

UNIVERSIDAD PERUANA CAYETANO HEREDIA

FACULTAD DE CIENCIAS Y FILOSOFÍA

“ALBERTO CAZORLA TALLERI”



**Estudio Preliminar de la Caracterización del Diámetro del
Cabello con una Técnica Alternativa**

Trabajo de Suficiencia Profesional para optar el Título Profesional de
Químico Farmacéutico

Autor:

Maria Fernanda Torres Oncebay

Asesor:

MSc. María Salas Arruz

LIMA – PERÚ

2023

REVISORES

Q.F. MARIA SUSANA ROQUE MARROQUIN

Dr. CÉSAR LÓPEZ MATAYOSHI

DEDICATORIA

A mi madre Cirila, abuelo Victor y mi abuela Leonor que me cuida desde el cielo,
por el apoyo incondicional e incentivarme a seguir creciendo en mi vida
profesional.

A mis hermanos Yeferson, Brandon y Yumira por siempre apoyarme y brindarme
su inmenso amor.

A John B. por ser mi soporte en los momentos que necesite y alentarme a
continuar este TSP.

A Dios por seguir brindándome salud y vida

AGRADECIMIENTOS

A mi asesora MSc. Maria Salas, por brindarme el apoyo necesario, consejos, conocimientos y enseñanzas, que permitieron culminar este Trabajo de Suficiencia Profesional.

A la familia Preciado por acogerme en su casa y hacerme sentir como parte de su familia.

ESTUDIO PRELIMINAR DE LA CARACTERIZACIÓN DEL DIAMETRO DEL CABELLO CON UNA TÉCNICA ALTERNATIVA.

INFORME DE ORIGINALIDAD

5%

INDICE DE SIMILITUD

5%

FUENTES DE INTERNET

1%

PUBLICACIONES

%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

idoc.pub

Fuente de Internet

1%

2

www.slideshare.net

Fuente de Internet

<1%

3

www.smcsmx.org

Fuente de Internet

<1%

4

es.biomedicalhouse.com

Fuente de Internet

<1%

5

dspace.unitru.edu.pe

Fuente de Internet

<1%

6

core.ac.uk

Fuente de Internet

<1%

7

www.grafiati.com

Fuente de Internet

<1%

8

cia.uagraria.edu.ec

Fuente de Internet

<1%

9

hdl.handle.net

Fuente de Internet

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	1
ABSTRACT	3
1 INTRODUCCIÓN	5
1.1 Antecedentes	5
1.2 Marco Teórico	8
1.2.1 El Cabello	8
1.2.2 Alteración de la estructura del cabello	10
1.2.3 Diámetro del cabello	11
1.2.4 Impacto psicológico y social	11
1.2.5 Métodos de estudio del diámetro del cabello	12
1.3 Planteamiento del Problema	16
1.4 Justificación	17
1.5 Objetivos	19
1.5.1 Objetivo general	19
1.5.2 Objetivos específicos	19
2 MÉTODO Y MATERIALES	20
2.1 Variable	20
2.2 Tipo de estudio	20
2.3 Lugar de estudio	20
2.4 Instrumento de medición	20
2.5 Diseño del estudio	21
2.6 Obtención de la muestra	22
2.7 Determinación de parámetros	22
2.7.1 Fuerza de compresión del instrumento	22
2.7.2 Precisión del sistema (equipo) y de la técnica analítica alternativa	24
2.7.3 Caracterización del diámetro del cabello	24
2.7.4 El tiempo máximo en que debe realizarse la lectura de medición luego de extraer la muestra	26
2.8 Descripción de la técnica analítica	27
2.9 Análisis de datos	27
3 RESULTADOS	28
3.1 Evaluación de los parámetros:	28
3.1.1 Fuerza de compresión del instrumento	28
3.1.2 Precisión del sistema (equipo) y de la técnica analítica alternativa	29

3.1.3	Caracterización del diámetro del cabello	31
3.1.4	Tiempo máximo que se debe realizar la medición del diámetro	38
3.2	Propuesta de la técnica analítica alternativa de la caracterización del diámetro.....	39
4	DISCUSIÓN	39
5	CONCLUSIÓN	42
6	RECOMENDACIONES	43
7	REFERENCIAS	44
	ANEXOS	47

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Datos de las muestras de cabello lacio natural negro.

Tabla 2. Comparaciones de los promedios del diámetro del cabello entre diferentes fuerzas de compresión del instrumento de medición en muestras de cabello lacio natural negro.

Tabla 3. Precisión del sistema en un punto de medición del diámetro del cabello lacio natural negro A001

Tabla 4. Repetibilidad (R) de la técnica alternativa de medición en los 5 puntos a lo largo del cabello lacio natural negro (5, 10, 15, 20 y 25 cm) de la muestra A001

Tabla 5. Repetibilidad (R) de la técnica alternativa de medición en los 5 puntos a lo largo del cabello lacio natural negro (5, 10,15,20 y 25 cm) de la muestra A005.

Tabla 6. Comparación de los promedios del diámetro en diferentes puntos a lo largo del cabello lacio natural negro

Tabla 7. Comparación por pares de los puntos de medición en cabellos lacio natural negro a lo largo del cabello

Tabla 8. Comparación de los promedios del diámetro del cabello por cada zona del cuero cabelludo de la muestra A001.

Tabla 9. Comparación de los promedios del diámetro del cabello lacio natural negro por cada zona del cuero cabelludo de la muestra A004.

Tabla 10. Comparación de los promedios del diámetro del cabello por cada zona del cuero cabelludo de la muestra A005

Tabla 11. Comparación de los promedios del diámetro del cabello lacio natural negro a las 0, 5, 15, 30, 60, 120, 240, 360 min después de obtenida la muestra

Tabla 12. Comparación de los promedios del del cabello lacio natural negro a las 0, 1440 min, 2880 min y 4320 min después de obtenida la muestra.

Tabla 13. Datos del diámetro de cabello con pesas de 55.08,79.93 y 209.86g de la muestra (A001, A002 y A003), para analizar la fuerza de compresión que se usara para las mediciones del diámetro del cabello.

Tabla 14. Datos de la medición del diámetro del cabello de la zona temporal izquierda, temporal derecha, occipital y frontal-parietal de la colaboradora A001 para realizar la caracterización del cabello

Tabla 15. Datos de la medición del diámetro del cabello de la zona temporal izquierda, temporal derecha, occipital y frontal-parietal de la colaboradora A004 para realizar la caracterización del cabello.

Tabla 16. Datos de la medición del diámetro del cabello de la zona temporal izquierda, temporal derecha, occipital y frontal-parietal de la colaboradora A005 para realizar la caracterización del cabello

Tabla 17. Datos de la medición del diámetro del cabello para realizar las comparaciones de los 0 minutos con los 5 min, 15 min, 30 min, 60 min, 120 min, 240 min y 360 min después de haber obtenido la muestra A001 y A004.

Tabla 18. Datos de la medición del diámetro del cabello para realizar las

comparaciones las comparaciones de 0 min con los 1440, 2880 y 4320 min después de haber obtenido la muestra A001 y A004.

LISTA DE GRÁFICAS

Gráfico 1. Comparación de los puntos de medición a lo largo del cabello lacio natural negro.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. El calibre o Pie de Rey mecánico, instrumento para la medición del diámetro.

Figura 2. El micrómetro ocular. Fue extraído de “Capitulo General: Partículas inyectables” y elabora por la Farmacopea de los Estados Unidos USP (36).

Figura 3. Diferencias del diámetro a lo largo del cabello de la muestra A001.

LISTA DE ANEXO

Anexo 1. Certificado de calibración del instrumento de medición´

Anexo 2. Datos de la medición del diámetro del cabello para analizar la fuerza de compresión que se usara para las mediciones del diámetro del cabello.

Anexo 3. Datos de las mediciones del diámetro para realizar la caracterización del cabello

Anexo 4. Datos de las mediciones del diámetro para realizar las comparaciones del diámetro a diferentes minutos después de haber obtenido la muestra.

RESUMEN

Se realizó un estudio preliminar de la caracterización del diámetro del cabello con una técnica alternativa propuesta, no invasiva y factible de realizar en nuestro medio. Este trabajo se desarrolló en base a mi experiencia en mediciones de diámetro de suturas en un laboratorio de control de calidad. En una primera etapa se determinó las condiciones del equipo (calibre con yunque de contacto y pesas de diferentes fuerzas de compresión, instrumento calibrado trazable a patrones nacionales) para medir el diámetro del cabello, encontrando que la fuerza de compresión adecuada fue 55.08g, la precisión del sistema fue de 99.68% y la precisión de la técnica en los puntos de medición a lo largo del cabello (5, 10, 15, 20 y 25 cm) fue de 95%. Luego se caracterizó el diámetro en muestras de cabello lacio natural negro proveniente de mujeres adultas (18 a 37 años) encontrándose que existe diferencia significativa ($p < 0.05$) a lo largo del cabello y valores promedios de diámetro del tallo del cabello desde 64.0 μm a 88.5 μm , además en la comparación del diámetro del cabello según zona del cuero cabelludo, se encontró que existe diferencia significativa ($p < 0.05$) y el coeficiente de variación porcentual inter-cabello puede llegar a ser de hasta el 23%, así mismo se estudió si el tiempo podría influir en la variación del diámetro del cabello después de haber extraído la muestra, donde se encontró que hasta las 360 min no existe diferencia significativa ($p > 0.05$) del diámetro del cabello sin embargo se encontró que existe diferencia significativa ($p < 0.05$) entre 0 min y las 1440, 2880 y 4320 min. Por otro lado, mediante un microscopio binocular se evidenció las diferencias de diámetro a lo largo del cabello. Concluyéndose que el diámetro del cabello a lo largo del mismo,

por zona del cuero cabelludo y después de las 1440, 2880 y 4320 min de haber extraído la muestra existe diferencia significativa ($p < 0.05$) del diámetro del cabello.

Palabras claves: Diámetro del cabello, metodología.

ABSTRACT

A preliminary study of hair diameter characterisation was carried out using a proposed alternative technique, which is non-invasive and feasible to perform in our environment. This work was developed based on my experience in suture diameter measurements in a quality control laboratory. In a first stage, the conditions of the equipment are determined (caliper with contact anvil and weights of different compression forces, calibrated instrument traceable to national standards) to measure hair diameter, finding that the appropriate compression force was 55.08g, the accuracy of the system was 99.68% and the accuracy of the technique at the measurement points along the hair (5, 10, 15, 15, 20 and 25 cm) was 95%. We then characterised the diameter of natural straight black hair samples from adult women (18 to 37 years old) and found that there is a significant difference ($p < 0.05$) in hair length and average hair shaft diameter values from 64.0 μm to 88.5 μm , also in the comparison of hair diameter according to scalp zone, significant difference ($p < 0.05$) was found to exist and the inter-hair percentage coefficient of variation can be as high as 23%, it was also studied whether time could influence the variation in hair diameter after the sample was extracted, where it was found that up to 360 min there is no significant difference ($p > 0.05$) in hair diameter, however it was found that there is a significant difference ($p < 0.05$) between 0 minutes and 1440, 2880 and 4320 minutes. On the other hand, a binocular microscope showed the differences in diameter along the length of the hair. Concluding that the diameter of the hair along the hair, by scalp area and after 1440, 2880 and 4320 min after having extracted the sample, there is a significant difference ($p < 0.05$) in the diameter of the hair.

Keywords: Hair diameter, methodology

1 INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

La variación del diámetro del cabello, podría deberse al uso frecuente de artefactos térmicos (secador, rizador y plancha eléctrica) y productos químicos, lo cual conlleva a que el cabello sufra daños en la cutícula, fisuras longitudinales y transversales (1). Además, la disminución del diámetro está asociada con mayor riesgo a los problemas de salud mental como la depresión, ansiedad y baja autoestima (2). Asimismo, en las mujeres afecta la sexualidad, el atractivo, la autopercepción de la apariencia y la imagen corporal (3). Por otro lado, la disminución del diámetro del cabello es considerado por algunos autores como indicador de alopecia (Ishino A, *et al* (4); Ummiti A, *et al* (5); Li X *et al* (6)). Es por ello que las mujeres con la disminución del diámetro del cabello optan por usar pelucas, extensiones o productos engrosadores de cabello para aparentar mayor abundancia en el cabello.

En los artículos de investigación reportados a la fecha, se ha clasificado a los métodos que estudian el diámetro de cabello por las modalidades de obtención de la muestra: invasivo, semi-invasivos y no invasivos. Sin embargo estos métodos de estudios están direccionado al estudio clínico de la alopecia, mas no a la caracterización del diámetro del cabello (4-6).

La biopsia es método invasivo, el cual se realiza en investigaciones y el estudio clínico de alopecias cicatriciales, sin embargo, este método es muy invasivo debido a que el muestreo consiste en extraer la muestra con un punzón de 4 o 6 mm de

profundidad del tejido subcutáneo (7). El método semi-invasivo como el Tricograma y Tricograma de Área Unitaria, son métodos que requieren la depilación del área del cuero cabelludo (7,8). Y los métodos no invasivos (cualitativos y cuantitativos), como el Fototricograma que consiste en tomar fotografía en una determinada área del cuero cabelludo lo cual fue introducido por primera vez por Saitoh en 1970. Años más tarde fue mejorada por Van Neste, el cual añadió tinte negro en el cabello para mejorar el contraste con el cuero cabelludo, a este método se le llamo el fototricograma de contraste (8). Sin embargo, este método es tedioso y consume mucho tiempo por ende en el 2001 Hoffmann (9) desarrolló el método Trichoscan el cual es completamente computarizado, sensible, además este método combina la microscopía de epiluminiscencia con el análisis automático de imágenes digitales para la medición del cabello humano (10). En los últimos años se ha estado utilizando Trichoscan para el estudio del diámetro del cabello, como el estudio del 2017 de Rojhirunsakool S. y Suchonwanit P (11), donde investigan el diámetro del cabello en mujeres con caída y sin caída de cabello.

Además, la Tricoscopia es un método moderno que se realiza con un dermatoscopio o videodermoscopio (12). Este método permite la visualización de las estructuras del tallo piloso, aberturas de folículo piloso, epidermis perifolicular y microvasos cutáneos. Por ende, esta técnica permite diagnosticar anomalías en el tallo del cabello (tricoloris invaginata, monilethrix, pili torti y pili annulati) y enfermedades inflamatorias del cuero cabelludo como lupus eritematoso discoide y psoriasis del cuero cabelludo (12). Asimismo, permite realizar mediciones como diámetro del

cabello gracias a la visualización de gran aumento del cabello (12). Rakowska A. en el 2009, realizó una estandarización del método Tricoscopio en mujeres con buena salud, además de establecer valores normales para el grosor del cabello, el autor concluye que esta estandarización permitirá mejorar el diagnóstico de las enfermedades relacionadas con la caída de cabello como la alopecia (13).

También, en un estudio de recopilación de técnicas para medir el diámetro de cabello realizado por Blume *et al* (8), declaran que dichas técnicas cuentan con limitaciones en el estudio del diámetro de cabello. Las limitaciones del Tricograma de área unitaria y Tricograma son la depilación que causa dolor e incomodidad, el tiempo de crecimiento del cabello, el método consume bastante tiempo, no es adecuado para ensayos clínicos a gran escala; el Fototricograma es laborioso y lento cuando no se implementa el análisis computarizado, la evaluación del diámetro de cabello no es confiable por la superposición de cabello; en el Trichoscan el tinte puede causar una reacción adversa en el cuero cabelludo y en los pacientes afeitar el área de estudio puede generar incomodidad; en la Videodermoscopia el uso del aceite de inmersión podría modificar la estructura del diámetro del cabello (8); el Microscopio Confocal Láser de Barrido no es adecuado para el uso rutinario y requiere de un operador altamente capacitado (8), el Microscopio electrónico de transmisión daña la muestra por el exceso de calor del haz de electrones y requiere de pretratamiento (8); en la Tomografía de Coherencia Óptica la validez de los datos depende de la recolección y preparación de la muestra de cabello (8).

