

## Variaciones de la densidad, diámetro y crecimiento de fibras, expansión de piel y peso vivo desde el nacimiento al destete en corderos Junín

Quispe, R.<sup>1</sup>; Grabiell, W.H.<sup>1</sup>; Aliaga, J.<sup>2</sup>; Quispe, M.D.<sup>3</sup> y Quispe, E.C.<sup>2,4@</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Producción Animal, Universidad Nacional del Centro del Perú, Huancayo, Perú.

<sup>2</sup> Departamento de Producción Animal, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.

<sup>3</sup> Departamento de Ingeniería, Maxcorp Technologies SAC. Lima, Perú.

<sup>4</sup> Laboratorio de Fibras de Origen Animal, Natural Fiber's Tech SAC. Lima, Perú.

### PALABRAS CLAVE

Piel.  
Ovino.  
Conducto piloso.  
Densidad de fibras.  
Superficie de piel.

### RESUMEN

A los días 0 (nacimiento), 30, 60, 90 y 120 (destete), 19 corderos de raza Junín fueron evaluados, con el objetivo de: a) conocer las variaciones de 14 características relacionadas a la densidad de fibras, conductos e incidencias de haces de fibras, al diámetro y crecimiento de fibras y a aquellos ligados a la expansión de piel y peso vivo de corderos Junín desde el nacimiento hasta el destete, y b) analizar las tendencias y relaciones existentes entre ellos. La densidad de fibras (DenFib) y de conductos (DenCon), N° de fibras y conductos por área de piel tatuada (N°Fibras/APT y N°Conductos/APT, respectivamente), incidencia de haces de una fibra (L\_Haz1F), de dos fibras (L\_Haz2F), de tres fibras (L\_Haz3F), de cuatro fibras (L\_Haz4F), media de diámetro de fibra (MDF), crecimiento de fibra (CrecFib), área de piel tatuada (APT), longitud horizontal y vertical del APT, y peso vivo fueron las variables evaluadas. La DenFib, DenCon, L\_Haz1F, L\_Haz2F, L\_Haz3F, L\_Haz4F fueron determinados mediante el procedimiento y dispositivo conocido como Fiber Den en forma no invasiva, el Pvivo se evaluó con una balanza, la MDF fue evaluada con el dispositivo Fiber EC; la LH\_APT, LV\_APT y CrecFib fueron medidas con una regla metálica milimetrada, mientras que APT, N°Fibras/APT y N°conductos/APT fueron calculadas en base a algunas variables indicadas anteriormente. El diseño completamente al azar fue empleado para evaluar efectos de los días sobre las 14 variables, la prueba de Duncan sirvió para comparar medias, modelos de regresiones lineales y curvilíneas se utilizaron para evaluar las tendencias y la correlación de Pearson fue utilizada para evaluar las relaciones entre las variables. Los resultados encontrados fueron: Las 14 variables evaluadas variaron a lo largo de los días significativamente ( $p$ -valor $<0,05$ ). Asimismo, la DenFib, DenCon, L\_Haz2F, L\_Haz3F muestran oscilaciones con más incrementos que decrementos estadísticamente significativos ( $p$ -valor  $< 0,05$ ), mientras que el N° de fibras y conductos/APT, L\_Haz4F, MDF, CrecFib, LH\_APT, LV\_APT y el peso vivo se incrementan continuamente, aunque la L\_Haz1F también muestra oscilaciones mostrando mayormente disminuciones, con diferencias significativas entre días de evaluación. De otro lado, se encontró que la DenFib y DenCon están relacionadas en forma inversa con la MDF y el Pvivo, pero que con el CrecFib y APT no existe relación lineal significativa, mientras que la MDF tiene relación directa con el Pvivo, pero que con CrecFib y APT no tiene relación lineal alguna. Se concluye que muchas características fueron determinadas en forma inédita para la raza Junín, y también ante la evidencia que la DenFib y DenCon pueden ser evaluadas de forma práctica y no invasiva, y al estar relacionadas con la MDF y otras características, podrían ser utilizadas como criterios de selección.

Variations in fiber density, diameter, and growth, skin expansion, and body weight of Junin lambs from birth to weaning

### SUMMARY

Nineteen Junín lambs at days 0 (birth), 30, 60, 90 and 120 (weaning) were evaluated. The objectives were: a) knowing the variations of 14 characteristics related to the density of fibers, ducts and incidences of fiber bundles, the diameter and growth of fibers and those linked to the skin expansion, and live weight of Junín lambs from birth to weaning, and, b) analyze the trends and relationships between them. Fibers, and ducts density (FibDen, and DucDen, respectively), fibers and ducts number per tattooed skin area (N°Fibras/APT, and N°Ducts/APT, respectively), incidence of bundles of one fiber (L\_Bund1F), two-fiber (L\_Bund2F), three-fiber (L\_Bund3F), four-fiber (L\_Bund4F), average fiber diameter (AFD), fiber growth (FibGrow), tattooed skin area (TSA), horizontal, and vertical length of the TSA (HL\_TSA, and VL\_TSA, respectively), and live weight (LW) were the variables evaluated. The FibDen, DucDen, L\_Bund1F, L\_Bund2F, L\_Bund3F, L\_Bund4F were determined by the procedure, and device known as Fiber Den; LW was evaluated with a scale; AFD was evaluated with the Fiber EC device; HL\_TSA, VL\_TSA, and FibGrow were measured with a millimeter metal ruler; while APT, N°Fibras/TSA, and N°ducts/TSA were calculated based on some variables indicated above. The completely random design was used to evaluate effects of the days on the 14 variables, the Duncan test was used to compare means, linear and curvilinear regression models were used to evaluate trends, and the Pearson correlation was used to evaluate the relationships among the variables. The results found were: The 14 variables evaluated varied significantly over the days ( $p$ -value $<0,05$ ). Likewise, the FibDen, DucDen, L\_Bund2F, L\_Bund3F show oscillations with more increases than decreases, statistically significant ( $p$ -value  $< 0,05$ ), while the N°Fib/TSA, N°Duc/TSA, L\_Haz4F, MDF, FibGrow, LH\_TSA, LV\_TSA, TSA and the LW are continuously increased, although the L\_Bund1F also shows oscillations showing mostly decreases, with significant differences between evaluation days. On the other hand, it was found that FibDen, and DucDen are inversely related to AFD, and LW, but that with FibGrow, and TSA there is no significant linear relationship, while AFD has a direct relationship with LW, but with FibGrow, and TSA has no linear relationship some. It is concluded that, many characteristics were determined in an unprecedented way for the Junín breed, and also in the face of the evidence that FibDen, and DucDen can be evaluated in a practical and non-invasive way, and being related to the AFD and other characteristics, they could be used as selection criteria.

### ADDITIONAL KEYWORDS

Skin.  
Sheep.  
Hair duct.  
Fiber density.  
Skin surface.

### INFORMATION

Cronología del artículo.  
Recibido/Received: 03.05.2021  
Aceptado/Accepted: 15.07.2022  
On-line: 15.07.2022  
Correspondencia a los autores/Contact e-mail:  
[edgarquispe62@gmail.com](mailto:edgarquispe62@gmail.com)

## INTRODUCCIÓN

El ovino Junín es la primera raza ovina creada en el Perú y está adaptada a las condiciones ambientales de sierra alta y puna, aunque también prospera a nivel de valles interandinos y condiciones de costa. Es un animal de doble propósito, productor de carne y lana y se cría en sistema extensivo (Rojas 2011, p. 12). Aun cuando, existe cierta información sobre características productivas corporales y relacionados a las fibras de lana (Rojas 2011, p. 16; RGZP 2011, p. 2), en torno a esta raza; sin embargo, hay carencia de información basado en estudios longitudinales a través del tiempo sobre crecimiento y desarrollo de las fibras, variación de sus características en el tiempo y las relaciones existentes entre ellas.

La información existente en torno a dichas características, es producto de trabajos realizados en ovinos Merino (Adams y Cronjé 2003, p. 2-3; Safari, Fogarty y Gilmour 2005, p. 271; Holman y Malau-Aduli 2012, p. 1), existiendo consenso que la finura es la característica física más importante de la lana en las diversas fases del procesamiento textil (D'arcy 1990, p. 133; Cottle 2010, p. 586; Wood 2010, p. 635). También es conocida la existencia de la relación directa entre peso vivo y diámetro de fibras (Puntilla *et al.* 2007, p. 131; Malau-Aduli *et al.* 2019, p. 7), existiendo diversos estudios sobre efectos de diferentes factores intrínsecos (edad, sexo, condición fisiológica, entre otros) y extrínsecos (alimentación, manejo, precipitación pluvial, entre otros) sobre características productivas y tecnológicas de la lana (Gallager y Hill 1970, p. 146; Atkins 1990, p. 20; Hatcher, Atkins y Thornberry 2005, p. 316; Safari, Fogarty y Gilmour 2005, p. 271; Abecia *et al.* 2005, p. 275; Puntilla *et al.* 2007, p. 131). Un aspecto particular es la relación directa entre el engrosamiento de la fibra y la edad, evaluado a través de la regresión de la media del diámetro de fibras (MDF) de la lana sobre la edad de los animales o por diferencia entre registros de la MDF a diferentes edades (Hill, Ponzoni y James 1999, p. 1375).

