más fina tendrían menos folículos primarios y, por lo tanto, menos glándulas sudoríparas, que las alpacas con fibras más gruesas, para este estudio utilizaron 4 animales de color oscuro y 29 de color claro (2 machos, 31 hembras) del Banksia Park Alpaca Stud, Serpentine Western Australia, de estos se recogieron muestras de biopsia de piel durante un período de cinco años. Para analizar las muestras de fibra se utilizó el

OFDA 2000 y para el conteo de folículos se utilizó el Pentax OptioWP. Sus resultados contrastan valores para el índice folicular S/P para animales con vellones con finos y vellones gruesos de 16,7 y 6,7. Llegando a la conclusión que la relación S/P es mayor en animales con fibra más fina.

Crossley, Borroni y Raggi (2013) realizaron una investigación titulada *Correlación entre el diámetro medio de fibra y la densidad folicular total en alpacas de diferente edad y color en la provincia de Parinacota de la llanura alta chilena*, con el objetivo de determinar y correlacionar el diámetro medio de fibra (MDF) y la densidad folicular total (DFT) en alpacas blancas y marrones juveniles y adultas en la región de Parinacota, Chile, se utilizaron 77 animales de las cuales se tomaron muestras de fibra que se analizaron  $\pm$  con OFDA 2000 y biopsias de piel de la región media del costillar. Los resultados que obtuvieron para MDF para alpacas de color blanco fue  $22,57 \pm 3,92 \mu\text{m}$  con un coeficiente de variación (CV) de 17,37% y DFT de  $21,97 \pm 6,37 \text{ fol./mm}^2$  respectivamente, para alpacas de color marrón la MDF fue de  $22,63 \pm 3,66 \mu\text{m}$  con CV de 16,15% y una DFT de  $21,56 \pm 7,25 \text{ fol./mm}^2$ , para animales juveniles la MDF fue de  $21,61 \pm 2,78 \mu\text{m}$  con un CV de 12,87% y una DFT de  $24,20 \pm 7,49 \text{ fol./mm}^2$  y por último para los animales adulto la MDF fue de  $23,47 \pm 4,3 \mu\text{m}$  con un CV de 18,32% y una DFT de  $19,62 \pm 5,34 \text{ fol./mm}^2$ . Concluyen que no existe diferencias significativas ( $p > 0,05$ ) para MDF y DFT basadas en el color del vellón, pero si encontraron diferencia significativa entre los grupos de edad ( $p < 0,05$ ) para MFD y TFD.

Moore *et al.*, (2012) en la investigación *Suplementos de metionina protegidos contra el rumen y la producción de fibra en alpacas (Vicugna pacos)*, el objetivo que se plantearon fue evaluar la suplementación de metionina azufrada protegidos contra el rumen sobre el crecimiento de fibra, este trajo se realizó en la Universidad de Australia Occidental, para

lo cual utilizaron (n=24) alpacas huacaya, donde los tratamientos fueron MC (n=8) grupo control, M2 (n=8) 2 g/día de suplemento de metionina y M4 (n=8) 4 g/día de suplemento de metionina diluido en 10 ml de agua que se mezclaron con el alimento, las muestras de fibra se recolectaron con la técnica de midside y se analizaron con el OFDA 2000. Sus resultados para el diámetro de fibra fueron MC ( $26,1 \pm 0,09 \mu\text{m}$ ), M2 ( $25,9 \pm 1,03 \mu\text{m}$ ) y M4 ( $26,7 \pm 1,29 \mu\text{m}$ ), para el % de fibras > de  $30 \mu\text{m}$  fueron MC ( $18,6 \pm 4,40$ ), M2 ( $19,6 \pm 4,13$ ) y M4 ( $22,2 \pm 7,34$ ) y para la longitud de fibra fue MC ( $48,1 \pm 3,13 \text{ mm}$ ), M2 ( $46,9 \pm 2,10 \text{ mm}$ ) y M4 ( $46,3 \pm 2,45 \text{ mm}$ ) no encontró diferencias significativas. Concluyeron que la suplementación con metionina no tuvo efecto sobre el diámetro de la fibra ( $p = 0,92$ ), la longitud de la fibra ( $p = 0,91$ ) y el crecimiento de la fibra ( $p = 0,33$ ).

Morales *et al.*, (2010) en la investigación *Características de la fibra de la alpaca huacaya criada a la edad de 1 año*, su propósito fue comprobar si las alpacas importadas tenían descendencia con fibras finas. Para esto utilizaron (n=30) alpacas nacidas en Polonia. Sus resultados de la MDF en alpacas de 1 año de edad fueron en hembras  $21,34 \mu\text{m}$  y en machos  $22,30 \mu\text{m}$ . Por último, mencionan que las alpacas importadas de Chile se adaptaron bien al clima de Polonia.

Antonini, Gonzales y Valbonesi, (2004) en su artículo *Relación entre la edad y el desarrollo folicular postnatal de la piel en tres tipos de camélidos domésticos sudamericanos*, donde se plantearon el objetivo de determinar la edad a la que todos los folículos secundarios alcanzan la madurez en alpacas huacaya y suri, para el desarrollo de esta investigación se seleccionaron 25 animales, 10 alpacas huacaya (4 hembras y 6 machos) y 5 alpacas suri (2 hembras y 3 machos) del centro de desarrollo alpaquero de Toccra, Caylloma, Arequipa, de las que se tomaron biopsias de piel a los 2, 4, 6 y 10 meses de edad para controlar los parámetros foliculares, estas

muestras fueron enviadas a Italia. Obtuvo los siguientes resultados para la densidad folicular (DF) al 2do mes en alpacas huacaya y suri de 26,74 fol./mm<sup>2</sup> y 25,24 fol./mm<sup>2</sup> respectivamente, en el 4to mes 18,27 fol./mm<sup>2</sup> y 20,75 fol./mm<sup>2</sup> respectivamente, al 6to mes 18,66 fol./mm<sup>2</sup> y 15,15 fol./mm<sup>2</sup> respectivamente y en el 10mo mes 22,30 fol./mm<sup>2</sup> y 19,90 fol./mm<sup>2</sup> respectivamente, sus resultados para el índice folicular (IF) S/P en alpacas huacaya, y Suri fue en el 2do mes 7,33 y 8,77 respectivamente, en el 4to mes fue 9,39 y 8,83 respectivamente, para el 6to mes 8,81 y 7,79 respectivamente y al 10mo mes fue 8,08 y 6,89 respectivamente. Concluyeron que los camélidos sudamericanos de esta investigación, obtuvieron un sistema de folículo cutáneo completo y maduro a una edad temprana y, por lo tanto, los productores deberían practicar una primera esquila anticipada.

Ferguson, Behrendt y McGregor (2000) en su investigación titulado *Observaciones sobre las características del folículo y las propiedades de la fibra de las alpacas suri y huacaya*, para esto se plantearon el objetivo de encontrar la relación entre las características del folículo de la piel y las características importantes de la fibra en las alpacas de huacaya y suri. Para esta investigación recogieron muestras de fibra y piel del costillar medio de 12 alpacas huacaya y 24 suri, la fibra se analizó con el OFDA, Obtuvieron los siguientes resultados para alpacas huacaya y suri para DFP se obtuvo los valores de  $3,10 \pm 0,30$  fol./mm<sup>2</sup> y  $2,70 \pm 0,10$  fol./mm<sup>2</sup>, respectivamente, los valores para DFS de  $13,80 \pm 1,30$  fol./mm<sup>2</sup> y  $17,50 \pm 0,60$  fol./mm<sup>2</sup> respectivamente y para la relación S/P los valores fueron  $5,10 \pm 0,50$  y  $7,30 \pm 0,20$ . Concluyen que existe diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) en la MDF, DFP, DFS y relación S/P entre las dos razas, aunque la diferencia observada puede limitarse a las alpacas estudiadas y no debe extrapolarse para representar a las poblaciones de alpacas en su conjunto.

### 2.1.2. Nacionales

Ccalta, (2020) en su tesis de título *Determinación del índice folicular y densidad de fibra de alpacas huacaya del centro de investigación de camélidos sudamericanos La Raya*, el objetivo de esta investigación fue determinar el índice folicular, la densidad de fibra pilosa y determinación de relación del índice folicular y ratio (fibras/poro) en alpacas huacaya, utilizándose 35 alpacas. Para la evaluación del índice folicular se sacaron muestras de piel, luego fueron sometidas a una técnica histológica y finalmente se realizó el conteo de folículos (S/P) con el software Motic Imagen plus 2.0ML. Reportaron los siguientes resultados; para el índice folicular (IF) en hembras y machos 7,26 y 7,85 respectivamente y para las edades DL, 2D, 4D y BLL obtuvieron 7,23; 7,48; 7,75 y 7,48 respectivamente. Llegaron a la conclusión de que no se encontró diferencias estadísticas significativas.

Araoz (2019) en su investigación titulado *Relación entre densidad folicular, diámetro de fibra, longitud de mecha y peso vellón en alpacas de primera y segunda esquila, en el módulo de reproductores Coarita – Paratía*, con el objetivo de objetivos de determinar la densidad folicular secundario, el diámetro de fibra, longitud de mecha y peso de vellón en alpacas huacaya de primera y segunda esquila, se utilizaron 20 alpacas por dos campañas, 10 de cada sexo, de los cuales se obtuvieron sacabocado de piel, y estos se procesaron en el laboratorio de Histología y Embriología de la FMVZ - UNA – Puno. Sus resultados para la densidad de folículos secundarios fueron  $34,09 \pm 1,09$  y  $36,08 \pm ,087$  para hembras y machos de 1ra esquila,  $31,51 \pm 1,12$  y  $31,78 \pm 0,92$  para hembras y machos de 2da esquila respectivamente y para la relación S/P reportó 12,18 y 13,36 para hembras y machos de 1ra esquila y 11,15 y 13,24 en hembras y machos de 2da esquila, el diámetro de fibra en alpacas machos y hembras de 1ra

esquila fue 17,27 y 17,18 micras, y en la 2da 18,73 y 18,63 micras respectivamente. Concluye que la correlación entre densidad folicular secundario de primera esquila y segunda esquila es negativa y baja.

Ramos, Olivera y Mamani (2018) en su artículo *Parámetros foliculares de tres regiones corporales y su relación con características de la fibra de alpaca (Vicugna pacos)*, se plantearon el objetivo de determinar la relación de los parámetros foliculares en tres regiones corporales de alpacas huacaya (*Vicugna pacos*) con el peso de vellón sucio (PVS), diámetro de fibra (DF) y rendimiento al lavado (RL), según sexo y edad, trabajaron con ( $n=80$ ) alpacas huacaya de color blanco, dientes de leche, dos dientes, cuatro dientes y boca llena procedentes del Distrito de Cotaruse, Apurímac, de estos se obtuvieron biopsias de piel y muestras de fibra en tres regiones corporal (paleta, costillar medio y muslo del lado derecho) las muestras de fibra fueron analizadas con el OFDA 2000. Sus resultados para la DF en machos fue  $25,25 \pm 7,18$  fol./mm<sup>2</sup> y para hembras  $26,82 \pm 8,36$  fol./mm<sup>2</sup>; las cifras que muestran para DF para animales dientes de leche fue  $23,94 \pm 7,30$  fol./mm<sup>2</sup>, para los de dos dientes fue  $26,77 \pm 6,61$  fol./mm<sup>2</sup>, para los de cuatro dientes fue  $28,84 \pm 10,43$  fol./mm<sup>2</sup> y para animales boca llena fue  $28,84 \pm 10,43$  fol./mm<sup>2</sup> y las cifras que consolidó para el MDF para individuos diente de leche fue  $23,04 \pm 1,77$  μm, para animales de dos dientes  $21,42 \pm 1,96$  μm, en alpacas de cuatro dientes fue  $20,70 \pm 2,30$  μm y para los de boca llena obtuvo  $20,97 \pm 2,86$  μm. Llegaron a la conclusión de que el sexo no influye sobre el IF y el factor región corporal tampoco ejerce influencia en el IF.

Machaca *et al.*, (2017) publicaron un artículo titulado *Características tecnológicas de la fibra de alpaca huacaya blanca y de color en Apurímac, Perú*, donde su objetivo principal fue caracterizar diferentes rasgos de la fibra de alpaca. Para esto procesaron 145 muestras de fibra blanca y de

color. Los resultados de la MDF y FC que obtuvieron fueron; la MDF en alpacas hembras y machos fue 22,79 y 23,79  $\mu\text{m}$  respectivamente; el FC fue de 87,41% en machos y 91,23% en hembras y el CV para machos fue 23,13% y para hembras 22,30%. Concluyen que la calidad de la fibra de alpaca de Apurímac puede ser mejorada.

Vélez *et al.*, (2016) realizaron una investigación titulada *Histología cuantitativa de la piel de alpaca diferenciada por calidad de fibra*, donde se plantearon el objetivo de describir la histología cuantitativa de la piel de alpaca diferenciada por la calidad de fibra, para esto utilizaron ( $n=20$ ) alpacas machos que se distribuyeron en dos grupos ( $n=10$ ), diferenciados por calidad de fibra, de acuerdo a los registros de la Estación Experimental del IVITA Maranganí-La Raya. La calidad fue valorada a través del diámetro de fibra utilizando un fibrómetro (Reichert–Sweden), las muestras de piel se obtuvieron utilizando un sacabocado, para el proceso histológico y coloración con Hematoxilina/Eosina. Obtuvieron resultados para densidad de folículos primarios (DFP) en animales de fibra fina (FF) y fibra gruesa (FG) de  $1,43 \pm 0,57$  fol./ $\text{mm}^2$  y  $1,51 \pm 0,66$  fol./ $\text{mm}^2$  respectivamente, los resultados para densidad de folículos secundarios (DFS) en animales de FF y FG fue de  $20,33 \pm 1,76$  fol./ $\text{mm}^2$  y  $17,14 \pm 3,82$  fol./ $\text{mm}^2$  respectivamente y para el índice folicular (IF) S/P en animales FF y FG fue de  $16,56 \pm 6,98$  y  $13,77 \pm 7,10$  respectivamente. Concluyen que la calidad de fibra es influenciada por la densidad de folículos secundarios y de folículos totales.

Mendoza (2014) en su tesis titulado *Suplementación con un complejo aminoacídico sobre la longitud de mecha, diámetro de fibra, peso de vellón y densidad folicular en alpacas huacaya*, su objetivo principal fue evaluar el efecto del Aminoplex Forte sobre la densidad de los folículos pilosos y producción de fibra, para el desarrollo de este trabajo utilizó 32 alpacas

crías: T1: grupo control 16 machos y T2: 16 hembras, para ello se tomaron muestras de piel mediante biopsias que se procesaron utilizando la coloración Hematoxilina y Eosina (H&E) y muestras de fibra de la zona del costillar medio las que se analizaron con el OFDA 2000. Los resultados que consolidó para la longitud de mecha en T1 fue 9,75 cm y para T2 9,84 cm, los resultados para la MDF para el T1 fue 25,68  $\mu\text{m}$  y para T2 25,75  $\mu\text{m}$  y para la DF obtuvo en el T1 28,62 fol./ $\text{mm}^2$  y en el T2 34,43 fol./ $\text{mm}^2$ . En su conclusión afirma que al evaluar la suplementación del Aminoplex Forte no existe efecto en la longitud de mecha y el MDF, pero si se encontró un efecto positivo en la DF.

### **2.1.3. Locales**

Paitan (2019) en su tesis titulado *Características tecnológicas de la fibra de alpaca (Vicugna pacos) de la asociación de productores agropecuarios de Andibay* en Huancavelica, donde se planteó el objetivo de establecer algunas características tecnológicas de la fibra de alpaca como MDF, CV y FC. Para esto fue necesario 138 muestras de fibra. Sus resultados para estas variables fueron: la MDF en alpacas dientes de leche, 2 dientes, 4 dientes y boca llena fueron de 15,87  $\mu\text{m}$ , 17,63  $\mu\text{m}$ , 18,77  $\mu\text{m}$  y 21,61  $\mu\text{m}$  respectivamente y en alpacas machos 18,09  $\mu\text{m}$  y en hembras 18,70  $\mu\text{m}$ ; Para el CV fue de 22,84 %; 23,56 %; 23,96 % y 22,84 % que según edad fueron distribuidos como dientes de leche, 2 dientes, 4 dientes y boca llena respectivamente, así mismo el CV según sexo fue en machos 23,99 % y en hembras 22,66 %. Por último, este autor reportó valores de FC según edad de 99,37 %; 97,64 %; 95,87 % y 91,09 % en alpacas dientes de leche, 2 dientes, 4 dientes y boca llena respectivamente y el FC según el sexo en machos fue 96,68 % y en hembras 95,69 %. Concluye que la edad y el sexo influyen en la MDF, CV y FC.

