



Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Universidad del Perú. Decana de América

Facultad de Medicina Veterinaria

Escuela Profesional de Medicina Veterinaria

**Variación en el diámetro de fibra por efecto de la
medulación en vellones finos de alpacas huacayas de
diferentes edades**

TESIS

Para optar el Título Profesional de Médico Veterinario

AUTOR

Ana Luz GUILLÉN PENADILLO

ASESOR

Víctor Raúl LEYVA VALLEJOS

Lima, Perú

2019



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

Referencia bibliográfica

Guillén, A Variación en el diámetro de fibra por efecto de la medulación en vellones finos de alpacas huacayas de diferentes edades [Tesis]. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Medicina Veterinaria, Escuela Profesional de Medicina Veterinaria; 2019.

HOJA DE METADATOS COMPLEMENTARIOS

CÓDIGO ORCID DEL AUTOR

0000-0002-5635-0689

CÓDIGO ORCID DEL ASESOR

0000-0001-9469-6755

DNI DEL AUTOR

4546368

DNI DEL ASESOR

24675829

GRUPO DE INVESTIGACIÓN

FINANCIAMIENTO DE LA TESIS

Recursos propios

UBICACIÓN GEOGRÁFICA DONDE SE DESARROLLÓ LA INVESTIGACIÓN DEBE INCLUIR LOCALIDADES Y COORDENADAS GEOGRÁFICAS

Facultad de Medicina Veterinaria de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Av. Circunvalación 28, San Borja 15021

Coordenadas geográficas: -12.081698. -76.987703

AÑO O RANGOS DE AÑOS QUE LA INVESTIGACIÓN ABARCÓ

Parte experimental: Marzo – Diciembre 2017



Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú, Decana de América
Facultad de Medicina Veterinaria
Escuela Profesional de Medicina Veterinaria

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE MÉDICO VETERINARIO

En el Auditorio Principal de la Facultad de Medicina Veterinaria, el **martes 23 de abril de 2019**, a las **12:00 horas**, se constituyó el Jurado Examinador designado mediante Resolución Directoral N° **0022-EPMV/FMV-2019**, integrado por los siguientes profesores:

MV. Dr. Alexei Vicent Santiani Acosta	Presidente de Jurado
MV. PhD. Victor Raúl Leyva Vallejos	Asesor de la Tesis
Ing. Mg. Juan Pavel Olazabal Loaiza	Miembro del Jurado
MV. Mg. Joel Iván Pacheco Curie	Miembro del Jurado

Luego de la instalación del Jurado, a cargo del Presidente del Jurado y bajo la dirección del mismo, la Bachiller Doña: **GUILLÉN PENADILLO, ANA LUZ** para optar el Título Profesional de Médico Veterinario, procedió a sustentar públicamente la Tesis:

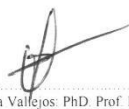
“VARIACIÓN EN EL DIÁMETRO DE FIBRA POR EFECTO DE LA MEDULACIÓN EN VELLONES FINOS DE ALPACAS HUACAYAS DE DIFERENTES EDADES”,

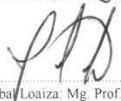
Luego de absolver las preguntas del Jurado y del público asistente, el Jurado deliberó con la abstención reglamentaria del Asesor de la Tesis y acordó su **APROBACIÓN** por **UNANIMIDAD**, otorgándole la nota de **DIECISÉIS (16)**.

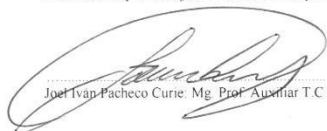
Habiéndose aprobado la sustentación pública de la Tesis, el Presidente en representación del Jurado recomienda que la Escuela Profesional de Medicina Veterinaria proponga la aprobación del **TÍTULO PROFESIONAL DE MÉDICO VETERINARIO** a la Facultad de Medicina Veterinaria y que ésta proponga al Rectorado el otorgamiento respectivo.

Siendo las **13:10 horas**, concluyó el acto académico de sustentación pública de Tesis en fe de lo cual suscriben la presente acta por cuadruplicado los integrantes del Jurado:

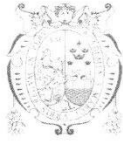

.....
Alexei Vicent Santiani Acosta: Dr. Prof. Principal. T.C.


.....
Victor Raul Leyva Vallejos: PhD. Prof. Principal. D.E.


.....
Juan Pavel Olazabal Loaiza: Mg. Prof. Asociado. T.C.


.....
Joel Ivan Pacheco Curie: Mg. Prof. Auxiliar T.C.





UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
Universidad del Perú, DECANA DE AMÉRICA

Facultad de Medicina Veterinaria
ESCUELA PROFESIONAL DE MEDICINA VETERINARIA

Trabajo sustentado y aprobado ante el Jurado designado por la Escuela Profesional de Medicina Veterinaria mediante Resolución Directoral N° 0022-EPMV/FMV-2019.

PRESIDENTE:

.....
ALEXEI VICENT SANTIANI ACOSTA

MIEMBROS :

.....
VICTOR RAÚL LEYVA VALLEJOS
ASESOR DE LA TESIS

.....
JUAN PAVEL OLAZABAL LOAIZA

.....
JOEL IVÁN PACHECO CURIE

San Borja, 05 de junio de 2019

V° B°



.....
Dra. Daphne Ramos Delgado
Directora
Escuela Profesional de Medicina Veterinaria

DEDICATORIA

A Dios, mi Salvador, por su grande amor y bondad.

A mis padres César Hugo y Ruth Elena, por guiarme y ser
mi apoyo incondicional.

A mis hermanos Hugo Roberto por su apoyo espiritual y
consejos, y Julio César, por su cariño.

A Carlos Ignacio, por ser mi amor bonito y motivo de
superación.

A mi mamá Ana y mamá Coco, por ser lo más dulce de mi
vida.

AGRADECIMIENTOS

- Al Dr. Víctor Leyva Vallejos, por mostrarme el camino a la superación, por sus sabios consejos y por el apoyo brindado en el desarrollo de este trabajo.
- A Carlos Huerta Medina, por ser mi apoyo en esta etapa final, por su paciencia y comprensión y por lo que aun nos queda por vivir.
- A mis amigos, por apoyarme y regalarme su cariño.
- A la Facultad de Medicina Veterinaria de la UNMSM, por ser mi alma mater.

INDICE GENERAL

	Pág.
INDICE GENERAL	v
RESUMEN	vii
ABSTRACT	viii
INDICE DE CUADROS	ix
INDICE DE FIGURAS	x
I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	3
2.1 Generalidades de la fibra de alpaca	3
2.2 Estructura de la piel y folículos pilosos de la alpaca.	4
2.3 Estructura de la fibra de alpaca	5
2.4 Parámetros de calidad de la fibra de alpaca	7
2.5 Normas técnicas peruanas (NTP)	8
III. MATERIALES Y MÉTODOS	11
3.1 Lugar de estudio y animales	11
3.2 Materiales	11
3.3 Procedimiento experimental	12
3.4 Análisis de laboratorio	13
3.5 Distribución de animales seleccionados	14
3.6 Análisis estadístico	15
IV. RESULTADOS	16
4.1 Análisis del promedio de diámetro de fibra por categoría y edad	16
4.2 Análisis del porcentaje de fibra según su categorización	17
4.3 Análisis de diámetro de fibra por tipo de medulación:	17
4.4 Análisis del porcentaje de fibra según el tipo de medulación	18
4.5 Análisis del promedio de diámetro de fibra de acuerdo a su categorización y tipo de medulación	18

V.	DISCUSIÓN	20
VI.	CONCLUSIONES	23
VII.	LITERATURA CITADA	24
VIII.	ANEXOS	29

RESUMEN

El presente estudio tuvo como propósito evaluar el efecto de la medulación y la edad en la variación del diámetro de 24703 fibras de muestras de vellón fino obtenidos del flanco de 186 alpacas hembras, Huacayas, blancas de 2D, 4D y boca llena. En base, al diámetro de las fibras y el tipo de medulación determinados microscópicamente en cada una de las 130 a 200 fibras de cada muestra, se categorizó las fibras como extrafinas (EX), finas (F), media finas (MF) y gruesas (G) y según la medulación como medula completa (MC), partida (MP) y sin medula (SM). El diámetro promedio de las fibras dentro de cada categoría y tipo de medulación fue similar entre las diferentes edades. Por otro lado, el efecto simple entre la categorías de las fibras y tipos de medulación resultó en una dependencia significativa ($P < 0.01$), donde el diámetro de la fibra incrementa por la presencia de medula (partida y completa) y disminuye en su ausencia. Se concluye que la presencia de medula causa variación en el diámetro de las fibras y la presencia de fibras con medulas partidas es el paso intermedio en la disminución del diámetro y frecuencia de fibras meduladas. Por otro lado, la ausencia del efecto de la edad asociado al efecto medioambiental de la esquila en alpacas de mayor edad sugiere la expresión de un potencial genético en alpacas que podrían ser usadas en programas de mejora genética.

Palabras claves: alpaca, medulación, diámetro, fibra.

ABSTRACT

The purpose of this study was to evaluate the effect of the medullation and age on the variation of the diameter of 24703 fibers of fine fleece samples obtained from the flank of 186 female alpacas, Huacayas, 2D white, 4D and full mouth. In base, to the diameter of the fibers and the type of medulation determined microscopically in each one of the 130 to 200 fibers of each sample, the fibers were categorized as extrafine (EX), fine (F), medium fine (MF) and coarse (G) and according to the medulation as complete marrow (MC), split (MP) and without marrow (SM). The average diameter of the fibers within each category and type of medulation was similar between the different ages. On the other hand, the simple effect between the categories of the fibers and types of medulation resulted in a significant dependence ($P < 0.01$), where the diameter of the fiber increases by the presence of marrow (split and complete) and decreases in its absence. It is concluded that the medulation causes variation in the diameter of the fibers and the presence of fibers with split medules is the intermediate step in the reduction of the diameter and frequency of the medullated fibers. On the other hand, the absence of the effect of age associated with the environmental effect of shearing in older alpacas suggests the expression of a genetic potential in alpacas that could be used in genetic improvement programs.

Keywords: alpaca, medullation, diameter, fiber.

INDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1: Categorización de vellones según la NTP-231.302:2014	10
Cuadro 2: Clasificación calidades según la NTP.231.301:2014	11
Cuadro 3: Obtención de muestras de vellón fino	15
Cuadro 4: Diseño experimental con el número de fibras por el tipo de medulación, categoría y edad del animal	16
Cuadro 5: Promedio de diámetro de fibras según la categoría y edad de las alpacas	17
Cuadro 6: Porcentaje de fibras del vellón según su categoría	18
Cuadro 7: Promedio de diámetro de fibra de acuerdo al tipo de medulación	18
Cuadro 8: Porcentaje de fibras del vellón según el tipo de medulación	19
Cuadro 9: Promedio de diámetro de fibra de acuerdo a su categorización y tipo de medulación	19
Cuadro 10: Porcentaje de fibras del vellón según el tipo de medulación y categoría de medulación	20

INDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1: Estructura de la fibra	6
Figura 2: Muestreo en la zona costillar medio	14

I. INTRODUCCIÓN

La alpaca en el Perú aporta como productos comercializables la fibra y la carne; siendo el vellón es uno de los principales productos exportables de la alpaca y al presente existe la tendencia de un mayor precio en el mercado por vellones de mayor calidad. Por este motivo, los productores han aplicado recomendaciones de programas de mejora genética en la calidad del vellón; sin embargo, el progreso al presente es lento o pobre, como lo refleja dos reportes sobre la evaluación fenotípica de la calidad de vellón en una población de 10,000 alpacas en el 2008 (Leyva *et al*, 2008) y 8,000 alpacas en el 2014 (Informe mejora en la producción de alpacas, Leyva, comunicación personal, 2014), reportándose la existencia de solo un 9% y 12% de alpacas con vellón fino respectivamente, menor al 14% que ha sido reportado el año 1978 (Leyva *et al*, 2008). Más aun, es notorio en ambos reportes como el porcentaje de alpacas con vellones finos cuando son crías disminuye progresivamente con el incremento en la edad, alcanzándose el mayor porcentaje en adultas con vellones medio gruesos y gruesos y se ha encontrado en estas calidades de vellones el mayor porcentaje de fibras meduladas, sobretodo en alpacas adultas (Antonini *et al*, 2004). Por otro lado, estos hallazgos sugieren, que en un gran porcentaje de alpacas las fibras finas del vellón tienen la tendencia de aumentar su diámetro (grosor) e incrementar la presencia de fibras meduladas por efecto de la edad y el probable efecto medio ambiental, para expresarse como vellón medio fino o grueso y por otro lado, el menor porcentaje de alpacas presentan una capacidad genética de preservar el diámetro de las fibras finas a pesar de los efectos medio ambientales descritos y se desconoce si lo mismo ocurre con las fibras meduladas.

En ovinos la presencia de fibras meduladas está asociada con vellones gruesos, menores a 60 counts ($>25 \mu$) (Ryder & Stephenson, 1968); no obstante, estudios indican su presencia también en vellones de mayor calidad, las cuales han sido casi eliminadas con una selección estricta, de manera que se han desarrollado razas con vellones largos y gruesos casi sin presencia de fibras meduladas (Ryder & Stephenson, 1968). La heredabilidad de fibras meduladas es media–alta (Ryder & Stephenson, 1968), por tanto, la falta de control en la presencia de fibras meduladas en el vellón de alpacas reproductoras puede resultar, a través del empadre, en una rápida diseminación de esta tara genética por su alto poder heredable y por tanto afectar drásticamente la calidad del vellón del rebaño de alpacas.