Las variaciones de la densidad de fibras (DenFib) y la densidad de conductos pilosos (DenCon), definidas como la cantidad de fibras o de conductos pilosos existentes dentro de un área de piel determinada, respectivamente, (expresadas generalmente como número de fibras o conductos pilosos por mm<sup>2</sup>: fibras/mm<sup>2</sup> o conductos/mm<sup>2</sup>, respectivamente), han sido poco estudiadas, probablemente por la dificultad de ser evaluadas en forma objetiva y práctica, pues los métodos existentes son indirectos (Bosman 1934, p. 218; Hardy y Wolf 1946, p. 378; Galpin, 1947b, p. 303) o invasivos o muy laboriosos y onerosos (Nagorcka, 1995, p. 1529-1530). Esta dificultad también se extiende a estudios en torno a la incidencia de diferentes tipos de haces de fibras existentes en la piel de los animales. Un haz de fibras, se define como la cantidad de fibras que emergen de un solo conducto piloso, pues varios investigadores demostraron que por un solo conducto piloso pueden emerger 1, 2, 3 o más fibras; de modo que, en la piel se pueden vislumbrar: haz de 1 fibra (Haz1F), de 2 fibras (Haz2F), o de más fibras (Hardy y Lyne 1956, p. 432; Nagorcka *et al.* (1995, p. 1532; Harland *et al.* 2015, p. 89; Quispe y Quispe 2019, p. 78), cuyas incidencias (I) se

pueden expresar como porcentaje dentro de un área de piel.

Existen evidencias en ovinos Merino que la DenFib está relacionada directamente con la cantidad de lana a producir (Hardy y Wolf 1946, p. 378; Madsen *et al.* 1941, p. 3; D'arcy, 1990, p. 89), y con la calidad de la misma - a mayor densidad de fibras, el vellón se preserva mejor del daño por efecto de la luz del sol, lluvia y polvo (D'arcy, 1990, p. 89), pero tendría una relación inversa el diámetro de fibra en ovinos Corriedale (Churata, 2021). Bosman (1934, p. 219) reportó que en la piel de ovinos Merino se encuentran entre 5500 a 10500 fibras/cm<sup>2</sup>, pudiendo variar entre regiones corporales con promedios alrededor de 5200 fibras/cm<sup>2</sup> (Cottle 2010, p. 588). En corderos Shropshire, se encontró que la densidad de fibras a las 10 y 52 semanas es de 2517 y 1970 fibras/cm<sup>2</sup>, respectivamente, disminuyendo durante este periodo casi 20% (Hardy y Wolf 1947, p. 75), lo cual se debería al incremento de superficie de piel a consecuencia del desarrollo y madurez de los animales (D'arcy, 1990, p. 73); mientras que, en ovinos Corriedale la densidad es de 7,5 fibras/mm<sup>2</sup> (Churata, 2021). En otras especies productoras de fibras, tales como alpacas y llamas, se encontraron densidades de 19,4 y 12,7, respectivamente (Quispe *et al.* 2019, p. 79).

Asimismo, se ha demostrado que de un conducto piloso (Hardy y Lyne 1956, p. 427), puede emerger 1, 2, 3 o más fibras (Nagorcka *et al.* 1995, p. 1532), en ovinos aún se carece de la incidencia de los diferentes haces de fibras; sin embargo, en alpacas se ha determinado que del  $24,9 \pm 5.5\%$  de conductos emerge solo una fibra mientras que del 28,2% emergen dos fibras, del 31,1% emergen tres fibras y del resto emigran entre 4 y 5 fibras (Quispe y Quispe 2019, p. 78).

Edwards *et al.* (1996, p. 366), explican que las fibras emergen a través de los conductos pilosos conforme van culminando su desarrollo los folículos secundarios; sin embargo, poco se sabe en qué medida van emergiendo las fibras a través del tiempo, pues aunque los folículos primarios completan su formación al nacimiento, no sucede lo mismo con los folículos secundarios originales ni los derivados, pues ellos recién completan su formación alrededor de las 12 y 18 semanas después del nacimiento (Hardy y Lyne 1956, p. 433); por tanto, después del nacimiento existirían nuevas fibras que irían emergiendo paulatinamente.

Estas razones nos llevaron a realizar el presente trabajo que tuvo como objetivos: a) evaluar las variaciones, cada 30 días, de 14 características relacionadas a la densidad de fibras, conductos e incidencias de haces de fibras, al diámetro y crecimiento de fibras y aquellos vinculados a la expansión de piel y peso vivo de corderos Junín desde el nacimiento hasta el destete, y b) analizar las tendencias y relaciones existentes entre ellos.

## MATERIAL Y MÉTODOS

El trabajo de campo se inició en octubre del año 2018 y finalizó en febrero de 2019, en la Unidad de Producción Casaraca de la SAIS "Túpac Amaru" Ltda. N° 1, que se ubicada en el Distrito de Paccha, Provincia

Yauli y Departamento de Junín, localizada a una altitud de 4030 metros sobre el nivel del mar, a una longitud de 11°22' 99" y latitud de 75° 53' 03", a 20 km de la ciudad de La Oroya.

El trabajo se inició con 24 corderos (12 machos y 12 hembras) de la raza Junín; sin embargo, a los 30 y 60 días murieron 5 de ellos, culminando el experimento con 19 animales (10 machos y 9 hembras), descartando las mediciones que se realizaron en dichos animales. Se seleccionaron corderos nacidos en el mismo día y pertenecientes a madres de una misma categoría, que fueron criadas bajo un sistema extensivo con acceso a fuentes de agua y alimentadas a base de pastos naturales, compuestos principalmente por gramíneas de los géneros *Nassella*, *Aciachnae*, *Muhlenbergia* y otros. Los datos se registraron cada 30 días, desde el día 0 (coincidente con el nacimiento) hasta los 120 días (momento que coincide con el destete).

El dispositivo denominado Fiber Den (Quispe y Quispe, 2019, p. 76-77) fue utilizado para determinar la DenFib, DenCon y la incidencia (expresado en %) de cuatro tipos de haces de fibras: incidencia de Haz de una sola fibra (I\_Haz1F), de haz dos fibras (I\_Haz2F), de haz de tres fibras (I\_Haz3F) y de haz de cuatro fibras (I\_Haz4F). Para tal fin, en la zona del costillar medio ubicada a la altura de la doceava costilla del ovino, se realizó corte de las fibras y luego se rasuró la piel en un área de 10 mm x 10 mm, dejando fibras de una altura entre 0,2 y 0,4 mm. Luego se realizó el teñido respectivo a fin de contrastar las fibras con la piel. Finalmente, se capturaron 5 imágenes de área 1 mm x 1 mm de piel de cada animal, en la zona anteriormente indicada. Luego, en dichas imágenes se realizó el conteo de la cantidad de conductos pilosos y fibras existentes, y se determinó la incidencia de los 4 tipos de haces de fibras (Ver **Figura 1**), utilizando el software del Fiber Den. Este procedimiento se repitió en la misma zona cada

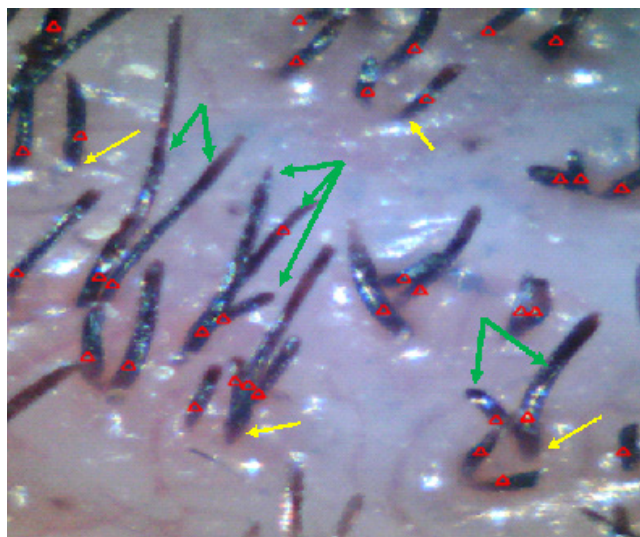


Figura 1: Identificación de fibras, conductos pilosos y diferentes haces de tipo de fibras mediante el procedimiento y dispositivo Fiber Den. En amarillo: conductos pilosos; en verde: haces de fibras; en triángulo rojo: fibras contadas. Fíjese que de los conductos pilosos emergen 1, 2 hasta 3 fibras (Identification of fibers, hair ducts and different fiber type bundles using the Fiber Den procedure and device. In yellow: hair ducts; in green: bundles of fibres; In red triangle: fibers counted. Note that 1, 2 to 3 fibers emerge from the hair ducts).

30 días. Previo a la preparación de la piel se realizaron mediciones de la longitud de mecha, utilizando una regla metálica milimetrada, a fin de evaluar el crecimiento mensual de la fibra (CrecFib), desde la base hasta la punta de la mecha, también cada 30 días.

Para evaluar la MDF, se tomó muestras de 3 g de fibras de lana de la zona del costillar medio (es decir de la misma zona de evaluación de la DenFib), de acuerdo a lo recomendado por Hygate (2003, p. 5). Las muestras fueron guardadas en un sobre de papel, para posteriormente medir la MDF con el equipo conocido como Fiber EC, de acuerdo al procedimiento indicado por Quispe et al. (2017, p. 824), en el Laboratorio de Lanasy Fibras de la Facultad de Zootecnia de la Universidad Nacional del Centro del Perú.

