

TÍTULO DEL PROYECTO

Estimación de parámetros genéticos de caracteres asociados a la uniformidad del diámetro de fibra en alpacas Suri de un año de edad del Centro Experimental La Raya-FMVZ-UNA-Puno.

AUTOR

Gerardo Godofredo Mamani Choque

RESUMEN

El trabajo de investigación será realizado con los animales del Centro Experimental La Raya de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UNA Puno ubicado en el distrito de Santa Rosa, provincia de Melgar, región de Puno a una altitud de 4300 metros en la zona agroecológica de Puna Húmeda; con los objetivos de estimar la heredabilidad del diámetro promedio de fibra, coeficiente de variación del diámetro promedio de fibra, factor de confort, finura al hilado e índice de curvatura en alpacas de la raza Suri de un año de edad, y estimar las correlaciones genéticas y fenotípicas entre el diámetro promedio de fibra, coeficiente de variación del diámetro promedio de fibra, factor de confort, finura al hilado e índice de curvatura en alpacas Suri de primera esquila. La población de estudio lo constituirán las alpacas de la raza Suri de un año de edad, nacidas en los años 2015 hasta el año 2020. Para estimar los componentes de varianza del diámetro promedio de fibra, coeficiente de variación del diámetro promedio de fibra, factor de confort, finura al hilado e índice de curvatura se utilizará el modelo animal multicarácter $\mathbf{y} = \mathbf{Xb} + \mathbf{Zu} + \mathbf{e}$, donde \mathbf{y} es el vector de observaciones, \mathbf{b} es el vector de efectos fijos (sexo, color y año de producción) la edad en días se considerará como covariable lineal, \mathbf{u} es el vector que representa el efecto genético aditivo, \mathbf{e} es el vector de residuales; \mathbf{X} y \mathbf{Z} son las matrices de incidencia de efectos fijos y aleatorios respectivamente. Los componentes de varianza y parámetros genéticos serán estimados por el método de Máxima Verosimilitud Restringida (REML) y se utilizará el programa VCE versión 6.0.2. Las correlaciones fenotípicas se estimarán por el método de correlación de Pearson.

Palabras clave: Alpaca, diámetro promedio de fibra, coeficiente de variación del diámetro promedio de fibra, factor de confort, finura al hilado e índice de curvatura, heredabilidad, multicarácter, Suri.

I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

¿Cuáles son las heredabilidades, correlaciones genéticas y fenotípicas de características de la fibra de alpacas Suri de un año de edad, tales como el diámetro promedio de fibra, coeficiente de

variación del diámetro promedio de fibra, factor de confort, finura al hilado e índice de curvatura, en el Centro Experimental La Raya-FMVZ-UNA Puno?

En el Centro Experimental La Raya-FMVZ-UNA Puno, aún no se cuenta con estimaciones de las heredabilidades, correlaciones genéticas y correlaciones fenotípicas de características de la fibra de alpacas de la raza Suri de un año de edad, la cual es motivo de importancia para la toma de decisiones para una futura selección artificial y existe escasa información sobre las correlaciones fenotípicas de características de la fibra de alpacas de la raza Suri, específicamente en condiciones de la zona agroecológica de Puna Húmeda.

II. JUSTIFICACIÓN

Las alpacas constituyen un importante recurso genético animal para los habitantes de las regiones alto-andinas del Perú, Bolivia, Argentina y Chile, pues son fuentes generadoras de carne, pieles, trabajo y, sobre todo, de fibra de gran valor económico. Además, permiten el aprovechamiento de la tierra en zonas geográficas donde solo puede explotarse animales adaptados al medio.

En la actualidad, el mayor problema para el productor alpaquero es el bajo precio de la fibra que no alcanza las expectativas del poblador alto andino dedicado a la crianza de esta especie, precios bajos debido a la mala calidad de la fibra en sus diferentes características textiles por la falta de tecnología para el trabajo de mejoramiento de las diferentes características productivas como el promedio del diámetro de fibra, desviación típica del promedio del diámetro de fibra, factor de confort, coeficiente de variabilidad del promedio del diámetro de fibra, finura al hilado e índice de curvatura, características productivas que van de la mano con las características textiles que la industria y actualmente la artesanía requieren para elaborar las prendas de vestir.

Existen diversos factores que influyen en la producción de fibra, muchos de ellos interrelacionados. La evaluación de los animales con respecto a estas características se realiza directamente a través del fenotipo del individuo, o se estima a través de la genealogía o de su descendencia. Al seleccionar animales por una determinada característica, se debe considerar que, indirectamente, otras variables estarán siendo afectadas (Mamani, G., 1995).

Las correlaciones fenotípicas permiten predecir cambios de una característica en el rebaño actual, cuando se selecciona animales por una u otra característica (Van Vleck *et al*, 1987; Lopes *et al*, 2005). El valor absoluto de la correlación indica si la asociación es alta o baja, facilitando la selección cuando las correlaciones son del mismo signo, o debiendo ponderarlas económicamente cuando son de signo contrario.

Por lo tanto, cualquier intervención en mejorar la productividad y mejorar la calidad de la fibra en sus diferentes características fenotípicas y por ende de las características textiles y/o artesanales tendrá un efecto beneficioso en mejorar el precio y el bienestar del criador alto andino.

La población de alpacas en el Perú es de 3 685,5, la raza Huacaya concentra el 80,4% de la distribución, seguida de la raza Suri con 12,2% e intermedios 7,3% (INEI, 2012). La ganadería de alpacas se constituye en la actividad más importante desde el punto de vista económico de la región altoandina e involucra a una población de 2.9 millones de habitantes que representan aproximadamente el 12% de la población nacional y a unos 120,000 productores mixtos. La ganadería de alpacas constituye la fuente de sustento principal a más de 140 mil familias de pequeños pastores y productores mixtos de estas regiones, los que por lo general se agrupan en comunidades campesinas. Este sector de productores se encuentra entre los de más bajos ingresos per cápita de la región (Mamani, A., 2009).

En el proceso de mejoramiento genético de las características económicamente importantes relacionadas con la producción de fibra en alpacas de la raza Suri se requiere contar con la información exacta de las características que deben ser mejoradas genéticamente.

Habitualmente, se recurre a los registros de producción (registros de pesos corporales, peso de vellón a la primera esquila, etc.). Sin embargo, en estos registros se expresan no solamente el efecto del genotipo o valor genético del animal, sino también el efecto de algunos factores no genéticos, denominados factores ambientales.

Los parámetros genéticos y fenotípicos son importantes y necesarios dentro de los programas de mejora genética, pues mediante ellos se determinan los valores genéticos de los animales, se construyen los índices de selección, se estiman los progresos genéticos y se elige la estrategia de mejora a utilizar (Mamani, G., 1995).