Por otro lado, la mayoría de los laboratorios de control de calidad a nivel nacional no cuentan con equipos sofisticados que se requiere para medir el diámetro del

cabello con los métodos que existen a la actualidad, como por ejemplo Microscopio Confocal Láser de Barrido, Microscopio electrónico de transmisión, Heine Delta 20 ®, DermoGenius ®, Folliscope®, Microscopía de Epiluminiscencia Digital, HairCheck®, microscopio digital Escope Oitez, dermatoscopia de contacto polarizado, y microscopía electrónica de barrido.

Por lo que este trabajo desarrollo una técnica alternativa factible de realizar en nuestro medio, sencilla y reproducible en base a las repeticiones que se realizan. Además, el presente trabajo constituye un estudio preliminar de la caracterización del diámetro del cabello que debe tenerse en cuenta previo a la estandarización y validación de técnicas analíticas para su medición. Así mismo, la propuesta de la presente técnica está basado en la metodología que se emplea para medir suturas absorbible descritas en la USP NF 2022 (14) , debido a que dichas suturas multifilamento y monofilamento son de origen natural (tejidos animales purificados (colágeno) y serosa purificada de intestinos bovinos) tienen características semejantes al cabello como por ejemplo el diámetro no es homogéneo a lo largo de esta (15), además no constituye una forma redondeada cuando es vista en sección transversal y la medición del diámetro puede variar de acuerdo a la humedad (16) (17,18).

1.2 Marco Teórico

1.2.1 El Cabello

El cabello consta de dos estructuras, el tallo del cabello (visible en la superficie del cuero cabelludo) y folículo piloso. Así mismo, el cabello es un derivado de la

epidermis, de células muertas y completamente queratinizadas, mientras que en la epidermis se encuentran los folículos pilosos vivos, con crecimiento de los epitelios cilíndricos hacia la dermis y grasa subcutánea (19).

Por otro parte, el cabello es de suma importante para la identidad de las personas, esta puede ser liso, ondulado o rizado y de color variado como: rubio, negro, castaño, rojo y blanco. Además, el tallo del cabello el cabello puede sufrir alteraciones en la estructura, es decir se puede cambiar el color del cabello y/o modificar de liso a ondulado o viceversa, lo cual puede estar determinada por la cultura, la moda y celebridades (1).

La estructura del cabello tiene tres capas: cutícula, corteza y médula. La cutícula está ubicada en la parte externa del tallo capilar, formada por células translúcidas y cuboidales, debido a la ubicación esta capa es la primera en sufrir daños en la cutícula a causa de productos cosméticos que modifican la estructura del cabello y artefactos térmicos (plancha, rizador y secador) (20,21).

Por otro parte la corteza, está formada por células más grandes en forma de hileras de cadenas proteicas (queratina), estabilizadas por enlaces disulfuro y está ubicada en el centro de la fibra capilar. Los productos químicos que se usan para decolorar, alisar y rizar el cabello penetran al tallo capilar y desestabilizan los enlaces disulfuro, lo que causa debilitamiento, desorganización y porosidad en el cabello. Además, la médula es la parte interna del tallo del cabello, esta contiene lípidos y pocos enlaces disulfuro (20,21).

i. Ciclo del crecimiento

Este ciclo de crecimiento del cabello consta de tres fases: Anágena, catágena y telógeno. En la fase anágena el cabello crece activamente para formar el tallo piloso, además esta fase puede durar varios años dependiendo de la genética y la mayor parte del cabello se encuentra en esta fase (22,23). A diferencia de la fase de transición (catágena), el cabello deja de crecer, es decir comienza la regresión del folículo piloso, en esta fase se encuentra el 1 % del cabello, por último, en la fase telógeno el cabello entra en reposo en otras palabras el cabello se mantiene adherido al folículo, alrededor del 10 % se mantiene en esta fase (22,23). La fase de anágeno y telógeno varía en función de la edad y el sexo, en la niñez el 95% de cabello está en la fase anágena y el 5 % en telógeno, en las mujeres adultas el 86% está en anágena y 11% en telógeno a diferencia de los varones que solo el 83% está en anágena y 15% en telógeno (7).

1.2.2 Alteración de la estructura del cabello

El cabello, puede sufrir alteraciones en su estructura como puntas abiertas, mayor porosidad, disminución del diámetro del cabello, a causa de medicamentos, enfermedades como la alopecia, procedimientos cosméticos (decoloraciones o permanentes), factor mecánico (secador, plancha) y factor climatológico. Asimismo, el cabello sometido a repetidas agresiones, mostrará cambios severos de degeneración progresiva desde la raíz hasta la punta del cabello, es decir el cabello sufrirá daños en la cutícula, fisuras longitudinales y transversales, lo cual podría modificar el diámetro del cabello (1).

Además, la parte más antigua del tallo del cabello (las puntas), son sometidas a más de 700 lavadas causando mayor desgaste en el tallo capilar, en comparación del tallo capilar cerca a la raíz sufre menos desgaste en la estructura, debido a que las puntas del cabello tienen mayor periodo en el cuero cabelludo. Así mismo las puntas del cabello son más frecuentes a ser sometidas a procedimiento cosméticos como decoloración, coloración, alisado y rizado, lo cual conlleva a un mayor desgaste, porosidad, fracturas y cambio en el grosor del cabello (1).

1.2.3 Diámetro del cabello

Según Damodaran y Gupta, 2011 (24), el diámetro de cabello es $>60 \mu\text{m}$. Así mismo Lacharriere *et al* (25) en su estudio de diversidad del diámetro del cabello, clasifica al cabello como cabello fino (30-40 μm), mediano (50-80 μm) y grueso (90-110 μm). Además, en un estudio sobre la evaluación del cabello con el método tricograma, indica que la uniformidad de diámetro del tallo piloso es signo de buena salud en la estructura del cabello, a diferencia de la variación del diámetro del cabello que puede ser indicativo de alopecia androgénica (7).

Además, a la fecha no existen técnicas analíticas validadas o normadas para el control de calidad para productos cosméticos engrasadores del tallo del cabello, es decir incrementan el diámetro del cabello, con la finalidad de observar la eficacia de estos productos cosméticos.

1.2.4 Impacto psicológico y social

La disminución del diámetro del cabello en algunos casos como consecuencia de la alopecia, afecta el aspecto psicológico y social en las personas, según Montgomery *et al* (2) en su estudio sobre la gravedad de la caída del cabello concluye que está

asociado con la salud mental, indicando mayor impacto psicológico como la depresión, ansiedad y baja autoestima en las mujeres. También, puede afectar el sentido de la feminidad, la sexualidad, el atractivo, la autopercepción de la apariencia, la imagen corporal, la autoestima y la vida (3).

Otro estudio sobre la relación entre los niveles de actividad física y los síntomas de depresión, ansiedad y estrés en personas con alopecia areata, indicaron que el 81,9 % de los participantes que no cumplían con las pautas recomendadas de actividad física, presentaron síntomas de ansiedad, estrés y depresión (26).

1.2.5 Métodos de estudio del diámetro del cabello

Existen tres grupos de métodos para el estudio del diámetro del cabello, el método invasivo (Biopsia), el método semi-invasivo (Tricograma) y el método no invasivo (el Fototricograma, Trichoscan y Tricoscópico) (8).

i. Método invasivo

La biopsia del cuero cabelludo, es una técnica importante para el diagnóstico de la alopecia cicatricial y no cicatricial (alopecia areata). Sin embargo, también se puede usar para la cuantificación del grosor de tallo capilar, pero una de las complicaciones de este método es la infección de la herida (8).

a) Biopsia: Examen histopatológico

Este método se realiza bajo anestesia (lidocaína con adrenalina 1:100.000), la biopsia usa un punzón de 4 o 6 mm de profundidad en el tejido subcutáneo a lo largo de la inclinación del cabello, el cual requiere de una sutura. Las muestras se

adhieren con formalina (tamponada neutra al 10%) y parafina. Además, estas muestras se tiñen con hematoxilina-eosina y luego se evalúa bajo un microscopio de campo claro. El diámetro del tallo del cabello se mide apuntando con el mouse y arrastrando verticalmente desde un borde del tallo del cabello hasta el otro borde en la plataforma de visualización (NDP.Viewer 2). Se realiza un diagrama para registrar el diámetro del tallo del cabello y la etapa del ciclo del cabello (25,27-31).

ii. Método semi-invasivo

El tricograma y tricograma de área unitaria son métodos semi-invasivos, que se utiliza para el estudio de densidad del folículo piloso, proporción de fibras anágenas y diámetro del tallo del cabello, pero la depilación del área del cuero cabelludo genera incomodidad en el paciente, además este método consume bastante tiempo y no es adecuado para ensayos a gran escala (7,8).

a) Tricograma

Se realiza al quinto día después del último lavado con champú, el cual consiste en arrancar de 50 a 100 cabellos en áreas de muestreo (frontal, occipital, temporal, vértice) usando pinzas de depilación de cierre hermético o pinza hemostática cubierta con goma. Los pelos se arrancan, torciendo y levantando los tallos del cabello rápidamente en la dirección de inmersión desde el cuero cabelludo. Luego se cortan los tallos del cabello 1 cm por encima de las vainas de la raíz y estas se colocan una al lado de la otra en un portaobjetos y luego se pegan con cinta adhesiva, después se realiza el estudio bajo el microscopio óptico (27,32).

b) Tricograma de unidad de área

En este método se marca un área fija en el cuero cabelludo a través de una plantilla con un rotulador de punta uniforme. Todos los pelos dentro y sobre la línea trazada se depilaron individualmente con fórceps/pinzas en la dirección del crecimiento del pelo para minimizar el daño al bulbo piloso (27).

iii. Método no invasivo

Los métodos no invasivos (cualitativos y cuantitativos), que permiten medir el diámetro del cabello son: El Fototricograma, Trichoscan y Tricoscópico. El Fototricograma es un método no invasivo que consiste en tomar fotografía en una determinada área del cuero cabelludo, el cual permite la medición del grosor del cabello. Sin embargo, este método es tedioso y consume mucho tiempo por ende en el 2001 Hoffmann desarrolló el método Trichoscan el cual es completamente computarizado (8). Por otro lado, la Tricoscopia es un método moderno que se realiza con un dermatoscopio o videodermoscopio, lo cual permite la visualización de las estructuras del tallo piloso, aberturas de folículo piloso, epidermis perifolicular y microvasos cutáneas, como consecuencia esta técnica permite diagnosticar anomalías en el tallo del cabello (8).

a) Fototricograma

Consiste en determinar el área, después se marca con plantilla y un marcador permanente. Acto seguido, se corta el cabello en un área seleccionada y lo más cerca al tallo piloso, con una tijera quirúrgica curva. Los cabellos recortados se extienden sobre un portaobjeto de vidrio y se fijan con cinta adhesiva transparente. Luego se

mide el diámetro, bajo el microscopio con aumento de x40 y escala micrométrica calibrada de medida mínima 0.01mm. Por último, se toma una fotografía de referencia, este proceso se repite de semana a semana y también se recorta el cabello nuevamente, hasta obtener imágenes suficientes para comparar (9,27).

b) Fototricograma con sistema de cámara de alta resolución

Consiste en rasurar 2 cm², aplicar tinte para pestañas en el área rasurada por 12 min, después se elimina el tinte con hisopo y alcohol. Luego se realizan las fotografías y se le aplica al cabello aceite de inmersión para mejorar la calidad de cabello. Asimismo, se realiza análisis de la longitud y diámetro de cabello de las imágenes con el software. Posteriormente se almacenan electrónicamente los datos para el análisis de las fotografías (33,34).

c) Trichoscan

Método que combina microscopía epiluminiscencia con análisis automático de imágenes digitales para la medición in-situ de cabello. Este método consiste en definir un área (1.8 cm²) de recorte, después a criterio de lo que se analiza se procede a teñir el cabello y posteriormente se limpiará con una solución alcohólica. Las imágenes se obtienen con aumento de 20 veces y 40 veces, mientras el área aún está húmeda. Además, las imágenes se toman en el día, el tercer y sexto mes (9,10,27,33,35).

d) Tricoscopia

Basado en videodermatoscopio Fotofinder II, el cual consiste en tomar fotografías

del cabello en diferentes zonas del cuero cabelludo (frontal, occipital, temporal derecho y temporal izquierdo), además esta técnica permite la visualización del cuero cabelludo con un aumento de 20-160 veces y el grosor se mide con un aumento de 70 veces (5,6,29).

1.3 Planteamiento del Problema

Todas técnicas descritas en la literatura para medir el diámetro del cabello están dirigidas al estudio clínico de los diferentes tipos de alopecia, en la cual existe la disminución del diámetro, sin embargo no se cuenta con estudios publicados que indiquen la caracterización del diámetro del cabello que puedan emplearse no solo en el estudio clínico sino también en la industria cosmética con fines de control de calidad. El presente trabajo de suficiencia profesional constituye uno de los estudios previos a la estandarización de una técnica, donde se esboza las características del diámetro y se plantea una posible técnica a emplear en nuestro medio.

Las técnicas analíticas descritas en la literatura: biopsia, Tricograma, Tricograma de área unitaria, Fototricograma, Trichoscan, Tricoscopio, etc, usadas en el estudio clínico de los diferentes tipos de alopecia cuentan con limitaciones. Como por ejemplo que la perspectiva de la medición puede cambiar de operador a operador, la cuantificación no es exacta y es tedioso, consume mucho tiempo, además algunos instrumentos de medición del diámetro del cabello requieren de personal altamente capacitado, asimismo la gran mayoría de los métodos descritos (invasivos, semi-invasivo y no invasivo) no están estandarizados, y tampoco describen la metodología de la medición del diámetro del cabello, es decir no indican el lugar

de medición a lo largo del cabello, tampoco mencionan si se realizan repeticiones por punto de medición, zona del cuero cabelludo ni entiendo en la cual se debe medir el diámetro del cabello después de haber extraído la muestra. Además, a la fecha no se dispone de una técnica normada para la cuantificación del diámetro del cabello.

Por otro lado, la mayoría de los laboratorios a nivel nacional no cuentan con equipos sofisticados para medir el diámetro del cabello como por ejemplo Microscopio Confocal Láser de Barrido, Microscopio electrónico de transmisión, Heine Delta 20 ®, DermoGenius ®, Folliscope®, Microscopía de Epiluminiscencia Digital, HairCheck®, microscopio digital Scope Oitez, dermatoscopia de contacto polarizado, y microscopía electrónica de barrido.

Por lo cual, el presente trabajo realizo un estudio preliminar de la caracterización del diámetro del cabello con una técnica alternativa propuesta, no invasiva y factible de realizar en nuestro medio.

1.4 Justificación

Los métodos invasivos, semi-invasivo y no invasivos tienen limitantes debido a que requieren muestras preparadas minuciosamente, la perspectiva de la medición puede cambiar de operador a operador, la cuantificación no es exacta, consume mucho tiempo, además algunos instrumentos de medición del diámetro del cabello requieren de personal altamente capacitado, asimismo la gran mayoría de los métodos descritos (invasivos, semi-invasivo y no invasivo) no están estandarizados.

Además, en la actualidad no existe una técnica normada de la medición del diámetro del cabello.

Por lo que en el presente trabajo se desarrolló una técnica alternativa en base a la metodología que se emplea para medir suturas absorbible descritas en la USP-NF 2022, debido a que dichas suturas multifilamento y monofilamento son de origen natural (tejidos animales purificados (colágeno) y serosa purificada de intestinos bovinos), así mismo tienen características semejantes al cabello como por ejemplo el diámetro no es homogéneo a lo largo de esta (15) y tampoco constituye un círculo cuando es vista en sección transversal y la medición del diámetro puede variar de acuerdo a la humedad (16-18).

Además, el presente estudio pretende brindar una técnica alternativa factible de realizar en nuestro medio, sencilla y reproducible en base a las repeticiones que se realizan. Que sea de utilidad para futuras investigaciones sobre la caracterización del diámetro del cabello.

