



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
CARRERA DE ODONTOLOGÍA**

**Evaluación de la viabilidad técnica y sostenible en la elaboración del hilo
dental a base de Chambira**

Trabajo de titulación para optar al título de Odontólogo

Autor:

Córdova Guerrero, Andrés Nicolás

Tutor:

Mg. Carlos Eduardo Espinoza Chávez

Riobamba, Ecuador. 2025

DECLARATORIA DE AUTORÍA

Yo, Andrés Nicolás Córdova Guerrero, con cédula de ciudadanía 180382170-9, autor del trabajo de investigación titulado: “Evaluación de la viabilidad técnica y sostenible en la elaboración del hilo dental a base de Chambira”, certifico que la producción, ideas, opiniones, criterios, contenidos y conclusiones expuestas son de mí exclusiva responsabilidad.

Asimismo, cedo a la Universidad Nacional de Chimborazo, en forma no exclusiva, los derechos para su uso, comunicación pública, distribución, divulgación y/o reproducción total o parcial, por medio físico o digital; en esta cesión se entiende que el cesionario no podrá obtener beneficios económicos. La posible reclamación de terceros respecto de los derechos de autor de la obra referida será de mi entera responsabilidad; librando a la Universidad Nacional de Chimborazo de posibles obligaciones.

En Riobamba, a los 10 días de febrero del 2025.



Andrés Nicolás Córdova Guerrero

C.I: 180382170-9

DICTAMEN FAVORABLE DEL PROFESOR TUTOR

Quien suscribe, Carlos Eduardo Espinoza Chávez catedrático adscrito a la Facultad de Ciencias de la Salud, por medio del presente documento certifico haber asesorado y revisado el desarrollo del trabajo de investigación “Evaluación de la viabilidad técnica y sostenible en la elaboración del hilo dental a base de Chambira”, bajo la autoría de Córdova Guerrero Andrés Nicolás; por lo que se autoriza ejecutar los trámites legales para su sustentación.

Es todo cuanto puedo informar en honor a la verdad; en Riobamba, a los 28 días del mes de abril de 2025.



firmado electrónicamente por:
CARLOS EDUARDO
ESPINOZA CHAVEZ

Dr. Carlos Espinoza
TUTOR

CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL

Quienes suscribimos, catedráticos designados Miembros del Tribunal de Grado para la evaluación del trabajo de investigación "Evaluación de la viabilidad técnica y sostenible en la elaboración del hilo dental a base de Chambira", presentado por Andrés Nicolás Córdova Guerrero, con cédula de identidad número 1803821709, bajo la tutoría de Mg. Carlos Eduardo Espinoza Chávez; certificamos que recomendamos la APROBACIÓN de este con fines de titulación. Previamente se ha evaluado el trabajo de investigación y escuchada la sustentación por parte de su autor; no teniendo más nada que observar.

De conformidad a la normativa aplicable firmamos, en Riobamba a los 19 días del mes de mayo del año 2025.

Dr. Cristian Roberto Sigcho Romero
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE GRADO



Dra. Gloria Marlene Mazón Baldeón
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO



Dr. Carlos Alberto Albán Hurtado
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO





CERTIFICACIÓN

Que, **CÓRDOVA GUERRERO ANDRÉS NICOLÁS** con CC: **180382170-9**, estudiante de la Carrera **ODONTOLOGIA**, Facultad de **CIENCIAS DE LA SALUD**; ha trabajado bajo mi tutoría el trabajo de investigación titulado "**EVALUACIÓN DE LA VIABILIDAD TÉCNICA Y SOSTENIBLE EN LA ELABORACIÓN DEL HILO DENTAL A BASE DE CHAMBIRA**", cumple con el 7 %, de acuerdo al reporte del sistema Anti plagio **COMPILATIO**, porcentaje aceptado de acuerdo a la reglamentación institucional, por consiguiente autorizo continuar con el proceso.

Riobamba, 28 de Abril de 2025



Firma electrónica por:
CARLOS EDUARDO
ESPINOZA CHAVEZ

Dr. Carlos Eduardo Espinoza Chávez
TUTOR(A)

DEDICATORIA

Quiero dedicar este proyecto de investigación a mi madre, Lucía, quien nunca me ha dejado solo en este camino, con sus palabras, oraciones y apoyo siempre ha estado presente; a mi hermana Cristina, que ha sido la principal fuente de inspiración, ayuda y motivación para ser un excelente profesional como ella; a mi padre, quien ha hecho posible continuar mis estudios; y mis hermanas, Gabriela y Kamila, quienes han proporcionado palabras adecuadas y ayuda en momentos oportunos con su fortaleza e inocencia.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por permitirme llegar tan lejos y cumplir este objetivo, a mis padres, por ayudarme en este camino, a mi familia entera, por su significativo cariño y apoyo, que pese a las dificultades no me dejaron rendir.

A la Carrera de Odontología de la Universidad Nacional de Chimborazo y a sus docentes por compartir sus conocimientos en mi formación profesional.

Al Dr. Carlos Espinoza, por su inagotable paciencia y la constante guía brindada durante la elaboración de este proyecto, por permitirse tiempo para compartir su conocimiento para sacar adelante esta investigación.

A mis amigos, por ser incondicionales en todo cuanto necesité, que sin importar las adversidades estuvieron presentes en este camino.

ÍNDICE GENERAL

DECLARATORIA DE AUTORÍA	
ACTA FAVORABLE – INFORME FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN	
CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DE TRIBUNAL	
CERTIFICADO ANTIPLAGIO	
DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTO	
ÍNDICE DE TABLAS	
ÍNDICE DE FIGURAS	
RESUMEN	
ABSTRACT	
CAPÍTULO I. INTRODUCCION.....	14
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	16
2.1 Hilo dental	16
2.2 Palma de Chambira: (<i>Astrocaryum chambira</i>).....	18
2.3 Viabilidad técnica.....	19
2.4 Viabilidad sostenible	20
CAPÍTULO III. METODOLOGIA.....	21
3.1 Tipo de Investigación	21
3.2 Diseño de Investigación.....	21
3.3 Técnicas de recolección de datos.....	21
3.4 Población de estudio y tamaño de muestra.....	21
3.5 Recursos materiales y humanos.....	21
3.6 Procedimiento.....	22
3.6.1 Formulaciones del hilo dental a base de chambira	22
3.7 Métodos de análisis, y procesamiento de datos.....	23
3.7.1 Evaluación del hilo dental	23
3.7.2 Aplicación de modelo TBL	25
3.7.3 Estudio de viabilidad técnica.....	26
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	27
4.1 Resultados	27
4.2 Discusión	37
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	38
5.1 Conclusiones.....	38
5.2 Recomendaciones	39

BIBLIOGRAFIA	40
ANEXOS	43

ÍNDICE DE TABLAS.

Tabla 1. Formulación 1 del hilo dental a base de chambira	22
Tabla 2. Formulación 2 del hilo dental a base de chambira	23
Tabla 3. Diámetro de los hilos evaluados	27
Tabla 4. Observaciones microscópicas de hilos dentales	28
Tabla 5. Tabla de resultados obtenidos de las muestras de estudio.....	32
Tabla 6. Cantidad de materia prima.....	33
Tabla 7. Materia prima para la producción de 10 m de hilo de chambira	33
Tabla 8. Disposición a probar un hilo dental a partir de plantas	33
Tabla 9. Cantidad de producto obtenido.....	34
Tabla 10. Disponibilidad de materiales en el Ecuador	35
Tabla 11. Tasa de crecimiento en el mercado.....	36
Tabla 12. Determinación del tamaño óptimo del proyecto.....	36

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diámetro de los hilos dentales	26
Figura 2. Promedio del diámetro de los hilos dentales.....	27
Figura 3. Prueba de resistencia a la tracción	29
Figura 4. Evaluación de elasticidad.....	29
Figura 5. Evaluación de estiramiento con peso	30
Figura 6. Prueba de flexión	31
Figura 7. Evaluación de abrasión	31
Figura 8. Disposición a probar un hilo dental a partir de plantas.....	34
Figura 9. Aplicación de modelo TBL.....	35

RESUMEN

Existe una amplia gama de variedades de hilo dental, optando por alternativas naturales y sintéticas. Sin embargo, la contaminación causada por los componentes sintéticos genera preocupación medioambiental y a nivel de salud en general. Con base en ello, se desarrolló un hilo dental a base de chambira, una palma ecuatoriana, mejorando la salud bucal de estas localidades, formando parte del proyecto de investigación “Programa de Salud Oral integral para la nacionalidad Waorani”. La metodología empleada consistió en la elaboración del hilo dental a base de chambira y sometiéndolo a pruebas de contraste frente a hilos dentales comerciales; se determinó la viabilidad técnica, basado en el modelo Román-Ormaza, y la sostenibilidad con el modelo de la Triple Línea Base de la Sostenibilidad. Los resultados evidenciaron características similares a los hilos comerciales, tanto en diámetro (1,17 mm), resistencia a la tracción (1,2 kg/F), elasticidad (24 mm), flexión (1200 flexiones) y abrasión (65 fricciones). La viabilidad técnica indicó un costo moderado de producción, junto con valores de aceptación del mercado del 81%; mientras que en la sostenibilidad presenta una relación positiva entre el aprovechamiento, la protección de la planta y la producción del hilo dental a base de chambira. La investigación concluyó en que el hilo dental a base de chambira es factible realizarlo sin poner en riesgo la especie, mientras se promueve el uso de un producto amigable con el medio ambiente y saludable para el consumidor, contribuyendo a la salud bucal de la nacionalidad waorani en el Ecuador.

Palabras claves: Hilo dental, chambira, viabilidad, sostenibilidad

ABSTRACT

There is a wide range of floss varieties, with natural and synthetic alternatives. However, the contamination caused by synthetic components generates environmental and integral health concerns. Based on this, a dental floss based on chambira, an Ecuadorian palm, was developed, improving the oral health of these localities, as part of the research project 'Integral Oral Health Program for the Waorani nationality'. The methodology used consisted of making dental floss based on chambira and testing it against commercial dental floss; technical viability was determined based on the Román-Ormaza model, and sustainability was determined using the Triple Sustainability Baseline model. The results showed similar characteristics to trademarks, both in diameter (1.17 mm), tensile strength (1.2 kg/F), elasticity (24 mm), flexure (1200 flexes), and abrasion (65 frictions). Technical feasibility indicated a moderate cost of production, together with market acceptance values of 81%. At the same time, sustainability showed a positive relationship between utilization, plant protection, and manufacturing of chambira-based dental floss. The research concluded that dental floss made from chambira is feasible without endangering the species, while supporting the usage of an environmentally beneficial and healthy product for the user, contributing to the oral health of the Waorani nationality in Ecuador.

Keywords: dental floss, chambira, viability, sustainability



Reviewed by:
Mg. Javier Andrés Saltos Chacán
ENGLISH TEACHER
c.c. 0202481438

CAPÍTULO I. INTRODUCCION.

La odontología desde sus inicios ha visto la necesidad de emplear implementos especializados que ayuden al tratamiento, prevención y mitigación de problemas de salud de la cavidad bucal, tanto dentro de la práctica odontológica como en el cuidado personal de la cavidad oral. Este tipo de materiales médicos odontológicos resultan ser de alta complejidad al momento de su elaboración, incrementando el precio de adquisición mientras contribuye al aumento de la generación de desechos, ya que involucran importantes consumos de suministros de agua, energía y recursos que perjudican al medio ambiente afectando directamente sobre este para la fabricación de materiales dentales, así como también la gestión final de desechos.(1) La Organización de las Naciones Unidas (ONU) ha manifestado una preocupación, entre otros aspectos, sobre la contaminación medioambiental dentro del ejercicio de atención médica odontológica y como incide directamente en la naturaleza. Atendiendo a esto, elaboró en conjunto a la Organización Mundial de la Salud (OMS) una agenda de desarrollo sostenible aplicable al campo de la salud, asegurando un menor impacto sobre el medio ambiente mientras se obtienen resultados más favorables en la salud para la población general.(2)

Varios recursos se han promovido con base en esta idea, incorporando nuevos productos de origen natural los cuales aseguran brindar similares o los mismos beneficios que los productos convencionales, cuidando de esta manera el medio ambiente.(3) Así, el campo odontológico ha presenciado la introducción de este tipo de productos principalmente para la higiene oral como enjuagues, colutorios, sedas dentales y cepillos dentales, empleando cáscaras, semillas, plantas medicinales, extractos o plantas como el bambú.(4–6) Estos productos al tener un origen natural en su composición generan menos producción de desechos y menor impacto medioambiental, sustituyendo así al producto convencional sintético con componentes plásticos.(6)

Uno de los productos menos frecuentados para la higiene oral es el hilo dental. Este producto está diseñado para conseguir una limpieza en sitios donde el cepillado no llega fácilmente, como las áreas interdentes, no suele ser empleado por su desconocimiento o falta de información, no obstante, es un implemento que actúa en sinergia con el cepillado dental para reducir los niveles de placa bacteriana y prevenir la enfermedad periodontal.(7,8)

Como es de conocimiento, el hilo dental tiene dentro de su composición materiales sintéticos, ya que este mantiene una base de nylon o de plástico, el cuál usualmente consta de polietilenos o derivados de este, que dada su naturaleza lo hace un elemento no biodegradable que tarda demasiado tiempo en descomponerse y propende el incremento en la producción de desechos que generan un gran impacto dentro del medio ambiente.(9,10) Esto indica que el hilo dental contribuye a la toxicidad ambiental al generar un desecho microplástico en el medio ambiente que llega a estar presente en especies animales, vegetales y suelos, afectando directamente a los sectores de la producción de alimentos, causando daños en la población en general.(10)

Aunado al hecho de la manufactura plástica para la confección del hilo dental, se ha evidenciado en los últimos años la presencia de sustancias tóxicas dentro de los componentes que constituyen el hilo dental como lo son las sustancias perfluoroalquiladas y polifluoroalquiladas (PFAS)(11), dichas sustancias se han visto involucradas en

investigaciones que establecen correlaciones con enfermedades o deterioros de la salud de gran impacto, haciendo una gran preocupación dentro del ámbito de la salud debido a que puede acumularse en los tejidos corporales en el transcurso del tiempo.(12) De modo que, varias marcas de hilo dental presentes en el mercado demostraron poseer esta sustancia en su composición, haciendo que el riesgo de padecer algún tipo de enfermedad sistémica, fallo orgánico o efecto cancerígeno se vea incrementado por la exposición a esta sustancia en el hilo dental convencional.(13)

De este modo, se considera que los productos de higiene dental ecológicos, entre ellos el hilo dental de origen natural, tienen más beneficios que los productos convencionales, reduciendo de este modo la contaminación medioambiental mientras coadyuva a la salud bucal de la población que hace uso de este.(14) Aun así, el empleo de productos naturales para la higiene dental no es correctamente promovido, dado que la mayoría del mercado es ocupado por las grandes empresas, acaparando gran porcentaje del mercado de productos sanitarios. Esto reduce el empleo de productos como el hilo dental de base natural y el interés por la manufactura de los mismos, haciendo de difícil accesibilidad al producto.(15)

El hilo dental es un recurso disponible en todo el mundo, ya que grandes empresas encargadas de producir productos de higiene oral han hecho posible que cubran gran parte de la población, para que esta pueda acceder a ella sin problemas, sin embargo, su uso no ha sido muy promulgado a lo largo de todas las localidades ya que ciertas personas no hacen uso de él debido a las consideraciones socioeconómicas que poseen que limitan su compra, junto a la falta de información que presentan.(16)

Dentro de Latinoamérica, al ser una región con una cultura menos amplia dentro de la higiene bucal, el empleo del hilo dental ha sido disminuido durante el cuidado higiénico oral. En varios países se considera de baja accesibilidad debido a que en algunas zonas rurales no llega la información pertinente ni el producto de aseo.(17,18)

En el Ecuador existen varias de estas comunidades las cuales mantienen su estilo de vida basadas en sus tradiciones y costumbres, como parte de ellas, su higiene. Al ser algo más rudimentario, la higiene bucal se maneja a partir de productos naturales. Sin embargo, el desconocimiento de los productos y ciertas prácticas impropias de su localidad, impiden que hagan uso del hilo dental, aunado el problema del desecho y el costo que este representa, además de la diferencia económica presente en la comunidad y en el sector urbano.(19)

Atendiendo a esto, el estudio pretende aprovechar los productos que ofrece el país sin comprometer la deforestación endémica, proporcionando un producto óptimo para contribuir al estado de higiene oral de la población en general, tanto en el sector rural como urbano, basado en el desarrollo de un hilo dental ecológico y asequible para la población, promoviendo el cuidado del medioambiente en el proceso. Por lo tanto, el objetivo de la investigación propuesto es valorar la viabilidad técnica y sostenible a partir de la elaboración del hilo dental a base de Chambira, describir el proceso de fabricación del hilo dental, estimar su factibilidad y dimensionar la viabilidad de la producción de este posterior a su elaboración, contribuyendo de esta manera al proyecto del cual se deriva denominado “Programa de Salud Oral integral para la nacionalidad Waorani”.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.