La utilidad de los resultados del presente proyecto de investigación se verá reflejada en métodos más depurados de mejoramiento genético para seleccionar a los reproductores de mejor valor genético.

De esta manera este trabajo de investigación pretende contribuir con el conocimiento al estimar las heredabilidades, correlaciones genéticas y fenotípicas de características de la fibra de alpacas de la raza Suri de un año de edad del Centro Experimental La Raya-FMVZ-UNA Puno, importantes para la toma de decisiones en el manejo alpaquero.

III. HIPÓTESIS

3.1. Hipótesis General

Las heredabilidades, correlaciones genéticas y fenotípicas de características de la fibra de alpacas de la raza Suri de un año de edad del Centro Experimental La Raya-FMVZ-UNA Puno son iguales a cero.

3.2. Hipótesis específicas

- a) Las heredabilidades para el diámetro promedio de fibra, coeficiente de variación del diámetro promedio de fibra, factor de confort, finura al hilado e índice de curvatura de alpacas Suri de un año de edad del Centro Experimental La Raya-FMVZ-UNA Puno son iguales a cero.
- b) Las correlaciones genéticas entre el diámetro promedio de fibra, coeficiente de variación del diámetro promedio de fibra, factor de confort, finura al hilado e índice de curvatura de alpacas Suri de un año de edad del Centro Experimental La Raya-FMVZ-UNA Puno son iguales a cero.
- c) Las correlaciones fenotípicas entre el promedio del diámetro de fibra, desviación típica del diámetro promedio de fibra, coeficiente de variación del diámetro promedio de fibra, factor de confort, finura al hilado e índice de curvatura de alpacas de la raza Suri de un año de edad del Centro Experimental La Raya-FMVZ-UNA Puno son iguales a cero.

IV. OBJETIVOS

4.1. Objetivo general

Estimar las heredabilidades, correlaciones genéticas y fenotípicas de características de la fibra de alpacas de la raza Suri de un año de edad en el Centro Experimental La Raya-FMVZ-UNA Puno.

4.2. Objetivos específicos

4.2.1 Estimar las heredabilidades para el diámetro promedio de fibra, coeficiente de variación del diámetro promedio de fibra, factor de confort, finura al hilado e índice de curvatura de alpacas Suri de un año de edad del Centro Experimental La Raya-FMVZ-UNA Puno

4.2.2 Estimar las correlaciones genéticas entre el diámetro promedio de fibra, coeficiente de variación del diámetro promedio de fibra, factor de confort, finura al hilado e índice de curvatura de alpacas Suri de un año de edad del Centro Experimental La Raya-FMVZ-UNA Puno

4.2.3 Estimar las correlaciones fenotípicas entre el diámetro promedio de fibra, coeficiente de variación del diámetro promedio de fibra, factor de confort, finura al hilado e índice de curvatura en alpacas Suri de un año de edad del Centro Experimental La Raya-FMVZ-UNA Puno

V. ANTECEDENTES

5.1. Heredabilidad

En un estudio realizado en el fundo Pacamarca S.A. Alpacas (Gutiérrez *et al.* (2009) estimaron las siguientes heredabilidades: 0.412 ± 0.015 (promedio del diámetro de fibra), 0.321 ± 0.013 (coeficiente de variabilidad del diámetro de fibra), ellos utilizaron un modelo que incluyó la varianza ambiental permanente, y además incluyeron a ambas razas de alpacas dentro del estudio considerándolas como efectos fijos. (Cervantes *et al.*, 2010) estimó las siguientes heredabilidades para alpacas Huacaya: 0.369 ± 0.012 (promedio del diámetro de fibra), 0.417 ± 0.013 (desviación estándar), 0.255 ± 0.011 (factor de confort) y 0.380 ± 0.011 (coeficiente de variabilidad); en tanto que para las alpacas Suri fueron: 0.699 ± 0.018 (promedio del diámetro de fibra), 0.684 ± 0.019 (desviación estándar), 0.565 ± 0.021 (factor de confort) y 0.605 ± 0.026 (coeficiente de variabilidad). (Cruz, Cervantes, Burgos, Morante y Gutiérrez, 2015) estimaron la heredabilidad para caracteres de la fibra y reproductivos de alpacas Huacaya en un modelo multicarácter, los cuales fueron: 0.32 ± 0.01 (promedio del diámetro de fibra), 0.40 ± 0.01 (desviación estándar), 0.22 ± 0.01 (factor de confort) y 0.23 ± 0.01 (coeficiente de variabilidad); y para las alpacas Suri reportan las siguientes heredabilidades: 0.50 ± 0.02 (promedio de diámetro de fibra), 0.50 ± 0.02 (desviación estándar), 0.37 ± 0.02 (factor de confort) y 0.26 ± 0.01 (coeficiente de variabilidad).

5.2 Correlaciones genéticas

En un estudio realizado en el fundo Pacamarca S.A. Alpacas (Gutiérrez *et al.*, 2009) estimaron la correlación genética entre el promedio del diámetro de fibra y el coeficiente de variabilidad con el valor de 0.032 ± 0.034 , ellos utilizaron un modelo que incluyó la varianza ambiental permanente, y además incluyeron a ambas razas de alpacas dentro del estudio considerándolas como efectos fijos. (Cervantes *et al.*, 2010) reporta las siguientes correlaciones genéticas para alpacas Huacaya: 0.719 ± 0.010 entre diámetro de fibra y desviación estándar, -0.968 ± 0.003 entre diámetro de fibra y factor de confort,

0.094±0.026 entre diámetro de fibra y coeficiente de variabilidad, -0.790±0.011 entre desviación estándar y factor de confort, 0.751±0.011 entre desviación estándar y coeficiente de variabilidad y -0.219±0.027 entre factor de confort y coeficiente de variabilidad; asimismo reporta las siguientes correlaciones genéticas para alpacas Suri: 0.750±0.022 entre diámetro de fibra y desviación estándar, -0.975±0.005 entre diámetro de fibra y factor de confort, 0.087±0.049 entre diámetro de fibra y coeficiente de variabilidad, -0.759±0.025 entre desviación estándar y factor de confort, 0.719±0.025 entre desviación estándar y coeficiente de variabilidad, y -0.138±0.052 entre factor de confort y coeficiente de variabilidad. (Cruz *et al.*, 2015) en un estudio en alpacas Huacaya reporta las siguientes correlaciones genéticas en un modelo multicarácter entre caracteres de la fibra y reproductivos: 0.70±0.03 entre diámetro de fibra y desviación estándar, -0.96±0.02 entre diámetro de fibra y factor de confort, 0.21±0.04 entre diámetro de fibra y coeficiente de variabilidad, -0.74±0.02 entre desviación estándar y factor de confort, 0.845±0.03 entre desviación estándar y coeficiente de variabilidad, -0.32±0.03 entre factor de confort y coeficiente de variabilidad, en tanto para alpacas Suri reportan las siguientes correlaciones genéticas: 0.78±0.04 entre diámetro de fibra y desviación estándar, -0.98±0.01 entre diámetro de fibra y factor de confort, 0.27±0.06 entre diámetro de fibra y coeficiente de variabilidad, -0.80±0.03 entre desviación estándar y factor de confort, 0.81±0.02 entre desviación estándar y coeficiente de variabilidad, y 0.34±0.05 entre factor de confort y coeficiente de variabilidad.