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo general

- Estudio preliminar de la caracterización del diámetro del cabello lacio natural negro y condiciones del instrumento de medición (calibre o pie de rey) con yunque de contacto para el desarrollo de una técnica alternativa para monitorear el diámetro del cabello.

1.5.2 Objetivos específicos

- Determinar las características y condiciones del instrumento (calibre o pie de rey con yunque de contacto de lectura directa, con pantalla digital) en las que se evaluaron los siguientes parámetros: fuerza de compresión, precisión del equipo y del sistema de medición, teniendo como base la técnica descrita en la USP para suturas absorbibles de origen animal
- Caracterizar el diámetro de cabello (observación microscópica, diferencias de diámetro a lo largo del cabello y según zona del cuero cabelludo)
- Evaluación de la variación del diámetro según el tiempo (minutos) en que se realiza la medición luego de extraída la muestra.
- Descripción de la técnica alternativa para monitorear el diámetro del cabello en base a los resultados encontrados.

2 MÉTODO Y MATERIALES

2.1 Variable

La variable de estudio es el diámetro del cabello lacio natural negro.

2.2 Tipo de estudio

El presente trabajo es cuantitativo.

2.3 Lugar de estudio

Este estudio se realizó en un laboratorio de control de calidad certificado en Buenas Prácticas de Laboratorio (BPL).

2.4 Instrumento de medición

El calibre o Pie de Rey es un instrumento calibrado trazable a patrones nacionales, mecánico, equipado con un dial de lectura directa, con pantalla digital. Además, debe tener una precisión mínima de 0,002 mm, un yunque de 50 ± 5 mm de diámetro y un punto de contacto plano (pie compresor) de $12,70 \pm 0,02$ mm de diámetro. Las superficies del punto de contacto y del yunque deben ser planas, con desviaciones no mayores de 0,005 mm, y paralelas entre sí con una aproximación de 0,005 mm.

El instrumento debe ser tal que se le pueda adaptar pesas de diferentes fuerzas de compresión (partes móviles) de 55.08g, 79.93g y 209.86g. Además, el instrumento que se emplea para la medición del diámetro de suturas según la USP-NF 2022 (14) es la que se puede observar en la Figura 1.

Figura 1. El calibre o Pie de Rey mecánico, instrumento para la medición del diámetro.



2.5 Diseño del estudio

Se seleccionó un método no invasivo para la obtención de las muestras de cabello lacio natural negro, el cual consistió en cortar con una tijera el cabello, lo más cerca posible al cuero cabelludo.

Se evaluó los diferentes parámetros para realizar la medición del diámetro del cabello adaptando la metodología descrita para suturas de la USP (14).

- a. La fuerza de compresión para la medición del cabello, de modo que se obtengan resultados reproducibles.
- b. Precisión del sistema (equipo) y de la técnica.
- c. Caracterización del diámetro del cabello a través del microscopio y la medición del diámetro en diferentes puntos a lo largo del cabello y en diferentes zonas del cuero cabelludo
- d. El tiempo máximo en que debe realizarse la lectura a fin de evaluar que el resultado no varíe, a consecuencia de las condiciones ambientales

Finalmente se describe la propuesta de la técnica analítica para la medición del

diámetro del cabello, teniendo en cuenta los resultados encontrados y seleccionando los datos de los cabellos.

2.6 Obtención de la muestra

La muestra de cabello se obtuvo el mismo día de su medición, mediante un corte con una tijera de uno o más cabellos lo más cerca posible al cuero cabelludo. El cabello en todos los casos fue obtenido de mujeres adultas de 18 a 37 años. La codificación de cada muestra inicia con la A00X, donde la X representa al número designado a cada colaborador, asimismo la procedencia de las muestras corresponde al departamento de Lima. A continuación, se detalla la procedencia (edad, sexo y lugar nacimiento) y características de las muestras de cabello (tipo de cabello, color, aspecto y largo del cabello).

Tabla 1. Datos de las muestras de cabello lacio natural negro.

Código	Tipo de cabello		Aspecto	Largo del cabello	Color	Edad (años)	Sexo	Lugar de nacimiento	Fecha de muestreo
A001	Natural	Lacio	Brillante Sin puntas abiertas No grasoso	54cm	Negro	21	F	Lima	Octubre-22
A002	Natural	Lacio	Brillante Con puntas abiertas No grasoso	72cm	Negro	18	F	Lima	Octubre-22
A003	Natural	Lacio	Brillante Sin puntas abiertas No grasoso	47cm	Negro	22	F	Lima	Octubre-22
A004	Natural	Lacio	Brillante Sin puntas abiertas No grasoso	35cm	Negro	25	F	Lima	Octubre-22
A005	Natural	Lacio	Brillante Sin puntas abiertas No grasoso	41cm	Negro	37	F	Lima	Octubre-22

2.7 Determinación de parámetros

2.7.1 Fuerza de compresión del instrumento

En la parte del cabezal del instrumento de medición es posible colocar pesas calibradas de diferentes pesos (55.08g, 79.93g y 209.86g), cada pesa constituye una

fuerza de compresión diferente. Dependiendo de la fuerza de compresión que se aplique a la muestra que se mide, puede variar su diámetro, siendo necesario determinar la fuerza de compresión en la que se obtengan resultados más reproducibles y que no modifiquen la medición real del diámetro.

Se obtuvo el cabello de 3 colaboradas mujeres:

- Tres de cabello lacio natural (sin teñir) negro, obteniendo un total de 450 mediciones del diámetro de cabello, el cual corresponde a 10 mediciones por cada punto de cabello obteniendo 50 mediciones por una fuerza de compresión, teniendo 150 mediciones por las 3 fuerzas de compresión, haciendo un total de 450 mediciones del diámetro del cabello

La extracción de muestra de cabello se realizó de forma aleatoria, del área occipital por ser la zona que brindaba una mayor longitud de cabello. La medición del diámetro de cabello de cada colaboradora se realizó con las tres fuerzas de compresión (55.08, 79.93 y 209.86g) del instrumento. Además, se realizó en 5 puntos a lo largo del cabello (5, 10, 15, 20 y 25cm).

El criterio de aceptación para la elección de la fuerza de compresión serán las siguientes:

- Fuerza de compresión que no reduzca el diámetro del cabello.
- Evaluación mediante ANOVA, si existe diferencia significativa entre las mediciones de las diferentes pesas en los diferentes puntos de medición.
- Para la obtención de la medida del diámetro se toma el promedio de 10 mediciones independientes en cada uno de los 5 puntos a lo largo del cabello.

2.7.2 Precisión del sistema (equipo) y de la técnica analítica alternativa

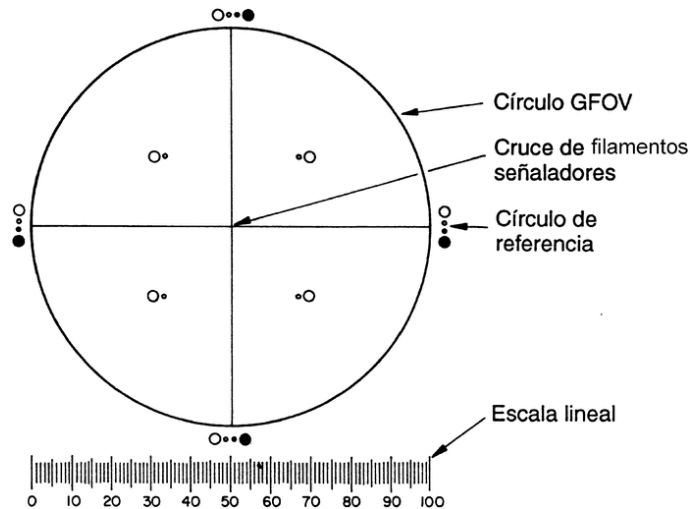
- a) **Precisión del sistema o equipo (previamente calibrado):** Se realizaron 10 repeticiones de la lectura de una medición en un solo punto, en una muestra de cabello lacio natural negro.
- b) **Precisión de la técnica alternativa (repetibilidad):** Se seleccionó al azar una sola muestra de cabello (lacio natural negro) y se marcó con un cinta adhesiva fina en 5 puntos (4, 9, 14, 19 y 24 cm), a fin de la marcas no interfieran cuando se realizara las mediciones repetitivas en los puntos a los 5, 10, 15, 20 y 25 cm. Dado que la técnica de medición propuesta consiste en medir 10 veces cada punto , se evaluó la precisión de la técnica en términos de repetibilidad, repitiendo 8 veces la técnica, en los 5 puntos arriba indicados.

Los valores de precisión se expresan en términos de desviación estándar y coeficiente variación porcentual.

2.7.3 Caracterización del diámetro del cabello

Con la finalidad de caracterizar el diámetro del cabello a lo largo de su longitud, se observó un cabello al azar mediante un microscopio binocular con aumentos de 40X equipado con un micrómetro ocular calibrado, con un micrómetro objetivo e iluminación episcópica interna de campo brillante, el otro es un auxiliar externo de foco regulable para dar iluminación oblicua reflejada en un ángulo de incidencia de 10°–20° además de la iluminación oblicua, el micrómetro ocular es una retícula circular para la medición del diámetro de partículas (ver la Figura 2) (36).

Figura 2. El micrómetro ocular. Fue extraído de “Capítulo General: Partículas inyectables” y elabora por la Farmacopea de los Estados Unidos USP (36).



Evaluación de las diferencias del diámetro en diferentes puntos a lo largo del cabello (5, 10, 15, 20 y 25cm) y determinar las diferencias significativas.

Esta evaluación se realizó en muestras provenientes de un mismo cabello lacio natural negro. Los datos se obtuvieron de las muestras empleadas en el ítem 2.7.1, para la fuerza de compresión seleccionada como válida (que cumpla el criterio de aceptación) en los tres tipos de cabello.

La comparación se realiza inter-puntos para cabellos por persona y cada tipo de cabello, asimismo se realizó ANOVA simple para la comparación inter-puntos y ANOVA múltiple para la comparación por pares de puntos de medición.

Evaluación de las diferencias del diámetro del cabello provenientes de una misma zona (de una misma persona) del cuero cabelludo:

Con el fin de evaluar si existe diferencia del diámetro en el cabello de una misma persona obtenida de la misma zona del cuero cabelludo. Se obtuvo de 3 muestras de cabello de una misma persona por zona del cuero cabelludo y se realizó la

comparación en la zona occipital, frontal-parietal, temporal derecha e izquierda de un cabello lacio natural negro.

La comparación se realizó con ANOVA inter-puntos y se evaluó el CV% para un mismo punto.

2.7.4 El tiempo máximo en que debe realizarse la lectura de medición luego de extraer la muestra

Dado que el cabello podría variar su diámetro dependiendo de la humedad de su entorno o por secarse después de ser extraído, se evaluó el mismo cabello a diferentes tiempos después de extraída la muestra en condiciones de temperatura ($22\pm 2^{\circ}\text{C}$) y humedad controlada (56-64%). La evaluación se realizó en 4 cabellos, dos por cada etapa y se llevó a cabo en dos etapas:

A diferencia de las mediciones rutinarias los puntos de medición de cabello fueron marcados a fin de evaluar que la diferencia de mediciones se deba a condiciones ambientales y no a las diferencias que puede tener el cabello.

- a) **Primera etapa:** Evalúa si existe diferencia significativa cuando la medición se realiza a los 0, 5, 15, 30, 60, 120, 240 y 360 min después de obtenida la muestra por cada punto de medición.
- b) **Segunda etapa:** Evalúa si existe diferencia a las 1440, 2880 y 4320 min después de obtenida la muestra por cada punto de medición.

Las evaluaciones se realizaron en 4 muestras en 5 puntos de medición y en las siguientes condiciones ambientales del laboratorio: temperatura $22\pm 2^{\circ}\text{C}$ y humedad relativa (56-64%), haciendo un total de 550 mediciones.

Con los datos obtenidos se establecerá el tiempo máximo en que se debe realizar las mediciones luego de extraer la muestra. Así mismo se evaluará la precisión intermedia de la técnica.

2.8 Descripción de la técnica analítica

Esta consistirá en describir la técnica de medición del diámetro de cabello, teniendo en cuenta los resultados de los siguientes parámetros:

- a) Fuerza de compresión del instrumento
- b) Precisión del sistema (equipo) y técnica analítica.
- c) Caracterización del diámetro del cabello
- d) Tiempo máximo que se debe realizar la medición del diámetro del cabello.

2.9 Análisis de datos

El análisis estadístico se realizó, con el programa estadístico SPSS software, versión 21.0. Este software determinará las diferencias del diámetro del cabello en relación con los pesos (55.08g, 79.93g y 209.86) del instrumento, el tiempo y la zona del cuero cabelludo, los cuales serán evaluados usando el análisis de variación ANOVA.

Después se realizó la comparación por pares post hoc, en caso que las varianzas sean homogéneas se empleará la diferencia honestamente significativa (HSP, por sus siglas en inglés) de Tukey caso contrario el método Games-Howell, estas

comparaciones múltiples contribuyen a controlar la tasa de error tipo 1 (cuando se rechaza la hipótesis nula) al realizar varios contrastes con las medias.

La significancia estadística se determinó como $P < 0,05$

La hipótesis nula y alterna es la siguiente:

- **Hipótesis nula (H_0):** Las medias de las muestras no difieren de manera significativa, es decir los diámetros del cabello son similares.
- **Hipótesis alterna (H_1):** Las medias de las muestras difieren de manera significativa, es decir existe diferencia en los diámetros de los cabellos.

3 RESULTADOS

3.1 Evaluación de los parámetros:

3.1.1 Fuerza de compresión del instrumento

Para determinar la fuerza de compresión se obtuvo un total 450 mediciones del diámetro del cabello y el tipo de cabello es lacio natural.

La Fuerza de compresión que cumplió con el criterio de aceptación (el diámetro promedio sea mayor), fue de 55,08g. Así mismo se observó diferencia significativa ($p < 0,05$) en el diámetro cuando se emplea diferentes fuerzas de compresión 55.08; 79.93 y 209.86 gramos (ver Tablas 1) en los 5 puntos de medición para los tres tipos de cabello.

Tabla 2. Comparaciones de los promedios del diámetro del cabello entre diferentes fuerzas de compresión del instrumento de medición en muestras de cabello lacio natural negro.

Código	YPM	Diámetro del cabello (μm)			Comparación por pares			
		P ₁ : 55.08g	P ₂ : 79.93g	P ₃ : 209.86g	†Sig	P ₁ vs P ₂	P ₁ vs P ₃	P ₂ vs P ₃
A001	5cm	69.4 ± 0.52	63.1 ± 0.57	62 ± 0.94	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*
	10cm	73.1 ± 0.32	65.8 ± 0.42	64.9 ± 0.32	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*
	15cm	79.9 ± 2.96	71 ± 1.56	62.6 ± 2.55	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*
	20cm	65.9 ± 0.87	61.9 ± 0.32	47.3 ± 6.75	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*
	25cm	64 ± 2.11	60.8 ± 0.42	41.9 ± 2.23	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*
A002	5cm	84.5 ± 1.58	74.6 ± 2.76	66.6 ± 5.30	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*
	10cm	79.4 ± 5.60	69.2 ± 2.15	65 ± 1.41	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*
	15cm	86.7 ± 6.15	73.7 ± 5.74	58.7 ± 3.56	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*
	20cm	88.5 ± 13.21	68.1 ± 9.11	60.9 ± 1.79	0.00*	0.00*	0.00*	0.08
	25cm	83.3 ± 1.95	73.4 ± 3.17	68 ± 6.65	0.00*	0.00*	0.00*	0.09
A003	5cm	68.5 ± 0.85	67.2 ± 1.48	56.7 ± 0.67	0.00*	0.07	0.00*	0.00*
	10cm	93.4 ± 10.85	78.7 ± 8.39	64.8 ± 2.78	0.00*	0.01*	0.00*	0.00*
	15cm	87.1 ± 4.91	75.5 ± 3.89	66.7 ± 1.77	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*
	20cm	84.8 ± 3.74	74.1 ± 5.34	64.2 ± 3.43	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*
	25cm	88 ± 0.47	77.7 ± 0.48	75.5 ± 0.53	0.00	0.00*	0.00*	0.00*

Nota: Cada dato corresponde al promedio de 10 mediciones (media) ± SD.

