



UNIVERSIDAD NACIONAL DE JULIACA

**FACULTAD DE INGENIERÍA DE PROCESOS INDUSTRIALES
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA TEXTIL Y
DE CONFECCIONES**



**"DETERMINAR LAS PROPIEDADES TEXTILES
DE LA SEDA DE ARAÑA A 3 824 m.s.n.m.
JULIACA, 2023"**

NITSABETH SHIGERA TAPE BENITO

**TESIS PARA OPTAR EL TITULO DE
INGENIERO TEXTIL Y DE CONFECCIONES**

ASESOR: Dr. JHON RICHARD HUANCA SUAQUITA

CO-ASESOR: M.Sc. LEANDRO TICONA APAZA



JULIACA - PERÚ

2024



UNIVERSIDAD NACIONAL DE JULIACA

**FACULTAD DE INGENIERÍA DE PROCESOS INDUSTRIALES
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA TEXTIL Y
DE CONFECCIONES**



**“DETERMINAR LAS PROPIEDADES TEXTILES
DE LA SEDA DE ARAÑA A 3 824 m.s.n.m.
JULIACA, 2023”**

NITSABETH SHIGERA TAIPE BENITO

**TESIS PARA OPTAR EL TITULO DE
INGENIERO TEXTIL Y DE CONFECCIONES**

ASESOR: Dr. JHON RICHARD HUANCA SUAQUITA

CO-ASESOR: M.Sc. LEANDRO TICONA APAZA



JULIACA – PERÚ

2024

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JULIACA

**FACULTAD DE INGENIERÍA DE PROCESOS
INDUSTRIALES**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
TEXTIL Y DE CONFECCIONES**



**“DETERMINAR LAS PROPIEDADES TEXTILES
DE LA SEDA DE ARAÑA A 3 824 m.s.n.m.
JULIACA, 2023”**

Nitsabeth Shigera Taipe Benito

**TESIS PARA OPTAR EL TITULO DE
INGENIERO TEXTIL Y DE CONFECCIONES**

ASESOR: Dr. Jhon Richard Huanca Suaquita

CO-ASESOR: M.Sc. Leandro Ticona Apaza

Juliaca, 2024

FICHA CATALOGRÁFICA

Benito, N. S. (2023). “*Determinar las propiedades textiles de la seda de araña a 3 824 m.s.n.m. Juliaca, 2023*”. (Tesis de ingeniería). Universidad Nacional de Juliaca, Juliaca.

AUTOR: Nitsabeth Shigera Taipe Benito

TÍTULO: Determinar las propiedades textiles de la seda de araña a 3 824 m.s.n.m. Juliaca 2023.

PUBLICACIÓN: Juliaca, 2024

DESCRIPCIÓN: Cantidad de páginas (149 pp.)

NOTA: Tesis de la Escuela Profesional de Ingeniería Textil y de Confecciones – Universidad Nacional de Juliaca

CÓDIGO: 04-000019-04/T15

NOTA: Incluye bibliografía

ASESOR: Dr. Jhon Richard Huanca Suaquita

CO-ASESOR: M.Sc. Leandro Ticona Apaza

PALABRAS CLAVE: Araneus diadematus, finura, propiedades textiles, resistencia, seda de araña.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JULIACA
FACULTAD DE INGENIERÍA DE PROCESOS INDUSTRIALES
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA TEXTIL Y DE
CONFECCIONES

**“DETERMINAR LAS PROPIEDADES TEXTILES DE LA
SEDA DE ARAÑA A 3 824 M.S.N.M,
JULIACA 2023”**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO TEXTIL Y DE CONFECCIONES**

Presentada por:

Nitsabeth Shigera Taípe Benito

Sustentada y aprobada ante el siguiente jurado:

D.Sc. Julio Cesar Huanca Marin

PRESIDENTE DE JURADO

Mtra. Roxana Tacuri Robles

JURADO (Secretaria)

Mgtr. Jesus Arias Escobar

JURADO (Vocal)

Dr. Jhon Richard Huanca Suaquita

ASESOR

M.Sc. Leandro Ticona Apaza

CO-ASESOR

The image shows five handwritten signatures in blue ink, each written over a horizontal line. The signatures are: 1. Julio Cesar Huanca Marin (President of the Jury), 2. Roxana Tacuri Robles (Secretary), 3. Jesus Arias Escobar (Vocal Member), 4. Jhon Richard Huanca Suaquita (Advisor), and 5. Leandro Ticona Apaza (Co-Advisor). The signatures are stylized and difficult to read in detail.

Nitsabeth Shigera Taipe Benito

“DETERMINAR LAS PROPIEDADES TEXTILES DE LA SEDA DE ARAÑA A 3 824 m.s.n.m. JULIACA, 2023” - NITSABETH

 Universidad Nacional de Juliaca

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid::3117:443313039

149 Páginas

Fecha de entrega

27 mar 2025, 5:52 p.m. GMT-5

37.268 Palabras

Fecha de descarga

27 mar 2025, 6:30 p.m. GMT-5

186.365 Caracteres

Nombre de archivo

“DETERMINAR LAS PROPIEDADES TEXTILES DE LA SEDA DE ARAÑA A 3 824 m.s.n.m. JULIACA, 2023....pdf




Tamaño de archivo

4.6 MB

15% Overall Similarity

The combined total of all matches, including overlapping sources, for each database.

Top Sources

- 14%  Internet sources
- 5%  Publications
- 11%  Submitted works (Student Papers)

Integrity Flags

0 Integrity Flags for Review

No suspicious text manipulations found.

Our system's algorithms look deeply at a document for any inconsistencies that would set it apart from a normal submission. If we notice something strange, we flag it for you to review.

A Flag is not necessarily an indicator of a problem. However, we'd recommend you focus your attention there for further review.



DEDICATORIA

A mi madre y hermanos, por su incondicional soporte que me ofrecieron a lo largo de esta etapa de investigación.

A mis amigas que me ayudaron incondicionalmente y me brindaron su apoyo moral.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional de Juliaca, a la Facultad de Procesos Industriales en especial a la Escuela Profesional de Ingeniería Textil y de Confecciones por mi formación académica.

A nuestro señor por cuidarme y protegerme en esta época de mi vida, por brindarme la motivación necesaria para poder concluir con éxito este capítulo de mi vida.