Inmediatamente, después del primer rasurado de la piel de los corderos en el costillar medio, se tatuó el perímetro de un cuadrado de 10 mm de lado mediante una jeringa de tuberculina con aguja y tinta tatuadora, al que denominamos área de piel tatuada (APT), determinado por dos lados horizontales y dos verticales. Cada 30 días se realizó mediciones del lado horizontal y vertical del APT (LH\_APT y LV\_APT, respectivamente), para monitorear la expansión del APT. También se determinó mensualmente la cantidad de fibras y conductos pilosos existentes en el APT (N°Fib/APT y N°Con/APT, respectivamente), que fue calculada mediante el producto de la DenFib o DenCon por el correspondiente APT (DenFib x APT o DenCon x APT). El peso vivo (Pvivo) de cada cordero, se tomó mediante una balanza, luego de la ingestión de calostro y posteriormente se continuaron registrando los datos mensualmente a primeras horas de la mañana.

En la **Tabla I**, se reporta las diferentes variables consideradas en el presente trabajo, con sus respectivas abreviaturas.

Para el análisis de las diferentes variables entre periodos mensuales se utilizaron análisis de varianzas (ANAVAs) considerando un diseño completamente al azar. La prueba de Duncan fue utilizada para la comparación de medias. Para evaluar las tendencias que más se ajustan a la variación de los datos a través del tiempo se utilizó análisis de modelos de regresiones lineales y no lineales, con sus respectivos coeficientes de determinación ( $r^2$ ); mientras que, para encontrar las relaciones de las diferentes variables por cada mes, se utilizó análisis de correlación de Pearson ( $r$ ). Previamente las variables pasaron por la evaluación de los supuestos de la estadística inferencial (distribución normal, homogeneidad de varianza e independencia de errores. Previo al análisis estadístico, los valores de las variables I\_Haz1F, I\_Haz2F, I\_Haz3F e I-Haz4F pasaron por una transformación angular (arco seno), pero luego fueron re-transformados para construir la Tabla 2. Los diferentes cálculos y procedimientos estadísticos fueron realizados mediante el software libre R Versión 3.6.1 y hoja de cálculo Excel.

## RESULTADOS

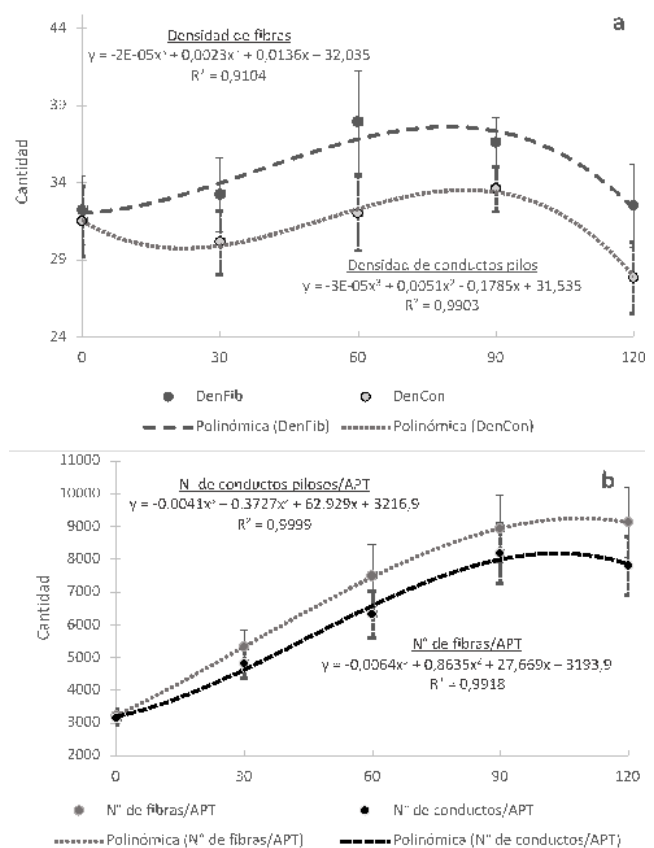
Las variaciones de las características asociadas a la densidad de fibras y conductos pilosos, al diámetro y crecimiento de las fibras, así como los caracteres de

**Tabla I.** Resumen de las abreviaturas y sus respectivos significados y expresiones que caracterizan a las variables empleadas en el presente trabajo (Summary of the abbreviations and their respective meanings and expressions that characterize the variables used in this work)

Abreviatura	Significado	Expresado en
MDF	Media de diámetro de fibra	µm
Pvivo	Peso vivo	kg
DenFib	Densidad de fibras	fibras/mm <sup>2</sup>
DenCon	Densidad de conductos pilosos	conductos/ mm <sup>2</sup>
I_Haz1F	Incidencia de haz conformado de por 1 fibra	%
I_Haz2F	Incidencia de haz conformado por 2 fibras	%
I_Haz3F	Incidencia de haz conformado por 3 fibras	%
I_Haz4F	Incidencia de haz conformado por 4 fibras	%
APT	Área de piel tatuada	mm <sup>2</sup>
LH_APT	Lado horizontal de área de piel tatuada	mm
LV_APT	Lado vertical de área de piel tatuada	mm
N°Fibras/APT	Cantidad de fibras dentro del APT	cantidad
N°Conductos/APT	Cantidad de conductos pilosos dentro del APT	cantidad
CrecFib	Crecimiento mensual de las fibras	mm/mes
I	Incidencia	%

expansión de piel y peso vivo durante el tiempo (0, 30, 60, 90 y 120 días) se muestran en la **Tabla II**. En ella se observa que existe suficiente evidencia para indicar que el tiempo tiene efecto sobre las 14 variables estudiadas. La DenFib, DenCon, I\_Haz2F, I\_Haz3F muestran variaciones con más incrementos que decrementos estadísticamente significativos ( $p$ -valor < 0,05); mientras que, el N°Fib/APT, N°Con/APT, I\_Haz4F, MDF, CrecFib, LH\_APT, LV\_APT, APT y el peso vivo se incrementan continuamente. De otro lado, la I\_Haz1F también muestra variaciones mostrando mayormente disminuciones, con diferencias significativas entre días de evaluación.

El comportamiento de las variaciones durante el tiempo, de las características vinculadas a la densidad de fibras y conductos se observan en las **Figura 2[a]** y **2[b]**, encontrándose que todas ellas tienen tendencias ajustadas a regresiones polinómicas de tercer grado, cuyos modelos explican bien las variaciones de dichas variables a través del tiempo, pues los coeficientes de determinación ( $r^2$ ) son todos mayores a 99%, con excepción del modelo polinómico de la densidad de fibras cuyo  $r^2$  es ligeramente mayor a 91%. La DenFib y DenCon al nacimiento reflejan valores muy similares [32,2, 0±2,3 fibras/mm<sup>2</sup> y 31,5, 0±2,3 conductos/mm<sup>2</sup> – valores que sigue a ± son los intervalos de confianza (IC)], a los 30 días no registran incremento o decremento significativo ( $p$ -valor>0,05), pero a los 60 días es notable el incremento de la DenFib (37,9±3,4 fibras/mm<sup>2</sup>), pero no de la DenCon que recién se incrementa a los 90 días (33,6±1,5 conductos/mm<sup>2</sup>), para finalmente ambos disminuir a los 120 días (32,5±3,4 fibras/mm<sup>2</sup> y 27,9±2,4 conductos/mm<sup>2</sup>). Al análisis de varianza se encontró que el tiempo tiene efecto sobre la DenFib y DenCon ( $p$ -valor: 0,005 y 0,006, respectivamente). Por otro lado, el N°Fibras/APT y el N° Conductos/APT, iniciando desde el nacimiento con 3222,1±225,1 fibras y 3148,5±226,3 conductos, incrementan significativamente cada mes hasta los 90 días (8920±1040 fibras y 8177±920 conductos), no existiendo un incremento o



**Figura 2:** Ploteo de medias con sus respectivos intervalos de confianza, obtenidos a los 0, 30, 60, 90 y 120 días de la densidad de fibras (DenFib) y la densidad de conductos (DenCon) [a]. En [b] se ubica el ploteo del N° de fibras por APT y N° de conductos pilosos por área de piel tatuada, de corderos Junín. También se vislumbra las líneas de mejor ajuste de tendencia, con sus respectivas ecuaciones de regresión y coeficientes de determinación de los modelos (Plotting of means with their respective confidence intervals, obtained at 0, 30, 60, 90 and 120 days of fiber density (DenFib) and duct density (DenCon) [a]. In [b] is located the plotting of the N° of fibers by APT and N° of hair ducts per area of tattooed skin, of Junín lambs. The lines of best trend fit are also glimpsed, with their respective regression equations and coefficients of determination of the models).