†El análisis se realizó mediante ANOVA.

‡Comparación múltiple Post hoc HSD-Tukey o Games-Hawell.

YPM: Puntos de medición a lo largo del cabello.

*Se considera que existe diferencia significativa si $p < 0.05$

3.1.2 Precisión del sistema (equipo) y de la técnica analítica alternativa.

a) Precisión del sistema o equipo (previamente calibrado)

La precisión del sistema fue de CV 0.36% el cual corresponde a 99.68% de precisión ver Tabla 4.

Tabla 3. Precisión del sistema en un punto de medición del diámetro del cabello lacio natural negro A001

Repeticiones	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Diámetro	80	89	89	89	89	89	89	89	89	89
Promedio	88									
f DS	0.3									
b CV%	0.4									

f DS: Desviación estándar. b CV%: Coeficiente de variación porcentual.

b) Precisión de la Técnica Alternativa (repetibilidad)

La precisión de la técnica se realizaron 400 mediciones del diámetro del cabello en los puntos de medición de 5, 10, 15, 20 y 25 cm fue de 95% respectivamente según se muestra en la Tabla 5 y 6.

Tabla 4. Repetibilidad (R) de la técnica alternativa de medición en los 5 puntos a lo largo del cabello lacio natural negro (5, 10, 15, 20 y 25 cm) de la muestra A001

Código	Diámetro del cabello (μm)										†Sig	\bar{X}	DS	CV%	
	YPM	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R8					
A001	5cm	73.20 ± 0.42	73.20 ± 0.42	73.10 ± 0.32	73.20 ± 0.42	73.10 ± 0.32	73.20 ± 0.42	73.10 ± 0.32	73.20 ± 0.42	73.10 ± 0.32	73.20 ± 0.42	0.99	73.16	0.05	0.07
	10cm	73.20 ± 0.42	73.20 ± 0.42	73.20 ± 0.42	73.10 ± 0.32	73.10 ± 0.32	73.10 ± 0.32	73.10 ± 0.32	73.10 ± 0.32	73.10 ± 0.32	73.00 ± 0.00	0.88	73.13	0.07	0.10
	15cm	73.90 ± 0.32	73.90 ± 0.32	73.90 ± 0.32	73.90 ± 0.32	73.90 ± 0.32	73.80 ± 0.42	73.90 ± 0.32	73.90 ± 0.32	73.90 ± 0.32	73.90 ± 0.32	1.00	73.89	0.04	0.05
	20cm	66.20 ± 0.42	66.00 ± 0.47	66.10 ± 0.32	66.10 ± 0.32	66.00 ± 0.00	66.10 ± 0.32	66.10 ± 0.32	66.10 ± 0.32	66.20 ± 0.42	66.20 ± 0.42	0.85	66.10	0.08	0.11
	25cm	75.10 ± 0.32	75.00 ± 0.00	75.00 ± 0.00	75.10 ± 0.00	75.20 ± 0.32	75.10 ± 0.32	75.10 ± 0.32	75.10 ± 0.32	75.10 ± 0.32	75.10 ± 0.32	0.84	75.09	0.06	0.09
\bar{X}	72.32	72.26	72.26	72.28	72.26	72.26	72.26	72.26	72.28						
DS	3.51	3.58	3.53	3.55	3.60	3.53	3.54	3.50							
CV%	4.85	4.95	4.88	4.91	4.99	4.89	4.90	4.84							

Nota: Cada dato corresponde al promedio de 10 mediciones (media) \pm SD.

†El análisis se realizó mediante ANOVA. YPM: Puntos de medición a lo largo del cabello. *Se considera que no existe diferencia significativa si $p > 0.05$

Tabla 5. Repetibilidad (R) de la técnica alternativa de medición en los 5 puntos a lo largo del cabello lacio natural negro (5, 10, 15, 20 y 25 cm) de la muestra A005.

Código	Diámetro del cabello (μm)										†Sig	\bar{X}	DS	CV%	
	YPM	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R7	R7					
A004	5cm	67.70 ± 2.58	67.70 ± 2.58	67.70 ± 2.58	67.60 ± 2.63	66.90 ± 0.32	66.90 ± 0.32	67.70 ± 2.58	67.60 ± 2.67	67.70 ± 2.58	67.60 ± 2.67	0.97*	67.48	0.36	0.53
	10cm	66.90 ± 0.32	66.90 ± 0.32	66.80 ± 0.42	66.80 ± 0.42	66.90 ± 0.32	66.80 ± 0.42	67.00 ± 0.00	66.70 ± 0.67	66.90 ± 0.32	66.70 ± 0.67	0.81*	66.85	0.09	0.14
	15cm	69.30 ± 3.43	69.10 ± 3.48	69.20 ± 3.46	69.20 ± 3.46	68.20 ± 0.42	69.10 ± 3.48	69.10 ± 3.48	69.00 ± 3.53	69.00 ± 3.53	69.00 ± 3.53	1.00*	69.03	0.35	0.50
	20cm	71.80 ± 0.42	71.90 ± 0.32	71.60 ± 0.97	71.90 ± 0.32	71.90 ± 0.32	71.80 ± 0.42	71.90 ± 0.32	71.80 ± 0.42	71.80 ± 0.42	71.80 ± 0.42	0.86*	71.83	0.10	0.14
	25cm	73.50 ± 2.32	73.60 ± 2.27	72.80 ± 0.42	73.70 ± 2.21	73.50 ± 2.32	73.50 ± 2.32	73.60 ± 2.27	73.60 ± 2.27	73.60 ± 2.27	73.60 ± 2.27	0.99*	73.48	0.28	0.38
\bar{X}	69.84	69.84	69.84	69.84	69.48	69.48	69.48	69.48	69.48						
DS	2.77	2.77	2.77	2.77	3.04	3.04	3.04	3.04	3.04						
CV%	3.97	3.97	3.97	3.97	4.38	4.38	4.38	4.38	4.38						

Nota: Cada dato corresponde al promedio de 10 mediciones (media) \pm SD.

†El análisis se realizó mediante ANOVA. YPM: Puntos de medición a lo largo del cabello. *Se considera que no existe diferencia significativa si $p > 0.05$

3.1.3 Caracterización del diámetro del cabello

Se observó mediante microscopio que el cabello no es uniforme en el diámetro a lo largo de su longitud (ver Figura 3) lo que fue corroborado cuando con las mediciones que se realizó a un cabello cada 5 cm (ver Tabla 4).

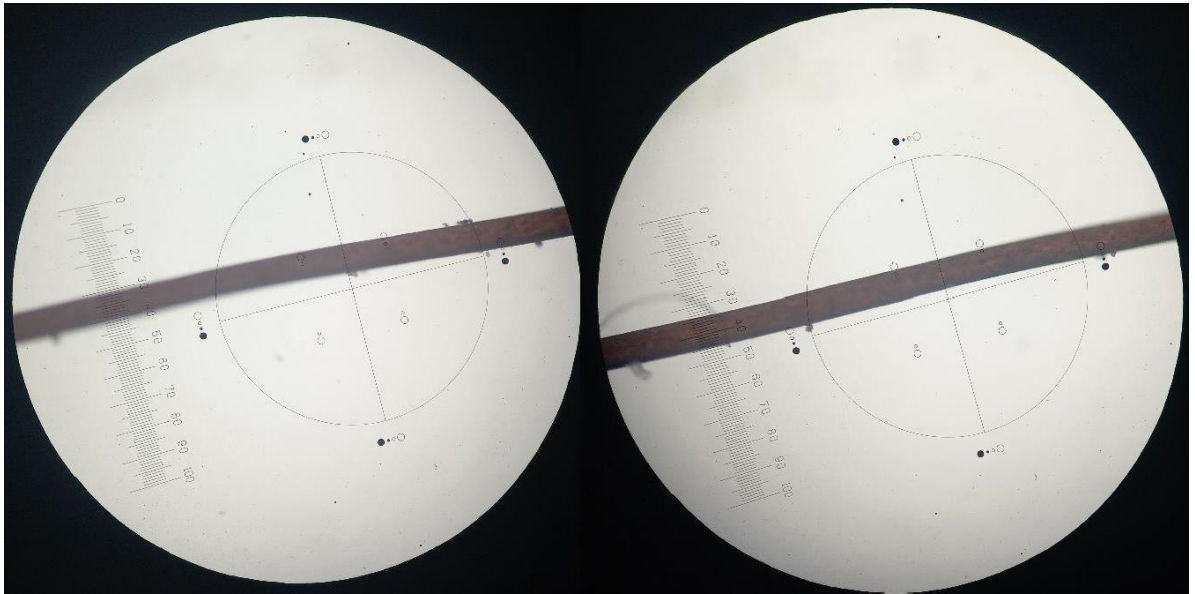


Figura 3. Diferencias del diámetro a lo largo del cabello de la muestra A001.

Evaluación de las diferencias del diámetro en diferentes puntos a lo largo del cabello (5cm, 10cm, 15cm, 20cm, 25cm) y determinar las diferencias significativas.

Se observó que los diámetros son estadísticamente diferentes a lo largo del cabello (lacio natural), cuando se comparó en los puntos de medición (5cm,10cm,15cm,20cm,25cm), la comparación se llevó a cabo con los valores obtenidos con la fuerza de compresión de 55.08g (fuerza en que el diámetro se observa mayor), ver tablas 7 y 8.

Cuando se aplicó ANOVA simple (comparación inter-puntos, entre los diferentes puntos de un mismo cabello) se encontró que existe diferencia significativa entre

los diferentes puntos de medición de un mismo cabello ($p < 0.05$) en los cabellos lacio natural, sin embargo cuando se realizó el estudio de ANOVA múltiple (por pares) se encontró que en algunos casos, en dos o más puntos del mismo cabello, no existe diferencia significativa (ver Tabla 7 y 8, Grafica 1, 2 y 3).

Tabla 6. Comparación de los promedios del diámetro en diferentes puntos a lo largo del cabello lacio natural negro

Código	Diámetro (μm): Muestras de cabello lacio natural negro					†Sig
	P1:5cm	P2:10cm	P3:15cm	P4:20cm	P5:25cm	
A001	69.40 \pm 0.52	73.10 \pm 0.32	79.90 \pm 2.96	65.90 \pm 0.88	64.00 \pm 2.11	0.00*
A002	84.50 \pm 1.58	79.40 \pm 5.60	86.70 \pm 6.15	88.50 \pm 13.21	83.30 \pm 1.95	0.06
A003	68.50 \pm 0.85	93.40 \pm 10.85	87.10 \pm 4.91	87.10 \pm 4.91	88.00 \pm 0.47	0.00*

Nota: Cada dato corresponde al promedio de 10 mediciones (media) \pm SD.

†El análisis se realizó mediante ANOVA.

*Se considera que existe diferencia significativa si $p < 0.05$

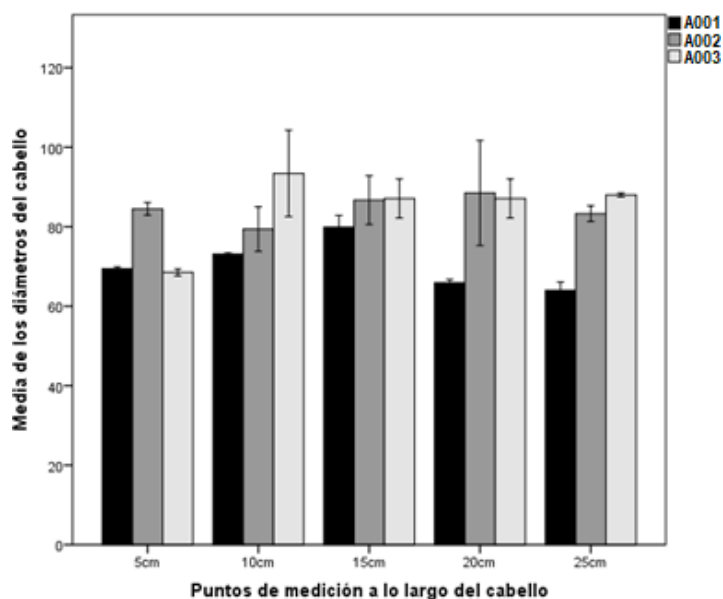
Tabla 7. Comparación por pares de los puntos de medición en cabellos lacio natural negro a lo largo del cabello

Código	‡Comparación por pares: Muestras de cabello lacio natural negro									
	P1			P2			P3		P4	
	P2	P3	P4	P5	T3	T4	T5	T4	T5	T5
A001	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	0.13
A002	0.11	0.80	0.87	0.57	0.08	0.32	0.29	0.99	0.49	0.74
A003	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	0.48	0.48	0.55	1.00	0.98	0.98

‡Comparación múltiple Post hoc HSD.

*Se considera que existe diferencia significativa si $p < 0.05$

Gráfico 1. Comparación de los puntos de medición a lo largo del cabello lacio natural negro.



Evaluación de las diferencias del diámetro del cabello provenientes de una misma zona (de una misma persona) del cuero cabelludo:

Se encontró diferencias significativas para los diámetros del cabello de una misma persona, provenientes de la misma zona del cuero cabelludo entre las mediciones para un mismo punto del mismo cabello, e inter-cabellos (n=3). Asimismo, se encontró diferencia entre las mediciones para los diferentes puntos ($p < 0.05$, para todos los casos), también se observa que la diferencia de variación porcentual inter-cabello puede llegar a ser de hasta el 23% y la variación inter-punto hasta del 27% (ver Tablas 9, 10 y 11).

En la muestra A001, los coeficientes de variación para el diámetro de cabello provenientes de la zona temporal izquierda (CTI1, CTI2 y CTI3) de un mismo punto para un mismo cabello fue de 0.45 a 7.19 %, observándose mayor variación a los 5 cm, y el coeficiente de variación inter-cabellos para un mismo punto fue de 5.09 a 22.57%. En la zona temporal derecha (CTD1, CTD2 y CTD3), el coeficiente de variación para un mismo cabello fue de 0 a 8.12% obteniéndose mayor variación a los 10cm y el coeficiente de variación inter-cabellos es de 7.92 a 16.9%. En la zona occipital (CO1, CO2 y CO3) el coeficiente de variación de un mismo punto es de 0.52 a 19.15% obteniéndose mayor variación a los 20 cm y el coeficiente de variación inter-cabello es de 6.13 a 13.06%. En la zona frontal-parietal (CFP1, CFP2 y CFP3) el coeficiente de variación para un mismo cabello es de 0 a 1.71% obteniéndose mayor variación a los 25 cm y en inter-cabellos es de 3 a 12.8 % (ver Tabla 9).

En la muestra A004, los coeficientes de variación para el diámetro de cabello provenientes de la zona temporal izquierda (CTI1, CTI2 y CTI3) de un mismo punto para un mismo cabello fue de 0.47 a 15.9 %, observándose mayor variación a los 20 cm, y el coeficiente de variación inter-cabellos para un mismo punto fue de 5.72 a 9.69%. En la zona temporal derecha (CTD1, CTD2 y CTD3), el coeficiente de variación para un mismo cabello fue de 0.55 a 3.97% obteniéndose mayor variación a los 25 cm y el coeficiente de variación inter-cabellos es de 1.18 a 6.34%. En la zona occipital (CO1, CO2 y CO3) el coeficiente de variación de un mismo punto es de 0.95 a 10.99% obteniéndose mayor variación a los 20 cm y el coeficiente de variación inter-cabello es de 5.35 a 12.04%. En la zona frontal-parietal (CFP1, CFP2 y CFP3) el coeficiente de variación para un mismo cabello es de 0.79 a 8.39% obteniéndose mayor variación a los 15 cm y en inter-cabellos es de 7.54 a 12.2 % (ver Tabla 10).