A Dr. Jhon Richard Huanca Suaquita y M.Sc. Leandro Ticona Apaza, mis asesores de tesis, por su constante apoyo y asesoramiento durante el desarrollo de esta investigación.

A los jurados de tesis D.Sc. Julio Cesar Huanca Marin, Mtra. Roxana Tacuri Robles y Mgtr. Jesús Arias Escobar por las observaciones, sugerencias durante el trabajo de investigación.

Asimismo, deseo reconocer el apoyo y que esta tesis fue financiada por la Vicepresidencia de Investigación de la Universidad Nacional de Juliaca en el marco del VI Concurso de proyectos de tesis para la obtención del título profesional UNAJ – 2023, por suministrar los recursos esenciales, que fueron fundamentales para la realización de esta investigación. Sin su sostén, esta investigación no habría sido posible.

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTO.....	v
ÍNDICE DE TABLAS.....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xi
RESUMEN.....	xiii
ABSTRACT.....	xiv
INTRODUCCIÓN.....	1

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	3
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	5
1.2.1. Problema general.....	5
1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	5
1.3.1. Objetivo general.....	5
1.3.2. Objetivos específicos.....	5
1.4. JUSTIFICACIÓN.....	5
1.4.1. Justificación General.....	5
1.4.2. Justificación teórica.....	7
1.4.3. Justificación Practica.....	7
1.5. ALCANCES Y LIMITACIONES.....	10

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	11
2.1.1. Antecedente internacional.....	11
2.1.2. Antecedentes nacionales.....	14
2.2. MARCO TEÓRICO.....	15
2.3. Objetivos.....	15
2.4. Propiedades textiles.....	17
2.4.1. Fibras naturales.....	18
2.4.2. Calidad de las fibras textiles.....	19

2.4.3.	Araña	20
2.4.4.	Seda de araña	22
2.4.5.	Componentes de la seda de araña	25
2.4.6.	Propiedades físicas de la fibra	26
2.4.7.	Finura.....	28
2.4.8.	Medulación	28
2.4.9.	Longitud	30
2.4.10.	Factor confort y factor picazón.....	30
2.4.11.	Propiedades mecánicas	31
2.4.12.	Propiedades mecánicas de la seda de araña.....	32
2.4.13.	Resistencia de la seda de araña.....	33
2.4.14.	Propiedades químicas	34
2.4.15.	Propiedades físico-químicas	35
2.4.16.	Absorción de la humedad	36
2.5.	NORMAS TÉCNICAS PERUANAS (NTP).....	37
2.5.1.	NTP 231 301: 2014 Fibra de alpaca clasificada.....	37
2.5.2.	NTP 231.100; 1980 Determinación de la humedad	38
2.6.	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR ASTM D2256	39

CAPÍTULO III

MATERIALES Y METODOS

3.1.	TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN.....	40
3.2.	DISEÑO Y MÉTODO DE INVESTIGACIÓN	40
3.3.	LUGAR DE EJECUCIÓN	41
3.4.	POBLACIÓN Y MUESTRA	42
3.4.1.	Población	42
3.4.2.	Muestra.....	43
3.5.	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	44
3.5.1.	Técnicas.....	44
3.5.2.	Instrumentos	45
3.5.3.	Materiales	45
3.5.4.	Equipos	46
3.6.	PROCEDIMIENTO TÉCNICO	47
3.6.1.	Obtención del material	47

3.6.2.	Análisis de pruebas de laboratorio	47
3.6.3.	Propiedades físicas	47
3.6.4.	Análisis de fibra en el modulómetro	48
3.6.5.	Propiedades mecánicas.....	50
3.6.6.	Propiedades químicas	51
3.7.	ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS DATOS.....	52
3.8.	FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS	52
3.8.5.	Hipótesis general	52

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1.	RESULTADOS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y DIMENSIONALES.....	53
4.1.1.	Análisis de las propiedades físicas de la seda de araña (<i>Araneus diadematus</i>).....	53
4.1.2.	Análisis de las propiedades dimensionales.....	54
4.2.	RESULTADOS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS.....	54
4.2.1.	Identificación de las propiedades mecánicas (<i>Araneus diadematus</i>)	54
4.3.	RESULTADOS DE LAS PROPIEDADES QUÍMICAS	59
4.3.1.	Examinar las propiedades químicas de la seda de araña (<i>Araneus diadematus</i>)...	59
4.4.	PRUEBA Y CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS GENERAL.....	65
4.5.	DISCUSIÓN.....	74

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1.	CONCLUSIONES.....	76
5.2.	RECOMENDACIONES	77
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	79
	ANEXOS	90

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Taxonomía de la araña (<i>Araneus diadematus</i>)	22
Tabla 2: Composición y estructura de los tipos de seda de la araña	32
Tabla 3: Definiciones, clasificación de la fibra de alpaca	38
Tabla 4: Equipos mecánicos para las pruebas de laboratorio	46
Tabla 5: Resultados de las propiedades físicas que posee la seda de araña	53
Tabla 6: Resultados de la prueba de modulación de la seda de araña	54
Tabla 7: Resultados de las propiedades mecánicas – resistencia a la tracción.....	55
Tabla 8: Resultados de las propiedades químicas - absorción de humedad	59
Tabla 9: Prueba de normalidad de las propiedades físicas de la seda de araña	62
Tabla 10: Prueba de normalidad de las propiedades mecánicas.....	63
Tabla 11: Prueba de normalidad de las propiedades químicas	65

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Araneus diadematus en su habitad natural.....	21
Figura 2: Fisiología de las hileras de la araña Aránea diadematus.....	23
Figura 3: Los tipos de seda producidas por las arañas	24
Figura 4: Estructuras tridimensionales de la fibra de seda de Aranea diadematus.....	26
Figura 5: Clasificación del tipo de medula de las fibras.....	29
Figura 6: Ubicación y geografía del distrito de Juliaca	41
Figura 7: Ubicación del laboratorio de Ingeniería Textil y de Confecciones - UNAJ	42
Figura 8: Curvas de las réplicas de ensayo de resistencia– tiempo	57
Figura 9: Curvas de las réplicas de ensayo elongación – fuerza	58
Figura 10: Curvas de las réplicas de ensayo de absorción de humedad - Peso	60
Figura 11: Curvas de las réplicas de ensayo de absorción de humedad – tiempo.....	61
Figura 12: R studio – MDF de seda de araña y fibra textil de alpaca	66
Figura 13: R studio – MDF de seda de araña y fibra textil de lana de ovino	68
Figura 14: R Studio – MDF de seda de araña y fibra textil de vicuña	70
Figura 15: R studio – MDF de seda de araña y fibra textil de gusano de la seda.....	71
Figura 16: Diagrama de finura de la seda de araña y la calidad de fibras textiles.	72