2.1 Hilo dental

El hilo dental es un instrumento de higiene oral destinado al retiro del exceso de alimentos y placa bacteriana alojada entre las superficies de los dientes, con el objetivo de evitar el origen de la caries dental interproximal. Estudios indican que cerca del 60% de la placa bacteriana es eliminada con el cepillado convencional, mientras el 40% es de difícil acceso, haciendo de este modo un área inaccesible para el cepillado, para lograr retirar la placa acumulada y evitar el desarrollo de caries es imperativo el uso de implementos interdetales, tales como el hilo dental, el cual retira el 80% de la placa interproximal, sin embargo, el éxito de este implemento también varía según la habilidad y destreza que el usuario posea, ya que si lo realiza con una mala técnica, no podrá retirar eficazmente los residuos de los contactos interproximales y troneras.(7,20)

Este implemento surge de la necesidad de limpiar áreas que con el cepillado convencional no es fácil acceder y proporcionar la limpieza adecuada en estas, de modo que se ideó el hilo dental tal como se lo conoce, cuyo principal objetivo es la de limpiar los espacios interproximales y en las superficies de contacto entre los dientes adyacentes. El hilo o seda dental tiene la acción de eliminar los alimentos que se han quedado atrapados en estos espacios, además de evitar que las bacterias se adhieran y empiecen con la colonización bacteriana y llegar a formar placa dentobacteriana. Algunos efectos complementarios del hilo dental ayudan a la conservación de la estructura dental, tal como son los hilos dentales fluorados, que al momento de su aplicación liberan flúor, fortaleciendo la superficie dentaria de las agresiones bacterianas.(21)

A lo largo del tiempo se han desarrollado diferentes tipos de hilo dental que han salido al mercado de los implementos de salud oral, varios de ellos ofrecen ventajas sobre otros o varían dentro de la composición de los mismos, caracterizándolos a cada uno de estos.(22) Dentro de los principales y más amplios tenemos al hilo dental encerado, el cual está revestido por una capa de cera con la finalidad de facilitar el desplazamiento del mismo entre las superficies dentales; el hilo dental no encerado carece de esta característica, aunque es más delgado permite alcanzar sitios más estrechos situados entre los espacios interdetales; los hilos dentales multifilamento tienen la característica de ser más resistentes al desgarro durante su empleo y permite eliminar eficazmente los alimentos de zonas interproximales.(22,23) Por último, se encuentran los hilos dentales ecológicos, aquellos que se extraen a partir de filamentos de ciertas plantas resistentes que permiten emplearlo como un producto de uso cotidiano para la higiene dental.(23)

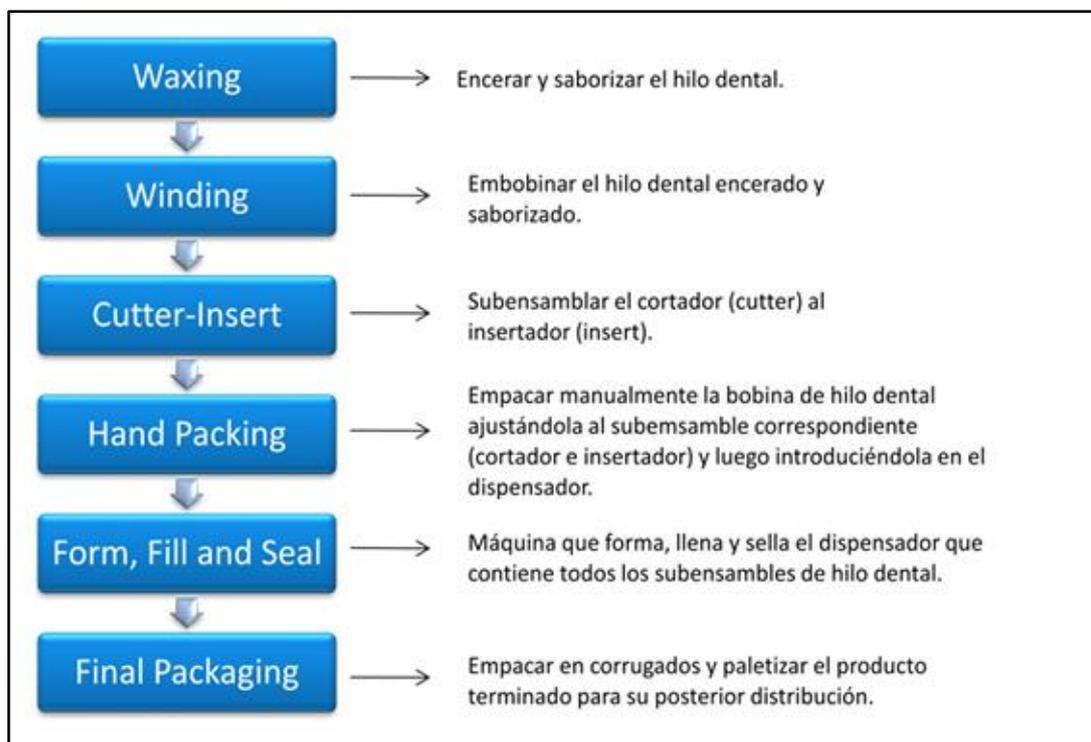
El hilo dental, dentro de su composición posee materiales como cera microcristalina, fibras de politetrafluoretileno, hidrogenocarbonatos, saborizantes y conservantes, en su mayoría estos materiales son de origen sintético al ser la fibra principal de naturaleza microplástica, el cual no es amigable con el medio ambiente dado que este no se degrada con facilidad en la naturaleza, facilitando así la contaminación del medio por microplásticos.(9,10) El desecho que este produce contribuye a la acumulación de plásticos a nivel global, causando así un gran impacto en el medio ambiente, ya que afecta directamente en las plantas, el desarrollo de estos, la ingesta en animales, en los suelos, que conllevan a afectaciones en las industrias

de producción de alimentos, consecuentemente siendo parte de la generación de problemas de la salud en la población general. (10)

Más allá de representar un riesgo para la salud ambiental mediante la generación de plásticos, se ha demostrado en años recientes la presencia de componentes tóxicos en la manufacturación del hilo dental como lo son las sustancias perfluoroalquiladas y polifluoroalquiladas (PFAS), las cuales se vinculan proporcionalmente a la presencia o predisposición de enfermedades en la población que consume estos productos, así como también en sectores cercanos a la industria responsable de la manufactura de este tipo de productos.(11) Se ha encontrado que estas sustancias tienen correlación a la larga, tras ser un microplástico de acumulación plasmática que contribuye al desarrollo de enfermedades graves tales como desregulaciones en niveles de insulina, afectación en la reproducción, disminución en la densidad ósea, problemas renales, incremento en el riesgo de cáncer, entre otras, sin embargo, aún se requiere mayores investigaciones para afirmaciones más concretas en el efecto que este produce sobre la salud humana y el perjuicio que representa su presencia en el mercado de productos.(11,24)

La manufactura de este ha sido abarcada casi en su totalidad por empresas destinadas a la producción y comercialización de artículos de aseo bucodental, los cuales generan en grandes cantidades a nivel global. El proceso de elaboración consta de varios pasos sistematizados, como se muestra en la ilustración 1, los cuales conlleva la elaboración del hilo dental en grandes cantidades.(25)

Ilustración 1. Diagrama de flujo del proceso de manufactura del hilo dental en Johnson & Johnson®



Fuente: Ovalles Acosta JC. 2018. Propuesta de Mejora del Proceso en un Centro de Producción de Hilo Dental.

Su manufactura base, tomada del proceso descrito por la empresa Johnson & Johnson®, empieza con el encerado y saborizando del hilo dental hecho a base de nylon o seda, luego es embobinado para subensamblar el cortador e insertador en el dispensador de hilo dental, luego será empacado manualmente la bobina del hilo dental, de manera que quede ajustada al subensamblable y colocada dentro del dispensador propiamente dicho. Es llevado a la máquina que otorga la forma, llena y sella todo el dispensador conteniendo el hilo dental, posterior a ello se lo empaca para paletizar el hilo dental y está listo para ser distribuido.(13)

2.2 Palma de Chambira: (*Astrocaryum chambira*)

La palma de chambira (*Astrocaryum chambira*) es una planta perteneciente a las zonas amazónicas orientales de la geografía de América Latina, principalmente en los países de Venezuela, Colombia, Brasil, Ecuador y Perú.(25,26) También conocida como cumare, se caracteriza por ser una palma arborescente que oscila hasta los 30 m de alto, haciendo de esta una de las especies de palma más altas presentes en Ecuador, su diámetro está comprendido entre los 25 a 40 cm, suele estar recubierta de vastas espinas planas de color amarillo a lo largo del tallo que otorgan a la planta un aspecto de color oscuro, mientras su corona comprende de 9 a 20 hojas arqueadas en forma de pino, que albergan debajo de estas folíolos blanquecinos que suelen alcanzar 12 cm de longitud.(26,27)

Poseen inflorescencias intercaladas entre sus hojas, las cuales producen una gran cantidad de flores juntamente a frutos ovoides que se asemejan a cocos pequeños que alcanzan un color verde amarillento una vez maduran, conteniendo una única semilla recubierta de un revestimiento fibroso. Esta palma crece en alturas por debajo de los 500 m de altura sobre el nivel del mar en ambientes de tierra firme, como matorrales, bosques primarios y secundarios, haciendo de este modo de difícil cultivo en medio de la selva. Tienen la característica de germinar en ambientes antrópicos o lugares en los que previamente hubo quema de vegetación.(28)

La floración y fructificación está comprendida entre los meses de octubre y diciembre, sin embargo, poseen bajos niveles de dispersión entre su hábitat natural, razón por la cual usualmente es común encontrar varias plantas que se desarrollan alrededor de su planta madre.(28) Para ello, la fauna local es indispensable, ya que varias especies aquí encontradas, como las guantas, guatusas o guatines, suelen recopilar las semillas de la planta y a manera de conservar su alimento recopilan y retiran la cubierta de las semillas para luego enterrarlas para su posterior consumo, haciendo que con el paso del tiempo algunas de estas semillas germinen en el sitio de producción, expandiendo así el hábitat en el cual la palma de chambira se desarrolla, sin embargo, no todas las especies que habitan en el sitio promueven la dispersión de semillas de la cumare, ya que animales pertenecientes a la familia de los coleópteros suele depositar sus huevos a nivel de los frutos de la palma, reduciendo así la póstuma germinación.(26) Otras especies como los pecaríes, zainos o monos capuchinos consumen activamente el fruto de esta planta, sin embargo, se desconoce si estos son responsables también de la dispersión de esta, dado que se desconoce si destruyen las semillas mientras ingieren sus frutos. En este sentido, el nacimiento de esta planta es hipogea, es decir, germina una vez se encuentra debajo de la tierra. Las estadísticas reflejan que su germinación es reducida, encontrando que germina cerca del 12% en un largo

período de tiempo de adaptación, haciendo que de este modo tarde en crecer y madurar para alcanzar un nivel lo suficientemente apto como para el consumo y el aprovechamiento de esta.(26,27)

A nivel poblacional, en el estudio estadístico llevado a cabo en el Parque Nacional Yasuní, se apreció que es más común encontrar especímenes más jóvenes, cuyas hojas aún se encuentran bífidas, mientras que aquellos ejemplares maduros son más bien escasos debido a su alta tasa de mortalidad, ya que, en contraste con un estudio llevado a cabo en Colombia, esta palma está expuesta a varios factores como la debilidad de su tallo, atracción de plantas fúngicas que se adhieren a la planta, incrementando así la depredación de esta, aunado el paso de mamíferos que tienden a fracturar los tallos o bien pisotear las mismas, impidiendo el crecimiento secuencial de la palma. Ya al conseguir llegar a una fase subadulta, la palma de chambira logra alcanzar una etapa de maduración, crecen cerca de 50 cm y generan cerca de 2 hojas al año, caracterizando en que estas hojas toman una forma más pinnada que las presentes en la juventud. Con frecuencia, esta planta está distribuida principalmente por el ser humano, ya que varias comunidades indígenas conservan chacras de plantaciones las cuales se emplean para el desarrollo y producción de artesanías propias de dichas comunidades.(26,28)

Con frecuencia es aprovechada ampliamente por los nativos y poblaciones aledañas que se encuentran en un hábitat cercano al de la palma de chambira, utilizando el tallo y los frutos son comestibles, del mismo modo el líquido que emana la pulpa del tallo, ya que simula el agua contenida en un coco, aunque este tiene otros beneficios, como es el caso de Brasil, donde se lo emplea para combatir enfermedades como la erisipela o es antihelmíntico.(27,29) A partir de las hojas, (principalmente los cogollos u hojas más jóvenes) se obtienen fibras las cuales se emplean para elaborar bolsos, hamacas, collares, redes de pesca entre otras artesanías, las cuales son ampliamente aprovechadas por los nativos de la zona.(28,29)

2.3 Viabilidad técnica

La viabilidad técnica se encarga de trazar los procesos de construcción, situación de los bienes, formas de llevar a cabo las actividades o proyectos propuestos con el objetivo de asegurarse que el proyecto es factible y que puede ser cumplido a cabalidad, caso contrario, no es viable y por ende deberá ser modificado o cancelado.(30)

La importancia de esta reside en el aseguramiento del proceso de aprovechamiento de los recursos, ya que así se garantiza que estos se empleen de un modo mucho más eficiente, por ende, el análisis respectivo estudia la estabilidad y el control del proceso a realizarse, de modo que es necesario conocer el procedimiento de manufactura o elaboración, los medios técnicos que permiten su desarrollo y el componente humano que interviene en el mismo.(30)

El proceso de análisis de la viabilidad debe incluir ciertos parámetros como la capacidad del equipo a cargo, ya que con ello se evita el exceso de tiempo dispuesto para continuar con el desarrollo del proyecto, al igual que se verá más coordinado y organizado el proceso objetivo, que de la misma manera tienen que ser claros y planificados; estos deben basarse en resultados preliminares u objetos de estudio previos similares que permita comprender un estimado del proyecto completo a futuro, optando por elaborar planes de contingencia en

caso de que algún cabo suelto se presente durante la etapa de desarrollo. Los planes de trabajo y sus distribuciones deben ser exactas para cumplir con objetivos claros en fechas propuestas basados en un cronograma del proyecto. Así mismo, manejar los presupuestos económicos reales que demuestren que el proyecto es viable.(30,31)

2.4 Viabilidad sostenible

La sostenibilidad de un proyecto hace énfasis en el aprovechamiento de un recurso para generar un bien mayoritario, un beneficio o un producto, el cual busca generar una oportunidad de comercio en el medio en el cual se difunde, mientras que no pone en riesgo la fuente de materia prima durante la obtención de esta última o la manipulación generada durante la cosecha o recaudo de esta.(32) Los análisis propuestos dentro de los proyectos sostenibles se enfocan en preservar el medio en el cual se desarrolla la obtención de la materia prima, buscan obtener resultados que demuestren que el recurso de elección será claramente empleado y no suponga un riesgo ambiental, poblacional ni ecológico dentro del medio que se desarrolla, mientras promueve la generación de un nuevo servicio o producto de consumo.(32,33) La sostenibilidad de un recurso natural, como es el caso de las plantas, es considerada desde el punto de vista artesanal, medicinal y taxonómico, atendiendo a la biología de la especie manejada. En este sentido, se debe conocer la población estimada de plantas disponibles para el aprovechamiento antrópico, el hábitat propio de esta, el tiempo de germinación y maduración, entre los factores de riesgo como la fauna y flora endémica que puede afectar a la misma, ya que así se obtiene un análisis más detallado y exacto acerca del uso sostenible de las plantas sin causar un impacto ambiental que deteriore el estado natural de estas.(33,34)

Varios modelos son empleados dentro del análisis de viabilidad sostenible, dentro de ellos tenemos algunos como: TBL (acrónimo de Triple Línea Base de la Sostenibilidad), presión-estado-respuesta, cuatro pilares de la sostenibilidad, Centro Lowell, ambiente-social-gobernanza, Cubrix, entre otros.(35) El modelo TBL, menciona que el desarrollo sostenible debe basarse en la equidad, protección del entorno natural y la justicia social más allá de del beneficio económico, estudia el criterio de análisis en tres apartados que contribuyen a elaborar el análisis pertinente. Se detalla el tiempo, desde un contexto histórico, la presencia de este en años remotos donde se trataba el recurso de maneras diferentes y la duración que presentaba este, así mismo expone los tiempos de duración de elaboración, juntamente con el esperado para conseguir los beneficios esperados. Cuenta también con la materia empleada, describiendo así en número de egresos e ingresos frecuentes empleados ya en previos estudios o próximos a ser publicados; el apartado de biodiversidad tiende a dividirse en dos, la humana y la no humana, dentro de la biodiversidad humana el enfoque recaerá sobre las necesidades básicas del entorno, de las formas de vida aledañas al recurso y la calidad del capital natural sobrante o no afectada que puede continuar con su curso de vida natural inalterable; por otro lado la biodiversidad humana tiene su enfoque netamente en el individuo humano, considerando las necesidades básicas del mismo, sobre como estas influyen directamente en el recurso a ser aprovechado para generar el bien.(36) Los datos obtenidos de los análisis correspondientes propenden el informe de resultado final, mismo que determina si el recurso objeto de estudio es sostenible durante la manufactura del producto o ejercicio del servicio, evaluando si este es viable o no.(35,36)

CAPÍTULO III. METODOLOGIA.

3.1 Tipo de Investigación

La presente investigación fue de tipo descriptiva con un enfoque cualitativo de corte transversal.

Descriptiva. -Reseñó rasgos, cualidades o atributos de la población objeto de estudio.

Cualitativo. -Indagó con base en preguntas específicas, revisa investigaciones anteriores.

Transversal. -Se llevó a cabo en un lapso determinado de tiempo.

3.2 Diseño de Investigación

La investigación presente corresponde al diseño de investigación experimental, dado que se fundamentó en la observación directa sobre el proceso de elaboración del hilo dental a partir de diferentes muestras del producto y destacó el producto que cumpla con las mejores características que lo califiquen como óptimo para su empleo.

3.3 Técnicas de recolección de datos

La técnica empleada en la presente investigación constituye principalmente la observación debido a que se emplearon muestras de hilo dental a base de chambira sometidas a evaluaciones microscópicas, físicas y mecánicas para evaluar la evolución de este y el grado de deterioro que presenta a lo largo del tiempo.

Obtenidos los datos se empleó una lista de cotejo para la recolección de datos que recopila los valores de evaluación arrojados tras la aplicación de las diferentes pruebas sobre el hilo dental a base de chambira.

Por último, se aplicaron los instrumentos “Triple Base de la Línea de Sostenibilidad” (TBL) y el modelo diseñado por Roman-Ormaza, 2021 en su estudio “Estudio de viabilidad comercial, técnica y económica en la línea de cosméticos, Ecuador” para determinar la viabilidad sostenible y técnica del producto finalizado pensado en su futura distribución y comercialización.

3.4 Población de estudio y tamaño de muestra

La población constó del material vegetal en fibras de las hojas de la planta palma de chambira, extraída de la provincia de Pastaza de la zona amazónica del Ecuador.

Para la selección de la población se optaron por atender a los siguientes criterios:

- Criterios de inclusión

Fibras de gran longitud del espécimen, buen estado saludable de la planta y que sean obtenidas de plantas jóvenes

- Criterios de exclusión

Plantas que presenten daño mecánico o enfermedad, deterioro en las plantas seleccionadas o plantas sin madurar.

3.5 Recursos materiales y humanos

Material Vegetal

- Fibras de planta de chambira

- Saborizante natural de fresa y menta

- Cera de abeja
- Cera de aceite de coco
- Goma arábica

Material de laboratorio

- Equipo de bioseguridad
- Recipientes resistentes al calor
- Reverbero
- Envases plásticos prefabricados
- Toallas desechables

Recursos humanos

- Magíster en Bioquímica Clínica
- Estudiantes colaboradores en el proyecto

3.6 Procedimiento

Para la elaboración del hilo dental a base de chambira se tomaron en cuenta las características organolépticas como aspecto, sabor, aroma y textura como se presenta a continuación.

3.6.1 Formulaciones del hilo dental a base de chambira

3.6.1.1 Formulación 1

1. Se tomaron las fibras de chambira para separarlas en filamentos más delgados y manejables.
2. En un recipiente resistente al calor se colocaron 41 g de aceite de coco a fuego lento.
3. Se añadieron 0,25 ml de saborizante de menta.
4. Se sumergieron los filamentos de chambira en el recipiente hasta que se encuentre totalmente impregnado por el aceite.
5. En el recipiente se añadieron 60 g de cera de abeja a fuego lento
6. Se retiró el recipiente, se espera que se enfríe un poco la mezcla de la cera y el aceite
7. Se sumergieron nuevamente los filamentos de chambira previamente preparados con aceite, asegurando que la cera recubra uniformemente al hilo de chambira
8. Se dejó reposar 30 minutos para que el hilo se seque y se endurezca por completo.