5.3 Diametro de fibra

La fibra de la alpaca, tiene un diámetro muy variable. Algunos trabajos reportan diámetros medios de 22,97 y 24,71 μ para alpaca Huacaya y Suri respectivamente (Gutiérrez *et al.*, 2009), da un intervalo de 25 a 30 μ y Velita (2007) reporta 26,8 a 27,7 μ para alpacas sin ningún tipo de manejo. Otros trabajos estimaron el diámetro de fibra en alpacas Huacaya según número de esquila proporcionando valores de 19,27 y 20,07 μ para la primera y segunda esquila respectivamente (Melo, C. 2009). (Álvarez 1981) para animales de dos años obtuvo 20,29 μ , (Pinazo, 2000) en alpacas de un año de edad 20,69 μ , y (Carpio, 1991) explica que en diferentes niveles de altitud ha encontrado que la fibra va engrosando en promedio 0,01 μ por día a la segunda esquila. Asimismo, se reporta que no existe variación

entre sexos para el diámetro de fibra (Villarroel, 1959 y Estrada, 1987); igualmente (Melo, C., 2009) reporta diámetros similares de 20,29 y 20,58 μ para machos y hembras.

VI. MARCO TEÓRICO

6.1. HEREDABILIDAD

La definición de la heredabilidad tiene un enfoque estadístico la cual la define como la proporción de la variancia fenotípica atribuible a la varianza genética; la heredabilidad viene a determinar el grado parecido entre parientes, es decir que cada hijo recibe una muestra de la mitad de los genes que cada padre posee, esperando que los hijos reciban la mitad de los efectos genéticos aditivos de las características de cada padre (Falconer & Mackay, 1996).

También se dice que la heredabilidad de un carácter cuantitativo en una población es el parámetro genético de mayor importancia, ya que determina la estrategia a ser usada en el mejoramiento de este carácter, utilizando los caracteres métricos puesto que representa el grado en que el valor fenotípico proporciona una indicación fiable del valor mejorante, los valores fenotípicos individuales son únicos que pueden evaluarse directamente, pero su influencia siguiente está determinada por el valor mejorante, por ende un mejorador elige a los futuros padres de acuerdo a sus valores fenotípicos (Falconer & Mackay, 1996).

Es importante tener en cuenta que la heredabilidad no sólo es una propiedad del carácter sino también de la población, así como de las condiciones ambientales en las que los individuos se desarrollan y de la forma en que se evalúa el fenotipo (Falconer & Mackay, 1996); es muy difícil determinar el mecanismo de la acción génica donde muchos genes influyen sobre un solo carácter cuantitativo, puede ser aditivo cuando los genes presentan dominancia parcial y cada uno suma al carácter un incremento dado, a esto se le denomina efecto aditivo es decir que cada gen aditivo ejerce una influencia que conduce a cierto porcentaje de cambio de un carácter (Warwick & Legates, 1980).

El valor de la heredabilidad depende de la magnitud y de todos los componentes de varianza, esto se verá afectado por los cambios que experimenten cualquiera de ellos, todos los componentes genéticos son función de las frecuencias alélicas y pueden por ello diferir de una población a otra (Falconer & Mackay, 1996).

La heredabilidad disminuye en condiciones más variables y aumenta cuando estos son más uniformes, el valor de la heredabilidad de un carácter determinado se refiere a una población y unas condiciones ambientales concretas, y que los valores pudieran calcularse en otras poblaciones o en circunstancias que sean más o menos parecidas (Falconer & Mackay, 1996); esto se debe a la epistasis que viene a ser la interacción entre genes no alélicos, la expresión de cualquier gen de la herencia depende de las interacciones e interrelaciones con otros, si unos de los genes de un par enmascara la presencia de sus alelos y evita su manifestación se dice que es dominante, de este modo un gen o genes de un par alélico pueden enmascarar la presencia y manifestaciones de los genes de otro par (Warwick & Legates, 1980).

En el parámetro genético la heredabilidad fluctúa entre los valores de 0 y 1 (Cardellino & Rovira, 1987; Gutiérrez, 2010). A veces se expresa como porcentaje, si es cero nada de la variación en el carácter es genético y la selección será totalmente inefectiva, si la heredabilidad es uno no hay variación ambiental presente y el valor fenotípico es igual al valor de cría permitiendo una selección efectiva (Cardellino & Rovira, 1987). La heredabilidad puede expresarse en dos formas:

Heredabilidad en sentido amplio (H^2), es el porcentaje de la variabilidad fenotípica que es de origen genotípico, Algebraicamente se puede representar de la siguiente forma (Falconer & Mackay, 1996; Gutiérrez, 2010):

$$H^2 = \frac{\sigma_G^2}{\sigma_P^2}$$

Heredabilidad en sentido estrecho (h^2), es el porcentaje de la variabilidad fenotípica, es de origen genético aditivo, Algebraicamente se puede representar de la siguiente forma (Falconer & Mackay, 1996; Gutiérrez, 2010):

$$h^2 = \frac{\sigma_G^2}{\sigma_P^2}$$

Las σ_G^2 y σ_P^2 son parámetros poblacionales, su relación con la heredabilidad también lo será, siendo que la h^2 es inversamente proporcional al valor de σ_P^2 , su valor disminuirá conforme aumente la suma $\sigma_E^2 + \sigma_{GE}^2$, los efectos de interacción genotipo ambiente son impredecibles e inevitables. El valor de la heredabilidad podría alcanzar su valor máximo si la varianza fenotípica (σ_P^2) fuera solo varianza aditiva (Molina, 1992).

Aunque la heredabilidad no es específica de especies, de caracteres y de poblaciones, existen valores comunes de la heredabilidad en función del tipo de carácter (Gutiérrez, 2010):

- Heredabilidad alta (mayor de 0,40). Caracteres relacionados con el tamaño ejemplo, alzada a la cruz (Gutiérrez, 2010).
- Heredabilidad moderada (de 0,15 a 0,40). Son los valores más comunes ejemplo producción de leche (Gutiérrez, 2010).
- Heredabilidad baja (menor de 0,15). Caracteres relacionados con la esfera reproductiva ejemplo, la prolificidad (Gutiérrez, 2010).