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1: Ficha de recolección de muestra en el cementerio Gloria eterna	90
ANEXO 2: Ficha de recolección de muestra en el cementerio Escuri	93
ANEXO 3: Ficha de recolección de muestra en el cementerio la Capilla.....	97
ANEXO 4: Informe de datos de las propiedades físicas de la seda de araña	101
ANEXO 5: Informe de datos de las Propiedades Dimensionales de la seda de araña	111
ANEXO 6: Informe de datos de las propiedades mecánicas de la seda de araña.....	112
ANEXO 7: Informe de datos de las propiedades químicas de la seda de araña.....	114
ANEXO 8: Cotejo de las propiedades químicas de la seda de araña	116
ANEXO 9: Análisis de las propiedades químicas de la seda de araña.....	118
ANEXO 10: Lugares de recolección de muestra	119
ANEXO 11: Recolección de muestras de seda de araña	120
ANEXO 12: Preparaciones de las muestras para el análisis de propiedades físicas	121
ANEXO 13: Medición de la Modulación.....	122
ANEXO 14: Preparación de muestras para el análisis de propiedades mecánicas	122
ANEXO 15: Preparación de las muestras para el análisis de propiedades químicas	123
ANEXO 16: Preparación del hilo de seda de araña para el teñido.....	124
ANEXO 17: Preparación del colorante acido.....	124
ANEXO 18: Codificación de las muestras teñidas.....	125
ANEXO 19: Prueba de solidez a la luz en condiciones determinadas	125
ANEXO 20: Equipo usado, caracterizador electrónico de fibras FIBER EC	126
ANEXO 21: Equipo para medir la medulación de la seda de araña.....	126
ANEXO 22: Equipo Dinamómetro digital de hilo	126
ANEXO 23: Equipo para determinar la humedad de la fibra.....	127
ANEXO 24: Equipo Rota color para el teñido de la fibra de seda de araña	127

ANEXO 25: Escala de grises para cambio de color	127
ANEXO 26: Ficha de validación y confiabilidad del instrumento.....	128
ANEXO 27: Codificación en R studio para la prueba de Wilcoxon.....	131
ANEXO 28: Codificación en R studio para estadísticos descriptivos.....	132
ANEXO 29: Matriz de consistencia	133
ANEXO 30: Operacionalización de variables.....	134

RESUMEN

La investigación tuvo como objetivo determinar las propiedades textiles que posee la seda de araña (*Araneus diadematus*) a una altitud de 3 824 m.s.n.m. Juliaca, 2023. La metodología estadística es tipo básico, nivel descriptivo, de diseño no experimental, método hipotético deductivo, con una población tomada de 3 cementerios gloria eterna, escuri y la capilla en la ciudad de Juliaca, el tamaño de la muestra es de 385 unidades muestrales de fibra de seda de araña con una longitud de 60 cm aproximadamente, con muestreo no probabilístico por conveniencia, la recolección de información se llevó a cabo a través de la observación directa, ficha de registro, el análisis de laboratorio se desarrolló con los equipos fiber EC, dinamómetro de hilo, analizador de humedad, el análisis de datos se realizó utilizando estadística descriptiva. Los resultados logrados para las propiedades físicas de la seda de araña para la media del diámetro de fibra son de 23.38 μm ; índice de confort 77.95 %; factor pización 22.08% y una medulación de MDF no medulada de 12.85 μm . Las propiedades mecánicas más óptima fueron para 10 hebras una resistencia 1.85 N y una elongación de 23.10%, los resultados para las propiedades químicas para la absorción de humedad son 28.14 % al inicio y 21.81 % final. En conclusión, los resultados de las propiedades textiles en cuanto a la calidad de finura de la seda de araña, se asociarían significativamente a la calidad de las fibras de alpaca y lana que se encuentran en los límites de los estándares de calidad según la NTP 231.301:2014 clasificación de fibra de alpaca. La finura de seda de araña se encontraría en la categoría de alpaca fleece (fina), con un rango de finura de 23.38 μm .

Palabras clave: *Araneus diadematus*, finura, propiedades textiles, resistencia, seda de araña.

ABSTRACT

The research aimed to determine the textile properties of spider silk (*Araneus diadematus*) at an altitude of 3,824 meters above sea level. Juliaca, 2023. The statistical methodology is basic, descriptive level, non-experimental design, hypothetical-deductive method, with a population taken from 3 cemeteries: Gloria Eterna, Escuri, and La Capilla in the city of Juliaca. The sample size is 385 sample units of spider silk fiber with an approximate length of 60 cm, using non-probabilistic convenience sampling. The information collection was carried out through direct observation and a registration form. The laboratory analysis was conducted using fiber EC equipment, thread dynamometer, moisture analyzer, and data analysis was performed using descriptive statistics. The results achieved for the physical properties of spider silk for the average fiber diameter are 23.38 μm ; comfort index 77.95%; itch factor 22.08%, and an unmeasured MDF modulation of 12.85 μm . The most optimal mechanical properties were for 10 strands with a strength of 1.85 N and an elongation of 23.10%. The results for the chemical properties regarding moisture absorption are 28.14% at the beginning and 21.81% at the end. In conclusion, the results of the textile properties regarding the fineness quality of spider silk would be significantly associated with the quality of alpaca and wool fibers that fall within the limits of the quality standards according to NTP 231.301:2014 alpaca fiber classification. The fineness of spider silk would fall into the category of alpaca fleece (fine), with a fineness range of 23.38 μm .

Keywords: *Araneus diadematus*, fineness, textile properties, strength, spider silk.