El objetivo del presente estudio es determinar la variación del diámetro de fibra por efecto de la medulación en vellones finos de alpacas Huacayas hembras de diferentes edades.

II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 Generalidades de la fibra de alpaca

- *Producción*

La producción de alpaca en el Perú representa el 80% de la producción total a nivel mundial, el 85% de esta producción se concentra en pequeños productores, el 10% en medianos productores y el 5% en empresas campesinas. La producción de fibra de alpaca está alrededor de las 4 500 TM, de las cuales el 90% se industrializa, y de ella más del 60% se exporta como tops y prendas; teniendo buena aceptación y demanda en el mercado mundial (MINAGRI, 2017).

- *Características textiles de la fibra de alpaca*

La fibra de alpaca es considerada como fibras especiales al igual que otras fibras animales como la Cashemire, Mohair, fibra de Yak y Musk Ox, fibra de Camellos, entre otras (Wang et al., 2003). En la industria textil, las fibras de alpaca tienen la característica de ser flexibles y suaves al tacto, poco inflamables, de bajo afieltramiento y poco alergénicas, siendo los tejidos elaborados con alpaca comparables con la lana ovina (Inka-Alpaca, 2009).

La fibra de alpaca posee la característica de suavidad y exhiben una elevada resistencia a la tracción (Xunying *et al.*, 2004). Estas fibras debido a que contienen unos “bolsillos” microscópicos

de aire en la médula van a permitir mantener la temperatura corporal posibilitando el uso de estas prendas en diferentes climas (Schmid *et al.*, 2006).

- *Factores que influyen en el diámetro de fibra*

Los factores que están implicados en la variación del diámetro de fibra serán clasificados en factores medioambientales externos y factores genéticos o internos (Quispe *et al.*, 2009). Los factores externos que modifican el diámetro son la nutrición, esquila y medio ambiente. Por otro lado, los factores internos son la edad, el sexo, estado fisiológico y hormonal. El diámetro de la fibra de alpaca incrementa a medida que el animal aumenta de edad. A partir de los cinco años sigue aumentando pero a menor proporción (Bustinza, 2001). Con respecto al sexo, se ha reportado que las hembras tienen un menor diámetro de fibra (Wuliji *et al.*, 2000). Bustinza en el 2001 concluye que no hay diferencia del diámetro entre hembra y macho.

2.2 Estructura de la piel y folículos pilosos de la alpaca.

La estructura y morfología de la epidermis de la alpaca va seguir un modelo similar a la de otros mamíferos, el cual va estar formada por tres capas: la epidermis, dermis e hipodermis (Gaitán, 1967; Chambilla, 1983; Bustinza, 2001). La epidermis posee cuatro estratos, el estrato más superficial es el Córneo y está formado por escamas de células muertas queratinizadas. Sigue el estrato Granuloso, una única capa de células aplanadas, con citoplasma distribuido hacia la superficie y con gránulos de queratohialina. En el tercer estrato se encuentra el espinoso que va estar formado por células poliédricas y por último encontramos al estrato Germinativo (Basal) formado por células de aspecto cúbicas y cilíndricas.

La dermis está formada por tejido conectivo y colágeno. En él se ubican los folículos pilosos, las glándulas sebáceas y sudoríparas, y el músculo erector del pelo. Esta segunda capa va estar dividida a su vez en dos capas: la lámina propia o dermis superficial, que se caracteriza por la contener tejido conectivo laxo y fibroцитos. Por otro lado vamos a tener a la otra sub capa conocida como dermis profunda, y en él se encuentra el bulbo piloso. La hipodermis también está formada por tejido conectivo laxo, y su característica más resaltante es que está conformada por un número elevado de células adiposas (Bustinza, 2001).

El folículo es considerado el elemento básico de la producción de fibra. Ésta se origina por una invaginación de la epidermis hacia la dermis, donde se formará el bulbo piloso. Las células

nuevas que se forman en el bulbo, a causa de la rápida división celular, van a provocar un ascenso de las células muertas que van alargándose y sufren un conjunto de reacciones químicas en su interior provocando su endurecimiento, proceso conocido como queratinización. Estas células muertas expulsadas del folículo forman la fibra de lana. Existen dos tipos de folículos: los folículos primarios, asociados a las glándulas sebácea y sudorípara, y el músculo erector, y dan origen a las fibras largas y gruesas, y el folículo secundario, que se acompaña de glándulas sudoríparas y da origen a las fibras finas y cuyo desarrollo es alrededor de los folículos primarios (Bustinza, 2001).

Los folículos pilosos de la alpaca, vistos en una corte paralelo a la superficie de la piel, se encuentran formando nidos foliculares distribuidos como grupos foliculares compuestos (GFC) y grupos foliculares simples (GFS). Los primeros están conformados por folículos pilosos primarios y folículos pilosos secundarios. Por otro lado, los GFS se forman solo de folículos secundarios (Badajoz et al, 2009).

El desarrollo prenatal de los folículos primarios en alpacas son los primeros en aparecer y esto ocurre entre los 90 y 147 días después de la concepción (Mamani, 1988) y la diferenciación final ocurre entre los 187 a 214 días de gestación (Yi, 1995).

Con respecto del folículo secundario, van a existir dos tipos: el folículo secundario original, que empieza su desarrollo a los días 187 días de gestación y ocurre de manera muy similar a los folículos primarios. Y el folículo secundario derivado, que se desarrolla a partir del día 264 de gestación aproximadamente. La maduración de los folículos secundarios se verá completa después del nacimiento (Yi, 1995).

2.3 Estructura de la fibra de alpaca

Al observar con microscopio un corte transversal de la fibra de alpaca, con aumento 200x a 500x, se pueden apreciar tres capas: cutícula, corteza y médula, que se distribuyen de una manera concéntrica (Bustinza, 2001). Figura 1.

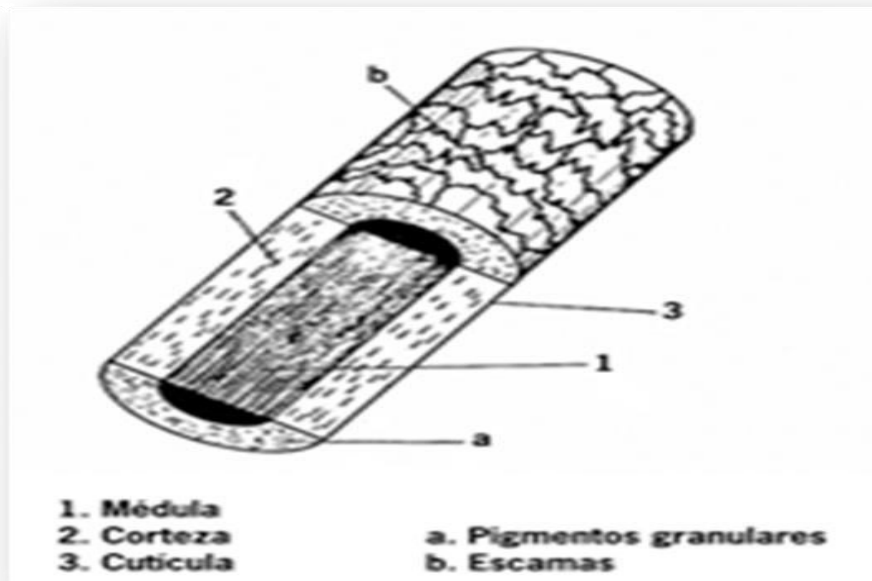


Figura 1: Estructura de la fibra. Fuente: Rodríguez T, 2006

La cutícula es la capa externa de la fibra, formada por células planas de formas poligonales, superpuestas unas a otras a manera de escamas de un pez. Entre la raza Suri y Huacaya se ha observado diferencias en la superficie de la fibra, en la raza Suri es más suave, mientras que en la raza Huacaya es más áspera. (Villarroel, 1991).

La corteza es la capa media y su grosor aumenta a medida que el diámetro de la fibra se reduce. Se pueden observar fibras que sólo tienen cutícula y corteza, y en estas fibras la corteza forma más del 90% de la masa total, esto es característico en fibras finas. En las fibras gruesas se llega a distinguir las tres capas, y en este tipo de fibras la corteza representa menos de la mitad de la fibra total.

De acuerdo al plano de observación la médula de la fibra va presentar diversas características. A la observación longitudinal, la médula estará ausente en fibras finas, será interrumpida, partida o delgada en fibras media finas y de tipo “lattice” o enmallado en las fibras gruesas. En un corte transversal, la médula se observa como una marca oscura ocupando el centro, y puede tomar diversas formas (Bustinza, 2001). La médula se puede encontrar presente en la mayoría de las fibras gruesas y en algunos casos en fibras finas, su presencia y distribución va estar en función al diámetro de la fibra. En las fibras finas se va observar una sección circular o elíptica, algunas no tendrán médula o presentaran una médula fragmentada. Por el contrario las fibras gruesas en su mayoría se observará la presencia de una médula completa o interrumpida (Zoccola, 2014).

2.4 Parámetros de calidad de la fibra de alpaca

- *Diámetro de fibra*

El diámetro es considerada como la finura de la fibra que se mide en micras (Carpio, 1978) y representa uno de los parámetros de mayor importancia (Quispe, 2013), debido a que este permite establecer el precio en el mercado, a pesar que el precio es establecido por el peso del vellón; sin embargo, la evaluación de diámetro de fibra resulta un problema a causa de su costo y acceso a los métodos existentes principalmente para los productores de pequeña escala (McColl A 2004).

El diámetro es un parámetro altamente variable, esto es provocado debido a cambios fisiológicos como la gestación, lactación, destete o enfermedades, pero también puede causarlo la edad, sexo, raza, temperatura, fotoperiodo, estrés, época del año, esquila y factores propios del medio ambiente natural de la alpaca (Solis, 1991)

- *Tasa de medulación*

Las fibras individuales proyectadas serán clasificadas de acuerdo a la presencia o ausencia de médula en: fuertemente, continuas, fragmentada, interrumpidas y sin médula (figura 10). En la mayoría de las fibras de alpaca se va a observar una estructura medular cuya forma y distribución está en función al diámetro de la fibra. Generalmente las fibras finas no poseen médula o contienen una medula fragmentada, en ambos casos se va observar transversalmente una sección circular; mientras que las fibras ordinarias o gruesas se va encontrar la presencia de médula entera o interrumpida en toda su longitud, siendo amplia y sólida, y en el corte transversal la médula toma diversas formas, que van desde ovoide, con forma de riñón, irregular, hasta tomar formas de S o T (Villaruel, 1963; Martínez *et al.*, 1996; Bustinza, 2001; Franco *et al.*, 2009; Zoccola, 2014 y McColl, 2004).

La forma y distribución de la medula va afectar en gran medida las características del producto, especialmente en teñido porque causa mayor refracción de la luz lo que provoca que las fibras teñidas aparezcan más claras (Rodríguez, 2006).

La presencia de fibras meduladas es un potencial heredable, que puede activarse por diferentes factores externos, como la alimentación, que promueve un ritmo de crecimiento rápido (Santiago, 2004).

Según los trabajos realizados por Martínez et al (1996) reportó informe de tasa de medulación en Alpacas Suri de 42,6%, Huacaya 21% y vicuña 4.5%. Charcas (1997), sobre una población de 980 alpacas criadas en diferentes regiones de Bolivia, el porcentaje de medulación fue de $15.3 \pm 14.4\%$. Aylan-Parker y McGregor, (2002) al realizar estudio en fibras de alpacas en cuatro granjas al sur de Australia encontró 24.4% de tasa de medulación. Wang y Liu, (2005) en un estudio realizado en Australia, sobre la morfología y propiedades físicas de la fibra de alpaca indica que la tasa de medulación para fibras de alpacas oscila entre 28% a 67%. McGregor (2006) al realizar estudios en sur de Australia en una población de 1100 alpacas en diferentes edades encontró 20.0% de fibras meduladas. Lupton (2006), sobre una población de 585 alpacas criadas en Estados Unidos proveniente de 6 diferentes regiones, para animales de uno y dos años de edad y adultas encontró 59.0% de medulación.

2.5 Normas técnicas peruanas (NTP)

Las Normas Técnicas Peruanas (NTP) tienen como objetivo establecer las buenas prácticas pecuarias para la esquila y el manejo del vellón de la fibra de alpacas *Lama pacos*.

- *Categorización de la fibra en vellón de alpaca*

“Se define a la categorización como el proceso de calificación del vellón en su integridad, sin fragmentarlo o separar sus partes, el cual se pondera de acuerdo al contenido de calidades (porcentaje de fibras finas) superiores o inferiores, longitud de mecha y colores definidos. La categorización es realizada por una persona especializada, quien lo califica y ubica en la categoría que corresponde” (Lencinas y Torres, 2010)

La NTP (Cuadro 2) clasifica la fibra de alpaca en cuatro categorías para su venta en vellón.