Las estimaciones de las heredabilidades de un mismo carácter en distintas poblaciones suelen ser semejantes, mientras que las diferencias entre heredabilidades de distintos caracteres pueden ser grandes, los caracteres con menos heredabilidades son los que están más estrechamente ligados a la eficacia biológica, sin embargo las heredabilidades altas son consideradas de menor importancia en termino biológico (Falconer & Mackay, 1996).

6.2. CORRELACIONES GENÉTICAS Y FENOTÍPICAS.

Los caracteres correlacionados son de interés por tres razones principales; primero, en relación con las causas genéticas de la correlación a través de la acción pleiotrópica de los genes; la pleiotropía es una propiedad común de los genes que afectan a caracteres observables; segundo, en relación con los cambios inducidos por la selección es importante conocer en qué medida la mejora de un carácter provoca cambios simultáneos en otros caracteres; y en tercer lugar en relación con la selección natural, la relación entre un carácter métrico y la eficacia es el primera responsable de las propiedades genéticas de ese carácter en una población natural (Falconer & Mackay, 1996). El rango de valores posibles de la correlación es de -1 a 1 (Cardellino & Rovira, 1987), mientras más cercanas a -1 o 1 mayor es el grado de asociación entre las variables, en cambio próximos a cero expresan que no hay asociación o que es muy débil, cuando dos características tienen una correlación negativa esto indica que si uno de los caracteres aumenta uno disminuye, una correlación positiva indica que los dos caracteres tienden a aumentar en la misma proporción (Baselga & Blasco, 1988; Dekkers, Schaeffer, & Macmillan, 1998, Wright, 1921).

En estudios genéticos es necesario distinguir las dos causas de la correlación entre caracteres, la causa genética de la correlación es principalmente la pleiotropía aunque el ligamiento también causa correlaciones transitorias, particularmente en poblaciones derivadas de cruces entre líneas, la pleiotropía es simplemente la propiedad de un gen de afectar a dos o más caracteres, de forma que si el gen está segregando hace que los caracteres afectados varíen simultáneamente, tienden a causar correlación entre estos dos caracteres (Falconer & Mackay, 1996).

La magnitud de la correlación inducida por la pleiotropía expresa en qué medida los dos caracteres estarían influidos por los mismos genes, pero la correlación que resulta de la pleiotropía indica el efecto conjunto o neto de todos los genes segregantes que afectan a ambos caracteres, algunos genes aumentan la expresión de ambos caracteres, mientras que otros aumentan la de uno y reducen la de otro, los primeros tienden a causar una correlación positiva y la segunda una correlación negativa (Falconer & Mackay, 1996).

El ambiente es una causa de correlación en tanto que los dos caracteres estén influenciados por las mismas diferencias en las condiciones ambientales.

La asociación entre dos caracteres que puede observarse directamente es la correlación de los valores fenotípicos o correlación fenotípica, esta puede determinarse por las medidas de los dos caracteres en un cierto número de individuos de la población; supongamos, sin embargo que conociéramos no solo en los valores fenotípicos de los individuos medios sino también sus valores genotípicos y desviaciones ambientales con respecto a ambos caracteres (Falconer & Mackay, 1996), la correlación fenotípica es:

$$r_p = \frac{Cov_p}{\sigma_{PX}\sigma_{PY}}$$

En esta correlación si ambos caracteres tienen una heredabilidad baja, entonces la correlación fenotípica está causada fundamentalmente por la correlación ambiental, y si las heredabilidades son altas la correlación genética es determinante; diferencias grandes y en particular diferencias de signo indican que las causas genéticas y ambientales de variación afectan a los caracteres a través de mecanismos fisiológicos diferentes (Falconer & Mackay, 1996).

La correlación genética expresa el grado en el que dos medidas reflejan lo que, genéticamente, es el mismo carácter, la correlación genética tiene que ver con la interpretación de la repetibilidad en sentidos de las medidas múltiples, la estimación de correlaciones genéticas se basa en el parecido entre parientes de forma análoga a la heredabilidad, en vez de calcular los componentes de varianza de un carácter a partir del análisis de varianza, obtendremos los componentes de varianza de los dos caracteres utilizando un análisis de covarianza que, por lo demás, formalmente análogo análisis de varianza, esto nos lleva a estimar los componentes estructurales de la covarianza, cuya interpretación en términos de los componentes casuales es exactamente la misma que la de los componentes de la varianza.

Como los valores de cría no se conocen, la correlación genética no puede ser medida directamente y al igual de la heredabilidad, debe ser estimada a partir de informaciones con algún tipo de estructura familiar, la base es también la semejanza entre parientes (Cardellino & Rovira, 1987).

6.3. CARACTERÍSTICAS DE LA FIBRA DE ALPACA

6.3.1. Diámetro de fibra.

Se refiere al diámetro que existe cuando la fibra se corta transversalmente (Gillespie y Flandes, 2010). Se mide en micrones (micras), lo que equivale a una milésima parte de un milímetro (Cottle, 2010; Poppi y McLennan, 2010; Rowe, 2010). El diámetro de fibra es ampliamente reconocido como una característica más importante de la fibra (Lee *et al.*, 2001; Edriss *et al.*, 2007; Kelly *et al.*, 2007; Rowe, 2010). En consecuencia, las fibras más finas pueden ser transformados en hilos de tal manera que se adecuen para la confección de una gran variedad de productos textiles (Warn *et al.*, 2006; Rowe, 2010). Con las fibras más finas se pueden confeccionar tejidos lujosos con peso ligero (Cottle, 2010). Paradójicamente, las fibras gruesas son particularmente adecuados para la confección de productos textiles de menor lujo y se utilizan para la confección de alfombras, ropa de abrigo y frazadas (Poppi y McLennan, 2010).

Las alpacas son apreciadas por su fibra, debido a su finura, suavidad, peso ligero, características de higroscopicidad, resistencia, elasticidad y colores naturales. Es más térmica que la lana de ovino, tiene menos posibilidad de producir alergias y contiene menos lanolina (Mueller, 2008). Para la evaluación de muestras de fibra se toma de la zona del costillar medio, debido a que se considera la zona más representativa para medir el diámetro de fibra en alpacas (Aylan Parker y McGregor, 2002), constituyéndose por lo tanto en un buen criterio de selección para realizar trabajos sobre el diámetro de fibra y del peso de vellón. Algunos investigadores sin embargo utilizan para caracterizar al vellón tres zonas de muestreo: paleta, costillar medio y grupa, lo cual incrementa la mano de obra y los costes de evaluación (Huanca *et al.*, 2007).