Paucar *et al.*, (2019) realizaron un estudio denominado *Características textiles de la fibra de las alpacas huacaya (Vicugna pacos)*, para lo cual tomaron muestras de fibra del costillar medio de 74 alpacas blancas (42 hembras y 32 machos) de distintas edades del Centro de Investigación y Desarrollo de Camélidos Sudamericanos-Lachocc (CIDCS-L) de la Universidad Nacional de Huancavelica (UNH). Los resultados que obtuvieron fueron: para la media del diámetro de fibra (MDF) en alpacas hembras y machos fueron 22,95  $\mu\text{m}$  y 23,54  $\mu\text{m}$ , respectivamente, para el coeficiente de variación (CV) fueron 18,69 % y 19,57 %, respectivamente, para el factor de confort (FC) fueron 92,27 % y 90,38 %, respectivamente y para la tasa de crecimiento (TC) fueron 1,09 cm y 0,98 cm, respectivamente. Concluyeron mencionando que la fibra de las alpacas del (CIDCS-L) son de buena calidad según la clasificación vigente de la Norma Técnica Peruana.

Felipe y Poma (2016) realizaron un experimento titulado *Efecto del aminoácido como suplemento sobre algunos parámetros productivos en alpacas*, el objetivo de este trabajo fue Determinar el efecto del Aminoplex como suplemento sobre algunos parámetros productivos en alpacas, este trabajo se desarrolló en el (CIDCS – L) de la Universidad Nacional de Huancavelica, para su desarrollo utilizaron 45 alpacas hembra (dientes de leche) que se dividieron en 3 grupos de 15 animales cada uno T1 (testigo), T2 (1.0 ml de Aminoplex/5 kg PV) y T3 (2.0 ml de Aminoplex/5 kg PV), para el análisis de la fibra utilizaron el OFDA 2000. Consolidaron los siguientes resultados para las medias de la tasa de crecimiento mensual de fibra en T1=0,99 cm, T2=1,06 cm y T3=1,13 cm, las medias para el diámetro de fibra fueron de T1=23,48  $\mu\text{m}$ , T2=21,94  $\mu\text{m}$  y T3=21,10  $\mu\text{m}$ . Llegan a la conclusión de que la suplementación de Aminoplex en la alpaca influye en la tasa de crecimiento de fibra, pero no en el diámetro de fibra.

Oruna (2016) en su tesis titulado *Caracterización histológica de la piel en crías de alpaca (Vicugna pacos) del Centro de Investigación y Desarrollo de Camélidos Sudamericanos - Lachocc*, para esto se planteó como objetivo realizar la caracterización histológica de la piel y su relación con el diámetro de fibra en crías de alpacas del (CIDCS – L) de la Universidad Nacional de Huancavelica, trabajó con 100 crías de alpaca de un año de las cuales obtuvo muestras de piel y fibra del costillar medio, las pieles se extrajeron con un sacabocado de 8 mm de diámetro y se procesaron utilizando el método de la parafina y coloración con hematoxilina y eosina, para el conteo folicular ( $\text{mm}^2$ ) utilizó el Axion Vision (v.4.7.1.) y para analizar la fibra se utilizó el OFDA 2000. Obtuvo los siguientes resultados: para el índice folicular (IF) S/P fue  $9,5 \pm 4,9$  densidad folicular (DF)  $36,4 \pm 8,7$  fol./ $\text{mm}^2$  y media del diámetro de fibra (MDF)  $19,5 \pm 1,3$   $\mu\text{m}$ . concluye mencionando que las características densidad folicular y diámetro de fibra tienen un alto, negativo y altamente significativo grado de asociación, por lo tanto, el rasgo densidad folicular podría ser utilizado en una selección indirecta para el diámetro de fibra en alpacas en edad temprana.

Paucar y Sedano (2014) en su investigación *Correlación entre índice folicular, peso de vellón y diámetro de fibra en alpacas de raza huacaya de color blanco*, con el objetivo de determinar las correlaciones entre índice folicular (IF), peso de vellón sucio (PVS) y media del diámetro de fibra (MDF) en alpacas huacaya de color blanco del Centro de Investigación y Desarrollo de Camélidos Sudamericanos – Lachocc de la Universidad Nacional de Huancavelica. Para ello se obtuvieron muestras de fibra y piel del costillar medio y se pesaron los vellones de 70 alpacas de uno y dos años de ambos sexos, las muestras de piel se trabajaron con el Procesador Rotatorio de Tejidos (STP- 120) y la fibra fue analizada con el OFDA 2000. Sus resultados fueron para el IF (S/P) 12,81 y la MDF 21,10  $\mu\text{m}$ .

concluyendo que el índice IF tiene correlación negativa baja con la MDF, por lo tanto, las alpacas con mayor IF tendrán fibras más finas.

Ticlla (2014) realizó un estudio titulado *Correlaciones fenotípicas entre el peso de vellón sucio y los parámetros tecnológicos en fibra de alpacas del centro de investigación y desarrollo de camélidos sudamericanos – Huancavelica*, para lo cual fueron necesarias 74 alpacas huacaya de color blanco de 1 año de edad, de las cuales se sacaron muestras de fibra del costillar medio de cada animal, que posteriormente fueron analizados en el OFDA 2000. Sus resultados fueron: para la media del diámetro de fibra (MDF) en machos 19,92  $\mu\text{m}$  y en hembras 19,77  $\mu\text{m}$ , para el coeficiente de variación (CV) en machos 20,63% y en hembras 20,82% y para el factor de confort (FC) en machos 97,33 % y en hembras 97,37 %. Concluye mencionando que existe una alta correlación positiva entre las variables de estudio.

## **2.2. Bases teóricas**

### **2.2.1. Generalidades**

La Alpaca (*Vicugna pacos*) es la especie animal productor de fibra más importante de la familia de los camélidos sudamericanos. Se reconocen dos razas de alpaca, huacaya y suri. La alpaca huacaya tiene el vellón ondulado y más popular. De los aproximadamente 3.5 millones en el mundo, la mayoría se encuentran en Perú, y la mayoría del resto en Chile y Bolivia (Lupton *et al.*, 2006, p. 212)

Hasta hace unos 20 años, se consideraba que las alpacas se adaptaban específicamente a su entorno nativo. Sin embargo, la introducción exitosa de la especie a Australia, Canadá, Inglaterra, Francia, Nueva Zelanda y EE.

UU. han demostrado que las alpacas son más versátiles de lo que se reconocía anteriormente (Lupton *et al.*, 2006, p. 212).

La producción ocurre en el altiplano andino (Fowler, 1999 y Montes *et al.*, 2008), donde se alimentan de los pastos naturales que crecen a esa altitud, cuya disponibilidad está sometida a los cambios estacional (Fowler, 1999). “La cría de alpacas constituye una actividad económica importante en los Andes, y ocurre bajo un sistema tradicional de producción de pequeños pastores familiares denominados alpaqueros” (Montes *et al.*, 2008, p. 33).

### **2.2.2. Aminoácidos**

#### ***a. Definición***

“Los aminoácidos (AA) se definen como sustancias orgánicas que se caracterizan por tener un grupo nitrogenado básico, generalmente un grupo amino (-NH<sub>2</sub>) y una unidad de carboxilo ácido (-COOH)” (McDonald *et al.*, 2011, p. 53).

Su importancia radica en que los AA son formadoras de proteínas ya que se unen a través de enlaces amida conocidos como enlaces peptídicos. La peculiaridad de cada proteína se determina luego por los aminoácidos que contiene, cómo estos aminoácidos están organizados en una cadena y otras interacciones complejas que la cadena crea consigo misma y con el medio ambiente (Lopez y Mohiuddin, 2021), veinte aminoácidos son los componentes básicos de las proteínas (Boisen, 2003, pp. 157-168), tienen la acción de expresión genética ligados a los factores de transcripción (Lopez y Mohiuddin, 2021).

McDonald *et al.*, (2011) considera que “los aminoácidos que se encuentran comúnmente en las proteínas son: Glicina, Serina, Alanina, Treonina, Valina, Leucina, Isoleucina, Cisteína, Metionina, Ácido

Aspártico, Ácido Glutámico, Asparagina, Glutamina, Lisina, Histidina, Arginina, Fenilalanina, Tirosina, Triptófano y Prolina” (p. 58), a esta lista de AA Drauz *et al.*, (2012) incluye también “Cistina e Hidroxiprolina” (p. 38).

### **b. Importancia**

“Los aminoácidos tienen funciones fisiológicas específicas e importantes más allá de sus funciones como los componentes básicos de la proteína” (Wu *et al.*, 2014, p. 9), “estas sustancias tienen funciones tanto estructurales como fisiológicas en el cuerpo de los animales. Por lo tanto, son necesarias para la supervivencia, el crecimiento, el desarrollo, la reproducción y la salud de los animales” (Wu, 2014, p. 1) y “deben incluirse en las dietas para mantener las funciones fisiológicas de las células, los tejidos y todo el cuerpo” (Wu, 2010, p. 31).

“El metabolismo anormal de un AA desequilibra la homeostasis de todo el cuerpo, perjudica el crecimiento, la producción y el desarrollo, e incluso puede causar la muerte del animal” (Wu *et al.*, 2004, p. 2785s) y (Orlando *et al.*, 2008, p. 20).

Por ejemplo, “la Glutamina, Glutamato, Prolina, Glicina y Arginina juegan un papel importante en la regulación de la expresión génica, la señalización celular, las respuestas antioxidantes, la neurotransmisión y la inmunidad” (Wu, 2014, p. 7).

### **c. Clasificación**

“Los aminoácidos (AA) se clasifican tradicionalmente como AA nutricionalmente esenciales y AA no esenciales para los animales” (Wu, 2010, p. 31).

- ***Aminoácidos esenciales***

Entre los 20 aminoácidos comunes que se encuentran en las proteínas (McDonald *et al.*, 201, p. 53) y (Lopez y Mohiuddin, 2021) 9 se consideran absolutamente indispensables para todos los seres vivos incluidos los animales (D'Mello, 2003, p. 2) y (Lopez y Mohiuddin, 2021), “ya que son aquellos AA que regulan las vías metabólicas clave para mejorar la salud, la supervivencia, la producción, el crecimiento, la lactancia y la reproducción de los animales” (Wu, 2010, p. 31).

La necesidad de estos aminoácidos surge de la incapacidad de todos los animales para sintetizar el esqueleto de carbono (McDonald *et al.*, 2011, p. 53), o el cetoácido correspondiente (D'Mello, 2003, p. 2).

Los AA esenciales son: Lisina, Treonina, Metionina, Triptófano, Leucina, Isoleucina, Valina, Histidina y Fenilalanina (Bercovici y Fuller, 1995), (Lopez y Mohiuddin, 2021), (D'Mello, 2003, p. 2) y (McDonald *et al.*, 2011, p. 53), pero Wu (2009) considera también a la Arginina como esencial (pp. 3-4).

- ***Aminoácidos no esenciales***

Los AA no esenciales, también conocidos como AA prescindibles, son aquellas que se pueden sintetizar en cantidades adecuadas en el cuerpo del animal o a partir de AA esenciales, por lo cual pueden ser excluidos de la dieta de los animales (Lopez y Mohiuddin, 2021).

D'Mello (2003) menciona que los AA que pertenecen a este grupo son: “Glutamato, Glutamina, Glicina, Serina, Alanina, Aspartato y Asparagina” (p. 3).

#### **d. Suplementación de aminoácidos**

Es el aporte adicional o complementaria de AA en la dieta de los animales es debido a que la dieta de los animales contiene niveles bajos de estos AA (Wu *et al.*, 2014, p. 2). La suplementación dietética con estos AA mejora la proteína tisular, rendimiento de síntesis y crecimiento en los animales. E incluso, un adecuado suministro de estos AA mejora de manera beneficiosa la inmunidad (Le Floc'h *et al.*, 2010, p. 1199) y aumenta la eficiencia de la producción animal (Wu *et al.*, 2014, p. 2).

Formulación de Aminoplex Forte: Dextrosa 50 mg, Cloruro de calcio 0.15 mg, Cloruro de potasio 0.2 mg, Sulfato de magnesio 0.2 mg, Acetato de sodio trihidratado 2.5 mg, Hidrocloruro de L-Histidina 0.34 mg, DL-Metionina 0.34mg, DL-Triptófano 0.34 mg, Hidrocloruro de L-Cisteína 0.34mg, L-Treonina 0.68 mg, DL-Isoleucina 0.68 mg, Hidrocloruro de L-Arginina 0.85 mg,DL-Fenilalanina 1.02 mg, DL-Valina 1.7 mg, Hidrocloruro de L-Lisina 1.02 mg, L-Leucina 1.36 mg, Glutamato monosódico 1.36 mg, Vit B1 (Tiamina Clorhidrato) 0.10 mg, Vit.B2 (Rivoflavina 5 Fosfato) 0.04 mg, Vit. B6 (Piridoxina Clorhidrato) 0.1 mg, Vit. B12 (Cianocobalamina) 0.05 mcg, Nicotinamida 1.5 mg, excipientes c.s.p. 1 ml.

### **2.2.3. Índice folicular**

#### **a. Definición**

Galbraith (2010) menciona que este “es una característica que se deriva de la división entre el número de folículos secundarios y folículos primarios (S/P) en una cierta área de piel” (p. 1496).

Por otra parte, Molina et al., (2016) afirma que “el potencial productivo del folículo de la piel se mide a través de la relación de folículos secundarios a primarios S/P” (p. 24).

Además de la relación S/P, la distribución espacial de los folículos podría usarse para caracterizar las razas. El análisis de patrones de puntos puede ayudar a estudiar las estructuras foliculares de la piel y encontrar parámetros adecuados para la clasificación e identificación (Illian *et al.*, 2007, p. 270).

#### **b. Importancia**

La fibra se produce en folículos incrustados en la piel. Tienen importancia para determinar el rendimiento y la calidad de la fibra (Galbraith, 2010, p. 1490),

La estructura folicular de la piel representa uno de los caracteres más importantes para la selección de una producción mejorada de fibra (Charry, 1998) citado por Molina *et al.*, (2016, p. 25), según Jackson *et al.*, (1975) “algunos aspectos cuantitativos de la piel se han considerado como componentes importantes en planes de mejora genética” (p. 955).

Las alpacas con mayor índice folicular tienen fibras más finas, debido a que esta característica y la media del diámetro de fibra están relacionados (Paucar y Sedano, 2014, p. 53). La calidad de la fibra de alpaca está influenciada por el promedio de la cantidad de folículos secundarios y el promedio de la cantidad total de folículos pilosos, es así que conforme la densidad de folículos pilosos incrementa la fibra disminuye su diámetro (Vélez *et al.*, 2016, p. 9).

Debido al alto grado de asociación entre densidad folicular y diámetro de fibra, el rasgo densidad folicular podría ser utilizado en una

selección indirecta para el diámetro de fibra en alpacas a edad temprana (Oruna, 2016, p. 33).

**c. Folículos pilosos**

Los folículos pilosos se encuentran en grupos foliculares; compuestos por un folículo primario rodeado de 3 a 20 folículos secundarios en alpacas suri, en cambio en alpacas Huacaya un folículo primario se encuentra rodeado por 3 a 26 folículos secundarios; también pudiéndose encontrar folículos primarios solitarios (folículo primario extra grupo folicular) (Badajoz *et al.*, 2009, p. 154).

Los grupos foliculares están formados por uno, dos o tres folículos primarios y un número variable de folículos secundarios (que van de 0 a 33), pero la mayoría de los grupos foliculares tienen solo un folículo primario (Molina *et al.*, 2016, p. 28).

Los folículos pilosos pueden presentarse en forma aislada o en agrupaciones (Lacolla *et al.*, 2010, p. 8), que están estructurada por folículos primarios (FP) y secundarios (FS), también se considera que los números de folículos están determinados genéticamente y fijados alrededor del nacimiento, aunque se producen cambios en la actividad de los folículos individuales durante la vida del animal, las fibras más importantes comercialmente son las producidas por los FS. El valor comercial de las fibras depende del número y la densidad de los folículos (DF), que afectan la cantidad de fibra producida y la finura. Otras propiedades importantes de la fibra son la medulación (Galbraith, 2010, p. 1491).

#### 2.2.4. Crecimiento de la fibra

##### a. Tasa de crecimiento

Con respecto a la tasa de crecimiento, Quispe *et al.*, (2014) realizaron estudios sobre el efecto del genotipo y sexo sobre la tasa de crecimiento de la fibra de alpacas durante el primer año de producción de vellón en donde los resultados mostraron que la TCF es afectada por el genotipo y el mes, pero no por el sexo. De este modo la fibra de alpacas suri crece un 20% más que fibras de alpacas huacaya (1,34 contra 1,10 cm/mes,  $P < 0,001$ ). Asimismo, se encontró que la TCF se incrementa significativamente durante los primeros tres meses ( $P < 0,05$ ), pero que luego se mantiene constante (p. 151).

##### b. Importancia

Es obvio que la longitud de fibra juega un papel importante como factor de calidad, ya que esta característica permite clasificarla (Bustanza, 2001).