Cuadro 1: Categorización de vellones según la NTP-231.302:2014

CATEGORIA	CONTENIDO DE CALIDADES		LONGITUD DE MECHA	COLOR	Contenido mínimo Baby (%)
	Superiores** (%)	Inferiores *** (%)	MINIMA (mm)		
Extrafina	70 o más	30 o menos	65	Entero*	20
Fina	55 a 69	45 a 31	70	Entero*	15
Semi fina	40 a 55	60 a 45	70	Entero*- Canoso	5
Gruesa	Menos de 40	Más de 60	70	Entero*- Canoso- Pintado	

Fuente: (NTP.231.302.2014), 2014

*Color entero: blanco, beige, café, gris y negro.

**Calidad superior: Grupo cuya medida es menor a 26,5µm, y largo no menor a 65 mm. No deben ser quebradizas.

***Calidad inferior: Grupo cuya medida es mayor a 26,5µm y un largo mínimo de 70 mm.

- *Clasificación de la fibra de alpaca*

“La clasificación consiste en la separación de la fibra en grupos que presenten iguales características, separando partes finas de las gruesas retirando además, las sustancias que no son de la fibra (tierra, guano, pintura, pitas, plásticos, entre otros). En un vellón existen diferentes calidades de fibra, está en relación a la calidad genética del animal, las fibras más finas del vellón están en el lomo, la espalda, grupa, costillar, nalgas. Las partes bajas (bajo vientre y bragas) del vellón tienen calidades gruesas, y por fibras cortas de la barriga, patas, cola y pecho”. (Lencinas y Torres, 2010).

La clasificación debe ser realizada por personal entrenado y calificado según los criterios de la NTP.231.301:2014. Esta clasificación se da por grupos de calidades tomando en consideración lo siguiente:

- Finura.- Selección manual y visual, registrando el diámetro de la fibra;
- Longitud.- Selección manual y visual, y se puede obtener fibra larga o corta.
- Color.- Selección manual y visual, y deben observarse las diferentes tonalidades de los colores básicos naturales.

Cuadro 2: Clasificación calidades según la NTP.231.301:2014.

GRUPO DE CALIDADES	FINURA (MM)	LARGO (MM)	HUMEDAD (% MAX)	SÓLIDOS MINERALES (%MAX)	GRASA (%MAX)
Alpaca Súper Baby	Igual o menor a 20	65	8	6	4
Alpacas Baby	20.1 a 23.5	65	8	6	4
Alpaca Fleece	23.1 a 26.5	70	8	6	4
Alpaca Medium Fleece	26.6 a 29	70	8	6	4
Alpacas Huarizo	29.1 a 31.5	70	8	6	4
Alpaca Gruesa	Más de 31.5	70	8	6	4
Alpaca Corta	-	20 a 50	8	6	4

Fuente: (NTP.231.301.2014), 2014

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Lugar de estudio y animales

Para el presente estudio, las muestras de fibras de vellón fino de alpacas Huacaya blancas fueron obtenidos de muestras de vellón colectados en la evaluación de la variabilidad en la calidad de vellones de alpacas de una población de 3800 y 4000 alpacas de comunidades de los distrito de Macusani en el departamento de Puno y de Ocongate en el Departamento del Cusco respectivamente, en el desarrollo de un proyecto sobre mejoramiento en la producción de Alpacas. Las zonas alpaqueras se ubicaban entre 4300 y 5000 msnm. Las muestran procedieron de alpacas hembras Huacayas blancas de edades entre 2 a 3,5 (dos dientes), 3,5 a 4,5 (cuatro dientes) y > 4,5 años (boca llena) de edad. La evaluación y la colección de muestras del grupo de alpacas fueron realizadas entre los meses de mayo y junio

La alimentación de los animales fue a base de pastura nativa, con un horario de pastoreo entre 8:00 am a 6:00 pm y el manejo de la sanidad sujeto al calendario de manejo sanitario de las comunidades. El manejo reproductivo fue el tradicional empadre continuo donde machos y hembras permanecen juntos a través del año. La esquila en las alpacas jóvenes es generalmente a los dos años de edad y a mayor edad cuando el crecimiento del vellón es alrededor de 1.5 año.

Las muestras de vellón obtenidas fueron evaluadas en el Laboratorio de Fibra de la Facultad de Medicina Veterinaria de la Universidad Nacionales Mayor de San Marcos

3.2 Materiales

Se emplearon:

- ✓ Recipientes con agua procesada para el lavado y la obtención de fibras limpias
- ✓ Estufa para el secado de las fibras lavadas
- ✓ Campana de desecación con sílica gel para el acondicionamiento de las muestras a 22-23°C y 62-67% de humedad relativa.
- ✓ Balanza de precisión, con sensibilidad de 0.0001mg
- ✓ Micrótopo, para el corte de 0.6 mm
- ✓ Láminas portaobjetos y cubreobjetos
- ✓ Bálsamo de Canadá
- ✓ Microscopio de proyección (fibrómetro) para la medición del diámetro de fibra y detección de fibras meduladas.

3.3 Procedimiento experimental

- Evaluación fenotípica de la calidad del vellón

La calidad de vellón fue evaluado por técnicos capacitados y previamente adiestrados para el reconocimiento de las calidades del vellón con la finalidad de minimizar la variabilidad de la evaluación entre y dentro de los técnicos. Para la clasificación de la fibra se consideró las siguientes categorías: fino, medio fino/medio grueso, y grueso. Las alpacas con vellón fino fueron seleccionadas como reproductoras de los cuales se obtuvieron las muestras para el presente estudio.

- Obtención de muestras:

Las muestras de fibra fueron extraídas de la zona del flanco derecho del cuerpo de la alpaca, tomando como puntos de referencia las últimas costillas y la distancia de 10 cm debajo de la columna vertebral, zona del costillar medio, que presenta mayor uniformidad en el diámetro de fibra (Villarreal, 1963) (Figura 3). De esta zona se obtuvo las muestras de mechales del vellón con una tijera a nivel de la piel y fueron conservadas en bolsas de papel kraft identificadas con la fecha de colección, su clasificación de calidad, edad de la alpaca y su procedencia; de esta forma fueron mantenidas en ambiente acondicionado para su procesamiento.



Figura 2: Muestreo en la zona costillar medio

3.4 Análisis de laboratorio

Se usó la fibra limpia obtenida de cada muestra inicial y la técnica de proyección microscópica, siguiendo las normas descritas por la IWTO-8-97, para lanas y otras fibras de origen animal; el procedimiento se efectuó de la siguiente manera:

- *Lavado*: las muestras debidamente identificadas, fueron lavadas con una combinación de detergente y bicarbonato de sodio; en un primer recipiente se colocó 250 g de detergente y 25g de bicarbonato de sodio diluido en 1000 cc de agua temperada de 50 a 60°C; en el segundo y tercer recipiente solo fue considerada la cantidad de 150 y 100 g de detergente respectivamente, ambos diluidos en la misma calidad de agua. Dos últimos recipientes conteniendo la misma agua temperada fueron utilizados para el enjuague. Para todos los recipientes el lavado tuvo una duración de 10 minutos.
- *Secado/Acondicionamiento/Montaje*: las muestras lavadas fueron inmediatamente colocadas en la estufa a 70°C por 24 horas para su secado. Las muestras limpias y secas fueron acondicionadas en campanas de desecación conteniendo sílica gel, por 24 horas, en un ambiente aproximado de temperatura de 20-23°C, y de humedad relativa de 62-67%. Inmediatamente, porción de estas muestras fueron colocadas en un micrótopo y el corte fue realizado a una altura de 0.6 mm; el total de fibras así obtenidas fueron montadas en un portaobjetos, se les colocó Bálsamo de Canadá y se

cubrieron con una lámina cubreobjetos, con la identificación respectiva de cada muestra, siendo mantenidas por 24 h en el ambiente indicado para la desecación del bálsamo y luego proceder a su lectura.

- *Lectura:* las láminas preparadas fueron llevados al microscopio de proyección para su respectiva lectura, con un objetivo de 20x (500 aumentos). Se considero, que después de la lectura de 3 láminas un descanso de 1 hora para evitar errores en la lectura por stress de esta actividad. En un formato de planilla de registro de datos y cálculos (Anexo N° 1) fueron anotados las lecturas de diámetro de fibra y de manera simultánea la identificación de los tipos de fibra de acuerdo a su medulación como no meduladas, medulas partidas (medula fragmentada y medula discontinua) y con medulación completa (Anexo N°2).

3.5 Distribución de animales seleccionados

De las alpacas seleccionadas con vellón fino como reproductores, en base a las edades consideradas para el presente estudio y su procedencia, se seleccionaron al azar 186 muestras; la distribución de las mismas se detalla en el cuadro 3.

Cuadro 3: Obtención de muestras de vellón fino

LOCALIDAD	EDAD			TOTAL
	2D	4D	BLL	
Ocongate	22	12	25	59
Macusani	38	30	59	127
TOTAL	60	42	84	186

2D= 2dientes aprox. 2 a 3,5 años; 4D= cuatro dientes aprox. 3,5 a 4,5 años; BLL= boca llena aprox. 4,5 años a más.

De cada muestra, según la técnica descrita por Braga y Leyva, 1996, se midió el diámetro de 130 a 200 fibras y paralelamente se determinó el tipo de fibra de acuerdo a la medulación como fibras con medula completa (MC), medula partida (MP) y sin medula (SM). Las fibras según su diámetro fueron categorizadas como sigue: extrafino (EF): $\leq 20,49\mu$, fino (F): 20,5 a 22,99 μ , medio fino (MF): 23 a 24.49 μ y grueso (G): $\geq 25 \mu$. Este rango fue estricto por proceder las muestras de alpacas seleccionadas con vellón fino, a fin de establecer su relación con el tipo de medulación.

En total se determino el diámetro y el tipo de medulación de 24703 fibras y según su categorización y la edad de procedencia se obtuvo el siguiente diseño de experimental para su análisis, según se muestra en el cuadro 4.

Cuadro 4: Diseño experimental con el número de fibras por el tipo de medulación, categoría y edad del animal

EDAD	TOTAL DE FIBRAS	EF (≤ 20.49)			F (20,5 -22,99)			MF (23-24,99)			G (≥ 25)		
		SM	MP	MC	SM	MP	MC	SM	MP	MC	SM	MP	MC
2D	8047	3752	1372	52	228	651	62	114	560	89	98	651	418
4D	5609	2925	832	32	125	393	43	66	335	62	34	411	351
BLL	11047	5288	1958	50	247	838	70	123	750	114	100	984	525
	24703	11965	4162	134	600	1882	175	303	1645	265	232	2046	1294

2D= 2dientes aprox. 2 a 3,5 años; 4D= cuatro dientes aprox. 3,5 a 4,5 años; BLL= boca llena aprox. 4,5 años a más. Medula completa (MC), medula partida (MP) y sin medula (SM). Extrafino (EF): $\leq 20,49\mu$, fino (F): 20,5 a 22,99 μ , medio fino (MF): 23 a 24.49 μ y grueso (G): $\geq 25 \mu$

3.6 Análisis estadístico

Para el análisis de los datos se usó el paquete estadístico SAS (1990). La diferencia en el diámetro de fibras entre edades y tipos de medulación y entre categoría y tipo de medulación, según el arreglo factorial correspondiente fue evaluado mediante el Análisis de la Variancia (ANOVA) y la diferencia entre grupos e interacciones a través del análisis de mínimos cuadrados según el modelo lineal general (GLM) del SAS. La diferencia en la frecuencia porcentual entre tipos de medulación por edades y categorización de las fibras fue evaluada con la prueba de la tabla de contingencia del Chi cuadrado.

IV. RESULTADOS

4.1 Análisis del promedio de diámetro de fibra por categoría y edad:

En el cuadro 5 se muestra que el diámetro promedio de las fibras fue similar entre edades dentro de cada categoría de las fibras; sin embargo es notoria dentro de cada edad la diferencia significativa entre categorías de fibras.

Cuadro5: Promedio de diámetro de fibras según la categoría y edad de las alpacas

EDAD	N° de animales	Total de fibras	PROMEDIO DE DIÁMETRO DE FIBRA POR CATEGORIA				Promedio Total (PT)
			EF (≤20.49)	F (20,5-22,99)	MF (23-24,99)	G (≥25)	
2D	60	8047	17,29μm ± 2,28 ^a	21,78μm ± 0 ^b	23,76μm ± 0 ^c	28,26μm ± 3,38 ^d	20,02μm ± 4,62
4D	42	5609	17,03μm ± 2,31 ^a	21,78μm ± 0 ^b	23,76μm ± 0 ^c	28,26μm ± 3,09 ^d	19,66μm ± 4,69
BLL	84	11047	17,23μm ± 2,21 ^a	21,78μm ± 0 ^b	23,76μm ± 0 ^c	28,62μm ± 3,65 ^d	19,95μm ± 4,76
PT	186	24703	17,2μm ± 2,26	21,78μm ± 0	23,76μm ± 0	28,42μm ± 3,45	19,91μm ± 4,7

Diferencias entre promedios con diferentes letras son significativos (0.05>P<0.001)

4.2 Análisis del porcentaje de fibra según su categorización

Según el cuadro 6, en vellones finos, se nota un mayor porcentaje de fibras extrafinas ($P < 0.01$) y menor porcentaje en las otras diferentes categorías.