El diámetro de fibra está sujeto a variación, la misma que depende de las características genéticas, el medio ambiente de donde provienen y el color del vellón (Calle, 1982). Las variaciones en el diámetro son causadas también por cambios fisiológicos en el animal debido a la nutrición, gestación, lactación, destete o enfermedades, así como por factores

tales como la edad, sexo, raza, temperatura, fotoperiodo, estrés, época del año, época de empadre, época de esquila, sanidad y otros factores característicos del medio ambiente alto andino (Solís, 1991).

Las hembras en el último tercio de gestación con un buen estado nutricional producen crías con mayor peso al nacimiento y también con mayor densidad folicular, lo que se interpretaría que a mayor densidad folicular se producen fibras más finas (Franco, 2006). La fibra proveniente de animales mal alimentados es menos resistente y más fina que la de animales con mejor alimentación (Flórez *et al.*, 1986). Con respecto al diámetro de fibra en periodos de sequía en el altiplano disminuye aproximadamente en 5 μ (Bustinza, 2001).

6.3.2 Factor de confort y picazón.

El factor de confort se define como el porcentaje de las fibras menores a 30 micras y se conoce también como factor de comodidad (McColl, 2004; Mueller, 2007), en contraste con el factor de confort es el factor de picazón, que describe el porcentaje de fibras con diámetros mayores a 30 micras (Bardsley, 1994; Baxter y Cottle, 1997; Wood, 2003). Las prendas confeccionadas con fibras finas son altamente confortables en cambio prendas confeccionadas con fibras mayores a 30 micras causan la sensación de picazón debido a que los extremos de la fibra que sobresalen desde la superficie de los hilos son relativamente gruesas, sin embargo, si estos hilos fueran más delgados serían más flexibles y existiría menor probabilidad de que provoquen picazón en la piel (Sacchero, 2008; McColl, 2004; Mueller, 2007). Estos dos parámetros valoran los intercambios de sensaciones entre el cuerpo humano y la prenda de fibra ante las respuestas fisiológicas y sensoriales de las personas.

6.3.4 Índice de curvatura de la fibra.

Al realizar una apreciación visual de las mechas de fibra, las ondulaciones o el aspecto ondulado es evidente (Rogers, 2006). Tradicionalmente, la frecuencia de rizo se utilizó como un marcador indirecto del diámetro de fibra durante la venta de lotes de ovinos, (Cottle, 1991; Hatcher y Atkins, 2000). Sin embargo, en las últimas décadas, el rizo está siendo evaluado en términos de curvatura de la fibra, que describe la frecuencia de rizos que existe en la fibra (McGregor, 2003) o como el número de rizos por unidad de longitud (Hatcher y Atkins, 2000).

La importancia del rizado de la fibra siempre ha abierto debate en la industria textil de la lana, estimándose en unos casos que lanas con bajo rizado son mejores que lanas con alto rizado y en otros que esta característica está asociada con la uniformidad en la finura y por lo tanto la presencia abundante de rizos es señal de buena calidad, lo que parece ocurrir en alpacas Huacaya (Bustinza, 2001).

VII. METODOLOGÍA

7.1. LUGAR DE ESTUDIO

El estudio se realizará en el Centro Experimental La Raya de propiedad de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UNA Puno, ubicado en el distrito de Santa Rosa, provincia de Melgar, región Puno, a una altitud de 4300 metros, en la zona agroecológica de Puna Húmeda.

7.2. POBLACIÓN

La población de estudio lo constituirán las alpacas de la raza Suri de un año de edad, nacidos en los años 2015, 2016, 2017, 2018, 2019 y 2020.

7.3. DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LOS MÉTODOS, USO DE MATERIALES, EQUIPOS E INSUMOS EN FORMA DE PÁRRAFOS Y POR CADA OBJETIVO ESPECÍFICO

Para estimar las heredabilidades y las correlaciones genéticas del diámetro promedio de fibra, coeficiente de variación del diámetro promedio de fibra, factor de confort, finura al hilado e índice de curvatura de alpacas Suri de un año de edad del Centro Experimental La Raya-FMVZ-UNA Puno, se estimará en modelo multicarácter por el método de máxima verosimilitud restringida ÍREML) (Patterson & Thompson, 1971) aplicando procedimientos del modelo mixto.

Tabla 1: Las variables en estudio.

Variables	Unidad de medida
Diámetro promedio de fibra	µm
Coefficiente de variación del diámetro promedio de fibra	%
Factor de confort	%
Finura al hilado	µm

índice de curvatura	% mm
---------------------	------

La edad de las alpacas (en días) se considerará como una covariable de tipo lineal. Cuando exista un grupo contemporáneo con menos de cinco observaciones se incluirá en el siguiente grupo próximo.

Para estimar las heredabilidades y las correlaciones genéticas se utilizará la ecuación del modelo lineal mixto:

$$y = Xb + Zu + e$$

Donde:

- y** = Es el vector de observaciones (promedio del diámetro de fibra, desviación típica del promedio del diámetro de fibra, factor de confort, coeficiente de variabilidad del promedio del diámetro de fibra, finura al hilado e índice de curvatura).
- X** = Es la matriz de incidencia de efectos fijos (año de nacimiento, sexo y color de la alpaca; edad de la alpaca como covariable lineal).
- Z** = Es la matriz de incidencia de efectos aleatorios (alpacas en estudio),
- b** = Es el vector de parámetros desconocidos para el efecto fijo,
- u** = Es el vector de efectos aleatorios,
- e** = Es el vector de los residuales.

Las heredabilidades y las correlaciones genéticas se estimarán utilizando el programa VCE versión 6.0.2 (Neumaier & Groeneveld, 1998), para estimar las correlaciones fenotípicas se utilizará el método de correlación lineal de Pearson, cuya fórmula es la siguiente (Kaps & Lamberson, 2004):

$$p = \frac{\sigma_{xy}}{\sqrt{\sigma_x^2 \sigma_y^2}}$$

Donde:

- p** = Es el coeficiente de correlación
- σ_x^2 = Es la varianza de x
- σ_y^2 = Es la varianza de y
- σ_{xy} = Es la covarianza entre x e y

Para el cálculo de los coeficientes de correlación los datos serán procesados con el programa estadístico SAS versión 9.4. (SAS-Institute-Inc., 2009)

7.4. PROCEDIMIENTO

7.4.1. Método del OFDA (Analizador Óptico del Diámetro de Fibra).

Uno de los métodos de medición de diámetro de fibra es el OFDA 2000, es un método que permite utilizarse dentro del centro de producción, este equipo es capaz de medir el diámetro de fibra en vellón sucio. Durante el proceso de la medición muestra la posición de los puntos más finos y más gruesos a lo largo de la fibra. Solo requiere de un calibrador de fibra poliéster para fibra de alpaca (McColl, 2004).

