

# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

## FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

### ESCUELA PROFESIONAL DE ZOOTECNIA



#### DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE FOLICULAR Y DENSIDAD DE FIBRA DE ALPACAS HUACAYA DEL CENTRO DE INVESTIGACION DE CAMELIDOS SUDAMERICANOS – LA RAYA.

Tesis presentada por la Bachiller en Ciencias Agrarias **ADA LUZ CCALTA HANCCO**, para optar al Título Profesional de **INGENIERO ZOOTECNISTA**.

#### **ASESORES:**

Ing. Zoot. Dr. Lucio Enrique Ampuero Casquino.

Ing. Zoot. M Sc. Hernán Carlos Cucho Dolmos.

Ing. Zoot. M Sc. Ruth Ccalta Hancco.

PATROCINADOR: Programa “*Yachayninchis Wiñarinanpaq*” UNSAAC

Cusco – Perú

2020

## DEDICATORIA

### **A Dios:**

Por bendecir mi vida y darme la fuerza para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados.

### **A mis padres:**

Julián y Lucía por su amor inmenso, trabajo, fortaleza y sacrificio en todos estos años, gracias a ustedes hemos logrado llegar hasta aquí y convertirnos en lo que somos.

### **A mis hermanos:**

Eva, Flor, Isabel, Michael, Ruth, Job, Julián, Jahleel. Por acompañarme en cada etapa de mi vida. Que de una u otra manera son la razón por la cual me ví en este punto de la vida, a puertas del título profesional tan anhelado.

### **A mis sobrinos:**

Milagros, Hendrick, Anthony, Mavet, Zoé y Luciana. a ustedes por sacarme una sonrisa con cada ocurrencia.

### **A mis abuelitos:**

Gregorio, Raimunda, Inocencio. Porque fueron un modelo a seguir en todos los aspectos, me enseñaron muchas cosas vitales para la vida. Sus canas son y fueron sinónimo de valentía, lucha, sabiduría. Siempre estarán presentes en mi corazón.

## **AGRADECIMIENTO**

- A Dios, por darme la vida, por darme fuerzas para seguir adelante y no desmayar en los problemas que se presentaban, enseñándome a encarar las adversidades sin perder nunca la dignidad ni desfallecer en el intento.
- Expresar mi agradecimiento y reconocimiento a la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, quienes apuestan por la investigación e innovación de los conocimientos en Camélidos Sudamericanos.
- Deseo expresar con profundo agradecimiento y reconocimiento a todos y cada uno de los docentes de la Escuela Profesional de Zootecnia; quienes contribuyeron con sus conocimientos y enseñanzas en mi formación profesional.
- A mis asesores: Dr. Lucio Enrique Ampuero Casquino. Msc. Hernán Carlos Cucho Dolmos y Msc. Rut Ccalta Hanco por sus asesoramientos y orientaciones en el proceso experimental, análisis de resultados y culminación del presente trabajo de investigación.
- Al programa “Yachayninchis Wiyarinanpaq”- UNSAAC, por su financiamiento económico para realizar el trabajo de Investigación.
- A todo el personal técnico y administrativo que labora en el Centro de Investigación en Camélidos Sudamericanos CICAS – La Raya UNSAAC, por su colaboración permanente durante el desarrollo de la investigación.
- A mis amigos, y de manera muy especial a: Romario, Jhon, Julios, Alex, Urbano, Iván, Mónica, Mitzi, Yudit, Rufina, Mayumi, Melani y Sheyla. Por su amistad desinteresada, por compartir muchas experiencias y aprendizajes a lo largo de la vida universitaria.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

|   |           |
|---|-----------|
| DEDICATORIA .....                                 | I         |
| AGRADECIMIENTO .....                              | II        |
| ÍNDICE DE CONTENIDO.....                          | III       |
| ÍNDICE DE TABLAS.....                             | VII       |
| ÍNDICE DE FOTOS.....                              | X         |
| ÍNDICE DE ANEXOS .....                            | XI        |
| GLOSARIO .....                                    | XIV       |
| RESUMEN .....                                     | 1         |
| INTRODUCCIÓN .....                                | 2         |
| CAPITULO I.....                                   | 3         |
| <b>1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....</b>        | <b>3</b>  |
| <b>1.1. Desarrollo del problema.....</b>          | <b>3</b>  |
| 1.1.1 Problema general .....                      | 4         |
| 1.1.2. Problemas específicos.....                 | 4         |
| <b>1.2 Objetivos.....</b>                         | <b>5</b>  |
| 1.2.1. Objetivo General.....                      | 5         |
| 1.2.2. Objetivos Específicos .....                | 5         |
| <b>1.3 Justificación .....</b>                    | <b>6</b>  |
| CAPITULO II.....                                  | 7         |
| <b>2. MARCO TEORICO.....</b>                      | <b>7</b>  |
| <b>2.1. Antecedentes de la investigación.....</b> | <b>7</b>  |
| 2.2.1 Índice Folicular.....                       | 7         |
| 2.2.2 Densidad de fibra.....                      | 10        |
| <b>2.2 Revisión bibliográfica.....</b>            | <b>11</b> |
| 2.2.1 Características generales de la piel.....   | 11        |
| 2.2.2 Estructura de la piel de alpaca.....        | 11        |
| 2.2.2.1 Epidermis .....                           | 12        |
| 2.2.2.2 Dermis.....                               | 13        |
| 2.2.2.3 Hipodermis.....                           | 13        |

|  |  |           |
|--|--|-----------|
| 2.2.3                                  | Formación de la fibra .....                                  | 14        |
| 2.2.4                                  | Folículos pilosos en alpacas .....                           | 14        |
| 2.2.5                                  | Tipos de folículos pilosos.....                              | 15        |
| 2.2.6                                  | Estructura física de la fibra .....                          | 16        |
| 2.2.7                                  | Estructura del folículo piloso .....                         | 17        |
| 2.2.8                                  | Ciclo de crecimiento del pelo.....                           | 18        |
| <b>2.3</b>                             | <b>Marco conceptual .....</b>                                | <b>18</b> |
| 2.3.1                                  | Índice folicular.....  | 18        |
| 2.3.2.                                 | Densidad folicular. ....                                     | 19        |
| 2.3.3.                                 | Relación folicular entre razas.....                          | 20        |
| 2.3.4.                                 | Densidad de fibra.....                                       | 21        |
| 2.3.5.                                 | Factores que afectan la calidad y la cantidad de fibra ..... | 22        |
| <b>CAPITULO III.....</b>               | <b>.....</b>   | <b>24</b> |
| <b>3. DISEÑO DE INVESTIGACION.....</b> | <b>.....</b>   | <b>24</b> |
| <b>3.1</b>                             | <b>Ámbito de estudio.....</b>                                | <b>24</b> |
| 3.1.1                                  | Ubicación Geográfica .....                                   | 24        |
| 3.1.2                                  | Características medioambientales de la zona .....            | 25        |
| 3.1.3                                  | Duración del estudio .....                                   | 25        |
| <b>3.2</b>                             | <b>Materiales de estudio.....</b>                            | <b>25</b> |
| 3.2.1                                  | Material biológico.....                                      | 25        |
| 3.2.2                                  | Materiales Campo.....  | 26        |
| 3.2.3.                                 | Materiales de Laboratorio .....                              | 27        |
| 3.2.4.                                 | Materiales de escritorio.....                                | 27        |
| 3.2.5.                                 | Reactivos.....   | 28        |
| 3.2.6.                                 | Equipos de Laboratorio.....                                  | 28        |
| <b>3.3</b>                             | <b>Método .....</b>  | <b>29</b> |
| <b>3.4</b>                             | <b>Evaluación en el laboratorio .....</b>                    | <b>29</b> |
| 3.4.1                                  | Laboratorio CICAS “La Raya” .....                            | 29        |

|                                     |  |           |
|-------------------------------------|--|-----------|
| 3.4.2                               | Laboratorio de patología humana “MEDICAL LAB CENTER” .....   | 29        |
| <b>3.5</b>                          | <b>Metodología de estudio .....</b>  | <b>29</b> |
| 3.5.1                               | De las alpacas .....   | 29        |
| <b>3.6</b>                          | <b>Variables evaluadas en el estudio .....</b>   | <b>30</b> |
| 3.6.1                               | Variables independientes .....   | 30        |
| 3.6.2                               | Variables dependientes .....   | 30        |
| <b>3.7</b>                          | <b>Metodología para evaluar índice folicular.....</b>  | <b>31</b> |
| 3.7.1                               | Obtención de muestras de piel .....  | 31        |
| <b>3.8</b>                          | <b>Del laboratorio técnica histológica .....</b>   | <b>33</b> |
| 3.8.1                               | Procedimiento de biopsia .....   | 33        |
| 3.8.2                               | Corte del taco .....   | 34        |
| 3.8.3                               | Desparafinado de la biopsia. ....  | 34        |
| 3.8.4                               | Coloración biopsia. ....   | 35        |
| 3.8.5                               | Determinación del índice folicular .....   | 36        |
| <b>3.9</b>                          | <b>Metodología para evaluar densidad de fibra .....</b>  | <b>36</b> |
| 3.9.1                               | Preparación de la piel y fibras pilosas de alpacas para la captura de imágenes .....   | 37        |
| 3.9.2                               | Preparación del FIBER – DEN accesorios. ....   | 38        |
| 3.9.3                               | Método para la toma de imágenes .....  | 39        |
| 3.9.4                               | Procesamiento de las imágenes .....  | 40        |
| 3.9.5                               | Los resultados del FIBER – DEN, son los siguientes: .....  | 41        |
| <b>3.10</b>                         | <b>Análisis estadístico .....</b>  | <b>42</b> |
| 3.10.1                              | Para determinar el índice folicular y área folicular .....   | 42        |
| 3.10.2                              | Para densidad de fibra.....  | 42        |
| 3.10.3                              | Correlación entre índice folicular y densidad de fibra .....   | 43        |
| <b>CAPITULO IV.....</b>             |  | <b>44</b> |
| <b>RESULTADOS Y DISCUSION .....</b> |  | <b>44</b> |
| <b>4.1</b>                          | <b>Determinar el índice folicular (S/P), área de folículo primario y secundario en alpacas Huacaya según edad y sexo .....</b> | <b>44</b> |

|   |           |
|---|-----------|
| 4.1.1. Índice folicular (S/P).....  | 44        |
| 4.1.2. Área de folículo primario .....  | 47        |
| 4.1.3. Área de folículo secundario .....  | 50        |
| <b>4.2. Determinar la densidad de fibra pilosa, densidad de poros, ratio, desviación estándar de fibra, coeficiente de variación de fibra, desviación estándar de poros, coeficiente de variación de poros en alpacas Huacaya según edad y sexo .....</b> | <b>52</b> |
| 4.2.1. Densidad de fibra pilosa .....   | 52        |
| 4.2.2. Densidad de poros.....   | 55        |
| 4.2.3. Ratio (número de fibras por número de poro).....   | 57        |
| 4.2.4. Desviación estándar de fibra .....   | 60        |
| 4.2.5. Coeficiente de variabilidad de fibras .....  | 62        |
| 4.2.6. Desviación estándar de poros .....   | 64        |
| 4.2.7. Coeficiente de variación de poros.....   | 66        |
| <b>4.3. Relación del índice folicular y ratio (pelos por poro) en alpaca Huacaya. ....</b>  | <b>69</b> |
| 4.3.1. Relación del índice folicular(S/P) y ratio (pelos por poro) .....  | 69        |
| <b>CAPITULO V .....</b>   | <b>70</b> |
| <b>CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIONES.....</b>  | <b>70</b> |
| <b>CONCLUSIONES .....</b>   | <b>70</b> |
| <b>RECOMENDACIONES .....</b>  | <b>71</b> |
| <b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>   | <b>72</b> |
| <b>ANEXOS .....</b>   | <b>78</b> |

## ÍNDICE DE TABLAS

|   |    |
|---|----|
| <b>Tabla 1.</b> Relación de folículos secundarios y primarios, en alpacas y llamas.....   | 8  |
| <b>Tabla 2.</b> Influencia del sexo en el índice folicular.....   | 9  |
| <b>Tabla 3.</b> Influencia de la edad en el índice folicular.....   | 9  |
| <b>Tabla 4.</b> Densidad de fibra, densidad de poros y relación de número de fibras/<br>número de poros en alpacas y llamas por mm <sup>2</sup> ..... | 10 |
| <b>Tabla 5.</b> Distribución inicial y final de alpacas por categoría.....  | 30 |
| <b>Tabla 6.</b> Índice folicular (S/P) de alpacas Huacaya según sexo .....  | 44 |
| <b>Tabla 7.</b> Índice folicular (S/P) de alpacas Huacaya machos y hembras en diferentes<br>edades.....   | 45 |
| <b>Tabla 8.</b> Índice folicular (S/P) en alpacas Huacaya machos en diferentes edades<br>.....  | 46 |
| <b>Tabla 9.</b> Índice folicular (S/P) en alpacas Huacaya hembras en diferentes edades<br>.....   | 47 |
| <b>Tabla 10.</b> Área de folículo primario en alpacas Huacaya según sexo.....   | 48 |
| <b>Tabla 11.</b> Área de folículo primario en alpacas Huacaya machos y hembras en<br>diferentes edades .....  | 48 |
| <b>Tabla 12.</b> Área de folículo primario en alpacas Huacaya machos .....  | 49 |
| <b>Tabla 13.</b> Área de folículo primario en alpacas Huacaya hembras .....   | 49 |
| <b>Tabla 14.</b> Área de folículos secundarios en alpacas Huacaya según sexo .....  | 50 |
| <b>Tabla 15.</b> Área de folículos secundarios en alpacas Huacaya machos y hembras<br>en las diferentes edades.....                                   | 51 |
| <b>Tabla 16.</b> Área de folículos secundarios en alpacas Huacaya machos .....  | 51 |
| <b>Tabla 17.</b> Área de folículos secundarios en alpacas Huacaya Hembras .....   | 52 |
| <b>Tabla 18.</b> Densidad de fibra pilosa por mm <sup>2</sup> en alpacas Huacaya según sexo....   | 53 |
| <b>Tabla 19.</b> Densidad de fibra pilosa por mm <sup>2</sup> en alpacas Huacaya machos y hembras<br>en diferentes edades .....                       | 53 |
| <b>Tabla 20.</b> Densidad de fibra pilosa por mm <sup>2</sup> en alpacas Huacaya machos en<br>diferentes edades .....                                 | 54 |

|  |    |
|--|----|
| <b>Tabla 21.</b> Densidad de fibra pilosa por mm <sup>2</sup> en alpacas Huacaya hembras en diferentes edades .....              | 55 |
| <b>Tabla 22.</b> Densidad de poros por mm <sup>2</sup> de alpacas Huacaya según sexo .....                                       | 55 |
| <b>Tabla 23.</b> Densidad de poros por mm <sup>2</sup> de alpacas Huacaya machos y hembras en diferentes edades .....            | 56 |
| <b>Tabla 24.</b> Densidad de poros por mm <sup>2</sup> de alpacas Huacaya machos en diferentes edades.....                       | 57 |
| <b>Tabla 25.</b> Densidad de poros por mm <sup>2</sup> de alpacas Huacaya hembras en diferentes edades.....                      | 57 |
| <b>Tabla 26.</b> Relación de número fibras por número de poro en alpacas Huacaya según sexo .....                                | 58 |
| <b>Tabla 27.</b> Relación de número de fibras por número de poro en alpacas Huacaya machos y hembras en diferentes edades .....  | 58 |
| <b>Tabla 28.</b> Relación de número fibras por número de poro en alpacas Huacaya machos en diferentes edades.....                | 59 |
| <b>Tabla 29.</b> Relación de número de fibras por número de poro en alpacas Huacaya hembras en diferentes edades .....           | 59 |
| <b>Tabla 30.</b> Desviación Estándar de fibra por mm <sup>2</sup> de alpacas Huacaya machos y hembras según sexo .....           | 60 |
| <b>Tabla 31.</b> Desviación estándar de fibra por mm <sup>2</sup> de alpacas Huacaya machos y hembras en diferentes edades ..... | 61 |
| <b>Tabla 32.</b> Desviación estándar de fibra por mm <sup>2</sup> de alpacas Huacaya machos en diferentes edades .....           | 61 |
| <b>Tabla 33.</b> Desviación estándar de fibra por mm <sup>2</sup> de alpacas Huacaya hembras en diferentes edades .....          | 62 |
| <b>Tabla 34.</b> Coeficiente de variación de fibra por mm <sup>2</sup> de alpacas Huacaya según sexo .....                       | 62 |
| <b>Tabla 35.</b> Coeficiente de variación de fibra por mm <sup>2</sup> en alpacas machos y hembras en diferentes edades .....    | 63 |
| <b>Tabla 36.</b> Coeficiente de variación de fibra por mm <sup>2</sup> de alpacas Huacaya machos en diferentes edades .....      | 64 |
| <b>Tabla 37.</b> Coeficiente de variación de fibra por mm <sup>2</sup> de alpacas Huacaya hembras en diferentes edades .....     | 64 |

|   |    |
|---|----|
| <b>Tabla 38.</b> Desviación estándar de poros por mm <sup>2</sup> de alpacas Huacaya machos y hembras según sexo .....                | 65 |
| <b>Tabla 39.</b> Desviación estándar de poros por mm <sup>2</sup> de alpacas Huacaya machos y hembras en diferentes edades. ....      | 65 |
| <b>Tabla 40.</b> Desviación estándar de poros por mm <sup>2</sup> de alpacas machos en diferentes edades.....                         | 66 |
| <b>Tabla 41.</b> Desviación estándar de poros por mm <sup>2</sup> en alpacas hembras en diferentes edades.....                        | 66 |
| <b>Tabla 42.</b> Coeficiente de variación de poros por mm <sup>2</sup> de alpacas Huacaya según sexo .....                            | 67 |
| <b>Tabla 43.</b> Coeficiente de variación de poros por mm <sup>2</sup> de alpacas Huacaya machos y hembras en diferentes edades ..... | 67 |
| <b>Tabla 44.</b> Coeficiente de variación de poros por mm <sup>2</sup> de alpacas Huacaya machos en diferentes edades .....           | 68 |
| <b>Tabla 45.</b> Coeficiente de variación de poros por mm <sup>2</sup> de alpacas Huacaya hembras en diferentes edades .....          | 68 |
| Tabla 46. Relación de índice folicular (S/P) y ratio (fibras por poro) según sexo. .  | 69 |
| <b>Tabla 47.</b> Relación de índice folicular (S/P) y ratio (fibras por poro) en alpacas de la raza Huacaya.....                      | 69 |

## ÍNDICE DE FOTOS

|   |    |
|---|----|
| <b>Foto 1.</b> Centro de Investigación de Camélidos Sudamericanos (CICAS – La Raya) .....       | 24 |
| <b>Foto 2.</b> Paisaje característico de la ecorregión Puna (CICAS – La Raya) .....             | 25 |
| <b>Foto 3.</b> Materiales de campo .....  | 27 |
| <b>Foto 4.</b> Pasos para la obtención de muestras de piel. ....                                | 32 |
| <b>Foto 5.</b> Procedimiento de biopsia en diferentes tipos de alcoholes. ....                  | 34 |
| <b>Foto 6.</b> Obtención de taco y corte en el microtomo .....                                  | 34 |
| <b>Foto 7.</b> Tejido fijado en la lámina y colocación a desparafina.....                       | 35 |
| <b>Foto 8.</b> Coloración de biopsias. ....   | 36 |
| <b>Foto 9.</b> Pasos de preparación de piel, fibras de alpaca para la captura de imágenes ..... | 38 |
| <b>Foto 10.</b> Calibración de equipo FIBER- DEN en un mm <sup>2</sup> .....                    | 39 |
| <b>Foto 11.</b> Fibras pilosas por poro en mm <sup>2</sup> con el FIBER - DEN .....             | 40 |
| <b>Foto 12.</b> Conteo de fibras pilosas por poro .....   | 41 |

## ÍNDICE DE ANEXOS

|   |    |
|---|----|
| <b>ANEXO 1.</b> ANVA para índice folicular (S/P) en alpacas Huacaya según sexo. ...   | 79 |
| <b>ANEXO 2.</b> ANVA para índice folicular (S/P) en alpacas machos y hembras en diferentes edades. ....   | 79 |
| <b>ANEXO 3.</b> ANVA para índice (S/P) en alpacas Huacaya machos en diferentes edades. ....   | 80 |
| <b>ANEXO 4.</b> ANVA para índice folicular (S/P) en alpacas Huacaya hembras en diferentes edades. ....  | 80 |
| <b>ANEXO 5.</b> Área de folículo primario en alpacas Huacaya según sexo. ....   | 81 |
| <b>ANEXO 6.</b> Área de folículo primario en alpacas Huacaya machos y hembras en diferentes edades. ....  | 81 |
| <b>ANEXO 7.</b> Área de folículo primario en alpacas Huacaya machos en las diferentes edades. ....  | 82 |
| <b>ANEXO 8.</b> Área de folículo primario en alpacas Huacaya hembras en las diferentes edades. ....   | 82 |
| <b>ANEXO 9.</b> Área de folículos secundarios en alpacas Huacaya según sexo. ....   | 83 |
| <b>ANEXO 10.</b> Área de folículos secundarios en alpacas Huacaya machos y hembras en las diferentes edades. ....   | 83 |
| <b>ANEXO 11.</b> Área de folículos secundarios en alpacas Huacaya machos en las diferentes edades. ....   | 84 |
| <b>ANEXO 12.</b> Área de folículos secundarios en alpacas Huacaya hembras en las diferentes edades. ....  | 84 |
| <b>ANEXO 13.</b> ANVA para densidad de fibra por mm <sup>2</sup> de alpacas Huacaya según sexo y densidad de fibra por mm <sup>2</sup> de alpacas Huacaya machos y hembras en diferentes edades. .... | 85 |

|   |    |
|---|----|
| <b>ANEXO 14.</b> ANVA para densidad de fibra por mm <sup>2</sup> de alpacas Huacaya machos en diferentes edades. ....   | 85 |
| <b>ANEXO 15.</b> ANVA para densidad de fibra por mm <sup>2</sup> de alpacas Huacaya hembras en diferentes edades. ....  | 85 |
| <b>ANEXO 16.</b> ANVA para densidad de poros por mm <sup>2</sup> en alpacas Huacaya según sexo y densidad de poros por mm <sup>2</sup> de alpacas Huacaya machos y hembras en diferentes edades. ....                                       | 86 |
| <b>ANEXO 17.</b> ANVA para densidad de poros por mm <sup>2</sup> en alpacas Huacaya machos en diferentes edades. ....   | 86 |
| <b>ANEXO 18.</b> ANVA para densidad de conductos por mm <sup>2</sup> de alpacas Huacaya hembras en diferentes edades. ....  | 86 |
| <b>ANEXO 19.</b> ANVA para ratio (relacion de numero de fibras/numero de poros) de alpacas Huacaya según sexo y ratio (relacion de numero de fibras/numero de poros en alpacas Huacaya machos y hembras en diferentes edades. ....          | 87 |
| <b>ANEXO 20.</b> ANVA para ratio (relación número de fibras/ por número de poros) en alpacas Huacaya machos en diferentes edades. ....  | 87 |
| <b>ANEXO 21.</b> ANVA para ratio (relación número de fibras/número de poro) en alpacas Huacaya hembras en diferentes edades. ....   | 87 |
| <b>ANEXO 22.</b> ANVA para desviación estándar de fibra por mm <sup>2</sup> de alpacas Hucaya machos y hembras según sexo y desviación estándar de fibra por mm <sup>2</sup> de alpacas Huacaya machos y hembras en diferentes edades. .... | 88 |
| <b>ANEXO 23.</b> ANVA para desviación estándar de fibra por mm <sup>2</sup> de alpacas Huacaya machos en diferentes edades. ....  | 88 |
| <b>ANEXO 24.</b> ANVA para desviación estándar de fibra por mm <sup>2</sup> de alpacas Huacaya hembras en diferentes edades. ....   | 88 |
| <b>ANEXO 25.</b> ANVA para coeficiente de variación de fibra por mm <sup>2</sup> de alpacas Huacaya según sexo y coeficiente de variación de fibra por mm <sup>2</sup> de alpacas machos y hebras en diferentes edades. ....                | 89 |

|  |    |
|--|----|
| <b>ANEXO 26.</b> ANVA para coeficiente de variación de fibra por mm <sup>2</sup> de alpacas Huacaya machos en diferentes edades.....   | 89 |
| <b>ANEXO 27.</b> ANVA para coeficiente de variación de fibra por mm <sup>2</sup> de alpacas Huacaya hembras en diferentes edades. ....   | 89 |
| <b>ANEXO 28.</b> ANVA para desviación estándar de poros por mm <sup>2</sup> en alpacas Huacaya según sexo y desviación estándar de poros por mm <sup>2</sup> de alpacas Huacaya machos y hembras en diferentes edades. ....          | 90 |
| <b>ANEXO 29.</b> ANVA para desviación estándar de poros por mm <sup>2</sup> de alpacas Huacaya machos en diferentes edades.....  | 90 |
| <b>ANEXO 30.</b> ANVA para desviación estándar de poros por mm <sup>2</sup> de alpacas Huacaya hembras en diferentes edades. ....  | 90 |
| <b>ANEXO 31.</b> ANVA para coeficiente de variación de poros por mm <sup>2</sup> de alpacas Huacaya según sexo y coeficiente de variación de poros por mm <sup>2</sup> de alpacas Huacaya machos y hembras en diferentes edades..... | 91 |
| <b>ANEXO 32.</b> ANVA para coeficiente de variación de poros por mm <sup>2</sup> de alpacas Huacaya machos en diferentes edades.....   | 91 |
| <b>ANEXO 33.</b> ANVA para coeficiente de variación de poros por mm <sup>2</sup> de alpacas Huacaya hembras en diferentes edades. ....   | 91 |
| <b>ANEXO 34.</b> ANVA para la relación de índice folicular (S/P) y ratio (fibras por poro) según sexo. ....  | 92 |
| <b>ANEXO 35.</b> ANVA para la relación de índice folicular (S/P) y ratio (fibras por poro) total. ....   | 92 |