Cuadro 6: Porcentaje de fibras del vellón según su categoría

EDAD	NÚMERO DE ANIMALES	NÚMERO DE FIBRAS	PORCENTAJE DE FIBRAS SEGÚN SU CATEGORÍA				PT
			EF	F	MF	G	
			≤20.49	20,5- 22,99	23-24,99	≥25	
2D	60	8047	20,95%	3,81%	3,09%	4,72%	32,57%
4D	42	5609	15,31%	2,27%	1,87%	3,22%	22,71%
BLL	84	11047	29,53%	4,68%	4%	6,51%	44,72%
PT	186	24703	65,83%	10,76%	8,96%	14,46%	

$$X_{t; 0,01; 6 g, l} \{18,5\} < X_c \{21,8021\}$$

4.3 Análisis de diámetro de fibra por tipo de medulación:

En el cuadro 7, no obstante que es notorio que el diámetro promedio de fibra dentro de cada tipo de medulación es similar entre edades, existe una diferencia altamente significativa ($p < 0.01$) dentro de cada edad entre los tipos de medulación.

Cuadro 7: Promedio de diámetro de fibra de acuerdo al tipo de medulación

EDAD	Nº DE ANIMALES	Nº DE FIBRAS	PROMEDIO DIÁMETRO DE ACUERDO AL TIPO DE MEDULACIÓN			PT
			MC ± DE	MP ± DE	SM ± DE	
			2D	60	8047	
4D	42	5609	27,38µm ± 4,63 ^a	22,00µm ± 3,61 ^b	16,99µm ± 2,81 ^c	19,66µm ± 4,69
BLL	84	11047	27,61µm ± 5,24 ^a	22,12µm ± 3,79 ^b	17,23µm ± 3,12 ^c	19,95µm ± 4,76
PT	186	24703	27,3µm ± 4,98	22,08µm ± 3,63	17,23µm ± 3,14	19,91µm ± 4,70

Diferencias entre promedios con diferentes letras son significativas ($0.05 > P < 0.001$)

4.4 Análisis del porcentaje de fibra según el tipo de medulación

Según el cuadro 8, en vellones finos el porcentaje de fibras con los diferentes tipos de medula disminuye siendo significativamente menor ($P < 0.001$) en las fibras con medula completa.

Cuadro 8: Porcentaje de fibras del vellón según el tipo de medulación

EDAD	NÚMERO DE ANIMALES	NÚMERO DE FIBRAS	PORCENTAJE DE FIBRAS SEGÚN EL TIPO DE MEDULACIÓN			PT
			MC	MP	SM	
2D	60	8047	2,51%	13,09%	16,97%	32,57%
4D	42	5609	1,98%	7,98%	12,75%	22,71%
BLL	84	11047	3,07%	18,34%	23,31%	44,72%
PT	186	24703	7,56%	39,41%	53%	

$$X_{t; 0,01; 4 g.l} \{14,9\} < X_{c; \{64,59\}}$$

4.5 Análisis del promedio de diámetro de fibra de acuerdo a su categorización y tipo de medulación

Según el análisis factorial del cuadro 9, se muestra diferencias significativa entre las categorías de fibras ($0.05 > P < 0.01$) y entre los tipos de medulación ($P < 0.01$), sin embargo, también es notorio el efecto interactivo ($0.05 > P < 0.01$) entre las categorías y tipos de medulación de las fibras.

Cuadro 9: Promedio de diámetro de fibra de acuerdo a su categorización y tipo de medulación

TIPO DE MEDULACIÓN	CATEGORÍA				PT
	EF $\leq 20,49$	F 20,5 μ -22,99	MF 23 μ -24,99	G ≥ 25	
MC	19,4 $\mu\text{m} \pm 0,87^a$	21,78 $\mu\text{m} \pm 0^d$	23,76 $\mu\text{m} \pm 0^e$	29,59 $\mu\text{m} \pm 4,17^f$	27,38$\mu\text{m} \pm 4,98$
MP	18,85 $\mu\text{m} \pm 1,32^b$	21,78 $\mu\text{m} \pm 0^d$	23,76 $\mu\text{m} \pm 0^e$	27,59 $\mu\text{m} \pm 2,26^g$	22,08$\mu\text{m} \pm 3,63$
SM	16,61 $\mu\text{m} \pm 2,23^c$	21,78 $\mu\text{m} \pm 0^d$	23,76 $\mu\text{m} \pm 0^e$	29,26 $\mu\text{m} \pm 5,19^h$	17,23$\mu\text{m} \pm 3,14$
PT	17,20$\mu\text{m} \pm 2,26$	21,78$\mu\text{m} \pm 0$	23,76$\mu\text{m} \pm 0$	28,42$\mu\text{m} \pm 3,45$	

Diferencias entre promedios con diferentes letras son significativos ($0.05 > P < 0.001$)

4.6 Análisis del porcentaje de fibra según medulación y categoría

Según el cuadro 10, en vellones finos, se nota un mayor porcentaje de fibras extrafinas y sin medula ($P < 0.01$) y menor porcentaje en las otras diferentes categorías y tipos de medulación

Cuadro 10: Porcentaje de fibras del vellón según el tipo de medulación y categoría

TIPO DE MEDULACIÓN	CATEGORÍA				PT
	EF ≤ 20.49	F 20,5 - 22,99	MF 23-24,99	G ≥ 25	
MC	0,54%	0,71%	1,07%	5,24%	7,56%
MP	16,85%	7,62%	6,66%	8,28%	39,41%
SM	48,44%	2,43%	1,23%	0,94%	53,03%
PT	65,83%	10,76%	8,96%	14,46%	

$$X_{t; 0,001; 6 g.l} \{18,5\} < X_c \{11209,3141\}$$

V. DISCUSIÓN

La confiabilidad de la procedencia de las muestras de alpacas con vellón fino para investigar el efecto de la presencia de medulas en el diámetro de las fibras, se asegura con el resultado del promedio general del diámetro de las fibras de **19,91 $\mu\text{m} \pm 4,70$** , medidas que correspondería a un vellón extrafino según categorización de **INDECOPI (NTP-231.302:2014)**. El promedio de diámetro de fibra obtenido en el presente estudio fue menor al que obtuvo Montesinos (2000) en alpacas de Quimsachata ($23,56 \pm 2,97 \mu\text{m}$ para hembras) y por Pinazo (2000) en alpacas de la Raya ($24,70 \mu\text{m}$ para hembras). El diámetro de fibra fue similar entre las edades ($p > 0,05$), estos resultados son opuestos a los obtenidos por Lupton (2006); Huamani y Gonzales (2004); Mc Gregor (2006) citados por Contreras (2009), conforme avanza la edad aumenta el grosor del diámetro, probablemente debido a la maduración de los folículos secundarios. Por otro lado, el porcentaje de fibras extrafinas-finas obtenidas, representan el 76%, valor que supera el 65% de fibras finas y el 75% de fibras extrafinas en vellones finos y extrafinos respectivamente según la categorización de **INDECOPI (NTP-231.302:2014)**. Este resultado demuestra la importancia de la capacitación previa en la destreza de los técnicos evaluadores a fin de reducir la variabilidad en la evaluación subjetiva entre evaluadores.

No obstante la confiabilidad de la procedencia de las muestras de vellones finos, se encontraron entre categorías de fibras diferencias significativas en el diámetro, siendo los valores obtenidos con un mayor porcentaje de fibras extrafinas y finas (76%); lo cual es obvio por provenir de vellones finos; sin embargo, el promedio del diámetro de fibras de cada categoría entre edades (<2 años, 2-3 años y >4 años) fue similar, lo cual contrasta con el reporte de una evaluación subjetiva

de una población de 10 000 alpacas (Leyva *et al.*, 2008) y del hallazgo descrito por Mamani (2008), con el efecto del incremento en edad en la disminución del porcentaje de alpacas con vellones finos. Es probable que en una mayor población de alpacas que proceden sobretodo de rebaños de comunidades con ausencia o mínimo progreso en mejora genética, se espera encontrar una mayor variabilidad en la calidad de vellón entre animales cuya clasificación subjetiva dependería del mayor porcentaje de fibras de cada categoría, a diferencia del presente estudio donde se redujo significativamente esta variabilidad por la selección de trabajar con fibras de vellones finos y su categorización por diámetro a diferencia de la categorización en forma subjetiva. Por otro lado, se esperaría también el efecto del cambio fisiológico en el organismo del animal con la edad, en el logro de la pubertad y la madurez sexual, asociado al efecto de la esquila. En alpacas machos jóvenes de 1.5 – 2 años de edad la administración de testosterona incremento el diámetro de la fibra a diferencia del efecto del estradiol (Oscanoa *et al.*, 2017); mientras que estudios en ovejas se reporta disminución del diámetro de las fibras en estadios avanzados de la gestación, cuando se incrementan los niveles de estradiol (Ryder & Stephenson, 1968). En el presente estudio la mayoría de las hembras de dos años de edad ya lograron la pubertad y se esperaría por efecto del empadre continuo, un porcentaje de hembras en gestación (Fernández-Baca, 1993), sin embargo este efecto sería mínimo o estaría ausente, por ser un estadio temprano de la gestación ya que la evaluación y la colección de las muestras se realizo entre los meses de mayo y junio. Por otro lado los efectos fisiológicos con el incremento en edad podrían radicar en cambios en la población de folículos primarios y secundarios con un mayor incremento del primer tipo de folículos, información que requiere ser confirmada.

Por otro lado, el hallazgo de la diferencia significativa en el diámetro entre fibras con diferentes tipos de medulación, resulto en un efecto interactivo con las categorías de las fibras, donde la presencia de medula influye en la variabilidad del diámetro de las fibras a diferencia de su ausencia en fibras con un diámetro significativamente menor que corresponde sobre todo a fibras de un vellón extrafino; con un porcentaje significativamente mayor del total de fibras evaluadas debido a su procedencia de vellones finos seleccionados; más aún, la ausencia del efecto del incremento de la edad en estos resultados, donde estarían implicados los efectos de los cambios fisiológicos del organismo del animal y el mayor número de esquilas a que fueron expuesto los animales de mayor edad, sugiere la expresión de un potencial genético de un mayor porcentaje de fibras con menor diámetro y ausencia de médula que no es afectado por los factores biológicos y medio ambientales.

El promedio del diámetro de la fibra en animales jóvenes es más fino, tienen un menor grado de medulación, y en las gruesas hay mayor presencia de médula; en llamas y alpacas, estos valores se incrementan significativamente con la edad (Martínez *et al.*, 1996; McGregor , 2006; Franco *et al.*, 2009; Quispe, 2005; Bustinza, 2001; Rodriguez, 2006, Contreras, 2009), lo mencionado difiere con los resultados de las muestras de vellones finos que fueron evaluados en el presente estudio que mostraron una disminución progresiva del diámetro de la fibra y del porcentaje de fibras meduladas sin variación significativa en las edades.

El porcentaje de fibras con medula continua fue de 7,56%, que resulta inferior a 32,50%, 40,6% y 23,90% reportados por Trejo (1986), Villarroel (1963) y Pinares (2017) respectivamente. El bajo porcentaje de fibras con medula continua se debería a que el vellón estudiado corresponde a un vellón de categoría fina. Para las fibras con medula partida (medula fragmentada y medula discontinua) se obtuvo un porcentaje en el presente trabajo de 39,41%, siendo menor a 43.3% (suma de fragmentadas y discontinuas) obtenido por Pinares (2017) y 49,26% (medula discontinua) reportado por Contreras (2009) .Por otro lado, con respecto al porcentaje de fibra no medulada se obtuvo un valor de 53%, siendo superior a 33,51%, 21,1% y 32,56% obtenido por Contreras (2009), Villarroel (1963) y Pinares (2017) respectivamente.

La presencia de fibras con médulas partidas y su diámetro es el paso para la disminución de fibras meduladas de mayor diámetro y el incremento de aquellas con menor diámetro y ausencia de medula, siendo este hallazgo el primer reporte en alpacas. Información que podría ser usada como un indicador en un programa de mejora genética

VI. CONCLUSIONES

- En vellones finos, la presencia de medula incrementa la variabilidad en el diámetro de las fibras.
- En vellones finos, no se encontró efecto del incremento de la edad en la variación del diámetro de la fibra en las categorías de fibras y en los tipos de medulación.
- La variabilidad en el diámetro de fibra y tipos de medulación, sugiere que la variación porcentual de fibras con medulas partidas es un indicador del paso de la disminución, de la presencia de fibras con medula completa y del diámetro de fibra.

VII. LITERATURA CITADA

1. Antonini, M., Gonzales, M., Valbonesi, A., 2004. Relationship between age and postnatal skin follicular development in three types of South American domestic camelids. *Livest. Prod. Sci.* 90:241–246
2. Aylan Parker, J. y McGregor, B. A. 2002. Optimización de técnicas de muestreo y la estimación de varianza muestral de la lana en los atributos de calidad en alpacas. *Small Rumin Res.* 44:53-64.
3. Badajoz E, Sandoval N, Garcia W y Pezo D. 2009. Descripción histológica del complejo folicular piloso en crías de alpacas. *Rev Inv Vet Perú.* 20(2):154-164
4. Braga W, Leyva V. 1996. Efecto de la altitud sobre la producción de fibra de alpaca. En: XIX Reunión de la Asociación Peruana de Producción Animal. Cusco.
5. Bustinza, AV. 2001. La alpaca, conocimiento del gran potencial andino. Editorial de la Universidad Nacional del Altiplano. Puno, Perú. p113-126.
6. Carpio, M. 1978. Tecnología de lanas y comercialización. Programa de ovinos y camélidos sudamericanos. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú.
7. Charcas, H. 1997. Identificación de alpacas para producción de fibra de un rebaño élite. (Tesis Ingeniero Agrónomo). Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, Bolivia. 19 – 17 pp.