**Tabla II. Promedios (en negrita) y desviación estándar (en cursiva) de 19 corderos, por día de evaluación (en columnas), de las diferentes características estudiadas en corderos Junín (Averages (in bold) and standard deviation (in italics) of 19 lambs, per day of evaluation (in columns), of the different characteristics studied in Junin lambs)**

Variables	A 0 días	A 30 días	A 60 días	A 90 días	A 120 días
Caracteres de la densidad de fibras, conductos piloso e incidencias de haces de fibras					
DenFib (fibras/mm <sup>2</sup> )	<b>32,2<sup>C</sup></b> 5,0	<b>33,2<sup>bc</sup></b> 5,4	<b>37,9<sup>a</sup></b> 7,5	<b>36,6<sup>ab</sup></b> 3,6	<b>32,5<sup>C</sup></b> 6,0
DenCon (conductos/mm <sup>2</sup> )	<b>31,5<sup>ab</sup></b> 5,1	<b>30,1<sup>bc</sup></b> 4,6	<b>32,0<sup>ab</sup></b> 1,24	<b>33,5<sup>a</sup></b> 0,75	<b>27,9<sup>C</sup></b> 1,19
N° de fibras/APT (Cantidad)	<b>3222,1<sup>d</sup></b> 503,3	<b>5310,0<sup>C</sup></b> 1176,6	<b>7488,7<sup>b</sup></b> 2134,0	<b>8920,0<sup>a</sup></b> 2326,3	<b>9127,3<sup>a</sup></b> 2421,4
N° de conductos/APT (Cantidad)	<b>3148,4<sup>d</sup></b> 505,8	<b>4809,7<sup>C</sup></b> 1016,5	<b>6302,2<sup>b</sup></b> 1598,4	<b>8177,6<sup>a</sup></b> 2057,8	<b>7802,7<sup>a</sup></b> 1981,4
Incidencia de Haz1F (%)	<b>97,6<sup>a</sup></b> 1,8	<b>91,2<sup>b</sup></b> 6,3	<b>83,2<sup>C</sup></b> 7,9	<b>91,2<sup>b</sup></b> 5,9	<b>84,6<sup>C</sup></b> 4,4
Incidencia de Haz2F (%)	<b>2,4<sup>C</sup></b> 1,8	<b>7,9<sup>b</sup></b> 4,7	<b>15,4<sup>a</sup></b> 6,3	<b>8,4<sup>b</sup></b> 5,4	<b>14,0<sup>a</sup></b> 3,8
Incidencia de Haz3F (%)	<b>0,0<sup>b</sup></b> 0,0	<b>1,0<sup>ab</sup></b> 2,0	<b>1,2<sup>a</sup></b> 2,1	<b>0,4<sup>ab</sup></b> 0,9	<b>1,2<sup>a</sup></b> 1,3
Incidencia de Haz4F (%)	<b>0,0<sup>b</sup></b> 0,0	<b>0,0<sup>b</sup></b> 0,0	<b>0,0<sup>b</sup></b> 0,0	<b>0,0<sup>b</sup></b> 0,0	<b>0,1<sup>a</sup></b> 0,3
Caracteres ligados al diámetro y crecimiento de la fibra					
MDF (µm)	<b>18,1<sup>d</sup></b> 0,9	<b>21,2<sup>C</sup></b> 1,0	<b>22,5<sup>b</sup></b> 1,4	<b>23,3<sup>b</sup></b> 1,4	<b>24,4<sup>a</sup></b> 1,6
CrecFib (mm)	<b>5,6<sup>d</sup></b> 1,0	<b>8,2<sup>bc</sup></b> 1,0	<b>7,6<sup>C</sup></b> 0,8	<b>8,7<sup>b</sup></b> 0,8	<b>9,7<sup>a</sup></b> 1,8
Caracteres relacionados a la expansión de piel y peso vivo					
Lado horizontal del APT (mm)	<b>10,0<sup>e</sup></b> 0,0	<b>12,0<sup>d</sup></b> 0,9	<b>13,6<sup>C</sup></b> 1,3	<b>15,6<sup>b</sup></b> 2,8	<b>17,2<sup>a</sup></b> 2,8
Lado vertical del APT (mm)	<b>10,0<sup>C</sup></b> 0,0	<b>13,3<sup>b</sup></b> 0,6	<b>14,4<sup>b</sup></b> 1,0	<b>15,6<sup>a</sup></b> 2,7	<b>16,5<sup>a</sup></b> 3,0
APT (mm <sup>2</sup> )	<b>100,0<sup>e</sup></b> 0,0	<b>159,3<sup>d</sup></b> 18,8	<b>196,7<sup>C</sup></b> 30,9	<b>245,2<sup>b</sup></b> 64,4	<b>285,2<sup>a</sup></b> 80,2
Peso vivo (kg)	<b>3,6<sup>e</sup></b> 0,6	<b>7,7<sup>d</sup></b> 1,2	<b>11,3<sup>C</sup></b> 1,9	<b>17,3<sup>b</sup></b> 2,4	<b>21,4<sup>a</sup></b> 3,1

DenFib=Densidad de fibras; DenCon=Densidad de conductos; N° de fibras/APT=N° de fibras en área de piel tatuada; N° de conductos/APT=Número de conductos pilosos en área de piel tatuada; Haz1F=Haz conformado por una sola fibra que emerge por un conducto piloso; Haz2F: Haz conformado por 2 fibras que emergen por un solo conducto; Haz3F= Haz conformado por 3 fibras que emergen por un solo conducto; Haz conformado por 4 fibras que emergen por un solo conducto; MDF = Media de diámetro de fibra; CrecFib=Crecimiento mensual de fibra; APT=Area de piel tatuada. Valores con letras diferentes muestran diferencias significativas entre días de evaluación, de acuerdo a la prueba de comparación de Duncan.

decremento significativo a los 120 días (detalles sobre comparación de medias entre cada tiempo de evaluación se pueden ver en la **Tabla II**).

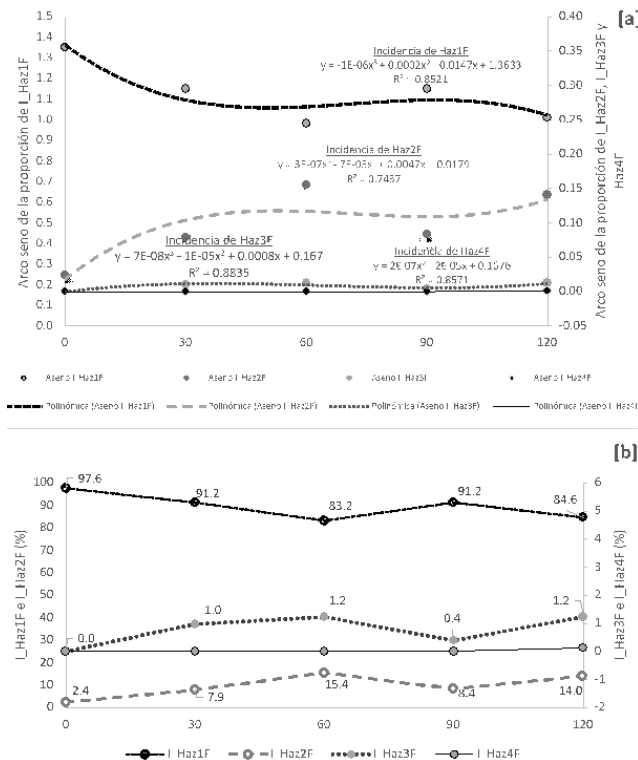
Al análisis de varianza, se encontró que existe efecto del tiempo sobre el arco seno de I\_Haz1F, I\_Haz2F, I\_Haz3F y I\_Haz4F (p-valor: <0,001, <0,001, 0,036 y 0,014, respectivamente). La I\_Haz1F al nacimiento tienen un porcentaje cercano al 100%; sin embargo, al transcurrir el tiempo disminuye dicha incidencia, pues van apareciendo haces de dos, tres y hasta cuatro fibras, de tal modo que la I\_Haz1F a los 120 días es solo de 84,6±1,0%, que difiere con los porcentajes observa-

dos a los 30 y 90 días (p-valor < 0,05). Contrariamente, la I\_Haz2F, va incrementándose en el tiempo de tal modo que a los 30 días llega a triplicarse y a los 60 días se sextuplica, con respecto la incidencia observada al nacimiento (7,9 y 15,4 contra 2,4 %, respectivamente). La I\_Haz3F tienen leves incrementos a través del tiempo, mientras que la I\_Haz4F, tiene una menor variación, pues aparecen sólo al cuarto mes (**Tabla II**).

La tendencia que tiene el arco seno de la I\_Haz1F, I\_Haz2F y I\_Haz3F se ajustan a modelos de regresión polinómica de grado 3, mientras que de la I\_Haz4F se ajusta a una regresión polinómica de grado 2, expli-

cando los modelos polinómicos de grado 3 en más del 85% las variaciones de dichas incidencias a lo largo del tiempo, los cuales son mostrados en la **Figura 3[a]**.