En cada lectura se obtiene el diámetro fibra, desviación estándar, índice de curvatura, factor de confort, y también se obtiene un histograma con las observaciones señaladas (Hansford *et al.*, 2002).

El OFDA 2000 es un instrumento que permite medir las características de la fibra a lo largo de las mechassucias en tiempo real. El equipo está diseñado para trabajar en condiciones desfavorables, está constituido de una forma muy robust y tiene una excelente rapidez. Es un equipo absolutamente portátil pesa 17 kg, posee la más alta tecnología asociada a imágenes microscópicas digitales tiene un procesador equipado con Windows 98 (Baxter, 2002).

Para el cálculo de los coeficientes de correlación los datos serán procesados con el programa estadístico SAS versión 9.4. (SAS-Institute-Inc., 2009)

Para determinar el coeficiente de correlación del diámetro de fibra entre índice de curvatura y/o factor de confort, se utilizará el método de Pearson, con la siguiente fórmula:

$$r = \frac{\sum xy - \frac{(\sum x)(\sum y)}{n}}{\sqrt{\left[\sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{n}\right] \left[\sum y^2 - \frac{(\sum y)^2}{n}\right]}}$$

Dónde:

X = Variable del diámetro de fibra.

Y = Variable de índice de curvatura y/o factor de confort.

$\sum xy$ = Sumatoria de las variables del diámetro de fibra e índice de curvatura y/o factor de confort.

VIII. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Tabla 1. Cronograma de actividades

ACTIVIDADES	tiempo (trimestres)			
	1	2	3	4
1. Recopilación de la información	X	X		
2. Análisis de la información			X	
3. Redacción del informe				X

IX. PRESUPUESTO

Rubro	Unidad de medida	Cantidad	Precio unitario	Precio subtotal
1. Materiales y equipos				
Computadora portátil	Unidad	01	3,330.00	3,330.00
Disco duro externo	Unidad	01	180.00	180.00
Impresora	Unidad	01	1,000.00	1,000.00
Unidad de almacenamiento masivo	Unidad	01	60.00	60.00
2. Personal				
Digitador de datos	Jornal	30	50.00	1,500.00
3. Servicios				
Servicio de análisis de fibra	Unidad	1,000.00	5.00	5,000.00
4. Imprevistos				
Imprevistos	%	01	5.00	553.50
TOTAL S/				11,623.50

X. ANEXOS

Matriz de consistencia

Interrogantes específicas	Hipótesis específicas	Objetivos específicos	VARIABLES	Indicadores	Métodos	Pruebas estadísticas
¿Cuáles son las heredabilidad es de las características de la fibra de alpacas Suri de un año de edad?	Las heredabilidad es de las características de la fibra de alpacas Suri es igual a cero	Estimar las heredabilidad es de las características de la fibra de alpacas Suri de un año de edad	Heredabilidad	- 0 a 13 Baja - 14 a 40 Media - 41 a más Alta	Máxima verosimilitud restringida	Componentes de varianza
¿Cuáles son las correlaciones genéticas entre las características de la fibra de alpacas Suri de un año de edad?	Las correlaciones genéticas entre las características de la fibra de alpacas Suri son igual a cero	Estimar correlaciones genéticas entre las características de la fibra de alpacas Suri de un año de edad	Correlación genética	- Correlación baja - Correlación media - Correlación alta	Máxima verosimilitud restringida	Componentes de varianza
¿Cuáles son las correlaciones fenotípicas entre las características de la fibra de alpacas Suri de un año de edad?	Las correlaciones fenotípicas entre las características de la fibra de alpacas Suri son igual a cero	Estimar correlaciones fenotípicas entre las características de la fibra de alpacas Suri de un año de edad.	Correlación fenotípica	- Correlación baja - Correlación media - Correlación alta	Correlación de Pearson	Componentes de varianza

XI. BIBLIOGRAFÍA

- Antonini, M. Gonzales, M & Valbonesi, A. (2004). 'Relationship between age and postnatal skin follicular development in three types of South American domestic camelids' Livestock Production Science, 90: 241-246.
- Aylan-Parker J, McGregor B. (2001). *Optimising sampling techniques and estimating sampling variance of fleece quality attributes in alpacas*. Small Ruminant Res 44: 53-64.
- Álvarez, J. (1981). *Dimensiones físicas de la fibra de Alpaca de la CAP Huaycho Ltda. No. 44*. Tesis. U.N.T.A. Puno-Perú.
- Badajoz, E; Sandoval, N; García, W & Pezo, D (2009).', *Descripción histológica del complejo folicular piloso en crías de alpacas*. Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú, 20(2): 154-164
- Baselga, M., & Blasco, A. (1988). *Mejora genética del conejo de producción de carne*. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, España.

- Bosman, H.G. & Roessen, P.L. (1985). *Nutritional studies with West African Dwarf goats in the humid zone of Nigeria*. IN: Wilson, R.T. & Bourzat, D. (eds) *Small Ruminants in African Agriculture*. International Livestock Centre for Africa: Addis Ababa, Ethiopia. pp. 82
- Bravo, W. & J. Velazco. (1982). *Heredabilidad de pesos al nacimiento, al destete y a la primera esquila en alpacas*. VII Congreso Nacional de Ciencias Veterinarias, 10 – 13 de Noviembre, Ica – Perú.
- Burns, R. H. & Miller, W. C. (1931). *Sampling Instruments to Determine Fleece Density in Sheep*. J. Text. Inst., Vol. 22, No. 12, pp. T.547-564.
- BROWN, D.J.; BALL, A.; MORTIMER, R.; OPPENHEIMER, M. (2002). *Incorporating subjectively assessed sheep and wool traits into genetic evaluation for Merino sheep. 2: Phenotypic and genetic correlations*. Wool Technology and Sheep Breeding Abstracts (63), 101 - 143
- Cardellino, R. & Rovira, J. (1987). *Mejoramiento genético animal* (E. H. Sur Ed.), Uruguay.
- Cruz, A., Cervantes, I., Burgos, A., Morante, R., & Gutiérrez, J. P. (2015). *Estimation of genetic parameters for reproductive traits in alpacas*. *Anim Reprod Sci*, 163, 48-55. doi: 10.1016/j.anireprosci.2015.09.017
- Carpio, P. (1991). *Diámetro de fibra, longitud de fibra y rendimiento de vellón de alpacas Huacaya en diferentes niveles altitudinales*. (Tesis de pregrado), Universidad Nacional del Altiplano UNAP, Puno Perú.
- Cervantes I. Pérez Cabal MA, Morante R, Burgos A, Salgado C, Nieto B, Gutierrez JP. (2010). *Genetic parameters and relationships between fibre and type traits in two breeds of peruvian alpaca*. *Journal of animal Science*, 88:3783-3788.
- Corbett, J.L. (2001). *Variation in wool growth with physiological state*. Univ. New England Publishing Unit, Armidale, Australia.
- Chamut, S. Cancino, A.K. & Black-Decima, P. (2016). *The Morphological Basis of vicuña wool: Skin and gland structure in Vicugna vicugna (Molina 1782)*, *Small Ruminant Research*, 137: 124-129
- Dekkers, J., Schaeffer, L., & Macmillan, I. (1998). *Genética para el mejoramiento animal: Departamento de ciencia avícola y animal*. Universidad de Guelph, Canadá.
- Espinoza, J.R. (2009). *Uso de marcadores genéticos de ADN en el mejoramiento genético de la alpaca*. INCAGRO en convenio con la Universidad Cayetano Heredia, Perú.
- Encinas, M. (2009). *Caracterización de la fibra de alpaca Huacaya del Instituto de Investigación y Promoción de camélidos Sudamericanos IIPC*. (Tesis de pregrado), Universidad Nacional del Altiplano UNAP, Puno Perú.