Tabla 1. Formulación 1 del hilo dental a base de chambira

CANTIDAD PARA FORMULACIÓN 1	
Excipientes	Cantidad
Aceite de coco en cera	41 g
Saborizante de menta	0,25 ml
Cera de abeja	60 g

3.6.1.2 Formulación 2

1. Se tomaron las fibras de chambira para separarlas en filamentos más delgados y manejables.
2. En un recipiente resistente al calor se colocaron 41 g de aceite de coco a fuego lento.

3. Se añadieron 0,25 ml de saborizante de menta.
4. Se sumergieron los filamentos de chambira en el recipiente hasta que se encuentre totalmente impregnado por el aceite.
5. En el recipiente se añadieron 60 g de cera de abeja a fuego lento
6. Se retiró el recipiente, se espera que se enfríe un poco la mezcla de la cera y el aceite
7. Se sumergieron nuevamente los filamentos de chambira previamente preparados con aceite, asegurando que la cera recubra uniformemente al hilo de chambira
8. En otro recipiente resistente al calor se preparó 30 g de goma arábica soluble en agua destilada a fuego lento por 5 minutos.
9. Se sumergieron los filamentos de chambira en el recipiente asegurando que se haya distribuido en la totalidad del hilo de chambira.
10. Se dejó reposar 30 minutos para que el hilo se seque y se endurezca por completo

Tabla 2. *Formulación 2 del hilo dental a base de chambira*

CANTIDAD PARA FORMULACIÓN 2	
Excipientes	Cantidad
Aceite de coco en cera	41 g
Saborizante de menta	0,25 ml
Cera de abeja	60 g
Goma arábica soluble	30 g

3.7 Métodos de análisis, y procesamiento de datos.

Para la recolección de datos fueron propuestas diferentes medidas que analizaron parámetros del hilo dental tales como:

- Resistencia a la tracción
- Elasticidad
- Flexión del hilo dental
- Abrasión

Para la ejecución de las pruebas, el hilo dental fue sometido a pruebas mecánicas y físicas que arrojaron valores correspondientes a cada uno de los parámetros.

3.7.1 Evaluación del hilo dental

3.7.1.1 Análisis microscópico

- a. Tamaño de fibra: Medir el diámetro de las fibras individuales para evaluar su capacidad de penetrar en espacios interdentes.
- b. Uniformidad: Evaluar la consistencia del grosor y la textura de las fibras.
- c. Presencia de impurezas: Detectar la presencia de partículas extrañas que puedan afectar la eficacia o seguridad del producto.
- **Preparación de la muestra:**
 - Corte de un segmento: aproximadamente 1 cm
 - Montaje en el portaobjetos: Colocar las fibras individuales sobre un portaobjetos limpio y seco.

- Adición de medio de montaje: Si es necesario mejorar la visibilidad, agregar una gota de agua destilada sobre las fibras. Cubrir con un cubreobjetos, presionando suavemente para evitar burbujas de aire.
- **Observación al microscopio:**
 - Ajustar el enfoque del microscopio hasta obtener una imagen clara de las fibras.
 - Medir y fotografiar
- **Registro de datos:**
 - Diámetros
 - Observaciones: Como la forma de las fibras (redonda, ovalada), la presencia de irregularidades o la variación en el diámetro a lo largo de la fibra.

3.7.1.2 Pruebas mecánicas

- a. **Resistencia a la tracción:** Medir la fuerza necesaria para romper el hilo, lo que indica su durabilidad.
 - **Preparación de la muestra:**
 Corte de un segmento: Cortar segmentos de hilo dental de una longitud de 10 cm
 Fijación: Sujetar un extremo del hilo a una superficie plana y resistente utilizando cinta adhesiva, dejando el otro extremo libre.
 - **Aplicación de la fuerza:**
 Sistema de pesas: Colgar una pesa del extremo libre del hilo. Aumentar gradualmente el peso hasta que el hilo se rompa.
 Registro de la fuerza: Registrar el peso exacto que causó la ruptura del hilo.

- b. **Elasticidad:** Evaluar la capacidad del hilo para estirarse sin romperse, lo que facilita su uso en zonas difíciles de alcanzar.
 - **Preparación de muestras:**
 Cortar segmentos de hilo de aproximadamente 20 cm de longitud.
 - **Prueba de estiramiento visual:**
 Sostener cada segmento de hilo por ambos extremos, tensándolo suavemente.
 Observar visualmente la cantidad de estiramiento que se produce antes de que el hilo se rompa.
 Comparar la elasticidad de cada muestra, anotando si se estira fácilmente, si presenta resistencia o si se rompe rápidamente.
- c. **Prueba de estiramiento con peso**
 - **Suspensión:** Suspender un extremo del hilo de un punto fijo (por ejemplo, una percha o una manija de puerta). Los 20 cm deben ser libres del nudo
 - **Aplicación de peso:** Colgar un objeto de peso conocido (se puede utilizar las mismas pesas que el procedimiento anterior, siempre y cuando sea menor al peso de la ruptura) del otro extremo del hilo.
 - **Medición:** Medir la longitud inicial del hilo y la longitud final después de aplicar el peso.
 - **Calcular el porcentaje de elongación utilizando la siguiente fórmula:**

$$\%Elongación = [(Longitud Final - Longitud Inicial) * Longitud Inicial] * 100$$

d. Prueba de flexión

- Doblar repetidamente cada segmento de hilo sobre sí mismo en diferentes puntos, aplicando una fuerza moderada.
- Observar si el hilo se rompe o si presenta signos de deformación (por ejemplo, pliegues, estrías).

3.7.1.3 Pruebas físicas

a. Resistencia a la abrasión: Simular el uso repetido del hilo dental para evaluar su desgaste y durabilidad.

- **Preparación de las muestras**

Cortar segmentos de hilo dental de una longitud uniforme de 45 cm (longitud recomendada para la limpieza dental).

Eliminar cualquier residuo del modelo dental a utilizar

- **Simulación de la abrasión**

Fricción repetida: Pasar el hilo dental repetidamente sobre la superficie abrasiva seleccionada, aplicando una presión similar a la que se ejercería al usar el hilo dental en la boca.

- **Control de variables**

Número de fricciones: Establecer un número fijo de fricciones para cada muestra o un tiempo determinado.

Presión: Aplicar una presión constante para todas las muestras.

Velocidad: Mantener una velocidad de fricción similar en todas las pruebas.

Humedad: Si se utiliza agua, mojar ligeramente la superficie abrasiva o el hilo dental para simular las condiciones de la boca.

- **Evaluación del desgaste**

Inspección visual: Observar el hilo dental después de cada intervalo de fricción para detectar signos de desgaste, como roturas, deshilachados o cambios en la textura.

- **Comparación**

Comparar las muestras de hilo dental entre sí y con un hilo dental nuevo para evaluar el grado de desgaste.

3.7.2 Aplicación de modelo TBL

Para determinar la viabilidad sostenible del proyecto se aplica el modelo TBL, en el cual debe ser diferenciado en tres dimensiones:

- **Dimensión económica**

- Materia prima: se determinó la cantidad de hilo dental en longitud que puede ser extraído a partir de una palma de chambira
- Costo: se detallaron los costos para la producción del hilo dental de chambira

- **Dimensión social**

- Aceptación: se analizó del porcentaje de personas que estarían dispuestas a adquirir un producto ecológico como el hilo de chambira en su uso diario

- Seguridad al uso: se detallaron de los componentes empleados para el uso de la chambira
- **Dimensión ecológica**
 - Protección de la biodiversidad: análisis de cantidad de plantas por área
 - Aprovechamiento: se comparó la cantidad de plantas disponibles para su uso frente a la cantidad total de especies existentes.

3.7.3 Estudio de viabilidad técnica

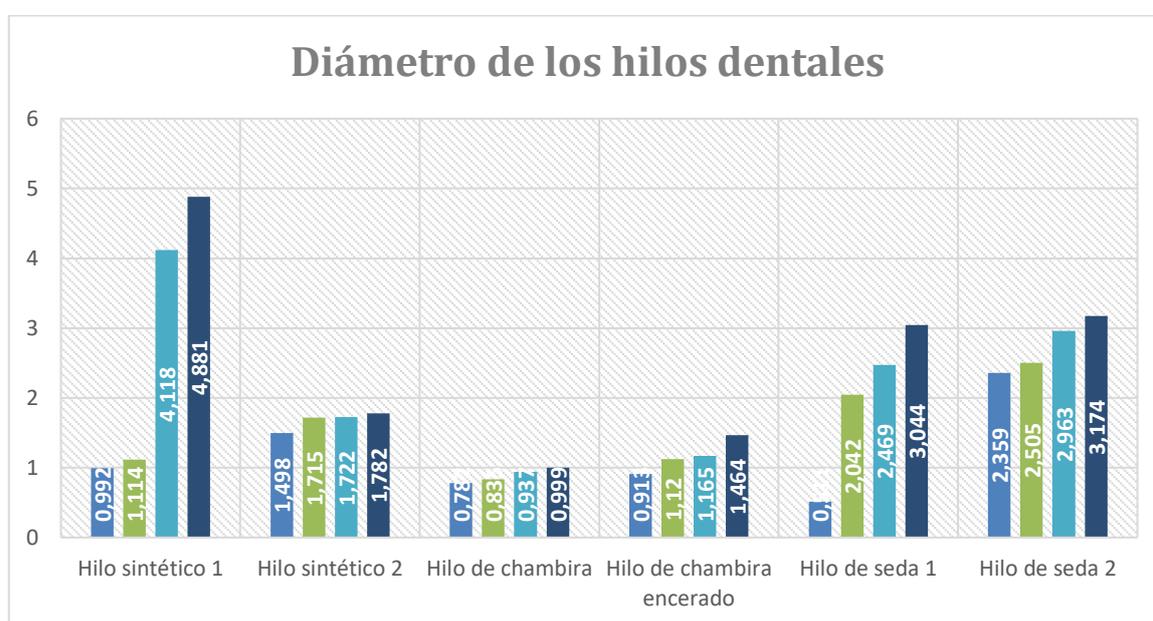
- **Materiales empleados para la realización del hilo:** detalle de los insumos y materiales con sus costos en la elaboración del hilo dental de chambira
- **Disponibilidad de recursos:** presencia de materiales en la ciudad o fuera de esta
- **Tasa de crecimiento del mercado:** análisis de la tasa de crecimiento anual del hilo dental
- **Determinación del tamaño óptimo del proyecto:** detalle del crecimiento en tres escenarios diferentes en 5 años con base en la tasa de crecimiento del mercado.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Resultados

En la figura 1 correspondiente al diámetro de los hilos evaluados en microscopio se puede apreciar los valores máximos del diámetro de la muestra de los hilos dentales, evidenciando que el hilo sintético 1 alcanza un diámetro de hasta 4,881 mm, poseyendo el valor más elevado de todas las muestras, el hilo de seda 2 posee un valor máximo de 3,174 mm, siendo el segundo diámetro más alto, seguido por el hilo de seda 1, cuyo valor más alto es de 3,044 mm, sucedido por el hilo sintético 2 con un valor máximo de diámetro de 1,782 mm; el hilo de chambira encerado cuyo valor más alto es de 1,464 mm, y el hilo de chambira sin procesar posee un valor máximo de 0,999 mm.

Figura 1. Diámetro de los hilos dentales



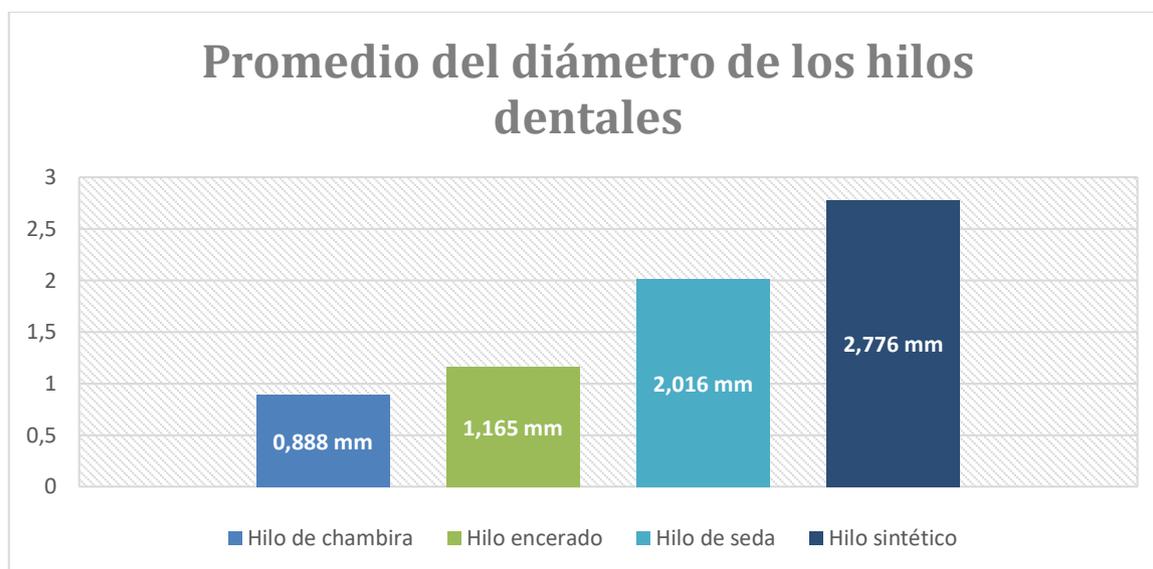
En la tabla 3 se puede apreciar que los hilos poseen diferentes diámetros en las muestras, sin embargo, hay valores reiterados en cada uno de ellos que sugieren el valor aproximado de todo el hilo dental, siendo el hilo sintético 1 aquel que bordea los 4 mm de diámetro, el hilo sintético 2 posee 1,7 mm, el hilo de chambira sin procesar tiene 0,9 mm, el hilo de chambira encerado presenta un diámetro de 1,1 mm, el hilo de seda 1 posee un valor de 2 mm y el valor del hilo de seda 2 es de 2 mm de igual manera.

Tabla 3. Diámetro de los hilos evaluados

Diámetro de los hilos evaluados						
Hilo sintético 1	Hilo sintético 2	Hilo de chambira	Hilo de chambira encerado	Hilo de seda 1	Hilo de seda 2	
0,992 mm	1,498 mm	0,782 mm	0,913 mm	0,511 mm	2,359 mm	
1,114 mm	1,715 mm	0,835 mm	1,120 mm	2,042 mm	2,505 mm	
4,118 mm	1,722 mm	0,937 mm	1,165 mm	2,469 mm	2,963 mm	
4,881 mm	1,782 mm	0,999 mm	1,464 mm	3,044 mm	3,174 mm	

En la figura 2 se aprecia la medida promedio del diámetro de las principales muestras de los hilos dentales, en donde lidera el hilo sintético con un valor de 2,776 mm teniendo el diámetro mayor de todas las muestras, seguido por el hilo de seda, cuyo diámetro es de 2,016 mm, luego está el hilo de chambira encerado, con un valor de 1,165 mm de diámetro, y finalmente encontramos al hilo de chambira sin encerar, con un valor de 0,888 mm de diámetro.

Figura 2. Promedio del diámetro de los hilos dentales



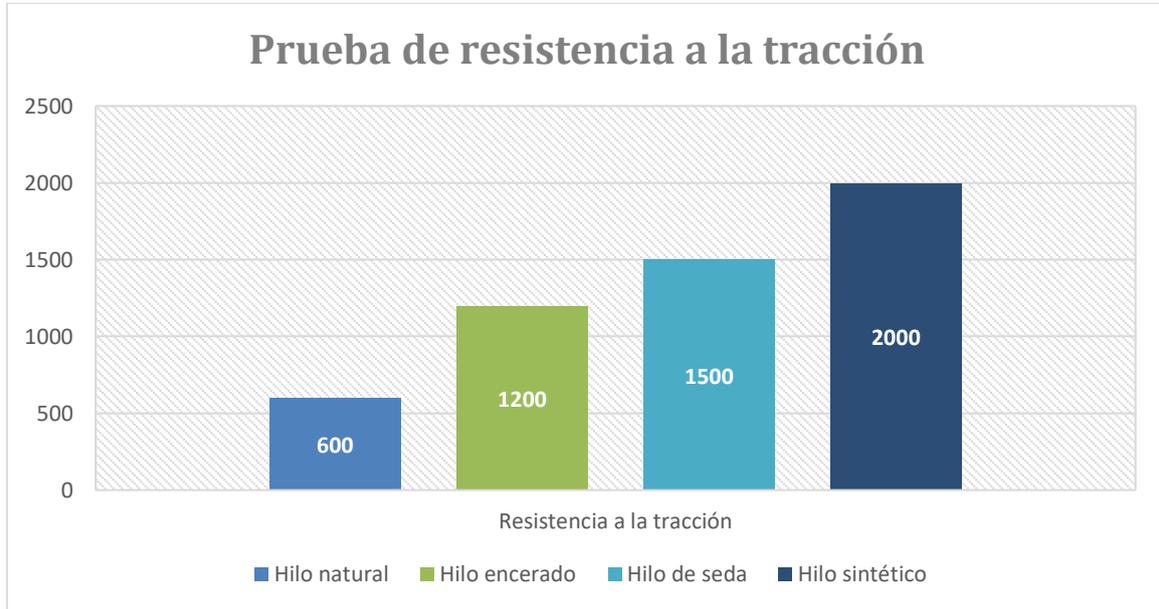
En la tabla 4 se pueden apreciar las observaciones microscópicas de las muestras de los hilos dentales. Se detalla la uniformidad de su estructura y la presencia de partículas, mostrando que los hilos sintéticos carecen de fibras, constituyéndose de una matriz consistente de material artificial con presencia de microestrías horizontales y aparición de pequeñas partículas en su matriz; el hilo de chambira sin procesar posee fibras muy delgadas dispuestas de manera longitudinal, uniformes y continuas sin presencia de partículas; el hilo de chambira encerado posee fibras delgadas cristalizadas en una matriz constante con presencia de estrías esporádicas infrecuentes entre fibras con gran escasez de partículas; y los hilos de seda poseen fibras delgadas entrelazadas sin estrías, con ciertas partículas moderadas en su estructura.