8. Chambilla, V. 1983. Estructura histológica de la piel de llama (*Lama glama*). Tesis para obtener el título de Médico Veterinario y Zootecnista. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Nacional del Altiplano. Puno - Perú.
9. Contreras, A. 2009. Estructura cuticular y características físicas de la fibra de alpaca Huacaya (*Vicugna pacos*) de color blanco en la Región de Huancavelica. (Tesis Ingeniero Zootecnista), Universidad Nacional de Huancavelica. Huancavelica – Perú. 1– 50 pp.
10. De los Ríos, E. 2006. Producción textil de fibras de camélidos sudamericanos en el área altoandina de Bolivia, Ecuador y Perú. El futuro de los productos andinos en la región alta y los valles centrales de los andes, proyecto ONUDI. 1-52
11. Fernández-Baca, S. 1993. Manipulation of reproductive functions in male and female New World camelids. Anim Reprod Sci. 33(1):307-323. doi.org/10.1016/0378-4320(93)90121-7
12. Franco F., San Martín F., Ara M., Olazábal L y Carcelén F. 2009. Efecto del nivel alimenticio sobre el rendimiento y calidad de fibra en alpacas. Rev Inv Vet Perú. 20(2): 187-195.
13. Gaitán, 1967. Estudio preliminar de los folículos pilosos en alpacas variedad Huacaya. Tesis Ingeniero Zootecnista. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima Perú. 31 p.
14. Huamani, R. y Gonzales, C. E. 2004. Efecto de la edad y el sexo en los parámetros físicos de la fibra de alpaca (lama pacos) huacaya en Huancavelica Tesis. Edt. UNH. Huancavelica, Perú. p 80.
15. INKA-ALPACA. 2009. La alpaca. En: <http://www.alpaca-inca.com/> [09 marzo 2018].
16. Lencinas, S., Torres, D. 2010. Desarrollo de competencias en buenas prácticas de esquila y valor agregado de la fibra de alpaca. Manual Técnico, DESCO, Lima. Disponible en: http://www.desco.org.pe/sites/default/files/publicaciones/files/esquila_VF.pdf
17. Leyva et. al. 2008. Análisis de la evaluación fenotípica del vellón de alpacas y de los factores biológicos y medio ambientales que afectan su calidad y producción. Agro Enfoque, 23, 35-37.
18. Lupton, C.J., A. McColl & R.H. Stobart. 2006. Fiber characteristics of the Huacaya Alpaca. Small Ruminant Research 64: 211–224.
19. Mamani T. 1988. Estudio preliminar del desarrollo embriológico de la fibra en piel de alpaca (*Lama paco*). Tesis de Médico Veterinario. Puno: Universidad Nacional del Altiplano.

20. Mamani A. 2008. Correlación entre el diámetro, densidad y rizo de la fibra de alpaca Huacaya hembra según región corporal. Tesis de Médico Veterinario y Zootecnista. Puno: Univ. Nac. del Altiplano. 56 p.
21. Martínez. Z., Iñiguez. L.C., y Rodríguez. T. 1996. Influencia de los efectos sobre la calidad de los rasgos y las relaciones entre rasgos de la lana de llama. *Small Rumin Res* 24, 203-212.
22. McGregor B.A. 2006. Production attributes and relative value of alpaca fleeces in southern Australia and implications for industry development. *Small Rumin. Res.*, 61: 93-111.
23. McColl, A. 2004. Methods for measuring microns. *Alpacas Magazine. Herd Sire* 164-168.
24. MINAGRI. 2017, Plan nacional de desarrollo ganadero 2017-2027
25. Montesinos, R. 2000. Características físicas de la fibra de alpacas Huacaya y Suri de color en el banco de Germoplasma Quimsachata, ILLPA – INIA – Puno. Tesis para optar el título de MVZ – UNA – Puno.
26. Norma Técnica Peruana (NTP.231.301.2014). 2014. Fibra de alpaca clasificada. Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual (INDECOPI). Perú.
27. Norma Técnica Peruana (NTP.231.302.2014). 2014. Fibra de alpaca en vellón. Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual (INDECOPI). Perú.
28. Oscanoa A; Leyva V; García W; Gonzáles R (2017). Efecto de la testosterona exógena sobre las adherencias pene-prepuciales y la producción de fibra de alpaca Huacaya. *Rev. Inv. Vet. Perú.* 28(2): 327-336
29. Pinares R, 2017. Parámetros genéticos para la medulación y el diámetro de fibra de alpaca (Vicugna pacos) Huacaya del Fundo Experimental Pacamarca. Tesis de Magister en Producción animal. Lima: Univ. Nac. Agraria La Molina. 63p.
30. Quispe, E.C. 2005. Mejoramiento genético y medioambiental de alpacas en la Región de Huancavelica. Proyecto de Inversión Pública a nivel de Perfil. Universidad Nacional de Huancavelica. Perú.
31. Quispe, E.C; Rodríguez, T.C.; Iñiguez, L.R. y Mueller, J.P., 2009. Producción de fibra de alpaca, llama, vicuña y guanaco en Sudamérica. Información de Recursos Genéticos del

- Animal, FAO; Boletín de información sobre recursos genéticos animales. 44 pp. Consultado 13 set. 2017. Disponible en; email:edgarquispe62@yahoo.com.
32. Quispe, E.C; Poma, A. Y Purroy, A. 2013, Características productivas y textiles de la fibra de alpacas de raza Huacaya, Revista Complutense de Ciencias Veterinaria, 7(1): 1 – 29 pp.
 33. Rodríguez, T. 2006. Producción de fibra de camélidos, calidad de fibra de llama descartada y clasificada. Edit. Instituto de Investigaciones Agropecuarias Facultad de Agronomía, UMSA (Bolivia); p361-374.
 34. Ryder, M.L. y Stephenson S.K. 1968. Fleece Variation Owing to Nutritional Change in Wool Growth. Academic Press. London – New York. pp 562-587.
 35. Santiago de Gea Ginés, 2004. El ganado lanar en la Argentina - Río Cuarto. Edit. U.N.R.C. p 246.
 36. Solis, R.H. 1991. Tecnología de lanas y fibras animales especiales. Primera Edición. Facultad de Ciencias Agropecuarias. UNDAC. Cerro de Pasco. Perú
 37. Schmid, S. 2006. The value chain of alpaca fiber in Peru, an economic analysis. Master Thesis. Institut für Agrarwirtschaft, ETH Zürich, Switzerland.
 38. Trejo, W.E. 1986. Estudio de la correlación fenotípica entre diámetro de fibra y la escala de colores en alpacas huacaya. Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima –Perú. pp 214.
 39. Villarroel, J. 1963. Un estudio de la fibra de alpaca. Anales Científicos UNALM, 1:246–274.
 40. Villarroel, J. 1991. Las fibras. En: Fernández-Baca. Avances y perspectivas del conocimiento de los Camélidos Sudamericanos. FAO. p 363 - 386.
 41. Wang, X.; Wang, L. y Liu, X., 2003. The quality and processing performance of alpaca fibres. Rural Industries Research and Development Corporation. Barton, A.C.T..
 42. Wang X, Liu X. 2005. Internal structure and pigment granules in colored alpaca fibers, school of engineering and Technology, Deakin University. Australia.6, 1-20.
 43. Wuliji, T., Davis G.H., Dodds K.G., Turner P.R., Andrews R.N., *et al.* 2000. Production, performance, repeatability and heritability estimates for live weight, flecce weight and fiber characteristics of alpacas in New Zealand. Small Ruminant Research. 37(3):189-201.
 44. Xunying, L; Wang, L,J; Wang, X. 2004. Evaluating the softness of animal fibers. Textile Research Journal 74(6):535–538.

45. Yi, P. 1995. The prenatal development of the fiber follicle in alpaca (*Lama pacos*). *Fine Fibre News*. 5:27-32.
46. Zoccola, M. 2014. Fibras proteicas: pelos finos (camélidos y cabras). Identificación, caracterización, clasificación y acondicionamiento. Cuaderno Tecnológico N°14. INTI-UE. Noviembre 2014. pp 23.

VIII. ANEXOS

ANEXO N° 1: Formato de planilla de registro de datos y cálculos

MICROSCOPIO 1

OBJETIVO: 20X

Comunidad:

Productor:

Raza:

Sexo:

Edad:

Fecha:

Mm		N° fibras	Micras	Micras ²	Mm		N° fibras	Micras	Micras ²
A		B	C	D	A		B	C	D
32			63,36	4014.49	16			31.68	1003.62
31			61,38	3767.50	15			29.70	862.09
30			59.40	3528.36	14			27.72	768.40
29			57.42	3297.06	13			25.74	662.55
28			55.44	3073.60	12			23.76	564.54
27			53.46	2857.97	11			21.78	474.37
26			51.48	2650.19	10			19.8	392.04
25			49.50	2450.25	9			17.82	317.55
24			47.52	2258.15	8			15.84	250.91
23			45.54	2073.89	7			13.86	192.10
22			43.56	1897.47	6			11.88	141.13
21			41.58	1728.90	5			9.90	98.01
20			39.6	1568.16	4			7.92	62.72
19			37.62	1415.26	3			5.94	35.28
18			35.64	1270.21	2			3.96	15.68
17			33.66	1133.00	1			1.98	3.92

Total (T) = Suma de BxC =

N° de fibras (n) = Suma de B =

Promedio diámetro (PD) = T/n =

Suma de cuadrados crudo (SCC) = suma de BxD =

Factor de Corrección (FC) = T²/n =

Suma de cuadrado corregida (SCG) = SCC-FC =

Cuadrado mínimo (C.M o Varianza o DS²) = SCG/n-1 =

Desviación Estándar (D.S) = raíz cuadrada de C =

Error Estándar (E.S) = D.S/ raíz cuadrada de n =

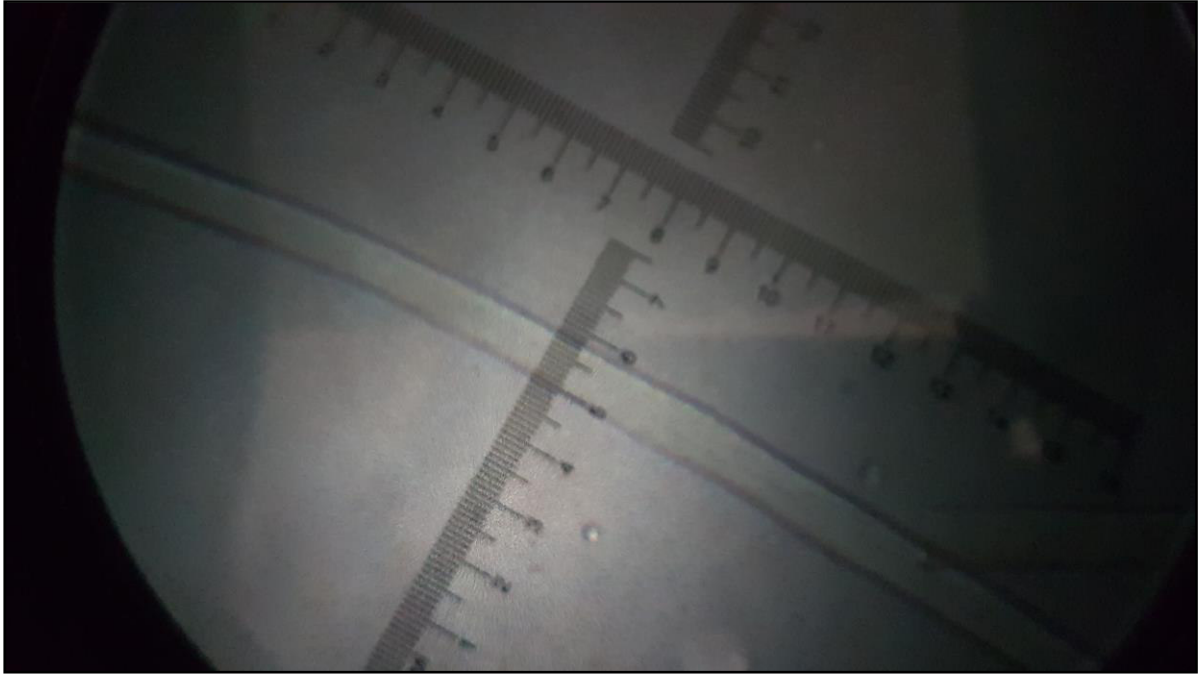
% Coeficiente de variación (C.V) = D.S /PD x 100/1 =

Evaluación de fibras meduladas.