- Estrada, J. (1987). *Determinación de las principales características físicas del vellón de la alpaca de la SAIS Aricoma Ltda N°157*. (Tesis de pregrado), Universidad Nacional del Altiplano UNAP, Puno Perú.
- Falconer, D. S. and Mackay, T. F. C. (1996). *Introduction to Quantitative Genetics*. 4th ed Prentice Hall. 464 p
- Ferguson, MB, McGregor, BA & Behrendt, R. (2012). *Relationships between skin follicle characteristics and fibre properties of Sury and Huacaya alpacas and Peppin Merino sheep*. *Animal production science*, 52(7), 442-447.
- Flores A. (2015). *Características del diámetro y longitud de mecha en alpacas Huacaya (Vicugna pacus) de las comunidades de Ancomarca y Alto Perú - Región Tacna*. VII Congreso Mundial en Camélidos Sudamericanos 384.
- Flores, A. (2006). *Determinación del diámetro de fibra y longitud de mecha en alpacas (Vicugna pacus) de la provincia de Tarata – Tacna*. Tesis de Médico Veterinario y Zootecnista de la EMVZ de la UNJBG – Tacna
- Fish V.E., Mahar T.J. & Crook B.J. (1999). *Fibre curvature morphometry and measurement*. International Wool Textile Organization. Nice Meeting. Report N° CTF 01.
- Flores, M. (1991). *Determinación de las Principales Características Tecnológicas de la Fibra de PacoVicuña (F1)*. Tesis UNA La Molina. Lima –Perú.
- Frank, E.N. & Col. (2007). *Heredabilidades, correlaciones fenotípicas, correlaciones genéticas y repetibilidades de variables productivas en llamas argentinas*. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Córdoba. Argentina.
- Franco F. & San Martin F. (2007). *Efecto del nivel alimenticio sobre el rendimiento y calidad de fibra en alpaca*. Sistema de revisiones en Investigación Veterinaria en UNMSM.
- Gamarra, P. (2008). *Comparación del 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 – Trébol y pastos naturales*. Tesis para optar el Título profesional de Ingeniero Zootecnista, UNSAAC, Cusco Perú.
- Gerken M. (2009). *Relationships between integumental characteristics and thermoregulation in South American camelids*. *Animal Science* 1-9.
- Grigg G.C., Beard L.A. & Augee M.L. (2004). *The evolution of endothermy and its diversity in mammals and birds*. *Physiological and Biochemical Zoology* 77: 982–997.
- Gutiérrez, J.P. (2010). *Iniciación a la valoración genética animal*. Ed. Complutense. Madrid, España.
- Gutiérrez, J.P., Goyache, F., Burgos, A. & Cervantes, I. (2009). *Genetic analysis of six production traits in Peruvian alpacas*. *Livestock Science*, 123: 193-197.
- INEI. (2012). *Resultados definitivos IV censo nacional agropecuario 2012*.

- Kaps, M. & Lamberson, W. R. (2004). *Biostatistics for Animal Science*. CABI publishing. U.S.A.
- Khun, RA, Ansorge, H, Godynicky, S & Meyer, W. (2010). *Hair density in the Eurasian otter Lutra Lutra and the Se otter Enhidra lutris*, *Acta Theriologica*, 50(3): 211-222
- Lopes P, Pieres A, Filho J, Torres R. (2005). *Teoria do melhoramento animal*. Belo Horizonte, Brasil: FEPMVZ. 118 p.
- Lupton C.J., McColl A. & Stobart R.H. (2006). *Fiber characteristics of the Huacaya Alpaca*. *Small Rumin. Res.*, 64: 211-224.
- Madsen P. H., Pierce K. and Buhl M. (1941). " *The density of fibers* ", AIAA/ASME Wind Energy Symposium 1-12. January
- Mamani, A. (2009). *Correlación entre el diámetro, densidad y rizo de la fibra de alpaca Huacaya hembra, según región corporal*. (Tesis de pregrado), Universidad Nacional del Altiplano UNAP, Puno Perú.
- Mamani, G. (1995). *Transmisión hereditaria del peso vivo y de vellón en alpacas Huacaya de Puna Húmeda, Puno*. Resúmenes de la XVII Reunión Científica Anual de la Asociación Peruana de Producción Animal. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.
- Maquera, L.A. (1996). *Estimación de algunos parámetros genéticos y fenotípicos en alpacas de raza Huacaya*. Tesis pregrado para obtener el Título de Médico Veterinario y Zootecnista. Universidad Nacional del Altiplano.
- McLennan N. & Lewer R. (2005). *Wool production Coefficient of variation of fibre diameter (CVFD)*. En: <http://www2.dpi.qld.gov.au/sheep/10003.html>. Accesado el 25 de marzo del 2010
- McGregor, B. A. (1995). ' *Alpaca fleece development and methods of assessing fibre quality*'. In IAI 1995: Cria to criation: Proceedings of the International Alpaca Industry Seminar, Australian Alpaca Association, Melbourne, Vic., pp. 67-90
- McGregor B.A. & Butler K.L. (2004). *Sources of variation in fibre diameter attributes of Australian alpacas and implications for fleece evaluation and animal selection*. *Aust. J. Agric. Res.*, 55: 433-442.
- McGregor, B., K. L. Butler, and M. B. Ferguson. (2012). *The allometric relationship between mean fibre diameter of mohair and the fleece-free liveweight of Angora goats over their lifetime*. *Anim. Prod. Sci.* 52: 35-43.
- Melo, C. 2009. *Análisis de la diversidad mitocondrial de alpacas en nueve zonas del sur de Perú*. Universidad Nacional de San Antonio de Abad Cusco UNSAAC, Cusco Peru.
- Mendoza M. (2017). *Valoración genética de las alpacas del CICAS La Raya – UNSAAC*. (Tesis de pregrado), Universidad Nacional de San Antonio de Abad Cusco UNSAAC, Cusco Peru.