En la muestra A005, los coeficientes de variación para el diámetro de cabello provenientes de la zona temporal izquierda (CTI1, CTI2 y CTI3) de un mismo punto para un mismo cabello fue de 0.83 a 13.7 %, observándose mayor variación a los 5 cm, y el coeficiente de variación inter-cabellos para un mismo punto fue de 10.36 a 17.76%. En la zona temporal derecha (CTD1, CTD2 y CTD3), el coeficiente de variación para un mismo cabello fue de 0.75 a 16.5% obteniéndose mayor variación a los 25 cm y el coeficiente de variación inter-cabellos es de 10.82 a 17.74%. En la zona occipital (CO1, CO2 y CO3) el coeficiente de variación de un mismo punto es de 0.54 a 26.2% obteniéndose mayor variación a los 10 cm y el coeficiente de variación inter-cabello es de 10.88 a 22.22%. En la zona frontal-parietal (CFP1,

CFP2 y CFP3) el coeficiente de variación para un mismo cabello es de 0.67 a 15.82% obteniéndose mayor variación a los 5 cm y en inter-cabellos es de 10.14 a 20.05% (ver Tabla 11).

Tabla 8. Comparación de los promedios del diámetro del cabello por cada zona del cuero cabelludo de la muestra A001.

Muestras: Cabello Temporal Izquierda (CTI)													
CTI	Diámetro del cabello (μm)						↓Comparación por pares				Prom	DS	CV%
	YPM	CTI1	CTI2	CTI3	†Sig	CTI1 vs CTI2	CTI1 vs CTI3	CTI2 vs CTI3					
5cm	73.9 ± 6.27	65.4 ± 0.795	65.8 ± 7.188	0.00*	0.00*	0.00*	0.96	68.37	4.80	7.02			
10cm	71 ± 6.47	76.8 ± 1.029	64.3 ± 2.084	0.00*	0.01*	0.00*	0.00*	70.70	6.26	8.85			
15cm	71.9 ± 0.45	97.7 ± 1.085	64.1 ± 1.544	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	77.90	17.59	22.57			
20cm	66.6 ± 0.78	73.6 ± 0.707	71.5 ± 4.769	0.00*	0.00*	0.00*	0.18	70.57	3.59	5.09			
25cm	69.9 ± 0.46	78.2 ± 0.537	67.1 ± 1.475	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	71.73	5.77	8.05			
Muestras: Cabello Temporal Derecha (CTD)													
YPM	CTD1	CTD2	CTD3	†Sig	CTD1 vs CTD2	CTD1 vs CTD3	CTD2 vs CTD3	Prom	DS	CV%			
5cm	84.6 ± 1.95	73 ± 0	68.7 ± 2.387	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	75.43	8.22	10.90			
10cm	84.9 ± 8.115	77.2 ± 5.026	68.2 ± 0.616	0.00*	0.02*	0.00*	0.00*	76.77	8.36	10.89			
15cm	81.8 ± 1.614	86.8 ± 0.726	62.2 ± 0.675	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	76.93	13.00	16.90			
20cm	87 ± 1.08	71.9 ± 1.224	66.5 ± 0.797	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	75.13	10.63	14.14			
25cm	74.1 ± 4.238	79.6 ± 0.653	67.9 ± 0.471	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	73.87	5.85	7.92			
Muestras Cabello Occipital (CO)													
YPM	CO1	CO2	CO3	†Sig	CO1 vs CO2	CO1 vs CO3	CO2 vs CO3	Prom	DS	CV%			
5cm	73.4 ± 3.093	71.3 ± 1.487	80.1 ± 1.099	0.00*	0.05	0.00*	0.00*	74.93	4.60	6.13			
10cm	62.9 ± 0.906	78.4 ± 2.564	73.7 ± 0.651	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	71.67	7.95	11.09			
15cm	63.8 ± 0.658	74.2 ± 10.22	81 ± 1.012	0.00*	0.00*	0.00*	0.05	73.00	8.66	11.87			
20cm	62.8 ± 0.669	79 ± 19.15	79 ± 2.861	0.00*	0.02*	0.00*	1.00	73.60	9.35	12.71			
25cm	66.5 ± 0.797	64.2 ± 0.654	81.2 ± 0.517	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	70.63	9.22	13.06			
Muestras: Cabello frontal-Parietal (CFP)													
YPM	CFP1	CFP2	CFP3	†Sig	CFP1 vs CFP2	CFP1 vs CFP3	CFP2 vs CFP3	Prom	DS	CV%			
5cm	82.6 ± 0.63	77.4 ± 0.672	70.9 ± 0.804	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	76.97	5.86	7.62			
10cm	91.2 ± 0.461	73.5 ± 0.721	74.1 ± 0.769	0.00*	0.00*	0.00*	0.04*	79.60	10.05	12.63			
15cm	90 ± 0	77.4 ± 0.672	69.9 ± 1.059	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	79.10	10.16	12.84			
20cm	84.6 ± 0.615	84.7 ± 0.567	73 ± 0.918	0.00*	0.92	0.00*	0.00*	80.77	6.73	8.33			
25cm	88.2 ± 0.476	81.2 ± 0.517	70.1 ± 1.712	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	79.83	9.13	11.43			

Nota: Cada dato corresponde al promedio de 10 mediciones (media) \pm CV%.

†El análisis se realizó mediante ANOVA.

↓Comparación múltiple Post hoc HSD-Tukey o Games-Hawell.

YPM: Puntos de medición a lo largo del cabello.

*Se considera que existe diferencia significativa si $p < 0.05$

Tabla 9. Comparación de los promedios del diámetro del cabello lacio natural negro por cada zona del cuero cabelludo de la muestra A004.

Muestras: Cabello Temporal Izquierda (CTI)												
CTI		Diámetro del cabello (μm)				Comparación por pares				Prom	DS	CV%
YPM	CTI1	CTI2	CTI3	†Sig	CTI1 vs CTI2	CTI1 vs CTI3	CTI2 vs CTI3					
5cm	72.40 ± 8.287	63.80 ± 13.92	68.60 ± 8.673	0.04*	0.03*	0.46	0.3	68.27	4.31	6.31		
10cm	75.70 ± 3.408	65.90 ± 1.335	68.60 ± 1.224	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	70.07	5.06	7.22		
15cm	74.60 ± 4.611	76.40 ± 0.916	63.60 ± 0.818	0.00*	0.28	0.00*	0.00*	71.53	6.93	9.69		
20cm	70.60 ± 5.227	76.10 ± 15.9	68.10 ± 0.47	0.00*	0.39	0.14	0.15	71.60	4.09	5.72		
25cm	66.80 ± 2.62	68.60 ± 0.758	76.30 ± 6.029	0.00*	0.03*	0.00*	0.00*	70.57	5.05	7.15		
Muestras: Cabello Temporal Derecha (CTD)												
YPM	CTD1	CTD2	CTD3	†Sig	CTD1 vs CTD2	CTD1 vs CTD3	CTD2 vs CTD3	Prom	DS	CV%		
5cm	65.80 ± 0.638	65.40 ± 0.795	66.90 ± 1.106	0.00*	0.28	0.00*	0.00*	66.03	0.78	1.18		
10cm	71.30 ± 1.487	69.10 ± 1.071	63.00 ± 0.746	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	67.80	4.30	6.34		
15cm	66.30 ± 0.724	64.60 ± 1.084	61.10 ± 0.933	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	64.00	2.65	4.14		
20cm	75.80 ± 0.554	69.60 ± 2.73	74.80 ± 1.056	0.00*	0.00*	0.17	0.00*	73.40	3.33	4.53		
25cm	66.30 ± 1.011	68.00 ± 1.206	67.50 ± 3.97	0.08	0.07	0.26	0.78	67.27	0.87	1.30		
Muestras Cabello occipital (CO)												
YPM	CO1	CO2	CO3	†Sig	CO1 vs CO2	CO1 vs CO3	CO2 vs CO3	Prom	DS	CV%		
5cm	78.30 ± 4.432	74.70 ± 6.185	62.60 ± 1.118	0.00*	0.15	0.00*	0.00*	71.87	8.22	11.44		
10cm	83.80 ± 3.926	66.70 ± 4.903	69.60 ± 4.698	0.00*	0.00*	0.00*	0.05	73.37	9.15	12.47		
15cm	77.80 ± 2.172	62.20 ± 1.656	66.20 ± 0.952	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	68.73	8.10	11.79		
20cm	81.10 ± 6.104	70.10 ± 7.618	79.00 ± 2.797	0.00*	0.00*	0.54	0.00*	76.73	5.84	7.61		
25cm	75.50 ± 9.841	72.00 ± 3.069	80.10 ± 10.99	0.04*	0.36	0.43	0.04*	75.87	4.06	5.35		
Muestras: Cabello frontal-Parietal (CFP)												
YPM	CFP1	CFP2	CFP3	†Sig	CFP1 vs CFP2	CFP1 vs CFP3	CFP2 vs CFP3	Prom	DS	CV%		
5cm	75.10 ± 1.824	58.80 ± 1.071	69.70 ± 7.159	0.00*	0.00*	0.02*	0.00*	67.87	8.30	12.23		
10cm	75.80 ± 7.81	65.40 ± 0.795	69.00 ± 6.797	0.00*	0.00*	0.03*	0.09	70.07	5.28	7.54		
15cm	58.70 ± 2.283	69.60 ± 1.207	69.70 ± 8.393	0.00*	0.00*	0.00*	1	66.00	6.32	9.58		
20cm	75.40 ± 6.804	62.30 ± 1.075	78.00 ± 4.949	0.00*	0.00*	0.42	0.00*	71.90	8.41	11.70		
25cm	76.20 ± 6.942	60.40 ± 4.636	70.60 ± 5.467	0.00*	0.00*	0.01*	0.00*	69.07	8.01	11.60		

Nota: Cada dato corresponde al promedio de 10 mediciones \pm CV%.

†El análisis se realizó mediante ANOVA.

‡Comparación múltiple Post hoc HSD-Tukey o Games-Hawell.

YPM: Puntos de medición a lo largo del cabello.

*Se considera que existe diferencia significativa si $p < 0.05$

Tabla 10. Comparación de los promedios del diámetro del cabello por cada zona del cuero cabelludo de la muestra A005

Muestras: Cabello Temporal Izquierda (CTI)													
ȲPM	Diámetro del cabello (µm)						Comparación por pares				Prom	DS	CV%
	CTI1	CTI2	CTI3	†Sig	CTI1 vs CTI2	CTI1 vs CTI3	CTI2 vs CTI3						
5cm	53.3 ± 12.87	66.5 ± 5.774	58.4 ± 13.73	0.00*	0.00*	0.20	0.02*	59.40	6.66	11.21			
10cm	53.5 ± 2.673	63.5 ± 0.835	65.1 ± 12.67	0.00*	0.00*	0.00*	0.82	60.70	6.29	10.36			
15cm	47.2 ± 0.89	66.9 ± 1.106	63.4 ± 1.325	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	59.17	10.51	17.76			
20cm	47 ± 0	65.4 ± 1.483	62.6 ± 0.831	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	58.33	9.91	17.00			
25cm	48.2 ± 0.871	62.6 ± 0.831	62.4 ± 8.253	0.00*	0.00*	0.00*	0.99	57.73	8.26	14.30			
Muestras: Cabello Temporal Derecha (CTD)											Prom	DS	CV%
ȲPM	CTD1	CTD2	CTD3	†Sig	CTD1 vs CTD2	CTD1 vs CTD3	CTD2 vs CTD3						
5cm	49.2 ± 1.28	60.4 ± 0.861	52 ± 0.904	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	53.87	5.83	10.82			
10cm	50.1 ± 2.196	62 ± 0.758	66.5 ± 3.699	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	59.53	8.47	14.23			
15cm	56 ± 0.839	71.9 ± 1.029	53.8 ± 4.182	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	60.57	9.88	16.31			
20cm	49 ± 0.959	66.9 ± 1.106	50.8 ± 5.787	0.00*	0.00*	0.08	0.00*	55.57	9.86	17.74			
25cm	68.4 ± 2.865	81.2 ± 16.5	57.9 ± 4.784	0.00*	0.04*	0.00*	0.00*	69.17	11.67	16.87			
Muestras Cabello occipital (CO)											Prom	DS	CV%
ȲPM	CO1	CO2	CO3	†Sig	CO1 vs CO2	CO1 vs CO3	CO2 vs CO3						
5cm	52.3 ± 0.918	47.4 ± 1.097	59.1 ± 0.541	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	52.93	5.88	11.10			
10cm	64.5 ± 26.2	61.8 ± 1.019	77 ± 6.364	0.01*	0.87	0.11	0.00*	67.77	8.11	11.97			
15cm	57.5 ± 0.922	53.1 ± 17.16	65.7 ± 5.601	0.00*	0.21	0.01*	0.00*	58.77	6.39	10.88			
20cm	56.1 ± 0.57	52 ± 0.904	68.4 ± 0.76	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	58.83	8.53	14.51			
25cm	57.7 ± 0.832	90.6 ± 10.35	81.9 ± 16.73	0.00*	0.00*	0.00*	0.25	76.73	17.05	22.22			
Muestras: Cabello frontal-Parietal (CFP)											Prom	DS	CV%
ȲPM	CF1	CF2	CF3	†Sig	CF1 vs CF2	CF1 vs CF3	CF2 vs CF3						
5cm	60 ± 1.367	50.9 ± 15.82	65.8 ± 15.5	0.00*	0.01*	0.22	0.01*	58.90	7.51	12.75			
10cm	58 ± 1.414	48.1 ± 0.665	57.3 ± 7.801	0.00*	0.00*	0.82	0.00*	54.47	5.52	10.14			
15cm	64.5 ± 10.85	51.5 ± 1.65	60.5 ± 5.19	0.00*	0.00*	0.26	0.00*	58.83	6.66	11.32			
20cm	56.6 ± 0.919	50.8 ± 1.24	74.1 ± 14.17	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	60.50	12.13	20.05			
25cm	56.8 ± 0.739	48.7 ± 0.986	61.6 ± 7.468	0.00*	0.00*	0.02*	0.00*	55.70	6.52	11.71			

Nota: Cada dato corresponde al promedio de 10 mediciones ± CV%.

†El análisis se realizó mediante ANOVA.

‡Comparación múltiple Post hoc HSD-Tukey o Games-Hawell.

ȲPM: Puntos de medición a lo largo del cabello.

*Se considera que existe diferencia significativa si $p < 0.05$

3.1.4 Tiempo máximo que se debe realizar la medición del diámetro

No se encontró diferencia significativa ($p > 0.05$) entre las mediciones realizada a las 0, 5, 15, 30, 60, 120, 240, 360 min para un mismo punto en ninguna de las dos muestras evaluadas (ver Tabla 12).