INTRODUCCIÓN

Las fibras naturales han sido utilizadas por la humanidad desde tiempos ancestrales, jugando un papel fundamental en la fabricación de textiles (Marín y Monroy, 2013). Estas fibras, que provienen de fuentes vegetales, animales y minerales, se caracterizan por su biodegradabilidad, transpirabilidad y confort (Flores, 2023), a diferencia de las fibras sintéticas, las naturales ofrecen una conexión más íntima con el medio ambiente, ya que su producción generalmente implica un menor impacto ecológico.

Las propiedades y características de las fibras textiles son fundamentales, juegan un papel esencial para crear cosas nuevas y mejorar el ámbito textil (Dhanalakshmi y Jothi, 2021). Un conocimiento profundo de estas propiedades no solo facilita producción de alta calidad y a la par proporciona el panorama general, al ahondar en las propiedades más relevantes de las fibras, filamentos (Pérez *et al.*, 2018). Entre estas propiedades, destacan la finura, resistencia, la elongación, absorción de humedad, son cruciales para desarrollar esta investigación.

La fibra producida por las arañas ha despertado el interés tanto de científicos y diseñadores, gracias a sus extraordinarias propiedades y su potencial en diversas aplicaciones textiles (Lewis, 2020). La importancia de estas fibras radica no solo en su biodegradabilidad, sino también en sus características únicas, que ofrecen soluciones innovadoras en sectores como la moda (Friedrich, 2019).

La seda de araña, por sus características únicas, representa una alternativa prometedora a las fibras convencionales, sin embargo, su producción y uso han sido limitados debido a la falta de información sobre sus propiedades: en consecuencia, surge la siguiente problemática ¿Las propiedades textiles que posee la seda de araña (*Araneus diadematus*) a 3 824 m.s.n.m. se asocian significativamente a la calidad de las fibras textiles, Juliaca, 2023?, por lo cual este estudio se propone abordar esta brecha de conocimiento al investigar las propiedades textiles de la seda de araña en el contexto del altiplano peruano, investigando las propiedades físicas, mecánicas y químicas. La descripción por capítulos, abordan diferentes aspectos que han sido fundamentales para la elaboración del trabajo presentado a continuación.

En el capítulo I, trata del enfoque del problema, viendo la realidad y la situación actual relacionada con el tema a investigar. Formular la pregunta de investigación, establecer objetivos a alcanzar, se expone la justificación, así como sus alcances y limitantes. En este apartado se planteó el objetivo el cual es: Determinar las propiedades textiles que posee la seda de araña a 3 824 m.s.n.m. Juliaca, 2023: considerando propiedades físicas, mecánicas y químicas para caracterizar la calidad de fibra, que permita abrir una oportunidad para la innovación de nuevos materiales que efectúen con criterios ecológicos y respetuosos que no dañen nuestro entorno.

En el Capítulo II, se detalla la exploración teórica que incluye antecedentes internacionales, nacionales y regionales; estas son: investigaciones que guardan relación con los objetivos a investigar, además, se presentan estudios previos que se relacionan con el tema en cuestión, marco teórico, en el cual se definen aspectos pertinentes con las propiedades textiles, seda de araña, resistencia de la hebra, elongación, finura y aspectos textiles principales.

En el capítulo III, se centra en los materiales y métodos, destacando que el tipo y nivel de investigación son de enfoque descriptivo, tipo básico; asimismo, se especifica la población, muestra. Los métodos y herramientas para la recopilación de datos, así como la formulación del diseño de investigación y los procedimientos técnicos aplicados, además se plantea la hipótesis. En la investigación actual, se utilizó una población infinita que representa a la totalidad de la muestra tomada en 3 cementerios gloria eterna, escuri y la capilla ubicada en Juliaca. El tamaño de muestra es compuesto por 385 unidades muestrales de seda de araña, utilizando un muestreo no probabilístico. La obtención de las muestras se realizó mediante observación directa y el análisis de laboratorio se desarrolló con el uso de los equipos fiber EC, modulómetro de fibras, dinamómetro de hilo, analizador de humedad, registrando los resultados en las fichas de registro.

En el capítulo IV, se enfoca en los resultados y discusión, en esta sección se exponen los resultados sobre la determinación de las propiedades textiles de la seda de araña. La discusión de los resultados compara los hallazgos en relación con los antecedentes contrastándolos con la información previa expuesta en este estudio.

En el capítulo V, en esta sección, se detallan las conclusiones y recomendaciones, las cuales se elaboran de acuerdo con los objetivos planteados y las recomendaciones abordan sugerencias para estudios venideros.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Las fibras textiles en la ciudad de Juliaca presentan diversas limitaciones, principalmente en lo que se refiere en la calidad de fibras naturales utilizadas, por ejemplo, la lana y la fibra de alpaca. A pesar del potencial ofrecido por estas fibras naturales, la falta de estudios que estandaricen su producción y que analicen sus parámetros de calidad ha llevado a un estancamiento en la industria textil. La situación se complica aún más debido a que los productores carecen de información técnica adecuada, lo que resulta en variaciones en el nivel de excelencia de la fibra textil.

En la actualidad, la obtención de fibra natural de alpaca ha ido reduciéndose debido a los cambios y disminución en la finura (Quispe, 2008), pero no obstante también hay estudios que magnifican y reconocen a las fibras altiplánicas de nuestra región.

Una problemática que surge en el ámbito textil es la urgencia de encontrar innovadoras materias primas textiles y que su producción no conlleve altos costos y tiempo de producción (Zorrilla, 2021). Esta situación se atribuye a múltiples razones, como la limitada disponibilidad de recursos naturales, los impactos ambientales asociados con la fabricación de fibras convencionales (Gallissà, 2017). Para abordar esta problemática, es necesario explorar nuevas propuestas de fibras que sean más amigables, económicas y eficientes en su producción (Domínguez *et al.*, 2019).

La importancia de presentar nuevas propuestas para desarrollar fibras de origen vegetal y animal como alternativas ecológicas a las fibras convencionales. La indagación de nuevas materias primas en el ámbito textil es esencial para la innovación, la mejora razonable de la industria textil (González, 2022). Ante esta problemática, surge la necesidad de explorar alternativas que

puedan proporcionar un insumo textil de alta calidad. Un candidato prometedor es la seda de araña, conocida por sus excepcionales propiedades (Abarca, 2010).