- Meyer K. (2007). *WOMBAT: a tool for mixed model analyses in quantitative genetics by restricted maximum likelihood (REML)*. J Zhejiang Univ Sci B. 8:815–821.
- Molina, J. (1992). *Introducción a la genética de poblaciones y cuantitativa*. A. G. T. Ed.
- MINAGRI. (2012). *Censo Agropecuario, Ministerio de Agricultura y Riego*.
- Novoa, C. & Flores, M. (1991). *Producción de Rumiantes Menores: Alpacas*. RERUMEN. Convenio Univ. California Davis – INIAA. Lima. Perú
- Naandam, J & Assan, IK (2014). *Effect of coat color, ecotype, location and sex on hair density of West African Dwarf (WAD) goats in Northern Ghana*. Sky Journal of Agricultural Research, 3(2): 25-30.
- Neumaier, A. & Groeneveld, E. (1998). *Restricted maximum likelihood estimation of covariances in sparse linear models*. Genet. Sel. Evol., 30, 3-26.
- Olarte, U. (1998). *Índices de Selección en el Mejoramiento Genético de la Alpaca*. Tesis de Post Grado en Ganadería Andina, UNA – Puno.
- Ormachea, E. (2015). *Características textiles de la fibra en alpacas Huacaya en el distrito de Corani Carabaya Puno*. (Tesis pregrado), Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Micaela Bastidas, Apurímac, Perú.
- Patterson, H. D. & Thompson, R. (1971). *Recovery of inter-block information when block sizes are unequal*. Biometrics, 58, 545-554.
- Pérez-cabal MA, et al. J Anim SC.(2010). *Analysis of the existence of major genes affecting alpaca fiber traits*. Journal of animal Science, 88:3783-3788.
- Pinazo, R. (2000). *Algunas características físicas de la fibra de alpaca Huacaya y Suri del C.E. La Raya*. Tesis FMVZ – UNA – Puno
- Ponzoni R.W., R.J. Grimson, J.A. Hill, D.J. Hubbard, B.A. McGregor, A. Howse, I. Carmichael & G.J. Judson. (1999). *The inheritance of and association among some production traits in young Australian alpacas*. En: <http://www.alpacas.com/AlpacaLibrary/InheritanceTraits.aspx>. Accesado el 16 de Abril de 2009
- Quispe E. (2016). *Fiber Electronic Characterizer (Fiber-EC): Una nueva tecnología para evaluación de fibras de camélidos*. VII Congreso Mundial en Camélidos Sudamericanos. pp 281-284
- Quispe, E.A. Poma, & A. Purroy. (2013). *Características productivas y textiles de la fibra de alpacas de raza Huacaya*. Revista Complutense de Ciencias Veterinarias 7 (1). 1-29 pp. http://dx.doi.org/10.5209/rev_RCCV.2013.v7.n1.41413
- Quispe E.C., Mueller JP., Ruiz J., Alfonso L. & Gutiérrez G. (2009). *Actualidades sobre adaptación, producción, reproducción y mejora genética en camélidos*. Universidad Nacional de Huancavelica. Primera Edición. Huancavelica, Perú, pp. 93-112.

- Quispe, W. (2010). *Estimación de algunos parámetros genéticos y fenotípicos en alpacas de raza Huacaya*. (Tesis de pregrado), Universidad Nacional del Altiplano UNAP, Puno Peru.
- Quispe, E. (2016). *Producción y medición de fibras de camélidos sudamericanos*. Brindado en la Universidad Autónoma de Barcelon, 20(16), 1-4.doi: 10.13140/rg.2.1.1797.5440
- Quirita, C.; M. Ruiz De Castilla & Alagón G. (1990). *Estimación de los parámetros genéticos en alpacas Huacaya del Centro Experimental La Raya de la UNSAAC*. Tesis de pregrado. Universidad Nacional San Antonio de Abad Cusco, Cusco – Perú
- Renieri. C., Frank, E. N., Rosati, A. Y. & Antonini, M. (2009). *Definición de Razas en Llamas y Alpacas*. Animal Genetic Resources information. Pg 45.45-54
- Renieri C., Pacheco C., Valbonesi A., Frank E. y Antonini M. (2007). *Programa de mejoramiento genético en camélidos domésticos*. Arch. Latinoamer. Prod. Anim., 15: 205-210
- Rodríguez T. (2009). *Producción de fibra de alpaca, llama, vicuña y guanaco en Sudamérica*. Animal Genetic Resources/Resources,45(09),1-4. doi: 10.4067/S0718-22362003000200002
- Sachero D. (2005). *Utilización de medidas objetivas para determinar calidad de lanas*. En: Memorias del VII Curso: Actualización en Producción Ovinas. Bariloche, Argentina. 207221.
- SAS-Institute-Inc (2009). *SAS/STAT® 9.2 User's Guide*. N. Cary Ed. Second ed.
- Siña, M. (2012). *Características físicas de la fibra en alpacas Huacaya del distrito de susapaya, provincia de Tarata-Tacna*. (Tesis de pregrado), Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, Tacna-Peru.
- Tao, YR (1994). 'Studies on the quality of the Rex rabbit fur', World Rabbit Science, 2(1): 21-24
- Torrez de Jasuai J; Velez V; Zegarra J; Diaz G. (2007). *Caracterización de la histología a Conservation*. Gland: IUCN.
- Torres H. ed., (1992). *South American Camelids An Action Plan for their*
- Van Vleck LD, Pollack EJ, Oltenacu EAB. (1987). *Genetics for the animal sciences*. New York: Freeman WH. 391 p.
- Velásquez, M. (1985). *Determinación de la correlación densidad folicular, densidad de la fibra y relación densidad folicular por diámetro de fibra en alpacas Suri*. Tesis. Med.
- Velita, F.(2007). *Estimación de los costos económicos de la producción de fibra de alpaca*. Facultad de Ciencias Administrativas y Recursos Humanos, Universidad San Martín de Porres. Perú

- Villarroel, J. (1959). *A study of alpaca fibers*, Thesis, University of New South Wales Australia.
- Warwick, E., & Legates, J. (1980). *Cría y mejoramiento del ganado*. McGraw-Hill Ed. Tercera ed.
- Wright, S. (1921). *Correlation and causation*. *Journal of Agricultural Research*, 10(7), 557-558.