## GLOSARIO

|                   |   |
|-------------------|---|
| CSD               | : Camélidos Sudamericanos   |
| S/P               | : Relación de folículos secundarios/primario                              |
| FP                | : Folículo primario   |
| FS                | : Folículo secundario   |
| DL                | : Dientes de leche  |
| 2D                | : Dos dientes   |
| 4D                | : Cuatro dientes  |
| BLL               | : Boca llena  |
| FP                | : Folículo primario   |
| FS                | : Folículo secundario   |
| FIBER – DEN       | : Densímetro de fibra   |
| F/mm <sup>2</sup> | : Fibras por mm <sup>2</sup>  |
| P/mm <sup>2</sup> | : Poros por mm <sup>2</sup>   |
| FAO               | : Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación<br>Agricultura |
| INIA              | : Instituto Nacional de Innovación Agraria                                |
| CICAS             | : Centro de Investigación de Camélidos Sudamericanos                      |

## RESUMEN

El presente estudio “Determinación del Índice Folicular y Densidad de Fibra de alpacas Huacaya del Centro de Investigación de Camélidos Sudamericanos - La Raya”. Se realizó de abril a octubre del 2019. El objetivo del trabajo 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. Para la evaluación de la densidad de fibra se realizó la preparación de piel en alpacas vivas, luego se capturó, almacenó y proceso las imágenes mediante el software FIBER – DEN. Obteniendo como resultado para índice folicular no se encontró diferencias significativas ( $P>0,05$ ), mientras que para el área del folículo primario y secundario se encontraron diferencias significativas ( $P<0,05$ ) según edad. En la determinación de índice folicular y área de folículo secundario se encontró diferencias significativas ( $P<0,05$ ), a diferencia del área de folículo primario no se encontró diferencias significativas ( $P>0,05$ ) según sexo. En cuanto a la densidad de fibra pilosa, densidad de poros y ratio se encontraron diferencias significativas ( $P<0,05$ ), para desviación estándar de fibra, coeficiente de variación de fibra, desviación estándar de poros y coeficiente de variación de poros no se encontró diferencias significativas ( $P>0,05$ ) según edad. Para la densidad de fibra pilosa, ratio, desviación estándar de fibra, coeficiente de variación de fibra y desviación estándar de poros no se encontró diferencias significativas ( $P>0,05$ ), para densidad de poros y coeficiente de variación de poros se encontraron diferencias significativas ( $P<0,05$ ) según sexo. Finalmente, la relación de índice folicular y ratio (fibras por poro) tiene una correlación positiva baja de ( $R = 0,1273$ ), no significativa ( $P<0.05$ ).

## INTRODUCCIÓN

El Perú cuenta con una población de 3 685 516 alpacas, del cual la Región Puno tiene 1 459 903 alpacas y Cusco 545 454 alpacas; de esta población la raza Huacaya representa el 80,40 % de la población de alpacas (INEI, 2012).

En la región alto andina, la alpaca cumple un rol importante desde el punto de vista social, económico, cultural, geopolítica y científica para el Perú (Ruiz de Castilla, 2006).

El principal producto de la crianza de alpacas es la fibra, asumiendo que existe una fibra por folículo (Nagorcka *et al.*, 1995), la densidad fibra pilosa y la densidad folicular están relacionadas con la producción y calidad, de modo que a mayor densidad existe mayor peso y por lo tanto menor diámetro de la fibra (Arana 1972; Scobie y Young 2000). Las fibras de mayor importancia comercial son producidas por los folículos secundarios. Esto indica que, a mayor índice folicular, la calidad de la fibra será mejor, tendrá mayor cantidad de fibras finas, que son producidas por los folículos secundarios, (Escobar y Esteban, 2009).

La cantidad de lana, fibras o pelos producida por las ovejas, camélidos, conejos y cabras está en función a dos aspectos a la variación entre animales y efecto del medio ambiente temporal y el permanente; y el primer aspecto es influenciado por el área corporal del animal, diámetro de las fibras, longitud de mecha y la densidad, siendo este último un criterio importante para la selección animal debido a que es un carácter heredable y dependiente de la nutrición (Carter y Clarke, 1957).

Es así que el índice folicular está estrechamente relacionado con la producción de fibra, peso de vellón (Gamarra, 2008). Por ello este trabajo de investigación tiene como objetivo determinar el índice folicular y densidad de fibra en alpacas Huacaya.

## CAPITULO I

### 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

#### 1.1. Desarrollo del problema

La crianza de los camélidos sudamericanos (CSD), es una de las actividades productivas y económicas más importantes que se desarrolla en las zonas alto andinas; de ellas dependen más de 150 mil familias que pertenecen a las comunidades campesinas y representando el 70% al 80% del ingreso económico anual de cada familia (FAO, 2008).

La principal finalidad de la crianza de alpacas es la producción de fibra pilosa, convirtiéndose en la única fuente que genera ingresos económicos para los productores. Sin embargo, estos ingresos dependen de la cantidad (peso de vellón) y calidad de la fibra; las cuales están relacionadas con densidad de fibra pilosa y índice folicular.

Actualmente la demanda de fibra blanca se ha incrementado e hicieron estudios sobre características de la fibra de alpaca, recomendando realizar más estudios para mejor conocimiento de los caracteres de producción de la fibra y cuantificar su importancia económica antes de iniciar un plan de mejora genética (Montes *et al.*, 2008).

La calidad de los vellones de alpaca en las zonas altoandinas se ha deteriorado en lugar de haber mejorado, principalmente en lo referente a finura y peso de vellón, así como por ejemplo los vellones producidos en las crianzas tradicionales son de bajo peso y mala calidad, mientras que en condiciones medianamente tecnificadas es posible una producción de vellón y alto peso y buena calidad (De los Rios, 2006).

### **1.1.1 Problema general**

¿Cuál es el índice folicular (S/P), densidad y ratio de la fibra pilosa en alpacas Huacaya del Centro de Investigación de Camélidos Sudamericanos – La Raya?

### **1.1.2. Problemas específicos**

1. ¿Cuál es el índice folicular (S/P), área de folículo primario y secundario en alpacas Huacaya según edad y sexo?
2. ¿Cuál es la densidad de fibra pilosa, densidad de poros, ratio, desviación estándar de fibra, coeficiente de variación de fibra, desviación estándar de poros, coeficiente de variación de poros en alpacas Huacaya según edad y sexo?
3. ¿Cuál es la relación del índice folicular y ratio (fibras por poro) en alpacas Huacaya?

## **1.2 Objetivos**

### **1.2.1. Objetivo General**

Determinar el índice folicular(S/P), densidad y ratio de la fibra pilosa en alpacas Huacaya del Centro de Investigación de Camélidos Sudamericanos – La Raya.

### **1.2.2. Objetivos Específicos**

1. Determinar el índice folicular (S/P), área de folículo primario y secundario en alpacas Huacaya según edad y sexo
2. Determinar la densidad de fibra pilosa, densidad de poros, ratio, desviación estándar de fibra, coeficiente de variación de fibra, desviación estándar de poros, coeficiente de variación de poros en alpacas Huacaya según edad y sexo
3. Determinar la relación del índice folicular y ratio (fibras por poro) en alpacas Huacaya

### 1.3 Justificación

En la actualidad, la crianza de alpacas en las zonas altoandinas, atraviesa una serie de problemas como el deficiente desarrollo de la crianza, sujeta a los factores internos y externos, pues la crianza alpaquera no solo es afectada por procesos biológicos como alimentación, sanidad, manejo, sino que demuestran gran debilidad frente a fenómenos externos tales como climáticos, económicos, sociales, que al final se expresa en la calidad y cantidad de fibra de alpaca como principal producto (Bustinza, 2001).

Es costumbre determinar la compactación y densidad de fibra pilosa táctilmente, considerándose que este es un método "groseramente impreciso", por lo que se requiere de pruebas objetivas para alcanzar niveles competitivos en la comercialización de la fibra pilosa, para ello se requiere mejorar su calidad mediante estudios genéticos, de crianza y producción (Bell *et al.*, 1936).

Las fibras de mayor importancia comercial son producidas por los folículos secundarios, esto indica que, a mayor índice folicular, la calidad de la fibra será mejor, tendrá mayor cantidad de fibras finas, que son producidas por los folículos secundarios, (Escobar y Esteban, 2009). En la actualidad es insuficiente la información sobre índice folicular, y densidad de fibra pilosa en alpacas de la raza Huacaya. Por lo tanto, el estudio de determinación de índice folicular y densidad de fibra nos permitirá conocer la situación actual de las alpacas de la Raya, utilizando equipos y sistemas computarizados modernos de análisis de la fibra (FIBER DEN). Por esta razón el presente trabajo **“Determinación del índice folicular y densidad de fibra pilosa de alpacas Huacaya del Centro de Investigación de Camélidos Sudamericanos - La Raya”**, servirá de información básica para futuras investigaciones.

## CAPITULO II

### 2. MARCO TEORICO

#### 2.1. Antecedentes de la investigación

##### 2.2.1 Índice Folicular

Es la relación entre el número de folículos secundarios que rodea a cada folículo primario (relación S/P) indica la densidad del vellón. La relación promedio de FS y FP (S/P) en alpacas alimentadas con pastos nativos es de 7:1, con una variación relativamente alta, de 2 hasta 17 (Bustinza, 2001).

Según Antonini *et al.*, (2004), que realizaron estudios en el “Centro de Desarrollo Alpaquero de Tocra” ubicado en Caylloma Arequipa, con la finalidad de verificar la edad en la que los folículos secundarios alcanzan su madurez y comparar la estructura y actividad folicular en tres diferentes tipos de camélidos del Perú (alpaca Huacaya, alpaca Suri y llama Chak'u). Para ello seleccionaron 25 animales: alpacas Huacaya (4 hembras y 6 machos), 5 alpacas suri (2 hembras y 3 machos) y 10 Llamas Chak'u (6 hembras y 4 machos). Obtuvieron biopsias del costillar medio del lado derecho del animal por medio de un sacabocado de 0,8 cm de diámetro, este procedimiento fue realizado a los 2, 4, 6 y 10 meses de edad, las muestras fueron fijadas en solución Bouin y guardadas en alcohol de 80° C. El análisis de laboratorio se realizó en Italia. Encontrando los valores de ratio de folículos secundarios sobre los primarios de 7,33; 9,39; 8,81 y 22,30 para alpacas Huacaya de 2,4, 6 y 10 meses de edad respectivamente; 8,77; 8,83; 7,79 y 6,89 para alpacas Suri de 2, 4, 6 y 10 meses de edad respectivamente; 4,41, 5,87, 4,62 y 4,66 para llamas Chaku de 2, 4, 6 y 10 meses de edad respectivamente. Encontrando diferencias significativas para las diferentes edades de cada especie y también para las diferentes especies; mostrando finalmente que la ratio de folículos secundarios sobre los folículos

primarios si es fuertemente afectada por la edad y el tipo de camélido sudamericano; demostrando que el aparato folicular llega a la madurez en estas especies a temprana edad.

**Tabla 1.** Relación de folículos secundarios y primarios, en alpacas y llamas.

| Animales              | Índice folicular en meses |      |      |       |       |
|-----------------------|---------------------------|------|------|-------|-------|
|                       | 2                         | 4    | 6    | 10    | Media |
| <b>Alpaca Huacaya</b> | 7,33                      | 9,39 | 8,81 | 22,30 | 8,40  |
| <b>Alpaca Suri</b>    | 8,77                      | 8,83 | 7,79 | 6,89  | 7,84  |
| <b>Llama Chaku</b>    | 4,41                      | 5,87 | 4,66 | 4,66  | 5,05  |

Fuente: Antonini *et al.*, (2004)

Según Araoz, (2019) en su trabajo de investigación “Relación entre densidad folicular, diametro de fibra, longitud de mecha y peso de vellon en alpacas de primera y segunda esquila, en el modulo de reproductores Coarita- Paratia” donde, la DFS (densidad folicular secundarios) en alpacas hembras de primera esquila muestran 34,09 FS (folículos secundarios) de piel que fue inferior al de los machos 36,08 FS (folículos secundarios) de piel; en cambio, en alpacas hembras y machos de segunda esquila se encontró 31,51 y 31,78 folículos secundarios de piel, respectivamente ( $P \geq 0,05$ ). por otro lado la relación entre FP y FS en alpacas hembras y machos de primera esquila fue de 12,18 y 13,36, respectivamente; mientras en alpacas hembras y machos de segunda esquila se ha encontrado una relación de 11,15 y 13,24; de lo cual se observa que, los machos tienen mayor relación que hembras en las dos esquilas; debido a que, las hembras han demostrado disminución en el número de folículos secundarios con respecto a la primera esquila; estas diferencias podría atribuirse a que en alpacas hembras se práctica escasamente la selección durante el manejo genético reproductivo; no obstante que, en los machos se mantiene la relación de (FP:FS) entre primera y

segunda esquila, esto podría deberse a la presión de selección que se practica en machos durante el periodo reproductivo frente a las hembras.

Según Paucar y Sedano, (2014) en su trabajo de investigación “Relación entre densidad folicular, diametro de fibra, longitud de mecha y peso de vellon en alpacas de primera y segunda esquila en el modulo de reproductores Coarita- Paratia” se obtuvieron promedios de índice folicular o relación folículos secundarios/primarios de 13,74 folículos y 11,49 folículos para alpacas de 1 año y 2 años, respectivamente, para hembras 13,30 folículos y 12,42 folículos para machos, con un promedio general de 12,81 folículos.

En su trabajo de investigación Ramos *et al.*, (2018) “Parámetros foliculares de tres regiones corporales y su relación con características de la fibra de alpaca (*Vicugna pacos*)” se obtuvieron los siguientes resultados sobre la influencia que tiene el sexo en el índice folicular, Influencia de la edad en el índice folicular (**Tabla 2 y 3**).

**Tabla 2.** Influencia del sexo en el índice folicular.

| <b>Sexo</b> | <b>N</b> | <b>Índice Folicular<br/>(FS/FP) ± D.E.</b> | <b>Coefficiente<br/>Variabilidad %</b> | <b>Mínimo</b> | <b>Máximo</b> |
|-------------|----------|--|--|---------------|---------------|
| Macho       | 60       | 3,49 ± 0,94 a                              | 26,85                                  | 0,83          | 6,23          |
| Hembra      | 78       | 3,33 ± 1,00 a                              | 30,17                                  | 1,61          | 6,44          |

Fuente: Ramos *et al.*, (2018);

**Tabla 3.** Influencia de la edad en el índice folicular.

| <b>Edad</b> | <b>N</b> | <b>Índice Folicular<br/>(FS/FP) ± D.E.</b> | <b>Coefficiente<br/>Variabilidad %</b> | <b>Mínimo</b> | <b>Máximo</b> |
|-------------|----------|--|--|---------------|---------------|
| DL          | 39       | 3,06 ± 0,80 <sup>b</sup>                   | 26,22                                  | 1,61          | 5,43          |
| 2D          | 36       | 3,44 ± 0,78 <sup>b</sup>                   | 22,61                                  | 1,87          | 5,29          |
| 4D          | 33       | 3,83 ± 1, 22 <sup>a</sup>                  | 31,96                                  | 1,87          | 6,44          |
| BLL         | 30       | 3,31 ± 0,95 <sup>b</sup>                   | 28,58                                  | 0,83          | 5,19          |

Fuente: Ramos *et al.*, (2018).

Según Gamarra, (2008) en su trabajo de investigación “Comparación de desarrollo de los folículos pilosos e indicadores productivos en crías de alpacas Huacaya alimentadas en el último tercio de gestación con pasturas asociadas rye gras – trébol y pastos naturales”, obtuvo índices foliculares de 6,85 y 5,16 para crías nacidas de madres alimentadas en el último tercio de gestación con pasturas asociadas (rye grass Inglés - trébol rojo) y alimentadas con pastos naturales respectivamente; 7,17 y 5,69 para los animales a los 9 meses de edad alimentadas con pasturas asociadas y pastos naturales respectivamente. Estos resultados mostraron diferencias significativas a favor de los animales alimentados con pastos asociados; encontrando así que la alimentación con pastos asociados en el último tercio de gestación influye significativamente sobre el índice folicular en crías de alpaca.

### 2.2.2 Densidad de fibra

Quispe y Quispe, (2019) en un trabajo realizado mediante el método no invasivo para determinar densidad y haces de fibras en piel de animales vivos encontró los siguientes resultados.

**Tabla 4.** Densidad de fibra, densidad de poros y relación de número de fibras/número de poros en alpacas y llamas por mm<sup>2</sup>

| Características                           | Alpacas (n = 6)    |                     | Llamas (n = 6)     |                     |
|---|--------------------|---------------------|--------------------|---------------------|
|   | Media              | Desviación estándar | Media              | Desviación estándar |
| Densidad de fibras                        | 19,40 <sup>a</sup> | 5,98                | 12,73 <sup>b</sup> | 4,24                |
| Densidad de poros                         | 8,20 <sup>a</sup>  | 2,25                | 6,77 <sup>b</sup>  | 6,77                |
| Relación número de fibras/número de poros | 2,38 <sup>a</sup>  | 0,53                | 1,89 <sup>b</sup>  | 1,89                |

Fuente: Quispe y Quispe, (2019)

## **2.2 Revisión bibliográfica**

### **2.2.1 Características generales de la piel**

Las funciones de la piel de los animales son múltiples, principalmente sirve como una barrera protectora entre el cuerpo y el medio externo. Es un órgano importante para la homeostasis debido a que previene la pérdida excesiva de agua, así como la invasión de microorganismos patógenos al organismo (Fowler, 1989; Leeson *et al.*, 1990).

La piel está formada por dos capas: una capa externa, de origen ectodérmico, conformado por tejido epitelial de revestimiento pavimentoso estratificado y queratinizado, denominado epidermis y una capa interna más densa, constituido por tejido conjuntivo, denominado dermis o corion que tiene su origen en el mesodermo. El revestimiento epitelial y sus derivados, los folículos pilosos, las glándulas sudoríparas y sebáceas se originan del ectodermo (Dellman y Brown, 1980).

### **2.2.2 Estructura de la piel de alpaca**

La estructura de piel en alpacas es similar a la de otros mamíferos, está formada por tres capas bien definidas: la epidermis, capa delgada externa formado por epitelio estratificado, plano y queratinizado; la dermis capa gruesa interna compuesta principalmente de tejido conectivo, conteniendo fibras de colágeno, es bastante gruesa y en su lecho se encuentran folículos pilosos, glándulas sebáceas, glándulas sudoríparas y musculo erector del pelo y la hipodermis formada por tejido conectivo laxo, cuya función es fijar la dermis a los huesos o músculos (Chambilla, 1983; Bustinza, 2001).

### 2.2.2.1 Epidermis

Formado por un epitelio estratificado plano queratinizado que consiste de cuatro sub – estratos: germinativo o basal, espinoso, granuloso, y corneo. No se observa el estrato lucido (Fowler, 1989; Bustinza, 2001).

- **Estrato germinativo**, es el más profundo de la epidermis, está en contacto con el tejido conectivo subyacente que forma la epidermis, las células que lo conforman son cubicas en algunas zonas y en otras de aspecto cilíndrico (Fowler, 1989; Bustinza, 2001) se llama germinativo porque es el plantel del cual se originan por mitosis todas las células de los demás estratos (Cormack, 1988).
- **Estrato espinoso**, formado por células poliédricas caracterizadas por presentar dos capas, presentando núcleos ligeramente picnoticos. Las células superficiales son aplanadas, mientras que las profundas son poliédricas, con núcleo ovoide o esférico y cromatina laxa (Bustinza, 2001).
- **Estrato granuloso**, está compuesto de una capa simple de células aplanadas y delgadas con un núcleo comprimido y pequeños gránulos basófilos queratohialinas, posiblemente dichos gránulos participan en la formación de la queratina blanda (Atlee *et al.*, 1997).
- **Estrato corneo**, es el más superficial, es delgado y está formado por unas escamas corneas estrechamente unidas entre sí, cuyas células aparecen llenas de una sustancia cornea llamada queratina. Estas células son escasas con tendencia a desprenderse (Bustinza, 2001)

### **2.2.2.2 Dermis**

Está por debajo de la epidermis. Se dispone en forma laminar, es más gruesa y resistente que la epidermis (Alzola, 2002), se encuentra compuesta principalmente de tejido conectivo, glándulas sebáceas, glándulas sudoríparas y musculo erector del pelo, se subdivide en dos estratos: dermis superficial y dermis profunda.

Dermis superficial, es delgada, caracterizada por la presencia de tejido conectivo laxo, con un número considerable de células conjuntivas o fibrocitos por lo que toma el nombre de lámina propia, la misma que se hace progresivamente densa hacia la parte profunda, formando líneas y tabiques que se separan los nidos foliculares (Bustinza, 2001).

Dermis profunda, es mucho más gruesa y más densa que la capa superficial y contiene grandes haces de fibras colágenas dispuestas paralelamente a la superficie de la piel y es en esta zona, en donde se presentan los bulbos pilosos (Dellman y Brown, 1980).

La diferencia más notoria con la dermis de otras especies es la forma como se distribuyen los capilares sanguíneos, ya que estos forman paquetes tortuosos alrededor de los grupos foliculares. Estos están presentes tanto en la parte superficial como en la parte profunda de la dermis (Bustinza, 2001).

### **2.2.2.3 Hipodermis**

La hipodermis o subcutis, se encuentra formando por tejido conectivo laxo, cuya función es fijar la dermis a los huesos o músculos (Dellman y Brown, 1980); (Cormack, 1988); (Banks, 1998). En camélidos se considera a la hipodermis como una capa más de la piel, su característica principal es que posee muchas células adiposas (Atlee *et al.*, 1997).

### **2.2.3 Formación de la fibra**

El folículo en su base tiene un bulbo muy activo dentro de la cual se da una rápida división celular. Las células formadas luego son expulsadas del bulbo por las células generadas por nuevas divisiones celulares de modo que una corriente de células está saliendo continuamente de folículo. A medida que se van alargando, dentro de ellas tienen lugar ciertas reacciones químicas que dan como resultado que estas se endurezcan y aumenten entre sí (queratinización). Cuando se completa este proceso las células mueren y son expulsadas del folículo como fibras. En la formación de la fibra hay por lo tanto dos procesos esenciales como son: Multiplicación celular y queratinización de las células. Ambos requieren sustancias básicas para la producción de nuevas células y formación de queratina que el folículo extrae del torrente sanguíneo por medio de un sistema que contiene una arteria apareada (Minola y Goyenechea, 1975).