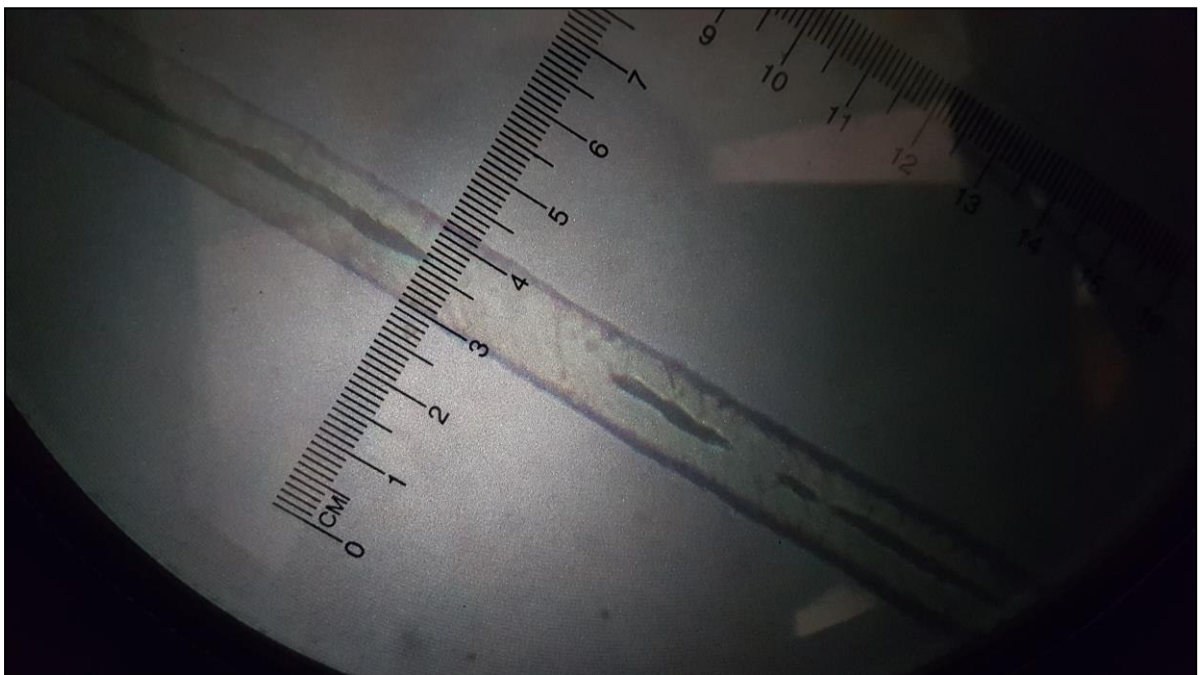
Mm	μ	Médula completa	N°	Médula partida	N°	Sin médula	N°
32	63,36						
31	61,38						
30	59,40						
29	57,42						
28	55,44						
27	53,46						
26	51,48						
25	49,50						
24	47,52						
23	45,54						
22	43,56						
21	41,58						
20	39,6						
19	37,62						
18	35,64						
17	33,66						
16	31,68						
15	29,70						
14	27,72						
13	25,74						
12	23,76						
11	21,78						
10	19,8						
9	17,82						
8	15,84						
7	13,86						
6	11,88						
5	9,90						
4	7,92						
3	5,94						
2	3,96						
1	1,98						

ANEXO N°2:

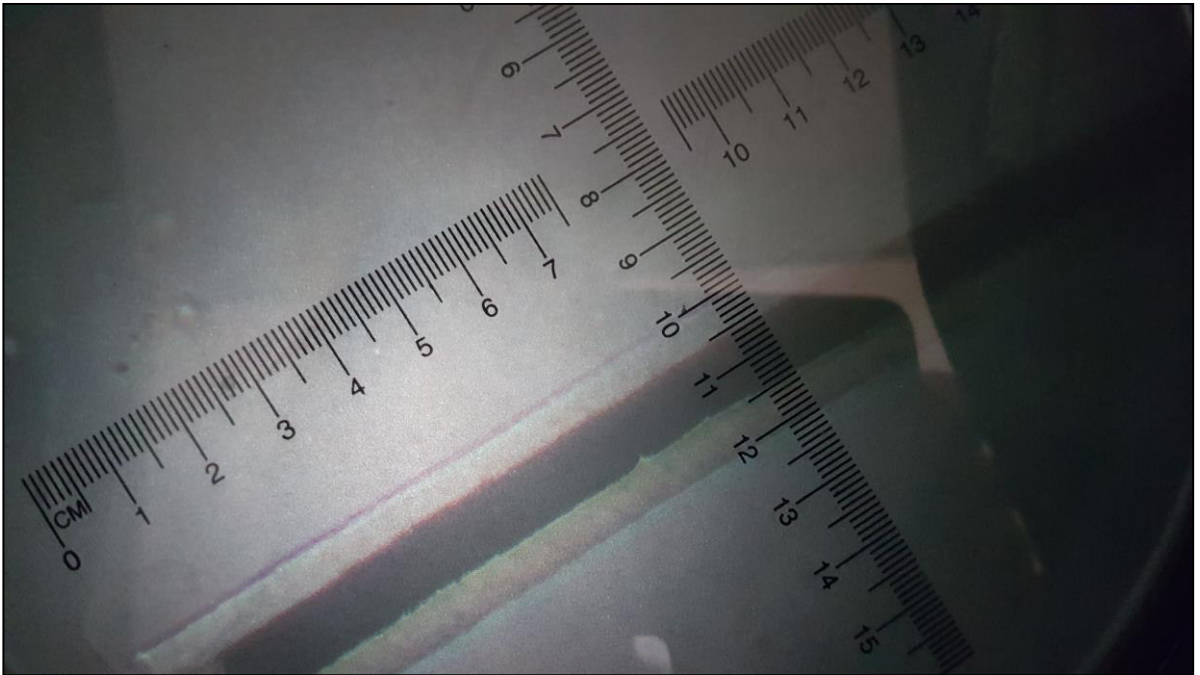
Muestras de fibras sin medula, medula partida y medula completa en la pantalla del Microscopio de proyección



a) Fibra sin medula



b) Fibra con medula partida



c) Fibra con medula completa

Anexo N° 3:

Análisis del promedio de diámetro de fibra por categoría

Sistema SAS

Procedimiento GLIMMIX

Información del modelo

Conjunto de datos	WORK.DIAMETRO
Variable de respuesta	DIAMETRO
Distribución de respuesta	Gaussian
Función de vínculo	Identidad
Función de varianza	Predeterminado
Matriz de varianza	Diagonal
Técnica de estimación	Verosimilitud máxima restringida
Método de grados de libertad	Residual

Información de nivel de clase

Clase	Niveles	Valores
EDAD	3	2D 4D BLL
CATEGORIA	4	EF F G MF
Medulacion	3	MC MI SM

Número de observaciones leídas 24703

Número de observaciones usadas 24703

Dimensiones

Parámetros de covarianza	1
Columnas en X	80
Columnas en Z	0
Asuntos (Bloques en V)	1
Obs máx por asunto	24703

Información de optimización

Técnica de optimización	Ninguna
Parámetros	37
Límites inferiores	1

Información de optimización

Límites superiores	0
Efectos fijos	Sin perfilado

Estadísticos de ajuste

Verosimilitud -2 Res Log	105954.5
AIC (mejor más pequeño)	106028.5
AICC (mejor más pequeño)	106028.6
BIC (mejor más pequeño)	106328.7
CAIC (mejor más pequeño)	106365.7
HQIC (mejor más pequeño)	106125.7
Chi-cuadrado de Pearson	105092.5
Chi-cuadrado de Pearson / DF	4.26

Tipo III Tests de efectos fijos

Efecto	Num DF	Den DF	F-Valor	Pr > F
EDAD	2	24667	9.94	<.0001
CATEGORIA	3	24667	5238.10	<.0001
Medulacion	2	24667	55.15	<.0001
EDAD*CATEGORIA	6	24667	9.54	<.0001
EDAD*Medulacion	4	24667	7.52	<.0001
CATEGORIA*Medulacion	6	24667	200.81	<.0001
EDAD*CATEGOR*Medulac	12	24667	5.12	<.0001

EDAD*CATEGORIAMedias de mínimos cuadrados

EDAD	CATEGORIA	Estimador	Error estándar	DF	Valor t	Pr > t
2D	EF	18.2382	0.09785	24667	186.39	<.0001
2D	F	21.7800	0.1022	24667	213.18	<.0001
2D	G	28.8012	0.08179	24667	352.12	<.0001
2D	MF	23.7600	0.1016	24667	233.92	<.0001
4D	EF	18.2872	0.1246	24667	146.77	<.0001
4D	F	21.7800	0.1265	24667	172.18	<.0001
4D	G	27.8106	0.1282	24667	217.01	<.0001
4D	MF	23.7600	0.1274	24667	186.56	<.0001
BLL	EF	18.3428	0.09899	24667	185.30	<.0001

EDAD*CATEGORIA Medias de mínimos cuadrados

EDAD	CATEGORIA	Estimador	Error estándar	DF	Valor t	Pr > t
BLL	F	21.7800	0.09615	24667	226.53	<.0001
BLL	G	29.1498	0.07821	24667	372.72	<.0001
BLL	MF	23.7600	0.09291	24667	255.73	<.0001

Diferencias de EDAD*CATEGORIA medias de mínimos cuadrados

EDAD	CATEGORIA	EDAD	CATEGORIA	Estimador	Error estándar	DF	Valor t	Pr > t
2D	EF	2D	F	-3.5418	0.1415	24667	-25.04	<.0001
2D	EF	2D	G	-10.5630	0.1275	24667	-82.83	<.0001
2D	EF	2D	MF	-5.5218	0.1410	24667	-39.15	<.0001
2D	EF	4D	EF	-0.04906	0.1584	24667	-0.31	0.7568
2D	EF	4D	F	-3.5418	0.1599	24667	-22.15	<.0001
2D	EF	4D	G	-9.5725	0.1612	24667	-59.37	<.0001
2D	EF	4D	MF	-5.5218	0.1606	24667	-34.38	<.0001
2D	EF	BLL	EF	-0.1046	0.1392	24667	-0.75	0.4523
2D	EF	BLL	F	-3.5418	0.1372	24667	-25.82	<.0001
2D	EF	BLL	G	-10.9116	0.1253	24667	-87.11	<.0001
2D	EF	BLL	MF	-5.5218	0.1349	24667	-40.92	<.0001
2D	F	2D	G	-7.0212	0.1309	24667	-53.65	<.0001
2D	F	2D	MF	-1.9800	0.1441	24667	-13.74	<.0001
2D	F	4D	EF	3.4928	0.1611	24667	21.68	<.0001
2D	F	4D	F	-416E-15	0.1626	24667	-0.00	1.0000
2D	F	4D	G	-6.0306	0.1639	24667	-36.80	<.0001
2D	F	4D	MF	-1.9800	0.1633	24667	-12.13	<.0001
2D	F	BLL	EF	3.4372	0.1423	24667	24.16	<.0001
2D	F	BLL	F	1.45E-12	0.1403	24667	0.00	1.0000
2D	F	BLL	G	-7.3698	0.1287	24667	-57.28	<.0001
2D	F	BLL	MF	-1.9800	0.1381	24667	-14.34	<.0001
2D	G	2D	MF	5.0412	0.1304	24667	38.66	<.0001
2D	G	4D	EF	10.5139	0.1490	24667	70.54	<.0001
2D	G	4D	F	7.0212	0.1506	24667	46.61	<.0001
2D	G	4D	G	0.9905	0.1520	24667	6.52	<.0001

Diferencias de EDAD*CATEGORIA medias de mínimos cuadrados

EDAD	CATEGORIA	EDAD	CATEGORIA	Estimador	Error estándar	DF	Valor t	Pr > t
2D	G	4D	MF	5.0412	0.1514	24667	33.31	<.0001
2D	G	BLL	EF	10.4584	0.1284	24667	81.45	<.0001
2D	G	BLL	F	7.0212	0.1262	24667	55.62	<.0001
2D	G	BLL	G	-0.3487	0.1132	24667	-3.08	0.0021
2D	G	BLL	MF	5.0412	0.1238	24667	40.73	<.0001
2D	MF	4D	EF	5.4728	0.1608	24667	34.05	<.0001
2D	MF	4D	F	1.9800	0.1622	24667	12.21	<.0001
2D	MF	4D	G	-4.0506	0.1635	24667	-24.77	<.0001
2D	MF	4D	MF	-492E-13	0.1629	24667	-0.00	1.0000
2D	MF	BLL	EF	5.4172	0.1418	24667	38.20	<.0001
2D	MF	BLL	F	1.9800	0.1399	24667	14.16	<.0001
2D	MF	BLL	G	-5.3898	0.1282	24667	-42.04	<.0001
2D	MF	BLL	MF	-303E-12	0.1377	24667	-0.00	1.0000
4D	EF	4D	F	-3.4928	0.1776	24667	-19.67	<.0001
4D	EF	4D	G	-9.5234	0.1787	24667	-53.28	<.0001
4D	EF	4D	MF	-5.4728	0.1782	24667	-30.72	<.0001
4D	EF	BLL	EF	-0.05554	0.1591	24667	-0.35	0.7271
4D	EF	BLL	F	-3.4928	0.1574	24667	-22.19	<.0001
4D	EF	BLL	G	-10.8626	0.1471	24667	-73.84	<.0001
4D	EF	BLL	MF	-5.4728	0.1554	24667	-35.21	<.0001
4D	F	4D	G	-6.0306	0.1801	24667	-33.49	<.0001
4D	F	4D	MF	-1.9800	0.1795	24667	-11.03	<.0001
4D	F	BLL	EF	3.4372	0.1606	24667	21.40	<.0001
4D	F	BLL	F	1.87E-12	0.1589	24667	0.00	1.0000
4D	F	BLL	G	-7.3698	0.1487	24667	-49.56	<.0001
4D	F	BLL	MF	-1.9800	0.1569	24667	-12.62	<.0001
4D	G	4D	MF	4.0506	0.1807	24667	22.42	<.0001
4D	G	BLL	EF	9.4678	0.1619	24667	58.47	<.0001
4D	G	BLL	F	6.0306	0.1602	24667	37.64	<.0001
4D	G	BLL	G	-1.3392	0.1501	24667	-8.92	<.0001
4D	G	BLL	MF	4.0506	0.1583	24667	25.59	<.0001