Tabla 11. Comparación de los promedios del diámetro del cabello lacio natural negro a las 0, 5, 15, 30, 60, 120, 240, 360 min después de obtenida la muestra

Código	Diámetro del cabello (μm)									†Sig
	‡PM	T1: 0 min	T2: 5 min	T3: 15 min	T4: 30 min	T5: 60min	T6: 120min	T7: 240min	T8: 360min	
A001	5cm	73.20 ± 0.42	73.20 ± 0.42	73.10 ± 0.32	73.20 ± 0.42	73.10 ± 0.32	73.20 ± 0.42	73.10 ± 0.32	73.20 ± 0.42	0.99*
	10cm	73.20 ± 0.42	73.20 ± 0.42	73.20 ± 0.42	73.10 ± 0.32	73.10 ± 0.32	73.10 ± 0.32	73.10 ± 0.32	73.00 ± 0.00	0.88*
	15cm	73.90 ± 0.32	73.90 ± 0.32	73.90 ± 0.32	73.90 ± 0.32	73.90 ± 0.32	73.80 ± 0.42	73.90 ± 0.32	73.90 ± 0.32	1.00*
	20cm	66.20 ± 0.42	66.00 ± 0.47	66.10 ± 0.32	66.10 ± 0.32	66.00 ± 0.00	66.10 ± 0.32	66.10 ± 0.32	66.20 ± 0.42	0.85*
	25cm	75.10 ± 0.32	75.00 ± 0.00	75.00 ± 0.00	75.10 ± 0.00	75.20 ± 0.32	75.10 ± 0.32	75.10 ± 0.32	75.10 ± 0.32	0.84*
A004	5cm	67.70 ± 2.58	67.70 ± 2.58	67.70 ± 2.58	67.60 ± 2.63	66.90 ± 0.32	66.90 ± 0.32	67.70 ± 2.58	67.60 ± 2.67	0.97*
	10cm	66.90 ± 0.32	66.90 ± 0.32	66.80 ± 0.42	66.80 ± 0.42	66.90 ± 0.32	66.80 ± 0.42	67.00 ± 0.00	66.70 ± 0.67	0.81*
	15cm	69.30 ± 3.43	69.10 ± 3.48	69.20 ± 3.46	69.20 ± 3.46	68.20 ± 0.42	69.10 ± 3.48	69.10 ± 3.48	69.00 ± 3.53	1.00*
	20cm	71.80 ± 0.42	71.90 ± 0.32	71.60 ± 0.97	71.90 ± 0.32	71.90 ± 0.32	71.80 ± 0.42	71.90 ± 0.32	71.80 ± 0.42	0.86*
	25cm	73.50 ± 2.32	73.60 ± 2.27	72.80 ± 0.42	73.70 ± 2.21	73.50 ± 2.32	73.50 ± 2.32	73.60 ± 2.27	73.60 ± 2.27	0.99*

Nota: Cada dato corresponde al promedio de 10 mediciones (media) \pm SD.

†El análisis se realizó mediante ANOVA.

*Se considera que existe diferencia significativa si $p > 0.05$

‡PM: Puntos de medición a lo largo del cabello.

En la segunda etapa se encontró diferencia significativa ($p < 0.05$) en las mediciones realizada a las 1440, 2880, 4320 min compradas con la obtenida a los 0 min en todos los puntos evaluados para las dos muestras ensayadas (ver Tabla 13).

Tabla 12. Comparación de los promedios del del cabello lacio natural negro a las 0, 1440 min, 2880 min y 4320 min después de obtenida la muestra.

Código	Diámetro del cabello (μm)					†Sig
	PM	T: 0min	T: 1440min	T: 2880min	T: 4320min	
A001	5cm	74.90 ± 0.32	84.80 ± 0.42	86.80 ± 0.63	86.80 ± 0.63	0.00
	10cm	74.90 ± 0.32	82.50 ± 7.91	84.10 ± 0.32	84.20 ± 0.42	0.00
	15cm	77.20 ± 0.42	85.70 ± 2.21	87.10 ± 0.32	87.20 ± 0.42	0.00
	20cm	75.20 ± 6.61	88.90 ± 1.20	89.00 ± 0.00	89.10 ± 0.32	0.00
	25cm	78.90 ± 6.01	99.40 ± 3.86	97.80 ± 2.53	97.00 ± 0.00	0.00
A004	5cm	66.90 ± 0.32	75.80 ± 0.63	78.20 ± 0.42	78.10 ± 0.32	0.00
	10cm	66.80 ± 0.42	71.10 ± 0.32	76.10 ± 0.32	76.10 ± 0.32	0.00
	15cm	69.80 ± 3.46	81.90 ± 0.32	83.90 ± 0.32	83.90 ± 0.32	0.00
	20cm	83.30 ± 2.21	87.50 ± 1.96	88.10 ± 0.32	88.10 ± 0.32	0.00
	25cm	73.00 ± 9.49	88.90 ± 2.85	88.90 ± 2.85	88.00 ± 0.00	0.00

Nota: Cada dato corresponde al promedio de 10 mediciones (media) \pm SD.

†El análisis se realizó mediante ANOVA.

*Se considera que existe diferencia significativa si $p < 0.05$

3.2 Propuesta de la técnica analítica alternativa de la caracterización del diámetro.

En base a los resultados analíticos se propone el siguiente procedimiento. Las muestras del cabello se tienen que extraer con una tijera lo más cerca posible al cuero cabelludo y las mediciones del diámetro deberán realizarse con la fuerza de compresión de 55.08g, después realizar las mediciones a los 10 y 15 cm del cabello con 10 repeticiones por cada punto, estas muestras deben estar previamente rotulados con una cinta de tira fina a los 9 cm y 14 cm del cabello. Así mismo deberá realizarse en un ambiente de humedad y temperatura controlada en un tiempo no mayor a los 360 min después de haber realizado la extracción de la muestra, de preferencia realizar la medición del diámetro del cabello de manera inmediata y finalmente para considerar un engrosamiento de cabello.

4 DISCUSIÓN

Este trabajo corresponde a un estudio preliminar de la caracterización del diámetro del cabello con una propuesta de técnica alternativa. La técnica está basada en la metodología que se emplea para medir suturas absorbibles descritas en la UPS-NF 2022 (12), debido a que dichas suturas multifilamento y monofilamento siendo de origen natural (tejidos animales purificados (colágeno) y serosa purificada de intestinos bovinos) tienen características semejantes al cabello, es decir el diámetro no es homogéneo a lo largo de esta (13) y tampoco constituye un círculo perfecto (14-16).

Según el método de muestreo la técnica alternativa es no invasiva, ya que la muestra

se obtuvo realizando un corte de cabello cerca al cuero cabelludo, conservando la estructura del cabello (43), esta misma técnica de obtención de cabello para la medición del diámetro ha sido utilizada por diferentes autores como por ejemplo (Li X, *et al.* (6), Ummiti A, *et al* (5)). Además, cabe mencionar que no se realizó la extracción de cabello por tracción debido a que en el año 2020 Tohmyoh *et al.* (37) en su investigación concluye que la fuerza externa (tracción) que se le aplique al cabello puede generar deformidad en el cabello lo cual generaría valor erróneo del diámetro del cabello. Asimismo, la tracción del cabello es muy tosco y la fuerza de tracción no es uniformé en el mechón de cabello, lo cual también crea mayor variación en el diámetro del cabello (8).

La fuerza de compresión del instrumentó a usar es de 55.08g, debido a que cumple con los criterios de aceptación. En los resultados se encontró que el diámetro del cabello no reduce en medida con la fuerza de compresión de 55.08g, así mismo existe diferencia significativa entre las mediciones con las tres pesas calibradas obteniendo mayor medición del diámetro del cabello en 55,08g >79.93g >209.86g.

La precisión del sistema o equipo es del 99% ya que el coeficiente de variación porcentual (CV%), así mismo la precisión de la técnica (repetibilidad) en la cual es del 95%.

Además, en la caracterización a través del microscopio con aumento de 40x del cabello se observó que el diámetro varió a lo largo del mismo, lo cual también se evidenció en la evaluación de las diferencias del diámetro en diferentes puntos (5,

10, 15, 20 y 25cm), donde se encontró que existe diferencia significativa entre los puntos de medición del diámetro de cabello, con tendencia a una menor variación a los 10 y 15cm. Esto podría deberse al desgaste del cabello por el lavado frecuente y al pasar de los años este desgaste se incrementa (1), asimismo en la investigación del 2020 de Tohmyoh *et al.* (37) donde se evidencio mediante una imagen de la sección transversal del cabello, que el diámetro del cabello no es el mismo, varía hasta un 27% a partir del valor mínimo del diámetro del cabello, también se observó que el cabello vista desde la sección transversal tiene forma elíptica, lo cual también es coherente con el estudio del 2021 de Bayramoglu *et al.* (16).

Asimismo, se encontró que existe diferencia significativa entre los cabellos de la misma zona del cuero cabelludo (temporal izquierdo, temporal derecho, occipital y frontal-parietal), este resultado es corroborado con el estudio del 2017 de Seon *et al.* (38) donde se encontró diferencia significativa en la misma zona del cuero cabelludo, también se encontró que el coeficiente de variación porcentual inter-cabello puede llegar a ser de hasta el 23%.

Por último, el tiempo máximo que se debe realizar la medición del diámetro del cabello después del muestreo es de 360 min, ya que no existe diferencia significativa ($p>0.05$) entre las mediciones diámetro en cada tiempo (T1:0 min, T2:5 min, T3: 15 min, T4: 30 min, T5: 60 min, T6:120 min, T7: 240 min, T8: 360 min), Así mismo se observó que si existe diferencia significativa ($p<0.05$) entre las mediciones de T1: 0min, T9: 1440 min , T10: 2880 min, y una similitud en los mediciones de T10: 2880 min y T11: 4320 min, lo cual se debe a que el cabello

llega a una meseta o límite de absorción a causa del orden de los lípidos de la cutícula, es decir mayor orden de los lípidos menos tasa de difusión de la humedad y mayor tiempo en llegar a la meseta según lo publicado en el 2020 por Oliver *et al.* (39) y también lo publicado en el 2010 por Barba *et al.* (17).

5 CONCLUSIÓN

- En relación a las condiciones del equipo utilizado se encontró que para la medición del diámetro del cabello se debe emplear una fuerza de compresión de 55.08g, debido a que con este peso el diámetro es mayor en comparación con los pesos de 79.93 y 209.86 gramos, además la precisión del equipo es del 99% y de la técnica de 95% cuando se realiza 10 mediciones por punto.
- En la caracterización del diámetro del cabello se encontró existe diferencia significativa ($p < 0.05$) en los puntos de medición (5,10, 15, 20 y 25cm), encontrándose que existe diferencias significativas a lo largo del cabello con tendencia a una menor variación a los 10 y 15cm y entre el diámetro intercabello del mismo punto también existe diferencia significativa ($p < 0.05$), también se observó que existe diferencia significativa ($p < 0.05$) en la misma zona del cuero cabelludo (frontal-parietal, occipital, temporal izquierdo y derecho), además se encontró que el coeficiente de variación porcentual puede llegar a ser de hasta el 27%.
- El tiempo en que se debe realizar la medición del diámetro del cabello debe ser como máximo a los 360 min después de extraer la muestra de cabello,

debido a que se encontró que no existe diferencia significativa ($p>0.05$) en las mediciones del 0 min, 5 min, 15 min, 30 min, 60min, 120 min, 240 min y 360 min.

- En base a los resultados encontrados la técnica descrita se debe tener en cuenta la fuerza de compresión (55.08g), la zona y el punto de medición para un monitoreo deben ser lo mismo recomendando el punto de 10 y 15 cm.

6 RECOMENDACIONES

- Se recomienda continuar con la caracterización del cabello con una cantidad de muestra representativa por cada tipo de cabello (Lacio natural, ondulado natural, laceo teñido y ondulado teñido) y la edad, además se recomienda establecer criterios de aceptación en base a los porcentajes de coeficiente de variación para considerar el incremento del diámetro postratamiento con el cosmético capilar engrosador de cabello.
- Seleccionar voluntarios con y sin alopecia porque para establecer diferencias en la caracterización del diámetro de cabello que conlleven a establecer criterios para evaluar la eficacia de un cosmético.
- En estudios posteriores este trabajo sería de utilidad para la estandarización de una técnica para monitorear el grosor del cabello pre y post tratamiento de productos cosméticos que tienen como bondad engrosar el cabello.
- En el presente estudio se ha encontrados, que existe variabilidad del diámetro del cabello según la zona de extracción inter-cabello e intra-

cabello (según punto de medición), llegando esta variabilidad hasta el 27 % por lo que se recomienda para trabajos futuros considerar que existe un incremento en el grosor del cabello por efecto de un tratamiento este no debe ser menor al 30%

7 REFERENCIAS



1. Sinclair R. Healthy Hair: What Is it? *Journal of Investigative Dermatology Symposium Proceedings*. 2007 Diciembre; 12(2).
2. Montgomery K, White C, Thompson A. A mixed methods survey of social anxiety, anxiety, depression and wig use in alopecia. *BJM Open*. 2017 Mayo; 7(4).
3. Segal-Engelchin D, Shvarts S. Does Severity of Hair Loss Matter? Factors Associated with Mental Health Outcomes in Women Irradiated for Tinea Capitis in Childhood. *Environmental Research and Public Health*. 2020 Octubre; 17(20).
4. Ishino A, Takahashi T, Suzuki J, Nakazawa Y, Iwabuchi T, Tajima M. Contribution of hair density and hair diameter to the appearance and progression of androgenetic alopecia in Japanese men. *British Journal of Dermatology*. 2014 Noviembre; 171(5).
5. Ummiti A, Priya PS, Chandravathi PL, Kumar CS. Correlation of Trichoscopic Findings in Androgenetic Alopecia and the Disease Severity. *International Journal of Trichology*. 2019 Mayo-Junio; 11(3).
6. Li X, Wang X, Wang C, Zhang J, Zhou C. Hair Shedding Evaluation for Alopecia: A Refined Wash Test. *Clinical, Cosmetic and Investigational Dermatology*. 2022 Enero; 15(1).
7. Serrano-Falcón C, Fernández-Pugnaire M, Serrano-Ortega S. Evaluación del pelo y cuero cabelludo: tricograma. *Actas Dermo-Sifiliográficas*. 2013 Diciembre; 104(10): p. 867-876.
8. Blume-Peytavi U, Hillman K, Guarrera M. Hair growth assessment techniques. In Blume-Peytavi , Tosti , Trüeb RM, editors. *Hair Growth Assessment Techniques*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg; 2008. p. 125-157.
9. Dhurat R. Phototrichogram. *Indian Journal of Dermatology, Venereology and Leprology*. 2006 Mayo-Junio; 72(3).
10. Hoffmann R. TrichoScan: A Novel Tool For The Analysis of Hair Growth In Vivo. *Journal of Investigative Dermatology Symposium Proceedings*. 2003 Junio 109-115; 8(1).
11. Rojhirunsakool S, Suchonwanit P. Parietal scalp is another affected area in female pattern hair loss: an analysis of hair density and hair diameter. *Clin Cosmet Investig Dermatol*. 2017 Diciembre; 29(11).
12. Rudnicka L, Olszewska M, Rakowska A, Slowinska M. Trichoscopy update

2011. 2011 Diciembre; 5(4).
13. Rakowska A. Trichoscopy (hair and scalp videodermoscopy) in the healthy female. Method standardization and norms for measurable parameters. *Journal of Dermatological Case Reports*. 2009 Abril; 3(1).
 14. United States Pharmacopeia (USP). Capítulo General: Suturas-Diámetro. In USP NF 2022. Estados Unidos: The United States Pharmacopeial Convention; 2022. p. 861-863.
 15. Outlaw K, Vela R, O'Leary JP. Breaking strength and diameter of absorbable sutures after in vivo exposure in the rat. *The American Surgeon*. 1998 Abril; 64(4).
 16. Bayramoglu A, Erdogan K, Urhan O, Keskinöz NE, Elmas AM, Hayran M, et al. Hair diameter measurements for planning follicular unit extraction surgery (FUE): Is there a correlation between the micrometer caliper and scanning electron microscopy (SEM) findings? *Journal of Cosmetic Dermatology*. 2022 Marzo; 21(3).
 17. Barba C, Martí M, Manich AM, Carilla J, Parra JL, Coderch L. Water absorption/desorption of human hair and nails. *Thermochimica Acta*. 2010 Mayo; 503-504.
 18. Gavazzoni Dias MFR. Hair Cosmetics: An Overview. *International Journal Trichology*. 2015 Enero; 7(1).
 19. Buffoli B, Rinaldi F, Labanca M, Sorbellini E, Trink A, Guanziroli E, et al. The human hair: from anatomy to physiology. *International Journal of Dermatology*. 2013 Diciembre; 53(3).
 20. Brown TM, Krishnamurthy. K. Histology, Hair and Follicle. In Publishing S, editor. StatPearls. Treasure Island (FL): Editorial Board; 2022.
 21. Terribile C. Colorimetria Aplicada: Youcanprint; 2014.
 22. Vogt A, McElwee KJ, Blume-Peytavi U. Biology of the Hair Follicle. In Blume-Peytavi U, Tosti A, Trüeb RM, editors. *Hair Growth and Disorders*.: Springer, Berlín, Heidelberg; 2008. p. 1-22.
 23. Nikfar S, Jaberidoos M. Hair. In Wexler P, editor. *Encyclopedia of Toxicology*. San Diego (California): Elsevier; 2014. p. 813-815.
 24. Damodaran GR, Gupta R. Hair Loss and the Applied Techniques for Identification of Novel Hair Growth Promoters for Hair Re-Growth. *Pharmacognosy Journal*. 2011 Junio; 3(22).
 25. De Lacharrière D, Deloche C, Misciali C, Piraccini BM, Vincenzi C, Bastien P, et al. Hair Diameter Diversity: A Clinical Sign Reflecting the Follicle Miniaturization. *JAMA Dermatology*. 2001 Mayo; 137(5).
 26. Rajoo Y, Wong J, Cooper G, Raj IS, Castle DJ, Chong AH, et al. The relationship between physical activity levels and symptoms of depression, anxiety and stress in individuals with alopecia Areata. *BMC Psychol*. 2019 Julio; 7(1).
 27. Dhurat , Saraogi P. Hair Evaluation Methods: Merits and Demerits. *International Journal of Trichology*. 2009 Julio-Diciembre; 1(2).
 28. Chamberlain AJ, Dawber RP. Methods of evaluating hair growth. *Australasian*