### **2.2.4 Folículos pilosos en alpacas**

Según Bustinza, (2001) refiere que, el elemento básico de la producción de fibra es el folículo, ya que la fibra en formación se halla rodeada por una estructura tubular denominada folículos pilosos, son invaginaciones de la piel constituidas por una túnica periférica, que es la continuación de la dermis y por dos vainas centrales que corresponden a las capas de la epidermis. En su interior se encuentra la raíz de la fibra con un bulbo pilífero rodeando a la papila que nutre y origina el crecimiento de la fibra o lana por proliferación celular. Los órganos componentes del folículo son: la glándula sebácea, que tiene dos lóbulos en sección horizontal de la piel, la glándula sudorípara tiene forma de tubo y su conducto excretor desemboca en forma de tubo y su conducto excretor desemboca en la piel y el músculo erector de la fibra que ayuda al mecanismo de control de calor (termorregulador) en las superficies de la piel (Escobar y Esteban, 2009).

### **2.2.5 Tipos de folículos pilosos**

Los folículos 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).

#### **a) 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 (Badajoz *et al.*, 2009).

#### **b) 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).

#### **c) Grupos foliculares simples**

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).

#### **d) Grupos foliculares compuestos**

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. Alargándose, teniendo dentro de ellas ciertas reacciones (queratinización); cuando este proceso se completa, las células mueren y son expulsadas del folículo como fibras (Gamarra, 2008). Estos procesos requieren de

sustancias básicas para la producción de nuevas células y formación de queratina, el folículo extrae dichas sustancias del torrente sanguíneo.

### **2.2.6 Estructura física de la fibra**

La estructura física de la fibra se puede hacer mediante observación microscópica de gran aumento, la fibra de alpaca presenta 3 partes, similar a la fibra de otros animales: cutícula, corteza y medula (Fowler,1989; Bustinza, 2001).

#### **Cutícula**

La cual es la capa más superficial de la fibra y está formada por una sola capa de células delgadas de forma poligonales superpuestas unas a otras, a manera de escamas de un pez o como las tejas de un tejido (Leeson *et al.*, 1990; Slobodan y Sneza, 1998; Bustinza, 2001).

#### **Corteza**

La corteza forma la mayor parte de la fibra y consiste en varias células aplanadas que poseen queratina; en la alpaca la corteza es muy variable, y aumenta su proporción relativa a medida que la finura también aumenta. Así hay fibras que solo presentan cutícula y corteza; en estas las células corticales forman más del 90%de la masa de la fibra, similar al caso de las fibras de lanas finas. En el otro extremo, existen fibras más gruesas en las cuales se distinguen claramente la cutícula, corteza y medula; en estas la corteza puede comprender menos del 50% de toda la masa de la fibra (Bustinza, 2001).

#### **Medula**

La medula, formada por unas pocas hileras de células incompletamente queratinizadas, se encuentra en el centro del tallo piloso (Slobodan y Sneza, 1998). La medulación de la fibra de alpaca, la observación longitudinal presenta las

siguientes características: en las fibras más finas hay ausencia de medula; en las fibras de grosor intermedio es interrumpida o delgada y en las fibras más gruesas es de tipo látice. En la sección transversal la medula aparece como una demarcación central oscura de formas variadas.

La fibra no medulada es a su vez la más circular y corresponde a las fibras más finas. La medulación fragmentada presenta una sección circular y corresponde a fibras finas. A medida que la fibra se engruesa, La medula se torna continua a lo largo de su longitud; siendo también más amplia y sólida y su sección transversal es ovoide arriñonada e irregular. Las fibras gruesas tienen medula sólida y de gran tamaño que presenta una sección transversal de forma arriñonada, triangular y en algunos la medula toma la forma de S o T. las fibras más gruesas (cerdas) poseen medula continua y muy amplia, similar al tipo látice y la sección transversal se torna en doble T o X con extremos expandidos en forma irregular (Bustinza, 2001).

### **2.2.7 Estructura del folículo piloso**

El folículo piloso es una vaina compuesta que consiste de una:

#### **a) Vaina de la raíz interna**

**Capa de Henle**, es la capa más externa de la vaina interna de la raíz y está compuesta de una sola capa de la célula queratinizadas; sus células forman un solo estrato, son planas o cubicas muy bajas (Dellman y Brown, 1980; Alzola, 2002).

- **Capa de Huxley**; capa media formada por una a tres capas de células cubicas.
- **Capa cuticular**; es la capa más interna y consta de un solo estrato de células casi planas.

### **b) Vaina de la raíz externa**

Formada por varias capas de células similares a las del estrato espinoso de la epidermis, con el que se continua en la parte superior del folículo.

### **c) Vaina de tejido conectivo**

Es un entramado de fibras colágenas y elásticas circulares y longitudinales, abundantemente surcados por vasos sanguíneos y nervios (Dellman y Brown, 1980).

## **2.2.8 Ciclo de crecimiento del pelo**

El crecimiento de pelo normal y la caída del mismo se presentan en ciclos influenciados por el fotoperiodo (Banks, 1998). El pelo tiene un periodo definido de crecimiento que varía de una región corporal a otra, y que muestra 3 fases: anágena (fase crecimiento); catágena (fase de transición) y telógena (fase de reposo) (Leeson *et al.*, 1990; Atlee *et al.*, 1997; Stenn y Paus, 2001).

## **2.3 Marco conceptual**

### **2.3.1 Índice folicular**

Este es una característica que se deriva del cociente entre el número de folículos secundarios y folículos primarios en una cierta área de piel; según (Galbraith, 2010) las fibras de mayor importancia comercial son producidas por los folículos secundarios. Esto indica que, a mayor índice folicular, la calidad de la fibra será mejor, tendrá mayor cantidad de fibras más delgadas (que son producidas por los folículos secundarios).

En alpacas los folículos primarios (FP) inician su formación entre los 90 y 147 días después de la concepción y la mayor producción se da entre los 187 a 214 días de gestación. El desarrollo de los folículos secundarios originales (FSO) se observa a partir del día 187 y el desarrollo de los folículos secundarios derivados (FSD) se

produce a los 264 días de gestación. Cabe resaltar que la maduración folicular solo alcanza el 75% (Bustinza, 2001; Yi, 1995).

El folículo primario es el más grande y de mayor diámetro. El FP no está rodeado completamente por folículos secundarios (FS) si no que se localiza a un lado de ellos. Los FS son de menor diámetro y con frecuencia van acompañados de glándulas sudoríparas (Bustinza, 2001).

Los folículos pilosos primarios son los primeros en aparecer, se hallan completamente diferenciados por su mayor tamaño y asociados con ciertas estructuras accesorias, tales como glándulas sudoríparas, musculo erector de pelo y glándulas sebáceas. Los folículos secundarios se identifican por su menor tamaño y por estar situados alrededor de los folículos pilosos primario, presentan ocasionalmente como estructura accesorias una glándula sebácea (Tapia, 1969).

La densidad es el número de fibras por unidad de superficie, al nacimiento los folículos pilosos se encuentran bastante compactados en la piel, siendo en general muy alta la densidad, a medida que el animal va creciendo la piel se expande y la densidad folicular disminuye (Flores *et al.*, 2004).

### **2.3.2. Densidad folicular.**

La densidad folicular, es el número de folículos que existen en una unidad determinada de superficie; además menciona que la densidad folicular influye en la finura de la fibra, la uniformidad, la compacticidad y el peso de vellón, además es un componente importante del vellón por cuanto que posibilita implementar sistemas de mejora de la cantidad de fibra (Gamarra, 2008). Las mejores alpacas machos y hembras ahora tienen más de 60 folículos por  $\text{mm}^2$  para densidad de fibra y más de 0,40 milímetros por día para la longitud de fibra, muy por encima de la industria un promedio de 35 y 0,30 respectivamente (Watts, 2011).

La densidad es importante para el criador ya que a mayor densidad mayor número de fibras y, por consiguiente, mayor peso del vellón (Sumar, 1998). La densidad está en dependencia de la concentración folicular que existe en las diferentes zonas de la piel (Calle, 1982). Al nacimiento los folículos pilosos se encuentran bastante compactados en la piel, siendo en general muy alta la densidad. A medida que el animal va creciendo la densidad folicular disminuye, de manera que la densidad folicular debe estimarse para fines prácticos en animales adultos (Carpio, 1991). Así mismo la densidad folicular está influenciada por la región anatómica, debido a que hay una disminución de ella en la dirección antero posterior y también en el sentido dorso ventral, encontrándose que la zona del costillar medio constituye la zona representativa de la densidad folicular (Arana, 1972).

### **2.3.3. Relación folicular entre razas**

Estudios en ovinos demuestran que la relación folicular varía ampliamente dependiendo de la raza, así por ejemplo razas con escasa y mala calidad de lana, tienen una baja relación folicular S/P como 3:1, mientras que la más fina y alta calidad de lana de la raza merino, tiene una relación cercana de 20:1 (Carter y Clarke, 1957).

En alpacas adultas, existen grandes diferencias en el rango de variación del promedio de la relación folicular, que varía incluso dentro de la raza y entre razas. En la raza Huacaya el promedio de la relación folicular varía entre 4,85 y 7,18 secundarios por cada primario (Tapia, 1977; Gaitán, 1967, respectivamente). Mientras que en alpacas tuis de la raza suri se encontró que el rango de variación del promedio de la relación folicular es más reducido oscilando entre 4,94 para las tres regiones estudiadas, con un rango de 2,4 a 10,3 (Tapia, 1969) y 4,87 secundarios por cada primario (Tapia, 1977).

#### 2.3.4. Densidad de fibra

La densidad de fibras (y/o pelos) es el número total de fibras (y/o pelos) que crecen en una unidad definida de área de piel (Bell *et al.*, 1936); (Matthews, 1951).

Está determinado por el número de conducto de la piel de donde emergen las fibras el número es variable de 1 hasta 8 (Quispe y Quispe, 2019). Asumiendo que existe una fibra por folículo (Nagorcka *et al.*, 1995) la densidad de las fibras y la densidad folicular están relacionadas con la producción y calidad de fibras, de modo que a mayor densidad existe mayor peso y por lo tanto menor diámetro de la fibra (Arana, 1972); (Scobie y Young, 2000). Sin embargo, la cantidad de lana o fibras o pelos producida por las ovejas, camélidos, conejos, cabras además de vacunos está en función a la variación entre animales, por efecto del medio ambiente temporal y el permanente; y el primer aspecto es influenciado por el área corporal del animal, diámetro de las fibras, longitud de mecha y la densidad, siendo este último un criterio importante para la selección animal, siendo necesaria la implementación de metodologías precisas para su medición (Matthews, 1951).

La densidad de fibras ha sido evaluada en ovinos por (Madsen *et al.*, 1941) quienes reportaron densidades medias entre 3 425 y 4 000 fibras/cm<sup>2</sup> en ovinos Rambouillet, variando de acuerdo a la zona corporal y al método utilizado, mientras que (Carter, 1942) indica que existe una gran variación entre rebaños de Merinos australianos, pudiéndose encontrar valores bajos como 2 300 y altos como 12 400 fibras/cm<sup>2</sup>.

Bosman, (1934) sugiere que el término de densidad es usado por los jueces de ovinos para denotar la compactibilidad en el vellón. Burns y Miller, (1931) definen la densidad como “el número total de fibras que crecen en una unidad definida de área de piel, usualmente en un animal vivo. (Bell *et al.*, 1936) generalmente refieren

a la densidad como el número de fibras por unidad de área en la superficie de la piel. (Bosman, 1934) considera que la mayoría de los investigadores concuerdan que el número de fibras que crecen en una unidad de área es la base de la densidad; asimismo, considera que el número de fibras solo no expresa completamente la densidad, y cita su propio trabajo conectando con su teoría que la densidad debería considerar el diámetro de fibra y ser expresado en términos de porcentaje de superficie de área realmente ocupado por las fibras. (Quispe y Quispe, 2019).

Sin embargo, existen reportes superficiales a cerca la existencia de haces de fibras en vicuñas y alpacas, así (Chamut *et al.*, 2016) encuentran en vicuñas, haces compuestos por tres fibras mostrando diferencias substanciales en tamaño y relación espacial entre pelos y fibras finas, mientras que (Torres de Jasauí *et al.*, 2007; Badajoz *et al.*, 2009) también reportaron en alpacas haces formadas hasta por tres fibras.

El método más común para obtener la densidad de fibra en ovinos es coger con la mano un conjunto de mechales en el animal, y determinar la compactación y densidad táctilmente, pero (Bell *et al.*, 1936), demostraron que este es un método “groseramente impreciso”. Otro método es el conteo de una porción de 500 fibras previamente pesadas y por ponderación, con el peso de una porción más grande tomada de un área determinada se estima el número de fibras (Bosman, 1934).

### **2.3.5. Factores que afectan la calidad y la cantidad de fibra**

Los factores que influyen en la cantidad y calidad de la producción de fibra en Camélidos Sudamericanos se clasifican en factores medio ambientales y factores genéticos o internos. Los factores externos que modifican la respuesta productiva en alpacas son la alimentación (Russel y Redden, 1997), la locación geográfica o

lugar de pastoreo (Quispe *et al.*, 2009). La altitud no ejerce influencia ni sobre la cantidad ni la calidad de fibra (Braga *et al.*, 2007). Entre los factores internos que afectan el diámetro de fibra y peso de vellón resaltan el sexo, la edad (Quispe *et al.*, 2009), la raza (Cervantes *et al.*, 2010) Sanidad, estado fisiológico (Franco y San Martín, 2007) y el peso del Vellón sucio de una alpaca, está en función del número de fibras y del peso medio de estas fibras. La producción de fibra depende predominantemente del funcionamiento de los folículos pilosos, en periodos largos de crecimiento, pues la fase anágena (con una zona matricial en mitosis) es la que predomina (Rogers, 2006), frente a la fase catágena (donde se detiene el crecimiento folicular por estrechamiento del bulbo, reducción de la papila pilosa y arrugamiento del saco piloso y queratinización) y telógena (donde se reduce de tamaño el folículo por reducción de la papila, matriz y saco piloso (Torres de Jasauí *et al.*, 2007).

## CAPITULO III

### 3. DISEÑO DE INVESTIGACION

#### 3.1 Ámbito de estudio

##### 3.1.1 Ubicación Geográfica

El presente estudio se realizó en el Centro de Investigación de Camélidos Sudamericanos “CICAS – La Raya” de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, Ubicado en el Distrito de Maranganí, Provincia de Canchis, Departamento de Cusco, con las siguientes coordenadas:

- Ubicación UTM :19 L279482m E 8398851m S
- Latitud Sur : 14° 28.448’
- Longitud Oeste : 071° 02.753’
- Altitud : 4 133 m.s.n.m.
- Superficie : 6320 ha

Fuente: GPS Garmin oregon 300



**Foto 1.** Centro de Investigación de Camélidos Sudamericanos (CICAS – La Raya)

### 3.1.2 Características medioambientales de la zona

Está ubicado dentro de la región Puna según la clasificación de Pulgar, (1938) de 4 000 a 4 800 m.s.n.m, está conformado por mesetas andinas en cuya amplitud se localizan numerosos lagos y lagunas. Tiene un relieve escarpado y plano u ondulado.

Según Brack, *et al.*, (1980) está ubicado dentro de la ecorregión Puna. La pradera está constituida principalmente por asociaciones de gramíneas, con especies dominantes como: Festucas, stipas y calamagrostis, existen también bofedales donde la vegetación dominante son las distichias, plantagos, juncus y scirpus (Machaca. *et al.*, 2012).



**Foto 2.** Paisaje característico de la ecorregión Puna (CICAS – La Raya)

### 3.1.3 Duración del estudio

El estudio se realizó entre los meses de abril a octubre 2019.

## 3.2 Materiales de estudio

### 3.2.1 Material biológico

- Se consideró que el 60 % de la población eran hembras y el 40 % machos, seleccione 24 hembras y 16 machos identificándose un total de 40 alpacas

Huacaya, según la estructura de rebaño descrita por (Novoa, 1987) se seleccionó la cantidad de alpacas por edades.

### **3.2.2 Materiales Campo**

- Sogas de 3/4
- Papel toalla de doble hoja (Suave)
- Agua destilada (desionizada 1 L)
- Jabón líquido para pelo (Sampoo Doña Bella x 400 ml)
- Hoja de afeitar (Gillette)
- Brocha para tinte de cabello
- Guantes látex (de cirugía)
- Paños de microfibra o Toalla para limpiar
- Navaja de afeitar (tipo barbero)
- Pulverizador de agua
- Tinte y su activador (Just for men)
- Bol (recipiente para mezclar el tinte)
- Mamelucos
- Tubos vacutainer
- Jeringas descartables de 10 ml
- Jeringas tuberculinas 0.5 ml
- Alcohol de 96°C (etílico)

- Antibiótico (Ciclo Sam Plus 50 ml)



**Foto 3.** Materiales de campo

### **3.2.3. Materiales de Laboratorio**

- Dispensador de parafina
- Aceite de Inmersión
- Alcohol Isopropílico
- Bisturís
- Sacabocado de 5 mm de circunferencia
- Laminas cobre y portaobjetos
- Tablero de madera porta lámina para tinción
- Alcohol yodado
- Mesa Desplegable

### **3.2.4. Materiales de escritorio**

- Cuaderno de campo

- Lapiceros
- Lápiz
- Papel bond A4
- Marcadores indelebles
- Plumones
- Cinta Maskin tape x 3/4
- Tijeras de escritorio
- Regla Metálicas de 30 cm

### **3.2.5. Reactivos**

- Formol al 10%.
- Anestésico local (lidocaína al 2%).
- Xilol
- Parafina
- Coloración hematoxilina y eosina
- Goteros descartables

### **3.2.6. Equipos de Laboratorio**

- Microscopio (Motic Imagen Plus 2.0ml)
- Estufa
- Baño maría
- Micrótopo para cortes histológico

- Programa (Motic imagen)
- Equipo de FIBER – DEN.
- Estuche de cirugía menor.
- Cámara digital

### **3.3 Método**

El método que se usó en el presente trabajo de investigación fue Descriptiva cuantitativa.

### **3.4 Evaluación en el laboratorio**

#### **3.4.1 Laboratorio CICAS “La Raya”**

En el Laboratorio de Fibras”, de la Escuela Profesional de Zootecnia en el Centro de Investigación de Camelidos Sudamericanos - “La Raya” se realizó resultados finales del índice folicular, densidad de fibra y correlación.

#### **3.4.2 Laboratorio de patología humana “MEDICAL LAB CENTER”**

Se realizó todo el procedimiento de biopsia y las muestras de piel se sometieron a diferentes % alcoholes, corte de taco, desparafinado y coloración.

### **3.5 Metodología de estudio**

#### **3.5.1 De las alpacas**

Se seleccionó e identifico un total de 40 alpacas de la raza Huacaya de color blanco, la estructura de rebaño en las alpacas es variable y está determinada por el sexo y la edad, este estudio se basó en la estructura del rebaño descrita por (Novoa, 1987). Por otro lado, se tomó en cuenta las características zootécnicas de dichas alpacas, que estuvieran libres de defectos genéticos (prognatismo inferior o superior, ojos zarcos, manchados, problemas reproductivos, etc.); y finalmente se identificó según el número de arete.

En la tabla 5, se muestra la distribución inicial con 40 muestras para realizar los tres objetivos; índice folicular, densidad de fibra y relación de índice folicular (S/P) y ratio (fibras pilosas/poro). De las cuales durante su procesamiento las muestras de piel enviadas al laboratorio de biopsia histológica resultaron dañadas 5 muestras.

Finalmente, el trabajo se realizó con 35 muestras de piel para determinar el índice folicular, área de folículos primarios, área de folículos secundario y relación folicular (S/P) y ratio (fibras pilosas por poro) es por ello que se el presente trabajo se concluye con la siguiente distribución final.

**Tabla 5.** Distribución inicial y final de alpacas por categoría

| DISTRIBUCIÓN INICIAL |         |         | DISTRIBUCION FINAL |         |         |
|----------------------|---------|---------|--------------------|---------|---------|
| Categorías           | Alpacas |         | Categorías         | Alpacas |         |
|                      | Machos  | Hembras |                    | machos  | hembras |
| Dientes de leche     | 3       | 5       | Dientes de leche   | 3       | 4       |
| 2 dientes            | 3       | 4       | 2 dientes          | 3       | 4       |
| 4 dientes            | 3       | 5       | 4 dientes          | 3       | 4       |
| Boca llena           | 7       | 10      | Boca llena         | 7       | 7       |
| <b>Total</b>         | 16      | 24      | <b>Total</b>       | 16      | 19      |

### 3.6 Variables evaluadas en el estudio

#### 3.6.1 Variables independientes

- Edad
- Sexo

#### 3.6.2 Variables dependientes

- Índice folicular
- Área de folículo primario

- Área de folículo secundario
- Densidad de fibra
- Densidad de poros
- Ratio, relación del número de fibras por número de poro
- Desviación estándar de la densidad de fibras
- Coeficiente de variación de la densidad de fibras
- Desviación estándar de la densidad de poros
- Coeficiente de variación de la densidad de poro

### **3.7 Metodología para evaluar índice folicular**

#### **3.7.1 Obtención de muestras de piel**

La técnica a usar fue la de biopsia por perforación también se le denomina punch. Es la biopsia de piel, que se realiza con una cuchilla cilíndrica hueca que obtiene un cilindro de 5 mm, bajo anestesia local.

Se sujetó a las alpacas individualmente para sacar la muestra de piel a la altura de la zona central entre la línea superior e inferior de la alpaca (costillar medio) se rasuro, desinfecto y anestésico la zona indicada, se tomó la muestra de piel por biopsia, con sacabocado de 5 mm de diámetro a presión manual, las muestras se guardaron en tubos vacutainer en formol al 10 % para su conservación y posterior estudio, se procesaron las muestras mediante la técnica histológica de inclusión en parafina, detallados por (Carter y Clarke, 1956), cada frasco fue debidamente identificado por muestra, posteriormente la herida se atendió con mucho cuidado a fin de evitar algún posible brote infeccioso, para ello se desinfecto con alcohol yodado y se aplicó un antibiótico. Se trasladaron las muestras de piel al Laboratorio

de Patología Medical Center. Para este estudio se usó el protocolo elaborado en el Laboratorio.

Zona de muestreo para obtención de imágenes con el equipo FIBER-DEN, y para la obtención de piel.



**Foto 4.** Pasos para la obtención de muestras de piel.

Según Arana, (1972), recomienda tomar como zona de muestra, el costillar medio del animal, para la determinación de finura de fibra y densidad folicular, esta última podría servir como base para el desarrollo de un sistema de mejoramiento de peso del vellón, según (Badajoz, 2007) realizó su trabajo tomando muestras de fibra y piel mediante biopsia de la zona del costillar medio.

### **3.8 Del laboratorio técnica histológica**

#### **3.8.1 Procedimiento de biopsia**

Para el procedimiento de la biopsia las muestras de piel serán sometidas a diferentes % de Alcoholes.

- Alcohol 70° I por 1 hora.
- Alcohol 70° II por 1 hora.
- Alcohol 70° III por 1 hora.
- Alcohol 100° I por 1 hora.
- Alcohol 100° II por 1 hora.
- Alcohol 100° III por 1 hora.
- Alcohol 100° B por 1 hora.
- Xilol I por una hora.
- Xilol III por una hora.
- Pasar a la parafina I por 1 hora
- Pasar a la parafina II por una hora.
- Realizar el taco correspondiente con su número respectivo (muy importante).
- Dejar secar.



**Foto 5.** Procedimiento de biopsia en diferentes tipos de alcoholes.

### 3.8.2 Corte del taco

- Obtenida el taco se procede al corte en el micrótopo.
- Fijar el corte del tejido en una lámina porta objeto con una gota de albumina
- Extender bien el tejido en agua caliente.

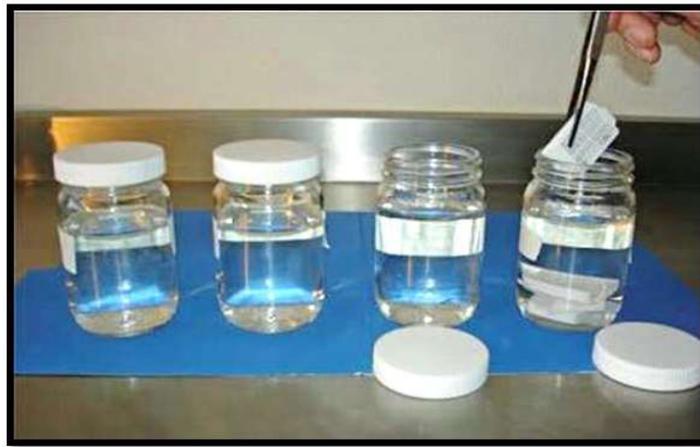


**Foto 6.** Obtención de taco y corte en el microtopo

### 3.8.3 Desparafinado de la biopsia.

- Obtenida el tejido fijado en la lámina se procede a:
- Colocar en desparafina I por 3 minutos.