Wang *et al.*, (2003) “destaca que, la longitud promedio de la fibra es el mayor determinante para diferenciar el tipo de procesamiento que seguirá la fibra” (p. 118).

La longitud de la fibra y la variación del diámetro de fibra también afectan la calidad de vellón porque afecta el proceso de producción de hilo. Una longitud en alpaca de unos 75 mm se considera ideal para el sistema peinado (Frank, 2017), de lo contrario, limita y dificulta las confecciones de prendas de vestir de alpaca de buena calidad para comercializarlas (Parodi, 2011, p. 22).

### ***c. Factores que afectan el crecimiento de la fibra***

La fibra de alpaca es un producto que está en crecimiento continuo, que en cada animal se da de forma diferente. Quispe *et al.*, (2014) mencionan que, bajo condiciones de pastoreo en la sierra peruana, el crecimiento de la fibra en alpacas jóvenes es mayor los tres primeros meses de edad y que luego tienen un crecimiento constante el resto del primer año (p. 152). “Cabe señalar que en los primeros 5 años de edad de la alpaca, el crecimiento de la fibra es mayor, luego disminuye gradualmente” (Quispe *et al.*, 2021, p. 6). Por otro lado, Mamani (2011), indica que, en cuanto al crecimiento de la fibra, esta es mayor hasta los dos dientes de edad, asumiendo que es lógico que después de cada esquila la longitud de mecha sea cada vez menor, que, a partir de la primera esquila, la longitud de fibra desciende gradualmente año tras año.

En cuanto a la raza las fibras de las alpacas Suri tienen mayor crecimiento en comparación de alpacas Huacaya (Quispe *et al.*, 2014, p. 151), dándonos a entender que la raza si influye en el crecimiento de la fibra.

Por otra parte, en estudios recientes, Quispe *et al.*, (2014), Quispe (2020) y Quispe *et al.*, (2021) han demostrado que el sexo de la alpaca no influye en el crecimiento de la fibra.

Montes (2007) manifiesta que la nutrición juega un rol muy importante en la producción y calidad de fibra; de igual forma, Franco *et al.*, (2009) mencionan que “la longitud y la finura de la fibra de alpaca están influenciadas fuertemente por la alimentación, pues animales bien alimentados producen fibras más gruesas y de mayor longitud” (p. 192).

## 2.2.5. Características textiles de la fibra

### a. Definición

Son características que tienen influencia en la transformación de la fibra en tejidos u otros terminales de uso, haciendo que el producto tenga una mayor rentabilidad y sea de preferencia para el consumidor (Quispe, Poma y Purroy, 2013, p. 6).

### b. Importancia

El uso final, la calidad del producto y el rendimiento textil de la alpaca están determinados y restringidos por las características de las fibras en bruto. Por lo tanto, el valor y el precio, en un momento específico, también están estrechamente relacionados con las propiedades de la fibra cruda (McCull *et al.*, 2004, p. 186).

El diámetro de fibra, el peso de vellón, el factor de confort y la finura al hilado son las principales características desde el punto de vista comercial y manufacturero (Quispe *et al.*, 2009, p. 705)

Por otra parte, su importancia radica según Quispe *et al.*, (2013) en el procedimiento de la clasificación se realiza teniendo en cuenta el diámetro de la fibra, longitud y color (p. 20).

### c. Clasificación

- **Media del diámetro de fibra**

El diámetro de la fibra o media del diámetro de fibra (MDF) es uno de los factores más importantes en la clasificación de la fibra, el cual determina el precio de la fibra en el mercado. La comercialización

generalmente se realiza por peso de vellón (Quispe *et al.*, 2009, p. 705).

Paucar y Sedano (2014) mencionan que el diámetro de fibra es la característica tecnológica de mayor importancia para la industria textil; ya que la fibra pasa por una serie de procesos de estiramiento y fricción (p. 26).

Huanca, Apaza y Lazo (2007) describen que el diámetro de la fibra está influenciado por el sexo, donde los machos tienen mayor diámetro de fibra que las hembras, la edad también influye en esta característica por tal razón los animales jóvenes poseen vellones con fibras de menor diámetro, el clima también influye en el diámetro ya que está relacionado con la oferta forrajera y por último hay una variación del diámetro por región anatómica del cuerpo (p. 4).

Las fibras de mayor diámetro son las que se hallan en el pecho, muslo y espalda; así mismo el diámetro se incrementa en la dirección dorso-ventral y finalmente es bien claro que las fibras de menor diámetro se encuentran en la línea media superior del animal, es decir en la cruz, lomo y grupa (Bustinza, 2001).

- ***Coficiente de variación del diámetro de fibra***

“Es una medida de amplitud relativa del diámetro de la fibra alrededor de la media dentro de un vellón” (Manso, 2011, p. 16).

El coeficiente de variación del diámetro de la fibra (CVDF) es una medida de heterogeneidad del diámetro de las fibras dentro de un vellón y se expresa como el cociente entre la desviación estándar y el promedio multiplicado por 100, por lo tanto, su magnitud está expresada en porcentaje. Un vellón con CVDF más bajo indica una

mayor uniformidad de los diámetros de las fibras individuales dentro del vellón (McLennan y Lewer, 2005).

Según McGregor y Butler (2004), Quispe *et al.*, (2009) y Vásquez *et al.*, (2015) el CV MDF no es afectado por el sexo de las alpacas. Al respecto, se sabe que “el CV MDF tiene alta influencia sobre algunas propiedades requeridas en la industria textil” (Lupton *et al.*, 2006, p. 215), pues conjuntamente con “el MDF determinan la finura al hilado de la fibra que está asociado al rendimiento del hilado” (McGregor, 2006, p. 94).

La variabilidad del diámetro de fibra entre vellones de alpacas depende de componentes ambientales genéticos y de la interacción entre ambos. El diámetro de fibra involucra la herencia de caracteres morfológicos, sujetos a factores genéticos y ambientales, los que en conjunto o en forma separada, gravitan en forma sencilla durante el crecimiento determinando variaciones en el grosor de éstas (Helman, 1952; citado por Trejo, 1986). Es por ello que también se observa que la variación del diámetro de fibra se da entre razas, sexos, individuos, edades, dentro de un mismo vellón, entre fibras de una mecha y aun dentro de la misma fibra (Carpio, 1991).

- ***Factor de confort***

El factor de confort (FC) se define como el porcentaje de las fibras menores de 30  $\mu\text{m}$  que tiene un vellón y se conoce también como factor de comodidad. Si más del 5% de fibras son mayores a 30  $\mu\text{m}$ , entonces el tejido resulta ser no confortable para su uso por la picazón que siente el consumidor en la piel (McLennan y Lewer, 2005).

Contrariamente, el porcentaje de fibras mayores a 30 micrones se conoce como el factor de picazón (FP). Por tanto, la industria textil de prendas prefiere vellones con un FC igual o mayor a 95% con un FP igual o menor a 5%. Estos dos parámetros valoran los intercambios de sensaciones entre el cuerpo humano y la prenda de fibra ante las respuestas fisiológicas y sensoriales de las personas (Sacchero, 2005, p. 12).

Durante el uso de las prendas, los terminales de la fibra emergen hacia la superficie y presionan contra la piel. La fuerza que el terminal de la fibra puede ejercer sobre la piel antes de flexionarse es altamente dependiente de su diámetro y longitud de emergencia. Por encima de la fuerza crítica (100 mg) los nervios que se encuentran situados justo debajo de la piel son provocados. Cuando se reciben muchas de estas señales el cerebro lo interpreta como una sensación no placentera, comúnmente llamada picazón. Para un tejido plano usado comúnmente en chompas o suéteres, el diámetro crítico que conlleva a la picazón es aproximadamente de 30 a 32  $\mu\text{m}$ , aunque esto varía considerablemente entre personas, temperatura y limpieza de la piel. En prendas normales confeccionadas con lana que exhiben una media de 21  $\mu\text{m}$  tienen un número pequeño de fibras con diámetros mayores a 30  $\mu\text{m}$ , lo que le da confortabilidad a la prenda (Naylor y Stanton, 1997, p. 244).

El FC por estrato etario es estadísticamente significativo, siendo menor conforme avanza la edad. Sin embargo, es necesario realizar una corrección por efectos medioambientales, pues el factor nutrición podría estar afectando el FC (Quispe *et al.*, 2007) y (Vasquez *et al.*, 2015).

### 2.3. Definición de términos

**Aminoácidos esenciales:** Compuesto orgánico no sintetizado por el organismo, esencial para el equilibrio nitrogenado en los adultos y para el crecimiento óptimo en lactantes (Pocket, 2010).

**Aminoácidos no esenciales:** Cualquiera de los 11 aminoácidos que no son esenciales para la dieta porque el cuerpo puede sintetizar a partir de otros aminoácidos (Pocket, 2010).

**Biopsia:** pequeña pieza de tejido vivo extraída de un órgano (Pocket; 2010).

**Folículos primarios:** Este es el primero en desarrollarse en el feto, de mayor diámetro que los folículos secundarios; también está relacionado con la glándula sebácea, la glándula sudorípara y el músculo erector pili (Badajoz *et al.*, 2009).

**Folículos secundarios:** Estos empiezan su desarrollo después de los folículos primarios en el feto, tienen menor diámetro y están acompañados con frecuencia de glándulas sudoríparas (Badajoz *et al.*, 2009, p. 157).

**Grupo folicular simple:** Estos están formados sólo por folículos secundarios que se encuentran en su mayoría fusionados a través de su vaina radicular externa (Badajoz *et al.*, 2009, p. 156).

**Grupo folicular compuesto:** Estos se encuentran formados por folículos primarios y secundarios, delimitados completamente por tejido conectivo denso que se infiltra entre ambos, formando un fino estroma conectivo (Badajoz *et al.*, 2009, p. 156).

**Diámetro:** Longitud de una línea recta que pasa por el centro de un círculo y conecta puntos opuestos en su circunferencia (Pocket, 2010).

**Factor de confort:** Se define como el porcentaje de las fibras menores de 30  $\mu\text{m}$  que tiene un vellón y se conoce también como factor de comodidad. Si más del 5% de fibras son mayores a 30  $\mu\text{m}$ , entonces el tejido resulta ser no confortable para su uso por la picazón que siente el consumidor en la piel (McLennan y Lewer, 2005).

**Coefficiente de variación del diámetro de fibra:** Es una medida de amplitud relativa del diámetro de la fibra alrededor de la media dentro de un vellón (Manso, 2011, p. 16).

## 2.4. Hipótesis

$H_0$ : La suplementación de Aminoplex Forte no tiene efecto sobre el índice folicular, características textiles y crecimiento de la fibra de alpaca en época seca.

$H_1$ : La suplementación de Aminoplex Forte tiene efecto sobre el índice folicular, características textiles y crecimiento de la fibra de alpaca en época seca.

## 2.5. Variables

### 2.5.1. Variable independiente

- ✓ Aminoácidos

### 2.5.2. Variables dependientes

- ✓ Índice folicular
- ✓ Características textiles
- ✓ Tasa de crecimiento de la fibra

**Tabla 1***Definición operativa de variables.*

<b>Variable independiente</b>	<b>Indicador</b>	<b>Escala</b>
Aminoácidos	Dosis control: 0 ml Dosis tratamiento: 3ml/5kg p.v.	Razón
<b>VARIABLES DEPENDIENTES</b>	<b>INDICADOR</b>	<b>ESCALA</b>
Índice folicular	Folículos primarios (1 – 3 folículos) Folículos secundarios (12 – 46 folículos)	Intervalo
Características textiles	Media del diámetro de fibra ( $\mu\text{m}$ )	Intervalo
	Coefficiente de variación del diámetro de fibra (%)	Intervalo
	Factor de confort (%)	Intervalo
Tasa de crecimiento de la fibra	Longitud (cm/mes)	Razón



## **CAPÍTULO III**

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. Ámbito temporal y espacial**

La investigación se realizó de Julio del 2018 a febrero de 2019 en el Centro de Investigación y Desarrollo de Camélidos Sudamericanos de la Universidad Nacional de Huancavelica, ubicada entre los 4100 y 4750 m. s. n. m., con temperaturas que varían desde  $-5^{\circ}\text{C}$  a  $0^{\circ}\text{C}$  en la noche y una temperatura máxima de  $13^{\circ}\text{C}$  a  $15^{\circ}\text{C}$  de día.

El análisis de las muestras de piel y fibra se realizó en el Laboratorio de Mejoramiento Genético (LAMG), en las áreas de Micro histología y Análisis de Fibras, de la Universidad Nacional de Huancavelica, ubicado en la Ciudad Universitaria de Paturpampa en la ciudad de Huancavelica.

#### **3.2. Tipo de investigación**

El tipo de investigación para este trabajo es básico, pues solo busca ampliar y profundizar el caudal de conocimiento científico existente acerca de la realidad (Carrasco, 2005, p. 43).

### **3.3. Nivel de investigación**

Esta investigación es de nivel explicativo, ya que se busca responder las causas de los eventos y explicar por qué ocurre un fenómeno (Hernandez y Mendoza, 2018, p. 172).

### **3.4. Método de investigación**

Se utilizó el método científico y el método deductivo, que consiste en tomar conclusiones generales para obtener explicaciones particulares (parte de lo general a lo particular) (Bernal, 2010, p. 59).

### **3.5. Diseño de investigación**

El estudio tiene un diseño experimental, pues en esta investigación se ha manipulado deliberadamente la variable independiente, para analizar las consecuencias que la manipulación tiene sobre las variables dependientes (Hernandez y Mendoza, 2018, p. 173).

Para la investigación se utilizó 2 grupos de alpacas (grupo control y tratamiento) que estuvo conformado por 14 alpacas cada una de ambos sexos por igual. Al grupo control se le suministró 3 ml/ 5kg pv de suero fisiológico y al tratamiento 3 ml/ 5kg pv de Aminoplex Forte, en ambos casos por vía intraperitoneal.

Para la comparación de medias se utilizó la prueba de T de Student.

### **3.6. Población, muestra y muestreo**

#### **3.6.1. Población**

El proyecto se trabajó con población de alpacas hembras y machos de 18 meses de edad del centro de Investigación y Desarrollo de Camélidos Sudamericanos – Lachocc: que en total son 43.

### 3.6.2. Muestra

Para el cálculo del tamaño muestral se determinó con la siguiente formula, que fue utilizado por (Paucar y Sedano, 2014).

$$n = \frac{N (Z_{1-\alpha/2})^2 S^2}{d^2 (N - 1) + (Z_{1-\alpha/2})^2 S^2}$$

Donde:

$n$ : Tamaño de muestra.

$N$ : Tamaño de población (43).

$Z_{1-\alpha/2}$ : Valor de la distribución normal estándar con  $\alpha= 0,05$  (1,96).

$S^2$ : Varianza del diámetro de fibra (15,21), según Manso (2011).

$d$ : Precisión (0,78).

Con la formula plateada en la parte superior se determinó el tamaño de la muestra ( $n=28$ ) de una población de 43 alpacas huacaya de color blanco de un año de edad. Las cuales fueron distribuidos como muestra la siguiente tabla.

**Tabla 2**

*Distribución de muestra por tratamiento.*

Tratamientos	Muestra	
	Machos	Hembras
Control	7	7
Aminoplex	7	7
<b>Total</b>	14	14

### 3.6.3. Muestreo

Para elegir a cada unidad experimental para realizar esta investigación se utilizó el muestreo probabilístico aleatorio simple, para que los resultados puedan generalizarse a toda la población según Carrasco (2005).

## 3.7. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

### 3.7.1. Técnicas

- Observación experimental (Bernal, 2010).
- Biopsia de piel del costillar derecho por punción Frank *et al.*, (1989) citado por Antonini *et al.*, (2004), para índice folicular.
- Midside Aylan-Parker y McGregor (2002), para características textiles.
- Dye banding Chapman y Wheeler (1963) y Williams & Chapman (1966), para el crecimiento de fibra.

- Fijación, deshidratación, clarificación e inclusión de parafina en el (Microm STP – 120), para procesar muestras de piel.
- Cortes micro histológicos con micrótomo (Microm HM 325).
- Tinción hematoxilina – eosina.
- Conteo folicular con el (AxioCam ERc 5s) y un computador con el software AxioVision (versión 4.8.2).
- OFDA 2000.

### **3.7.2. Instrumentos.**

- Hoja de registro de control de peso.
- Hoja de registro de muestras de piel.
- Hoja de registro de muestras de fibra.
- Hoja de registro de crecimiento de fibra.
- Hoja de registro de conteo folicular.
- Hoja de resultados del OFDA 2000.

#### **3.7.2.1. *En campo***

##### ***a. Para la suplementación de aminoácidos (Aminoplex Forte)***

- ✓ Se pesaron a los animales de forma individual utilizando un dinamómetro colgante.

✓ seguido se determinó la dosis de Aminoplex Forte a suministrar, que según la posología de administración es 3 ml por cada 5 kg de peso vivo del animal.

✓ La vía de administración de aminoácidos fue intraperitoneal.