Sin embargo, hasta la fecha, existen pocos estudios que analicen las cualidades textiles de seda de araña en contextos específicos para el uso de textiles. Determinar estas propiedades es fundamental para evaluar su viabilidad como un recurso textil diferente que podría complementar o incluso sustituir a las fibras convencionales. La idea de generar estudios para determinar las propiedades textiles de la seda, se desarrolla con el objetivo de explorar nuevas opciones que sean menos contaminantes y que no afecten negativamente nuestro entorno, el análisis de nuevas fibras hace posibles nuevas aplicaciones en la industria textil.

Los materiales naturales textiles poseen en común su producción amigable con nuestro entorno (García, 2021), ya que al encontrarse en su hábitat natural su síntesis no genera emisiones contaminantes y no requiere el consumo de energía. Además, se obtiene a partir de fuentes renovables y al ser la seda de araña un material biodegradable (los arácnidos reciclan su propia seda) (Baonza *et al.*, 2003), una vez utilizados estos se componen de manera natural en el entorno.

Los factores y causas que inciden de manera significativa en el rubro textil especialmente en la fabricación de ropa, han cambiado en los últimos años, el sector textil ha atravesado significativos cambios, tanto a favor como en contra, debido al modelo de crecimiento económico que se encuentra inmersa. Por un lado, se han impulsado la innovación, la investigación y la implementación de procesos más competitivos, mientras que, por otro, se han evidenciado problemas como el uso desmedido de recursos, el uso de productos químicos dañinos, el fomento de un consumo descontrolado y la producción de residuos (Zorrilla, 2021). Las tendencias son tan cambiantes que hoy en día se acorta más la existencia de las prendas., en pocas palabras el sector textil necesita un cambio (Parra *et al.*, 2021).

De lo expuesto en el párrafo anterior nos lleva a la necesidad de proponer el estudio para determinar las propiedades textiles de la seda de araña, investigando los parámetros exigidos para reconocer o evidenciar que se puede hacer uso del material para luego utilizarlo como una alternativa; donde se busca incorporar como una nueva fibra textil como una opción ecológica, manteniendo la biodiversidad del medio ambiente de la ciudad de Juliaca. Que respondiendo a

la interrogante: *¿Las propiedades textiles que posee la seda de araña (Araneus diadematus) a 3 824 m.s.n.m. se asocian significativamente a la calidad de las fibras textiles, Juliaca, 2023?*, que den evidencia que la seda de araña de la especie (*Araneus diadematus*) tiene propiedades textiles aceptables en la industria.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.2.1. Problema general

¿Las propiedades textiles que posee la seda de araña (Araneus diadematus) a 3 824 m.s.n.m. se asocian significativamente a la calidad de las fibras textiles, Juliaca, 2023?

1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.3.1. Objetivo general

- Determinar las propiedades textiles que posee la seda de araña a 3 824 m.s.n.m. Juliaca, 2023.

1.3.2. Objetivos específicos

- Analizar las propiedades físicas y dimensionales que posee la seda de araña (*Araneus diadematus*) a 3 824 m.s.n.m. Juliaca, 2023.
- Identificar las propiedades mecánicas que posee la seda de araña (*Araneus diadematus*) a 3 824 m.s.n.m. Juliaca, 2023.
- Examinar las propiedades químicas que posee la seda de araña (*Araneus diadematus*) a 3 824 m.s.n.m. Juliaca, 2023.

1.4. JUSTIFICACIÓN

1.4.1. Justificación General

La investigación tuvo en cuenta las propiedades textiles físicas, mecánicas y químicas, referentes a las fibras textiles de seda que generan las arañas, por varias razones, la relevancia en el sector textil, las propiedades físicas, mecánicas y químicas de las fibras naturales son

esenciales en el sector textil, ya que influyen directamente en eficacia, durabilidad y rendimiento de los artículos textiles (Hussain *et al.*, 2023).

Centrarse en estas propiedades permite comprender mejor el comportamiento de las fibras y su idoneidad para diferentes aplicaciones textiles. Al analizar las propiedades químicas (físico-químicas), físicas y dimensionales y mecánicas de las fibras naturales, se pueden identificar sus ventajas y limitaciones en algunos aspectos como la resistencia, elasticidad, absorción de humedad, entre otros aspectos. Esta información es crucial para el diseño y mejora de productos textiles que efectúen con los criterios de calidad.

Según (Zaikov, 2017), la investigación minuciosa de las propiedades físicas y dimensionales, mecánicas y químicas, las fibras naturales, es esencial para el crecimiento del conocimiento en la ciencia de materiales textiles en el ámbito de la ingeniería textil. Estos datos son esenciales para percibir mejor el estudio de las fibras y optimizar su uso en aplicaciones textiles.

Las propiedades químicas de seda de araña en este estudio, clasifica también como las propiedades físico-químicas de las fibras textiles ya que son determinantes en su funcionalidad y aplicación. La perspectiva físico-química, en la absorción de humedad es el resultado de interacciones entre agua y las estructuras moleculares de las fibras. Las uniones hidrógeno y otros enlaces intermoleculares juegan un papel crucial en este fenómeno (Hinds, 2021) discuten que entender estas interacciones permite predecir la performance de las fibras bajo diferentes condiciones ambientales.

La absorción de humedad refleja la capacidad higroscópica de la fibra, es decir, su habilidad para atraer y retener agua. Según la investigación de (Rane, 2022), este comportamiento es clave para la funcionalidad de las fibras textiles, ya influye en la capacidad de regular la temperatura corporal y proporcionar comodidad al usuario. La forma en que la interacción de las moléculas de agua con la superficie de la fibra juega un papel fundamental, en este proceso puede depender de la química de su superficie, por ejemplo, las fibras con grupos funcionales hidrofílicos (como en celulosa) absorberán más agua que aquellas con superficies hidrofóbicas (Mondal, 2021). Efecto en propiedades químicas: la humedad puede afectar las propiedades químicas de la fibra al influir en su estabilidad química, su reactividad y su interacción con otros agentes químicos (Flowers *et al.*, 2024).