- Desparafina II por 3 minutos.
- Desparafina III por 3 minutos.
- Desparafina IV por 3 minutos.
- Desparafina V por 3 minutos.
- Desparafina VI por 3 minutos.
- Lavar con abundante agua.
- Lavar con abundante.



**Foto 7.** Tejido fijado en la lámina y colocación a desparafina.

#### **3.8.4 Coloración biopsia.**

- Colocar la lámina de la biopsia en hematoxilina por 3 minutos.
- Lavar con abundante agua.
- Colocar la eosina por 30 segundos a 1 minuto.
- Lavar con abundante agua.
- Colocar los frascos de coloración del 1 al 6 por 3 minutos.
- Montar con bálsamo de Canadá.

- Realizar la lectura



**Foto 8.** Coloración de biopsias.

### **3.8.5 Determinación del índice folicular**

Para el conteo de índice folicular (S/P) se ha utilizado un microscopio compuesto modelo MOTIC, que cuenta con el programa (Motic Plus 2.0ML) con el objetivo de 10x. Para área de folículo primario y secundario la medición se realizó con el objetivo de 100x, después de haber obtenido mediciones de áreas, se obtuvo los datos y se ordenaron en cuadros de Excel y los resultados para área de folículo primario y secundario ha sido necesario multiplicar por (0,84), coeficiente de corrección, esto se debió a que la piel sufre encogimiento por efecto de la fijación y por el proceso de deshidratación (Gamarra, 2008).

### **3.9 Metodología para evaluar densidad de fibra**

Se realizó con el equipo de densímetro de fibra FIBER-DEN La metodología fue no invasiva para alpacas vivas, el procedimiento fue según el protocolo de (Quispe y Quispe, 2019).

### **3.9.1 Preparación de la piel y fibras pilosas de alpacas para la captura de imágenes**

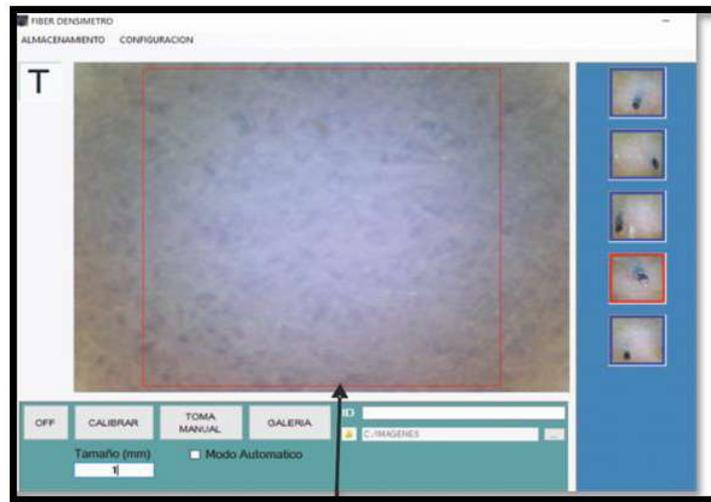
- Se sujetó la alpaca con dos operadores, y la otra persona inicio con la labor, poniéndose los guantes descartables de trabajo.
- Seguidamente se realizó un corte de las fibras pilosas en la zona del costillar medio, utilizando una tijera, se cortó a una altura de 3 cm de fibra pilosa desde su emergencia.
- En dicha zona cortada, se realizó el lavado con jabón líquido para pelo (Shampoo) y agua para obtener un mejor teñido y el secado correspondiente con toalla.
- Una vez secado la zona, se procedió al teñido, utilizando una mezcla de tinte y agua oxigenada (oxigenta) para dichos efectos durante 40 minutos.
- Luego se procedió a limpiar con paños o toallas y agua la zona teñida.
- Finalmente, se rasuro la piel con un poco de jabón líquido para pelo (shampoo) y se utilizó una navaja provista de hoja de afeitar, dejando entre 0.2 a 0.4 mm de largo de la de fibra desde el nivel de cada poro.



**Foto 9.** Pasos de preparación de piel, fibras de alpaca para la captura de imágenes

### 3.9.2 Preparación del FIBER – DEN accesorios.

- Se instaló una mesa desplegable de altura entre 70 a 75 cm, ancho no menor a 45 cm y largo no menor 80 cm.
- Luego se procedió a abrir el maletín del FIBER-DEN y colocar la computadora portátil del FIBER- DEN al costado izquierdo.
- Seguidamente se realizó a la calibración del área de imagen a capturar para lo cual se hace uso de una regla calibradora micrométrica que permite indicar la distancia entre dos puntos, que luego sirve para determinar el área de trabajo, para la captura de imágenes el cual se establece de acuerdo a la población de fibras y a la especie animal.

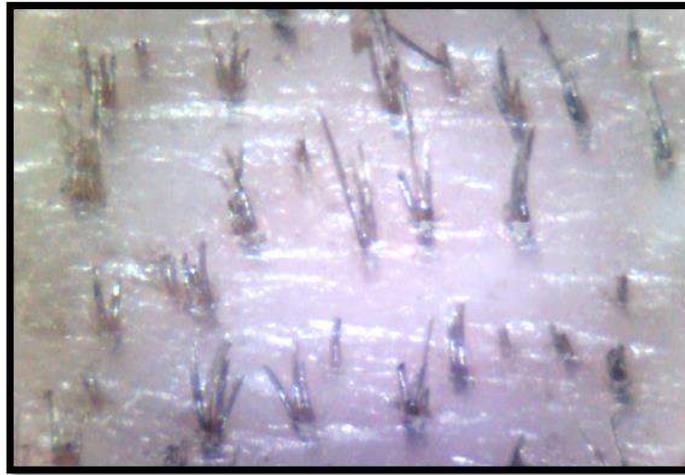


**Foto 10.** Calibración de equipo FIBER- DEN en un mm<sup>2</sup>

### 3.9.3 Método para la toma de imágenes

Se tomo un promedio de 10 imágenes para la captura y se utilizó el equipo portátil de FIBER DEN, poniendo la parte de la lente circular. Con su respectivo protector sobre la zona preparada de la piel de alpaca, pudiéndose ver la imagen a ser captura en la pantalla del ordenador, lo cual puede ser afinada realizándose el respectivo enfoque del mini microscopio digital modificado.

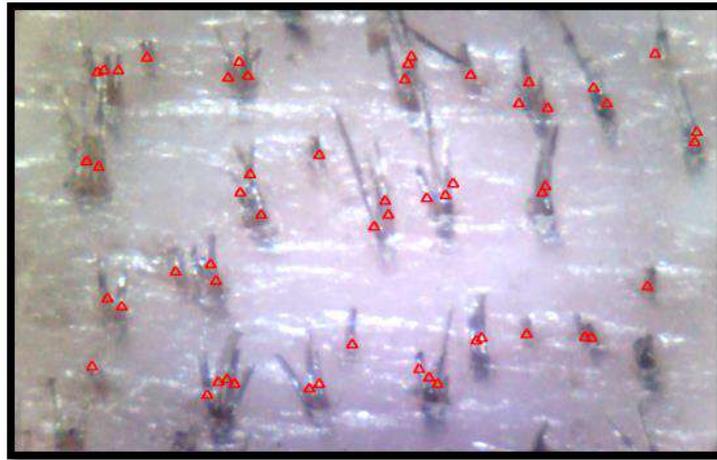
- Luego se tomaron las imágenes teniendo como referencia la ubicación de los puntos de un dado, es decir una toma cerca a cada esquina y una en la parte media de la zona preparada.
- Finalmente, as imágenes fueron capturadas, almacenadas, y debidamente identificadas considerando también las recepciones o sub muestras.



**Foto 11.** Fibras pilosas por poro en  $\text{mm}^2$  con el FIBER - DEN

#### **3.9.4 Procesamiento de las imágenes**

- Consistió en realizar el conteo de las fibras pilosas por poro en cada una de las imágenes debidamente identificadas.
- El conteo se realizó empezando de la zona superior izquierda realizando el recorrido primero horizontalmente hacia la derecha y luego hacia abajo alrededor de  $1\text{mm}^2$ . Para luego realizar el recorrido horizontal hacia la izquierda y nuevamente hacia abajo alrededor de  $1\text{mm}^2$ , siguiendo estos recorridos hasta culminar toda la imagen considerándose como fibras válidas a contarse sólo a aquellas en las que se visualiza el punto de los poros.
- Al momento del conteo se tomó en cuenta las fibras pilosas por cada poro de donde emergen (haces), marcándose los válidos mediante un símbolo determinado para evitar dobles conteos.
- Luego cuando se terminó el conteo de las fibras pilosas por cada poro en una imagen se realizó las anotaciones respectivas (en forma manual o automática), pasándose luego a las imágenes siguientes.



**Foto 12.** Conteo de fibras pilosas por poro

### **3.9.5 Los resultados del FIBER – DEN, son los siguientes:**

- Densidad de fibra pilosa, evaluada como fibras por  $\text{mm}^2$ : ( $f/\text{mm}^2$ )
- Densidad de poros, evaluada como poros por  $\text{mm}^2$  ( $p/\text{mm}^2$ )
- Ratio, que es la relación del número de fibras por el número de poros, esta variable carece de unidades.
- Desviación estándar de la densidad de fibras pilosas, cuya unidad es fibras por  $\text{mm}^2$  ( $f/\text{mm}^2$ )
- Coeficiente de variación de la densidad de fibras pilosas, evaluada como porcentaje (%)
- Desviación estándar de la densidad de poros, cuya unidad es poros por  $\text{mm}^2$  ( $p/\text{mm}^2$ )
- Coeficiente de variación de la densidad de poros, evaluada como porcentaje (%)

### 3.10 Análisis estadístico

#### 3.10.1 Para determinar el índice folicular y área folicular

Según el Test de Normalidad de Kolmogorov – Smirnov, los datos de la S/P y Área folicular no se ajustaban a una distribución normal, motivo por el cual se aplicó estadística no paramétrica determinadas con el Test de Kruskal – Wallis, el cual utiliza la tabla de distribución del Chi Cuadrado.

#### 3.10.2 Para densidad de fibra

Para densidad de fibra se aplicó estadística descriptiva con el programa SAS v 9.4 se determinó el promedio, desviación estándar, coeficiente de variabilidad, máximo y mínimo se empleó un arreglo factorial en DCA de (2 x 4), con el siguiente modelo aditivo lineal:

Hacer el modelo aditivo lineal.

$$Y_{|ijk|} = \mu + \text{edad } i + \text{sexo } j + (\text{edad x sexo})_{ij} + e_{ijk}$$

**Donde:**

$Y_{ijk}$  = variable de respuesta

$\mu$  = media poblacional o constante común

**Edad**  $i$  = efecto de edad

**Sexo**  $j$  = efeto de sexo

**(Edad x Sexo)**  $ij$  = efecto de interacción de edad y sexo

**E**  $ijk$  = error experimental

### 3.10.3 Correlación entre índice folicular y densidad de fibra

Se empleó la correlación de Pearson, para determinar la relación entre el índice folicular (S/P) ratio (pelos por poro).

Se consideraron las correlaciones negativas y positivas, el nivel de asociación fue de la siguiente manera; entre el rango de  $-1$  hasta  $+1$ ; los significados del resultado del coeficiente de corrección se interpretan de la siguiente manera (Cordova, 2003).

- Si  $r = -1$ , indica que hay una correlación perfecta negativa.
- Si  $r = 0$ , indica que no existe correlación lineal.
- Si  $r = +1$ , indica que hay una correlación perfecta positiva.

Hernandez *et al.*, (2003) Clasifica de la siguiente manera el nivel de correlación.

- $-1.00$ : correlación negativa perfecta.
- $-0.90$ : correlación negativa muy alta.
- $-0.75$ : correlación negativa alta.
- $-0.50$ : correlación negativa moderada.
- $-0.10$ : correlación negativa baja.
- $0.00$ : No existe correlación alguna entre las variables.
- $+0.10$ : correlación positiva baja.
- $+0.50$ : correlación positiva moderada.
- $+0.75$ : correlación positiva alta.
- $+0.90$ : correlación positiva muy alta.
- $+1.00$ : correlación positiva perfecta.

## CAPITULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSION

#### 4.1 Determinar el índice folicular (S/P), área de folículo primario y secundario en alpacas Huacaya según edad y sexo

##### 4.1.1. Índice folicular (S/P)

El promedio de índice folicular total de alpacas Huacaya machos y hembras es 7,48 S/P (**Tabla 6**), es inferior a lo reportado por Antonini *et al.*, (2004) de 8,40 S/P, probablemente se deba a que ese estudio fue con crías machos y hembras a diferencia de las alpacas con los que hemos trabajado los cuales son de todas las edades y también se evaluaron mayor número de alpacas.

En la Tabla 6, también se muestra el índice folicular (S/P) según sexo. Estos resultados muestran diferencias estadísticas ( $P < 0,05$ ), teniendo los machos mayor relación de folículos S/P respecto a las hembras.

**Tabla 6.** Índice folicular (S/P) de alpacas Huacaya según sexo

| Sexo    | n  | Media  | Desviación<br>estándar<br>(±) | Coficiente<br>variabilidad<br>(%) | Máximo | Mínimo |
|---------|----|--------|-------------------------------|-----------------------------------|--------|--------|
| Machos  | 16 | 7,85 a | 3,31                          | 42,21                             | 23,00  | 2,00   |
| Hembras | 19 | 7,26 b | 2,90                          | 39,92                             | 22,00  | 2,00   |
| Total   | 35 | 7,48   | 3,07                          | 41,06                             | 23,00  | 2,00   |

Letras diferentes muestran diferencias significativas ( $P < 0,05$ ).

Estos resultados muestran la misma tendencia reportada por Araoz, (2019) quien halló promedios de 13,36 y 12,18 S/P en machos y hembras de primera esquila y de 13,24 y 11,15 S/P en alpacas Huacaya machos y hembras de segunda esquila. Donde los machos presentan mayor relación folicular que las hembras contrario a lo reportado por Paucar y Sedano, (2014) con promedios de 12,42 y 13,30 S/P para machos y hembras, encontrando que el sexo no influye ( $P > 0,05$ ) sobre el índice

folicular. Estos resultados son superiores a los resultados que se encontró en la presente investigación, para alpacas de ambos sexos, que podría deberse a que los estudios mencionados fueron con alpacas de 1 año y 2 años de edad a diferencia con las cuales hemos trabajado que fueron de diferentes edades.

Según Ramos *et al.*, (2018) reporta promedios de relación folicular de 3,49 S/P en alpacas machos y de 3,33 S/P en alpacas hembras de la raza Huacaya, en alpacas de todas las edades en el distrito Cotarusi de la región Apurímac, no hallando diferencias significativas ( $P>0,05$ ) entre ambos sexos. Estos resultados son inferiores a los que encontramos en la presente investigación, que podría deberse, a la procedencia de las alpacas, y a la zona de toma de muestra.

La Tabla 7, muestra el índice folicular (S/P) de alpacas Huacaya machos y hembras en diferentes edades. No se encontró diferencias significativas ( $P>0,05$ ) entre edades.

**Tabla 7.** Índice folicular (S/P) de alpacas Huacaya machos y hembras en diferentes edades.

| Edad | n  | Media  | Desviación<br>estándar<br>(±) | Coefficiente<br>variabilidad<br>(%) | Máximo | Mínimo |
|------|----|--------|-------------------------------|-------------------------------------|--------|--------|
| DL   | 7  | 7,23 a | 2,98                          | 41,20                               | 16,00  | 2,00   |
| 2D   | 7  | 7,48 a | 2,89                          | 38,69                               | 19,00  | 2,00   |
| 4D   | 7  | 7,75 a | 3,23                          | 41,69                               | 23,00  | 2,00   |
| BLL  | 14 | 7,48 a | 3,13                          | 41,86                               | 22,00  | 2,00   |

Leyenda: DL= dientes de leche; 2D= dos dientes; 4D=cuatro dientes; BLL=Boca llena.  
Letras iguales muestran diferencias no significativas ( $P>0,05$ ).

Los promedios que hallamos son superiores a los reportados por (Ramos *et al.*, 2018), quién reporta valores de: 3,06; 3,44; 3,83 y 3,31S/P en alpacas de dientes de leche, 2 dientes, 4 dientes y boca llena respectivamente en alpacas Huacaya machos y hembras, de estas mismas alpacas los de 4D ( $P<0,05$ ) muestran mayor

índice folicular en relación a las otras edades. Resultados contrarios a lo que hallamos en este estudio, no hubo diferencias significativas entre edades, probablemente se deba a la homogeneidad de las alpacas de La Raya.

En la Tabla 8, se muestra el índice folicular (S/P) en alpacas Huacaya machos en las diferentes edades. Estos resultados muestran diferencias estadísticas ( $P < 0,05$ ) teniendo mayor relación de folículos S/P los de dientes leche, 4D y BLL, respecto a los de 2D. Estas diferencias se deberían a que las alpacas de DL y 2D no son sometidos a una presión de selección, pero cuando llegan a la edad de 4D y BLL son seleccionados estrictamente para reproductores.

**Tabla 8.** Índice folicular (S/P) en alpacas Huacaya machos en diferentes edades

| <b>Edad</b> | <b>n</b> | <b>Media</b> | <b>Desviación<br/>estándar<br/>(±)</b> | <b>Coefficiente<br/>variabilidad<br/>(%)</b> | <b>Máximo</b> | <b>Mínimo</b> |
|-------------|----------|--------------|--|--|---------------|---------------|
| DL          | 3        | 8,10 a       | 3,29                                   | 40,58  | 16,00         | 3,00          |
| 2D          | 3        | 6,64 b       | 3,30                                   | 49,65  | 15,00         | 3,00          |
| 4D          | 3        | 9,00 a       | 3,28                                   | 36,48  | 23,00         | 3,00          |
| BLL         | 7        | 7,90 a       | 3,28                                   | 41,55  | 18,00         | 2,00          |

Leyenda: DL= dientes de leche; 2D= dos dientes; 4D= cuatro dientes; BLL= boca llena.  
Letras diferentes muestran diferencias significativas ( $P < 0,05$ )

Estos resultados son inferiores a lo reportado por Araoz, (2019), en alpacas esquilados a la edad de DL y 2D 13,36 y 13,24 S/P respectivamente, datos que son influenciados por la edad; Paucar y Sedano, (2014), también halló este comportamiento, indicando que la edad influyo significativamente ( $P < 0,05$ ) en el índice folicular en alpacas, ya que las alpacas de 1 año tienen mayor índice folicular 13,74 con respecto a los de 2 años 11,49 estos resultados muestra la misma tendencia con los datos de este trabajo.

No se ha encontrado reportes del índice folicular en alpacas machos 4D y BLL.

En la Tabla 9, se muestra el índice folicular (S/P) en alpacas Huacaya hembras en diferentes edades. Estos resultados muestran diferencias estadísticas significativas ( $P < 0,05$ ), entre las diferentes edades.

**Tabla 9.** Índice folicular (S/P) en alpacas Huacaya hembras en diferentes edades

| Edad | n | Media         | Desviación<br>estándar<br>( $\pm$ ) | Coefficiente<br>variabilidad<br>(%) | Máximo | Mínimo |
|------|---|---------------|-------------------------------------|-------------------------------------|--------|--------|
| DL   | 4 | <b>6,60 b</b> | <b>2,57</b>                         | 38,97                               | 15,00  | 2,00   |
| 2D   | 4 | 7,86 a        | 2,99                                | 38,02                               | 19,00  | 2,00   |
| 4D   | 4 | 7,29 a        | 2,96                                | 40,59                               | 14,00  | 2,00   |
| BLL  | 7 | 7,16 b        | 2,90                                | 40,43                               | 22,00  | 2,00   |

Leyenda: DL=dientes de leche; 2D=dos dientes; 4D=cuatro dientes; BLL= Boca llena  
Letras iguales no muestran diferencias significativas ( $P < 0,05$ ).

Según Araoz, (2019) reportó promedios superiores de 12,18 y 11,15 S/P en alpacas hembras esquilados con edades de DL y 2D. También Paucar y Sedano, (2014) halló un promedio superior en hembras de 13,30 (S/P), en comparación a este estudio, estas diferencias se deberían a la cantidad de muestras evaluadas, cantidad de alpacas evaluadas, área geográfica y efecto ambiental.

En cuanto a las alpacas de 4D y BLL no se ha encontrado reportes de la relación de folículos secundarios / primarios.

#### 4.1.2. Área de folículo primario

En la Tabla 10, se observa promedio de área de folículo primario en alpacas Huacaya según sexo. Estos resultados no muestran diferencias estadísticas significativas ( $P > 0,05$ ), debido a que las alpacas seleccionadas para este trabajo fueron sometidos a las mismas condiciones de manejo, alimentación y selección.

El promedio de área total de folículos primarios según sexo fue de 663,00  $\mu\text{m}^2$ , sobre esta variable no se encontraron trabajos para su discusión.

**Tabla 10.** Área de folículo primario en alpacas Huacaya según sexo

| <b>Sexo</b> | <b>n</b> | <b>Media<br/>(<math>\mu\text{m}^2</math>)</b> | <b>Desviación<br/>estándar<br/>(<math>\pm</math>)(<math>\mu\text{m}^2</math>)</b> | <b>Coefficiente<br/>variabilidad<br/>(%)</b> | <b>Máximo<br/>(<math>\mu\text{m}^2</math>)</b> | <b>Mínimo<br/>(<math>\mu\text{m}^2</math>)</b> |
|-------------|----------|---|---|--|--|--|
| Machos      | 16       | 700,49 a                                      | 95,48   | 13,63  | 887,96   | 505,93   |
| Hembras     | 19       | 648,94 a                                      | 238,34  | 36,73  | 1135,85  | 254,60   |
| Total       | 35       | 663,00  | 210,15  | 31,70  | 1135,85  | 254,60   |

Letras iguales muestras diferencias no significativas ( $P>0,05$ )

En la tabla 11, se observa promedios de área de los folículos primarios en alpacas Huacaya machos y hembras según edades. Estos resultados muestran diferencias estadísticas significativas ( $P<0,05$ ) entre edades. Donde observamos que alpacas de DL y 4D tienen menor área de folículo respecto a los de 2D, y BLL. Estos resultados se deberían a que los animales no están sometidos a una presión de selección hasta la edad reproductiva, edad, sexo y estado fisiológico. Tampoco se hallaron trabajos sobre esta variable con los que se pueda discutir.

**Tabla 11.** Área de folículo primario en alpacas Huacaya machos y hembras en diferentes edades

| <b>Edad</b> | <b>n</b> | <b>Media<br/>(<math>\mu\text{m}^2</math>)</b> | <b>Desviación<br/>estándar<br/>(<math>\pm</math>)(<math>\mu\text{m}^2</math>)</b> | <b>Coefficiente<br/>variabilidad<br/>(%)</b> | <b>Máximo<br/>(<math>\mu\text{m}^2</math>)</b> | <b>Mínimo<br/>(<math>\mu\text{m}^2</math>)</b> |
|-------------|----------|---|---|--|--|--|
| DL          | 7        | 579,63 a                                      | 97,87   | 16,88  | 724,42   | 376,99   |
| 2D          | 7        | 700,01 b                                      | 183,81  | 26,26  | 1089,31  | 354,98   |
| 4D          | 7        | 596,61 a                                      | 223,27  | 37,42  | 1135,85  | 254,60   |
| BLL         | 14       | 708,73 b                                      | 217,28  | 30,66  | 1083,52  | 260,82   |

Leyenda: DL= dientes de leche; 2D= dos dientes; 4D= cuatro dientes; BLL= boca llena

Letras diferentes muestran diferencias significativas ( $P< 0,05$ )

En la tabla 12, se observa promedios de área de folículo primario en alpacas Huacaya machos en las diferentes edades. Estos resultados muestran diferencias estadísticas significativas ( $P<0,05$ ), donde las alpacas de DL tienen menor área de

folículo primario respecto a los de 2D, 4D y BLL, estas mismas alpacas muestran una homogeneidad, probablemente sea a la selección a la que están sujetas.