**b. Para el índice folicular**

La biopsia de piel se realizó del lado medio del costillar derecho por punción según la técnica descrita por Frank *et al.*, (1989) citado por Antonini *et al.*, (2004).

Dónde: se inmovilizó a la alpaca, se afeitó la parte de donde se extrajo la fibra anteriormente, para obtener la piel libre de fibra, luego con un sacabocado de 8 mm de diámetro se obtuvo la biopsia de piel que fue fijado en una solución de formol al 10 % y transportado en un frasco rotulado con el número de crotal del animal, las muestras se trasladaron al Área de Microhistología del Laboratorio de Mejoramiento Genético (LAMG) de la Universidad Nacional de Huancavelica.

**c. Para las características textiles**

Las muestras de la fibra se obtuvieron utilizando la técnica de “*Midside*” descrito por Aylan-Parker y McGregor (2002) la cual se encuentra localizado horizontalmente a nivel de la última costilla y perpendicularmente a nivel de la parte media entre las líneas superior dorsal e inferior ventral.

Dónde: se sujetó al animal para obtener 3 gramos de fibra aproximadamente del costillar medio derecho, seguido fue rotulado

con el número de arete y almacenado en bolsas de plástico; posteriormente las muestras fueron trasladadas al Área de Fibras Textiles del Laboratorio de Mejoramiento Genético (LAMG) de la Universidad Nacional de Huancavelica.

***d. Para la tasa de crecimiento de fibra***

Para obtener estos datos se utilizó la técnica de “*Dye banding*”, según los procedimientos utilizados por Chapman y Wheeler (1963) y Williams & Chapman (1966).

La técnica “*Dye banding*”, consiste en utilizar un tinte permanente para marcar la fibra y luego medir la parte no coloreada que creció durante un determinado tiempo.

Donde se sujetó al animal y se pintó un área de 10 cm<sup>2</sup> aproximadamente de la fibra del costillar medio del lado derecho, se masajeo para que el tinte penetre hasta la base de la fibra.

Pasado un mes se midió la parte no coloreada de la base de la fibra utilizando una regla milimetrada y se volvió a pintar para volver a medir al siguiente mes.

**3.7.2.2. *En laboratorio***

***a. Para el índice folicular***

Para este proceso fueron necesarias las siguientes actividades:

### ***Procesamiento de muestras de piel***

Las muestras de piel se procesaron en el procesador de tejidos (Microm STP – 120), que realizó los procesos de fijación, deshidratación, clarificación e inclusión de parafina.

Estos procesos se programaron según el siguiente protocolo:

**Tabla 3**

*Programación del procesador de tejidos (Microm STP – 120).*

Número de recipiente de reactivo	Reactivo	Tiempo de inmersión Horas : Minutos	Velocidad de agitación	
			rpm.	Valor de programa
1	Formol	01:00	60	1
2	Formol	01:00	60	1
3	Alcohol 70 %	01:30	70	2
4	Alcohol 80 %	01:30	70	2
5	Alcohol 96 %	01:30	70	2
6	Alcohol 100 %	01:00	70	2
7	Alcohol 100 %	01:00	70	2
8	Alcohol 100 %	01:00	70	2

9	Xilol	01:30	70	2
10	Xilol	01:30	60	1
11	Parafina	02:00	60	1
12	Parafina	02:00	60	1

### ***Inclusión definitiva en parafina***

La inclusión definitiva en parafina se realizó con la ayuda del equipo (Microm EC 350), la misma que se realizó siguiendo los siguientes pasos:

- Se calentó la parafina a 60° C en el depósito del Microm EC 350, a la misma vez se encendió la crioconsola programada a trabajar a -12° C.
- Cada muestra fue colocada con la epidermis hacia abajo en el orificio que tiene el leuckart a continuación, se colocó el caset y de forma lenta se oprimió el botón para el llenado de la parafina caliente.
- A continuación, las muestras con parafina caliente se dejaron enfriar en la crioconsola para que se solidifiquen y sean retiradas del leuckart.

### ***Cortes micro histológicos***

En esta etapa se utilizó un micrótopo (Microm HM 325), para realizar los cortes micro histológicos. Lo cual se realizó siguiendo los siguientes pasos:

- Para realizar los cortes se utilizaron cuchillas Microm SEC 35 que se acoplaron al Microm HM 325.
- Enseguida se fijó el caset con la muestra al micrótomo y realizando movimientos horarios se procedió a realizar los cortes de un espesor de 5  $\mu$ .
- Los cortes se trasladaron a un baño de flotación que previamente se calentó a 45° C de donde se recuperaron en portaobjetos que se secaron a temperatura ambiente durante 12 horas aproximadamente.

***Tinción hematoxilina – eosina***

Esta etapa se realizó en recipientes bajo el siguiente protocolo:

**Tabla 4**

*Protocolo de tinción hematoxilina - eosina.*

Procesos	Reactivo	Tiempo (min)	Temperatura (° C)	Especificaciones
Recipiente 1	Xilol 1	5		Sumergir
Secar		15	75	
Recipiente 1	Xilol 1			Sumergir
Secar		10	75	
Recipiente 1	Xilol 1			Sumergir
Secar		5	75	
Recipiente 2	Xilol 2	5		Sumergir

Recipiente 3	Etanol	5		Sumergir y Agitar
Recipiente 4	Alcohol 96°	2		Sumergir y Agitar
Lavar	Agua			Sumergir y Agitar
Recipiente 5	Hematoxilina	5		Sumergir
Lavar	Agua destilada			Agitar y cambiar de agua
Lavar	Agua destilada			Agitar y cambiar de agua
Recipiente 6	Agua acida			Sumergir una vez (rápido)
Lavar	Agua destilada			Sumergir una vez
Recipiente 7	Agua amoniacal			Sumergir 3 veces (rápido)
Lavar	Agua destilada			Sumergir y Agitar
Recipiente 8	Eosina			Sumergir 3 veces
Lavar	Agua destilada			Sumergir y Agitar
Recipiente 9	Alcohol 95° 1			Sumergir 5 veces
Recipiente 10	Alcohol 95° 2			Sumergir 5 veces

Recipiente 11	Etanol 1			Sumergir 5 veces
Recipiente 12	Etanol 2			Sumergir 5 veces
Recipiente 13	Xilol 1			Sumergir 5 veces
Recipiente 14	Xilol 2	5		Sumergir
Secar		20	75	

### ***Montaje***

Se realizó de la siguiente manera:

- Se tomaron los portaobjetos y se identificaron los rótulos para identificar a que animal pertenecen.
- A continuación, cuidadosamente se colocó una gota de aceite de inmersión sobre cada corte micro histológico.
- Por último, se puso el cubreobjetos lentamente para evitar la formación de burbujas.

### ***Observación y conteo de folículos***

Para esto fue necesario un microscopio fotónico a la que se le acopló una cámara (AxioCam ERc 5s) y un computador con el software AxioVision (versión 4.8.2).

Los pasos a seguir fueron:

- Con el objetivo 10x del microscopio fotónico se observaron tanto los nidos foliculares (simples y compuestos) y los folículos primarios y secundarios.
- las imágenes fueron proyectadas en el computador con la ayuda del AxioVision (versión 4.8.2), luego se capturaron 5 imágenes de 1 mm<sup>2</sup> de diferentes partes de cada muestra.

***b. Para las características textiles***

Para la media del diámetro de fibra (MDF), el coeficiente de variación de la media del diámetro de fibra (CV) y el factor de confort (FC) las muestras de fibra fueron analizadas con el OFDA 2000. Para esta actividad se siguió el siguiente procedimiento:

- Se calibró el OFDA 2000 con un poliéster estandarizado para fibra de alpaca.
- Seguido, se seleccionaron 5 muestras de fibra al azar para determinar el factor de corrección de grasa, que constó en analizar las 5 muestras elegidas en sucio y luego estas mismas en limpio, obtuvimos un valor de 0.8  $\mu$  de factor de corrección de grasa.
- Posteriormente se obtuvo una submuestra de cada animal para su análisis individual, las que fueron colocadas y repartida sobre el slide, para su lectura óptica.

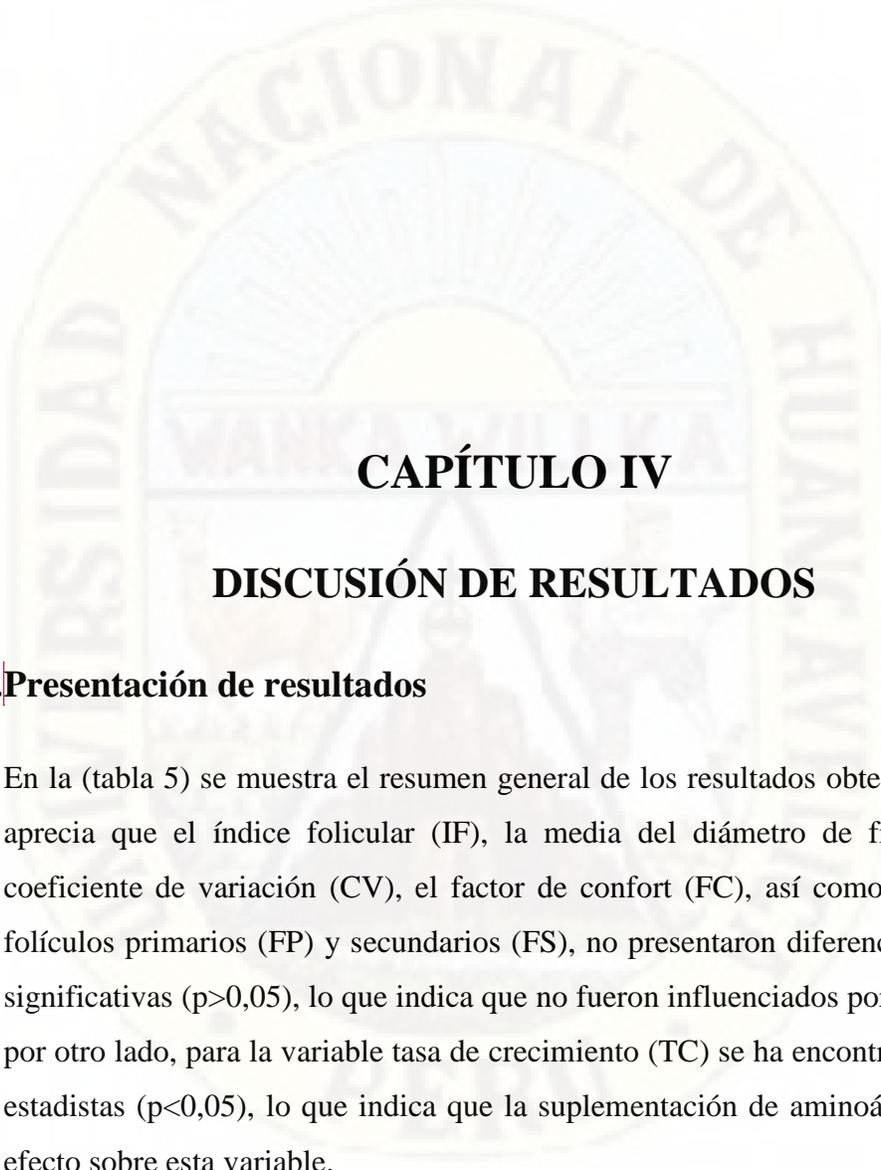
### **3.8. Técnicas de procesamiento y análisis de datos**

En este trabajo se utilizaron el paquete estadístico IBM SPSS versión 25 y Microsoft Excel 2016.

Con los datos obtenidos se realizó un análisis de estadística descriptiva, prueba de normalidad de Shapiro-Wilk, prueba de homogeneidad de varianza de Levene y la prueba de  $t$  para comparación de medias al 5 % de nivel de significancia.

Para la variable factor de confort (FC) se realizó una transformación que consistió en pasar del factor confort (FC) al factor picazón (FP) por medio de una resta:  $FP\% = 100\% - FC\%$ . Por último, se hizo una transformación logarítmica al factor picazón:  $\text{Log}(FP\%)$ , y así se logró que se cumpla el supuesto de normalidad de Shapiro-Wilk y homogeneidad de varianzas de Levene.

Para la variable cantidad de folículos secundarios (FS) se realizó el método no paramétrico de análisis de Prueba de Wilcoxon, debido a que no cumplió con la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk.



## CAPÍTULO IV

### DISCUSIÓN DE RESULTADOS

#### 4.1. Presentación de resultados

En la (tabla 5) se muestra el resumen general de los resultados obtenidos, donde se aprecia que el índice folicular (IF), la media del diámetro de fibra (MDF), el coeficiente de variación (CV), el factor de confort (FC), así como la cantidad de folículos primarios (FP) y secundarios (FS), no presentaron diferencias estadísticas significativas ( $p > 0,05$ ), lo que indica que no fueron influenciados por el tratamiento, por otro lado, para la variable tasa de crecimiento (TC) se ha encontrado diferencias estadísticas ( $p < 0,05$ ), lo que indica que la suplementación de aminoácidos ha tenido efecto sobre esta variable.

**Tabla 5**

*Resumen general de resultados índice folicular (IF), características textiles, tasa de crecimiento de la fibra (TC), cantidad de folículos primarios (FP) y secundarios (FS).*

<b>Tratamiento</b>	<b>n°</b>	<b>IF (S/P)</b>	<b>MDF (µm)</b>	<b>CV (%)</b>	<b>FC (%)</b>	<b>TC (cm/mes)</b>	<b>FP (fol./mm<sup>2</sup>)</b>	<b>FS (fol./mm<sup>2</sup>)</b>
<b>Control</b>	14	11,34 <sup>a</sup>	21,62 <sup>a</sup>	19,71 <sup>a</sup>	94,61 <sup>a</sup>	1,04 <sup>a</sup>	3,10 <sup>a</sup>	34,37 <sup>a</sup>
<b>Aminoplex</b>	14	11,61 <sup>a</sup>	22,47 <sup>a</sup>	19,79 <sup>a</sup>	93,54 <sup>a</sup>	1,13 <sup>b</sup>	3,00 <sup>a</sup>	33,49 <sup>a</sup>
<b>Promedio</b>		<b>11,48</b>	<b>22,05</b>	<b>19,75</b>	<b>94,08</b>	<b>1,09</b>	<b>3,05</b>	<b>33,93</b>

\*a: Medias con letras iguales muestran que no existe diferencias estadísticas significativas entre los valores medios ( $p>0,05$ ).

#### 4.1.1. Índice folicular

A continuación, se detalla los resultados de la suplementación de Aminoplex Forte y su efecto en el índice folicular. Los valores medios del índice folicular (IF) mostradas en la (Tabla 6) indican que no se han encontrado diferencias significativas ( $p>0,05$ ) entre el grupo control y el tratamiento, cuyos valores fueron 11,34 y 11,61 respectivamente.

**Tabla 6**

*Índice folicular (S/P) en alpacas según tratamiento*

<b>Tratamiento</b>	<b>n°</b>	<b>IF (S/P)</b>	<b>DS</b>	<b>Valores extremos</b>	
<b>Control</b>	14	11,34 <sup>a</sup>	1,69	8,21	13,79
<b>Aminoplex</b>	14	11,61 <sup>a</sup>	2,61	5,80	16,90
<b>Promedio</b>		<b>11,48</b>	<b>2,15</b>	<b>7,01</b>	<b>15,35</b>

\*a: Medias con letras iguales muestran que no existe diferencias estadísticas significativas entre los valores medios ( $p>0,05$ ).

Los resultados obtenidos para el índice folicular de la piel de alpaca para el grupo control y el tratamiento fueron 11,34 y 11,61, respectivamente, estos resultados son superiores a los resultados reportados por Ferguson *et al.*, (2000), que en alpacas huacaya y suri reportaron promedios de IF de 5,10 y 7,30 respectivamente, mientras tanto, en Australia (Moore *et al.*, 2015) reportaron medias de IF que variaron entre 16,7 y 6,7 en animales de vellón fino y vellón grueso respectivamente, así mismo en Argentina Chamut *et al.*, (2016), reportaron valores altos de IF en vicuñas de 42 y 12 en el área del vellón y abdomen respectivamente, también Molina *et al.*, (2016), en alpacas suri y huacaya mostraron valores bajos de IF de 7,21 y 7,10 respectivamente, por otro lado, Antonini *et al.*, (2004), mostraron valores de IF en alpacas huacaya y suri a los 2do mes de edad 7,33 y 8,77 respectivamente, al 4to mes 9,39 y 8,83 respectivamente, al 6to mes 8,81 y 7,79 respectivamente y al 10mo mes 8,08 y 6,89 respectivamente, que en comparación a los valores obtenidos en este estudio varían significativamente, estas diferencias en los resultados puede deberse a la alimentación, área geográfica, las técnicas utilizadas para el conteo folicular y la edad del animal.