1.4.2. Justificación teórica

La información de conceptos sobre las fibras naturales en el ámbito textil, son consideradas recursos valiosos y cómodos, gracias a la amplia gama de propiedades que presentan tanto orgánicas como inorgánicas. Estas características les permiten ofrecer texturas únicas en los materiales textiles, como brillo, capacidad de absorción de humedad, frescura y una mayor habilidad para absorber tintes, en comparación con las fibras sintéticas (Gallissà, 2017). Esto subraya la relevancia de profundizar en las diversas fibras naturales y la importancia de aprovechar los recursos que la naturaleza nos ofrece, siempre cuidando nuestro entorno.

Por otro lado (Lion, 2007) manifiesta que la seda de araña, puede ser considerada como material geológicamente viscoelástico, una peculiaridad de los materiales viscoelásticos es que sus propiedades están fuertemente relacionadas con el alargamiento y varía dependiendo de la velocidad del proceso de distorsión. Es fundamental explorar opciones que permitan desarrollar materiales innovadores, los cuales mejoren las características de las materias primas y contribuyan al cuidado del medio ambiente. Esto es especialmente relevante en la creación de textiles que sean agradables al tacto y que, además, sean biodegradables (Fletcher, 2012).

Para evaluar una de las pruebas de laboratorio en cuanto a las propiedades químicas se basó en la norma NTP 231.100; actualizada el 2022, titulada “materiales textiles. Determinación de la humedad”, describe los métodos para medir la humedad y la capacidad de retención de humedad en los materiales textiles, así como su relevancia en la evaluación de pruebas de laboratorio en cuanto a las propiedades mecánicas se basó en la norma ASTM (Asociación Estadounidense de pruebas y materiales) D2256, la evaluación de las características de resistencia traccional de hilos monofilamentos y hilados simples. Por otro lado, la clasificación de la calidad de la finura de las propiedades textiles físicas se utilizó los estándares de calidad según la NTP 231.301: 2014, que se refiere a la clasificación de la calidad de la fibra de alpaca.

1.4.3. Justificación Práctica

La investigación tiene una base pragmática, a medida que pretende demostrar la viabilidad y factibilidad para el proceso textil, hacia un desarrollo de procesos más sensibles y con ello abrir un abanico de posibilidades en el mercado textil que muestre nuevas alternativas de fibras

naturales a las micro empresas Juliaqueñas con un enfoque ecológico. Así un estudio enfocado en evaluar las propiedades textiles de la seda de araña, con los hallazgos se pretende demostrar que existe otros materiales de fibras eco amigables para la industria textil ya que el producto de seda de araña será una alternativa para el contexto alto andino del sector textil, asimismo, la investigación podría proporcionar algunas soluciones como la preservación del medio ambiente en las áreas urbanas, abren la posibilidad de innovar en la elaboración de nuevos materiales que sean ecológicos y respetuosos con la naturaleza.

Una aplicación textil de la seda de araña es que tiene propiedades extraordinarias en términos de resistencia y elasticidad, ya que la araña segrega una solución acuosa de proteína de seda que es más fuerte que el acero. Con este conocimiento un grupo de científicos fueron capaces de extraer el gen que le permitía a la araña crear estos aminoácidos y así introducirlos en el ADN de una cabra y obtener mediante su leche una proteína relativamente pura de seda de araña (Gaibor y Pelaez, 2017), que se utilizara en el desarrollo de chalecos antibalas, paracaídas, velas de barcos y entre otros. Conocer la composición proteínica de cada fibra de seda de araña es de gran valor en el estudio de la producción sintética de estas imitaciones de biomateriales. Los avances en este conocimiento pueden abrir nuevas puertas para el diseño de futuros biomateriales de alta calidad (García, 2022).

1.4.4. Justificación Técnica

La selección de las muestras para medir las propiedades textiles suele ser una tarea que involucra consideraciones cuidadosas, como la diversidad de las fibras textiles y su calidad, entre otros. Por lo tanto, es posible obtener resultados que sean representativos de la población general, al tomar una pequeña proporción de muestras cuidadosamente seleccionadas (Otzen *et al.*, 2017), para la medición de propiedades textiles. Además, la toma de una pequeña proporción de muestras también puede ser suficiente para obtener una representación precisa de las propiedades textiles, especialmente si se tiene en cuenta que la variación en las propiedades entre las diferentes muestras puede ser limitada.

De acuerdo a los parámetros de los equipos de los laboratorios de ITC, para medir las propiedades mecánicas, químicas es que se ha tomado solo una pequeña proporción de muestras para medir las propiedades textiles según los parámetros del equipo dinamómetro de hilo indica

que, la evaluación de la resistencia a la tracción de los hilos se basa en una capacidad máxima de 10 kg, junto con la medición del alargamiento con una precisión de 0.1%. Para justificar el uso de 60 cm de seda de araña en el dinamómetro de hilo, es importante tener en cuenta que la longitud de la fibra afecta directamente la precisión de las mediciones.

Utilizar una muestra más larga permite obtener lecturas más estables y confiables, ya que se minimizan los errores causados por la variabilidad en la resistencia del material, realizar pruebas con diferentes cantidades de hebras de seda de araña (1, 5 y 10) es fundamental para determinar la resistencia del material en diferentes condiciones, esto nos permite evaluar cómo varía la resistencia en función del número de hebras utilizadas.

Las pruebas de ensayo más largas permiten observar el comportamiento del material a lo largo de una mayor extensión, lo que puede revelar información importante sobre su resistencia a lo largo de toda su longitud. El equipo analizador de humedad indica que la medición sobre la humedad respectiva de diminutas muestras de cualquier materia prima, se puede ejecutar siempre y cuando los parámetros admitidos se cumplan como el peso mínimo de la muestra de 2g que el equipo exige para poder ejecutar la prueba, lo cual nos limita ya que una muestra de 60 cm de fibra de seda de araña no llega a cumplir con ese peso específico, lo cual nos llevó a unir unas 10 muestras, para que así cumpla con el peso exigido que requiere el equipo, lo cual no hace posible la evaluación individual de las muestras de seda de araña y por lo cual se tomó 30 pruebas, teniendo cada prueba 10 muestras juntas.