**Tabla 12.** Área de folículo primario en alpacas Huacaya machos

| <b>Edad</b> | <b>n</b> | <b>Media<br/>(<math>\mu\text{m}^2</math>)</b> | <b>Desviación<br/>estándar<br/>(<math>\pm</math>)(<math>\mu\text{m}^2</math>)</b> | <b>Coefficiente<br/>variabilidad<br/>(%)</b> | <b>Máximo<br/>(<math>\mu\text{m}^2</math>)</b> | <b>Mínimo<br/>(<math>\mu\text{m}^2</math>)</b> |
|-------------|----------|---|---|--|--|--|
| DL          | 3        | 601,94 a                                      | 62,12   | 10,32  | 663,60   | 505,93   |
| 2D          | 3        | 677,44 b                                      | 79,70   | 11,77  | 820,51   | 596,15   |
| 4D          | 3        | 764,62 b                                      | 85,27   | 11,15  | 887,96   | 673,60   |
| BLL         | 7        | 696,55 b                                      | 89,02   | 12,78  | 831,60   | 550,12   |

Legenda: DL= dientes de leche; 2D= dos dientes; 4D= cuatro dientes; BLL= boca llena;  
Letras diferentes muestran diferencias significativas ( $P < 0,05$ ).

En la Tabla 13, se observa promedios de área de folículo primario en alpacas Huacaya hembras en diferentes edades. Estos resultados muestran diferencias estadísticas significativas ( $P < 0,05$ ) entre edades, siendo las alpacas de 4D con menor área de folículo primario respecto a DL, 2D y BLL. Las diferencias se deberían a que las alpacas hembras del Centro Experimental no se les realizan una rigurosa selección y estado fisiológico. Para su discusión no se encontró reportes sobre esta variable.

**Tabla 13.** Área de folículo primario en alpacas Huacaya hembras

| <b>Edad</b> | <b>n</b> | <b>Media<br/>(<math>\mu\text{m}^2</math>)</b> | <b>Desviación<br/>estándar<br/>(<math>\pm</math>)(<math>\mu\text{m}^2</math>)</b> | <b>Coefficiente<br/>variabilidad<br/>(%)</b> | <b>Máximo<br/>(<math>\mu\text{m}^2</math>)</b> | <b>Mínimo<br/>(<math>\mu\text{m}^2</math>)</b> |
|-------------|----------|---|---|--|--|--|
| DL          | 4        | 565,69 b                                      | 116,78  | 20,64  | 724,42   | 376,99   |
| 2D          | 4        | 709,31 b                                      | 214,17  | 30,19  | 1089,31  | 354,98   |
| 4D          | 4        | 526,71 a                                      | 226,26  | 42,96  | 1135,85  | 254,60   |
| BLL         | 7        | 712,25 b                                      | 242,78  | 34,09  | 1083,52  | 260,82   |

Legenda: DL= dientes de leche; 2D= dos dientes; 4D= cuatro dientes; BLL= boca llena;  
Letras diferentes muestran diferencias significativas ( $P < 0,05$ )

#### 4.1.3. Área de folículo secundario

En la Tabla 14, se presenta promedios de área de folículo secundario en alpacas Huacaya según sexo. Estos resultados muestran diferencias estadísticas significativas ( $P < 0,05$ ) entre sexo, teniendo las hembras menor área de folículo secundario respecto a los machos, se debería al efecto sexo. No se encontraron estudios sobre esta variable con los cuales discutir.

**Tabla 14.** Área de folículos secundarios en alpacas Huacaya según sexo

| Sexo    | n  | Media<br>( $\mu\text{m}^2$ ) | Desviación<br>estándar<br>( $\pm$ )( $\mu\text{m}^2$ ) | Coefficiente<br>variabilidad<br>(%) | Máximo<br>( $\mu\text{m}^2$ ) | Mínimo<br>( $\mu\text{m}^2$ ) |
|---------|----|------------------------------|--|-------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| Machos  | 16 | 373,16 b                     | 124,16   | 33,27                               | 683,59                        | 78,20                         |
| Hembras | 19 | 358,49 a                     | 148,69   | 41,48                               | 681,24                        | 86,18                         |
| Total   | 35 | 365,50                       | 137,63   | 37,65                               | 683,59                        | 78,20                         |

Letras diferentes muestras diferencias significativas ( $P < 0,05$ ).

En la Tabla 15, se presenta promedios de área de folículos secundarios en alpacas Huacaya machos y hembras en las diferentes edades. Estos resultados muestran diferencias estadísticas significativas ( $P < 0,05$ ) entre edades, teniendo menor área de folículo secundario alpacas de DL en relación a los demás, se podría decir que estas alpacas de DL muestran mejor finura de fibra porque presenta menor área de folículos secundarios ya que las fibras más finas son producidas por los folículos secundarios Escobar y Esteban, (2009). La diferencia se debería que en nuestro trabajo alpacas de DL no tuvieron ninguna esquila a diferencias de 2D,4D y BLL, no se encontraron estudios sobre esta variable para su discusión.

**Tabla 15.** Área de folículos secundarios en alpacas Huacaya machos y hembras en las diferentes edades

| <b>Edad</b> | <b>n</b> | <b>Media<br/>(<math>\mu\text{m}^2</math>)</b> | <b>Desviación<br/>estándar<br/>(<math>\pm</math>)(<math>\mu\text{m}^2</math>)</b> | <b>Coefficiente<br/>variabilidad<br/>(%)</b> | <b>Máximo<br/>(<math>\mu\text{m}^2</math>)</b> | <b>Mínimo<br/>(<math>\mu\text{m}^2</math>)</b> |
|-------------|----------|---|---|--|--|--|
| DL          | 7        | 312,27 a                                      | <b>121,59</b>   | 38,94  | 647,81   | 78,20  |
| 2D          | 7        | 398,89 d                                      | 124,55  | 31,22  | 667,72   | 124,32   |
| 4D          | 7        | 360,76 b                                      | 192,24  | 53,29  | 683,59   | 86,18  |
| BLL         | 14       | 379,24 c                                      | 133,02  | 35,08  | 681,24   | 123,23   |

Leyenda: DL= dientes de leche; 2D= dos dientes; 4D= cuatro dientes; BLL= boca llena.  
Letras diferentes muestras diferencias significativas ( $P < 0,05$ ).

En la Tabla 16, se presenta promedios de área de los folículos secundarios en alpacas Huacaya machos, en las diferentes edades DL, 2D, 4D y BLL presentan diferencias estadísticas significativas ( $P < 0,05$ ). Donde pone en manifiesto que en alpacas Huacaya machos de DL y BLL tienen menor área de folículo secundario respecto a los de 2D y 4D estos resultados se justifican a la presión de selección a cuál están sometidos cuando llegan a su edad reproductiva. No se tienen reportes de otros trabajos para su discusión.

**Tabla 16.** Área de folículos secundarios en alpacas Huacaya machos

| <b>Edad</b> | <b>n</b> | <b>Media<br/>(<math>\mu\text{m}^2</math>)</b> | <b>Desviación<br/>estándar<br/>(<math>\pm</math>)(<math>\mu\text{m}^2</math>)</b> | <b>Coefficiente<br/>variabilidad<br/>(%)</b> | <b>Máximo<br/>(<math>\mu\text{m}^2</math>)</b> | <b>Mínimo<br/>(<math>\mu\text{m}^2</math>)</b> |
|-------------|----------|---|---|--|--|--|
| DL          | 3        | 352,87 a                                      | 112,38  | 31,85  | 647,81   | 78,20  |
| 2D          | 3        | 424,47 b                                      | 110,46  | 26,02  | 667,72   | 236,54   |
| 4D          | 3        | 414,48 b                                      | 166,76  | 40,23  | 683,59   | 151,37   |
| BLL         | 7        | 345,66 a                                      | 106,30  | 30,75  | 654,86   | 123,23   |

Leyenda: DL= dientes de leche; 2D= dos dientes; 4D= cuatro dientes; BLL= boca llena.  
Letras diferentes muestras diferencias significativas ( $P < 0,05$ ).

En la Tabla 17, se presenta promedios de área de folículos secundarios en alpacas Huacaya hembras en diferentes edades. Estos resultados muestran diferencias

estadísticas significativas ( $P < 0,05$ ) entre edades. Teniendo menor área de folículo secundario las alpacas de DL respecto a las de 4D y esta menor respecto a las de 2D y BLL. Estos resultados se deberían a que las hembras no se les realiza una rigurosa selección a diferencia de los animales machos, también podría deberse al efecto animal y estado fisiológico. En este trabajo la mayoría de las variables estudiadas son los primeros reportes, por tanto, no se encontró estudios para su discusión.

**Tabla 17.** Área de folículos secundarios en alpacas Huacaya Hembras

| Edad | n | Media ( $\mu\text{m}^2$ ) | Desviación estándar ( $\pm$ )( $\mu\text{m}^2$ ) | Coefficiente de variabilidad (%) | Máximo ( $\mu\text{m}^2$ ) | Mínimo ( $\mu\text{m}^2$ ) |
|------|---|---------------------------|--|----------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| DL   | 4 | 282,46 a                  | 119,92   | 42,45                            | 615,05                     | 103,82                     |
| 2D   | 4 | 379,02 c                  | 131,59   | 34,72                            | 655,62                     | 124,32                     |
| 4D   | 4 | 320,63 b                  | 145,88   | 45,50                            | 655,20                     | 86,18                      |
| BLL  | 7 | 420,76 d                  | 150,31   | 35,72                            | 681,24                     | 178,50                     |

Legenda: DL= dientes de leche; 2D= dos dientes; 4D= cuatro dientes; BLL= boca llena.  
Letras diferentes muestras diferencias significativas ( $P < 0,05$ ).

#### **4.2. Determinar la densidad de fibra pilosa, densidad de poros, ratio, desviación estándar de fibra, coeficiente de variación de fibra, desviación estándar de poros, coeficiente de variación de poros en alpacas Huacaya según edad y sexo**

##### **4.2.1. Densidad de fibra pilosa**

En la Tabla 18, se observa como resultados promedio total de densidad de fibra pilosa en alpacas Huacaya machos y hembras 29,49 fibras/ $\text{mm}^2$ , la cual es superior a lo reportado por Quispe y Quispe, (2019) una densidad de fibra pilosa de 19,40fibras/ $\text{mm}^2$  ello se debería principalmente al mayor ajuste de selección a la que son sometidos las alpacas de la Raya, también podría haber influido el número

de muestras y la edad de los animales muestreados, las que no son reportadas por Quispe y Quispe, (2019).

**Tabla 18.** Densidad de fibra pilosa por mm<sup>2</sup> en alpacas Huacaya según sexo

| <b>Sexo</b> | <b>n</b> | <b>Media<br/>(f/mm<sup>2</sup>)</b> | <b>Desviación<br/>estándar<br/>(±)(f/mm<sup>2</sup>)</b> | <b>Coefficiente<br/>variabilidad<br/>(%)</b> | <b>Máximo<br/>(f/mm<sup>2</sup>)</b> | <b>Mínimo<br/>(f/mm<sup>2</sup>)</b> |
|-------------|----------|-------------------------------------|--|--|--------------------------------------|--------------------------------------|
| Machos      | 16       | 30,98 a                             | 6,43   | 20,77  | 48,6                                 | 22,00                                |
| Hembras     | 24       | 28,50 a                             | 5,24   | 18,40  | 41,8                                 | 19,20                                |
| Total       | 40       | 29,49                               | 5,80   | 19,67  | 48,6                                 | 19,20                                |

Letras iguales no muestran diferencias significativas (P>0,05).

Los resultados en machos fueron 30,98 fmm<sup>2</sup> y en hembras 28,50 fmm<sup>2</sup> observando que no existe diferencias significativas (P>0.05) para la variable en estudio. La similitud de los resultados se debería al mayor ajuste de selección.

En la tabla 19, se muestra el efecto de la edad en la densidad de fibra pilosa en alpacas Huacaya de diferentes edades, se encontró diferencias estadísticas significativas (P< 0,05) presentando alpacas de DL y 2D, con mayor densidad de fibra pilosa respecto a los de 4D y BLL, estos resultados indicarían que a mayor edad disminuye la densidad de fibra, probablemente debido al desarrollo corporal de las alpacas.

**Tabla 19.** Densidad de fibra pilosa por mm<sup>2</sup> en alpacas Huacaya machos y hembras en diferentes edades

| <b>Edad</b> | <b>n</b> | <b>Media<br/>(f/mm<sup>2</sup>)</b> | <b>Desviación<br/>estándar<br/>(±)(f/mm<sup>2</sup>)</b> | <b>Coefficiente<br/>variabilidad<br/>(%)</b> | <b>Máximo<br/>(f/mm<sup>2</sup>)</b> | <b>Mínimo<br/>(f/mm<sup>2</sup>)</b> |
|-------------|----------|-------------------------------------|--|--|--------------------------------------|--------------------------------------|
| DL          | 8        | 34,18 a                             | 7,53   | 22,03  | 48,60                                | 23,40                                |
| 2D          | 7        | 33,06 a                             | 4,48   | 13,55  | 41,80                                | 27,60                                |
| 4D          | 8        | 27,70 b                             | 3,18   | 11,47  | 33,40                                | 23,20                                |
| BLL         | 17       | 26,66 b                             | 4,03   | 15,11  | 32,00                                | 19,20                                |

Leyenda: DL= dientes de leche; 2D= dos dientes; 4D= cuatro dientes; BLL= boca llena.  
Letras diferentes muestran diferencias significativas (P<0,05).

En la tabla 20, se muestra promedio de densidad de fibra pilosa en alpacas Huacaya machos en diferentes edades. Estos resultados muestran diferencias estadísticas ( $P < 0,05$ ) entre edades, teniendo los de DL y 2D mayor densidad de fibra con respecto a 4D y BLL. Estos resultados demuestran que a medida que pasa los años baja la densidad de fibra. No se encontraron trabajos específicos sobre esta variable a discutir.

**Tabla 20.** Densidad de fibra pilosa por  $\text{mm}^2$  en alpacas Huacaya machos en diferentes edades

| Edad | n | Media<br>(f/ $\text{mm}^2$ ) | Desviación<br>estándar<br>( $\pm$ )(f/ $\text{mm}^2$ ) | Coefficiente<br>variabilidad<br>(%) | Máximo<br>(f/ $\text{mm}^2$ ) | Mínimo<br>(f/ $\text{mm}^2$ ) |
|------|---|------------------------------|--|-------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| DL   | 3 | 39,80 a                      | 7,79   | 19,57                               | 48,60                         | 33,80                         |
| 2D   | 3 | 33,13 a                      | 4,57   | 13,80                               | 38,40                         | 30,20                         |
| 4D   | 3 | 26,80 b                      | 2,55   | 9,53                                | 29,00                         | 24,00                         |
| BLL  | 7 | 28,06 b                      | 3,77   | 13,45                               | 32,00                         | 22,00                         |

DL= dientes de leche; 2D= dos dientes; 4D= cuatro dientes; BLL= boca llena.  
Letras diferentes muestras diferencias significativas ( $P < 0,05$ ).

Tabla 21, muestra promedio de densidad de fibra pilosa en alpacas Huacaya hembras en diferentes edades. Estos resultados no muestran diferencias estadísticas significativas ( $P > 0,05$ ) entre edades. Estas similitudes se deberían a la homogeneidad de las alpacas hembras. No se encontraron trabajos específicos sobre esta variable a discutir.

**Tabla 21.** Densidad de fibra pilosa por mm<sup>2</sup> en alpacas Huacaya hembras en diferentes edades

| Edad | n  | Media<br>(f/mm <sup>2</sup> ) | Desviación<br>estándar<br>(±)(f/mm <sup>2</sup> ) | Coefficiente<br>variabilidad<br>(%) | Máximo<br>(f/mm <sup>2</sup> ) | Mínimo<br>(f/mm <sup>2</sup> ) |
|------|----|-------------------------------|---|-------------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| DL   | 5  | 30,80 a                       | 5,56  | 18,04                               | 39,00                          | 23,40                          |
| 2D   | 4  | 33,00 a                       | 6,24  | 18,91                               | 41,80                          | 27,60                          |
| 4D   | 5  | 28,24 a                       | 3,66  | 12,98                               | 33,40                          | 23,20                          |
| BLL  | 10 | 25,68 a                       | 4,09  | 15,94                               | 32,00                          | 19,20                          |

Leyenda: DL= dientes de leche; 2D= dos dientes; 4D=cuatro dientes; BLL= boca llena.  
Letras iguales no muestran diferencias significativas (P>0,05).

#### 4.2.2. Densidad de poros

En la tabla 22, se muestra densidad de poros entre machos y hembras según sexo. Estos resultados muestran diferencias estadísticas (P< 0,05), teniendo los machos mayor densidad de poros respecto a las hembras.

**Tabla 22.** Densidad de poros por mm<sup>2</sup> de alpacas Huacaya según sexo

| Edad    | n  | Media<br>(p/mm <sup>2</sup> ) | Desviación<br>estándar<br>(±)(p/mm <sup>2</sup> ) | Coefficiente<br>variabilidad<br>(%) | Máximo<br>(p/mm <sup>2</sup> ) | Mínimo<br>(p/mm <sup>2</sup> ) |
|---------|----|-------------------------------|---|-------------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| Machos  | 16 | 10,80 a                       | 3,46  | 32,01                               | 21,40                          | 7,60                           |
| Hembras | 24 | 9,51 b                        | 2,28  | 24,03                               | 15,80                          | <b>6,20</b>                    |
| Total   | 40 | 10,03                         | 2,84  | 28,37                               | 21,40                          | 6,20                           |

Letras diferentes muestran diferencias significativas (P<0,05).

El promedio total de este trabajo de densidad de poros entre machos y hembras es de 10,03 p/mm<sup>2</sup>, superior al reportado por Quispe y Quispe, (2019) en alpacas Huacaya de 8,20 p/mm<sup>2</sup>. Las diferencias se deberían al número de alpacas, edad y área geográfica.

En la tabla 23, se muestra la densidad de poros de alpacas Huacaya entre machos y hembras en las diferentes edades dientes de leche, dos dientes, cuatro dientes, boca llena. Estos resultados muestran diferencias estadísticas ( $P < 0,05$ ).

**Tabla 23.** Densidad de poros por  $\text{mm}^2$  de alpacas Huacaya machos y hembras en diferentes edades

| Edad | n  | Media<br>( $\rho/\text{mm}^2$ ) | Desviación<br>estándar<br>( $\pm$ )( $\rho/\text{mm}^2$ ) | Coefficiente<br>variabilidad<br>(%) | Máximo<br>( $\rho/\text{mm}^2$ ) | Mínimo<br>( $\rho/\text{mm}^2$ ) |
|------|----|---------------------------------|---|-------------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| DL   | 8  | 13,53 a                         | 3,98  | 29,40                               | 21,40                            | 8,60                             |
| 2D   | 7  | 11,00 b                         | 1,23  | 11,16                               | 12,80                            | 9,00                             |
| 4D   | 8  | 9,63 b                          | 0,87  | 9,05                                | 11,40                            | 8,80                             |
| BLL  | 17 | 8,16 c                          | 1,26  | 15,47                               | 10,80                            | 6,20                             |

Leyenda: DL= dientes de leche; 2D= dos dientes; 4D=cuatro dientes; boca llena.  
Letras diferentes muestras diferencias significativas ( $P < 0,05$ ).

El promedio de las alpacas DL presenta mayor densidad de poros respecto a los de 2D, 4D también estos mismos a las de BLL. Lo que indicaría que, así como en la variable de densidad de fibra, a medida que pasan los años los poros también disminuyen entendiéndose que cada fibra emerge de un poro, también se debería a las diferentes edades y sexo. No se encontraron trabajos sobre esta variable para discutir.

En la tabla 24, se muestra densidad de poros de alpacas Huacaya machos en diferentes edades. Estos resultados muestran diferencias estadísticas ( $P < 0,05$ ), teniendo los DL mayor densidad de poros respecto a los de 2D, 4D, BLL. Estas diferencias se podrían relacionar con la disminución de la densidad de fibra a medida que los años pasan. También se debería al efecto animal, a la mejora genética. No se tiene reportes sobre densidad de poros en alpacas Huacaya macho.

**Tabla 24.** Densidad de poros por mm<sup>2</sup> de alpacas Huacaya machos en diferentes edades

| Edad | n | Media (p/mm <sup>2</sup> ) | Desviación estándar (±)(p/mm <sup>2</sup> ) | Coefficiente de variabilidad (%) | Máximo (p/mm <sup>2</sup> ) | Mínimo (p/mm <sup>2</sup> ) |
|------|---|----------------------------|---|----------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| DL   | 3 | 16,13 a                    | 4,61  | 28,60                            | 21,40                       | 12,80                       |
| 2D   | 3 | 11,87 b                    | 0,83  | 7,02                             | 12,80                       | 11,20                       |
| 4D   | 3 | 9,47 b                     | 0,70  | 7,42                             | 10,20                       | 8,80                        |
| BLL  | 7 | 8,73 b                     | 1,10  | 12,57                            | 10,60                       | 7,60                        |

Leyenda: DL= dientes de leche; 2D= dos dientes; 4D=cuatro dientes; boca llena.  
Letras diferentes muestras diferencias significativas (P<0,05).

En la tabla 25, se muestra la densidad de poros en alpacas Huacaya hembras en las diferentes edades. Estos resultados muestran diferencias estadísticas significativas (P< 0,05), hallando que DL, 2D y 4D son superiores en densidad de poros frente a BLL. Se debería que a mayor edad encontramos menor densidad de poros. No se tiene reportes sobre densidad de poros en alpacas Huacaya hembra.

**Tabla 25.** Densidad de poros por mm<sup>2</sup> de alpacas Huacaya hembras en diferentes edades

| Edad | n  | Media (p/mm <sup>2</sup> ) | Desviación estándar (±)(p/mm <sup>2</sup> ) | Coefficiente de variabilidad (%) | Máximo (p/mm <sup>2</sup> ) | Mínimo (p/mm <sup>2</sup> ) |
|------|----|----------------------------|---|----------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| DL   | 5  | 11,96 a                    | 2,98  | 24,90                            | 15,80                       | 8,60                        |
| 2D   | 4  | 10,35 a                    | 1,11  | 10,74                            | 11,60                       | 9,00                        |
| 4D   | 5  | 9,72 a                     | 1,03  | 10,55                            | 11,40                       | 9,00                        |
| BLL  | 10 | 7,84 b                     | 1,32  | 16,87                            | 10,80                       | 6,20                        |

Leyenda: DL= dientes de leche; 2D= dos dientes; 4D=cuatro dientes; boca llena.  
Letras diferentes muestras diferencias significativas (P<0,05).

#### 4.2.3. Ratio (número de fibras por número de poro)

En la tabla 26, se muestra la relación de número de fibras por número de poro según sexo. Estos resultados no muestran diferencias estadísticas significativas (P>0,05) según sexo.

**Tabla 26.** Relación de número fibras por número de poro en alpacas Huacaya según sexo

| <b>Sexo</b> | <b>n</b> | <b>Media</b> | <b>Desviación estándar</b> | <b>Coefficiente de variabilidad</b> | <b>Máximo</b> | <b>Mínimo</b> |
|-------------|----------|--------------|----------------------------|-------------------------------------|---------------|---------------|
|             |          |              | <b>(±)</b>                 | <b>(%)</b>                          |               |               |
| Machos      | 16       | 2,96 a       | 0,50                       | 16,91                               | 4,11          | 2,27          |
| Hembras     | 24       | 3,06 a       | 0,48                       | 15,82                               | 4,09          | 2,09          |
| Total       | 40       | 3,02         | 0,49                       | 16,12                               | 4,11          | 2,09          |

Letras iguales no muestran diferencias significativas ( $P>0,05$ ).

El promedio total de relación número de fibras por número de poro entre machos y hembras es de 3,02, superior al reporte de Quispe y Quispe, (2019) en alpacas 2,38, la variación se debería al número de animales evaluados, la edad y a las condiciones medio ambientales.

En la tabla 27, se muestra la relación de número de fibras por número de poro en alpacas Huacaya machos y hembras en diferentes edades. Estos resultados muestran diferencias estadísticas ( $P<0,05$ ) entre edades, hallando los animales de 2D, 4D, BLL, con mayor relación de número de fibras por número de poro, frente a los de DL. La variación se debería a la edad y sexo. No se reportaron estudios para su respectiva discusión.

**Tabla 27.** Relación de número de fibras por número de poro en alpacas Huacaya machos y hembras en diferentes edades

| <b>Edad</b> | <b>n</b> | <b>Media</b> | <b>Desviación estándar</b> | <b>Coefficiente de variabilidad</b> | <b>Máximo</b> | <b>Mínimo</b> |
|-------------|----------|--------------|----------------------------|-------------------------------------|---------------|---------------|
|             |          |              | <b>(±)</b>                 | <b>(%)</b>                          |               |               |
| DL          | 8        | 2,60 b       | 0,50                       | 19,29                               | 3,53          | 2,09          |
| 2D          | 7        | 3,02 a       | 0,48                       | 15,73                               | 3,87          | 2,36          |
| 4D          | 8        | 2,88 a       | 0,24                       | 8,36                                | 3,24          | 2,55          |
| BLL         | 17       | 3,29 a       | 0,44                       | 13,23                               | 4,11          | 2,68          |

Leyenda: DL=dientes de leche;2D=dos dientes;4D=cuatro dientes; BLL=boca llena.  
Letras diferentes muestran diferencias significativas ( $P<0,05$ )

En la tabla 28, se muestra la relación de número de fibras por número poro de alpacas Huacaya machos en diferentes edades. Estos resultados no muestran diferencias estadísticas ( $P>0,05$ ) entre edades. Los promedios de alpacas machos de La Raya son bastante homogéneos, posiblemente a la selección a la que son sometidos. No se encontraron estudios sobre esta variable para discutir.