Por otro lado, en Cusco - Perú Vélez *et al.*, (2016), en su investigación reportan cifras de 16,56 y 13,77 de IF en animales de fibra fina y fibra gruesa, respectivamente, los que son superiores a los datos obtenidos en este estudio. Así mismo, en el departamento de Puno Araoz (2019) en alpacas de 1ra esquila hembras y machos obtuvo promedios de 12,18 y 13,36 de IF y en animales de 2da esquila 11,15 y 13,24 respectivamente, las que son diferentes a los nuestros. Por otro lado, en Cusco Ccalta (2020) obtuvo promedios muy bajos de IF en hembras y machos 7,26 y 7,85 respectivamente y para las edades DL, 2D, 4D y BLL obtuvieron 7,23, 7,48, 7,75 y 7,48 respectivamente, estos resultados son variables

debido a que los animales están sometidos a diferentes condiciones climáticas, nutritivas y genéticos.

Por último, en Huancavelica, Paucar y Sedano (2014), quienes trabajaron con alpacas Huacaya de color blanco del CIDCS – Lachocc de la Universidad Nacional de Huancavelica obtuvieron un IF de 12,81 en promedio, este resultado es mayor a los registrados en este trabajo. Del mismo modo Oruna (2016), que trabajó con crías de alpaca huacaya reportó en su estudio un promedio de 9,5 de IF, que es muy bajo a nuestros resultados, esto puede deberse probablemente a las técnicas utilizadas para determinar el IF.

#### 4.1.2. Características textiles

##### 4.1.2.1. Media del diámetro de fibra

Los resultados de la media del diámetro de fibra (MDF) obtenidos en este estudio las mismas que se presentan en la (Tabla 7) no presentaron diferencias significativas entre la media del grupo control y el tratamiento ( $p>0,05$ ).

**Tabla 7**

*Media del diámetro de fibra (MDF) según tratamiento.*

<b>Tratamiento</b>	<b>n°</b>	<b>MDF (<math>\mu\text{m}</math>)</b>	<b>DS</b>	<b>Valores extremos</b>	
<b>Control</b>	14	21,62a	2,26	18,57	26,17
<b>Aminoplex</b>	14	22,47a	2,42	18,08	27,14
<b>Promedio</b>		<b>22,05</b>	<b>2,34</b>	<b>18,33</b>	<b>26,66</b>

\*a: Medias con letras iguales muestran que no existe diferencias estadísticas significativas entre los promedios ( $p>0,05$ ).

Los valores obtenidos de la MDF en el presente trabajo en ambos grupos de estudio fueron para el grupo control de 21,62  $\mu\text{m}$  y el tratamiento de 22,47  $\mu\text{m}$ , estos

resultados (Tabla 7) son menores a los reportados por Moore *et al.*, (2012) quienes realizaron un experimento en alpacas australianas utilizando metionina en varios niveles (0, 2 y 4 g/día), sus resultados fueron para el grupo control (MC) 26,10  $\mu\text{m}$ , tratamiento 1 (M2) 25,90  $\mu\text{m}$  y tratamiento 2 (M4) 26,70  $\mu\text{m}$  respectivamente, esta diferencia puede ser por la edad del animal, la alimentación y las condiciones climáticas a las que está sometido.

En el departamento de Junín, Mendoza (2014) también obtuvo resultados superiores a las nuestras en alpacas que fueron suplementadas con Aminoplex, este autor reportó MDF para el grupo control de 25,68  $\mu\text{m}$  y para el tratamiento 25,75  $\mu\text{m}$ , mencionando de que el Aminoplex no ejerce efecto en la MDF de alpaca ya que sus resultados no tienen diferencias estadísticas.

Así mismo, Felipe y Poma (2016) en Huancavelica utilizaron Aminoplex como suplemento en varios grupos de alpacas obteniendo los siguientes resultados de MDF, T1 (control) =23,48  $\mu\text{m}$ ; T3 (1 ml/5 kg PV) =21,94  $\mu\text{m}$  y T3 (2 ml/ 5 kg PV) =21,10  $\mu\text{m}$ , estos resultados son similares a los obtenidos en este estudio (Tabla 7). Este autor concluye que el Aminoplex no influye en la MDF.

Por otro lado, Wuliji, (2019) en Estados Unidos reportó un promedio de 16,67  $\mu\text{m}$  de MDF, que son bajos a nuestros resultados. Así mismo, Radzik-Rant *et al.*, (2018) reportaron MDF de diferentes continentes Australia 20,20  $\mu\text{m}$ , África 22,78  $\mu\text{m}$  y Europa 24,14  $\mu\text{m}$ , resultados que se asemejan a los nuestros en cuanto a las alpacas de Australia y África, pero en cuanto a las alpacas europeas su resultado fue mayor. Así mismo, en Polonia Morales *et al.*, (2010) reportaron promedios similares a las nuestras, en hembras 21,34  $\mu\text{m}$  y en machos 22,30  $\mu\text{m}$ . También, en Chile Crossley *et al.*, (2013) muestran MDF similares a los que obtuvimos, en alpacas de color blanco de 22,57  $\mu\text{m}$  y en alpacas de color marrón de 22,63  $\mu\text{m}$ , mientras tanto en alpacas juveniles el diámetro fue 21,61  $\mu\text{m}$  y en adultos 23,47

$\mu\text{m}$ , estos resultados son variables probablemente a las condiciones geográficas a las que los animales están sometidos.

En nuestro país algunos reportes de MDF no varían mucho en comparación a nuestros resultados. En Apurímac Ramos et al., (2018) reportaron MDF en alpacas diente de leche  $23,04 \mu\text{m}$ , dos dientes  $21,42 \mu\text{m}$ , cuatro dientes  $20,70 \mu\text{m}$  y en alpacas boca llena  $20,97 \mu\text{m}$ . En el mismo departamento Machaca *et al.*, (2017) reporta MDF en alpacas hembras y machos fue  $22,79$  y  $23,79 \mu\text{m}$  respectivamente estos valores son similares a las nuestras. Por otro lado, en Puno Araoz (2019) obtuvo cifras menores MDF en alpacas machos y hembras de 1ra esquila fue  $17,27 \mu\text{m}$  y  $17,18 \mu\text{m}$ , y en la 2da  $18,73 \mu\text{m}$  y  $18,63 \mu\text{m}$  respectivamente, estos resultados en muchas ocasiones varían debido a que las condiciones geográficas, alimenticias, genéticos y de manejo no son iguales.

Por último, en nuestra localidad, Paucar y Sedano (2014) reportaron un promedio menor de  $21,10 \mu\text{m}$ . Así mismo, Paitan (2019) encontró que las alpacas dientes de leche, 2 dientes, 4 dientes y boca llena tienen MDF de  $15,87 \mu\text{m}$ ,  $17,63 \mu\text{m}$ ,  $18,77 \mu\text{m}$  y  $21,61 \mu\text{m}$  respectivamente y las alpacas machos  $18,09 \mu\text{m}$  y en hembras  $18,70 \mu\text{m}$ , estos resultados son menores en comparación de las nuestras. Así mismo, Paucar *et al.*, (2019) reportan resultados similares a los nuestros en MDF que fueron en hembras y machos  $22,95 \mu\text{m}$  y  $23,54 \mu\text{m}$ , respectivamente. Por último, Ticlla (2014) obtuvo cifras mucho menores que fueron  $19,92 \mu\text{m}$  en machos y en hembras  $19,77 \mu\text{m}$ , estas variaciones en los resultados pueden ser causados por que estos autores utilizaron animales de diferentes edades.

#### **4.1.2.2. Coeficiente de variación**

Los resultados obtenidos para la variable coeficiente de variación (CV) se muestran en la (Tabla 8), donde el promedio del CV en el grupo control y el tratamiento son  $19,71 \%$  y  $19,79$  respectivamente. Estos resultados no muestran diferencias significativas ( $p > 0,05$ ).

**Tabla 8**

*Coefficiente de variación (CV) del diámetro de fibra según tratamiento.*

<b>Tratamiento</b>	<b>n°</b>	<b>CV (%)</b>	<b>DS</b>	<b>Valores extremos</b>	
<b>Control</b>	14	19,71 <sup>a</sup>	1,32	17,20	22,00
<b>Aminoplex</b>	14	19,79 <sup>a</sup>	2,39	14,60	22,80
<b>Promedio</b>		<b>19,75</b>	<b>1,86</b>	<b>15,,90</b>	<b>22,40</b>

\*a: Medias con letras iguales muestran, que no existe diferencias estadísticas significativas entre los promedios ( $p > 0,05$ )

Nuestros resultados de CV son diferentes a los valores reportados por autores de otros países como, en Estados Unidos Wuliji, (2019) reportó 27,2 % de CV, este valor es mayor a los nuestros. Del mismo modo, Radzik-Rant *et al.*, (2018) reportaron medias de CV en alpacas de Australia 21,55%, África 21,61% y Europa 19,29%, donde el CV en las alpacas australianas y africanas son mayores a los nuestros, pero el CV de las alpacas europeas son similares a los nuestros. Por otro lado, en Chile Crossley *et al.*, (2013) reportaron promedios menores a los que logramos, estos autores reportaron en alpacas de color blanco y marrón CV de 17,37% y 16,15% respectivamente, así mismo en animales juveniles y adultos reportaron 12,87 % y 18,32 % de CV. Se asume que estos datos varían ya que las condiciones de crianza son propias de cada país, estos resultados son diferentes debido a que los autores utilizaron animales de diferentes edades, también se puede deber a diferencia de los medios geográficos a los que están sometidos.

De la misma forma, en nuestro país en el departamento de Apurímac Machaca *et al.*, (2017) publicaron valores de CV en machos de 23,13 % y en hembras 22,30 %, estos datos son superiores a los recabados nuestro estudio. En nuestra localidad recientemente Paitan (2019) publicó cifras mayores a las nuestras en alpacas

dientes de leche, 2 dientes, 4 dientes y boca llena que fueron de 22,84 %; 23,56 %; 23,96 % y 22,84 % respectivamente, también sus resultados tomando en cuenta el sexo fueron superiores ya que reportó en machos 23,99 % y en hembras 22,66 %. También Paucar *et al.*, (2019), obtuvieron medias de CV de 18,69 % y 19,57 % en hembras y machos respectivamente, estos datos son menores a los nuestros. Por último, Tiella (2014) encontró que el CV en alpacas se presentó en machos 20,63% y en hembras 20,82%, estos promedios son mayores a nuestros reportes.

#### 4.1.2.3. Factor de confort

En la (Tabla 9) se muestran los resultados del factor de confort (FC) de las alpacas que se utilizaron en este estudio, donde se puede notar una diferencia numérica de 94,61 % y 93,54 % entre el grupo control y el tratamiento respectivamente, pero que estadísticamente no muestran diferencias significativas debido a que ( $p > 0,05$ ).

**Tabla 9**

*Factor de confort (FC) de la fibra según tratamiento.*

<b>Tratamiento</b>	<b>n°</b>	<b>FC (%)</b>	<b>DS</b>	<b>Valores extremos</b>	
<b>Control</b>	14	94,61 <sup>a</sup>	4,76	82,00	99,50
<b>Aminoplex</b>	14	93,54 <sup>a</sup>	4,92	82,00	99,00
<b>Promedio</b>		<b>94,08</b>	<b>4,84</b>	<b>82,00</b>	<b>99,25</b>

\*a: Medias con letras iguales muestran, que no existe diferencias estadísticas significativas entre los promedios ( $p > 0,05$ ).

Los resultados logrados en nuestro estudio son diferentes a los reportados por Moore *et al.*, (2012) quienes suplementaron metionina a un grupo de alpacas australianas cuyo resultado fue para el grupo control (MC) 18,6 % de factor de picazón (FP) que convirtiéndola a FC resulta 81,4 %, en el M2 (2 g/día) obtuvieron

19,6 % que resulta en 80,4 % de FC y M4 (4 g/día) 22,2 % lo que sería 77,8 % de FC, esta diferencia se debe a que las alpacas estudiadas producían fibras gruesas. Por otro lado, Wuliji, (2019) reportó una media mucho mayor a la nuestra, FC de 98,95 %, esto se debe a que utilizó un rebaño extra fino.

En el Perú, Machaca *et al.*, (2017) quienes trabajaron con alpacas del departamento de Apurímac, reportaron medias del FC de 87,41% en machos y 91,23% en hembras, estos resultados bajos en comparación a las que obtuvimos. En nuestra localidad Paitan (2019) ha reportado promedios de FC muy superiores a nuestros resultados, sus cifras fueron en machos de 96,68 % y en hembras 95,69 % y en alpacas según edad fue de 99,37 %, 97,64 %, 95,87 % y 91,09 % en alpacas dientes de leche, 2 dientes, 4 dientes y boca llena respectivamente, afirmando que la edad y el sexo influyen significativamente en el FC de la fibra de alpaca. Del mismo modo, Paucar *et al.*, (2019) reportó medias de FC en alpacas hembras y machos de 92,27 % y 90,38 % respectivamente, que en contraste a nuestros resultados son menores. Por último, Ticlla (2014) reportó promedios de FC en alpacas machos 97,33 % y en hembras 97,37 %, los que son superiores a los reportados por los nuestros. Estos resultados varían debido que los autores utilizaron animales de diferentes edades, a la vez puede variar por las técnicas y procedimientos que utilizaron cada uno de ellos.

## **4.2. Tasa de crecimiento**

Los resultados mostrados en la (Tabla 10) referencia los datos obtenidos de la variable tasa de crecimiento mensual (TC) de la fibra de alpaca de acuerdo a los tratamientos considerados en este estudio. Para el grupo control se obtuvo una media de TC de 1,04 cm/mes y para el grupo que fue tratado con aminoácidos comerciales (Aminoplex) 1,13 cm/mes, estos resultados mostraron tener diferencias significativas ( $p > 0,05$ ).

**Tabla 10***Tasa de crecimiento (TC) de la fibra según tratamiento.*

<b>Tratamiento</b>	<b>n°</b>	<b>TC (cm/mes)</b>	<b>DS</b>	<b>Valores extremos</b>	
<b>Control</b>	14	1,04 <sup>a</sup>	0,08	0,89	1,24
<b>Aminoplex</b>	14	1,13 <sup>b</sup>	0,10	0,95	1,31
<b>Promedio</b>		<b>1,09</b>	<b>0,09</b>	<b>0,92</b>	<b>1,28</b>

\*a, b: Medias con letras diferentes muestran que si existe diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos ( $p > 0,05$ ).

Estos resultados (Tabla 10) difieren de los reportados por Moore *et al.*, (2012) que utilizó metionina en diferentes niveles en alpacas australianas y obtuvo los siguientes resultados en TC; para el grupo control MC=0,69 cm/semana, M2=0,67 cm/semana (2 g de metionina/día) y M4=0,66 cm/semana (4 g de metionina/día), donde no encontraron diferencias significativas.

De igual manera, Mendoza (2014) en la sierra central del Perú suplementó a un grupo de alpacas con Aminoplex, obteniendo los siguientes resultados; grupo control 9,75 cm y para el grupo tratado 9,84 cm de longitud de mecha, estos resultados son mayores a los nuestros (Tabla 10). Esto se debería a factores ambientales y territoriales.

De igual manera, Felipe y Poma (2016) realizaron un estudio en el CIDCS - Lachocc de la Universidad Nacional de Huancavelica, donde utilizaron Aminoplex en diferentes niveles, donde reportaron TC para el T1 (control) de 0,99 cm, T2 (1,0 ml de Aminoplex/5 kg PV) de 1,06 cm y T3 (2,0 ml de Aminoplex/5 kg PV) de 1,13 cm, estos resultados son similares a los obtenidos en este estudio (Tabla 10).

Radzik-Rant *et al.*, (2018) reportaron TC en alpacas de diferentes continentes donde en Australia fue de 0,86 cm, África fue de 0,77 cm y en Europa fue de 0,87 cm, estos resultados son bajos a los nuestros. De la misma forma, Paucar *et al.*, (2019) encontraron TC de 1,09 cm y 0,98 cm en alpacas hembras y machos, respectivamente, lo cual en contraste a nuestros resultados son similares. Estos datos varían debido a que las condiciones climáticas y geográficas son diferentes e incluso la edad de los animales pueden hacer que varíen.

### 4.3. Cantidad de folículos primarios

Se encontró que la cantidad de folículos pilosos primarios (FP) en alpacas Huacaya no mostró diferencias estadísticas entre el grupo control y el grupo tratado cuyos promedios fueron 3,10 y 3,00 que se muestran en la (Tabla 11), lo que indica que ( $p>0,05$ ) en dichos grupos.

**Tabla 11**

*Cantidad de folículos primarios (FP) según tratamiento.*

Tratamiento	n°	FP (fol./mm <sup>2</sup> )	DS	Valores extremos	
Control	14	3,10 <sup>a</sup>	0,99	1,80	5,00
Aminoplex	14	3,00 <sup>a</sup>	1,14	1,60	5,60
<b>Promedio</b>		<b>3,05</b>	<b>1,07</b>	<b>1,70</b>	<b>5,30</b>

\*a: Medias con letras iguales muestran que no existe diferencias estadísticas significativas entre los grupos de estudio ( $p>0,05$ ).