Tabla 4. Observaciones microscópicas de hilos dentales

		<i>Observaciones microscópicas de hilos dentales</i>					
		<i>Hilo sintético 1</i>	<i>Hilo sintético 2</i>	<i>Hilo de chambira</i>	<i>Hilo de chambira encerado</i>	<i>Hilo de seda 1</i>	<i>Hilo de seda 2</i>
<i>Uniformidad</i>		Matriz consistente sin fibras, microestrías	Matriz consistente sin fibras, microestrías	Fibras muy delgadas uniformes y continuas	Fibras delgadas en matriz constante, estrías esporádicas entre fibras	Fibras delgadas entrelazadas	Fibras delgadas entrelazadas
<i>Partículas</i>		Pequeñas	Pequeñas	Escasez	Escasez	Moderadas	Moderadas

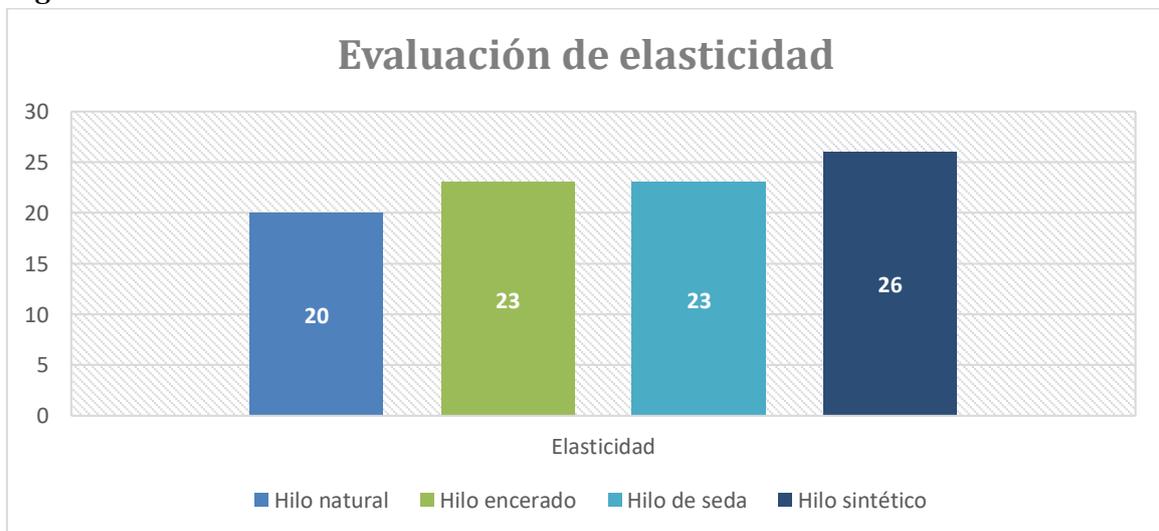
En la figura 3 se presentan los resultados obtenidos de cada muestra sometidos a pruebas de resistencia a tracción, en la cual se evidencia que el hilo natural de chambira sin procesar resiste 600 gramos de fuerza, mientras que el hilo encerado posee una resistencia de 1200 gramos de fuerza, seguido por poco por el hilo de seda, con 1500 gramos de fuerza, y el hilo sintético presenta un valor de 2000 gramos de fuerza.

Figura 3. Prueba de resistencia a la tracción



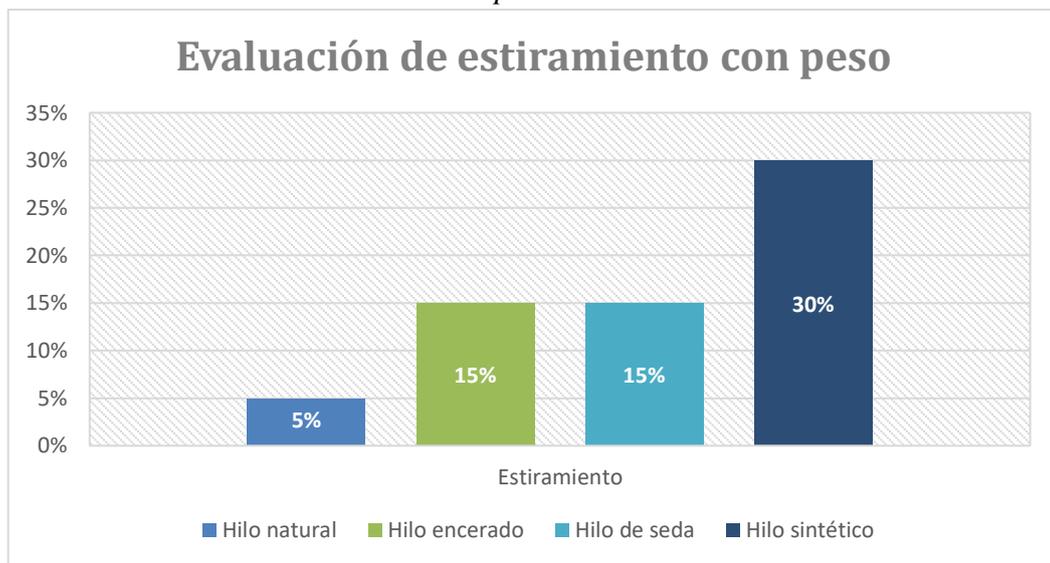
En la figura 4 se pueden observar los valores obtenidos durante la prueba de elasticidad la cual se realizó en segmentos de 20 mm por cada prueba evidenciando que el hilo natural no posee mucha resistencia, teniendo una longitud inicial y final de 20 mm hasta el momento en el que se produce la ruptura del hilo, el hilo encerado tiene mayor resistencia, se elonga 4 mm más que la longitud inicial de 20 mm, el hilo de seda tiene resistencia similar, al elongarse 4 mm más que la longitud inicial de 20 mm, mientras que el hilo sintético tiene una resistencia superior a todas las muestras anteriores, dado que presenta una elongación de 6 mm más que la longitud inicial.

Figura 4. Evaluación de elasticidad



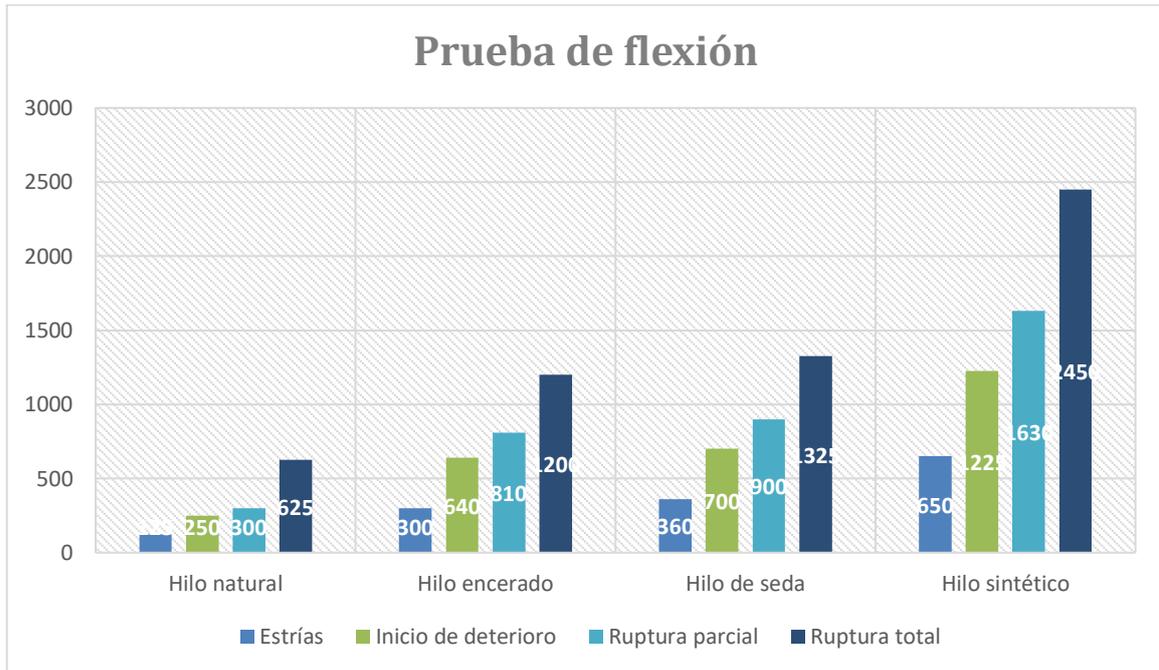
La figura 5 permite observar los resultados obtenidos de la prueba anterior, que, tras la aplicación de la fórmula correspondiente al porcentaje de elongación demostró que el hilo natural no tiene un porcentaje de elongación, el hilo dental encerado de chambira posee un porcentaje del 15%, el hilo dental de seda mantiene el mismo valor de porcentaje, arrojando el resultado de 15% de elongación, mientras que el hilo sintético duplica el valor al presentar un porcentaje de 30%.

Figura 5. Evaluación de estiramiento con peso



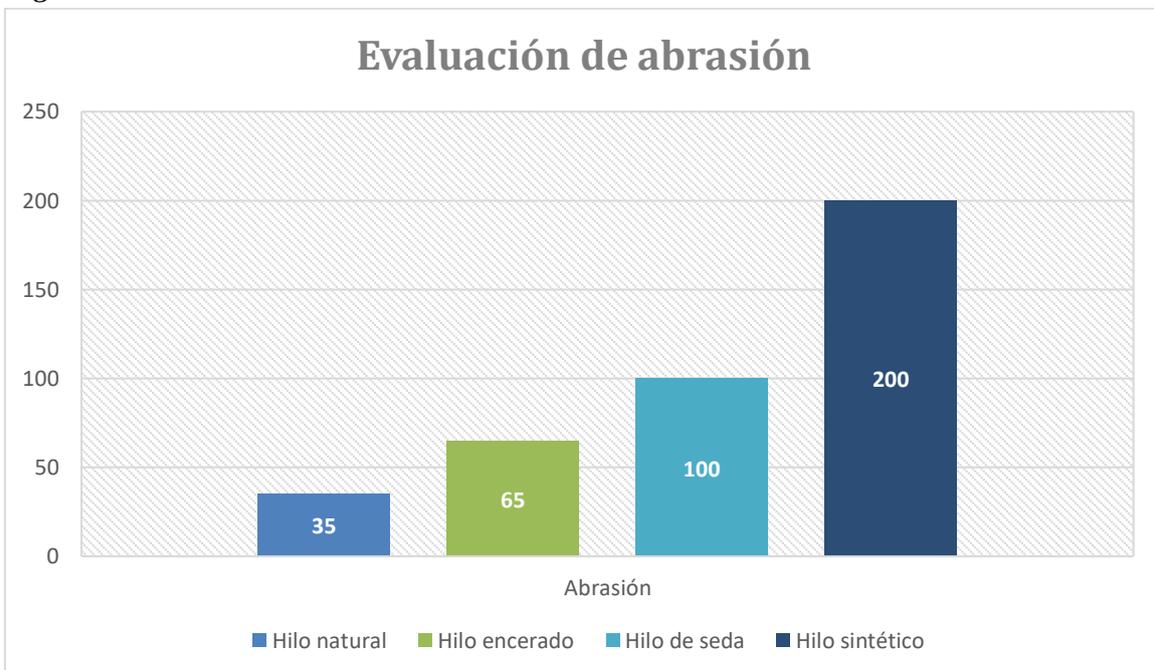
La figura 6 correspondiente a la prueba de flexión permite apreciar los valores que posee cada muestra al ser sometido al análisis, en el cual, tras aplicar varios dobleces a fuerza moderada en el hilo dental, el hilo natural presenta valores inferiores frente a las demás muestras, con un total de 625 dobleces aproximadamente en el que alcanza la ruptura completa del hilo, el hilo encerado evidencia casi el doble del valor previo, con 1200 dobleces previos a su ruptura, el hilo de seda con valores similares presenta 1325 dobleces para alcanzar la ruptura en su totalidad, mientras que el hilo sintético presenta 2450 dobleces para poder llegar a dividir en dos fragmentos su muestra.

Figura 6. Prueba de flexión



La figura 7, pertinente a las pruebas a la abrasión de las muestras permite observar que el hilo natural sin procesar alcanza una totalidad de 35 fricciones antes de alcanzar la ruptura, el hilo encerado de chambira posee 65 fricciones previos la ruptura, el hilo de seda exhibe 100 fricciones antes de poder llegar a la segmentación del hilo dental y el hilo dental sintético sobrepasa las 200 fricciones para poder alcanzar la ruptura del hilo.

Figura 7. Evaluación de abrasión



La tabla 5 permite establecer una clara comparación entre los diferentes hilos dentales evaluados durante el proceso, observando que el hilo dental encerado de chambira contiene

valores equiparables a los obtenidos con el hilo dental de seda comercial, mientras que el hilo dental sintético posee los valores muy altos dado su naturaleza industrial y su composición artificial.

Tabla 5. *Tabla de resultados obtenidos de las muestras de estudio*

	<i>Hilo de chambira sin procesar</i>	<i>Hilo de chambira encerado</i>	<i>Hilo de seda</i>	<i>Hilo sintético</i>
<i>Análisis microscópico (diámetro)</i>	0,88 mm	1,17 mm	2,02 mm	2,78 mm
<i>Resistencia a la tracción</i>	0,6 kg/F	1,2 kg/F	1,5 kg/F	2 kg/F
<i>Elasticidad</i>	20 mm	24 mm	24 mm	26 mm
<i>Estiramiento con peso</i>	5%	15%	15%	30%
<i>Flexión</i>	Estrías: 125 Ruptura total: 625	Estrías: 300 Ruptura total: 1200	Estrías: 360 Ruptura total: 1325	Estrías: 650 Ruptura total: 2450
<i>Abrasión</i>	35	65	100	200

En la tabla 6 se puede apreciar que, por planta se obtienen 285 600 m de hilo de chambira, con un valor estimado de 12 hojas, desglosado en 23 800 m por cada hoja, considerando la cantidad de 300 folíolos en cada hoja y 68 m por cada folíolo.

Tabla 6. Cantidad de materia prima

<i>Cantidad de especímenes</i>	<i>de Longitud de hilo por folíolo</i>	<i>Longitud de hilo por hoja</i>	<i>Longitud de hilo por planta</i>
1	68 m	23 800 m	285 600 m

En la tabla 7 se puede apreciar en la dimensión económica que los costos se desglosaron para la producción de 10 m de hilo dental de chambira, obteniendo un costo de \$ 0.99 centavos de dólar para el producto finalizado, haciendo de este modo un producto cuyo costo no excede el precio estimado del hilo comercial, siendo un valor competente en el mercado.

Tabla 7. Materia prima para la producción de 10 m de hilo de chambira

Materiales empleados para la elaboración del hilo dental de chambira

<i>Cantidad</i>	<i>Descripción de la materia prima e insumos</i>	<i>Precio unitario</i>	<i>Precio total</i>
1	Cera de coco	\$ 0.25	\$ 0.25
1	Cera de abejas	\$ 0.27	\$ 0.27
1	Saborizante natural	\$ 0.12	\$ 0.12
1	Goma arábica	\$ 0,24	\$ 0,24
1	Chambira (fibras)	\$ 0.11	\$ 0.11
<i>Costo de producción unitario</i>			\$ 0.99

En la tabla 8 elaborada por Villegas, 2025 en su estudio “Comparación de la eficacia y sostenibilidad del hilo dental de chambira con el hilo dental comercial”, se puede apreciar en la dimensión social que, en una muestra de 388 personas, 318 están dispuestas a probar productos de origen natural, mientras que una mínima parte no aceptaría probar estos productos, y una tercera parte indicaron que tal vez lo probarían. Lo cual indica que hay una gran cantidad de personas que aceptarían el hilo dental a base de chambira.

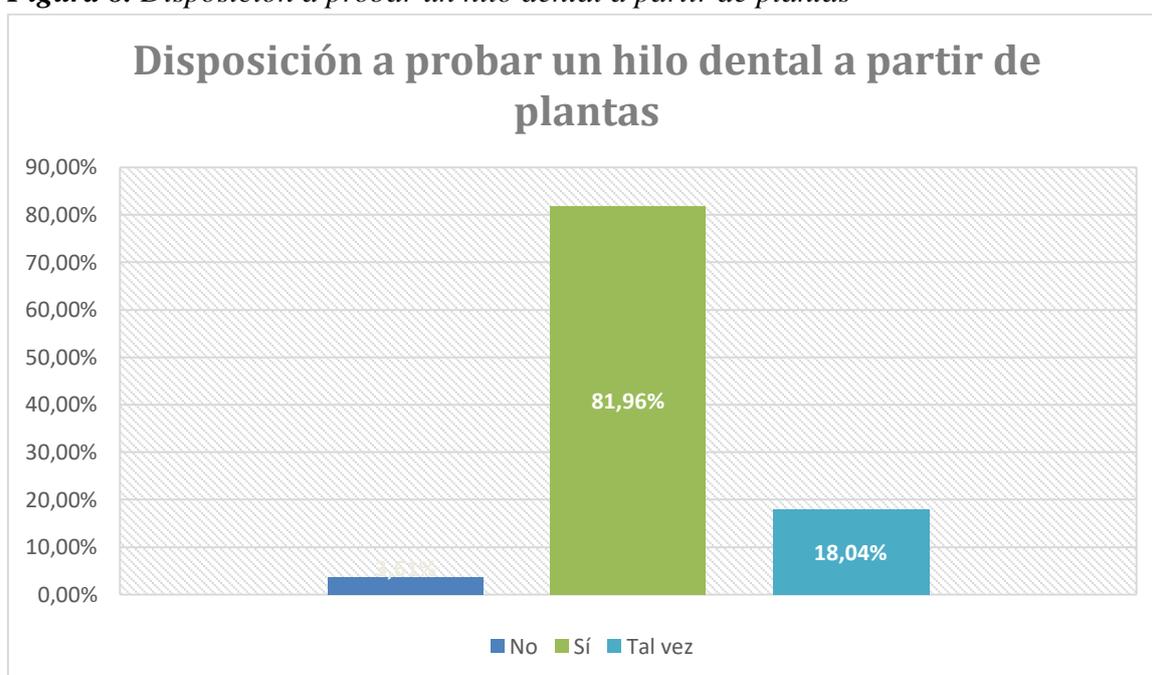
Tabla 8. Disposición a probar un hilo dental a partir de plantas

<i>Opciones</i>	<i>f</i>
No	14
Sí	318
Tal vez	70
Total	388

Fuente: Villegas, 2025.

En la figura 8 se aprecian los porcentajes descritos en la tabla 6 la cual indica que un 81,96% de la muestra probarían productos naturales, un 3,61% no considera que pueda probar este producto, mientras que un 18,04% tal vez lo probarían sin haber certeza de su aceptación. Esto sugiere que existen un gran porcentaje de aceptación del público ante productos naturales como el hilo dental a base de chambira.

Figura 8. Disposición a probar un hilo dental a partir de plantas



Fuente: Villegas, 2025.

En la tabla 9 se aprecia en la dimensión ecológica que de cada 12 hojas 2 pueden ser aprovechadas, asegurándonos así de la preservación de la especie en cada sector donde esta se encuentra sin dañar su hábitat natural, ya que según el estudio de sostenibilidad se recomienda el consumo de 2 hojas por cada planta. Así mismo, al aprovechar esta cantidad de palmas nos permite elaborar cerca de 11 900 m de hilo dental a base de chambira.