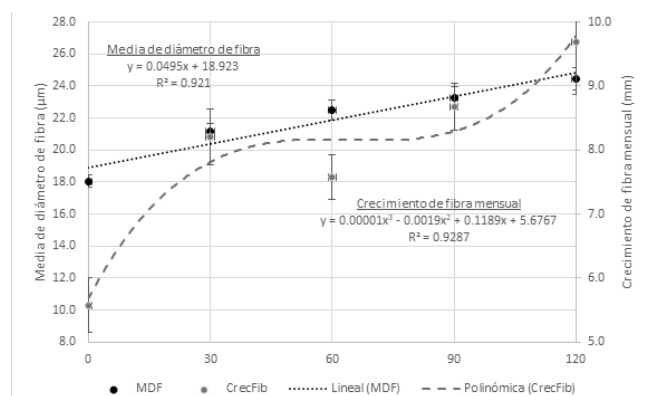
La MDF y el CrecFib tienen una tendencia a incrementarse con el tiempo, ajustándose bien el primero a un modelo de regresión lineal y el segundo a otro modelo de regresión polinómica de grado 3, pues ambos modelos explican en más del 92% las variaciones de la MDF y el CrecFib a través del tiempo (**Figura 4**). La MDF regularmente es cada vez mayor en los diferentes días de evaluación, existiendo una diferencia significativa entre ellos, a excepción entre los 60 y 90 días ( $22,5 \pm 0,6$  y  $23,3 \pm 0,6$   $\mu\text{m}$ , respectivamente). Los corderos en estudio nacieron con una MDF de  $18,1 \pm 0,4$   $\mu\text{m}$ ; sin embargo, las fibras que emigran después de los 30 días incrementan la MDF en  $3,1$   $\mu\text{m}$  aproximadamente, pero posteriormente el aumento de la MDF es más lento, pues a los 120 días las fibras llegan a tener  $24,4 \pm 0,7$   $\mu\text{m}$ , que conlleva a una tasa de incremento de la MDF de  $1,6$   $\mu\text{m}$  por corte realizado cada 30 días. Asimismo, durante todo el periodo de estudio, algunos corderos tuvieron un mayor incremento de la MDF más que otros; mientras que, en otros dos corderos se registraron que la MDF solo tuvieron reducidos incrementos (en  $3,7$  y  $4,4$   $\mu\text{m}$ ); contrariamente, otros dos corderos registraron mayor incremento de la MDF (hasta de  $9,2$  y  $9,0$   $\mu\text{m}$ ); sin embargo, en promedio se registró un incremento de la MDF en  $6,4$   $\mu\text{m}$ .



**Figura 3:** Ploteo de medias por días de evaluación (0, 30, 60, 90 y 120 días) de las incidencias de los diferentes tipos de haces de fibras (L\_Haz1F, L\_Haz2F, L\_Haz3F y L\_Haz4F) con transformación de arco seno [a], En [b], se observan las mismas incidencias, pero sin ninguna transformación (Plotting of averages per day of evaluation (0, 30, 60, 90 and 120 days) of the incidences of the different types of fiber bundles (L\_Haz1F, L\_Haz2F, L\_Haz3F and L\_Haz4F) with sine arc transformation [a], In [b], the same incidences are observed, but without any transformation).

De otro lado, se encontró que el tiempo tiene efecto sobre el CrecFib (p-valor <0,001), y que el CrecFib es bastante pronunciado durante los primeros los 30 días ( $8,2 \pm 0,4$  mm) pero sigue ese mismo ritmo de crecimiento hasta los 60 y 90 días (Ver detalles de comparación de medias en la Tabla II), pero a los 120 días alcanza el máximo crecimiento ( $9,7 \pm 0,8$  mm), que promediando arroja un ritmo de crecimiento de fibra de  $8,5$  mm/mes. Asimismo, aunque los corderos nacen con fibras de una longitud media de  $5,6 \pm 0,4$  cm, luego de cada corte va creciendo a una tasa que varió entre  $7,6$  y  $9,7$  cm/mes. Las variaciones entre individuos, desde el nacimiento hasta los 90 días, fueron pequeñas (la desviación estándar varió entre  $0,8$  a  $1,0$  cm); sin embargo, a los 120 días las variaciones se incrementaron en casi el doble (desviación estándar =  $1,8$  cm).

El APT (inicialmente de  $100$  mm<sup>2</sup>) se incrementó hasta casi triplicarse ( $285,2 \pm 35,9$  mm<sup>2</sup>) a los 120 días, existiendo diferencias significativas entre cada periodo de evaluación al análisis de varianza (p-valor < 0.001) y también de acuerdo a la prueba de comparaciones de Duncan (Ver **Tabla II**). También con respecto a LH\_APT y LV\_APT se encontraron diferencias significativas entre tiempos de evaluación (p-valor < 0,001 para ambos casos). Durante los primeros 60 días se encontró un mayor crecimiento del lado vertical que en el horizontal del APT ( $14,4 \pm 0,5$  contra  $13,6 \pm 0,6$  mm, respectivamente); sin embargo, a los 120 días la LH\_APT superó a la LV\_APT ( $17,2 \pm 1,3$  y  $16,5 \pm 1,3$ ), el mismo que, se reflejó notoriamente a los 120 días de edad del cordero ( $1,72$  contra  $1,65$  cm, respectivamente). Al análisis de la tendencia de dichos incrementos, se observa que el APT y el LV\_APT se ajustan muy bien a un modelo de regresión lineal simple, mientras que un modelo de regresión polinómica de grado 3 encaja bien a LV\_APT, pues dichos modelos explican casi perfectamente las variaciones de dichas variables a través del tiempo ( $r^2 > 0,99$  en todos los casos), tal como se puede observar en la **Figura 5[a]**.



**Figura 4:** Ploteo de medias con sus respectivos intervalos de confianza, obtenidos a los 0, 30, 60, 90 y 120 días de la media de diámetro de fibra (MDF) y el crecimiento de fibra mensual (CrecFib), de corderos Junín, También se vislumbra las líneas de mejor ajuste de tendencia, con sus respectivas ecuaciones de regresión y coeficientes de determinación de los modelos (Plotting of means with their respective confidence intervals, obtained at 0, 30, 60, 90 and 120 days of the average fiber diameter (MDF) and monthly fiber growth (CrecFib), of Junín lambs, The lines of best trend adjustment are also glimpsed, with their respective regression equations and coefficients of determination of the models).

El peso vivo es afectado por el tiempo (p-valor <0,05). Se incrementa cada 30 días, existiendo diferencias estadísticas significativas entre cada uno de los meses de evaluación de acuerdo a la prueba de comparación de medias de Duncan. De este modo, desde el nacimiento hasta el destete, se encontró un incremento de peso promedio de 17,8 kg, que correspondería a una tasa de incremento de 4,45 kg/mes. Asimismo, tal como indica la **Figura 5[b]**, la tendencia del incremento del peso vivo es lineal, ajustado a un modelo de regresión lineal que explica al 99% las variaciones del peso vivo durante el tiempo. Así, para efectos de predicción se podría considerar que en corderos Junín incrementa diariamente 151g de peso vivo.

La **Tabla III** muestra los valores de las correlaciones de Pearson y su significación entre diferentes características y durante los diferentes días de evaluación de los corderos Junín. En dicha Tabla, se observa la DenFib, tiene relación directa con la DenCon, encontrándose entre ellas correlaciones altas y significativas (varían +0,83 y +0,99); también que, la DenFib y DenCon: a) con la MDF tienen relaciones inversas en cada uno de los días de evaluación, pues los valores de las correlaciones son negativas; sin embargo, las más altas y significativas (p-valor = 0,02 y 0,01, respectivamente) se encuentran al momento del nacimiento, b) con

el CrecFib no tendrían relación lineal, pues a pesar que en todos los momentos se reflejan correlaciones positivas, ninguna de éstas son significativas, c) con el APT tampoco existiría relación lineal, ya que a pesar que en los primeros meses se obtienen correlaciones positivas y luego negativas, al análisis estadístico no resultan significativas; pero, d) con el peso vivo tienen relaciones inversas pues las correlaciones son negativas que varían entre -0,28 a -0,56) a los 0, 30, 60, 90 y 120 días, existiendo significación estadística en cada uno de los días de evaluación, a excepción del día 0, lo que indicaría que, corderos que con alta DenFib y DenCon tendrían menor peso vivo.

También se encontró que la MDF tiene relación directa con el Pvivo y el CrecFib desde 0 hasta los 120 días, existiendo significancia estadística a los 30, 90 y 120 días con el Pvivo, y solamente a los 60 días con el CrecFib, pero entre MDF y AreaPiel no se evidencian algún tipo de relación lineal, en ningún día de evaluación.

## DISCUSIÓN

Actualmente, no existen trabajos sobre densidad de fibras en corderos Junín, ni sobre el monitoreo por me-

**Tabla III.** Correlaciones entre peso vivo y algunas características de la piel y fibras de ovinos Junín, evaluadas en diferentes tiempos (0, 30, 60, 90 y 120 días) (Correlations between live weight and some characteristics of the skin and fibers of Junín sheep, evaluated at different times (0, 30, 60, 90 and 120 days).