Los promedios obtenidos de FP en este estudio son similares a los que reportó Ferguson *et al.*, (2000) en alpacas huacaya que fue de 3,10 fol./mm<sup>2</sup>, pero que a la vez son diferentes a los de alpacas suri que reportó este autor que fueron de 2,70 fol./mm<sup>2</sup>, este autor menciona que esta diferencia entre las medias de FP entre

razas no debe generalizarse a todas las poblaciones, lo que indica que hay gran variabilidad de FP.

Del mismo modo, Vélez *et al.*, (2016) reportó promedios bajos de FP en alpacas de fibra fina y fibra gruesa de 1,43 fol./mm<sup>2</sup> y 1,51 fol./mm<sup>2</sup> respectivamente. De la misma manera, Tumi (2017) también reportó valores bajos de FP en alpacas hembras y machos de primera esquila que fueron de 2,8 fol./mm<sup>2</sup> y 2,7 fol./mm<sup>2</sup> respectivamente y en la segunda esquila de 2,8 fol./mm<sup>2</sup> y 2,4 fol./mm<sup>2</sup>, los que no variaron, pero que son diferentes a nuestros resultados.

#### 4.4. Cantidad de folículos secundarios

En la (Tabla 12) se presentan los resultados de la cantidad de folículos secundarios (FS), donde los promedios del grupo control y el tratamiento expresan valores de 34,37 fol./mm<sup>2</sup> y 33,49 fol./mm<sup>2</sup> respectivamente, las que estadísticamente no tienen diferencias significativas ( $p > 0.05$ ).

**Tabla 12**

*Cantidad de folículos secundarios (FS) según tratamiento.*

Tratamiento	n°	FS (fol./mm <sup>2</sup> )	DS	Valores extremos	
<b>Control</b>	14	34,37 <sup>a</sup>	9,10	22,20	46,80
<b>Aminoplex</b>	14	33,49 <sup>a</sup>	11,77	21,20	58,60
<b>Promedio</b>		<b>33,93</b>	<b>10,44</b>	<b>21,70</b>	<b>52,70</b>

\*a: Medias con letras iguales muestran que no existe diferencias estadísticas significativas entre los grupos de estudio ( $p > 0,05$ ).

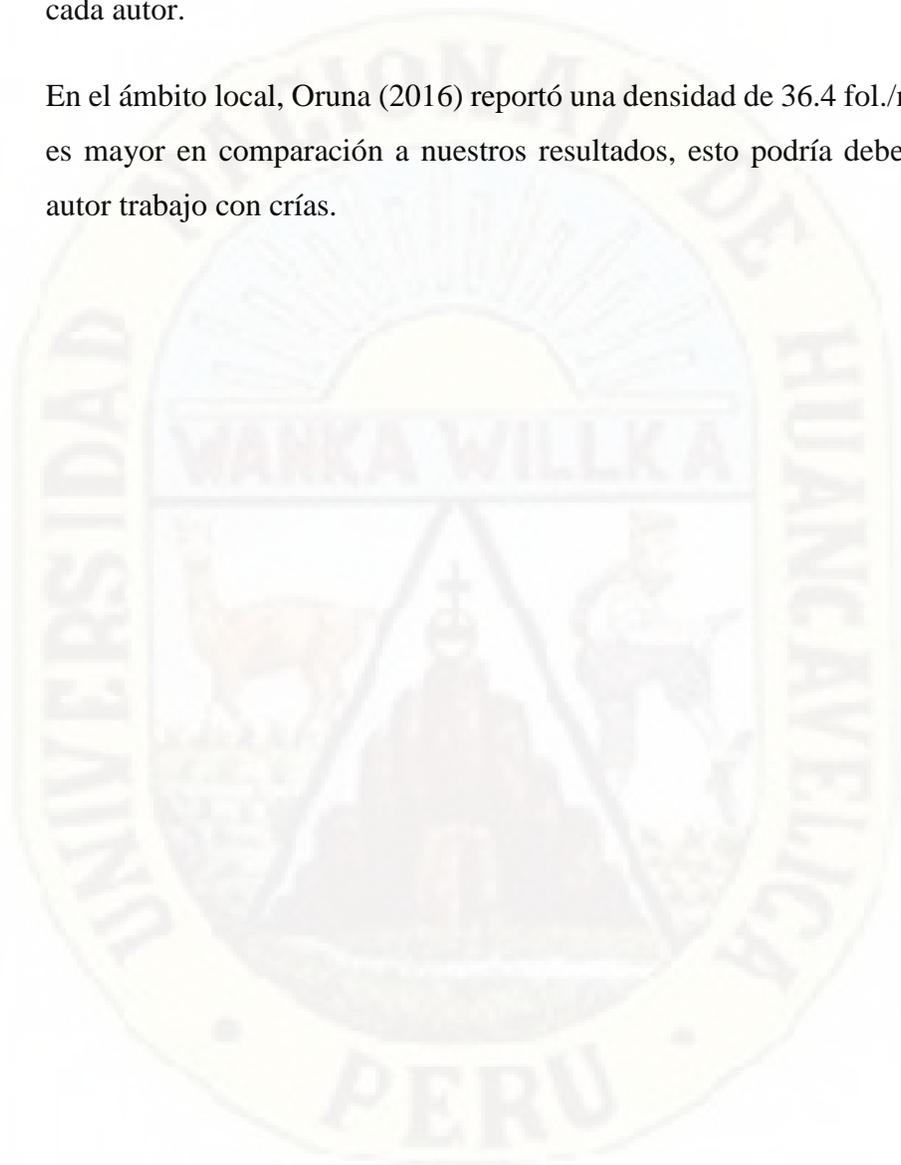
Estos resultados de la cantidad de FS son muy diferentes a los que encontró Ferguson *et al.*, (2000) en alpacas huacaya y suri, estos autores obtuvieron valores bajos de 13,80 fol./mm<sup>2</sup> y 17,50 fol./mm<sup>2</sup> respectivamente. Del mismo modo,

Crossley *et al.*, (2013) reportaron densidades tomando en cuenta varios factores, en alpacas de color blanco y marrón obtuvieron 21,97 fol./mm<sup>2</sup> y 21,56 fol./mm<sup>2</sup> respectivamente, así mismo en animales juveniles esta cifra fue de 24,20 fol./mm<sup>2</sup> y en animales adultos de 19,62 fol./mm<sup>2</sup>, los resultados de estos autores difieren mucho a nuestros resultados. Así mismo, Antonini *et al.*, (2004) en alpacas huacaya y suri en diferentes edades reportaron al 2do mes 26,74 fol./mm<sup>2</sup> y 25,24 fol./mm<sup>2</sup> respectivamente, en el 4to mes 18,27 fol./mm<sup>2</sup> y 20,75 fol./mm<sup>2</sup> respectivamente, al 6to mes 18,66 fol./mm<sup>2</sup> y 15,15 fol./mm<sup>2</sup> respectivamente y en el 10mo mes 22,30 fol./mm<sup>2</sup> y 19,90 fol./mm<sup>2</sup> respectivamente, estos resultados son inferiores al de este estudio. Por otro lado, Chamut *et al.*, (2016) en vicuñas muestran resultados muy superiores de 77 fol./mm<sup>2</sup> y 24 fol./mm<sup>2</sup> en regiones del vellón y el abdomen respectivamente.

Vélez *et al.*, (2016) en la Estación Experimental del IVITA Maranganí-La Raya encontraron en alpacas de fibras finas y fibras gruesas densidades de FS de 20,33 fol./mm<sup>2</sup> y 17,14 fol./mm<sup>2</sup> respectivamente, cuyos resultados son menores a los obtenidos en este estudio. De la misma manera, Tumi (2017) reporta resultados similares de densidad de FS, en alpacas hembras y machos de prima esquila 34,09 fol./mm<sup>2</sup> y 36,08 fol./mm<sup>2</sup> respectivamente y en animales de segunda esquila 31,51 fol./mm<sup>2</sup> y 31,78 fol./mm<sup>2</sup> respectivamente. También, Ramos *et al.*, (2018) en alpacas machos reportó densidades de 25,25 fol./mm<sup>2</sup> y en hembras 26,82 fol./mm<sup>2</sup>, así mismo, de acuerdo a la edad de los animales estos autores reportan medias de 23,94 fol./mm<sup>2</sup> en animales dientes de leche, 26,77 fol./mm<sup>2</sup> en alpacas de dos dientes, 28,84 fol./mm<sup>2</sup> en alpacas de cuatro dientes y para animales boca llena de 28,84 fol./mm<sup>2</sup>, estos resultados son menores a los contrastados en la (Tabla 8). Por último, Mendoza (2014) realizó un experimento con aminoácidos comerciales a un grupo de alpacas donde obtuvo los siguientes resultados: grupo control 28,62 fol./mm<sup>2</sup> y en el grupo tratado 34,43 fol./mm<sup>2</sup>, estos resultados se aproximan a los que obtuvimos. Es importante mencionar que esta gran variabilidad de resultados puede estar influenciado por factores ambientales y

territoriales, por esta razón estos resultados no deben ser generalizados a las poblaciones de alpacas, más aún tan solo a los grupos de estudios que consideraron cada autor.

En el ámbito local, Oruna (2016) reportó una densidad de 36.4 fol./mm<sup>2</sup>, esta cifra es mayor en comparación a nuestros resultados, esto podría deberse a que este autor trabajo con crías.



## CONCLUSIONES

1. De acuerdo a los resultados obtenidos, la suplementación de Aminoplex Forte sobre el índice folicular, características textiles en época seca no presentaron diferencias significativas, lo que indica que el uso de aminoácidos no influye en estas variables, pero para la variable crecimiento de la fibra de alpaca si existe diferencias significativas, donde podemos afirmar que la suplementación de aminoácidos si tiene un efecto favorable y positivo sobre el crecimiento de la fibra de alpaca en época seca.
2. De acuerdo a los resultados, la suplementación del Aminoplex Forte sobre la media del diámetro de fibra de alpaca, no ha presentado ninguna diferencia estadística, lo que nos indica que, el uso de aminoácidos en época seca no influye en el diámetro de la fibra de alpaca.
3. De acuerdo a los resultados obtenidos, la suplementación del Aminoplex Forte sobre el coeficiente de variación de la media de diámetro de fibra de alpaca, no presentó diferencias significativas, dando a entender que, la suplementación de aminoácidos en época seca no influye positivamente en el coeficiente de variación de la fibra de alpaca.
4. De acuerdo a los resultados obtenidos, la suplementación del Aminoplex Forte sobre el factor de confort de la fibra de alpaca, no ha presentado diferencias significativas, lo que nos indica que, el uso de aminoácidos en época seca no tiene efecto positivo sobre el factor de confort de la fibra de alpaca.
5. De acuerdo a los resultados obtenidos, la suplementación del Aminoplex Forte sobre la cantidad de folículos primarios y secundarios de la alpaca, no presentaron diferencias significativas, lo que indica que, el uso de aminoácidos no tiene ningún efecto positivo sobre la cantidad de folículos primarios y secundarios.

## RECOMENDACIONES

1. Para obtener datos mucho más precisos y relevantes se recomienda realizar más trabajos de investigación sobre el IF, características textiles y crecimiento de la fibra con suplementación de aminoácidos durante más tiempo, en animales más jóvenes, mayor cantidad de animales y en otros ámbitos territoriales, esto con la finalidad de entender la acción y efecto de los aminoácidos esenciales sobre la micro histología de la piel, características textiles y el crecimiento de la fibra.
2. Para futuras investigaciones se recomienda tomar en cuenta más variables de estudio con referencia a las características textiles y productivas de la fibra de alpaca que no se han considerado en este estudio, tales como: peso de vellón sucio, peso de vellón limpio, perfil del diámetro de fibra, índice de curvatura, finura al hilado, punto de rotura, resistencia a la tracción, etc.
3. Dado que los resultados obtenidos en cuanto al crecimiento de la fibra de alpaca son alentadores y positivos, se recomienda el uso de aminoácidos esenciales (Aminoplex Forte) u otros aminoácidos comerciales ya sean en presentación oral o inyectables en alpaca en época seca, ya que se ha demostrado que sus funciones en el organismo del animal actúan muy bien como reconstituyente y que además también estimula el crecimiento adecuado de la fibra.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Antonini, M., Gonzales, M. & Valbonesi, A. (2004). Relationship between age and postnatal skin follicular development in three types of South American domestic camelids. *Livestock Production Science* 90, 241 – 246. Doi: 10.1016/j.livprodsci.2004.06.001
- Araoz, R. (2019). *Relación entre densidad folicular, diámetro de fibra, longitud de mecha y peso vellón en alpacas de primera y segunda esquila, en el módulo de reproductores Coarita – Paratía* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Perú.
- Aylan-Parker, J. & McGregor, B.A. (2002). Optimising sampling techniques and estimating sampling variance of fleece quality attributes in alpacas. *Small Ruminant Research*, 44(1) 53–64. Doi: [https://doi.org/10.1016/S0921-4488\(02\)00038-X](https://doi.org/10.1016/S0921-4488(02)00038-X)
- Badajoz, E., Sandoval, N., García, W. & Pezo, D. (2009). Descripción histológica del complejo folicular piloso en crías de alpacas. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 20(2), 154-164.
- Bercovici, D. & Fuller, M.F. (1995). Industrial amino acids in non ruminant animal nutrition. In R. J. Wallace and A. Chesson (Eds.). *Biotechnology in Animal Feeds and Animal Feeding* (pp. 93-113). Weinheim, Germany: British Library.
- Bernal, C. A. (2010). *Metodología de la investigación*. Bogotá, Colombia: Editorial Pearson.
- Boisen, S. (2003). Ideal Dietary Amino Acid Profiles for Pigs. In J. P. F. D’Mello. (Ed.), *Amino Acids in Animal Nutrition*, Second Edition (pp. 157-168). London, UK: CABI Publishing.

- Braga, W. (1987). *El efecto de la altitud en la producción de fibra de la alpaca (Lama pacos)* (Tesis Doctoral). Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú.
- Bustanza, V. (2001). La alpaca: Conocimiento del gran potencial andino. Libro N° 1, IIPC, Universidad Nacional del Altiplano. Puno, Perú.
- Carpio, M. (1991). Aspectos tecnológicos de la fibra de los camélidos andinos. En: C. Novoa y A. Florez (Ed.). Producción de rumiantes menores: alpaca. RERUMEN, SR-CRSP-INIA, Lima, Perú.
- Carrasco, S. (2005). Metodología de la investigación científica. Jesús María, Lima. Editorial San Marcos.
- Ccalta, A. L. (2020). *Determinación del índice folicular y densidad de fibra de alpacas Huacaya del centro de investigación de camélidos sudamericanos La Raya* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, Cusco, Perú.
- Chamut, S., Cancino, A.K. & Black-Decima, P. (2016). The Morphological Basis of vicuña wool: Skin and gland structure in *Vicugna vicugna* (Molina 1782). *Small Ruminant Research*, 137, 124–129. Doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.smallrumres.2016.03.010>
- Chapman, R.E. & Wheeler, J.L. (1963). Dye-banding: a technique for fleece growth studies. *Australian Journal of Science*, 26(2), 53-54.
- Charry, A.A. (1998). Soft rolling Skin: is it a watershed for Alpaca production? EFFN news 4, 8– 12. EAAP Publ. N. 105, Academic Press Ltd., London, UK, pp 110-116.
- Crossley, J.C., Borroni, C.G. & Raggi, A.S. (2014). Correlation between mean fibre diameter and total follicle density in alpacas of differing age and colour in the Parinacota province of the Chilean high plain. *Journal of Applied Animal Research*, 42(1), 27-31. Dio: <http://dx.doi.org/10.1080/09712119.2013.795899>

- D'Mello, J.P.F. (2003). *Amino Acids in Animal Nutrition*, Second Edition, London: CABI Publishing.
- Drauz, K., Grayson, I., Kleemann, A., Krimmer, H.-P., Leuchtenberger, W. & Weckbecker, C. (2012). Amino Acids. *Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry*. Doi: 10.1002/14356007.a02\_057.pub2
- Felipe, I. & Poma, R.C. (2016). *Efecto del aminoácido como suplemento sobre algunos parámetros productivos en alpacas* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Huancavelica, Huancavelica, Perú.
- Ferguson, M., Behrendt, R., & McGregor, B.A. (2000). Observations on the Follicle Characteristics and Fibre Properties of Suri and Huacaya Alpacas. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 13.
- Fowler, M.E. (1999). *Medicine and surgery of South American Camelids. Llama, Alpaca, Vicuña, Guanaco*. Iowa, EE. UU. Iowa State University Press.
- Franco, F., San Martín, F., Ara, M., Olazabal, J. & Carcelén, F. (2009). Efecto del nivel alimenticio sobre el rendimiento y calidad de fibra en alpacas. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 20(2), 187-195.
- Frank, E. N. (2017). Comercialización de fibras de camélidos sudamericanos. *Red SUPPRAD*, Serie Documentos Internos SUPPRAD N° 5.
- Frank, E.N., Parisi de Fabro, S.G. & Mendez, T. (1989). Determinación de variables foliculares en cortes de piel de camélidos sudamericanos y su relación con las características de vellón. *Revista Argentina de Producción Animal*, 9(5), 379– 386.
- Galbraith, H. (2010). Fundamental hair follicle biology and fine fibre production in animals. *Animal*, 4(9), 1490–1509. Doi: 10.1017/S175173111000025X