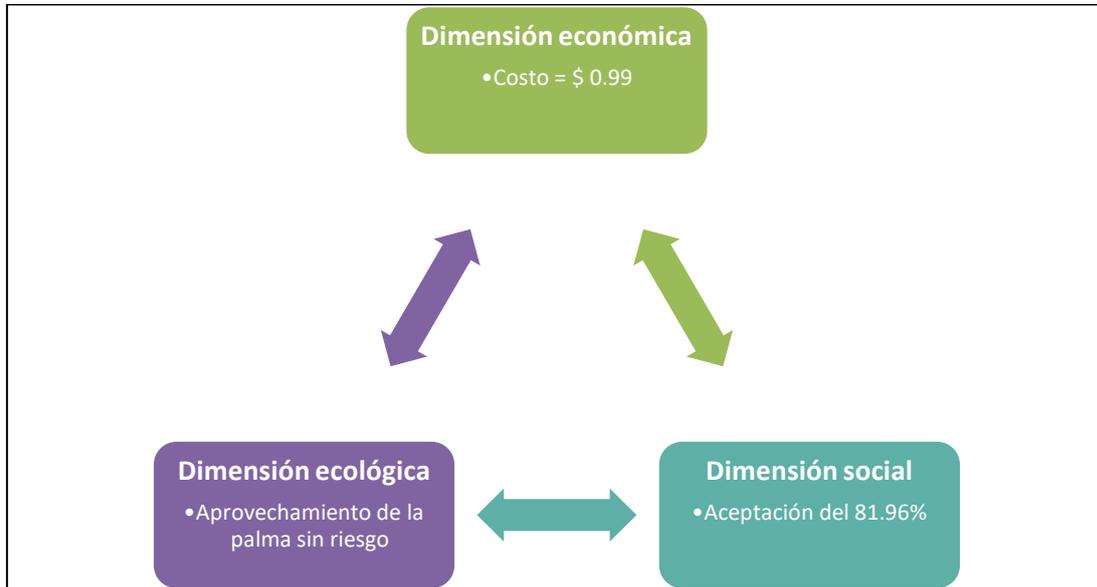
Tabla 9. Cantidad de producto obtenido

<i>Cantidad de hojas por planta</i>	<i>Hojas para el aprovechamiento</i>	<i>Hojas restantes</i>	<i>Cantidad de producto</i>
12	6	6	142 800 m
12	4	8	95 200 m
12	2	10	11 900 m

En la figura 9 podemos observar la interrelación presente en cada una de las dimensiones descritas en el modelo TBL, en donde se puede apreciar que la dimensión económica se refleja en el costo de producción del producto; la dimensión social indica que tiene buena aceptación por parte del público a la hora de elegir un hilo dental natural, en este caso hilo dental a base de chambira, y la dimensión ecológica indica que no hay un riesgo para la población de palmas de chambira en su entorno natural. Las tres dimensiones concluyen en

que se puede realizar el hilo dental a base de chambira que funcione dentro del mercado de productos de aseo oral sin que perjudique al medio ambiente y sea agradable y seguro para el público que se encuentra dispuesto a conocer este producto.

Figura 9. Aplicación de modelo TBL



En la tabla 10 se aprecia la disponibilidad de los insumos empleados para la elaboración del hilo dental a base de chambira, siendo que la mayoría se puede encontrar en varias ciudades del país, mientras que la goma arábica está disponible solamente en ciudades más grandes; sin embargo, la materia prima como es la chambira está disponible únicamente en la región de la Amazonía ecuatoriana.

Tabla 10. Disponibilidad de materiales en el Ecuador

<i>Material o insumo</i>	<i>Lugar de adquisición</i>
<i>Cera de abejas</i>	En la mayoría de las ciudades del Ecuador
<i>Cera de coco</i>	En la mayoría de las ciudades del país
<i>Saborizante</i>	En la mayoría de las ciudades del país
<i>Goma arábica</i>	Ciudades grandes del país
<i>Chambira</i>	Región amazónica centro-norte

En la tabla 11 se aprecia en porcentaje el tamaño del mercado dispuesto a adquirir el nuevo producto proporcionado por Villegas, 2025 (37), así como también la tasa de crecimiento de 5,81% al año, proporcionado por Mordor Intelligence, 2019 (15) con base en el precio estimado del hilo dental en la actualidad.

Tabla 11. Tasa de crecimiento en el mercado

Tasa de crecimiento en el mercado

<i>% de captación de mercado encuestado</i>	81,96%
<i>Tasa de crecimiento anual</i>	5,81%
<i>Precio promedio del hilo dental</i>	\$ 3,50

En la tabla 12 se aprecian en la viabilidad técnica los 3 posibles escenarios en el plan de producción enfocado en la población dispuesta en adquirir en producto, el primer escenario consta del 95% de consumidores, con un total de 302 el primer año, y al término de 5 años se alcanzaría un total de 1696 consumidores; en el segundo escenario consta de la mitad de la demanda potencial, en donde en el primer año se registrarían 159 compradores y al término de los 5 años se observaría una cantidad total de 893 consumidores; y en el último escenario, que consta con el tercio de la demanda potencial se evidencian 106 consumidores, y en 5 años arroja un total de 595 consumidores del producto, haciendo viable su producción en el mercado con un número de consumidores bastante amplio.

Tabla 12. Determinación del tamaño óptimo del proyecto

<i>Año</i>	<i>Escenario optimista</i>			<i>Escenario neutro</i>			<i>Escenario conservador</i>		
	<i>Demanda potencial</i>	<i>Incremento anual</i>	<i>Plan de producción</i>	<i>Demanda potencial</i>	<i>Incremento anual</i>	<i>Plan de producción</i>	<i>Demanda potencial</i>	<i>Incremento anual</i>	<i>Plan de producción</i>
<i>1</i>	318		302	318		159	318		106
<i>2</i>	336	5,81%	320	336	5,81%	168	336	5,81%	112
<i>3</i>	356	5,81%	338	356	5,81%	178	356	5,81%	119
<i>4</i>	377	5,81%	358	377	5,81%	188	377	5,81%	126
<i>5</i>	399	5,81%	379	399	5,81%	199	399	5,81%	133
			1696			893			595

4.2 Discusión

Posterior a la realización de los análisis y pruebas correspondientes, se pudo apreciar que el hilo dental encerado de chambira cumple con los estándares esperados de un producto natural elaborado de manera artesanal al equiparar sus resultados frente al hilo dental de seda, también de origen natural, no difiere mucho en cuanto su empleo y conservación. Sin embargo, claramente no podría igualar las características de un hilo dental industrializado sintético, tal como el hilo dental a base de polietilenos, ya que su composición le brinda características incrementadas para asegurar su eficacia al momento de uso. No obstante, el hilo dental a base de chambira cumple con su funcionalidad frente a marcas que ya se encuentran en el mercado.

Ávila-Cotrina, 2023 en su estudio “Efficacy of the ecological bamboo toothbrush in the elimination of dental biofilm.” y Garnica, 2021 en su estudio “Pasta dental ecológica utilizando cáscaras de huevo, cáscaras de plátano, semillas de zapallo y aloe vera”, indican que la introducción de más productos naturales al mercado mejora el impacto ambiental, mientras fomenta la salud integral del consumidor como del entorno natural. (4,6) El uso de implementos de aseo personal ecológicos permite disminuir la huella de contaminación en el medio ambiente mientras este cumple con el objetivo para el cual fue diseñado, siendo un reemplazo perfecto a los artículos provenientes de industrias que manejan plásticos y materiales sintéticos para llevar a cabo el mismo fin. (6)

Aunque no se asemejen a los valores obtenidos por el producto más ampliamente comercializado como lo sería en hilo dental sintético a base de polietilenos, las características presentes en el hilo dental de chambira son buenas y favorables para el empleo habitual en la salud bucal similares al hilo de seda, aunado el hecho de que no posee en su composición componentes artificiales que alteren su estructura, haciéndolo enteramente ecológico y amigable con el medio ambiente.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

Mediante la presente investigación se detalló el procedimiento para la elaboración del hilo dental a base de chambira, el cual contiene componentes naturales como cera de coco, cera de abeja, goma arábica y saborizantes naturales para hacer de este modo un producto de calidad y, sobre todo, ecológico.

Una vez realizado el producto, se pudo estimar la factibilidad de su elaboración, se demostró que se puede realizar un producto ecológico de industria artesanal y natural, en el que se evalúan el crecimiento del mercado anual con base en la tasa de crecimiento del hilo dental sin recurrir a grandes procedimientos de manufactura que involucran aditivos de carácter artificial para su producción, de modo que este puede ser desarrollado a mayor escala con una propuesta alta de demanda potencial, asegurando el éxito del producto al momento de su lanzamiento.

Así mismo, el aprovechamiento de la palma de chambira, la cual, al haber gran cantidad de especímenes en la naturaleza con diversas hojas de las cuales se pueden utilizar para sacar alrededor de 23 800 m de hilo dental por hoja, hace del hilo dental un producto sostenible sin poner en riesgo su existencia en el hábitat natural a largo plazo durante su empleo.

Al evaluar estos parámetros, se obtuvo que es viable sostenible y técnicamente la producción del hilo dental a base de chambira a niveles comerciales, ya que con los resultados que este arrojó, se aprecian valores competentes dentro del mercado de hilos dentales, haciendo de este modo un producto que puede fabricarse en mayores proporciones para comercializarse a futuro.

5.2 Recomendaciones

- Se recomienda realizar estudios controlados en pacientes para la evaluación del uso y los posibles efectos del hilo dental a base de chambira en favor de la salud bucodental previa la comercialización de este.
- Se recomienda hacer un estudio poblacional de la palma de chambira, para no agotar sus existencias en el área del cual se vaya a obtener la materia prima.
- Se recomienda crear cultivos de esta palma para incrementar el número de ejemplares que a futuro puedan prevalecer la especie sin ser amenazada.
- Se recomienda buscar alternativas de los hilos dentales convencionales artificiales cuyos componentes resultan ser tóxicos a futuro para la salud humana.
- Se recomienda poner principal atención en el modelo de sostenibilidad, para evitar generar un impacto ambiental al momento de realizar el aprovechamiento de una planta que se encuentra libremente en la naturaleza.
- Se recomienda mantener un proceso de elaboración de productos a base de componentes naturales lo más higiénico posible, para evitar contaminaciones en el momento de su expendio y posterior uso.
- Se recomienda hacer un análisis de mercado previo el lanzamiento del producto para asegurar y promover el expendio del producto.

BIBLIOGRAFIA

1. Nassar M, Shalan M, Al-Janaby U, Elnagar H, Alawadhi M, Jaser S, et al. Exploring environmental sustainability in dentistry among students and educators in the United Arab Emirates: a cross-sectional survey. *BMC Med Educ* [Internet]. 2024 [citado 8 de mayo de 2024];24(489). Disponible en: <https://bmcmmededuc.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12909-024-05488-x>
2. Zerón A. Odontología sostenible y sustentable. *Rev ADM Órgano Of Asoc Dent Mex.* 2023;80(5):242-6.
3. Budala DG, Martu MA, Maftai GA, Diaconu-Popa DA, Danila V, Luchian I. The Role of Natural Compounds in Optimizing Contemporary Dental Treatment-Current Status and Future Trends. *J Funct Biomater.* 14(5):273.
4. Garnica Escalante RA, Salazar Murillo J. Pasta dental ecológica utilizando cáscaras de huevo, cáscaras de plátano, semillas de zapallo y aloe vera. *Rev Investig Negocios* [Internet]. 2021 [citado 8 de mayo de 2024];14(24). Disponible en: http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2521-27372021000200060
5. Soto-Calvo B, Mendaza-Lainez E, Varela-Rojas I. Desarrollo de un enjuague bucal natural a partir de extractos de zingiberáceas orgánicas disponibles en Costa Rica. *Tecnol En Marcha.* 2020;33(3):98-104.
6. Avila-Cotrino S, Mija-Gómez JL, García-Linares S. Efficacy of the ecological bamboo toothbrush in the elimination of dental biofilm. *Rev Fac Odontol.* 9 de mayo de 2023;16(1):19-25.
7. Roa López A, Moreu Burgos G, Aguilar Salvatierra A, Fernández Delgado J. Efficacy of dental floss with ellipsoidal knots vs conventional dental floss for plaque removal: A split-mouth randomized trial.
8. Shamsoddin E. Dental floss as an adjuvant of the toothbrush helps gingival health. *Evid Based Dent.* 2022;23(3):94-6.
9. Colgate. Hilo Dental Colgate. Colgate Prof [Internet]. Disponible en: <https://www.colgateprofesional.com.mx/products/floss/hilo-dental-colgate-total#>
10. Yao Z, Jeong Seong H, Jang YS. Environmental toxicity and decomposition of polyethylene. *Ecotoxicol Environ Saf* [Internet]. 2022 [citado 10 de mayo de 2024];242(1). Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0147651322007734>
11. ATSDR. PFAS and Your Health. CDC [Internet]. 2024 [citado 14 de octubre de 2024]; Disponible en: https://www.atsdr.cdc.gov/pfas/about/?CDC_AAref_Val=https://www.atsdr.cdc.gov/pfas/health-effects/overview.html
12. Boronow KE, Green Brody J, Schaidler L, Adler Cohn B. Serum concentrations of PFASs and exposure-related behaviors in African American and non-Hispanic white women. *J Expo Sci Environ Epidemiol.* 2019;29(2):206-2017.
13. Fenton SE, Ducatman A, Boobis A, DeWitt JC, Lau C, Ng C, et al. Per- and Polyfluoroalkyl Substance Toxicity and Human Health Review: Current State of Knowledge and Strategies for Informing Future Research. *Environ Toxicol Chem.* 2021;40(3):606-30.
14. Abed R, Ashley P, Duane B, Crotty J, Lyne A. An environmental impact study of inter-dental cleaning aids. *J Clin Periodontol.* 19 de septiembre de 2022;50(1):2-10.

15. Mordor Intelligence. Tamaño del mercado de hilo dental y análisis de participación tendencias de crecimiento y pronósticos (2024-2029) [Internet]. 2019 [citado 24 de junio de 2024]. Disponible en: <https://www.mordorintelligence.com/es/industry-reports/dental-floss-market>
16. Butani Y, Weintraub JA, Barker JC. Oral health-related cultural beliefs for four racial/ethnic groups: Assessment of the literature. *BMC Oral Health* [Internet]. 15 de septiembre de 2008 [citado 27 de octubre de 2024];8(26). Disponible en: <https://bmcoralhealth.biomedcentral.com/articles/10.1186/1472-6831-8-26>
17. Duran D, Monsalves MJ, Aubert J, Zárata V, Espinoza I. Systematic review of Latin American national oral health surveys in adults. *Community Dent Oral Epidemiol.* 2018;46:328-35.
18. Costa Fernandes S, Louceiro A, Bandeira Lopes L, Esteves F, Arriaga P. Children's Attitudes and Behaviors about Oral Health and Dental Practices. *Healthcare.* 2021;9(4):416.
19. Parise-Vasco JM, Zambrano-Achig P, Viteri-Garcia A, Armas-Vega A. Estado de la salud bucal en el Ecuador. *Odontol Sanmarquina.* 2020;23(3):327-31.
20. Abdellatif H, Alnaeimi N, Alruwais H, Aldajan R, Hebbal MI. Comparison between water flosser and regular floss in the efficacy of plaque removal in patients after single use. *Saudi Dent J.* 2021;33(5):256-9.
21. Eden BD. Prevention Strategies for Periodontal Diseases. En: *Prevention in Clinical Oral Health Care* [Internet]. Mosby; 2008. p. 213-29. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/B9780323036955500203>
22. Palma Maldonado P. Tipos de hilo dental y su importancia [Internet]. Descubre los tipos de hilo dental y su importancia. 2023 [citado 7 de enero de 2025]. Disponible en: <https://dentalpyp.clinic/blog/hilos-dentales-y-su-importancia/>
23. Lorenzo C. Materiales del hilo dental: ¿De qué está hecho el hilo dental? [Internet]. Materiales del hilo dental: ¿De qué está hecho el hilo dental? 2023 [citado 8 de enero de 2025]. Disponible en: <https://www.cinoll.com/es/blog/de-que-esta-hecho-el-hilo-dental/>
24. Kataria S. Toxic Ties. *Br Dent J.* 2023;235(9):669-70.
25. Ovalles Acosta JC. Propuesta de Mejora del Proceso de un Centro de Producción de Hilo Dental. Univ Politec Valencia [Internet]. 2018 [citado 30 de mayo de 2024]; Disponible en: <http://honet.upv.es/bitstream/handle/10251/117440/OVALLES%20-%20Propuesta%20de%20Mejora%20del%20Proceso%20en%20un%20Centro%20de%20Producci%C3%B3n%20de%20Hilo%20Dental.pdf?sequence=1>
26. García N, Galeano G, Bernal R, Nacimiento A, Noriega H, Ángel V. Cartilla para el manejo y aprovechamiento la chambira (*Astrocaryum chambira*). Univ Nac Colomb [Internet]. 2013 [citado 10 de junio de 2024]; Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/281069008_Cartilla_para_el_manejo_y_aprovechamiento_la_chambira_Astrocaryum_chambira
27. Valencia R, Montúfar R, Navarrete H, Balslev H. Palmas Ecuatorianas: Biología y Uso Sostenible. *Herb QCA Pontif Univ Católica Ecuad.* 2013;63-76.
28. Fundación Cultural de Putumayo. Fortalecimiento de la Actividad Artesanal en el Departamento de Putumayo. Módulo de Producción Chambira. 2015 [citado 23 de mayo de 2024]; Disponible en:

<https://repositorio.artesantiasdecolombia.com.co/bitstream/001/3404/1/INST-D%202015.%2081.pdf>