**Tabla 28.** Relación de número fibras por número de poro en alpacas Huacaya machos en diferentes edades

| Edad | n | Media  | Desviación estándar<br>(±) | Coefficiente variabilidad<br>(%) | Máximo | Mínimo |
|------|---|--------|----------------------------|----------------------------------|--------|--------|
| DL   | 3 | 2,51 a | 0,33                       | 13,16                            | 2,89   | 2,27   |
| 2D   | 3 | 2,81 a | 0,48                       | 17,03                            | 3,31   | 2,36   |
| 4D   | 3 | 2,84 a | 20,28                      | 9,88                             | 3,11   | 2,55   |
| BLL  | 7 | 3,28 a | 0,50                       | 15,32                            | 4,11   | 2,70   |

Leyenda: DL=dientes de leche;2D=dos dientes;4D= cuatro dientes; BLL= boca llena.  
Letras iguales no muestran diferencias significativas ( $P>0,05$ )

En la tabla 29, se muestra la relación de número de fibras por número de poro en alpacas Huacaya hembras en diferentes edades. Estos resultados no muestran diferencias estadísticas ( $P>0,05$ ) entre edades. El promedio de las alpacas hembras de La Raya son bastante homogéneos, posiblemente sea a la selección a la cual son sometidos. No se encontraron estudios sobre esta variable.

**Tabla 29.** Relación de número de fibras por número de poro en alpacas Huacaya hembras en diferentes edades

| Edad | n  | Media  | Desviación estándar<br>(±) | Coefficiente variabilidad<br>(%) | Máximo | Mínimo |
|------|----|--------|----------------------------|----------------------------------|--------|--------|
| DL   | 5  | 2,66 a | 0,60                       | 22,52                            | 3,53   | 2,09   |
| 2D   | 4  | 3,19 a | 0,47                       | 14,65                            | 3,87   | 2,83   |
| 4D   | 5  | 2,91 a | 0,24                       | 8,42                             | 3,24   | 2,58   |
| BLL  | 10 | 3,30 a | 0,41                       | 12,45                            | 4,09   | 2,68   |

Leyenda: DL=dientes de leche;2D=dos dientes;4D= cuatro dientes; BLL= boca llena.  
Letras iguales no muestran diferencias significativas ( $P>0,05$ )

#### 4.2.4. Desviación estándar de fibra

En la tabla 30, se muestra desviación estándar de fibra en alpacas Huacaya machos y hembras según sexo. Estos resultados no muestran diferencias estadísticas ( $P>0,05$ ) según sexo. El resultado se debería a que las alpacas de la Raya son bastante homogéneas, debido a la selección a la cual están sometidas, las mismas condiciones ambiental y de pastoreo. No se tiene reportes sobre esta variable.

**Tabla 30.** Desviación Estándar de fibra por  $\text{mm}^2$  de alpacas Huacaya machos y hembras según sexo

| Edad    | n  | Media<br>(f/ $\text{mm}^2$ ) | Desviación<br>estándar<br>( $\pm$ )(f/ $\text{mm}^2$ ) | Coefficiente<br>variabilidad<br>(%) | Máximo<br>(f/ $\text{mm}^2$ ) | Mínimo<br>(f/ $\text{mm}^2$ ) |
|---------|----|------------------------------|--|-------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| Machos  | 16 | 3,87 a                       | 1,60   | 41,39                               | 6,54                          | 1,17                          |
| Hembras | 24 | 4,72 a                       | 1,84   | 38,92                               | 8,82                          | 1,02                          |
| Total   | 40 | 4,38                         | 1,78   | 40,55                               | 8,82                          | 1,02                          |

Letras iguales no muestran diferencias significativas ( $P>0,05$ ).

En la tabla 31, se muestra desviación estándar de fibra en alpacas Huacaya machos y hembras en las diferentes edades dientes de leche, dos dientes, cuatro dientes, boca llena. Estos resultados no muestran diferencias estadísticas ( $P>0,05$ ) entre edades. Los promedios de las alpacas de La Raya, respecto a la desviación estándar son bastante similares, debido a la selección animal, alimentación, y a las mismas condiciones ambientales. No se reportaron estudios sobre esta variable para discutir.

**Tabla 31.** Desviación estándar de fibra por mm<sup>2</sup> de alpacas Huacaya machos y hembras en diferentes edades

| <b>Edad</b> | <b>n</b> | <b>Media<br/>(f/mm<sup>2</sup>)</b> | <b>Desviación<br/>estándar<br/>(±)(f/mm<sup>2</sup>)</b> | <b>Coefficiente<br/>variabilidad<br/>(%)</b> | <b>Máximo<br/>(f/mm<sup>2</sup>)</b> | <b>Mínimo<br/>(f/mm<sup>2</sup>)</b> |
|-------------|----------|-------------------------------------|--|--|--------------------------------------|--------------------------------------|
| DL          | 8        | 4,70 a                              | 1,73   | 36,79  | 6,41                                 | 1,02                                 |
| 2D          | 7        | 5,00 a                              | 2,26   | 45,21  | 8,82                                 | 2,06                                 |
| 4D          | 8        | 4,95 a                              | 1,77   | 35,66  | 8,11                                 | 2,24                                 |
| BLL         | 17       | 3,71 a                              | 1,50   | 40,49  | 7,20                                 | 1,17                                 |

Leyenda: DL=dientes de leche;2D=dos dientes;4D= cuatro dientes; BLL= boca llena.  
Letras iguales no muestran diferencias significativas (P>0,05)

En la tabla 32 y 33, se muestra desviación estándar de fibra en alpacas Huacaya machos y hembras en las diferentes edades dientes de leche, dos dientes, cuatro dientes, boca llena. Estos resultados no muestran diferencias estadísticas (P>0,05) entre edades. Lo que manifiesta que los resultados de las alpacas de La Raya son similares, posiblemente a la selección a la que son sometidos, las mismas condiciones ambientales y lugar de pastoreo. Este trabajo es el primer reporte de esta variable, por cual, no se halló trabajos de investigación para su discutir.

**Tabla 32.** Desviación estándar de fibra por mm<sup>2</sup> de alpacas Huacaya machos en diferentes edades

| <b>Edad</b> | <b>n</b> | <b>Media<br/>(f/mm<sup>2</sup>)</b> | <b>Desviación<br/>estándar<br/>(±)(f/mm<sup>2</sup>)</b> | <b>Coefficiente<br/>variabilidad<br/>(%)</b> | <b>Máximo<br/>(f/mm<sup>2</sup>)</b> | <b>Mínimo<br/>(f/mm<sup>2</sup>)</b> |
|-------------|----------|-------------------------------------|--|--|--------------------------------------|--------------------------------------|
| DL          | 3        | 4,69 a                              | 0,69   | 14,71  | 5,40                                 | 4,03                                 |
| 2D          | 3        | 3,27 a                              | 1,56   | 47,85  | 5,04                                 | 2,06                                 |
| 4D          | 3        | 2,84 a                              | 2,17   | 76,41  | 6,54                                 | 2,24                                 |
| BLL         | 7        | 3,63 a                              | 1,80   | 49,57  | 5,98                                 | 1,17                                 |

Leyenda: DL=dientes de leche;2D=dos dientes;4D= cuatro dientes; BLL= boca llena.  
Letras iguales no muestran diferencias significativas (P>0,05)

**Tabla 33.** Desviación estándar de fibra por mm<sup>2</sup> de alpacas Huacaya hembras en diferentes edades

| <b>Edad</b> | <b>n</b> | <b>Media (f/mm<sup>2</sup>)</b> | <b>Desviación estándar (±)(f/mm<sup>2</sup>)</b> | <b>Coefficiente de variabilidad (%)</b> | <b>Máximo (f/mm<sup>2</sup>)</b> | <b>Mínimo (f/mm<sup>2</sup>)</b> |
|-------------|----------|---------------------------------|--|---|----------------------------------|----------------------------------|
| DL          | 5        | 4,70 a                          | 2,23   | 47,48                                   | 6,41                             | 1,02                             |
| 2D          | 4        | 3,27 a                          | 1,83   | 56,01                                   | 8,82                             | 4,79                             |
| 4D          | 5        | 4,23 a                          | 1,57   | 37,24                                   | 8,11                             | 4,45                             |
| BLL         | 10       | 3,63 a                          | 1,36   | 37,47                                   | 7,20                             | 2,40                             |

Leyenda: DL=dientes de leche; 2D=dos dientes;4D= cuatro dientes; BLL= boca llena.  
Letras iguales no muestran diferencias significativas (P>0,05)

#### 4.2.5. Coeficiente de variabilidad de fibras

En la tabla 34, se muestra coeficiente de variación de fibra en alpacas Huacaya según sexo. Estos resultados no muestran diferencias estadísticas significativas (P>0,05), lo que quiere decir que los promedios de machos y hembras tiene similar dispersión, son bastante constantes, se debería a la selección que se realiza en el Centro Experimental y lugar de pastoreo. No se ha encontrado trabajos de investigación para su respectiva discusión.

**Tabla 34.** Coeficiente de variación de fibra por mm<sup>2</sup> de alpacas Huacaya según sexo

| <b>Sexo</b> | <b>n</b> | <b>Media (%)</b> | <b>Desviación estándar (±)(%)</b> | <b>Coefficiente de variabilidad (%)</b> | <b>Máximo (%)</b> | <b>Mínimo (%)</b> |
|-------------|----------|------------------|-----------------------------------|---|-------------------|-------------------|
| Machos      | 16       | 13,18 a          | 6,68                              | 50,72                                   | 26,19             | 3,74              |
| Hembras     | 24       | 17,02 a          | 6,98                              | 41,02                                   | 31,97             | 3,25              |
| Total       | 40       | 15,48            | 7,04                              | 45,47                                   | 31,97             | 3,25              |

Letras iguales no muestran diferencias significativas (P>0,05)

En la tabla 35, se muestra coeficiente de variación de fibra en alpacas Huacaya machos y hembras en las diferentes edades dientes de leche, dos dientes, cuatro dientes y boca llena. Estos resultados no muestran diferencias estadísticas

significativas ( $P>0,05$ ). Lo que quiere decir que los promedios de los animales de la Raya son de muy parecidos y estas variables no tienen reportes para su discusión.

**Tabla 35.** Coeficiente de variación de fibra por  $\text{mm}^2$  en alpacas machos y hembras en diferentes edades.

| <b>Edad</b> | <b>n</b> | <b>Media (%)</b> | <b>Desviación estándar (<math>\pm</math>)(%)</b> | <b>Coeficiente de variabilidad (%)</b> | <b>Máximo (%)</b> | <b>Mínimo (%)</b> |
|-------------|----------|------------------|--|--|-------------------|-------------------|
| DL          | 8        | 14,48 a          | 6,99   | 48,27                                  | 26,01             | 3,25              |
| 2D          | 7        | 15,86 a          | 8,71   | 54,9                                   | 31,97             | 5,36              |
| 4D          | 8        | 18,00 a          | 6,42   | 35,66                                  | 29,61             | 8,19              |
| BLL         | 17       | 15,06 a          | 7,01   | 46,52                                  | 29,27             | 3,74              |

Leyenda: DL=dientes de leche; 2D=dos dientes;4D= cuatro dientes; BLL= boca llena.  
Letras iguales no muestran diferencias significativas ( $P>0,05$ ).

En la tabla 36 y 37 se muestra coeficiente de variación de fibra en alpacas Huacaya machos y hembras en las diferentes edades dientes de leche, dos dientes, cuatro dientes y boca llena. Estos resultados no muestran diferencias estadísticas significativas ( $P>0,05$ ). Lo que nos indica que los promedios son semejantes, estas diferencias podrían ser a que los animales de centro experimental la Raya son bastante homogéneos por la selección a la que son sometidos, locación geográfica o lugar de pastoreo. Resaltamos que es el primer trabajo, por tanto, no se reportaron estudios sobre esta variable.

**Tabla 36.** Coeficiente de variación de fibra por mm<sup>2</sup> de alpacas Huacaya machos en diferentes edades

| Edad | n | Media (%) | Desviación estándar (±)(%) | Coeficiente variabilidad (%) | Máximo (%) | Mínimo (%) |
|------|---|-----------|----------------------------|------------------------------|------------|------------|
| DL   | 3 | 12,19 a   | 3,41                       | 27,96                        | 14,60      | 8,29       |
| 2D   | 3 | 10,28 a   | 5,80                       | 56,40                        | 16,68      | 5,36       |
| 4D   | 3 | 15,67 a   | 7,20                       | 45,96                        | 22,56      | 8,19       |
| BLL  | 7 | 13,78 a   | 8,44                       | 61,22                        | 26,19      | 3,74       |

Leyenda: DL=dientes de leche; 2D=dos dientes;4D= cuatro dientes; BLL= boca llena.  
Letras iguales no muestran diferencias significativas (P>0,05).

**Tabla 37.** Coeficiente de variación de fibra por mm<sup>2</sup> de alpacas Huacaya hembras en diferentes edades

| Edad | n  | Media (%) | Desviación estándar (±)(%) | Coeficiente variabilidad (%) | Máximo (%) | Mínimo (%) |
|------|----|-----------|----------------------------|------------------------------|------------|------------|
| DL   | 5  | 15,85 a   | 8,57                       | 54,04                        | 26,01      | 3,25       |
| 2D   | 4  | 11,46 a   | 8,65                       | 75,42                        | 31,97      | 11,46      |
| 4D   | 5  | 19,40 a   | <b>6,30</b>                | 32,45                        | 29,61      | 13,34      |
| BLL  | 10 | 15,19 a   | 6,14                       | 40,41                        | 29,27      | 7,95       |

DL=dientes de leche; 2D=dos dientes;4D= cuatro dientes; BLL= boca llena.  
Letras iguales no muestran diferencias significativas (P>0,05)

#### 4.2.6. Desviación estándar de poros

En la tabla 38, se muestra desviación estándar de poros en alpacas Huacaya machos y hembras según sexo. Estos resultados no muestran diferencias estadísticas (P>0,05) según sexo. Y no se reportaron trabajos sobre esta variable.

**Tabla 38.** Desviación estándar de poros por mm<sup>2</sup> de alpacas Huacaya machos y hembras según sexo

| Sexo    | n  | Media<br>(p/mm <sup>2</sup> ) | Desviación<br>estándar<br>(±)(p/mm <sup>2</sup> ) | Coefficiente<br>variabilidad<br>(%) | Máximo<br>(p/mm <sup>2</sup> ) | Mínimo<br>(p/mm <sup>2</sup> ) |
|---------|----|-------------------------------|---|-------------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| Machos  | 16 | 1,51 a                        | 0,80  | 52,79                               | 3,32                           | 0,63                           |
| Hembras | 24 | 1,57 a                        | 0,46  | 29,38                               | 2,71                           | 0,98                           |
| Total   | 40 | 1,55                          | 0,61  | 39,38                               | 3,32                           | 0,63                           |

Letras iguales no muestran diferencias significativas (P>0,05)

En la tabla 39, se muestra la desviación estándar de poros en alpacas Huacaya machos y hembras en las diferentes edades. Estos resultados no muestran diferencias estadísticas significativas (P>0,05) según edad. La similitud se debería a las condiciones medio ambientales y lugar de pastoreo. No se halló reportes sobre esta variable para su discusión. Ya que son los primeros trabajos que serán reportados.

**Tabla 39.** Desviación estándar de poros por mm<sup>2</sup> de alpacas Huacaya machos y hembras en diferentes edades.

| Edad  | n  | Media<br>(p/mm <sup>2</sup> ) | Desviación<br>estándar<br>(±)(p/mm <sup>2</sup> ) | Coefficiente<br>variabilidad<br>(%) | Máximo<br>(p/mm <sup>2</sup> ) | Mínimo<br>(p/mm <sup>2</sup> ) |
|-------|----|-------------------------------|---|-------------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| DL    | 8  | 2,04 a                        | 0,83  | 40,73                               | 3,32                           | 0,98                           |
| 2D    | 7  | 1,31 a                        | 0,55  | 42,08                               | 2,48                           | 0,80                           |
| 4D    | 8  | 1,52 a                        | 0,55  | 36,18                               | 2,58                           | 1,02                           |
| BLL   | 17 | 1,43 a                        | 0,45  | 31,11                               | 2,32                           | 0,63                           |
| Total | 40 | 1,55                          | 0,61  | 39,38                               | 3,32                           | 0,63                           |

Leyenda: DL=dientes de leche;2D=dos dientes;4D= cuatro dientes; BLL= boca llena.

Letras iguales no muestran diferencias significativas (P>0,05)

En la tabla 40 y 41, se muestra desviación estándar de poros en alpacas Huacaya machos y alpacas Huacaya hembras en las diferentes edades. Estos resultados no muestran diferencias estadísticas significativas (P>0,05) según edad. La similitud

se debería a las condiciones medio ambientales, selección y lugar de pastoreo. No hay trabajos de investigación realizados en estas características para su discusión.

**Tabla 40.** Desviación estándar de poros por mm<sup>2</sup> de alpacas machos en diferentes edades

| Edad | n | Media<br>(p/mm <sup>2</sup> ) | Desviación<br>estándar<br>(±)(p/mm <sup>2</sup> ) | Coefficiente<br>variabilidad<br>(%) | Máximo<br>(p/mm <sup>2</sup> ) | Mínimo<br>(p/mm <sup>2</sup> ) |
|------|---|-------------------------------|---|-------------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| DL   | 3 | 2,55 a                        | 0,96  | 37,80                               | 3,32                           | 1,47                           |
| 2D   | 3 | 1,42 a                        | 0,92  | 65,01                               | 2,48                           | 0,80                           |
| 4D   | 3 | 1,41 a                        | 0,55  | 39,15                               | 2,04                           | 1,02                           |
| BLL  | 7 | 1,15 a                        | 0,44  | 38,32                               | 1,85                           | 7,91                           |

Leyenda: DL=dientes de leche;2D=dos dientes;4D= cuatro dientes; BLL= boca llena.  
Letras iguales no muestran diferencias significativas (P>0,05)

**Tabla 41.** Desviación estándar de poros por mm<sup>2</sup> en alpacas hembras en diferentes edades

| Edad | n  | Media<br>(p/mm <sup>2</sup> ) | Desviación<br>estándar<br>(±)(p/mm <sup>2</sup> ) | Coefficiente<br>variabilidad<br>(%) | Máximo<br>(p/mm <sup>2</sup> ) | Mínimo<br>(p/mm <sup>2</sup> ) |
|------|----|-------------------------------|---|-------------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| DL   | 5  | 1,73 a                        | 0,65  | 37,8                                | 2,71                           | 0,98                           |
| 2D   | 4  | 1,22 a                        | 0,11  | 9,35                                | 1,36                           | 1,10                           |
| 4D   | 5  | 1,58 a                        | 0,60  | 37,95                               | 2,58                           | 1,10                           |
| BLL  | 10 | 1,63 a                        | 0,34  | 21,06                               | 2,32                           | 1,10                           |

Leyenda: DL=dientes de leche;2D=dos dientes;4D= cuatro dientes; BLL= boca llena.  
Letras iguales no muestran diferencias significativas (P>0,05)

#### 4.2.7. Coeficiente de variación de poros

En la tabla 42, se muestra coeficiente de variación de poros en alpacas Huacaya machos y hembras según sexo. Estos resultados muestran diferencias estadísticas (P<0,05) según sexo. Siendo las hembras con mayor coeficiente de variación respecto a los machos, se debería al efecto sexo, edad y no se halló trabajos sobre estos resultados para su discusión.

**Tabla 42.** Coeficiente de variación de poros por mm<sup>2</sup> de alpacas Huacaya según sexo

| <b>Sexo</b> | <b>n</b> | <b>Media (%)</b> | <b>Desviación estándar (±)(%)</b> | <b>Coeficiente de variabilidad (%)</b> | <b>Máximo (%)</b> | <b>Mínimo (%)</b> |
|-------------|----------|------------------|-----------------------------------|--|-------------------|-------------------|
| Machos      | 16       | 13,87 a          | 5,42                              | 39,06                                  | 24,40             | 6,90              |
| Hembras     | 24       | 17,27 b          | 5,62                              | 32,53                                  | 28,23             | 6,90              |
| Total       | 40       | 15,91            | 5,72                              | 35,97                                  | 28,23             | 6,90              |

Letras diferentes muestran diferencias significativas (P<0,05)

En la tabla 43, se muestra coeficiente de variación de poros en alpacas Huacaya machos y hembras en las diferentes edades dientes de leche, dos dientes, cuatro dientes, boca llena. Estos resultados no muestran diferencias estadísticas significativas (P>0,05) entre edades. Lo que quiere decir que los resultados encontrados son bastantes semejantes, se debería a que los animales de la Raya son parecidos debido a la selección que se maneja. Y no se encontraron trabajos sobre esta variable.

**Tabla 43.** Coeficiente de variación de poros por mm<sup>2</sup> de alpacas Huacaya machos y hembras en diferentes edades

| <b>Edad</b> | <b>n</b> | <b>Media (%)</b> | <b>Desviación estándar (±)(%)</b> | <b>Coeficiente de variabilidad (%)</b> | <b>Máximo (%)</b> | <b>Mínimo (%)</b> |
|-------------|----------|------------------|-----------------------------------|--|-------------------|-------------------|
| DL          | 8        | 15.51 a          | 5.79                              | 37.36                                  | 24.22             | 6.90              |
| 2D          | 7        | 11.79 a          | 1.39                              | 11.81                                  | 19.39             | 6.90              |
| 4D          | 8        | 15.53 a          | 4.29                              | 27.62                                  | 22.60             | 10.85             |
| BLL         | 17       | 18.12 a          | 5.90                              | 32.55                                  | 28.23             | 9.13              |

Leyenda: DL=dientes de leche;2D = dos dientes;4D = cuatro dientes; BLL = boca llena.  
Letras iguales no muestran diferencias significativas (P>0,05)

En la tabla 44, se muestra coeficiente de variación de poros en alpacas Huacaya machos en las diferentes edades dientes de leche, dos dientes, cuatro dientes, boca llena. Estos resultados no muestran diferencias estadísticas significativas

( $P>0,05$ ) entre edades. La similitud se debería a las mismas condiciones ambientales y lugar de pastoreo. No se realizó trabajos de investigación sobre esta variable por esta razón no se discutió.

**Tabla 44.** Coeficiente de variación de poros por  $\text{mm}^2$  de alpacas Huacaya machos en diferentes edades

| Edad | n | Media (%) | Desviación estándar ( $\pm$ )(%) | Coeficiente de variabilidad (%) | Máximo (%) | Mínimo (%) |
|------|---|-----------|----------------------------------|---------------------------------|------------|------------|
| DL   | 3 | 16,06 a   | 6,00                             | 37,36                           | 22,32      | 10,35      |
| 2D   | 3 | 11,68 a   | 6,74                             | 57,74                           | 19,39      | 6,90       |
| 4D   | 3 | 14,70 a   | 4,74                             | 32,26                           | 20,00      | 10,85      |
| BLL  | 7 | 13,51 a   | 5,78                             | 42,77                           | 24,40      | 7,91       |

Leyenda: DL=dientes de leche;2D=dos dientes;4D= cuatro dientes; BLL= boca llena.  
Letras iguales no muestran diferencias significativas ( $P>0,05$ )

En la tabla 45, se muestra coeficiente de variación de poros en alpacas Huacaya hembras en las diferentes edades dientes de leche, dos dientes, cuatro dientes, boca llena. Estos resultados muestran diferencias estadísticas significativas ( $P<0,05$ ) entre edades. Los animales de 2D tiene menor coeficiente de variación con respecto a los de DL,4D y BLL, probablemente se debería a la edad, efecto animal y no se encontraron trabajos para su respectiva discusión.