- Hernandez, R & Mendoza, C. P. (2018). *Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. México: McGraw-Hill.
- Huanca, T., Apaza, N. & Lazo, A. (2007). Evaluación del diámetro de fibra en alpacas de las comunidades de los distritos de Cojata y Santa Rosa –Puno. En APPA – ALPA. Cusco, Perú.
- Illian, J., Penttinen, A., Stoyan, H. & Stoyan, D., (2007). *Statistical Analysis and Modelling of Spatial Point Patterns*. Chichester, UK. John Wiley & Sons, Ltd.
- Jackson, N., Nay, T. & Newton, H. (1975). Response to Selection in Australian Merino Sheep. VII\* Phenotypic and Genetic Parameters for some Wool Follicle Characteristics and their Correlation with Wool and Body Traits. *Australian Journal of Agricultural Research*, 26(5), 937-57. Doi:10.1071/ar9750937
- Lacolla, D., García, M., Corredera, C. & Buey, V. (2010). Estructura histológica de la piel de los camélidos sudamericanos. *Ciencias Veterinarias*, 12(1), 8-15.
- Le Floc'h, N., Otten, W. & Merlot, E. (2010). Tryptophan metabolism, from nutrition to potential therapeutic applications. *Amino Acids*, 41(5), 1195–1205. Doi:10.1007/s00726-010-0752-7
- Li, P., Yin, Y.-L., Li, D., Woo Kim, S. & Wu, G. (2007). Amino acids and immune function. *British Journal of Nutrition*, 98(02), 237. Doi:10.1017/s000711450769936x
- Lopez, M. J., & Mohiuddin S. S. (2021). Biochemistry, Essential Amino Acids. [Updated 2021 Mar 26]. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK557845/?report=classic>

- Lupton, C.J., McColl, A. & Stobart, R.H. (2006). Fiber characteristics of the Huacaya Alpaca. *Small Ruminant Research*, 64(3), 211–224. Doi: 10.1016/j.smallrumres.2005.04.023
- Machaca, F., Bustinza, A. V., Corredor, F. A., Paucara, V., Quispe, E. E., & Machaca, R. (2017). Características de la Fibra de Alpaca Huacaya de Cotaruse, Apurímac, Perú. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 28(4), 843-851. Doi: <http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v28i4.13889>
- Mamani, R. H. (2011). Situación actual y las perspectivas de los camélidos Sudamericanos del distrito de Torata región de Moquegua. Perú: AIMGBRCS.
- Manso, C. (2011). *Determinación de la calidad de fibra de alpaca en Huancavelica (Perú): Validación de los métodos de muestreo y valoración* (Tesis de Ingeniero Agrónomo. Pamplona): Universidad Pública de Navarra. 121 p.
- McColl, A., Lupton, C. & Stobart, B. (2004). Fiber Characteristics of U.S. Huacaya Alpacas. *Alpacas Magazine*. 186-196.
- McDonald, P., Edwards, R.A., Greenhalgh, J.F.D., Morgan, C.A., Sinclair, L.A. & Wilkinson, R.G. (2011). *Animal Nutrition*, Seventh Edition: Prentice Hall, Pearson.
- McGregor, B. A. & Butler, K. L. (2004). Sources of variation in fibre diameter attributes of Australian alpacas and implications for fleece evaluation and animal selection. *Australian Journal of Agricultural Research*, 55(4), 433 – 442. Doi: <https://doi.org/10.1071/AR03073>
- McGregor, B.A. (2006). Production, attributes and relative value of alpaca fleeces in southern Australia and implications for industry development. *Small Ruminant Research*, 61(2–3), 93-111. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2005.07.001>

- McLennan, N. & Lewer, R. (2005). Wool production Coefficient of variation of fibre diameter (CVFD).
- Mendoza, G.I. (2014). *Suplementación con un complejo aminoacídico sobre la longitud de mecha, diámetro de fibra, peso de vellón y densidad folicular en alpacas huacaya* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional del Centro del Perú, Huancayo, Perú.
- Molina, G., Teich, I., Antonini, M., Renieri, C., Laterza, A. & Balzarini, M. (2016). Spatial structure of skin follicles in Suri and Huacaya alpacas. *Small Ruminant Research*. Doi: <http://dx.doi.org/doi:10.1016/j.smallrumres.2016.05.012>
- Montes, M. (2007). Caracterización de la fibra de alpaca producida en la región de Huancavelica (Perú). TFC. UPNA.
- 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. Doi: 10.5424 / sjar / 2008061-5258
- Moore, K.E., Maloney, S.K. & Blache, D. (2015). High follicle density does not decrease sweat gland density in Huacaya alpacas. *Journal of Thermal Biology*, 47, 1-6. Doi: 10.1016/j.jtherbio.2014.10.009
- Moore, K.E., Maloney, S.K., Vaughan, J.L., Milton, J.T.B. & Blache, D. (2012). Rumen protected methionine supplementation and fibre production in alpacas (*Vicugna pacos*). *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 97(6), 1084–1090. Doi: 10.1111/jpn.12018
- Morales, A., Niżnikowski, R., Pietrzykowski, P. & Wierzbicki, M. (2010). Fibre characteristics of Huacaya alpaca bred at the age of 1 year. *Animal Science* 47, 65–69.

- National Research Council (NCR). (2012). Nutrient Requirements of Swine. Washington, DC: Natl. Acad. Press
- Naylor, G. R. S. & Stanton, J. (1997). Time of shearing and the diameter characteristics of fibre ends in the processed top: an opportunity for improved skin comfort in garments. *Wool Technology and Sheep Breeding*, 45(4):243-255.
- Orlando, G. F., Wolf, G. & Engelmann, M. (2008). Role of neuronal nitric oxide synthase in the regulation of the neuroendocrine stress response in rodents: insights from mutant mice. *Amino Acids*, 35(1), 17-27. Doi: 10.1007/s00726-007-0630-0
- Oruna, E.J. (2016). *Caracterización histológica de la piel en crías de alpaca (Vicugna pacos) del Centro de Investigación y Desarrollo de Camélidos Sudamericanos – Lachocc* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo, Perú.
- Parodi, N. M. (2011). Principales problemas en la calidad de la fibra de alpaca que limitan la comercialización de prendas de vestir en el mercado francés. *Revista de Ciencias Empresariales de la Universidad de San Martín de Porres*, 4(1), 20-28.
- Paucar, R., Alfonso, L., Soret, B., Mendoza, G., & Alvarado, F. (2019). Textile characteristics of fiber from Huacaya alpacas (*Vicugna pacos*). *Scientia Agropecuaria* 10(3), 429 – 432. Doi: 10.17268/sci.agropecu.2019.03.14
- Paucar, R., Aquino, H., Contreras, J.L., Caso, E. & Ruiz, L.A. (2016). Efecto de la suplementación con ensilado (*Festuca dolichophylla*, *Avena sativa* y *Vicia sativa*) sobre la ganancia de peso y mortalidad en alpacas adultas (*Vicugna pacos*). *Revista Complutense de Ciencias Veterinarias*, 10(1), 83-88. Doi: [http://dx.doi.org/10.5209/rev\\_RCCV.2016.v10.n1.52502](http://dx.doi.org/10.5209/rev_RCCV.2016.v10.n1.52502)
- Paucar, Y. & Sedano, E. (2014). *Correlación entre índice folicular, peso de vellón y diámetro de fibra en alpacas de raza huacaya de color blanco* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Huancavelica, Huancavelica, Perú.

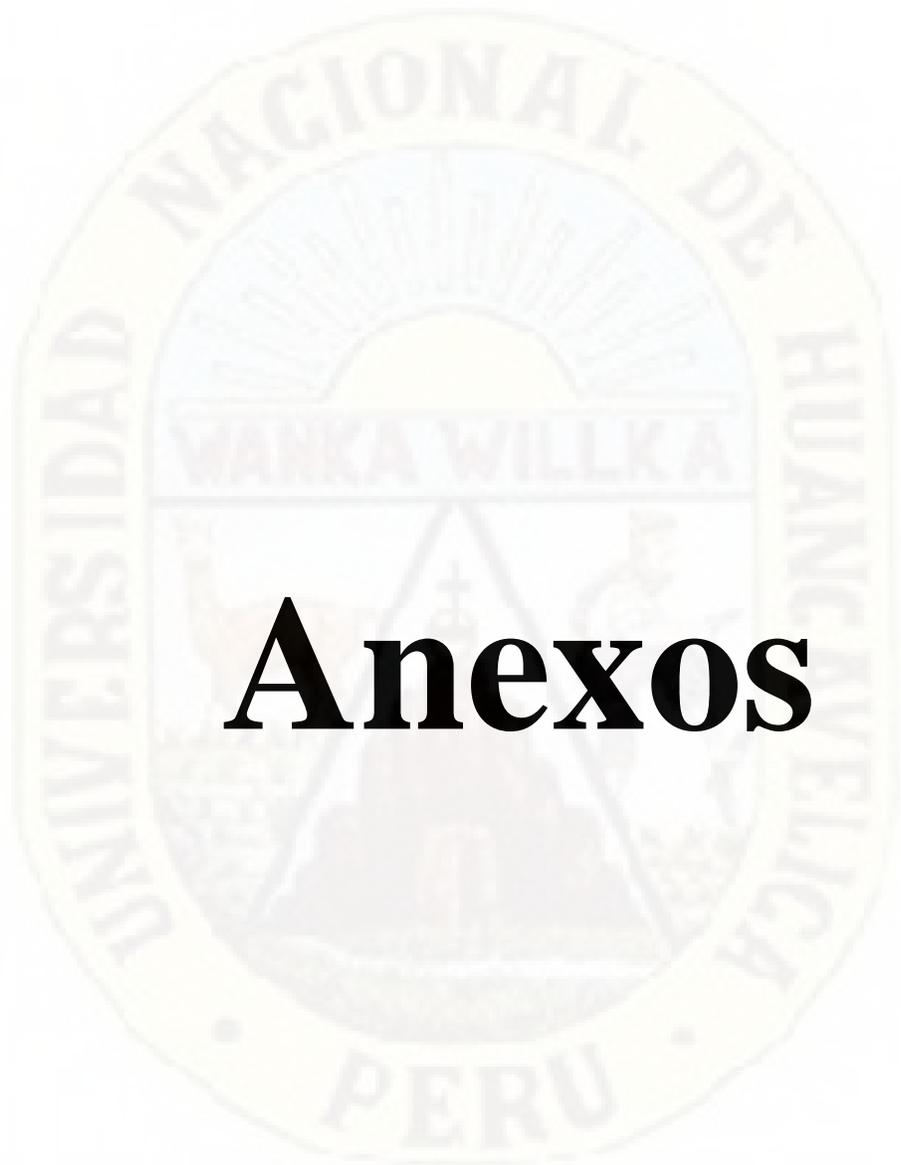
- Pocket, D.M. (2010). Diccionario Mosby Pocket de medicina, enfermería y ciencias de la salud, Sexta Edición. Barcelona, España: Elsevier.
- Quispe, E. C., Poma, A. G., McGregor, B. A. & Bartolomé, J. (2014). Effect of genotype and sex on fiber growth rate of alpacas for their first year of fleece production. *Archivos de Medicina Veterinaria*, 46(1), 151-155. Doi: 10.4067/S0301-732X2014000100021
- Quispe, E. G., Alfonso, L., Flores, A., Guillén, H. & Ramos, Y. (2009). Bases to an improvement program of the Alpacas in highland region at Huancavelica-Peru. *Archivos de Zootecnia*, 58(224), 705-716.
- Quispe, E., Flores, A., Alfonso, L. & Galindo, A. (2007). Algunos aspectos de la fibra y peso vivo de alpacas Huacaya de color blanco en la región de Huancavelica. *En: XX Reunión ALPA. Cusco: Asociación Latinoamericana de Producción Animal.*
- Quispe, E., Poma, A. & Purroy, A. (2013). Características productivas y textiles de la fibra de alpacas de raza Huacaya. *Revista Complutense de Ciencias Veterinarias*, 7(1), 1-29. Doi: [http://dx.doi.org/10.5209/rev\\_RCCV.2013.v7.n1.41413](http://dx.doi.org/10.5209/rev_RCCV.2013.v7.n1.41413)
- Quispe, E.C., Rodríguez, T.C., Iñiguez, L.R. & Mueller, J.P. (2009). Producción de fibra de alpaca, llama, vicuña y guanaco en Sudamérica. *Animal Genetic Resources Information*, 45, 1-14. Doi:10.1017/S1014233909990277
- Quispe, J. E., Apaza, E., & Olarte, U. (2021). Características físicas y perfil de diámetro de fibra de alpacas Huacaya del Centro Experimental La Raya (Puno, Perú), según edad y sexo. *Rev. investig. vet. Perú*, 32(2), e20004. Doi: <http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v32i2.20004>
- Quispe, Y. (2020). Evaluación de la producción y calidad de fibra de Alpaca Huacaya (*Vicugna pacos*) en la comunidad originaria Chacaltaya, *Apthapi* 6(3), 2027-2043.

- Radzik-Rant, A., Pofelska, O., & Rant, W. (2018). Characteristics of alpaca wool from farmed animals located on different continents. *Animal Science* 57(2), 151–158. Doi: 10.22630/AAS.2018.57.2.15
- Ramos, V., Olivera, L. & Mamani, R. (2018). Parámetros foliculares de tres regiones corporales y su relación con características de la fibra de alpaca (*Vicugna pacos*). *Revista de Investigaciones de la Escuela de Posgrado*, 7(4), 774-788. Doi: <http://dx.doi.org/10.26788/riepg.2018.4.99>
- Rodríguez, M. (2004). *Selectividad, consumo y degradabilidad in situ de los pastos naturales de la zona circunlacustre en alpacas* (Tesis de Pregrado). Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Perú.
- Sacchero, D. (2005). Utilización de medidas objetivas para determinar calidad en lanas. *Sitio Argentino de Producción Animal, Memorias de VII curso de actualización ovina*. INTA Bariloche.
- Ticlla, I. (2014). *Correlaciones fenotípicas entre el peso de vellón sucio y los parámetros tecnológicos en fibra de alpacas del centro de investigación y desarrollo de camélidos sudamericanos – Huancavelica* (Tesis de Pregrado). Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo, Perú.
- Trejo, W. (1986). *Estudio de la correlación fenotípica entre el diámetro de la fibra y la escala de colores en Alpacas Huacaya* (Tesis de Pregrado). Universidad Nacional Agraria la Molina, Lima, Perú.
- Tumi, R.M. (2017). *Efecto de la densidad folicular sobre peso vellón en alpacas huacaya a la primera y segunda esquila, en el módulo de reproductores de Coarita – Paratía* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Perú.
- Vásquez, R., Gómez, O.E. & Quispe, E. (2015). Características Tecnológicas de la Fibra Blanca de Alpaca Huacaya en la Zona Altoandina de Apurímac. *Revista de*

*Investigaciones Veterinarias del Perú*, 26(2), 213-222. Doi:  
<http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v26i2.11020>

- Vélez, V.M., Salazar, J.S., Pacheco, J., Pezo, D. & Franco, F. (2016). Histología cuantitativa de la piel de alpaca diferenciada por calidad de fibra. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal*, 24(1), 7-10.
- Wang, X., Wang, L. & Liu, X. (2003). The quality and processing performance of alpaca fibres, *Rural Industries Research and Development Corporation (RIRDC)*, Barton, A.C.T.
- Williams, O.B. & Chapman, R.E. (1966). Additional information on the dye-banding technique of wool growth measurement. *Journal of the Australian Institute of Agricultural Science*, 32(4), 298-300.
- Wu, G. (2009). Amino acids: metabolism, functions, and nutrition. *Amino Acids*, 37(1), 1-17. Doi: 10.1007/s00726-009-0269-0
- Wu, G. (2010). Functional Amino Acids in Growth, Reproduction, and Health. *Advances in Nutrition* 1(1), 31–37. Doi: <https://doi.org/10.3945/an.110.1008>
- Wu, G. (2010). Recent advances in swine amino acid nutrition. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 1(2), 118-130.
- Wu, G. (2013). *Amino Acids. Biochemistry and Nutrition*, Boca Raton, New York: Taylor & Francis Group.
- Wu, G. (2014 a). Dietary requirements of synthesizable amino acids by animals: a paradigm shift in protein nutrition. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 5, 34. Doi: 10.1186/2049-1891-5-34
- Wu, G. (2021). *Amino Acids: Biochemistry and Nutrition*. (2nd ed.). CRC Press. Doi: <https://doi.org/10.1201/9781003092742>