- Journal of Dermatology. 2003 Febrero; 44(1).
29. Hu D, Tu P, Yang S. Comparison Between Trichoscopic and Histopathological Evaluations of Hair Parameters. *Clinical, Cosmetic and Investigational Dermatology*. 2022 Mayo; 15(1).
 30. Ko JH, Huang YH, Kuo TT. Hair counts from normal scalp biopsy in Taiwan. *Dermatologic Surgery*. 2012 Setiembre; 38(9).
 31. Leerunyakul K, Suchonwanit P. Evaluation of Hair Density and Hair Diameter in the Adult Thai Population Using Quantitative Trichoscopic Analysis. *BioMed Research International*. 2020 Febrero; 2020(1).
 32. Galliker NA, Trüeb M. Value of Trichoscopy Versus Trichogram for Diagnosis of Female Androgenetic Alopecia. *International Journal of Trichology*. 2012 Enero-Marzo; 4(1).
 33. Scheede S, Herpens A, Burmeister F, Oltrogge B, Saenger K, Schmidt-Rose T, et al. Qualification of a new and precise automatic tool for the assessment of hair diameters in phototrichograms. *Skin Research and Technology*. 2011 Mayo; 17(2).
 34. Mercuri RS, Paolino G, Di Nicola RM, Vollón L. Investigating the Safety and Efficacy of Platelet-Rich Plasma (PRP) Treatment for Female Androgenetic Alopecia: Review of the Literature. *Medicina (Kaunas)*. 2021 Marzo; 57(4).
 35. Riedel-Baima B, Riedel A. Use of the TrichoScan to assess female pattern hair loss. *Dermatologic Surgery*. 2009 Abril; 35(4).
 36. United States Pharmacopeia (USP). *Capitulo General: Partículas inyectables*. In *USP NF 2022*. Estados Unidos: The United States Pharmacopeial Convention; 2022. p. 6980.
 37. Tohmyoh H, Fujita K, Suzuki H, Futada K. Structural elasticity for tensile deformation of a single human hair and the comparison with it for the bending deformation. *Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials*. 2021 Enero; 113.
 38. Seon SY, Jaen HP, Young CN. Hair Diameter Variation in Different Vertical Regions of the Occipital Safe Donor Area. *Archives of Plastic Surgery*. 2017 Julio; 44(4).
 39. Oliver MA, Coderch L, Carrer V, Barba C, Marti M. Ethnic hair: Thermoanalytical and spectroscopic differences. *Skin Research and Technology*. 2020 Setiembre; 26(5).

ANEXOS

ANEXO 1. CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DEL INSTRUMENTO DE MEDICIÓN

IDENTIFICACIÓN DEL CLIENTE

NOMBRE: HYPATIA S.A.
 DIRECCIÓN: AV. FAUSTINO BANCHEZ CARRIÓN N° 410 - MAGDALENA DEL MAR
 TELÉFONO: 2513296 ANEXO 221
 PERSONA(S) DE CONTACTO: MARIO SALAS

IDENTIFICACIÓN DEL ÍTEM DE CALIBRACIÓN

ITEM: COMPARADOR DE CUADRANTE
 MARCA: MITUTOYO
 MODELO: ID-S112PM
 SERIE: 00035
 CÓDIGO: L-155

MODO DE LECTURA: DIGITAL
 UNIDAD DE MEDIDA: mm
 DIVISIÓN DE ESCALA: 0,001
 INTERVALO DE MEDIDA: 12,7 mm
 UBICACIÓN: NO ESPECÍFICA

EQUIPAMIENTO UTILIZADO

CÓDIGO	NOMBRE	MARCA	MODELO	SERIE	FECHA CAL.	VENCE CAL.
ELP.PC.004	SET DE BLOQUES PATRÓN	MITUTOYO	BM1-10M-0A/A	1803012	2020-01-02	2021-01-02
ELP.PT.015	TERMÓMETRO DIGITAL	CENTER	309	171000560	2019-12-02	2020-12-02
ELP.PT.059	BAROMETRO	CONTROL COMPANY	6530	181821642	2019-12-18	2020-12-18
ELP.PT.038	TERMOMÉTRICOMETRO	CENTER	342	140701832	2020-03-08	2020-09-08

DECLARACIÓN DE TRAZABILIDAD METROLÓGICA

Los resultados de calibración contenidos en este certificado son trazables al Sistema Internacional de Unidades (SI) por medio de una cadena ininterrumpida de calibraciones e incluye del INACAL (Instituto Nacional de la Calidad - Perú) o de otros Institutos Nacionales de Metrología (INMs).

CALIBRACIÓN

MÉTODO: COMPARACIÓN DIRECTA MEDIANTE BLOQUES PATRÓN LONGITUDINALES (BPL)
 DOCUMENTO DE REFERENCIA: CEM DI-005-2010 (EDICIÓN DIGITAL.1)
 PROCEDIMIENTO: PEC.ELP.21
 LUGAR DE CALIBRACIÓN: LABORATORIO 2 - ELICROM PERÚ

TEMPERATURA AMBIENTAL MEDIA: 20,3 °C ±0,0 °C
 HUMEDAD RELATIVA MEDIA: 58,2 %HR ±0,1 %HR
 PRESIÓN ATMOSFÉRICA MEDIA: 1007 hPa ±0 hPa

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

Nominal	Lectura del Ítem	Lectura de Patrón	Error de Medición	Incertidumbre	Factor de Cobertura (k)
mm	mm	mm	mm	mm	
0,0	0,000	0,00000	0,00000	0,00058	2,00
2,5	2,498	2,50000	-0,00200	0,00071	2,00
5,1	5,099	5,09999	-0,00099	0,00071	2,00
7,7	7,698	7,70000	-0,00200	0,00077	2,00
10,3	10,299	10,30000	-0,00100	0,00076	2,00

Nota: La calibración se realizó empleando una pesa de 209,86 g.

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

Nominal	Lectura del Ítem	Lectura de Patrón	Error de Medición	Incertidumbre	Factor de Cobertura (k)
mm	mm	mm	mm	mm	
0,0	0,001	0,00000	0,00100	0,00070	2,00
2,5	2,498	2,50000	-0,00100	0,00076	2,00
5,1	5,099	5,09999	-0,00099	0,00071	2,00
7,7	7,700	7,70000	-0,00000	0,00072	2,00
10,3	10,298	10,30000	-0,00200	0,00076	2,00

Nota: La calibración se realizó empleando una pesa de 79,93 g.

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

Nominal	Lectura del Ítem	Lectura de Patrón	Error de Medición	Incertidumbre	Factor de Cobertura (k)
mm	mm	mm	mm	mm	
0,0	0,001	0,00000	0,00100	0,00058	2,00
2,5	2,500	2,50000	0,00000	0,00076	2,00
5,1	5,101	5,09999	0,00101	0,00077	2,00
7,7	7,701	7,70000	0,00099	0,00077	2,00
10,3	10,301	10,30000	0,00100	0,00071	2,00

Nota: La calibración se realizó empleando una pesa de 55,06 g.

OBSERVACIONES

Nota: Se ha realizado 5 mediciones por cada punto de calibración.

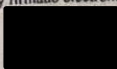
NOTA: La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición (intervalo de confianza), la cual se evaluó con base en el documento JCGM 100:2009 (GUM 1995 with minor corrections) "Evaluation of measurement data - Guide to the expression of uncertainty in measurement", multiplicando la incertidumbre típica combinada por el factor de cobertura k, que para una distribución t (de Student) corresponde a un nivel de confianza de aproximadamente el 95,45%. Este certificado no podrá reproducirse excepto en su totalidad sin la aprobación escrita del laboratorio Elicrom-Calibración. Los resultados contenidos en este certificado son válidos únicamente para el ítem aquí descrito, en el momento y bajo las condiciones en que se realizó la calibración.

NOTA: La lectura del patrón y el error de medición (mejor estimación del valor verdadero) se muestran con la misma cantidad de decimales que la incertidumbre reportada (véase 7.2.8 de la GUM).

NOTA: La calibración se realizó empleando una masa de medición MITUTOYO identificada con serie: 201063.

CALIBRACIÓN REALIZADA POR: José Ferro 2020-06-12
 FECHA DE RECEPCIÓN DEL ÍTEM: 2020-06-12
 FECHA DE CALIBRACIÓN: 2020-06-12
 FECHA DE EMISIÓN: 2020-06-12

Autorizado y firmado electronicamente por:



ANEXO 3. DATOS DE LAS MEDICIONES DEL DIÁMETRO PARA REALIZAR LA CARACTERIZACIÓN DEL CABELLO

Tabla 14. Datos de la medición del diámetro del cabello de la zona temporal izquierda, temporal derecha, occipital y frontal-parietal de la colaboradora A001 para realizar la caracterización del cabello

Diámetro del cabello (μm): Cabello Temporal Izquierda (CTI)															
Reps	Muestra 1: CTI1					Muestra 2: CTI2					Muestra 3: CTI3				
	5cm	10cm	15 cm	20cm	25cm	5cm	10cm	15 cm	20cm	25cm	5cm	10cm	15 cm	20cm	25cm
1	71	70	72	67	70	65	77	95	73	78	63	65	65	66	67
2	72	70	72	67	69	65	77	99	74	79	61	65	65	67	67
3	71	70	72	67	70	65	76	98	74	78	61	67	65	74	67
4	86	70	71	66	70	65	77	98	74	78	62	65	65	74	67
5	72	84	72	66	70	66	76	98	74	79	69	64	64	74	66
6	77	69	72	66	70	66	77	98	74	78	70	63	65	74	66
7	73	70	72	66	70	65	76	98	74	78	70	64	63	74	69
8	72	69	72	67	70	65	78	98	73	78	60	64	63	73	68
9	71	69	72	67	70	66	78	97	73	78	71	64	63	72	68
10	74	69	72	67	70	66	76	98	73	78	71	62	63	67	66
Diámetro del cabello (μm): Cabello Temporal Derecha (CTD)															
Reps	Muestra 1: CTD1					Muestra 2: CTD2					Muestra 3: CTD3				
	5cm	10cm	15 cm	20cm	25cm	5cm	10cm	15 cm	20cm	25cm	5cm	10cm	15 cm	20cm	25cm
1	86	79	84	89	83	73	73	88	73	80	72	69	63	66	68
2	83	78	83	88	73	73	80	87	73	79	71	68	62	67	68
3	83	79	83	87	73	73	81	86	73	79	68	69	62	66	68
4	85	78	82	87	73	73	81	87	72	79	69	68	62	67	68
5	82	78	82	87	73	73	80	86	72	79	69	68	62	67	68
6	86	92	82	87	73	73	79	87	72	80	68	68	62	66	68
7	87	92	81	87	73	73	80	87	71	80	68	68	62	66	67
8	86	92	81	86	73	73	73	87	71	80	68	68	62	67	68
9	84	90	80	86	74	73	73	87	71	80	67	68	63	67	68
10	84	91	80	86	73	73	72	86	71	80	67	68	62	66	68
Diámetro del cabello (μm): Cabello Occipital (CO)															
Reps	Muestra 1: CO1					Muestra 2: CO2					Muestra 3: CO3				
	5cm	10cm	15 cm	20cm	25cm	5cm	10cm	15 cm	20cm	25cm	5cm	10cm	15 cm	20cm	25cm
1	77	64	64	63	67	73	82	71	94	65	82	74	83	83	82
2	74	63	64	63	67	73	82	71	94	64	81	73	81	82	81
3	74	63	64	63	66	71	79	71	94	64	80	73	81	80	82
4	72	63	64	63	67	70	77	70	87	64	80	74	80	79	81
5	72	63	64	63	66	71	78	70	88	64	80	74	81	79	81
6	70	63	64	63	66	71	78	70	86	64	80	74	80	78	81
7	77	62	64	63	66	71	77	71	61	64	79	74	81	79	81
8	72	62	64	63	66	71	77	71	62	64	80	74	81	78	81
9	72	63	63	62	67	70	77	90	62	64	80	74	81	76	81
10	74	63	63	62	67	72	77	87	62	65	79	73	81	76	81
Diámetro del cabello (μm): Cabello Frontal-Parietal (CFP)															
Reps	Muestra 1: CFP1					Muestra 2: CFP2					Muestra 3: CFP3				
	5cm	10cm	15 cm	20cm	25cm	5cm	10cm	15 cm	20cm	25cm	5cm	10cm	15 cm	20cm	25cm
1	83	92	90	84	88	78	74	78	85	82	71	75	70	72	73
2	82	91	90	85	88	78	74	77	85	81	71	74	70	73	71
3	83	91	90	85	89	77	74	78	85	81	71	75	71	74	70
4	83	91	90	84	88	77	73	77	84	82	71	74	71	74	70
5	82	91	90	84	89	78	73	78	85	81	72	74	70	73	70
6	82	91	90	85	88	77	74	78	84	81	71	74	70	73	70
7	82	91	90	85	88	77	73	77	85	81	70	73	69	73	70
8	83	92	90	84	88	77	74	77	85	81	71	74	69	72	69
9	83	91	90	85	88	78	73	77	85	81	71	74	69	73	69
10	83	91	90	85	88	77	73	77	84	81	70	74	70	73	69

Tabla 15. Datos de la medición del diámetro del cabello de la zona temporal izquierda, temporal derecha, occipital y frontal-parietal de la colaboradora A004 para realizar la caracterización del cabello.