Variables	A 0 días	A 30 días	A 60 días	A 90 días	A 120 días
DenFib con:					
- MDF	<b>-0,46</b> <i>0,023</i>	<b>-0,22</b> <i>0,185</i>	<b>-0,27</b> <i>0,131</i>	<b>-0,27</b> <i>0,133</i>	<b>-0,06</b> <i>0,402</i>
- DenCon	<b>+0,99</b> <i>&lt;0,001</i>	<b>+0,91</b> <i>&lt;0,001</i>	<b>+0,89</b> <i>&lt;0,001</i>	<b>+0,83</b> <i>0,001</i>	<b>+0,97</b> <i>&lt;0,001</i>
- CrecFib	<b>-0,12</b> <i>0,612</i>	<b>-0,24</b> <i>0,323</i>	<b>-0,28</b> <i>0,134</i>	<b>+0,15</b> <i>0,550</i>	<b>+0,11</b> <i>0,667</i>
- APT	N.C.	<b>+0,21</b> <i>0,378</i>	<b>+0,11</b> <i>0,642</i>	<b>-0,25</b> <i>0,304</i>	<b>-0,31</b> <i>0,194</i>
- Pvivo	<b>-0,28</b> <i>0,134</i>	<b>-0,56</b> <i>&lt;0,01</i>	<b>-0,47</b> <i>0,021</i>	<b>-0,56</b> <i>&lt;0,01</i>	<b>-0,41</b> <i>&lt;0,05</i>
DenCon con:					
- MDF	<b>-0,51</b> <i>0,013</i>	<b>-0,07</b> <i>0,384</i>	<b>-0,13</b> <i>0,298</i>	<b>-0,03</b> <i>0,451</i>	<b>-0,09</b> <i>0,360</i>
- CrecFib	<b>-0,10</b> <i>0,684</i>	<b>-0,15</b> <i>0,549</i>	<b>+0,12</b> <i>0,623</i>	<b>+0,33</b> <i>0,169</i>	<b>+0,05</b> <i>0,839</i>
- APT	N.C.	<b>+0,16</b> <i>0,518</i>	<b>+0,05</b> <i>0,831</i>	<b>-0,29</b> <i>0,236</i>	<b>-0,36</b> <i>0,136</i>
- Pvivo	<b>-0,25</b> <i>0,155</i>	<b>-0,47</b> <i>0,021</i>	<b>-0,38</b> <i>0,055</i>	<b>-0,36</b> <i>0,064</i>	<b>-0,47</b> <i>0,022</i>
MDF con:					
- CrecFib	<b>+0,07</b> <i>0,383</i>	<b>+0,22</b> <i>0,178</i>	<b>+0,41</b> <i>0,041</i>	<b>+0,08</b> <i>0,370</i>	<b>+0,16</b> <i>0,257</i>
- APT	N.C.	<b>-0,23</b> <i>0,835</i>	<b>0,11</b> <i>0,331</i>	<b>0,16</b> <i>0,258</i>	<b>0,19</b> <i>0,221</i>
- Peso vivo	<b>+0,07</b> <i>0,389</i>	<b>+0,56</b> <i>0,006</i>	<b>+0,48</b> <i>0,019</i>	<b>+0,68</b> <i>&lt;0,001</i>	<b>+0,41</b> <i>0,041</i>

En negrita las correlaciones de Pearson y en cursiva el p-valor, P vivo = Peso vivo; CrecFib=Crecimiento de fibras; DenFib=Densidad de fibras; DenCon=Densidad de conductos; APT=Area de piel tatuada; N.C.=No calculado.

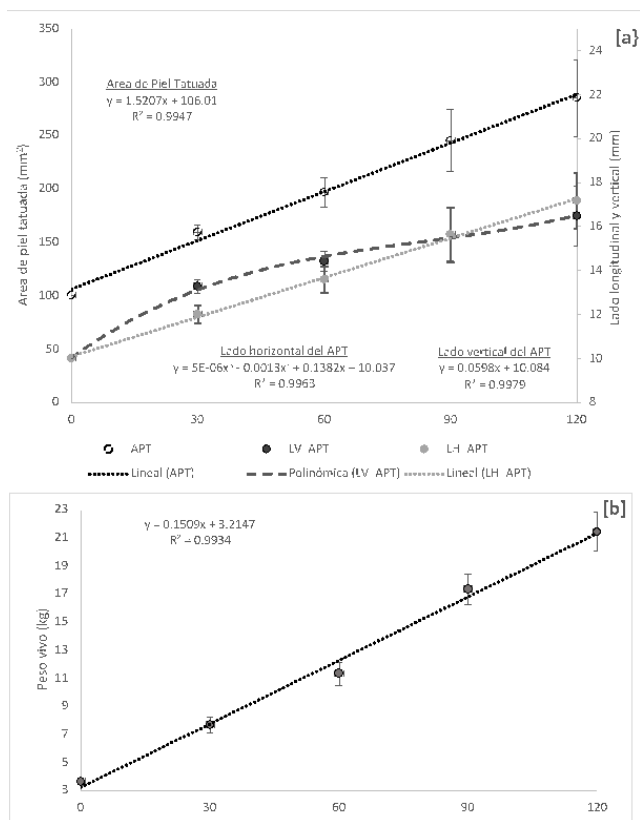


Figura 5: Ploteo de medias con sus respectivos intervalos de confianza, obtenidos a los 0, 30, 60, 90 y 120 días, del área de piel tatuada (APT), lado horizontal del APT, lado vertical del APT [a] y peso vivo [b], de corderos Junín. También se vislumbra las líneas de mejor ajuste de tendencia, con sus respectivas ecuaciones de regresión y coeficientes de determinación de los modelos (Plotting of means with their respective confidence intervals, obtained at 0, 30, 60, 90 and 120 days, of the tattooed skin area (APT), horizontal side of the APT, vertical side of the APT [a] and live weight [b], of Junín lambs. The lines of best trend fit are also glimpsed, with their respective regression equations and coefficients of determination of the models).

ses de la DenFib en ovinos de otras razas; por tanto, los resultados de este trabajo son novedosos; sin embargo, se han realizado monitoreos por meses sobre la densidad folicular, principalmente en ovinos Merino (Haydy y Lyne 1947, 423; Galpin 1947b, p. 311; Fraser 1954, p. 737). El procedimiento y dispositivo empleados (Fiber Den) para obtener la DenFib resulta ser novedosos, debido que anteriormente se recurría a dificultosas metodologías (Bosman 1934, p. 218 ; Hardy y Wolf 1946, p. 378; Galpin 1947b, p. 303 ; Nagorcka 1995, p. 1529-30), razón por la cual, probablemente existe aún carencia de trabajos en torno a la densidad de fibras y sobre la densidad de conductos, habiéndose por tanto, descuidado a la fecha, su consideración como criterio de selección para el mejoramiento genético de lanas y fibras, a pesar de la relación que tendría sobre la calidad y cantidad de fibras producidas por animal (Hardy y Wolf 1946, p. 378; D'arcy 1990, p. 19 y 89; Quispe y Quispe 2019, p. 79-80).

Los valores de DenFib encontrados, son inferiores a los reportados en ovinos Merino por Bosman (1934, p. 219), Hardy y Wolf (1946 p. 379), pero son mayores a

lo reportado en corderos Shropshire por Hardy y Wolf (1947, p. 75). Estas diferencias se deberían al efecto de la raza, pues los ovinos de raza Merino fueron seleccionados por decenios de años para la producción de lana fina que generó alta densidad folicular con capacidad de producir fibras finas, mientras que la raza Shropshire tiene especialidad cárnica, y a su vez los ovinos Junín fueron desarrollados para producir carne y lana.

A pesar del incremento de la superficie de piel (hasta casi triplicar el área inicial a los 120 días) la DenFib no disminuye, sino que más bien tiene un incremento significativo hasta los 90 días. Este hecho permite inferir que, luego del nacimiento se generan y van emergiendo nuevas fibras, probablemente a consecuencia de la generación de nuevos folículos pilosos (Aliaga 2012, p. 48) y también a la existencia de folículos rudimentarios que se desarrollan al encontrar suficiente espacio y nutrientes (Galpin 1947b, p. 311) que irían inclusive sobre compensando al incremento del área de piel.

Galpin (1947b, p. 306) trabajando en ovinos Romney desde 1 a 7 meses de edad, concluye que el incremento del número de folículos en un área definida casi seguiría el ritmo del aumento del área definida. Sin embargo, en función a la tendencia a través del tiempo encontrada (Figuras 2 y 5[b]), se puede deducir que la densidad de fibras incrementaría en mayor proporción que el incremento del área de piel tatuada hasta los 60 y 90 días, lo que podría deberse principalmente a la formación de folículos secundarios derivados, pero también a la evolución hacia la Fase 7 y Fase 8 de los folículos primarios y secundarios (Hardy y Lyne 1956, p. 429-431), pero luego de los 90 días el ritmo del incremento del área de piel sería proporcional al incremento de nuevas fibras. Por otro lado, la densidad de conductos pilosos incrementaría en proporción al incremento del área de piel hasta los 90 días, pero que luego sería el área de piel que incrementaría más, probablemente debido a la evolución desde la Fase 6 a la Fase 8 de los folículos primarios y secundarios originales, más no a la formación de nuevos folículos secundarios derivados, pues como indica Fraser (1954, p. 743), en ovinos entre los 28 y 35 días de edad la mayoría de los folículos secundarios alcanzan su desarrollo en la Fase 6.

Las evidencias indicadas anteriormente son respaldadas con la evaluación del N°Fib/APT y N°Con/APT, las cuales demuestran que, en ovinos Junín, tanto fibras nuevas como conductos pilosos, incrementarían en proporción mayor a la expansión del área de piel hasta los 90 días, pero luego el incremento proporcional sería similar al menos hasta los 120 días (Ver Figura 2[b]). Hardy y Lyne (1956, p. 433) y Edward et al. (1996, p. 366) señalaron que el desarrollo de todos los folículos se alcanza entre los 110 a 155 días, aunque Galpin (1947b, p. 311) afirma que en ovinos Romney, la maduración de folículos pilosos culmina recién a los 7 meses de edad, aunque no existe emergencia de fibras de todos ellos, pues muchos no podrían culminar su desarrollo debido a la falta de nutrientes debido a la falta de activación de genes que regulan el crecimiento y desarrollo folicular, siendo diferentes los genes que regulan la iniciación de los folículos (Adelson, Hollis y Brown 2002, p. 1008).