- Wu, G., Bazer, F. W., Dai, Z., Li, D., Wang, J. & Wu, Z. (2014). Amino Acid Nutrition in Animals: Protein Synthesis and Beyond. *Annual Review of Animal Biosciences*, 2(1), 387–417. Doi:10.1146/annurev-animal-022513-114113
- Wu, G., Knabe, D. A., & Kim, S. W. (2004). Arginine Nutrition in Neonatal Pigs. *The Journal of Nutrition*, 134(10), 2783S–2790S. Doi:10.1093/jn/134.10.2783s
- Wuliji, T. (2019). *Selection and Evaluation of Fiber Characteristics of an Extreme Fine Alpaca Strain at Victory Farm in Missouri*. Gutiérrez, Lisa McKenna, Roman Niznikowski, Maria Wurzinger (eds.) *Advances in Fibre Production Science in South American Camelids and other Fibre Animals*, 121.
- Wuliji, T., Davis, G., Dodds, K., Turner, P., Andrews, R. & Bruce, G. (2000). Production performance, repeatability and heritability estimates for live weight, fleece weight and fiber characteristics of alpacas in New Zealand. *Small Ruminant Research*, 37(3), 189–201. Doi: 10.1016/s0921-4488(00)00127-9



# **Anexos**

### Anexo 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA

EFECTO DE LA SUPLEMENTACIÓN DE AMINOÁCIDOS SOBRE EL ÍNDICE FOLICULAR, EL CRECIMIENTO Y LAS CARACTERÍSTICAS TEXTILES DE LA FIBRA DE ALPACA EN ÉPOCA SECA				
Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Metodología
¿Cuál es el efecto de la suplementación del Aminoplex Forte sobre el índice folicular, características textiles y crecimiento de la fibra de alpaca en época seca?	<p><b>General</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Evaluar el efecto de la suplementación del Aminoplex Forte sobre el índice folicular, características textiles y crecimiento de la fibra de alpaca en época seca</li> </ul> <p><b>Específicos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Determinar el efecto de la suplementación del Aminoplex Forte sobre la cantidad de folículos primarios y secundarios de la alpaca</li> <li>• Determinar el efecto de la suplementación del Aminoplex Forte sobre la tasa de crecimiento de la fibra de alpaca.</li> <li>• Determinar el efecto de la suplementación del Aminoplex Forte sobre la media del diámetro de fibra de alpaca.</li> <li>• Determinar el efecto de la suplementación del Aminoplex Forte sobre el coeficiente de variación del diámetro de fibra de alpaca.</li> <li>• Determinar el efecto de la suplementación del Aminoplex Forte sobre el factor de confort de la fibra de alpaca.</li> </ul>	<p><b>H<sub>0</sub></b> = La suplementación del Aminoplex Forte no tiene efecto sobre el índice folicular, el crecimiento y las características textiles de la fibra de alpaca en época seca.</p> <p><b>H<sub>1</sub></b> = La suplementación del Aminoplex Forte tiene efecto sobre el índice folicular, el crecimiento y las características textiles de la fibra de alpaca en época seca.</p>	<p>Dependientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Índice Folicular.</li> <li>• Características textiles.</li> <li>• Crecimiento de la fibra.</li> </ul> <p>Independientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aminoácidos.</li> </ul>	<p><b>Tipo de investigación:</b> Básico</p> <p><b>Nivel de investigación:</b> Explicativo</p> <p><b>Método de investigación:</b> Científico</p> <p><b>Diseño de investigación:</b> Experimental</p> <p><b>Población</b> Alpacas hembras y machos de 1 año de edad.</p> <p><b>Muestra</b> Muestra de 28 alpacas hembras y machos</p> <p><b>Muestreo</b> Muestreo aleatorio simple</p>

## Anexo 2. Base de datos

**Tabla 13**

*Resultados del análisis de fibra y conteo folicular de la piel de alpaca.*

ID	TRATAMIENTO	SEXO	IF (s/p)	MDF ( $\mu\text{m}$ )	CVD (%)	FC (%)	TC	FP	FS
17.054	Aminoplex	h	7,73	21,54	19,5	95,9	0,97	3,00	23,20
17.097	Aminoplex	h	13,25	24,32	16,1	93,7	1,21	1,60	21,20
17.109	Aminoplex	h	13,60	22,03	19,7	95,2	1,16	2	27,2
17.122	Aminoplex	h	12,18	20,27	21,6	96	1,07	2,2	26,8
17.139	Aminoplex	h	12,79	25,69	19,2	86,9	1,14	2,8	35,8
17.156	Aminoplex	h	12,46	21,06	19,9	96,7	0,95	2,6	32,4
17.204	Aminoplex	h	12,17	20,64	22,8	95,9	1,06	4,8	58,4
17.004	Aminoplex	m	11,20	22,73	19,8	94,5	1,18	3	33,6
17.042	Aminoplex	m	5,80	28,14	14,6	82	1,15	4	23,2
17.114	Aminoplex	m	10,72	20,59	21,9	96,9	1,19	3,6	38,6
17.137	Aminoplex	m	16,90	22,96	17,5	95,4	1,10	2	33,8
17.140	Aminoplex	m	11,73	21,68	20,2	95,5	1,31	2,2	25,8
17.186	Aminoplex	m	10,46	18,08	22,4	99	1,18	5,6	58,6
17.189	Aminoplex	m	11,62	24,88	21,9	85,9	1,15	2,6	30,2
17.068	Control	h	8,21	24,08	18,5	91,9	1,11	4,8	39,4
17.085	Control	h	13,79	19,59	18,7	98,8	1,00	2,8	38,6
17.111	Control	h	12,13	22,06	17,2	96,8	0,89	3,2	38,8
17.184	Control	h	10,73	26,17	20	82	1,04	2,2	23,6
17.191	Control	h	11,06	19,7	19,3	98,1	0,98	3,2	35,4
17.197	Control	h	12,28	21,39	22	94,2	0,94	3,6	44,2

17.207	Control	h	13,00	21,2	18,3	97,5	0,98	3,6	46,8
17.071	Control	m	10,61	22,81	20	92,9	1,09	3,6	38,2
17.152	Control	m	9,33	23,39	20,2	91,2	1,02	2,4	22,4
17.153	Control	m	12,44	24,21	21,1	89,7	1,24	1,8	22,4
17.158	Control	m	12,70	20,26	20,8	97	1,10	2	25,4
17.167	Control	m	11,10	19,02	21,2	97,5	1,08	2	22,2
17.174	Control	m	8,64	18,57	18,8	99,5	1,05	5	43,2
17.084	Control	m	12,69	20,21	19,8	97,5	1,02	3,2	40,6

**Tabla 14**

*Transformación del Factor de Confort (FC)*

ID	TRATAMIENTO	SEXO	FC (%)	FP (100%-FC)	Log(FP%)
17.054	Aminoplex	h	95.9	4.1	0.61
17.097	Aminoplex	h	93.7	6.3	0.80
17.109	Aminoplex	h	95.2	4.8	0.68
17.122	Aminoplex	h	96	4	0.60
17.139	Aminoplex	h	86.9	13.1	1.12
17.156	Aminoplex	h	96.7	3.3	0.52
17.204	Aminoplex	h	95.9	4.1	0.61
17.004	Aminoplex	m	94.5	5.5	0.74
17.042	Aminoplex	m	82	18	1.26
17.114	Aminoplex	m	96.9	3.1	0.49
17.137	Aminoplex	m	95.4	4.6	0.66

17.140	Aminoplex	m	95.5	4.5	0.65
17.186	Aminoplex	m	99	1	0.00
17.189	Aminoplex	m	85.9	14.1	1.15
17.068	Control	h	91.9	8.1	0.91
17.085	Control	h	98.8	1.2	0.08
17.111	Control	h	96.8	3.2	0.51
17.184	Control	h	82	18	1.26
17.191	Control	h	98.1	1.9	0.28
17.197	Control	h	94.2	5.8	0.76
17.207	Control	h	97.5	2.5	0.40
17.071	Control	m	92.9	7.1	0.85
17.152	Control	m	91.2	8.8	0.94
17.153	Control	m	89.7	10.3	1.01
17.158	Control	m	97	3	0.48
17.167	Control	m	97.5	2.5	0.40
17.174	Control	m	99.5	0.5	-0.30
17.084	Control	m	97.5	2.5	0.40

Para la transformación del FC a Factor de Picazón (FP) se utilizó la diferencia, donde  $(FP\% = 100\% - FC\%)$ , a continuación, se realizó la transformación utilizando la fórmula **Log (FP%)**.

### Anexo 3. Pruebas estadísticas

**Tabla 15**

*ANOVA del índice folicular (IF) s/p.*

<b>Origen</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F-Valor</b>	<b>Sig.</b>
Entre grupos	1	,545	,545	,113	,740
Dentro de grupos	26	125,728	4,836		
<b>Total</b>	<b>27</b>	<b>126,273</b>			

**Tabla 16**

*ANOVA de la media del diámetro de fibra (MDF) de alpaca.*

<b>Origen</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F-Valor</b>	<b>Sig.</b>
Entre grupos	1	5,100	5,100	,867	,360
Dentro de grupos	26	152,863	5,879		
<b>Total</b>	<b>27</b>	<b>157,963</b>			

**Tabla 17**

*ANOVA del coeficiente de variación (CV) del diámetro de la fibra de alpaca.*

<b>Origen</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F-Valor</b>	<b>Sig.</b>
Entre grupos	1	,051	,051	,014	,908
Dentro de grupos	26	97,239	3,740		
<b>Total</b>	<b>27</b>	<b>97,290</b>			

**Tabla 18***ANOVA del factor de confort (FC) de la fibra de alpaca.*

<b>Origen</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F-Valor</b>	<b>Sig.</b>
Entre grupos	1	8,143	8,143	,347	,561
Dentro de grupos	26	609,309	23,435		
<b>Total</b>	<b>27</b>	<b>617,452</b>			

**Tabla 19***ANOVA de la tasa de crecimiento (TC) de la fibra de alpaca.*

<b>Origen</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>MC</b>	<b>F-Valor</b>	<b>Sig.</b>
Entre grupos	1	,061	,061	7,457	,011
Dentro de grupos	26	,212	,008		
<b>Total</b>	<b>27</b>	<b>,273</b>			

**Tabla 20***ANOVA de la cantidad de folículos primarios (FP) de alpaca.*

<b>Origen</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F-Valor</b>	<b>Sig.</b>
Entre grupos	1	,070	,070	,061	,807
Dentro de grupos	26	29,740	1,144		
<b>Total</b>	<b>27</b>	<b>29,810</b>			

**Tabla 21***Prueba de Wilcoxon para la cantidad de folículos secundarios (FS).*

Estadísticos de prueba <sup>a</sup>	
TRATAMIENTO - FS	
Z	-4,623 <sup>b</sup>
Sig. asintótica(bilateral)	,476

a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon

b. Se basa en rangos positivos.

**Tabla 22***Prueba de normalidad según factor tratamiento.*

Variable	Tratamiento	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Índice folicular	Control	,179	14	,200*	,935	1	,35
	Aminoplex	,187	14	,200*	,924	4	,5
Media del diámetro de fibra	Control	,155	14	,200*	,953	1	,61
	Aminoplex	,139	14	,200*	,961	4	,0
Coeficiente de variación del diámetro	Control	,111	14	,200*	,982	1	,98
	Aminoplex	,188	14	,195	,917	4	,7
						1	,19
						4	,9

Factor de confort	Control	,133	14	,200*	,967	1	,83
	Aminoplex	,176	14	,200*	,906	4	5
Tasa de crecimiento	Control	,138	14	,200*	,963	1	,13
	Aminoplex	,196	14	,151	,944	4	7
Folículos primarios	Control	,164	14	,200*	,922	1	,78
	Aminoplex	,214	14	,081	,900	4	0
Folículos secundarios	Control	,234	14	,036	,853	1	,47
	Aminoplex	,208	14	,103	,814	4	8

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

La prueba de normalidad se realizó tomando en cuenta la muestra que en este caso se ajusta mejor para la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk, donde todas las variables consideradas muestran una distribución normal (Sig. > 0.05), a excepción de la variable cantidad de folículos secundarios para lo cual se utilizó el método no paramétrico de comparación de medias. Esta prueba se realiza en el IBM SPSS.

**Tabla 23***Prueba de homogeneidad de varianza según factor tratamiento.*

<b>Prueba de homogeneidad de varianzas</b>					
		Estadístic			
		o de	gl1	gl2	
		Levene			
				Sig.	
IF (s/p)	Se basa en la media	,404	1	26	,531
	Se basa en la mediana	,347	1	26	,561
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,347	1	18,89 5	,563
	Se basa en la media recortada	,393	1	26	,536
	Se basa en la media	,058	1	26	,812
	Se basa en la mediana	,027	1	26	,871
MDF ( $\mu\text{m}$ )	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,027	1	23,62 2	,871
	Se basa en la media recortada	,058	1	26	,811
	Se basa en la media	2,107	1	26	,159
CVD (%)	Se basa en la mediana	2,129	1	26	,156

	Se basa en la mediana y con gl ajustado	2,129	1	18,964	,161
	Se basa en la media recortada	2,112	1	26	,158
	Se basa en la media	1,787	1	26	,193
	Se basa en la mediana	1,510	1	26	,230
FC (%)	Se basa en la mediana y con gl ajustado	1,510	1	25,805	,230
	Se basa en la media recortada	1,790	1	26	,192
	Se basa en la media	,207	1	26	,653
	Se basa en la mediana	,062	1	26	,805
TC	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,062	1	25,153	,805
	Se basa en la media recortada	,209	1	26	,652
	Se basa en la media	,120	1	26	,732
	Se basa en la mediana	,069	1	26	,795
FP	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,069	1	24,171	,795
	Se basa en la media recortada	,082	1	26	,777

	Se basa en la media	,015	1	26	,904
	Se basa en la mediana	,083	1	26	,776
FS	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,083	1	24,41 4	,776
	Se basa en la media recortada	,006	1	26	,940

Esta prueba se hizo con el paquete estadístico IBM SPSS, tomando en cuenta el factor tratamiento, donde se demuestra que se cumple con el supuesto de homogeneidad de varianza para los datos obtenidos, (Sig. > 0,05).

#### **Anexo 4. Panel fotográfico**

##### **Foto 1**

*Población de alpacas en estudio del Centro de Investigación y Desarrollo de Camélidos Sudamericanos – Lachocc.*



##### **Foto 2**

*Aplicación vía intraperitoneal de Aminoplex Forte.*



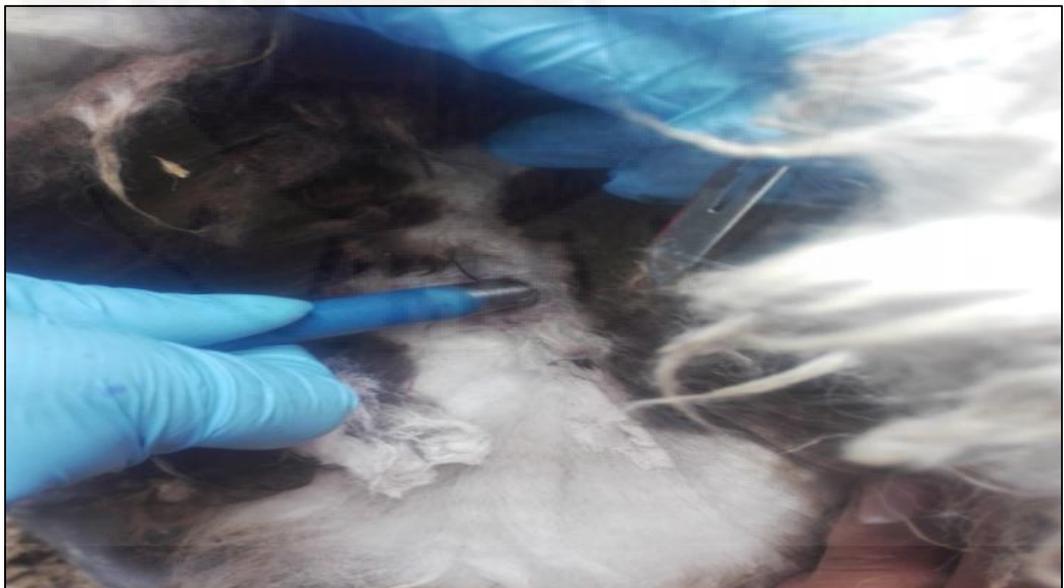
**Foto 3**

*Teñido de fibra con tinte permanente.*



**Foto 4**

*Obtención de muestras de piel por punción.*



**Foto 5**

*Realizando cortes microhistológicos de piel de alpaca.*



**Foto 6**

*Análisis de fibra en el OFDA 2000.*



**Foto 7**

*Observación de folículos primarios y secundarios de alpaca.*