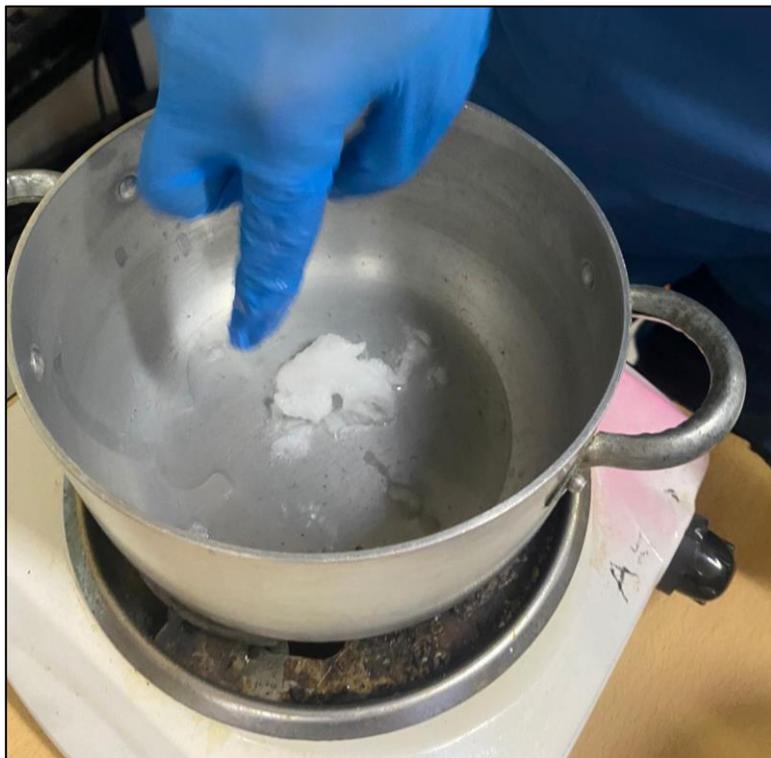
29. Bernal R, Galeano G. Cosechar sin destruir. Aprovechamiento sostenible de palmas colombianas. *Fac Cienc Univ Nac Colomb* [Internet]. 2013 [citado 23 de mayo de 2024]; Disponible en: https://mail.palmpedia.net/wiki/images/7/75/Chambira_Cosecharsindestruir_2013.pdf
30. Roman Honores CA, Ormaza Andrade JE. Estudio de viabilidad comercial, técnica y económica en la línea de cosméticos, Ecuador. *Visionario Digit*. 2022;6(4):29-51.
31. Lumbreras B, Ronda E, Ruiz-Cantero MT. Cómo elaborar un proyecto en ciencias de la salud. *Fundación Dr Antoni Esteve* [Internet]. 2018 [citado 25 de mayo de 2024]; Disponible en: <https://1library.co/document/y9nm8mrz-viabilidad-e-impacto-de-un-estudio-de-investigacion.html>
32. Arai Shinkai RS, Haye Biazevic MG, Michel-Crosato E, Toyota de Campos T. Environmental sustainability related to dental materials and procedures in prosthodontics: A critical review. *J Prosthet Dent* [Internet]. 2023 [citado 27 de mayo de 2024]; Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0022391323003700>
33. Moreno-García RR, Parra Pérez KM, Elidea-Quiñonez R, Rivera-López MI, Velázquez-Contreras L, Fernando-Giannetti B. Evaluación de la sostenibilidad de la matriz productiva del Ecuador. *Ing Ind*. 2021;42(1):148-68.
34. McLeod S. Feasibility studies for novel and complex projects: Principles synthesised through an integrative review. *Proj Leadersh Soc* [Internet]. 2021 [citado 28 de mayo de 2024];2. Disponible en: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666721521000168?ref=pdf_download&fr=RR-2&rr=886f76d3af3d95c8
35. Plasencia Soler JA, Marrero-Delgado F, Bajo Sanjuán AM, Nicado García M. Modelos para evaluar la sostenibilidad de las organizaciones. *Estud Gerenciales* [Internet]. 2018 [citado 28 de mayo de 2024];34(146). Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=21255535007>
36. Ivorra Peñafiel LR. Nueva «Triple Línea Base de la Sostenibilidad» Sostenibilidad Redefinida. *Pontif Univ Javer* [Internet]. 2017 [citado 28 de mayo de 2024]; Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/318405399_Nueva_Triple_Linea_Base_de_la_Sostenibilidad_Sostenibilidad_Redefinida
37. Villegas Mayorga CA. COMPARACIÓN DE LA EFICACIA Y SOSTENIBILIDAD DEL HILO DENTAL DE CHAMBIRA CON EL HILO DENTAL COMERCIAL [Internet]. [Riobamba, Ecuador]: Universidad Nacional de Chimborazo; 2025 [citado 8 de enero de 2025]. Disponible en: <http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/14536/1/Villegas%20M.%2c%20Cristian%2c%20A.%20%282025%29%20Comparaci%3b%20dela%20eficacia%20y%20sostenibilidad%20del%20hijo%20dental%20de%20Chambira%20con%20el%20hilo%20dental%20comercial..pdf>

ANEXOS

1. Hilo de chambira sin procesar



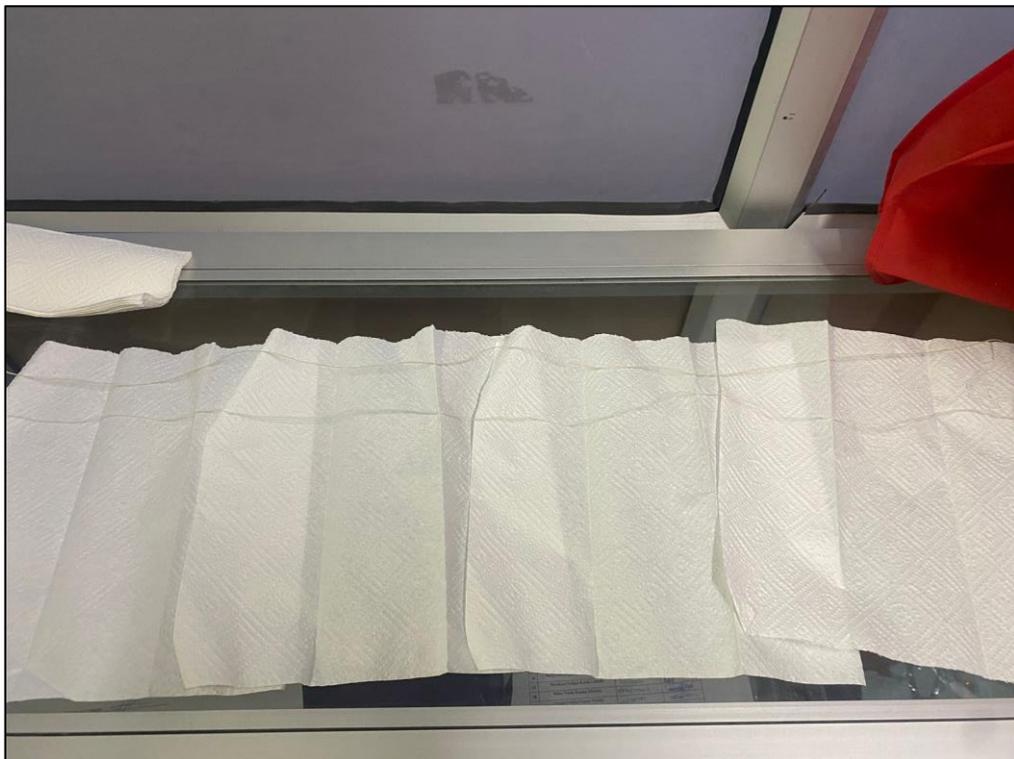
2. Colocación de los ingredientes en el recipiente



3. Colocación del hilo de chambira en el recipiente con los materiales



4. Proceso de secado del hilo dental encerado a base de chambira



5. Muestras de hilo dental encerado a base de chambira



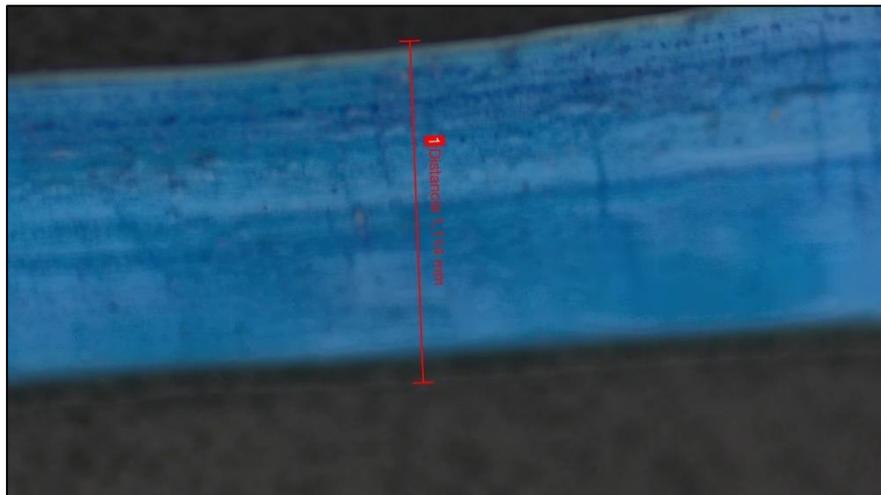
6. Ejemplares de hilos dentales comerciales



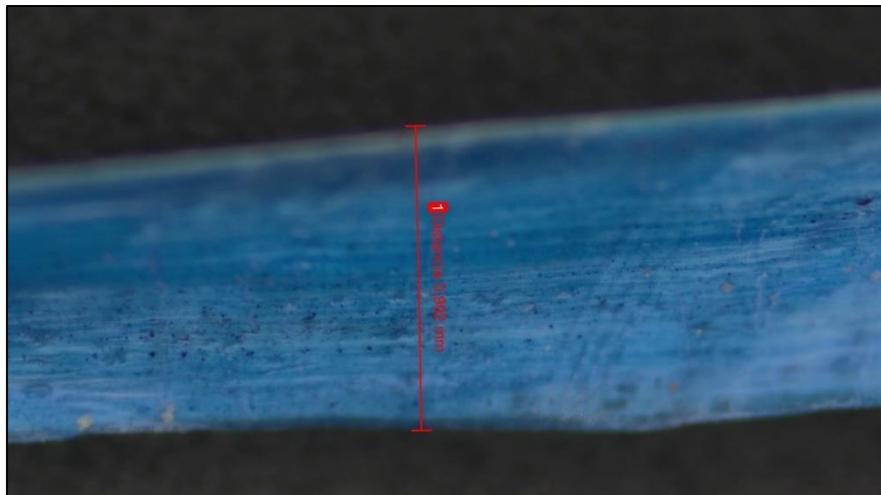
7. Muestras de hilo dental



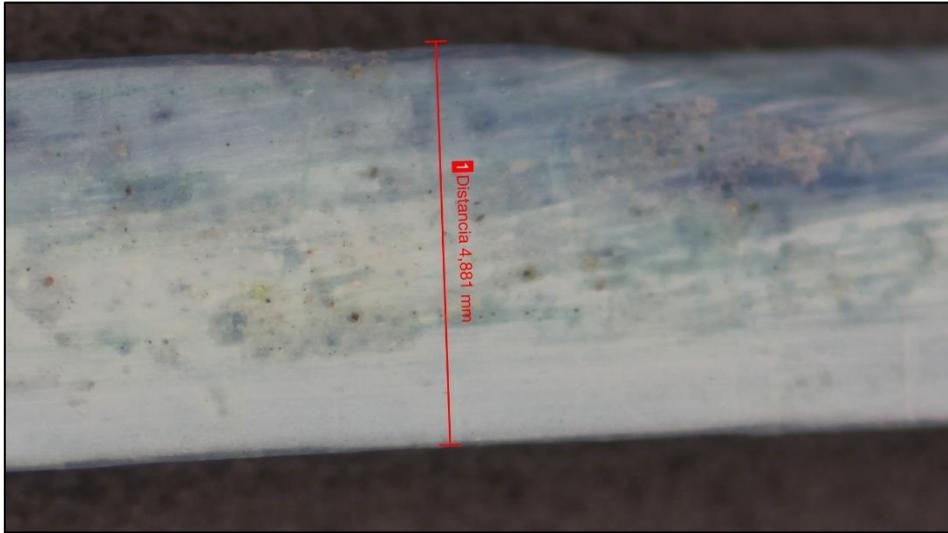
8. Análisis microscópico de diámetro del hilo comercial 1 (fotografía 1)



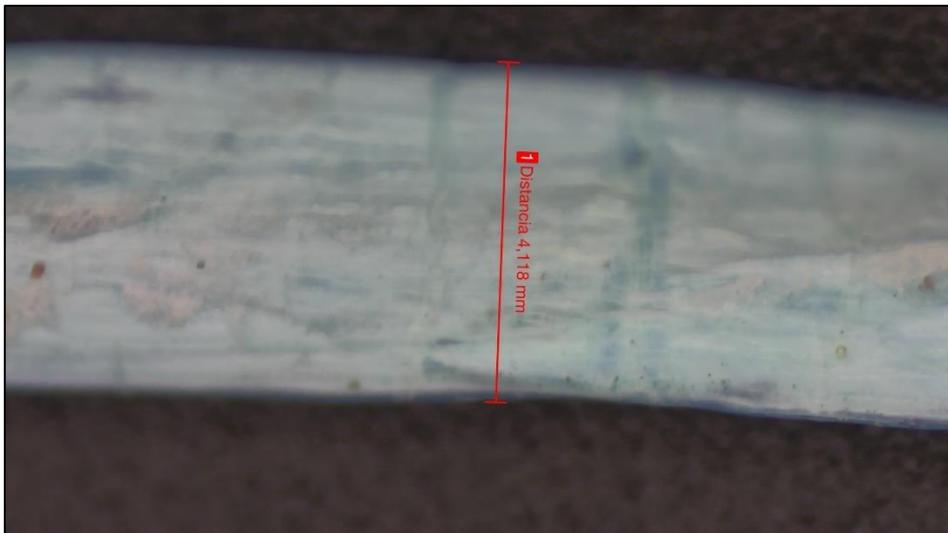
9. Análisis microscópico de diámetro del hilo comercial 1 (fotografía 2)



10. Análisis microscópico de diámetro del hilo comercial 1 (fotografía 3)



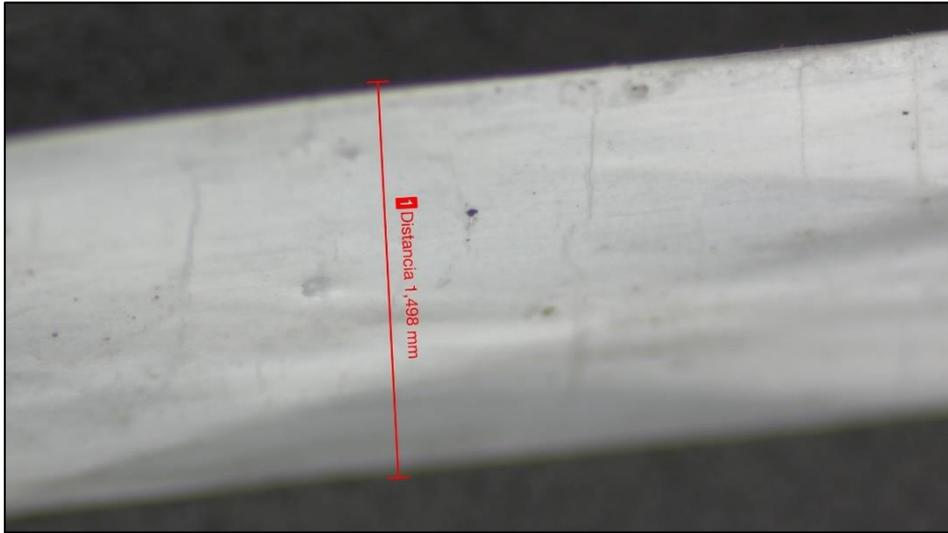
11. Análisis microscópico de diámetro del hilo comercial 1 (fotografía 4)



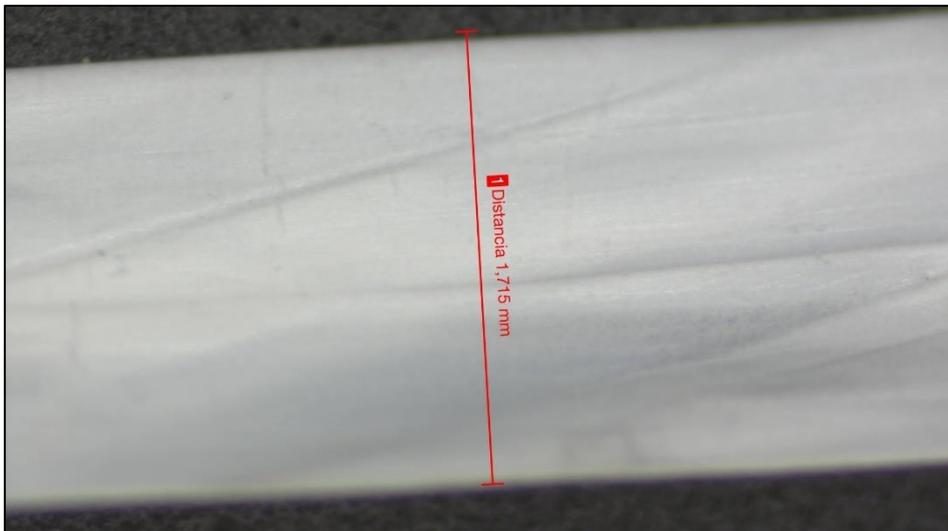
12. Análisis microscópico de diámetro del hilo comercial 2 (fotografía 1)



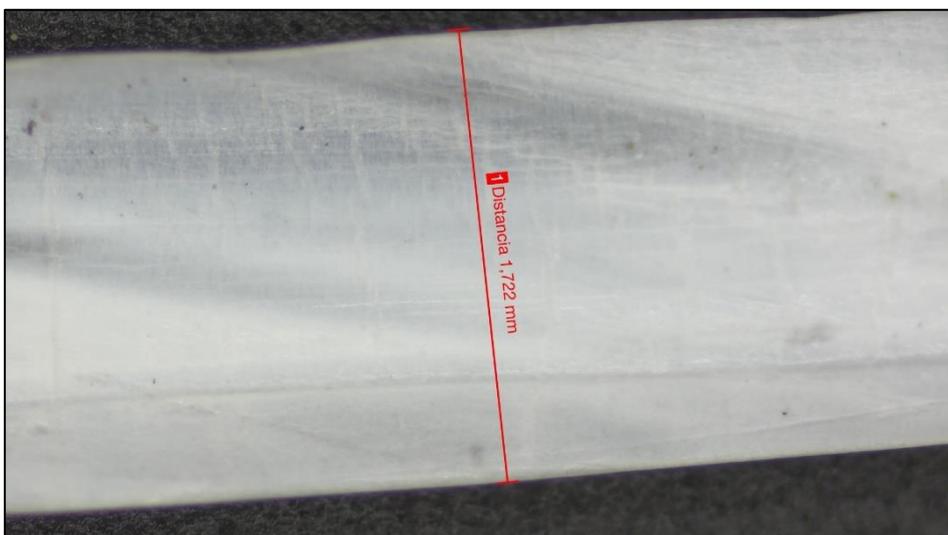
13. Análisis microscópico de diámetro del hilo comercial 2 (fotografía 2)



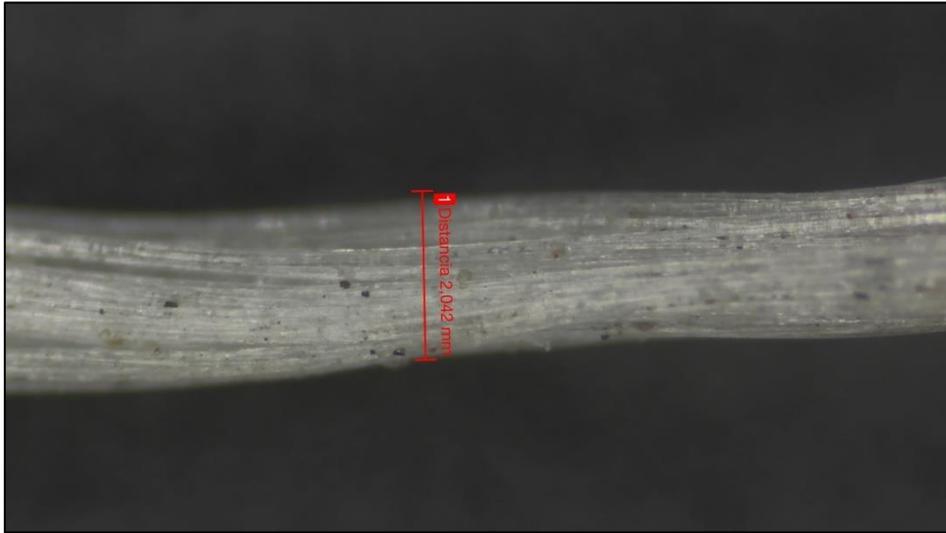
14. Análisis microscópico de diámetro del hilo comercial 2 (fotografía 3)