Hallazgos de la existencia e incremento de haces de fibras de Haz2Fib, Haz3Fib y Haz4Fib desde el nacimiento hasta el destete en corderos Junín, se debería a la generación y emergencia de nuevas fibras producto de la generación de nuevos folículos pilosos secundarios, así como al desarrollo de folículos secundarios rudimentarios que irían emergiendo por los mismos conductos que sus predecesores. Hardy y Line (1956, p. 433), Nagorcka et al. (1995, p. 1532) y Harland et al. (2015, p. 89), mostraron evidencias que haces foliculares comparten también conductos pilosos por donde emergen sus fibras. En ovinos Merino se han observado haces conformados por 10 fibras (Nagorcka et al. 1998, p. 118), mientras que en ovinos Border Leicester es más común observar haces de 2 o 3 fibras (Nagorcka et al. 1998, p. 118), aunque en piel de visón (Neovison vison) se han observado haces hasta de 30 fibras (Kondo et al. 2001, p. 5). Es difícil comparar el incremento paulatino de los diferentes tipos de haces de fibras, debido a la falta de información al respecto, por lo que los resultados de este estudio son inéditos para la raza estudiada.

Muchos trabajos de investigación concluyen que la edad tiene relación directa sobre la MDF. Atkins (1999, p. 20), así como Hatcher, Atkins y Thornberry (2005, p. 316) indican que, a mayor edad mayor es el diámetro, aspecto conocido como "micron blowout" (Hill, Ponzone y James 1999, p. 1375); sin embargo, en el presente estudio se demostró que los corderos incrementan el grosor de sus fibras en cada corte en forma regular (**Figura 4**), más que por efecto de la edad, ya que se consideraron corderos sólo hasta los 4 meses; por tanto, para efectos de predicción MDF, sugerimos el número de cortes (o esquilas) debiera ser considerado como variable independiente. Sin embargo, también se recomendaría realizar más investigaciones al respecto, principalmente cuando las esquilas se realizan 3 veces cada 2 años. Asimismo, se hace notorio la variabilidad del incremento de la MDF, lo cual resulta importante para la selección de ovinos debiendo considerarse como reproductores no solo animales que a la primera esquila tengan fibras con reducido diámetro, sino que también tengan incremento reducido en las siguientes esquilas. El incremento del diámetro de la fibra por efecto del corte o esquila, se debería al incremento de la síntesis de proteína adicional debido al crecimiento de la piel (Adams y Cronje 1999, p. 4-5; McGregor 2018, p. 118), pero también estimulado por el corte de fibra, deducción que necesita ser corroborada por investigaciones adicionales.

Considerando la tasa de crecimiento mensual encontrada (8,5 mm/mes), al año se tendría una longitud de 102,5 mm, que resulta concordante con el estándar racial indicado por RGZP (2011, p. 2) y Rojas (2012, p. 16). También los CrecFib hallados se encuentran dentro del rango reportado por Abecia, Valares y Forcada (2005, p. 267), quienes trabajando en ovinos Merino hallaron tasas entre 40 y 105 mm/mes. De otro lado, la tendencia de incremento del CrecFib en el tiempo y la existencia de diferencias entre meses, concuerdan con el hallazgo de Gallagher y Hill (1970, p. 146), quienes concluyen que, en animales jóvenes hasta el año de edad, el crecimiento de las fibras es rápido.

El incremento del área de piel se explica porque los animales necesitan crecer acorde al incremento de sus necesidades fisiológicas; por tanto, la superficie de la piel se incrementa porque el animal necesita mayor área para la difusión, nutrición y excreción, que son funciones importantes de este órgano, para lo cual recurren a mecanismos de hipertrofia e hiperplasia (Lawrence y Fowler, 1997, p. 96). Asimismo, el incremento del área de piel en el tiempo, resulta congruente con lo reportado por Galpin (1947a, p. 282), aunque los valores no son comparables debido a que realizó el monitoreo en ovinos Rommey, iniciando en un área tatuada de 2 cm x 2 cm, con evaluaciones cada 3 meses.

El hallazgo del ligero mayor incremento del lado horizontal comparado el lado vertical en la piel tatuada de los corderos, concuerda con lo encontrado por Hernández (2017, p. 36), quién, al realizar un trabajo morfométrico en ovinos Dorper y White Dorper, determinó que hasta los tres meses de edad los ovinos incrementan en longitud total en una proporción de 1,3 y 1,7 (respectivamente para cada raza) contra 1,0 con respecto al crecimiento en altura a la cruz, deduciendo que durante los primeros meses los ovinos Dorper y White Dorper tienen ligeramente mayor crecimiento en longitud que en altura.

La relación inversa de la DenFib y DenCon con la MDF, resulta importante desde el punto de vista del mejoramiento genético de la fibra, debido que sería la base para que la DenFib y DenCon puedan ser considerados como criterios de selección, pues al incrementarse la DenFib y DenCon no solamente se disminuiría el diámetro de fibra, sino que también se incrementaría la cantidad de fibra, lo cual ha sido fundamentado y remarcado en ovinos por Hardy y Wolf (1947, p. 378), Madsen et al. (1941, p. 3), D'arcy (1990, p. 89) y Churata (2021, p. 45), mientras que en alpacas son referidas por Quispe y Quispe (2019, p. 80). Adicionalmente, debido que al nacimiento es donde se encuentra la más alta relación de la MDF con la DenFib y DenCon, podríamos deducir que el momento para la selección por estos caracteres, sería al nacimiento de los corderos.

La relación inversa entre la DenFib con MDF, resultaría similar al tipo de relación entre densidad folicular con la MDF, que fue determinado por varios investigadores (Adelson, Hollis y Brown 2002, p. 1006), fundamentado bajo el criterio que de cada folículo emigraría una fibra (Nagorcka et al. 1995, p. 1532), con la ventaja que, actualmente el procedimiento y dispositivo (Fiber Den) para determinar en forma objetiva, práctica y no invasiva la DenFib y DenCon (Quispe y Quispe, 2019, p. 76-77).

Las correlaciones encontradas entre la MDF con Pvivo y el CrecFib, son similares a los reportados por Snyman, Erasmus y Van Wyk (1995, p. 72), Puntilla et al. (2007, p. 131) y Malalu-Aduli et al. (2019, p. 7), aunque superiores a lo reportado por Safari, Fogarti y Gilmour (2005, p. 281). La relación directa entre MDF y Pvivo sería debido a que los animales más pesados consumen mayor cantidad de nutrientes que serían direccionados también hacia los folículos los cuales tendrían suficientes nutrientes para producir fibras con mayor grosor y longitud, pues alrededor del 20% de las

proteínas formadas a nivel de la piel, son direccionadas hacia la formación de fibras (Adams y Conje 2002, p. 5). Adicionalmente, se ha observado que en animales más jóvenes y con menos peso tienen menor producción de fibra y con diámetro más finos, debido presumiblemente a la competición por los nutrientes entre los folículos y otros tejidos (Khan et al. 2012, p. 13762).

## CONCLUSION

Se reporta, por primera vez, la evaluación de la densidad de fibras y la densidad de conductos en ovinos de raza Junín, utilizando un procedimiento y dispositivo novedoso y práctico para trabajo en campo. Asimismo, la relación inversa de la MDF con la DenFib y DenCon encontrada demostraría que estas variables podrían ser criterios de selección en un programa de mejoramiento genético de la fibra de lana, con la ventaja de una probable reducción la MDF y un posible incremento el peso de vellón. También, existe un notorio y rápido incremento de la DenCon/APT y DenFib/APT durante los primeros 3 meses, reduciéndose el ritmo en el cuarto mes. El ritmo de incremento es mayor en la DenFib/APT que en la DenCon/APT, que sería a causa de la maduración de folículos primarios, así como a la formación y maduración de folículos secundarios originales y derivados, que conlleva al incremento de haces de 2 o más fibras.

La MDF incrementa en cada corte de las fibras, por lo que es posible proyectar la MDF en función al número de cortes, mediante una regresión lineal simple. También se encontró que el tiempo (0, 30, 60, 90 y 120 días) tiene efecto sobre el P vivo, DenFib, DenCon, DenFib/APT, DenCon/APT, CrecFib, AreaPiel e incidencia de los diferentes tipos de haces de fibras. Asimismo, la mayoría de estas variables tienen tendencias que se ajustan a una regresión polinómica de tercer grado, pero que la MDF, APT y el peso vivo se ajustan a una regresión lineal simple.

## AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a la SAIS Túpac Amaru, por brindarnos las facilidades logísticas, infraestructura y uso de los corderos.