Diferencias de EDAD*CATEGORIA medias de mínimos cuadrados

EDAD	CATEGORIA	EDAD	CATEGORIA	Estimador	Error estándar	DF	Valor t	Pr > t
4D	MF	BLL	EF	5.4172	0.1613	24667	33.58	<.0001
4D	MF	BLL	F	1.9800	0.1596	24667	12.41	<.0001
4D	MF	BLL	G	-5.3898	0.1495	24667	-36.06	<.0001
4D	MF	BLL	MF	-254E-12	0.1576	24667	-0.00	1.0000
BLL	EF	BLL	F	-3.4372	0.1380	24667	-24.91	<.0001
BLL	EF	BLL	G	-10.8070	0.1262	24667	-85.66	<.0001
BLL	EF	BLL	MF	-5.4172	0.1358	24667	-39.90	<.0001
BLL	F	BLL	G	-7.3698	0.1239	24667	-59.46	<.0001
BLL	F	BLL	MF	-1.9800	0.1337	24667	-14.81	<.0001
BLL	G	BLL	MF	5.3898	0.1214	24667	44.38	<.0001

Sistema SAS

Procedimiento MEANS

Variable de análisis : DIAMETRO

DIAMETRO

EDAD	CATEGORIA	Número de observaciones	Media
2D	EF	5176	17.2863640
	F	941	21.7800000
	G	1167	28.2578406
	MF	763	23.7600000
4D	EF	3789	17.0324941
	F	561	21.7800000
	G	796	28.2572864
	MF	463	23.7600000
BLL	EF	7296	17.2338158
	F	1155	21.7800000
	G	1609	28.6207831
	MF	987	23.7600000

Sistema SAS

Obs	EDAD	CATEGORIA	_TYPE_	_FREQ_	MEANDI
1			0	24703	19.9052
2		EF	1	16261	17.2036
3		F	1	2657	21.7800
4		G	1	3572	28.4212
5		MF	1	2213	23.7600
6	2D		2	8047	20.0168
7	4D		2	5609	19.6556
8	BLL		2	11047	19.9507
9	2D	EF	3	5176	17.2864
10	2D	F	3	941	21.7800
11	2D	G	3	1167	28.2578
12	2D	MF	3	763	23.7600
13	4D	EF	3	3789	17.0325
14	4D	F	3	561	21.7800
15	4D	G	3	796	28.2573
16	4D	MF	3	463	23.7600
17	BLL	EF	3	7296	17.2338
18	BLL	F	3	1155	21.7800
19	BLL	G	3	1609	28.6208
20	BLL	MF	3	987	23.7600

Anexo N° 4

Análisis del porcentaje de fibra según su categorización

Chi-Cuadrado prueba para 3 por 4 edad y categoria

Procedimiento FREQ

Frecuencia Esperado	Tabla de CATEGORIA por EDAD				
	CATEGORIA(CATEGORIA)	EDAD(EDAD)			Total
Chi-cuadrado por celda		BLL	4D	2D	
Porcentaje	EF	7296	3789	5176	16261
		7271.8	3692.2	5297	
		0.0805	2.5389	2.7649	
		29.53	15.34	20.95	65.83
	F	1155	561	941	2657
		1188.2	603.29	865.52	
		0.9272	2.9647	6.5829	
		4.68	2.27	3.81	10.76
	MF	987	463	763	2213
		989.64	502.48	720.88	
		0.007	3.1017	2.4605	
		4.00	1.87	3.09	8.96
	G	1609	796	1167	3572
		1597.4	811.05	1163.6	
		0.0846	0.2792	0.0101	
		6.51	3.22	4.72	14.46
	Total	11047	5609	8047	24703
		44.72	22.71	32.57	100.00

Estadísticos para la tabla de CATEGORIA por EDAD

Estadístico	DF	Valor	Prob
Chi-cuadrado	6	21.8021	0.0013
Chi-cuadrado de ratio de verosimilitud	6	21.7381	0.0014

Estadístico	DF	Valor	Prob
Chi-cuadrado Mantel-Haenszel	1	1.2885	0.2563
Coefficiente Phi		0.0297	
Coefficiente de contingencia		0.0297	
V de Cramer		0.0210	

Tamaño de la muestra = 24703

estadístico de Chi-Cuadrado para edad y categoria saldia conjunto de datos de procedimiento de FREQ
--

N	NMISS	_PCHI_	DF_PCHI	P_PCHI	_LRCHI_	DF_LRCHI	P_LRCHI
24703	0	21.8021	6	.001314995	21.7381	6	.001350520

Anexo N° 5:

“Análisis de diámetro de fibra por tipo de modulación”

Sistema SAS

Procedimiento GLIMMIX

Información del modelo

Conjunto de datos	WORK.DIAMETRO
Variable de respuesta	DIAMETRO
Distribución de respuesta	Gaussian
Función de vínculo	Identidad
Función de varianza	Predeterminado
Matriz de varianza	Diagonal
Técnica de estimación	Verosimilitud máxima restringida
Método de grados de libertad	Residual

Información de nivel de clase

Clase	Niveles	Valores
EDAD	3	2D 4D BLL
CATEGORIA	4	EF F G MF
Modulacion	3	MC MI SM

Número de observaciones leídas 24703

Número de observaciones usadas 24703

Dimensiones

Parámetros de covarianza	1
Columnas en X	80
Columnas en Z	0
Asuntos (Bloques en V)	1
Obs máx por asunto	24703

Información de optimización

Técnica de optimización	Ninguna
Parámetros	37
Límites inferiores	1

Información de optimización

Límites superiores	0
Efectos fijos	Sin perfilado

Estadísticos de ajuste

Verosimilitud -2 Res Log	105954.5
AIC (mejor más pequeño)	106028.5
AICC (mejor más pequeño)	106028.6
BIC (mejor más pequeño)	106328.7
CAIC (mejor más pequeño)	106365.7
HQIC (mejor más pequeño)	106125.7
Chi-cuadrado de Pearson	105092.5
Chi-cuadrado de Pearson / DF	4.26

Tipo III Tests de efectos fijos

Efecto	Num DF	Den DF	F-Valor	Pr > F
EDAD	2	24667	9.94	<.0001
CATEGORIA	3	24667	5238.10	<.0001
Medulacion	2	24667	55.15	<.0001
EDAD*CATEGORIA	6	24667	9.54	<.0001
EDAD*Medulacion	4	24667	7.52	<.0001
CATEGORIA*Medulacion	6	24667	200.81	<.0001
EDAD*CATEGOR*Medulac	12	24667	5.12	<.0001

EDAD*MedulacionMedias de mínimos cuadrados

EDAD	Medulacion	Estimador	Error estándar	DF	Valor t	Pr > t
2D	MC	23.4655	0.1142	24667	205.45	<.0001
2D	MI	22.9856	0.03857	24667	595.95	<.0001
2D	SM	22.9834	0.07932	24667	289.75	<.0001
4D	MC	23.6403	0.1399	24667	169.00	<.0001
4D	MI	22.9190	0.04940	24667	463.95	<.0001
4D	SM	22.1691	0.1187	24667	186.78	<.0001
BLL	MC	23.7812	0.1094	24667	217.34	<.0001
BLL	MI	23.0296	0.03285	24667	700.96	<.0001
BLL	SM	22.9637	0.07718	24667	297.55	<.0001

Diferencias de EDAD*Medulacion medias de mínimos cuadrados

EDAD	Medulacion	EDAD	Medulacion	Estimador	Error estándar	DF	Valor t	Pr > t
2D	MC	2D	MI	0.4798	0.1205	24667	3.98	<.0001
2D	MC	2D	SM	0.4820	0.1391	24667	3.47	0.0005
2D	MC	4D	MC	-0.1748	0.1806	24667	-0.97	0.3330
2D	MC	4D	MI	0.5464	0.1244	24667	4.39	<.0001
2D	MC	4D	SM	1.2963	0.1647	24667	7.87	<.0001
2D	MC	BLL	MC	-0.3158	0.1582	24667	-2.00	0.0459
2D	MC	BLL	MI	0.4359	0.1188	24667	3.67	0.0002
2D	MC	BLL	SM	0.5018	0.1378	24667	3.64	0.0003
2D	MI	2D	SM	0.002164	0.08820	24667	0.02	0.9804
2D	MI	4D	MC	-0.6547	0.1451	24667	-4.51	<.0001
2D	MI	4D	MI	0.06661	0.06267	24667	1.06	0.2879
2D	MI	4D	SM	0.8165	0.1248	24667	6.54	<.0001
2D	MI	BLL	MC	-0.7956	0.1160	24667	-6.86	<.0001
2D	MI	BLL	MI	-0.04394	0.05067	24667	-0.87	0.3858
2D	MI	BLL	SM	0.02192	0.08628	24667	0.25	0.7994
2D	SM	4D	MC	-0.6568	0.1608	24667	-4.08	<.0001
2D	SM	4D	MI	0.06444	0.09345	24667	0.69	0.4904
2D	SM	4D	SM	0.8143	0.1428	24667	5.70	<.0001
2D	SM	BLL	MC	-0.7978	0.1351	24667	-5.90	<.0001
2D	SM	BLL	MI	-0.04611	0.08586	24667	-0.54	0.5913
2D	SM	BLL	SM	0.01976	0.1107	24667	0.18	0.8583
4D	MC	4D	MI	0.7213	0.1483	24667	4.86	<.0001
4D	MC	4D	SM	1.4711	0.1835	24667	8.02	<.0001
4D	MC	BLL	MC	-0.1410	0.1776	24667	-0.79	0.4274
4D	MC	BLL	MI	0.6107	0.1437	24667	4.25	<.0001
4D	MC	BLL	SM	0.6766	0.1598	24667	4.23	<.0001
4D	MI	4D	SM	0.7499	0.1286	24667	5.83	<.0001
4D	MI	BLL	MC	-0.8622	0.1201	24667	-7.18	<.0001
4D	MI	BLL	MI	-0.1105	0.05933	24667	-1.86	0.0624
4D	MI	BLL	SM	-0.04469	0.09163	24667	-0.49	0.6258

Diferencias de EDAD*Medulacion medias de mínimos cuadrados

EDAD	Medulacion	EDAD	Medulacion	Estimador	Error estándar	DF	Valor t	Pr > t
4D	SM	BLL	MC	-1.6121	0.1614	24667	-9.99	<.0001
4D	SM	BLL	MI	-0.8604	0.1232	24667	-6.99	<.0001
4D	SM	BLL	SM	-0.7946	0.1416	24667	-5.61	<.0001
BLL	MC	BLL	MI	0.7517	0.1142	24667	6.58	<.0001
BLL	MC	BLL	SM	0.8175	0.1339	24667	6.11	<.0001
BLL	MI	BLL	SM	0.06586	0.08388	24667	0.79	0.4323

Sistema SAS

Procedimiento MEANS

Variable de análisis : DIAMETRO
DIAMETRO

EDAD	Medulacion	Número de observaciones	Media
2D	MC	621	26.8623188
	MI	3234	22.0763265
	SM	4192	17.4137977
4D	MC	488	27.3751230
	MI	1971	22.0010046
	SM	3150	16.9921714
BLL	MC	759	27.6078261
	MI	4530	22.1209272
	SM	5758	17.2340465

Sistema SAS

Obs	EDAD	Medulacion	_TYPE_	_FREQ_	MEANDI
1			0	24703	19.9052
2		MC	1	1868	27.2992
3		MI	1	9735	22.0818
4		SM	1	13100	17.2334

Obs	EDAD	Modulacion	_TYPE_	_FREQ_	MEANDI
5	2D		2	8047	20.0168
6	4D		2	5609	19.6556
7	BLL		2	11047	19.9507
8	2D	MC	3	621	26.8623
9	2D	MI	3	3234	22.0763
10	2D	SM	3	4192	17.4138
11	4D	MC	3	488	27.3751
12	4D	MI	3	1971	22.0010
13	4D	SM	3	3150	16.9922
14	BLL	MC	3	759	27.6078
15	BLL	MI	3	4530	22.1209
16	BLL	SM	3	5758	17.2340

Anexo N°6:

“Análisis del porcentaje de fibra según el tipo de medulación”

Chi-Cuadrado prueba para 3 por 4 edad y categoria

Procedimiento FREQ

Frecuencia Esperado	Tabla de EDAD por Medulacion				
	EDAD(EDAD)	Medulacion(Medulacion)			Total
Chi-cuadrado por celda		SM	MI	MC	
Porcentaje	BLL	5758	4530	759	11047
		5858.2	4353.4	835.36	
		1.7146	7.1623	6.9793	
		23.31	18.34	3.07	44.72
	4D	3150	1971	488	5609
		2974.5	2210.4	424.14	
		10.361	25.929	9.6139	
		12.75	7.98	1.98	22.71
	2D	4192	3234	621	8047
		4267.3	3171.2	608.5	
		1.3296	1.2446	0.2567	
		16.97	13.09	2.51	32.57
	Total	13100	9735	1868	24703
		53.03	39.41	7.56	100.00