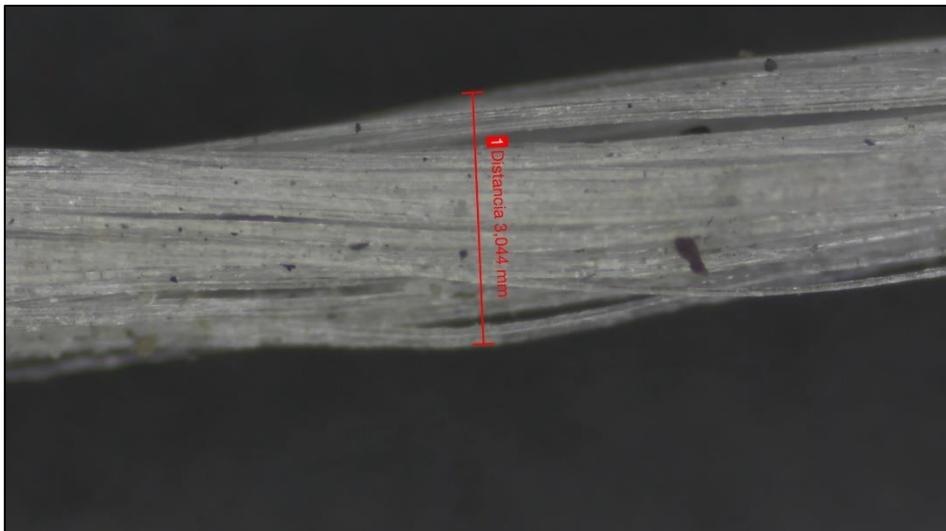
15. Análisis microscópico de diámetro del hilo comercial 2 (fotografía 4)



16. Análisis microscópico de diámetro del hilo de seda 1 (fotografía 1)



17. Análisis microscópico de diámetro del hilo de seda 1 (fotografía 2)



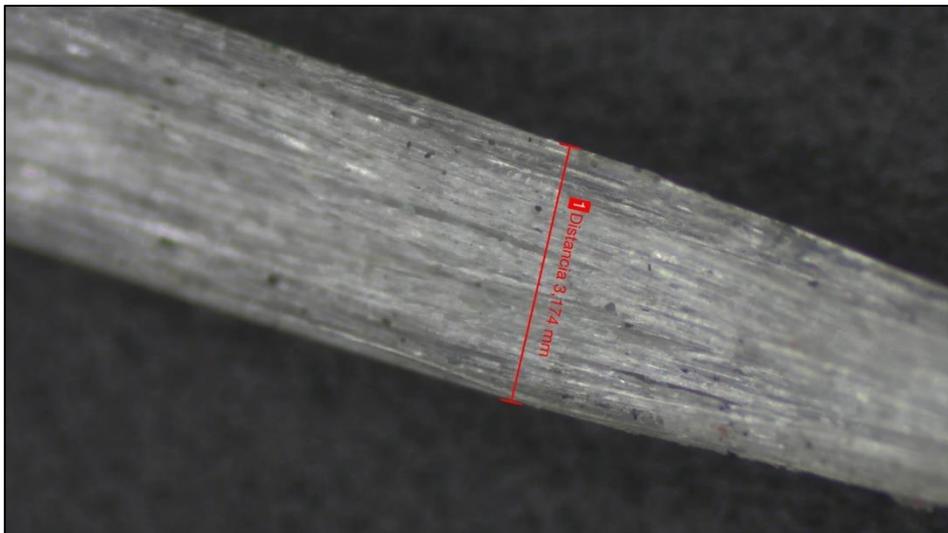
18. Análisis microscópico de diámetro del hilo de seda 1 (fotografía 3)



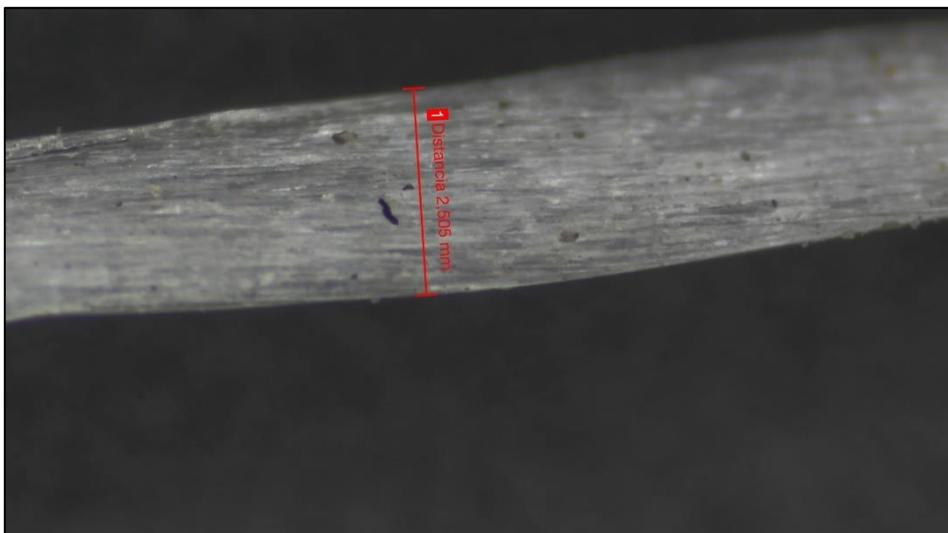
19. Análisis microscópico de diámetro del hilo de seda 1 (fotografía 4)



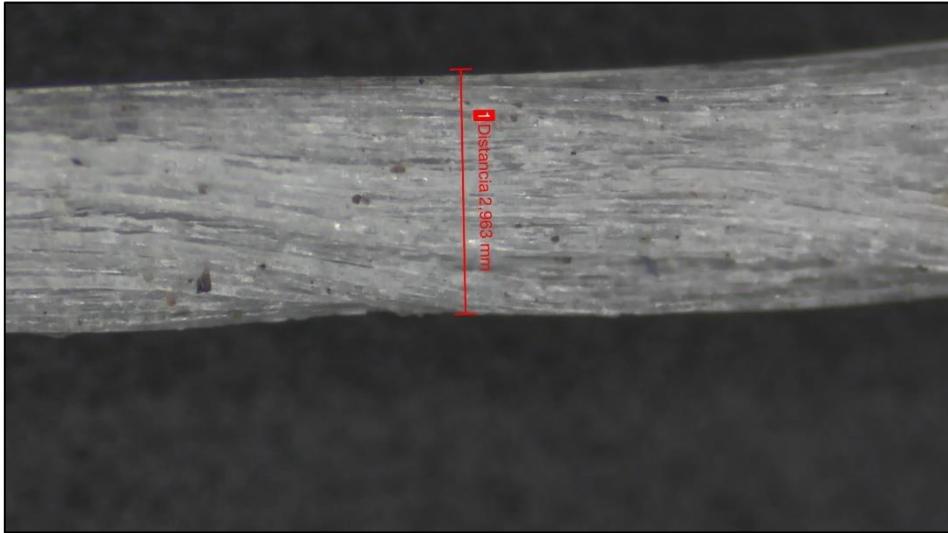
20. Análisis microscópico de diámetro del hilo de seda 2 (fotografía 1)



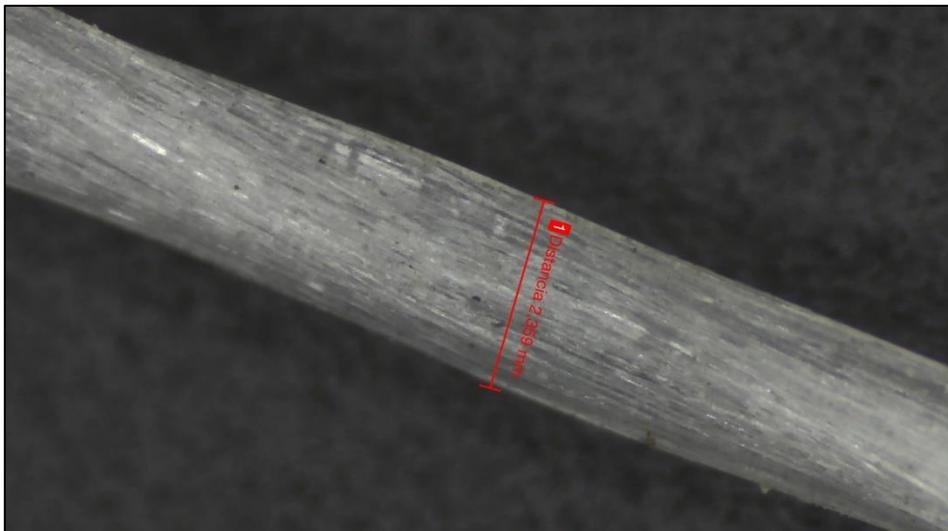
21. Análisis microscópico de diámetro del hilo de seda 2 (fotografía 2)



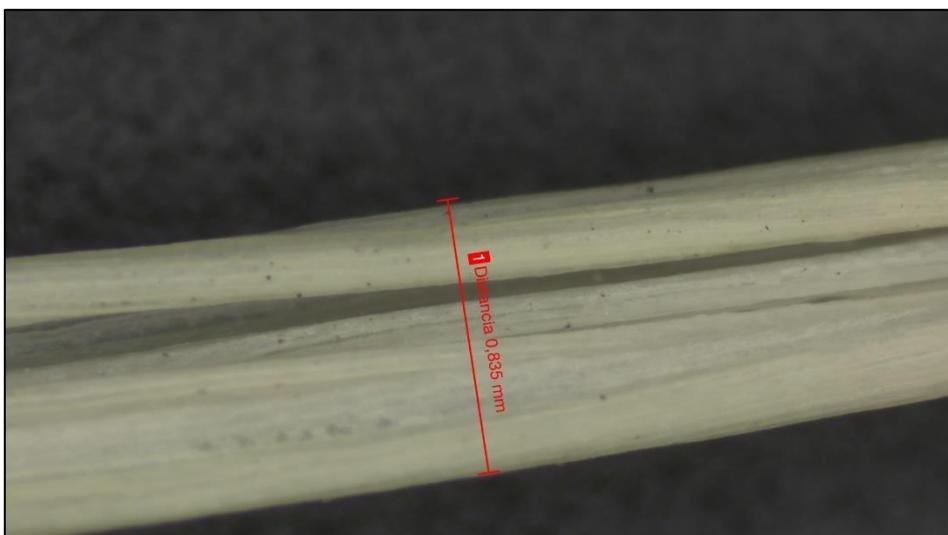
22. Análisis microscópico de diámetro del hilo de seda 2 (fotografía 3)



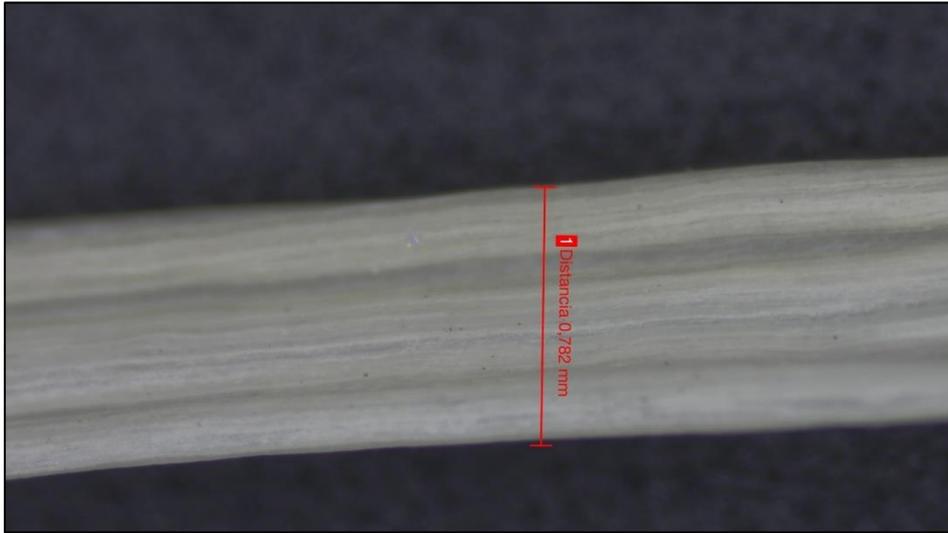
23. Análisis microscópico de diámetro del hilo de seda 2 (fotografía 4)



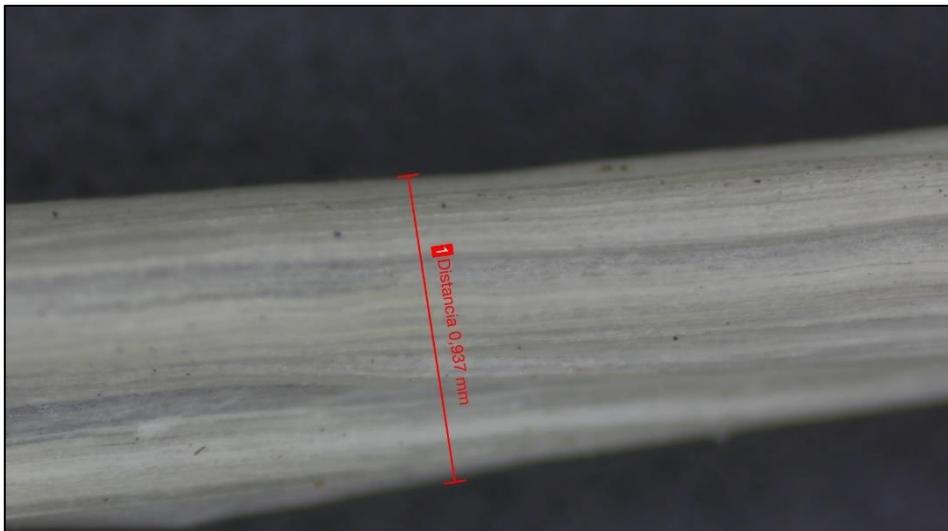
24. Análisis microscópico de diámetro del hilo de chambira (fotografía 1)



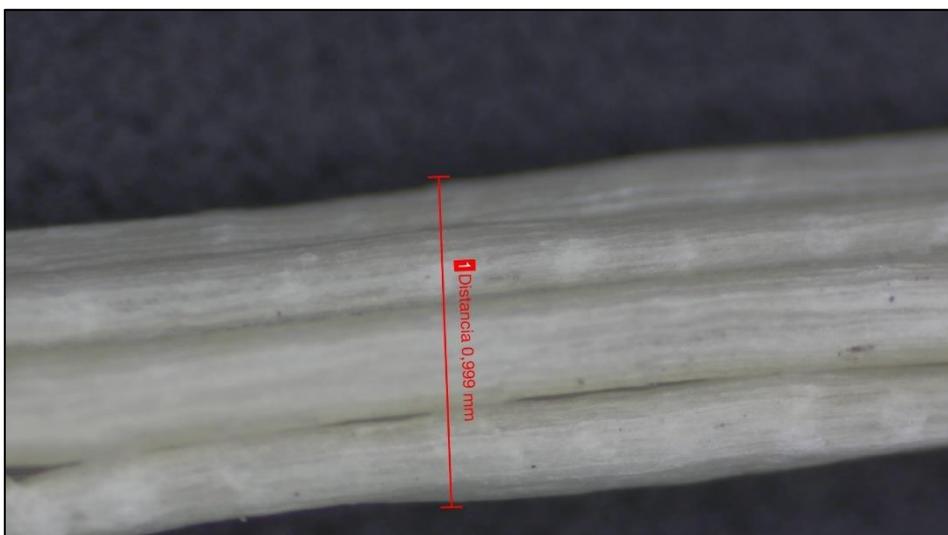
25. Análisis microscópico de diámetro del hilo de chambira (fotografía 2)



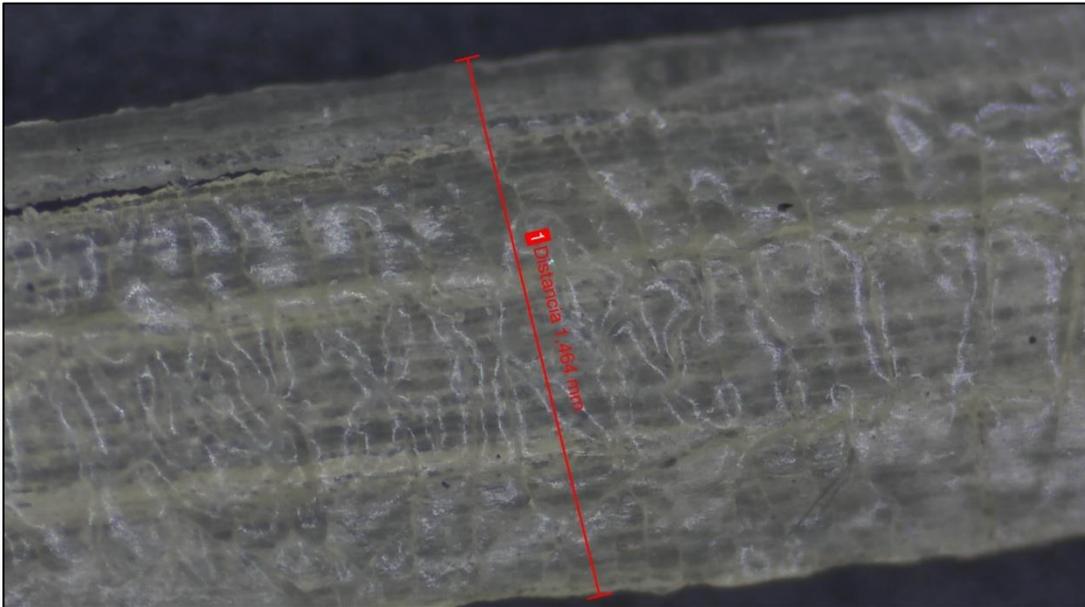
26. Análisis microscópico de diámetro del hilo de chambira (fotografía 3)



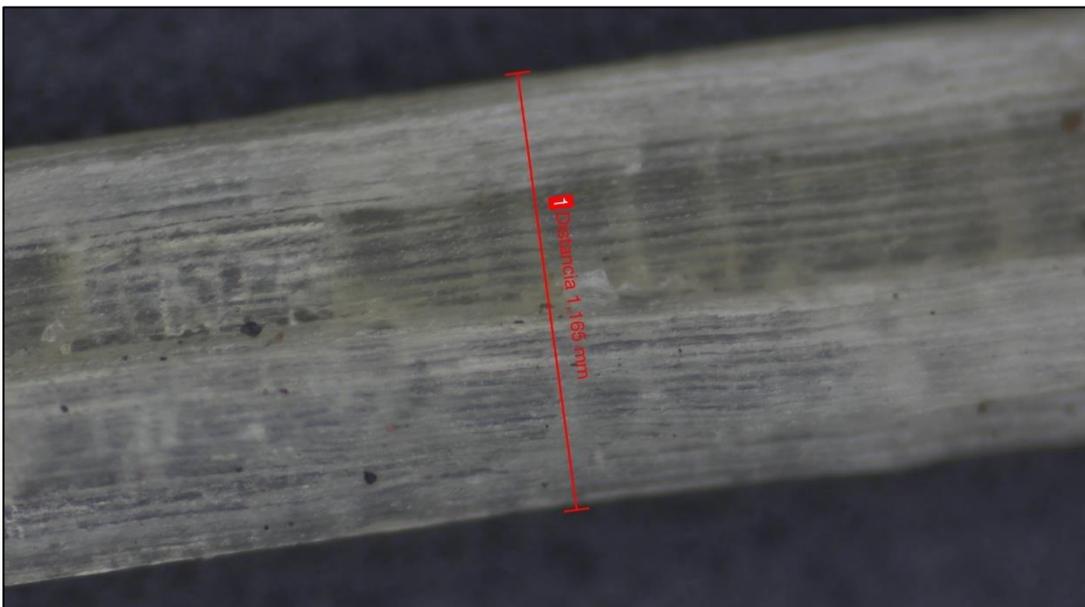
27. Análisis microscópico de diámetro del hilo de chambira (fotografía 4)