Diámetro del cabello (μm): Cabello Temporal Izquierda (CTI)															
Reps	Muestra 1: CTI1					Muestra 2: CTI2					Muestra 3: CTI3				
	5cm	10cm	15 cm	20cm	25cm	5cm	10cm	15 cm	20cm	25cm	5cm	10cm	15 cm	20cm	25cm
1	67	76	76	71	67	89	65	77	88	68	64	70	64	69	80
2	79	73	80	80	66	62	66	77	88	69	76	68	64	68	73
3	65	73	81	71	66	60	66	76	87	69	64	69	64	68	73
4	68	73	73	69	65	61	66	76	88	68	64	68	64	68	84
5	68	76	73	68	70	60	68	77	87	69	64	68	64	68	75
6	66	75	73	73	70	61	66	77	64	69	76	68	63	68	84
7	77	75	72	69	66	61	65	76	64	68	64	68	63	68	75
8	78	80	72	68	66	61	65	75	64	68	75	69	63	68	73
9	77	76	71	69	66	62	66	76	65	69	64	68	64	68	73
10	79	80	75	68	66	61	66	77	66	69	75	70	63	68	73
Diámetro del cabello (μm): Cabello Temporal Derecha (CTD)															
Reps	Muestra 1: CTD1					Muestra 2: CTD2					Muestra 3: CTD3				
	5cm	10cm	15 cm	20cm	25cm	5cm	10cm	15 cm	20cm	25cm	5cm	10cm	15 cm	20cm	25cm
1	65	73	67	75	67	66	70	64	69	69	68	63	62	75	68
2	66	73	66	76	67	65	68	65	69	69	68	64	61	75	68
3	66	71	67	76	67	65	69	64	69	68	66	63	62	75	68
4	66	71	67	76	67	66	69	64	69	69	67	63	61	76	69
5	66	72	66	76	66	66	69	65	69	68	67	63	61	73	68
6	66	70	66	76	66	66	69	65	69	68	67	63	61	75	60
7	66	71	66	76	66	66	69	64	69	68	66	63	61	75	68
8	65	71	66	75	66	65	69	64	69	68	67	63	61	75	68
9	66	71	66	76	66	65	69	65	69	68	67	63	61	75	69
10	66	70	66	76	65	65	69	64	69	68	66	62	60	74	69
Diámetro del cabello (μm): Cabello Occipital (CO)															
Reps	Muestra 1: CO1					Muestra 2: CO2					Muestra 3: CO3				
	5cm	10cm	15 cm	20cm	25cm	5cm	10cm	15 cm	20cm	25cm	5cm	10cm	15 cm	20cm	25cm
1	78	85	80	74	91	66	66	63	67	70	64	70	67	82	72
2	78	88	78	73	87	77	63	62	67	76	63	70	66	82	73
3	78	83	78	88	77	76	65	63	67	74	62	69	67	81	87
4	76	81	76	87	72	78	70	63	79	73	63	69	66	81	89
5	77	82	76	83	73	66	67	63	79	72	63	70	66	78	72
6	88	82	80	84	72	77	67	62	75	69	63	70	67	78	71
7	77	81	79	82	71	77	74	60	67	70	62	69	66	77	71
8	77	91	75	81	71	76	67	62	67	71	62	70	65	77	90
9	77	82	78	81	71	77	64	61	66	74	62	69	66	77	88
10	77	83	78	78	70	77	64	63	67	71	62	70	66	77	88
Diámetro del cabello (μm): Cabello Frontal-Parietal (CFP)															
Reps	Muestra 1: CFP1					Muestra 2: CFP2					Muestra 3: CFP3				
	5cm	10cm	15 cm	20cm	25cm	5cm	10cm	15 cm	20cm	25cm	5cm	10cm	15 cm	20cm	25cm
1	75	69	61	81	72	60	66	69	63	68	72	70	66	69	78
2	76	79	58	70	82	58	66	69	62	60	73	70	68	77	69
3	72	70	60	70	84	59	66	70	64	61	75	63	76	83	69
4	77	80	58	69	70	59	65	69	62	60	72	74	79	78	68
5	76	79	57	79	71	59	66	69	62	60	72	75	66	78	68
6	75	79	57	79	71	59	65	69	62	60	74	75	66	78	67
7	75	79	58	79	77	58	65	69	62	59	63	64	65	77	69
8	75	85	60	79	76	59	65	71	62	58	62	68	65	82	77
9	74	69	59	79	76	58	65	71	62	59	71	68	79	77	69
10	76	69	59	69	83	59	65	70	62	59	63	63	67	81	72

Tabla 16. Datos de la medición del diámetro del cabello de la zona temporal izquierda, temporal derecha, occipital y frontal-parietal de la colaboradora A005 para realizar la caracterización del cabello

Diámetro del cabello (μm): Cabello Temporal Izquierda (CTI)															
Reps	Muestra 1: CTI1					Muestra 2: CTI2					Muestra 3: CTI3				
	5cm	10cm	15 cm	20cm	25cm	5cm	10cm	15 cm	20cm	25cm	5cm	10cm	15 cm	20cm	25cm
1	53	55	47	47	48	66	64	68	67	63	81	71	65	63	61
2	61	55	48	47	49	75	64	67	66	63	58	73	63	63	77
3	61	55	47	47	49	72	63	67	65	62	57	68	64	62	60
4	61	54	47	47	48	65	64	67	64	63	57	69	62	63	60
5	48	54	48	47	48	64	64	67	65	63	56	56	64	63	61
6	61	54	47	47	48	63	63	67	64	62	55	56	63	63	61
7	47	53	47	47	48	65	63	67	66	62	55	56	64	62	61
8	47	52	47	47	48	65	63	67	65	63	55	55	63	62	61
9	47	52	47	47	48	65	64	65	66	62	55	73	63	63	61
10	47	51	47	47	48	65	63	67	66	63	55	74	63	62	61
Diámetro del cabello (μm): Cabello Temporal Derecha (CTD)															
Reps	Muestra 1: CTD1					Muestra 2: CTD2					Muestra 3: CTD3				
	5cm	10cm	15 cm	20cm	25cm	5cm	10cm	15 cm	20cm	25cm	5cm	10cm	15 cm	20cm	25cm
1	50	52	56	49	70	61	61	73	67	71	53	69	53	49	62
2	50	52	56	49	69	61	62	72	67	70	52	69	53	50	55
3	49	50	56	49	69	60	62	72	68	71	51	69	54	50	60
4	49	50	56	49	69	61	62	72	68	71	52	64	54	50	60
5	49	50	56	49	69	60	62	72	67	71	52	69	60	59	61
6	49	49	56	49	69	60	62	72	66	71	52	68	53	50	57
7	50	50	57	49	71	60	62	72	67	96	52	64	53	50	57
8	48	50	56	50	67	60	62	72	66	97	52	64	53	50	58
9	49	49	56	49	67	61	63	70	67	97	52	64	53	51	55
10	49	49	55	48	64	60	62	72	66	97	52	65	52	49	54
Diámetro del cabello (μm): Cabello Occipital (CO)															
Reps	Muestra 1: CO1					Muestra 2: CO2					Muestra 3: CO3				
	5cm	10cm	15 cm	20cm	25cm	5cm	10cm	15 cm	20cm	25cm	5cm	10cm	15 cm	20cm	25cm
1	52	53	57	56	58	48	62	51	52	94	59	81	76	68	70
2	52	89	57	56	58	48	62	79	52	64	59	77	66	68	72
3	52	89	58	57	58	47	62	50	52	94	59	65	65	69	71
4	52	89	57	56	58	47	62	50	52	94	59	84	65	69	71
5	53	54	58	56	58	47	62	50	52	94	59	79	64	69	72
6	53	55	58	56	58	47	62	50	53	94	60	76	65	69	97
7	52	54	58	56	57	48	62	50	52	92	59	77	64	68	98
8	52	54	58	56	58	48	62	51	51	92	59	78	64	68	72
9	53	54	57	56	57	47	62	50	52	94	59	76	64	68	98
10	52	54	57	56	57	47	60	50	52	94	59	77	64	68	98
Diámetro del cabello (μm): Cabello Frontal-Parietal (CFP)															
Reps	Muestra 1: CFP1					Muestra 2: CFP2					Muestra 3: CFP3				
	5cm	10cm	15 cm	20cm	25cm	5cm	10cm	15 cm	20cm	25cm	5cm	10cm	15 cm	20cm	25cm
1	61	59	75	57	57	47	49	53	52	49	56	56	63	59	70
2	60	59	80	57	57	47	48	51	51	49	66	56	64	59	58
3	60	59	63	56	57	48	48	50	51	48	66	56	63	59	69
4	60	58	61	57	57	46	48	51	51	49	65	55	63	82	63
5	61	57	61	57	57	46	48	52	51	49	66	56	58	82	63
6	61	57	62	57	57	46	48	52	50	49	64	56	63	81	60
7	59	58	61	57	57	62	48	51	50	48	60	56	61	81	59
8	59	58	61	56	57	62	48	52	50	49	59	70	57	80	58
9	59	58	61	56	56	42	48	52	51	48	63	56	57	79	58
10	60	57	60	56	56	63	48	51	51	49	93	56	56	79	58

ANEXO 4. DATOS DE LAS MEDICIONES DEL DIÁMETRO PARA REALIZAR LAS COMPARACIONES DEL DIÁMETRO A DIFERENTES MINUTOS DESPUÉS DE HABER OBTENIDO LA MUESTRA.

Tabla 17. Datos de la medición del diámetro del cabello para realizar las comparaciones de los 0 minutos con los 5 min, 15 min, 30 min, 60 min, 120 min, 240 min y 360 min después de haber obtenido la muestra A001 y A004.

Diámetro del cabello (μm)																			
Tiempo: 0 min										Tiempo: 5min									
Muestra A002					Muestra A004					Muestra A002					Muestra A004				
5c	10c	15c	20c	25c	5c	10c	15c	20c	25c	5c	10c	15c	20c	25c	5c	10c	15c	20c	25c
m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m
73	73	74	67	75	66	67	68	71	73	74	74	74	66	75	67	67	68	72	73
74	73	74	66	75	67	67	68	72	72	73	73	73	65	75	67	67	68	72	73
73	74	74	66	75	67	67	68	72	73	73	73	74	66	75	67	67	68	72	73
74	73	74	66	75	67	67	69	72	73	73	74	74	66	75	67	67	79	72	73
73	73	74	66	75	67	67	68	72	73	73	73	74	67	75	75	66	68	72	72
73	74	74	66	76	67	67	68	72	73	74	73	74	66	75	67	67	68	72	73
73	73	74	67	75	67	67	68	72	72	73	73	74	66	75	67	67	68	72	73
73	73	73	66	75	67	67	79	71	73	73	73	74	66	75	67	67	68	72	80
73	73	74	66	75	75	66	69	72	80	73	73	74	66	75	66	67	68	72	73
73	73	74	66	75	67	67	68	72	73	73	73	74	66	75	67	67	68	71	73
Tiempo: 15 min										Tiempo: 30min									
5c	10c	15c	20c	25c	5c	10c	15c	20c	25c	5c	10c	15c	20c	25c	5c	10c	15c	20c	25c
m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m
73	74	73	67	75	67	66	79	72	73	74	73	74	66	76	67	67	68	72	80
73	73	74	66	75	66	67	68	69	73	73	73	74	66	75	67	67	68	71	73
73	73	74	66	75	67	67	68	72	72	73	74	73	67	75	66	67	68	72	73
73	73	74	66	75	67	67	68	72	73	73	73	74	66	75	67	67	69	72	73
74	73	74	66	75	67	67	68	72	73	73	73	74	66	75	67	67	79	72	73
73	74	74	66	75	67	67	68	72	73	74	73	74	66	75	67	66	68	72	73
73	73	74	66	75	75	67	68	71	73	73	73	74	66	75	75	67	68	72	73
73	73	74	66	75	67	67	68	72	72	73	73	74	66	75	67	67	68	72	73
73	73	74	66	75	67	67	68	72	73	73	73	74	66	75	66	66	68	72	73
73	73	74	66	75	67	66	69	72	73	73	73	74	66	75	67	67	68	72	73
Tiempo: 60 min										Tiempo: 120 min									
5c	10c	15c	20c	25c	5c	10c	15c	20c	25c	5c	10c	15c	20c	25c	5c	10c	15c	20c	25c
m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m
73	73	74	66	76	67	67	69	72	72	73	73	74	66	75	67	67	79	71	72
73	74	73	66	76	67	67	69	72	72	74	73	74	67	75	67	67	68	72	73
74	73	74	66	75	67	67	68	72	73	73	73	73	66	75	66	67	68	72	73
73	73	74	66	75	67	66	68	71	80	73	74	74	66	75	67	66	68	72	73
73	73	74	66	75	67	67	68	72	73	73	73	74	66	75	67	67	68	72	73
73	73	74	66	75	67	67	68	72	73	73	73	74	66	75	67	67	68	72	73
73	73	74	66	75	67	67	68	72	73	73	73	74	66	76	67	67	68	72	80
73	73	74	66	75	67	67	68	72	73	73	73	74	66	75	67	66	68	71	72
73	73	74	66	75	67	67	68	72	73	73	73	74	66	75	67	67	68	72	73
73	73	74	66	75	66	67	68	72	73	74	73	73	66	75	67	67	68	72	73
Tiempo: 240 min										Tiempo: 260 min									
5c	10c	15c	20c	25c	5c	10c	15c	20c	25c	5c	10c	15c	20c	25c	5c	10c	15c	20c	25c
m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m
73	73	74	66	75	67	67	68	72	73	73	73	74	66	75	67	67	68	72	72
73	73	74	66	75	67	67	68	71	73	73	73	74	67	75	67	67	68	72	73
73	74	74	66	75	66	67	68	72	73	73	73	74	66	75	67	67	68	72	73
74	73	74	66	75	67	67	68	72	72	74	73	74	66	75	67	67	68	72	73
73	73	74	66	75	67	67	68	72	80	73	73	74	67	75	67	67	68	71	73
73	73	74	66	76	67	67	68	72	73	74	73	74	66	75	67	66	79	72	73
73	73	74	67	75	75	67	79	72	73	73	73	73	66	76	65	67	67	72	80
73	73	73	66	75	67	67	68	72	73	73	73	74	66	75	67	67	68	71	73
73	73	74	66	75	67	67	68	72	73	73	73	74	66	75	75	65	68	72	73
73	73	74	66	75	67	67	68	72	73	73	73	74	66	75	67	67	68	72	73

Tabla 18. Datos de la medición del diámetro del cabello para realizar las comparaciones las comparaciones de 0 min con los 1440, 2880 y 4320 min después de haber obtenido la muestra A001 y A004.

Diámetro del cabello (μm)																			
Tiempo: 0 min										Tiempo: 1440 min									
Muestra A002					Muestra A004					Muestra A002					Muestra A004				
5cm	10cm	15cm	20cm	25cm	5cm	10cm	15cm	20cm	25cm	5cm	10cm	15cm	20cm	25cm	5cm	10cm	15cm	20cm	25cm
75	75	77	74	77	67	66	71	84	70	85	80	85	89	97	76	71	82	89	88
75	75	78	73	96	66	67	71	84	70	85	80	85	89	97	76	71	82	88	88
75	75	77	73	77	67	67	71	84	70	85	80	85	89	97	76	71	82	88	97
75	75	77	73	77	67	67	71	84	70	84	80	85	89	97	76	72	82	88	88
75	75	77	94	77	67	67	70	84	100	84	80	85	86	105	76	71	82	88	88
74	75	77	73	77	67	67	71	84	70	85	105	85	89	97	76	71	81	88	88
75	75	78	73	77	67	66	71	77	70	85	80	85	89	97	76	71	82	82	88
75	74	77	73	77	67	67	71	84	70	85	80	85	91	105	76	71	82	88	88
75	75	77	73	77	67	67	60	84	70	85	80	92	89	97	74	71	82	88	88
75	75	77	73	77	67	67	71	84	70	87	84	87	89	97	78	76	84	88	88
Tiempo: 2880 min										Tiempo: 4320 min									
5cm	10cm	15cm	20cm	25cm	5cm	10cm	15cm	20cm	25cm	5cm	10cm	15cm	20cm	25cm	5cm	10cm	15cm	20cm	25cm
87	84	87	89	97	78	76	84	88	88	87	84	87	89	97	78	76	84	88	88
87	84	87	89	97	78	76	84	88	88	87	84	87	89	97	78	77	84	88	88
87	84	87	89	97	78	76	84	88	88	85	84	87	89	97	78	76	84	88	88
85	84	87	89	97	78	76	84	88	88	87	84	88	90	97	78	76	84	88	88
87	84	87	89	97	79	76	83	89	88	87	84	87	89	97	78	76	83	88	88
87	84	87	89	97	79	77	84	88	97	87	84	87	89	97	78	76	84	88	88
87	85	87	89	97	78	76	84	88	88	87	85	87	89	97	78	76	84	88	88
87	84	87	89	105	78	76	84	88	88	87	85	87	89	97	78	76	84	89	88
87	84	88	89	97	78	76	84	88	88	87	84	87	89	97	78	76	84	88	88
87	84	87	89	97	78	76	84	88	88	87	84	88	89	97	79	76	84	88	88