Esta práctica es común en los estudios de propiedades textiles porque es una tarea costosa y compleja que sigue un proceso cuidadoso de selección de muestras representativas y puede ser suficiente para obtener resultados precisos. Este trabajo se justifica en lo técnico con determinar las propiedades textiles de seda de araña y al aprovechar los recursos naturales que nos brinda la región, para explorar nuevas opciones menos contaminantes y que no dañen nuestro medio ambiente, además se ha mencionado previamente que la seda de araña es un material sumamente cautivador, dado su papel biológico hace posible la combinación de gran resistencia con una notable capacidad de deformación antes de romperse.

Por este motivo se produce la búsqueda de la sostenibilidad al producirlo de manera artificial, buscando alternativas luego de determinar que la seda de araña posee propiedades textiles de

alta calidad y así se podría imitar las proteínas que convierten al material en un elemento más dinámicos que encontramos de la naturaleza, además requerirá menor tiempo de fabricación y se omitiría la necesidad de cuidados al arácnido, lo que se supone un impacto económico positivo.

Otra alternativa se daría en la búsqueda de fibras artificiales con características similares a la seda de araña, que se aproximen en su estructura y cualidades mecánicas. El estudio pretende conocer algunas de las propiedades textiles que las fibras deben poseer para convertirse en una materia prima textil adecuada, las cuales son químicas, mecánicas y físicas en la seda de araña, siendo evaluadas con las Normas Técnicas Peruanas sobre la tracción, absorción de humedad, su diámetro y longitud de seda de araña; mediante la aplicación de un diseño descriptivo; se estudiara de manera más profunda y ello aportara conocimiento científico para el proceso de parámetros textiles en cuanto a las propiedades, dicho estudio podrá servir para que se pueda realizar posteriores investigaciones sobre la seda de araña usado como en material textil evaluando sus características textiles.

1.5. ALCANCES Y LIMITACIONES

- El estudio determinó las propiedades textiles aceptables que debe tener la seda de araña para clasificarla como una nueva alternativa de fibra textil, el cual es abarcar únicamente las propiedades textiles de seda de araña como: longitud, MDF, su factor confort, factor picazón, medulación, resistencia a la tracción, elongación, absorción de humedad que posee la seda de araña en la ciudad de Juliaca.
- Además, solo se enfocó en analizar las dimensiones más relevantes que, de acuerdo con la exploración bibliográfica que más impactan en las propiedades de fibras textiles. Esta investigación encontró como principal limitación la dificultad para obtener información sobre estudios en seda de araña, otra limitación fue el material textil de seda de araña, este producto solo se encuentra en mayor cantidad en la temporada de otoño y por último la dificultad de realizar un muestreo adecuado y el tiempo que requiere obtener muestras típicas, este estudio se enfocó en las características de la fibra de seda de araña para diversas pruebas que comprueben que sí se puede hacer el uso como un material textil.

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1. Antecedente internacional

Baonza (2004), presenta la investigación “Comportamiento termo higro mecánico de las fibras de seda de araña”, como principal objetivo es profundizar en el conocimiento de las propiedades mecánicas. Para ello, se diseñó un dispositivo experimental que facilita la realización de pruebas mecánicas en un entorno controlado de temperatura y humedad, a través de este sistema, se han realizado exhaustivos ensayos en diversas condiciones. Siguiendo la metodología experimental y técnicas experimentales empleado con numerosos dispositivos de prueba destinado a definir la conducta mecánica. Los resultados en la tensión de rotura nominal versus el índice de temperatura se obtuvieron a 20 °C y 35 % de humedad relativa con una tensión de rotura de 1103 ± 54 MPa (media \pm error estándar), que es bastante alta. Para estas condiciones, el número de ensayos fue bastante grande, 22 (para las otras condiciones, el número de ensayos promedió 3). Por lo tanto, sólo las curvas de 20°C y 35% de HR se pueden utilizar para analizar estadísticamente la resistencia de la fibra utilizando el modelo de Weibull.

Plata (2008), en su investigación “Comparación de la resistencia entre el hilo de araña y acero”, cuyo objetivo principal es cotejar la resistencia a la tracción con muestras de seda del arácnido y alambre de acero. El método se basa en investigación a nivel aplicado y experimental, por lo que se intenta demostrar que, según la literatura, se descubrió que la seda de araña, gracias a su flexibilidad, puede superar al alambre de acero en términos de carga fraccionada y mejorar así su comportamiento estructural al trabajar con él, en las pruebas se utilizó material de 5 a 7 arañas a la vez. Los resultados confirman que: el diámetro de la seda de araña es de 8 micrones, y el número correspondiente de seda de araña para contrastar la resistencia traccional, de 22 hilos en seda de araña por 1 de acero, lo que logra el rango comparativo de $0,022 \text{ mm}^2 \pm 0,003$ ensayo de tracción simple. Estas pruebas demostraron que un alambre de acero con un diámetro de 170 μm de $0,0227 \text{ mm}^2$ puede soportar 4,90 kg y una carga $2'$ de 158,785 KPa, mientras que 22 telas

de araña trenzadas con un diámetro de 176 μm y una sección transversal 0,0243 mm^2 pueden soportar 0,1534 kg, una carga 2'158.785 KPa es 6308.84KPa, es decir, comparando dos materiales con áreas de sección transversal similares. El alambre tiene un rendimiento superior a la seda de araña, contrariamente a las conclusiones de investigadores de otros países, cuya capacidad de carga se dice que es de 4 a 6 veces mayor que la del acero.

Otero (2012), presenta un artículo donde da a conocer la única prenda del mundo tejida con seda elaborada por arácnidos, prenda elaborada completamente con seda dorada obtenida de arañas. Los responsables del proyecto fueron el británico Simon Pearce y el estadounidense Nicholas Godley, propietarios de un taller textil en Madagascar, que necesitaron más de un millón de arañas para conseguir los fondos para confeccionar la ropa. Los hilos de seda provienen de arañas jóvenes recolectadas en Madagascar. Durante cinco años, 80 personas intentaron atrapar más de 1 millón de arañas web cada día. Tienen tendencias caníbales en cautiverio, por lo que es imposible criarlos: hay que cazarlos y recolectarlos en 24 grupos, recogerlas, guiarlas y soltarlas a las arañas salvajes todos los días, al final de su jornada para producir suficiente seda.