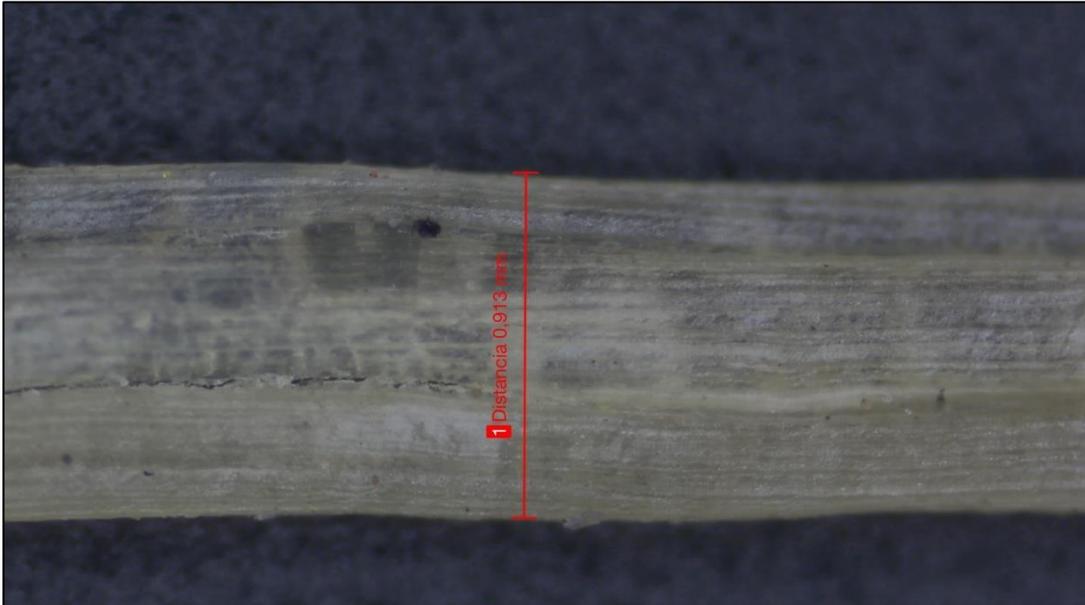
28. Análisis microscópico de diámetro del hilo de chambira encerado (fotografía 1)



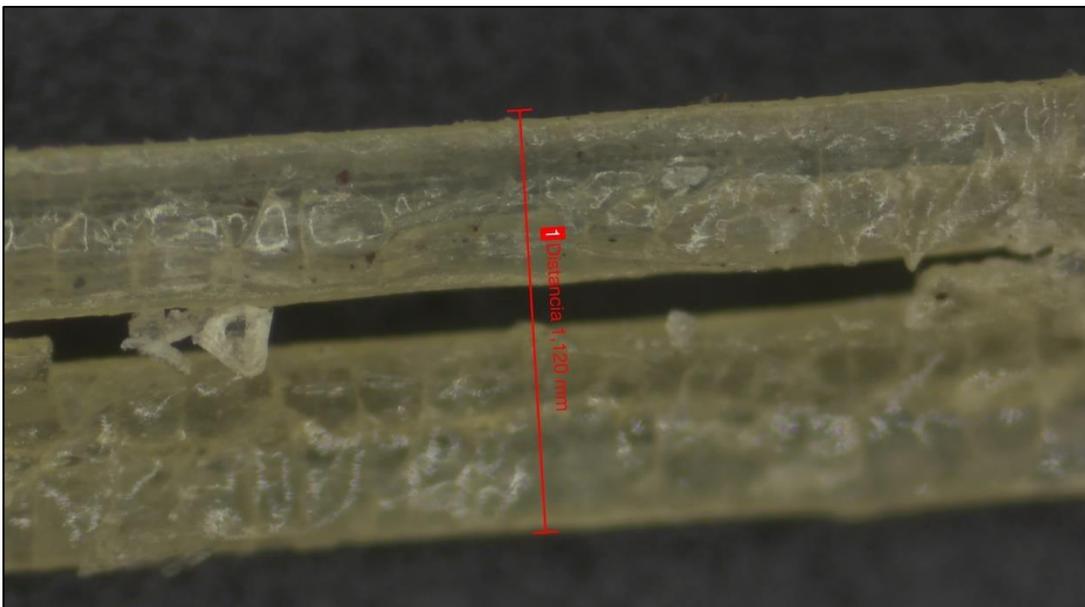
29. Análisis microscópico de diámetro del hilo de chambira encerado (fotografía 2)



30. Análisis microscópico de diámetro del hilo de chambira encerado (fotografía 3)



31. Análisis microscópico de diámetro del hilo de chambira encerado (fotografía 4)



32. Prueba de resistencia a la tracción de hilo sintético



33. Prueba de resistencia a la tracción de hilo de seda



34. Prueba de resistencia a la tracción de hilo chambira sin tratar



35. Prueba de resistencia a la tracción de hilo chambira encerada



36. Prueba de estiramiento con peso



37. Prueba de elasticidad con hilo sintético



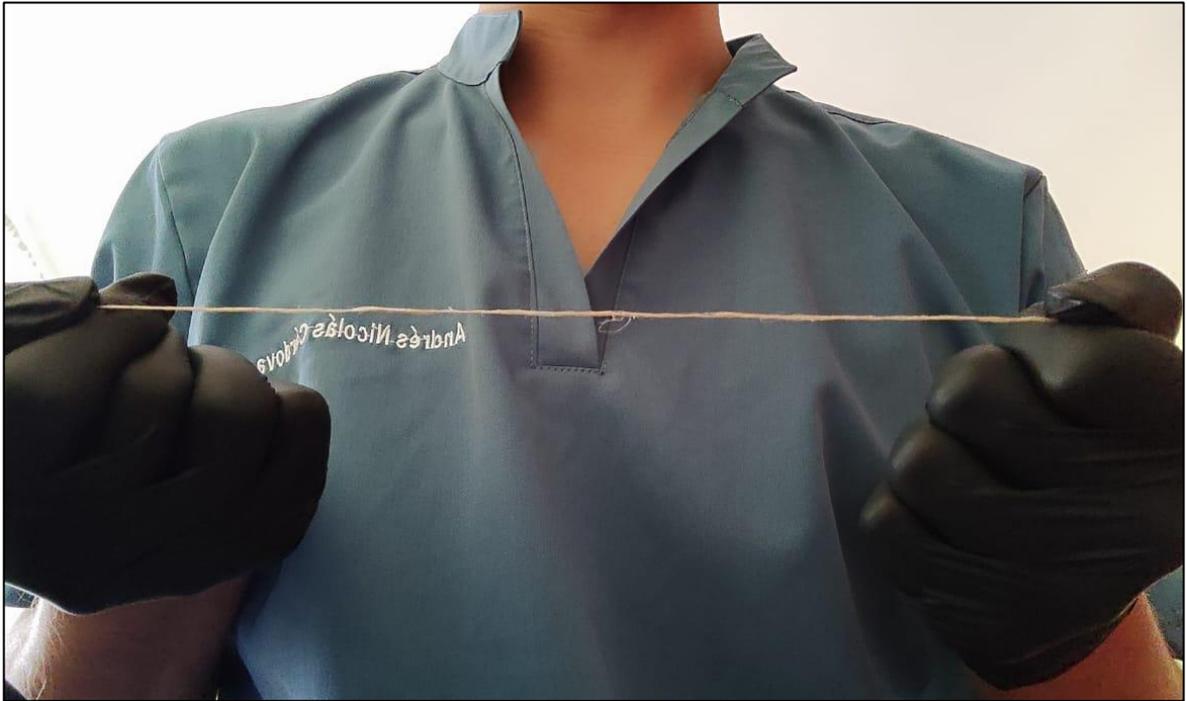
38. Prueba de elasticidad con hilo de seda



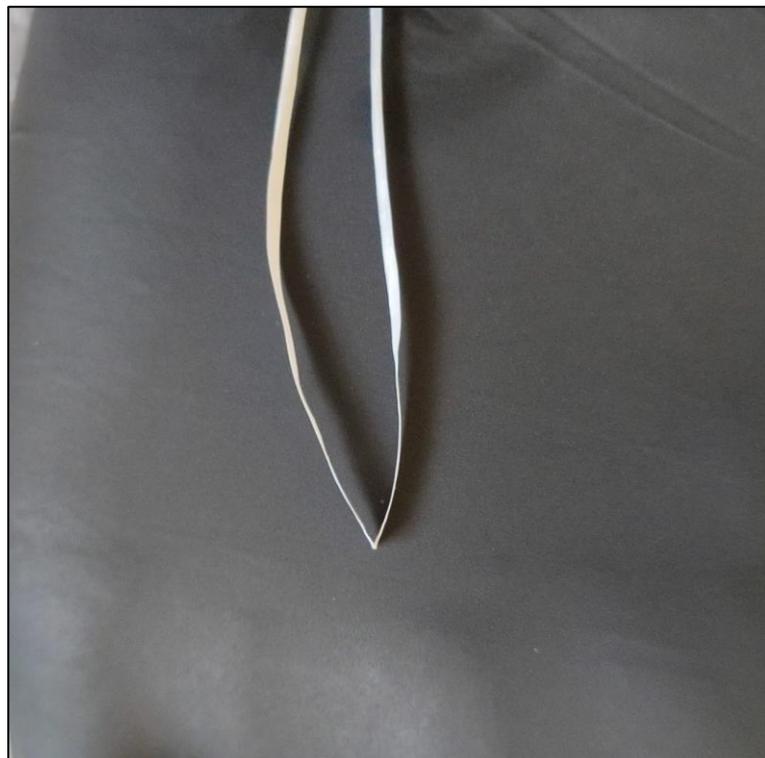
39. Prueba de elasticidad con hilo de chambira sin tratar



40. Prueba de elasticidad con hilo de chambira encerado



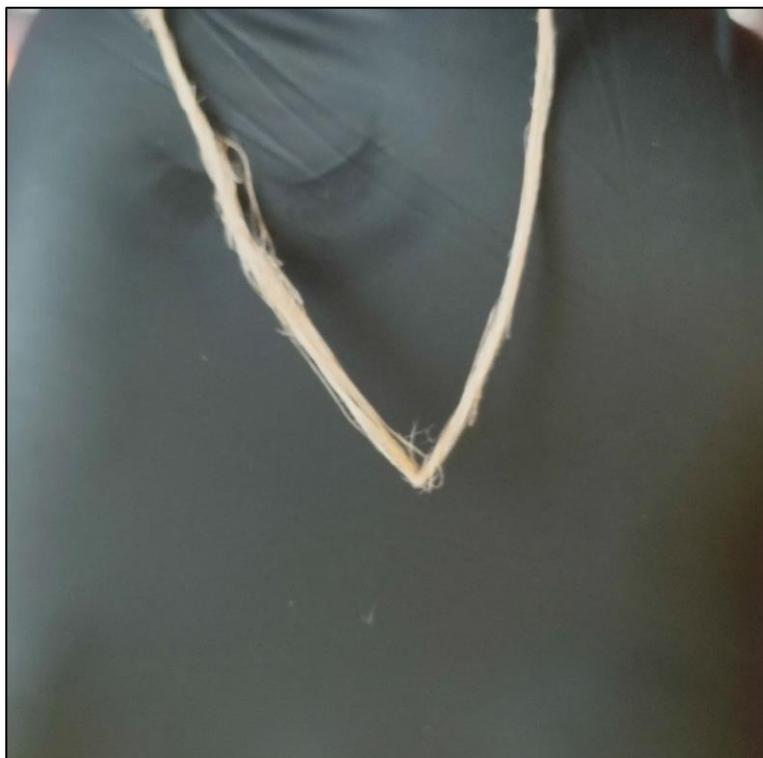
41. Pruebas de flexión con hilo sintético



42. Pruebas de flexión con hilo de seda



43. Pruebas de flexión con hilo de chambira sin tratar



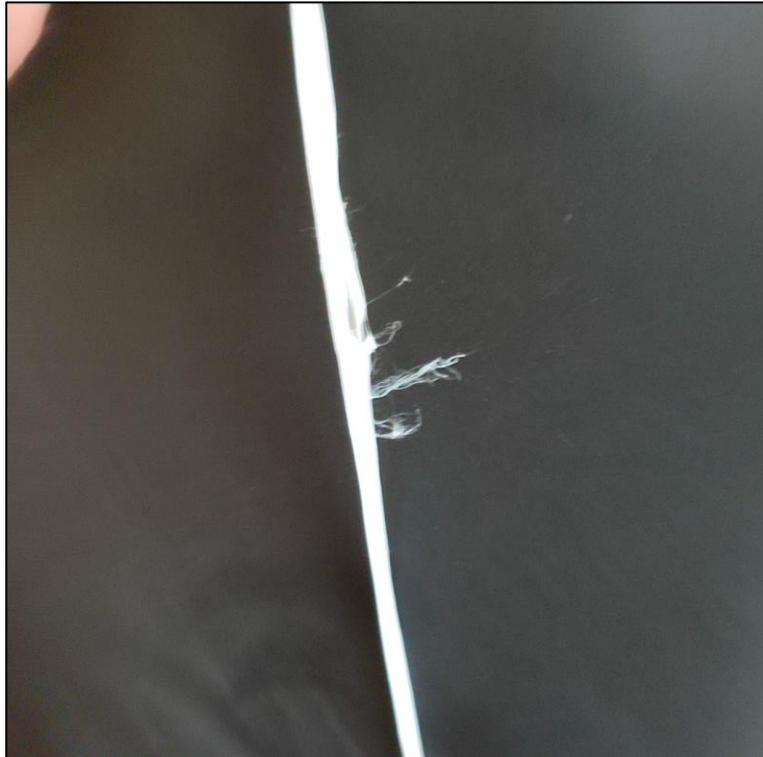
44. Pruebas de flexión con hilo de chambira encerado



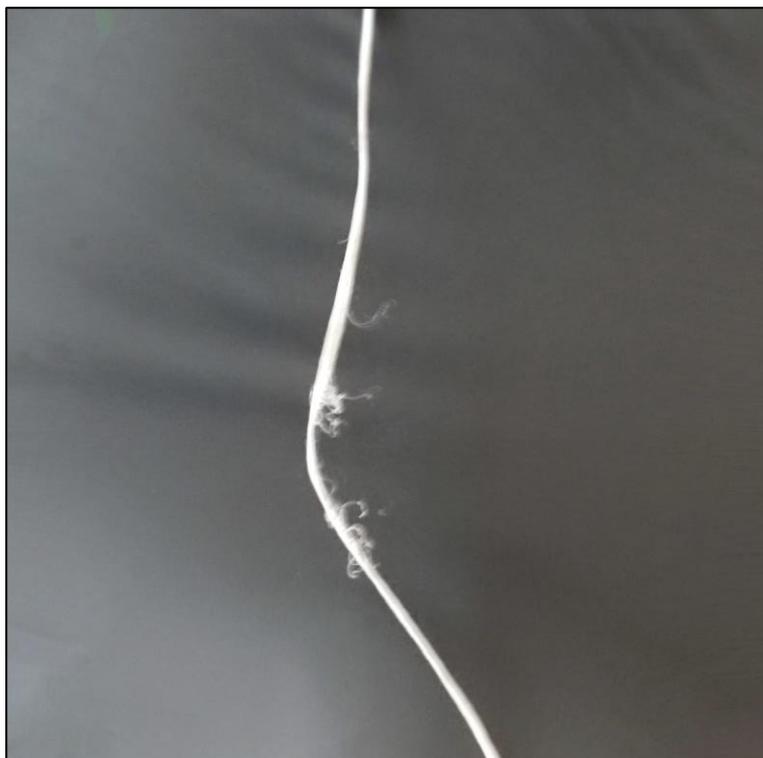
45. Prueba de fricción



46. Desgaste del hilo sintético



47. Desgaste del hilo de seda



48. Desgaste del hilo de chambira sin tratar



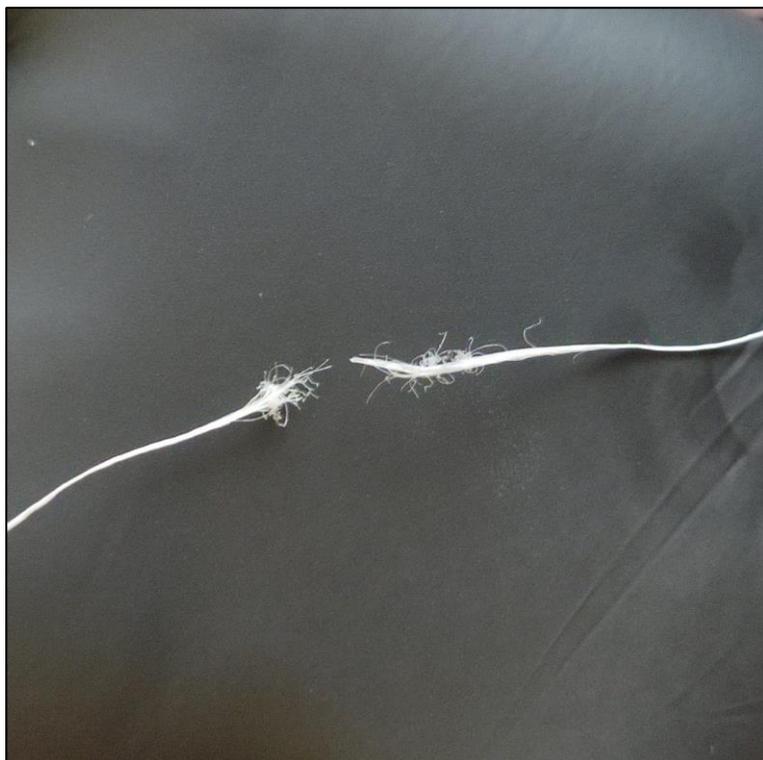
49. Desgaste del hilo de chambira encerado



50. Detalle de la ruptura del hilo sintético



51. Detalle de la ruptura del hilo de seda



52. Detalle de la ruptura del hilo de chambira sin tratar



53. Detalle de la ruptura del hilo de chambira encerado