Estadísticos para la tabla de EDAD por Medulacion

Estadístico	DF	Valor	Prob
Chi-cuadrado	4	64.5910	<.0001
Chi-cuadrado de ratio de verosimilitud	4	65.0701	<.0001
Chi-cuadrado Mantel-Haenszel	1	0.5471	0.4595
Coficiente Phi		0.0511	
Coficiente de contingencia		0.0511	
V de Cramer		0.0362	

Tamaño de la muestra = 24703

estadístico de Chi-Cuadrado para edad y categoría
saldía conjunto de datos de procedimiento de FREQ

N	NMISS	_PCHI_	DF_PCHI	P_PCHI	_LRCHI_	DF_LRCHI	P_LRCHI
24703	0	64.5910	4	3.1378E-13	65.0701	4	2.4872E-13

Anexo N° 7:

“Análisis del promedio de diámetro de fibra de acuerdo a su categorización y tipo de medulación”

Sistema SAS

Procedimiento GLIMMIX

Información del modelo

Conjunto de datos	WORK.DIAMETRO
Variable de respuesta	DIAMETRO
Distribución de respuesta	Gaussian
Función de vínculo	Identidad
Función de varianza	Predeterminado
Matriz de varianza	Diagonal
Técnica de estimación	Verosimilitud máxima restringida
Método de grados de libertad	Residual

Información de nivel de clase

Clase	Niveles	Valores
EDAD	3	2D 4D BLL
CATEGORIA	4	EF F G MF
Medulacion	3	MC MI SM

Número de observaciones leídas 24703

Número de observaciones usadas 24703

Dimensiones

Parámetros de covarianza	1
Columnas en X	80
Columnas en Z	0
Asuntos (Bloques en V)	1
Obs máx por asunto	24703

Información de optimización

Técnica de optimización Ninguna

Información de optimización

Parámetros	37
Límites inferiores	1
Límites superiores	0
Efectos fijos	Sin perfilado

Estadísticos de ajuste

Verosimilitud -2 Res Log	105954.5
AIC (mejor más pequeño)	106028.5
AICC (mejor más pequeño)	106028.6
BIC (mejor más pequeño)	106328.7
CAIC (mejor más pequeño)	106365.7
HQIC (mejor más pequeño)	106125.7
Chi-cuadrado de Pearson	105092.5
Chi-cuadrado de Pearson / DF	4.26

Tipo III Tests de efectos fijos

Efecto	Num DF	Den DF	F-Valor	Pr > F
EDAD	2	24667	9.94	<.0001
CATEGORIA	3	24667	5238.10	<.0001
Medulacion	2	24667	55.15	<.0001
EDAD*CATEGORIA	6	24667	9.54	<.0001
EDAD*Medulacion	4	24667	7.52	<.0001
CATEGORIA*Medulacion	6	24667	200.81	<.0001
EDAD*CATEGOR*Medulac	12	24667	5.12	<.0001

CATEGORIA*MedulacionMedias de mínimos cuadrados

CATEGORIA	Medulacion	Estimador	Error estándar	DF	Valor t	Pr > t
EF	MC	19.4310	0.1827	24667	106.38	<.0001
EF	MI	18.8403	0.03400	24667	554.18	<.0001
EF	SM	16.5969	0.01943	24667	854.19	<.0001
F	MC	21.7800	0.1594	24667	136.64	<.0001
F	MI	21.7800	0.04997	24667	435.90	<.0001
F	SM	21.7800	0.08820	24667	246.93	<.0001
G	MC	29.5449	0.05816	24667	507.97	<.0001
G	MI	27.5319	0.04858	24667	566.73	<.0001
G	SM	28.6848	0.1533	24667	187.17	<.0001
MF	MC	23.7600	0.1308	24667	181.66	<.0001
MF	MI	23.7600	0.05375	24667	442.01	<.0001
MF	SM	23.7600	0.1232	24667	192.89	<.0001

Diferencias de CATEGORIA*Medulacion medias de mínimos cuadrados

CATEGORIA	Medulacion	CATEGORIA	Medulacion	Estimador	Error estándar	DF	Valor t	Pr > t
EF	MC	EF	MI	0.5907	0.1858	24667	3.18	0.0015
EF	MC	EF	SM	2.8341	0.1837	24667	15.43	<.0001
EF	MC	F	MC	-2.3490	0.2424	24667	-9.69	<.0001
EF	MC	F	MI	-2.3490	0.1894	24667	-12.40	<.0001
EF	MC	F	SM	-2.3490	0.2028	24667	-11.58	<.0001
EF	MC	G	MC	-10.1140	0.1917	24667	-52.76	<.0001
EF	MC	G	MI	-8.1009	0.1890	24667	-42.86	<.0001
EF	MC	G	SM	-9.2538	0.2384	24667	-38.81	<.0001
EF	MC	MF	MC	-4.3290	0.2247	24667	-19.27	<.0001
EF	MC	MF	MI	-4.3290	0.1904	24667	-22.74	<.0001
EF	MC	MF	SM	-4.3290	0.2203	24667	-19.65	<.0001
EF	MI	EF	SM	2.2434	0.03916	24667	57.29	<.0001
EF	MI	F	MC	-2.9397	0.1630	24667	-18.04	<.0001
EF	MI	F	MI	-2.9397	0.06043	24667	-48.64	<.0001
EF	MI	F	SM	-2.9397	0.09453	24667	-31.10	<.0001
EF	MI	G	MC	-10.7046	0.06737	24667	-158.89	<.0001
EF	MI	G	MI	-8.6916	0.05929	24667	-146.58	<.0001

EF	MI	G	SM	-9.8445	0.1570	24667	-62.71	<.0001
EF	MI	MF	MC	-4.9197	0.1351	24667	-36.40	<.0001
EF	MI	MF	MI	-4.9197	0.06360	24667	-77.35	<.0001
EF	MI	MF	SM	-4.9197	0.1278	24667	-38.50	<.0001
EF	SM	F	MC	-5.1831	0.1606	24667	-32.28	<.0001
EF	SM	F	MI	-5.1831	0.05361	24667	-96.68	<.0001
EF	SM	F	SM	-5.1831	0.09032	24667	-57.39	<.0001
EF	SM	G	MC	-12.9480	0.06132	24667	-211.15	<.0001
EF	SM	G	MI	-10.9350	0.05232	24667	-209.00	<.0001
EF	SM	G	SM	-12.0879	0.1545	24667	-78.25	<.0001
EF	SM	MF	MC	-7.1631	0.1322	24667	-54.17	<.0001
EF	SM	MF	MI	-7.1631	0.05716	24667	-125.32	<.0001
EF	SM	MF	SM	-7.1631	0.1247	24667	-57.44	<.0001
F	MC	F	MI	4.92E-13	0.1670	24667	0.00	1.0000
F	MC	F	SM	1.17E-12	0.1822	24667	0.00	1.0000
F	MC	G	MC	-7.7649	0.1697	24667	-45.76	<.0001
F	MC	G	MI	-5.7519	0.1666	24667	-34.52	<.0001
F	MC	G	SM	-6.9048	0.2211	24667	-31.23	<.0001
F	MC	MF	MC	-1.9800	0.2062	24667	-9.60	<.0001
F	MC	MF	MI	-1.9800	0.1682	24667	-11.77	<.0001
F	MC	MF	SM	-1.9800	0.2014	24667	-9.83	<.0001
F	MI	F	SM	6.78E-13	0.1014	24667	0.00	1.0000
F	MI	G	MC	-7.7649	0.07668	24667	-101.27	<.0001
F	MI	G	MI	-5.7519	0.06969	24667	-82.54	<.0001
F	MI	G	SM	-6.9048	0.1612	24667	-42.83	<.0001
F	MI	MF	MC	-1.9800	0.1400	24667	-14.14	<.0001
F	MI	MF	MI	-1.9800	0.07339	24667	-26.98	<.0001
F	MI	MF	SM	-1.9800	0.1329	24667	-14.90	<.0001
F	SM	G	MC	-7.7649	0.1057	24667	-73.49	<.0001
F	SM	G	MI	-5.7519	0.1007	24667	-57.12	<.0001
F	SM	G	SM	-6.9048	0.1768	24667	-39.05	<.0001
F	SM	MF	MC	-1.9800	0.1578	24667	-12.55	<.0001

F	SM	MF	MI	-1.9800	0.1033	24667	-19.17	<.0001
F	SM	MF	SM	-1.9800	0.1515	24667	-13.07	<.0001
G	MC	G	MI	2.0130	0.07578	24667	26.56	<.0001
G	MC	G	SM	0.8601	0.1639	24667	5.25	<.0001
G	MC	MF	MC	5.7849	0.1431	24667	40.41	<.0001
G	MC	MF	MI	5.7849	0.07920	24667	73.04	<.0001
G	MC	MF	SM	5.7849	0.1362	24667	42.47	<.0001
G	MI	G	SM	-1.1529	0.1608	24667	-7.17	<.0001
G	MI	MF	MC	3.7719	0.1395	24667	27.03	<.0001
G	MI	MF	MI	3.7719	0.07245	24667	52.06	<.0001
G	MI	MF	SM	3.7719	0.1324	24667	28.49	<.0001
G	SM	MF	MC	4.9248	0.2015	24667	24.44	<.0001
G	SM	MF	MI	4.9248	0.1624	24667	30.32	<.0001
G	SM	MF	SM	4.9248	0.1966	24667	25.05	<.0001
MF	MC	MF	MI	2.21E-12	0.1414	24667	0.00	1.0000
MF	MC	MF	SM	-198E-12	0.1797	24667	-0.00	1.0000
MF	MI	MF	SM	-2E-10	0.1344	24667	-0.00	1.0000

Sistema SAS

Procedimiento MEANS

Variable de análisis : **DIAMETRO**

DIAMETRO

CATEGORIA	Medulacion	Número de observaciones	Media
EF	MC	134	19.4010448
	MI	4162	18.8485344
	SM	11965	16.6068466
F	MC	175	21.7800000
	MI	1882	21.7800000
	SM	600	21.7800000
G	MC	1294	29.5882998
	MI	2046	27.5874194

**Variable de análisis : DIAMETRO
DIAMETRO**

CATEGORIA	Medulacion	Número de observaciones	Media
	SM	232	29.2647414
MF	MC	265	23.7600000
	MI	1645	23.7600000
	SM	303	23.7600000

Sistema SAS

Obs	CATEGORIA	Medulacion	_TYPE_	_FREQ_	MEANDI
1			0	24703	19.9052
2		MC	1	1868	27.2992
3		MI	1	9735	22.0818
4		SM	1	13100	17.2334
5	EF		2	16261	17.2036
6	F		2	2657	21.7800
7	G		2	3572	28.4212
8	MF		2	2213	23.7600
9	EF	MC	3	134	19.4010
10	EF	MI	3	4162	18.8485
11	EF	SM	3	11965	16.6068
12	F	MC	3	175	21.7800
13	F	MI	3	1882	21.7800
14	F	SM	3	600	21.7800
15	G	MC	3	1294	29.5883
16	G	MI	3	2046	27.5874
17	G	SM	3	232	29.2647
18	MF	MC	3	265	23.7600
19	MF	MI	3	1645	23.7600
20	MF	SM	3	303	23.7600

Anexo N° 8:

“Análisis del porcentaje de fibra según medulación y categoría”

Chi-Cuadrado prueba para 3 por 4 edad y categoría

Procedimiento FREQ

Frecuencia Esperado Chi-cuadrado por celda Porcentaje	Tabla de CATEGORIA por Medulación				
	CATEGORIA(CATEGORIA)	Medulación(Medulación)			Total
		SM	MI	MC	
	EF	11965	4162	134	16261
		8623.2	6408.2	1229.6	
		1295.1	787.32	976.23	
		48.44	16.85	0.54	65.83
	F	600	1882	175	2657
		1409	1047.1	200.92	
		464.51	665.76	3.3434	
		2.43	7.62	0.71	10.76
	MF	303	1645	265	2213
		1173.6	872.1	167.34	
		645.79	684.98	56.989	
		1.23	6.66	1.07	8.96
	G	232	2046	1294	3572
		1894.2	1407.7	270.11	
		1458.6	289.47	3881.2	
		0.94	8.28	5.24	14.46
	Total	13100	9735	1868	24703
		53.03	39.41	7.56	100.00

Estadísticos para la tabla de CATEGORIA por Medulación

Estadístico	DF	Valor	Prob
Chi-cuadrado	6	11209.3141	<.0001
Chi-cuadrado de ratio de verosimilitud	6	10906.7493	<.0001
Chi-cuadrado Mantel-Haenszel	1	9437.7548	<.0001

Estadístico	DF	Valor	Prob
Coefficiente Phi		0.6736	
Coefficiente de contingencia		0.5587	
V de Cramer		0.4763	

Tamaño de la muestra = 24703

estadístico de Chi-Cuadrado para edad y categoria
saldia conjunto de datos de procedimiento de FREQ

N	NMISS	_PCHI_	DF_PCHI	P_PCHI	_LRCHI_	DF_LRCHI	P_LRCHI
24703	0	11209.31	6	0	10906.75	6	0