**Tabla 45.** Coeficiente de variación de poros por  $\text{mm}^2$  de alpacas Huacaya hembras en diferentes edades

| Edad | N  | Media (%) | Desviación estándar ( $\pm$ )(%) | Coeficiente de variabilidad (%) | Máximo (%) | Mínimo (%) |
|------|----|-----------|----------------------------------|---------------------------------|------------|------------|
| DL   | 5  | 15,18 b   | 6,36                             | 41,86                           | 24,22      | 6,90       |
| 2D   | 4  | 11,88 a   | 1,50                             | 12,67                           | 14,05      | 10,80      |
| 4D   | 5  | 16,04 b   | 4,49                             | 27,99                           | 22,6       | 12,17      |
| BLL  | 10 | 21,08 b   | 4,54                             | 21,55                           | 28,23      | 13,69      |

Leyenda: DL=dientes de leche;2D=dos dientes;4D= cuatro dientes; BLL= boca llena.  
Letras iguales no muestran diferencias significativas( $P<0,05$ )

### 4.3. Relación del índice folicular y ratio (pelos por poro) en alpaca Huacaya.

#### 4.3.1. Relación del índice folicular(S/P) y ratio (pelos por poro)

En la tabla 46, se muestra la relación de índice folicular (S/P) y ratio (pelos por poro) según sexo. Observando que no existe correlación entre estas variables de índice folicular respecto al ratio pelos por poro en los animales machos. Por lo contrario, en hembras si existe correlación positiva baja del índice folicular respecto al ratio pelos por poro entre las variables en estudio.

Tabla 46. Relación de índice folicular (S/P) y ratio (fibras por poro) según sexo.

| Sexo    | n  | r      | Sig.   |
|---------|----|--------|--------|
| Machos  | 16 | 0,0035 | 0,9898 |
| Hembras | 19 | 0,3199 | 0,1819 |

En la tabla 47, se muestra una correlación positiva baja de 0,1273 y con una significancia de 0,4661. Indica que no hay una correlación fuerte de índice folicular (S/P) ratio (pelos por poro).

**Tabla 47.** Relación de índice folicular (S/P) y ratio (fibras por poro) en alpacas de la raza Huacaya.

| Variables                  |                | N  | r      | sig.   |
|----------------------------|----------------|----|--------|--------|
| Índice/Folicular.<br>(S/P) | Ratio<br>(F/P) | 35 | 0,1273 | 0,4661 |

## CAPITULO V

### CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIONES

#### CONCLUSIONES

1. Para el índice folicular no se encontró diferencias estadísticas significativas ( $P>0,05$ ), mientras que para el área del folículo primario y secundario se encontraron diferencias estadísticas significativas ( $P<0,05$ ) según edad. En la determinación del índice folicular y área del folículo secundario se encontró diferencias estadísticas significativas ( $P<0,05$ ), a diferencia del área del folículo primario no se encontró diferencias estadísticas significativas ( $P>0,05$ ) según sexo.
2. Para la densidad de fibra pilosa, densidad de poros y ratio se encontraron diferencias estadísticas significativas ( $P<0,05$ ), para desviación estándar de fibra, coeficiente de variación de fibra, desviación estándar de poros y coeficiente de variación de poros no se encontró diferencias estadísticas significativas ( $P>0,05$ ) según edad. Para la densidad de fibra pilosa, ratio, desviación estándar de fibra, coeficiente de variación de fibra y desviación estándar de poros no se encontró diferencias estadísticas significativas ( $P>0,05$ ), para densidad de poros y coeficiente de variación de poros se encontraron diferencias estadísticas significativas ( $P<0,05$ ) según sexo.
3. En cuanto a la relación del índice folicular (S/P) respecto al ratio (fibras por poro) en alpacas machos no existe correlación ( $R=0.0035$ ) con una significancia de 0.9898. En alpacas hembras existe correlación positiva baja ( $R=0.3199$ ), no significativa ( $P>0.05$ ). Para la correlación del total de muestras existe una correlación positiva baja de ( $R=0.1273$ ) y no significativa ( $P>0.05$ )

## RECOMENDACIONES

1. Realizar un trabajo de investigación analizando índice folicular, densidad de fibra comparando animales de la raza Huacaya y raza suri de color blanco con mayor número de animales.
2. En este trabajo se encontró que a mayor edad disminuye la densidad de fibra pilosa, para confirmar estos resultados recomiendo realizar trabajos con mayor número de alpacas según sexo y edad.
3. Se recomienda realizar más trabajos de investigación con correlaciones entre las siguientes variables área de folículo primario, área de folículo secundario, densidad de fibra, densidad de poros, ratio (relación de fibras por poro), las cuales servirán como base para iniciar programas de mejoramiento genético en cuanto a la calidad y cantidad de fibra pilosa en alpacas Huacaya de color blanco.

## BIBLIOGRAFÍA

- Alzola, R. (2002).** Guía de estudio: Sistema tegumentario. Curso de histología, embriología y teratología. p 3-12. UNCPBA. Facultad de Ciencias Veterinarias. Argentina.
- Antonini M, M Gonzales, & Valvonesi A. (2004).** Relación entre la edad y el desarrollo folicular de la piel postnatal en tres tipos de camélidos domésticos de América del Sur. *Ciencia de la Producción Ganadera*; 90: 241 - 246.
- Arana L. (1972).** Distribucion de la densidad folicular en la piel de alpaca y su relacion con el diamtro de la fibra. Tesis de Ing. Zoot. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima 37 pp.
- Araoz Mamani, R. (2019).** Relacion entre densidad folicular, diametro de fibra, longitud de mecha y peso de vellon en alpacas de primera y segunda esquila, en el modulo de reproductores Coarita- Paratia. *Tesis. Puno- Peru.*
- Atlee, A. B., Stannard, A. A., Fowler, E., Willemse, T., & Thierry, O. (1997).** The histology of normal llama skin *Veterinary Dermatology* 8: 165-176.
- Badajoz E. (2007).** Determinacion de finura de fibra de alpaca asociado a la relacion foliculo secundario/foliculo primario (S/P) entre la razas suri y huacaya. Tesis MV. Facultad de medicina Veterinaria. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima 66 pp.
- Badajoz, E., Sandoval, N., García, & W Pezo. (2009).** 'Descripción histológica del complejo folicular piloso en crías de alpacas', *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 20(2): 154-164.
- Banks, W. (1998).** Histología veterinaria aplicada. 2da ed., p 427-436. Editorial El Manual Moderno. Mexico.
- Bell DS, Spencer DA, & Hardy JA. (1936).** The influence of various factors upon the growth and quality of fine wool as obtained from Merino sheep', Ohio Agricultural 407 Experiment Station, Bulletin 571.
- Bertipaglia, S., Silva, R., & Maia, A. (2005).** Fertility and hair coat characteristics of holstein cows in tropical environment, *Animal Reproduction*, 2(3): 187-194.

- Bosman V. (1934).** 'The determination of fleece density in the Merino sheep', Journal of Veterinary Science and Animal Industry, 3(1): 217-221.
- Burns, RH, & Miller WC. (1931).** 'Sampling instruments to determine fleece density in sheep', Journal Textile Institute, 12: 547-564.
- Bustinza V. (2001).** La alpaca: Conocimiento del gran potencial andino. Libro N°1, IIPC, UNA - Puno – Perú.
- Calle, R. (1982).** Producción y mejoramiento de la alpaca Pág. 201 – 224. Lima, Perú.
- Carpio, M. (1991).** Aspectos de la fibra de camelidos andinos: Alpaca by C. Novoa y A.Flores. prog. punto de apoyo a la invest. colab. en Rumiantes menores- Univ. California Davis- INIA. Peru.
- Carter HB, & Clarke WH. (1957).** The hair follicle group and skin follicle population of Australian Merino Sheep. *Austr J Agric Res* 8 (1), pag. 91-108.
- Carter, H. (1942).** 'Density and some related characters of the fleece in the Australian Merino', Journal of the Council for Scientific and Industrial Research, 5 (3):217-226.
- Cervantes, I., Goyache, F., Perez-Cabal, Nieto, M., Salgado, C., & Burgos, A. (2010).** Genetic parameters and relationships between fibre and type traits in two breed of Peruvian alpacas. *Small Rumin. Res.*, 88:6-11.
- Chambilla, V. (1983).** Estructura histologica de la piel de llama (Lama glama). Tesis de Medico Veterinario. Puno: Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Univ. Nacional del Altiplano. 45 p.
- Chamut, S., Cancino, A., & 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.
- Cordova Zamora, M. (2003).** *Estadística descriptiva e inferencial*. Quinta edición.
- Cormack, D. (1988).** Histología de Ham. Harla. Mexico DF. P. 257-280.
- De los Rios, E. (21 de 12-19 de 2006).** *Produccion Textil de fibras de Camelidos Sudamericanos en el area alto - Andina de Bolivia, Ecuador y Peru*. Obtenido

de Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (UNIDO): [https://www.unido.org/file-storage/download/?file\\_id=58563](https://www.unido.org/file-storage/download/?file_id=58563).

**Dellman, H., & Brown, E. (1980).** *Histología veterinaria. 2da. ed. España, Acribia. 529 p.*

**Escobar, M., & Esteban, L. (2009).** Relación entre el índice folicular y diámetro de fibra en alpacas Huacaya color blanco en el centro de investigación de Camelidos sudamericanos - Lachocc de la Universidad Nacional de Huancavelica. . *Tesis de grado de la Escuela Académico Profesional de Zootecnia de la Universidad Nacional de Huancavelica.*

**FAO. (2008).** Situación actual de los camelidos sudamericanos en Bolivia.

**Flores, R., Gutiérrez, W., Horna, R., & Urbano, G. (2004).** En el manual de crianza de alpacas. Pág. 24 – 25.

**Fowler, M. (1989).** *Medicine and surgery of South American Camelids: llama, alpaca, vicuña, guanaco. 1ra Ed., p.176-179. Ames: Iowa State University Press.*

**Franco, F., & San Martín, F. (2007).** Efecto del nivel alimenticio sobre el rendimiento y calidad de fibra en alpacas. Sistema de revisiones en Investigación Veterinaria en UMMSM.

**Gaitán Dañobitia, M. R. (1967).** Estudio preliminar de los folículos pilosos en alpacas Huacaya. Tesis, I. Z., UNA La Molina. Lima Perú.

**Galbraith, H. (2010).** Fundamental hair follicle biology and fine fibre production in animals. *Animal*; 4:9, 1490-1509.

**Gamarra Palomino, Y. (2008).** Comparación de desarrollo de los folículos pilosos e indicadores productivos en crías de alpacas Huacaya alimentadas en el último tercio de gestación con pasturas asociadas Rye grass – Trebol y pastos naturales. *UNSSAC, Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela Profesional de zootecnia. Cusco- Peru.*

**Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2003).** *Metodología de la Investigación*. Tercera edición, México Editorial Mc Graw- Hill.

Holt. (2007). *Fiber testing for Alpaca breeders.*

- INEI. (2012).** Resultados definitivos IV CENSO AGROPECUARIO. pag 24.
- Leeson, T., Leeson, C., & Paparo, A. (1990).** Texto atlas de histologia. 1 ed. Mexico: Editorial Interamericana Mc Graw - Hill. 741 p.
- Madsen, M. P. (1941).** 'Comparison of two methods of determining wool density', Utah Agricultural Experiment Station, Bulletin Paper 257, [http://digitalcommons.usu.edu/uaes\\_bulletins/257](http://digitalcommons.usu.edu/uaes_bulletins/257).
- Maia, A., Silva, R., & Bertipaglia, E. (2003).** Haircoat traits in holstein cows in tropical environments: a genetic and adaptative study, *Revista Brasileira de Zootecnia*, 32(4): 843-853.
- Matthews, D. (1951).** 'An Evaluation of wool density sampling procedures when using the wira fleece caliper', Thesis of Master of Science, Utah State Agricultural College.
- Minola, & Goyenechea. (1975).** Praderas y lanares, Producción de alto nivel. Ed, Hemisferio Sur, Montevideo, Uruguay.
- Molina, G. T. (2016).** Spatial structure of skin follicles in sure and huacaya. *Small rumioanamt reserarch* 140, pag 22- 26.
- 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. Pacamarca experience. *Anim. Genet. Resour. Informat.*, 45: 37-43.
- Nagorcka, B., Dollin, A., Hollis, & Beaton, A. (1995).** 'A technique to quantify and characterize the density of fibres and follicles in the skin of sheep', *Australian Journal of Agricultural Research*, 46: 1525-34.
- Novoa. (1987).** *Improvement of andean camelids. En; J Hodges, ed. Animal genetic resources. strategies for improved use and conservation, FAO, animal prod. and Health paper N° 66. Rome (Italy).*
- Paucar Sulca , Y., & Sedano de la Cruz, E. (2014).** Correlacion entre indice folicular, peso de vellon y diametro de fibra en alpacas de raza huacaya color blanco. *Facultad de Ciencias de Ingenieria, Escuela academico Profesional de Zootecnia. Tesis. Huancavelica- Peru.*

- Quispe Peña, & Quispe Bonilla, M. (2019).** Metodo o invasivo para determinar densidad y haces de fibras en piel de animales vivos. *Arch.Zoot. vol. 68, num 261 pag. 77.*
- Quispe, E. Q. (2018).** Procedimiento y equipo para determinar densidad y haces de fibras en piel de animales vivos. *Arch. Zootecnia (en impresion).*
- Ramos, V., Olivera Marocho, L., & Mamani Cato, R. (2018).** Parametros foliculares de tres regiones corporales y su relacion con características de la fibra de alpacas (*Vicugna pacos*).
- Rogers, G. (2006).** Biología of the wool follicle: an Escursion into a unique tissue interaction system waiting to be re- discovered. *Experimental dermatology*, 15: 931-949.
- Ruiz de Castilla Marin, M. (2006).** Domesticacion y persistencia de los Camelidos en los Andes de Cusco. *Ediciones INC- Cusco,Peru.*, p. 26.
- Russel, A., & Redden, H. (1997).** The effect of Nutrition on fibre growth in the alpaca anim. *Sci.*
- Scobie, D., & Young, S. (2000).** 'The relationship between wool follicle density and fibre diameter is curvilinear', *Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production*, 6: 162-165.
- Slobodan, M., & Sneza, J. (1998).** Control of hair growth. *DERmatology Online Journal*. 4(1):1- 15.
- Stenn, K. S., & Paus, R. (2001).** Controls of hair follicle cycling. *Physiol Rev*.81(1):449-494.
- Sumar, J. (1998).** La alpaca peruana de la raza suri. *Rev. Inv. Pe. Ivita Peru* 10(1).
- Tapia, I. M. (1977).** Determinacion de la estructura folicular en la piel de alpaca. *Tesis de medico veterinario. FMVZ. Univ. Nacional del Altiplano. Puno. 66 p.*
- Tapia, M. (1969).** Estudio preliminar de la densidad y relacion folicular de la piel de alpacas de la variedad Suri. Tesis de Ingeniero Zootecnista. Lima: Univ. Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú. 31p.
- Torres de Jasauí, Vélez, Zegarra, & Díaz. (2007).** Caracterización de la histología de la piel de alpaca, APPA-ALPA, Cuzco, pp 1-8.

**Victor, R. d., Luis, O. M., & Ruben., M. C. (2018).** Parametros foliculares de tres regiones corporales y su relacion con características de la Fibra de alpaca (vicugna pacos).

**Wang X, W. L. (2003).** 'The Quality and Processing Performance of Alpaca Fibres', Rural Industries Research Development Corporation, Publication N° 03/128. Australia, pp 132.

**Watts J. (2011).** A new way of breeding Alpacas. SRSR. Alpacas international, email: srs@hinet.net.au,web: www.sralpacas.com.

**Yi P. (1995).** The prenatal development of the fibre follicle in alpaca (Lama pacos) Fine Fibre News 5: 27-32.

# ANEXOS

**ANEXO DE TABLAS.**

**ANEXO 1.** ANVA para índice folicular (S/P) en alpacas Huacaya según sexo.

| <b>Puntuaciones de Wilcoxon (Sumas de rango) para la variable a clasificado por la variable sexo</b> |          |                             |                              |                             |                         |
|--|----------|-----------------------------|------------------------------|-----------------------------|-------------------------|
| <b>Sexo</b>  | <b>N</b> | <b>Suma de puntuaciones</b> | <b>Esperado debajo de H0</b> | <b>Std Dev debajo de H0</b> | <b>Puntuación media</b> |
| <b>DL</b>  | 367      | 190 256,50                  | 18 0197,0                    | 4 270,43                    | 518,41                  |
| <b>2D</b>  | 614      | 291 414,50                  | 301 474,0                    | 4 270,43                    | 474,61                  |
| <b>Se utilizaron las puntuaciones de la media para igualdad de rango.</b>                            |          |                             |                              |                             |                         |
| <b>Test de Kruskal-Wallis</b>  |          |                             |                              |                             |                         |
| Chi-cuadrado   |          |                             |                              | 5,5489                      |                         |
| DF   |          |                             |                              | 1                           |                         |
| Pr > Chi-cuadrado  |          |                             |                              | 0,0185                      |                         |

**ANEXO 2.** ANVA para índice folicular (S/P) en alpacas machos y hembras en diferentes edades.

| <b>Puntuaciones de Wilcoxon (Sumas de rango) para la variable a clasificado por la variable edad</b> |          |                             |                              |                             |                         |
|--|----------|-----------------------------|------------------------------|-----------------------------|-------------------------|
| <b>Edad</b>  | <b>n</b> | <b>Suma de puntuaciones</b> | <b>Esperado debajo de H0</b> | <b>Std Dev debajo de H0</b> | <b>Puntuación media</b> |
| <b>BLL</b>   | 419      | 204 582,00                  | 205 729,0                    | 4 365,45                    | 488,26                  |
| <b>4D</b>  | 166      | 85 730,00                   | 81 506,0                     | 3 308,92                    | 516,44                  |
| <b>2D</b>  | 206      | 102 413,50                  | 101 146,0                    | 3 594,50                    | 497,15                  |
| <b>DL</b>  | 190      | 88 945,50                   | 93 290,0                     | 3 487,54                    | 468,13                  |
| <b>Se utilizaron las puntuaciones de la media para igualdad de rango.</b>                            |          |                             |                              |                             |                         |
| <b>Test de Kruskal-Wallis</b>  |          |                             |                              |                             |                         |
| Chi-cuadrado   |          |                             |                              | 2,742                       |                         |
| DF   |          |                             |                              | 3                           |                         |
| Pr > Chi-cuadrado  |          |                             |                              | 0,433                       |                         |

**ANEXO 3.** ANVA para índice (S/P) en alpacas Huacaya machos en diferentes edades.

| <b>Puntuaciones de Wilcoxon (Sumas de rango) para la variable a clasificado por la variable edad</b> |          |                             |                              |                             |                         |
|--|----------|-----------------------------|------------------------------|-----------------------------|-------------------------|
| <b>Edad</b>  | <b>n</b> | <b>Suma de puntuaciones</b> | <b>Esperado debajo de H0</b> | <b>Std Dev debajo de H0</b> | <b>Puntuación media</b> |
| <b>DL</b>  | 79       | 15 307,00                   | 14 536,0                     | 830,85                      | 193,75                  |
| <b>2D</b>  | 64       | 9 339,50                    | 11 776,0                     | 767,05                      | 145,92                  |
| <b>4D</b>  | 41       | 9 018,00                    | 7 544,0                      | 636,82                      | 219,95                  |
| <b>BLL</b>   | 183      | 33 863,50                   | 33 672,0                     | 1010,76                     | 185,04                  |
| <b>Se utilizaron las puntuaciones de la media para igualdad de rango.</b>                            |          |                             |                              |                             |                         |
| <b>Tes – de Kruskal – wallis.</b>  |          |                             |                              |                             |                         |
| Chi – cuadrado   |          |                             |                              | 13,78                       |                         |
| DF   |          |                             |                              | 3                           |                         |
| Pr > Chi-cuadrado  |          |                             |                              | 0,0032                      |                         |

**ANEXO 4.** ANVA para índice folicular (S/P) en alpacas Huacaya hembras en diferentes edades.

| <b>Puntuaciones de Wilcoxon (Sumas de rango) para la variable a clasificado por la variable edad</b> |          |                             |                              |                             |                         |
|--|----------|-----------------------------|------------------------------|-----------------------------|-------------------------|
| <b>Edad</b>  | <b>n</b> | <b>Suma de puntuaciones</b> | <b>Esperado debajo de H0</b> | <b>Std Dev debajo de H0</b> | <b>Puntuación media</b> |
| <b>DL</b>  | 111      | 29 884,50                   | 34 132,50                    | 1 681,69                    | 269,22                  |
| <b>2D</b>  | 142      | 49 000,50                   | 43 665,00                    | 1 842,54                    | 345,07                  |
| <b>4D</b>  | 125      | 39 033,50                   | 38 437,50                    | 1 759,59                    | 312,26                  |
| <b>BLL</b>   | 236      | 70 886,50                   | 72 570,00                    | 2 125,71                    | 300,36                  |
| <b>Se utilizaron las puntuaciones de la media para igualdad de rango.</b>                            |          |                             |                              |                             |                         |
| <b>Test de Kruskal-Wallis</b>  |          |                             |                              |                             |                         |
| Chi – cuadrado.  |          |                             |                              | 12,1507                     |                         |
| DF   |          |                             |                              | 3                           |                         |
| Pr > Chi-cuadrado  |          |                             |                              | 0,0069                      |                         |

**ANEXO 5.** Área de folículo primario en alpacas Huacaya según sexo.

| <b>Puntuaciones de Wilcoxon (Sumas de rango) para la variable a clasificado por la variable sexo</b> |          |                             |                              |                             |                         |
|--|----------|-----------------------------|------------------------------|-----------------------------|-------------------------|
| <b>Sexo</b>  | <b>n</b> | <b>Suma de puntuaciones</b> | <b>Esperado debajo de H0</b> | <b>Std Dev debajo de H0</b> | <b>Puntuación media</b> |
| <b>Machos</b>  | 36       | 2 613,0                     | 2 394,0                      | 195,0                       | 72,58                   |
| <b>Hembras</b>   | 96       | 6 165,0                     | 6 384,0                      | 195,70                      | 64,21                   |
| <b>Se utilizaron las puntuaciones de la media para igualdad de rango.</b>                            |          |                             |                              |                             |                         |
| <b>Tes- de Kruskal- Wallis.</b>  |          |                             |                              |                             |                         |
| Chi-cuadrado   |          |                             |                              | 1,2522                      |                         |
| DF   |          |                             |                              | 1                           |                         |
| Pr > Chi-cuadrado  |          |                             |                              | 0,2631                      |                         |

**ANEXO 6.** Área de folículo primario en alpacas Huacaya machos y hembras en diferentes edades.

| <b>Puntuaciones de Wilcoxon (Sumas de rango) para la variable a clasificado por la variable edad</b> |          |                             |                              |                             |                         |
|--|----------|-----------------------------|------------------------------|-----------------------------|-------------------------|
| <b>Edad</b>  | <b>n</b> | <b>Suma de puntuaciones</b> | <b>Esperado debajo de H0</b> | <b>Std Dev debajo de H0</b> | <b>Puntuación media</b> |
| <b>DL</b>  | 13       | 617,00                      | 864,50                       | 130,93                      | 47,46                   |
| <b>2D</b>  | 24       | 1 738,50                    | 1 596,00                     | 169,48                      | 72,43                   |
| <b>4D</b>  | 37       | 2 024,00                    | 2 460,50                     | 197,37                      | 54,70                   |
| <b>BLL</b>   | 58       | 4 398,50                    | 3 857,00                     | 218,09                      | 75,83                   |
| <b>Se utilizaron las puntuaciones de la media para igualdad de rango.</b>                            |          |                             |                              |                             |                         |
| <b>Tes- de Kruskal – wallis.</b>   |          |                             |                              |                             |                         |
| Chi-cuadrado   |          |                             |                              | 10,7751                     |                         |
| DF   |          |                             |                              | 3                           |                         |
| Pr > Chi-cuadrado  |          |                             |                              | 0,0130                      |                         |