## BIBLIOGRAPHY

- Abecia, JA, Valares, JA y Forcada, F 2005, 'The effect of melatonin treatment on wool growth and thyroxine secretion in sheep', *Small Ruminant Research*, vol. 56, pp. 265-70.
- Adams, NR y Cronjè, PB, 2003. 'A review of the biology linking fibre diameter with fleece weight, liveweight, and reproduction in Merino sheep'. *Australian Journal of Agricultural Research*, vol. 54, pp. 1-10.
- Adelson, DL, Hollis, DE y Brown, GH, 2002 'Wool fibre diameter and follicle density are not specified simultaneously during wool follicle initiation', *Australian Journal of Agricultural Research*, vol. 53, pp. 1003-09.
- Aliaga, J, 2012, Producción de ovinos, 1ra. Edición, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.
- Atkins, KD, 1990, 'Incorporating parameters for lifetime productivity into breeding objectives for sheep'. *Proceedings of the 4th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production XV*, 17.26, visto 04 abril

- 2020, <<https://pdfs.semanticscholar.org/8c23/9f773a0014225012558fa0d62d7f2aa02fe1.pdf>>.
- Bosman, V, 1934 'Fleece density in Merino sheep', *Onderstepoort Journal of Veterinary Science and Animal Industry*, vol. 3 no. 1, pp. 217-21.
- Castellaro, G, García, X, Magofke, JC y Marín, G, 2015, 'Peso vivo y crecimiento de corderos Merino precoz, Suffolk y Mestizos en praderas mediterráneas semiáridas de Chile', *Chilean Journal of Agricultural and Animal Sciences*, vol. 31, no. 3, pp. 60-9.
- Cottle, DJ, 2010, 'Wool preparation, Testing and Marketing', en DJ Cottle (ed.) *International Sheep and Wool Handbook*, Nottingham University Press, Reino Unido.
- Churata, R, 2021, 'Evaluación de la densidad de fibra y conductos pilosos en ovinos Corriedale del fundo Quchuchuni de la Provincia de San Antonio de Putina-Puno', Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Agrónomo, Universidad Nacional del Altiplano, Puno, visto el 20 de diciembre de 2021 <[http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/15310/Churata\\_Huacani\\_Roxana.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/15310/Churata_Huacani_Roxana.pdf?sequence=1&isAllowed=y)>.
- D'arcy, JB, 1990, *Sheep management and wool technology*. 3rd edn, New South Wales University Press Ltd, Australia.
- Edwards, J, Birtles, M, Harris, P, Parry, A, Paterson, E, Wickham, G y McCutcheon, S, 1996, 'Pre- and post-natal wool follicle development and density in sheep of five genotypes', *The Journal of Agricultural Science*, vol. 126, no. 3, 363-70.
- Forero, FJ, Venegas, M, Alcalde, MJ, Daza, A, 2017, 'Peso al nacimiento y al destete y crecimiento de corderos Merinos y cruzados con Merino Precoz y Ile de France: Análisis de algunos factores de variación', *Archivos de Zootecnia*, vol. 66, no. 253, pp. 89-97, visto 04 abril 2020, <<https://www.redalyc.org/pdf/495/49551221013.pdf>>
- Fraser, AS, 1954, 'Development of the skin follicle population in Merino sheep', *Australian Journal of Agricultural Research*, vol. 5, pp. 737-44.
- Galpin, N, 1947a, 'A study of wool growth Part I. Weight of wool', *The Journal of Agricultural Science*, vol. 37, no. 4, pp. 275-86.
- Galpin, N, 1947b, 'A study of wool growth Part II. Mean fibre thickness, density of fibre population, the área of skin covered by fibre, and the mean fibre length', *The Journal of Agricultural Science*, vol. 38, no. 3, pp. 303-13.
- Gallagher, JR y Hill, MK, 1970, 'Growth and wool production of single and twin born Merino lambs reared on a high plane of nutrition', *Proceedings of the Australian Society of Animal Production*, vol. 8, pp. 144-48.
- Hardy, JI y Wolf, HW, 1946. 'A comparison of the wira type density caliper with the electric density clipper', *Journal of Animal Science*, vol. 5, no. 4, pp. 378-81.
- Hardy, JI y Wolf, HW, 1947, 'Wool fiber density of Shropshire lambs', *Journal of Animal Science*, vol. 6, no. 1, pp. 72-82.
- Hardy, MH y Lyne AG, 1956, 'The pre-natal development of wool follicles in Merino sheep', *Australian Journal of Biological Sciences*, vol. 9, pp. 423-41.
- Hatcher, S, Atkins, KD y Thornberry, KJ, 2005, 'Age changes in wool traits of Merino sheep in Western NSW', *Proceedings of Advancement of Animal Breeding and Genetics*, vol. 16, pp. 314-17.
- Harland, DP, Woods, J, Vernon, J, Walls, R, Scobie, D, Plowman J, Cornellison C, Craven T, Itou, T, Kooike, K, Nagase, S, Clerens, S y Dyer J, 2015, 'Like follicle, ¿like fibre? Diameter and not follicle type correlates with fibre ultrastructure', *Key Engineering Materials*, vol. 671, pp. 88-94.
- Hernández, JA 2017, 'Comparación de ganancia de peso, longitud y altura a la cruz: En raza ovino dorper y white dorper bajo condiciones de trópico colombiano, Valle del Cauca'. Tesis de Grado. Universidad de La Salle., Colombia.
- Hill, JA, Ponzoni, RW y James, W, 1999, 'Micron blowout: heritability and genetic correlation with fibre diameter and secondary follicle diameter', *Australian Journal of Agricultural Research*, vol. 50, pp. 1375-79.
- Holman, BW y Malau-Aduli, AEO, 2012. 'A review of sheep Wool Quality Traits', *Annual Review & Research in Biology*, vol. 2, no. 1, pp. 1-14.

- Hygate, L 2003, *In shed testing training manual*. Informe Técnico del Proyecto Mackinnon. Universidad de Melbourne, visto el 24 de marzo de 2020, <[https://mackinnonproject.fvas.unimelb.edu.au/\\_\\_data/assets/pdf\\_file/0008/2038589/inshedtestingmanual.pdf](https://mackinnonproject.fvas.unimelb.edu.au/__data/assets/pdf_file/0008/2038589/inshedtestingmanual.pdf)>.
- Khan, MJ, Abbas, A, Ayaz, M, Naeem, M, Akhter, MS y Somro, MH, 2012, 'Factors affecting wool quality and quantity in sheep', *African Journal of Biotechnology*, vol. 11, no. 73, pp. 13761-66.
- Lawrence T.L. y Fowler V.R. 1997. Growth of farm animals. Publicado por CABI Publishing, Primera Edición, 330 pág.
- Madsen, MA, Phillips, RW, Christensen, JV y Henrie, RL, 1941, 'Comparison of two methods of determining wool density' *UAES Bulletins, Paper 257*, visto el 17 de enero 2022, <[https://digitalcommons.usu.edu/uaes\\_bulletins/257/](https://digitalcommons.usu.edu/uaes_bulletins/257/)>.
- Malau-Aduli, AEO, Nguyen, DV, Le, HV, Nguyen, QV, Otto, JR, Malau-Aduli BS y Nichols, PD, 2019, 'Correlations between growth and wool quality traits of genetically divergent Australian lambs in response to canola or flaxseed oil supplementation', *PLoS ONE*, vol. 14, no. 1, pp. 1-12.
- McGregor, BA, 2018, 'Physical, chemical, and tensile properties of cashmere, mohair, apaca, and other rare animal fibers', en AR Bunsel (ed.), *Handbook of Properties of Textile and Technical Fibres*, 2nd Edition, Woodhead Publishing pp. 105-31.
- Nagorcka, BN, Dollin, AE, Hollis, DE y Beaton, CD, 1995. 'A technique to quantify and characterize the density of fibres and follicles in the skin of sheep', *Australian Journal of Agricultural Research*, vol. 46, pp. 1525-34.
- Nagorcka, BN, Dollin, AE y Ringrose-Voase, AJ, 1998. 'Measurement of fibre density and fibre bundles in the skin of a sheep from different breeds', *Australian Journal of Agricultural Research*, vol. 49, pp. 113-126.
- Puntilla, ML, Mäki, K, Nylander, A y Rintala, O, 2007, 'Genetic parameters for wool traits in Finnsheep lambs', *Agricultura and Food Science*, vol. 16, pp. 124-35.
- Quispe, MD, Benavidez, G, Sauri, RA, Bengoechea, JJ y Quispe, EC, 2017, 'Development and preliminary validation of an automatic digital analysis system for animal fibre analysis', *South African Journal of Animal Science*, vol. 47, no. 6, pp. 822-33, visto 05 abril 2020, <<https://www.ajol.info/index.php/sajas/article/view/162641>>.
- Quispe, EC, Poma, AG, McGregor, BA y Bartolomé, J, 2014, 'Effect of genotype and sex on fiber growth rate of alpacas for their first year of fleece production', *Archivos de Medicina Veterinaria*, vol. 46, pp. 151-55.
- Quispe, EC y Quispe, MD, 2019, 'Método no invasivo para determinar densidad y haces de fibras en piel de animales vivos', *Archivos de Zootecnia*, vol. 68, no. 261, pp. 74-81, visto 05 abril 2020 <<https://www.uco.es/ucopress/az/index.php/az/article/view/3942>>.
- Registros Genealógicos Zootécnicos del Perú 2011, *El ovino de Raza Junín*, Programa de Mejoramiento Animal, UNALM, Lima, Perú.
- Rojas, F 2011, *El Ovino Junín*. Artículo Técnico. SAIS Túpac Amaru, Junín. Perú.
- Safari, E, Fogarty, NM y Gilmour AR, 2005, 'A review of genetic parameter estimates for wool, growth, meat and reproduction traits in sheep', *Livestock Production Science*, vol. 92, pp. 271-289.
- Snyman, MA, Erasmus, GJ y VanWyk, JB, 1995. Non-genetic factors influencing growth and fleece traits in Afrino sheep, *Suid-afrikaanse Tydskrif Vir Wetenskap*, vol. 25, no. 3, pp 70-74.
- Thompson, AN, Ferguson, MB, Campbell, AJD, Gordon, DJ, Kearney, GA, Oldham, CM y Paganoni BL, 2011. 'Improving the nutrition of Merinoewes during pregnancy and lactation increases weaning weight and survival of progeny but does not affect their mature size', *Animal Production Science*, vol. 51, pp. 784-93.
- Wood, EJ, 2010, 'Wool processing', en DJ Cottle (ed.) *International Sheep and Wool Handbook*, Nottingham University Press, Reino Unido.