**ANEXO 7.** Área de folículo primario en alpacas Huacaya machos en las diferentes edades.

| <b>Puntuaciones de Wilcoxon (Sumas de rango) para la variable a clasificado por la variable edad</b> |          |                             |                              |                             |                         |
|--|----------|-----------------------------|------------------------------|-----------------------------|-------------------------|
| <b>Edad</b>  | <b>N</b> | <b>Suma de puntuaciones</b> | <b>Esperado debajo de H0</b> | <b>Std Dev debajo de H0</b> | <b>Puntuación media</b> |
| <b>DL</b>  | 5        | 37,50                       | 92,50                        | 21,85                       | 7,50                    |
| <b>2D</b>  | 7        | 110,00                      | 129,50                       | 25,00                       | 15,71                   |
| <b>4D</b>  | 11       | 280,50                      | 203,50                       | 29,10                       | 25,50                   |
| <b>BLL</b>   | 13       | 238,00                      | 240,50                       | 30,34                       | 18,30                   |
| <b>Se utilizaron las puntuaciones de la media para igualdad de rango.</b>                            |          |                             |                              |                             |                         |
| <b>Test de Kruskal-Wallis</b>  |          |                             |                              |                             |                         |
| <b>Chi-cuadrado</b>  |          |                             |                              | 10,8098                     |                         |
| <b>DF</b>  |          |                             |                              | 3                           |                         |
| <b>Pr &gt; Chi-cuadrado</b>  |          |                             |                              | 0,0128                      |                         |

**ANEXO 8.** Área de folículo primario en alpacas Huacaya hembras en las diferentes edades.

| <b>Puntuaciones de Wilcoxon (Sumas de rango) para la variable a clasificado por la variable edad</b> |          |                             |                              |                             |                         |
|--|----------|-----------------------------|------------------------------|-----------------------------|-------------------------|
| <b>Edad</b>  | <b>n</b> | <b>Suma de puntuaciones</b> | <b>Esperado debajo de H0</b> | <b>Std Dev debajo de H0</b> | <b>Puntuación media</b> |
| <b>DL</b>  | 8        | 311,50                      | 388,00                       | 75,43                       | 38,93                   |
| <b>2D</b>  | 17       | 948,50                      | 824,50                       | 104,18                      | 55,79                   |
| <b>4D</b>  | 26       | 881,50                      | 1261,00                      | 121,28                      | 33,90                   |
| <b>BLL</b>   | 45       | 2514,50                     | 2182,50                      | 136,19                      | 55,87                   |
| <b>Se utilizaron las puntuaciones de la media para igualdad de rango.</b>                            |          |                             |                              |                             |                         |
| <b>Test de Kruskal-Wallis</b>  |          |                             |                              |                             |                         |
| <b>Chi-cuadrado</b>  |          |                             |                              | 12,4035                     |                         |
| <b>DF</b>  |          |                             |                              | 3                           |                         |
| <b>Pr &gt; Chi-cuadrado</b>  |          |                             |                              | 0,0061                      |                         |

**ANEXO 9.** Área de folículos secundarios en alpacas Huacaya según sexo.

| <b>Puntuaciones de Wilcoxon (Sumas de rango) para la variable a clasificado por la variable sexo</b> |          |                             |                              |                             |                         |
|--|----------|-----------------------------|------------------------------|-----------------------------|-------------------------|
| <b>Sexo</b>  | <b>n</b> | <b>Suma de puntuaciones</b> | <b>Esperado debajo de H0</b> | <b>Std Dev debajo de H0</b> | <b>Puntuación media</b> |
| <b>Machos</b>  | 413      | 186 244,0                   | 178 622,50                   | 3 664,11                    | 450,95                  |
| <b>Hembras</b>   | 451      | 187 436,0                   | 195 057,50                   | 3 664,12                    | 415,60                  |
| <b>Se utilizaron las puntuaciones de la media para igualdad de rango.</b>                            |          |                             |                              |                             |                         |
| <b>Test de Kruskal-Wallis</b>  |          |                             |                              |                             |                         |
| Chi-cuadrado   |          |                             |                              | 4,3266                      |                         |
| DF   |          |                             |                              | 1                           |                         |
| Pr > Chi-cuadrado  |          |                             |                              | 0,0375                      |                         |

**ANEXO 10.** Área de folículos secundarios en alpacas Huacaya machos y hembras en las diferentes edades.

| <b>Puntuaciones de Wilcoxon (Sumas de rango) para la variable a clasificado por la variable edad</b> |          |                             |                              |                             |                         |
|--|----------|-----------------------------|------------------------------|-----------------------------|-------------------------|
| <b>Edad</b>  | <b>n</b> | <b>Suma de puntuaciones</b> | <b>Esperado debajo de H0</b> | <b>Std Dev debajo de H0</b> | <b>Puntuación media</b> |
| <b>DL</b>  | 189      | 64 390,50                   | 81 742,50                    | 3 032,41                    | 340,69                  |
| <b>2D</b>  | 183      | 91 788,00                   | 79 147,50                    | 2 997,12                    | 501,57                  |
| <b>4D</b>  | 152      | 62 094,00                   | 65 740,00                    | 2 792,98                    | 408,51                  |
| <b>BLL</b>   | 340      | 15 5407,50                  | 14 7050,00                   | 3 583,53                    | 457,08                  |
| <b>Se utilizaron las puntuaciones de la media para igualdad de rango.</b>                            |          |                             |                              |                             |                         |
| <b>Test de Kruskal-Wallis</b>  |          |                             |                              |                             |                         |
| Chi-cuadrado   |          |                             |                              | 44,3038                     |                         |
| DF   |          |                             |                              | 3                           |                         |
| Pr > Chi-cuadrado  |          |                             |                              | <.0001                      |                         |

**ANEXO 11.** Área de folículos secundarios en alpacas Huacaya machos en las diferentes edades.

| <b>Puntuaciones de Wilcoxon (Sumas de rango) para la variable a clasificado por la variable edad</b> |          |                             |                              |                             |                         |
|--|----------|-----------------------------|------------------------------|-----------------------------|-------------------------|
| <b>+Edad</b>   | <b>n</b> | <b>Suma de puntuaciones</b> | <b>Esperado debajo de H0</b> | <b>Std Dev debajo de H0</b> | <b>Puntuación media</b> |
| <b>DL</b>  | 80       | 15 520,50                   | 16 560,0                     | 958,63                      | 194,00                  |
| <b>2D</b>  | 80       | 20 676,50                   | 16 560,0                     | 958,63                      | 258,45                  |
| <b>4D</b>  | 65       | 15 101,50                   | 13 455,0                     | 883,34                      | 232,33                  |
| <b>BLL</b>   | 188      | 34 192,50                   | 38 916,0                     | 1207,96                     | 181,87                  |
| <b>Se utilizaron las puntuaciones de la media para igualdad de rango.</b>                            |          |                             |                              |                             |                         |
| <b>Tes- de Kruskal Wallis.</b>   |          |                             |                              |                             |                         |
| <b>Chi-cuadrado</b>  |          |                             |                              | 27.0734                     |                         |
| <b>DF</b>  |          |                             |                              | 3                           |                         |
| <b>Pr &gt; Chi-cuadrado</b>  |          |                             |                              | <.0001                      |                         |

**ANEXO 12.** Área de folículos secundarios en alpacas Huacaya hembras en las diferentes edades.

| <b>Puntuaciones de Wilcoxon (Sumas de rango) para la variable a clasificado por la variable edad</b> |          |                             |                              |                             |                         |
|--|----------|-----------------------------|------------------------------|-----------------------------|-------------------------|
| <b>Edad</b>  | <b>n</b> | <b>Suma de puntuaciones</b> | <b>Esperado debajo de H0</b> | <b>Std Dev debajo de H0</b> | <b>Puntuación media</b> |
| <b>DL</b>  | 109      | 17 299,50                   | 24 634,0                     | 1 184,91                    | 158,71                  |
| <b>2D</b>  | 103      | 25 485,00                   | 23 278,0                     | 1 161,90                    | 247,42                  |
| <b>4D</b>  | 87       | 16 658,00                   | 19 662,0                     | 1 092,12                    | 191,47                  |
| <b>BLL</b>   | 152      | 42 483,50                   | 34 352,0                     | 1 308,33                    | 279,49                  |
| <b>Se utilizaron las puntuaciones de la media para igualdad de rango.</b>                            |          |                             |                              |                             |                         |
| <b>Tes- de Kruskal Wallis.</b>   |          |                             |                              |                             |                         |
| <b>Chi-cuadrado</b>  |          |                             |                              | 63,5539                     |                         |
| <b>DF.</b>   |          |                             |                              | 3                           |                         |
| <b>Pr &gt; Chi-cuadrado</b>  |          |                             |                              | <.0001                      |                         |

**ANEXO 13.** ANVA para densidad de fibra por mm<sup>2</sup> de alpacas Huacaya según sexo y densidad de fibra por mm<sup>2</sup> de alpacas Huacaya machos y hembras en diferentes edades.

| Fuente                 | DF | Suma de cuadrados | Cuadrado de la media | F-Valor | Pr > F |
|------------------------|----|-------------------|----------------------|---------|--------|
| <b>Edad</b>            | 3  | 426,56            | 142,18               | 6,44    | 0,0015 |
| <b>Sexo</b>            | 1  | 61,07             | 61,07                | 2,77    | 0,1061 |
| <b>edad*sexo</b>       | 3  | 117,98            | 39,32                | 1,78    | 0,1706 |
| <b>Error</b>           | 32 | 706,61            | 22,08                |         |        |
| <b>Total corregido</b> | 39 | 1 312,23          |                      |         |        |

**R- cuadrado = 0,461521 CV = 15,93458**

**ANEXO 14.** ANVA para densidad de fibra por mm<sup>2</sup> de alpacas Huacaya machos en diferentes edades.

| Fuente                 | DF | Suma de cuadrados | Cuadrado de la media | F-Valor | Pr > F |
|------------------------|----|-------------------|----------------------|---------|--------|
| <b>Edad</b>            | 3  | 359,50            | 119,83               | 5,50    | 0,0131 |
| <b>Error</b>           | 12 | 261,60            | 21,80                |         |        |
| <b>Total corregido</b> | 15 | 621,11            |                      |         |        |

**R – cuadrado = 0,578812 CV = 0,578812**

**ANEXO 15.** ANVA para densidad de fibra por mm<sup>2</sup> de alpacas Huacaya hembras en diferentes edades.

| Fuente                 | DF | Suma de cuadrados | Cuadrado de la media | F-Valor | Pr > F |
|------------------------|----|-------------------|----------------------|---------|--------|
| <b>Edad</b>            | 3  | 187,31            | 62,43                | 2,81    | 0,0660 |
| <b>Error</b>           | 20 | 445,08            | 22,25                |         |        |
| <b>Total corregido</b> | 23 | 632,32            |                      |         |        |

**R- cuadrados = 0,296230 CV =16,55099**

**ANEXO 16.** ANVA para densidad de poros por mm<sup>2</sup> en alpacas Huacaya según sexo y densidad de poros por mm<sup>2</sup> de alpacas Huacaya machos y hembras en diferentes edades.

| Fuente                 | DF | Suma de cuadrados | Cuadrado de la media | F-Valor | Pr > F. |
|------------------------|----|-------------------|----------------------|---------|---------|
| <b>Edad</b>            | 3  | 164,76            | 54,92                | 15,79   | <.0001  |
| <b>Sexo</b>            | 1  | 18,17             | 18,17                | 5,22    | 0,0290  |
| <b>edad*sexo</b>       | 3  | 21,10             | 7034                 | 2,02    | 0,1305  |
| <b>Error</b>           | 32 | 111,32            | 3,47                 |         |         |
| <b>Total corregido</b> | 39 | 315,37            |                      |         |         |

**R- cuadrado = 0,646997 CV = 18,60559**

**ANEXO 17.** ANVA para densidad de poros por mm<sup>2</sup> en alpacas Huacaya machos en diferentes edades.

| Fuente                 | DF | Suma de cuadrados | Cuadrado de la media | F-Valor | Pr>F.  |
|------------------------|----|-------------------|----------------------|---------|--------|
| <b>Edad</b>            | 3  | 127,08            | 42,36                | 9,74    | 0,0015 |
| <b>Error</b>           | 12 | 52,19             | 4,34                 |         |        |
| <b>Total corregido</b> | 15 | 179,28            |                      |         |        |

**R- cuadrado = 0,708867 CV = 19,31066**

**ANEXO 18.** ANVA para densidad de conductos por mm<sup>2</sup> de alpacas Huacaya hembras en diferentes edades.

| Fuente                 | DF | Suma de cuadrados | Cuadrado de la media | F-Valor | Pr<F.  |
|------------------------|----|-------------------|----------------------|---------|--------|
| <b>Edad</b>            | 3  | 60,94             | 20,31                | 6,87    | 0,0023 |
| <b>Error</b>           | 20 | 59,13             | 2,95                 |         |        |
| <b>Total corregido</b> | 23 | 120,07            |                      |         |        |

**R- cuadrado = 0,507538 CV = 18,08420**

**ANEXO 19.** ANVA para ratio (relacion de numero de fibras/numero de poros) de alpacas Huacaya segun sexo y ratio (relacion de numero de fibras/numero de poros en alpacas Huacaya machos y hembras en diferentes edades.

| Fuente                 | DF | Suma de cuadrados | Cuadrado de la media | F-Valor | Pr>F.  |
|------------------------|----|-------------------|----------------------|---------|--------|
| <b>Edad</b>            | 3  | 2,80              | 0,93                 | 4,84    | 0,0069 |
| <b>Sexo</b>            | 1  | 0,13              | 0,13                 | 0,69    | 0,4130 |
| <b>Edad*sexo</b>       | 3  | 0,16              | 0,05                 | 0,28    | 0,8363 |
| <b>Error</b>           | 32 | 6,18              | 0,19                 |         |        |
| <b>Total corregido</b> | 39 | 9,29              |                      |         |        |

**R – cuadrado = 0,334255      CV = 14,53951**

**ANEXO 20.** ANVA para ratio (relación número de fibras/ por número de poros) en alpacas Huacaya machos en diferentes edades.

| Fuente                  | DF | Suma de cuadrados | Cuadrado de la media | F-Valor | Pr>F.  |
|-------------------------|----|-------------------|----------------------|---------|--------|
| <b>Edad</b>             | 3  | 1,44              | 0,48                 | 2,45    | 0,1140 |
| <b>Error</b>            | 12 | 2,35              | 0,19                 |         |        |
| <b>Total, corregido</b> | 15 | 3,79              |                      |         |        |

**R - cuadrado = 0.379716      CV = 14.93619**

**ANEXO 21.** ANVA para ratio (relación número de fibras/número de poro) en alpacas Huacaya hembras en diferentes edades.

| Fuente                 | DF | Suma de cuadrados | Cuadrado de la media | F-Valor | Pr>F.  |
|------------------------|----|-------------------|----------------------|---------|--------|
| <b>Edad</b>            | 3  | 1,57              | 0,52                 | 2,73    | 0,0710 |
| <b>Error</b>           | 20 | 3,83              | 0,19                 |         |        |
| <b>Total Corregido</b> | 23 | 5,40              |                      |         |        |

**R- cuadrado =0.290491      CV =14.28994**

**ANEXO 22.** ANVA para desviación estándar de fibra por mm<sup>2</sup> de alpacas Hucaya machos y hembras según sexo y desviación estándar de fibra por mm<sup>2</sup> de alpacas Huacaya machos y hembras en diferentes edades.

| Fuente           | DF | Suma de cuadrados | Cuadrado de la media | F-Valor | Pr > F |
|------------------|----|-------------------|----------------------|---------|--------|
| Edad.            | 3  | 13,60             | 4,53                 | 1,59    | 0,2109 |
| Sexo             | 1  | 6,62              | 6,62                 | 2,32    | 0,1372 |
| Edad*sexo        | 3  | 11,59             | 3,86                 | 1,36    | 0,2739 |
| Error            | 32 | 91,21             | 2,85                 |         |        |
| Total, corregido | 39 | 123,03            |                      |         |        |

**R-cuadrado = 0,258629      CV = 38,52706**

**ANEXO 23.** ANVA para desviación estándar de fibra por mm<sup>2</sup> de alpacas Huacaya machos en diferentes edades.

| Fuente          | DF | Suma de cuadrados | Cuadrado de la media | F-Valor | Pr > F |
|-----------------|----|-------------------|----------------------|---------|--------|
| Edad.           | 3  | 3,84              | 1,28                 | 0.44    | 0,7261 |
| Error           | 12 | 34,65             | 2,88                 |         |        |
| Total corregido | 15 | 38,50             |                      |         |        |

**R – cuadrado = 0,099847      CV = 43,88626**

**ANEXO 24.** ANVA para desviación estándar de fibra por mm<sup>2</sup> de alpacas Huacaya hembras en diferentes edades.

| Fuente           | DF | Suma de cuadrados | Cuadrado de la media | F-Valor | Pr > F |
|------------------|----|-------------------|----------------------|---------|--------|
| Edad             | 3  | 21,04             | 7,01                 | 2,48    | 0,0905 |
| Error            | 20 | 56,55             | 2,82                 |         |        |
| Total, corregido | 23 | 77,60             |                      |         |        |

**R – cuadrado = 0,271213      CV = 35,61205**

**ANEXO 25.** ANVA para coeficiente de variación de fibra por mm<sup>2</sup> de alpacas Huacaya según sexo y coeficiente de variación de fibra por mm<sup>2</sup> de alpacas machos y hebras en diferentes edades.

| Fuente          | DF | Suma de cuadrados | Cuadrado de la media | F-Valor | Pr > F |
|-----------------|----|-------------------|----------------------|---------|--------|
| Edad            | 3  | 72,70             | 24,23                | 0,47    | 0,7026 |
| Sexo.           | 1  | 138,68            | 138,68               | 2,71    | 0,1094 |
| Edad*sexo       | 3  | 84,48             | 28,16                | 0,55    | 0,6514 |
| Error           | 32 | 1 636,63          | 51,14                |         |        |
| Total corregido | 39 | 1 932,50          |                      |         |        |

**R-cuadrado = 0,153106    CV = 46,19419**

**ANEXO 26.** ANVA para coeficiente de variación de fibra por mm<sup>2</sup> de alpacas Huacaya machos en diferentes edades.

| Fuente          | DF | Suma de cuadrados | Cuadrado de la media | F - valor. | Pr>F   |
|-----------------|----|-------------------|----------------------|------------|--------|
| Edad            | 3  | 49,14             | 16,38                | 0,32       | 0,8133 |
| Error.          | 12 | 621,09            | 51,75                |            |        |
| Total corregido | 15 | 670,23            |                      |            |        |

**R – cuadrado = 0,073319    CV = 54,59258**

**ANEXO 27.** ANVA para coeficiente de variación de fibra por mm<sup>2</sup> de alpacas Huacaya hembras en diferentes edades.

| Fuente          | DF | Suma de cuadrados | Cuadrado de la media | F-Valor | Pr > F |
|-----------------|----|-------------------|----------------------|---------|--------|
| Edad            | 3  | 105,25            | 35,08                | 0,69    | 0,5682 |
| Error           | 20 | 1015,53           | 50,77                |         |        |
| Total corregido | 23 | 1120,79           |                      |         |        |

**R – cuadrado = 0,093913    CV = 41,87436**

**ANEXO 28.** ANVA para desviación estándar de poros por mm<sup>2</sup> en alpacas Huacaya según sexo y desviación estándar de poros por mm<sup>2</sup> de alpacas Huacaya machos y hembras en diferentes edades.

| <b>Fuente.</b>         | <b>DF</b> | <b>Suma de cuadrados</b> | <b>Cuadrado de la media</b> | <b>F-Valor</b> | <b>Pr &gt; F</b> |
|------------------------|-----------|--------------------------|-----------------------------|----------------|------------------|
| <b>Edad</b>            | 3         | 2,56                     | 0,85                        | 2,86           | 0,0522           |
| <b>Sexo</b>            | 1         | 0,02                     | 0,02                        | 0,07           | 0,7984           |
| <b>Edad*sexo</b>       | 3         | 2,31                     | 0,77                        | 2,58           | 0,0711           |
| <b>Error</b>           | 32        | 9,58                     | 0,29                        |                |                  |
| <b>Total corregido</b> | 39        | 14,48                    |                             |                |                  |

**R- cuadrado = 0,338480 CV = 35,32890**

**ANEXO 29.** ANVA para desviación estándar de poros por mm<sup>2</sup> de alpacas Huacaya machos en diferentes edades.

| <b>Fuente</b>          | <b>DF</b> | <b>Suma de cuadrados</b> | <b>Cuadrado de la media</b> | <b>F-Valor</b> | <b>F-Valor</b> |
|------------------------|-----------|--------------------------|-----------------------------|----------------|----------------|
| <b>Edad</b>            | 3         | 4,21                     | 1,40                        | 3,17           | 0,0639         |
| <b>Error</b>           | 12        | 5,32                     | 0,44                        |                |                |
| <b>Total corregido</b> | 15        | 9,53                     |                             |                |                |

**R – cuadrado = 0,441935 CV = 44,06126**

**ANEXO 30.** ANVA para desviación estándar de poros por mm<sup>2</sup> de alpacas Huacaya hembras en diferentes edades.

| <b>Fuente</b>          | <b>DF</b> | <b>Suma de cuadrados</b> | <b>Cuadrado de la media</b> | <b>F-Valor</b> | <b>Pr &gt; F</b> |
|------------------------|-----------|--------------------------|-----------------------------|----------------|------------------|
| <b>Edad.</b>           | 3         | 0,65                     | 0,21                        | 1,02           | 0,4053           |
| <b>Error</b>           | 20        | 4,25                     | 0,21                        |                |                  |
| <b>Total corregido</b> | 23        | 4,91                     |                             |                |                  |

**R- cuadrado = 0,132554 CV = 29,32428**

**ANEXO 31.** ANVA para coeficiente de variación de poros por mm<sup>2</sup> de alpacas Huacaya según sexo y coeficiente de variación de poros por mm<sup>2</sup> de alpacas Huacaya machos y hembras en diferentes edades.

| Fuente                 | DF | Suma de cuadrados | Cuadrado de la media | F-Valor | Pr > F |
|------------------------|----|-------------------|----------------------|---------|--------|
| <b>Edad</b>            | 3  | 192,83            | 64,27                | 2,44    | 0,0823 |
| <b>Sexo</b>            | 1  | 109,22            | 109,23               | 4,15    | 0,0500 |
| <b>Edad*sexo</b>       | 3  | 131,85            | 43,95                | 1,67    | 0,1932 |
| <b>Error</b>           | 32 | 842,54            | 26,32                |         |        |
| <b>Total corregido</b> | 39 | 1 276,46          |                      |         |        |

**R- cuadrado = 0,339935**

**CV = 0,339935**

**ANEXO 32.** ANVA para coeficiente de variación de poros por mm<sup>2</sup> de alpacas Huacaya machos en diferentes edades.

| Fuente                 | DF | Suma de cuadrados | Cuadrado de la media | F-Valor | Pr > F |
|------------------------|----|-------------------|----------------------|---------|--------|
| <b>Edad.</b>           | 3  | 31,85             | 10,61                | 0,31    | 0,8162 |
| <b>Error</b>           | 12 | 407,98            | 33,99                |         |        |
| <b>Total corregido</b> | 15 | 439,83            |                      |         |        |

**R-cuadrado = 0,072419    CV = 42,04493**

**ANEXO 33.** ANVA para coeficiente de variación de poros por mm<sup>2</sup> de alpacas Huacaya hembras en diferentes edades.

| Fuente                 | DF | Suma de cuadrados | Cuadrado de la media | F-Valor | Pr > F |
|------------------------|----|-------------------|----------------------|---------|--------|
| <b>Edad</b>            | 3  | 291,28            | 97,09                | 4,47    | 0,0148 |
| <b>Error</b>           | 20 | 434,56            | 21,72                |         |        |
| <b>Total corregido</b> | 23 | 725,85            |                      |         |        |

**R- cuadrado = 0,401306**

**CV= 26,99884**

**ANEXO 34.** ANVA para la relación de índice folicular (S/P) y ratio (fibras por poro) según sexo.

| <b>Coeficientes de correlación Pearson, n= 16</b><br><b>Prob &gt;  r  suponiendo H0: Rho = 0</b> |           |             |
|--|-----------|-------------|
| <b>Sexo</b>  | <b>r.</b> | <b>Sig.</b> |
| <b>Macho</b>   | 0,00347   | 0,9898      |
| <b>Coeficientes de correlación Pearson, n = 19</b><br><b>Prob &gt;  r  suponiendo H0: Rho=0</b>  |           |             |
|  |           |             |
| <b>Sexo</b>  | <b>r.</b> | <b>Sig.</b> |
| <b>Hembra</b>  | 0,31988   | 0,1819      |

**ANEXO 35.** ANVA para la relación de índice folicular (S/P) y ratio (fibras por poro) total.

| <b>Coeficientes de correlación Pearson, n = 35</b><br><b>Prob &gt;  r  suponiendo H0: Rho = 0</b> |             |
|---|-------------|
| <b>r.</b>   | <b>Sig.</b> |
| 0,12731   | 0,4661      |