Martins (2012), presenta la investigación llevada a cabo por el profesor Randy Lewis y su equipo en la Universidad Estatal de Utah. Los científicos han logrado adquirir seda de arañas mediante la extracción de leche de cabra. El equipo descubrió que la seda de las arañas está compuesta de proteínas, el gen producido por la seda puede tomarse de la araña e insertarse en la fracción de ácido desoxirribonucleico que copia exactamente las mismas secuencias en el ADN de la cabra, lo realizaron de tal manera que la proteína obtenida del gen de la araña solo se producía en el seno de la cabra cuando produce leche. En resumen, al extraer la leche, es necesario separar la grasa y la proteína, después de concentrarla y precipitarla con sal, se obtiene proteína pura de seda de araña que puede ser hilada. La capacidad del material para absorber importantes incrementos de energía mecánica antes de romperse lo convierte en una opción viable para la fabricación de productos, como chalecos antibalas, equipamiento para la seguridad en carreteras, airbags para automóviles entre otros.

Fontalvo *et al.*, (2014), presenta un artículo titulado “Estudio de la tintura de la seda orgánica Colombiana con colorantes certificados por la norma GOTS”, se realizaron ensayos para evaluar la solidez de color ante la luz, abrasión, el sudor, lavado, utilizando tintes certificados GOTS

Erionyl y Tectilon. Se revelan los resultados para filamentos orgánicos se comportan bien en la escala azul, con un colorante violeta erionyl se tuvo un valor de 3 y para el colorante violeta tectilon 4/5, lo que concluye que el colorante tectilon tienen buena resistencia a la luz, pero se desgasta fácilmente al lavarla en comparación con otros colores, presenta mejor respuesta a la solidez al lavado, al sudor ácido y alcalino.

Miranda (2015), presenta la tesis doctoral titulada “la Caracterización de las propiedades dinámicas de seda de araña”, tuvo el principal objeto determinar las características dinámicas hecha de seda segregada por la glándula ampulada mayor. La metodología analítica – experimental, el autor al llevar a cabo este estudio, comenzó mediante una evaluación detallada de estudios relacionados con las propiedades de seda de araña. Existen materiales que pueden cambiar su comportamiento mecánico en un rango establecido. En conclusión, se evaluaron las propiedades estáticas ampulada mayor, en cuanto a los ensayos de tracción se comprobó que el rango de deformación elástica se sitúa entre el 0% y 2% y 0 N y 0,0016 N de resistencia, el amortiguamiento del aire en condiciones normales requiere 22,5s a 25s en retomar su estabilidad equilibrada, mientras que las pruebas en una situación donde la presión del aire está significativamente reducida en comparación con la presión atmosférica normal es de 150 a 120 segundos.

Trujillo (2017), presenta una investigación sobre “Estudio de la relación entre tipo estructural y función biológica en la tela de araña orbicular”, el objetivo principal del estudio es mostrar cómo funciona biológicamente la tela de araña circular, el autor plantea una metodología experimental, que se ha ejecutado con el fin de conseguir una reacción dinámica, diversos casos de distintas sedas fabricadas por arácnidos (*Araneus diadematus*) en dirección transversal. En conclusión, los arácnidos, en comparación de muchos otros seres vivos, tienen la habilidad de transformar su entorno al crear sus materiales e incorporarlos en estructuras se adaptan eficazmente. De este modo, los arácnidos pueden cambiar su conducta y ajustar características de su seda, lo que podría influir en su fenotipo extendido, es decir, en cómo se manifiestan sus genes fuera de su propio cuerpo.

Belbéoch *et al.*, (2021), presentan un estudio titulado “Electro hilado de gusanos de seda y seda de araña: una revisión” una comparación de las propiedades textiles del gusano de seda y la

araña (*Aranea diadematus*), así identificando su composición y resistencia de la seda viendo su sostenibilidad, en conclusión, el artículo se basa en la reunión de información sobre las características de la seda, de acuerdo al propósito de este estudio se tomó en cuenta solo los resultados, la seda de araña en la dragalina procedente en la glándula mayor ampulada y el hilo espiral producida por la glándula flageliforme de la araña (*Aranea diadematus*) su estructura, composición en los hilos de seda y propiedades mecánicas bajo tensión, se puede ver que según las referencias bibliográficas la estructura de la fibra tiene un núcleo de las estructuras de las fibrillas simple y un diámetro de hilo de 3 a 5 micras, con resistencias máximas a las tracciones de seda dragalina a 1.1 a 1.2 Gpa, una deformación de rotura de la seda dragalina de 20 a 27 % y para el hilo espiral 270%, con una rigidez de 10 Gpa en la seda dragalina y 0.003 en el hilo espiral, el biomaterial, seleccionado puede soportar enormes fuerzas de tensión con una resiliencia notable y adaptarse a sus contextos de uso con una versatilidad sorprendente, spidroin exhibe un comportamiento mecánico que compite con el material de alto rendimiento por su alta resistencia, elasticidad, biocompatibilidad, durabilidad y baja densidad.

2.1.2. Antecedentes nacionales

Orihuela (2014), presenta un artículo que se titula “Estudio de las propiedades mecánicas de nanomateriales de origen biológico”, con el propósito de examinar las propiedades elásticas de seda de la araña *Argiope argentata* se centra en comprender su comportamiento. Para llevar a cabo este estudio, se recolectaron muestras de seda de ejemplares de esta especie que fueron capturados cerca del Estero de Vera en la región de Chorrillos, estadísticamente mediante la prueba del módulo de Young o módulo elástico utilizando un microscopio, en total resultaron 208 módulos elásticos para 2 muestras logradas óptimas. La mayoría de los resultados del módulo elástico encontrados están en el rango de 20 ~ 100 KPa, lo cual indica la adherencia de esta araña contiene muy buenas propiedades adherentes.

Tietsch (2014), presenta la tesis, sobre “El espectro de choque de las telas de araña, el objetivo central es describir completamente las propiedades dinámicas y así poder derivar posibles aplicaciones en la industria textil. El autor plantea una metodología de investigación bibliográfica, haciendo un recuento de en primer lugar hay que cuantificar con precisión los parámetros viscoelásticos del material, para su descripción, se recomienda el uso de un modelo fraccionario de tres parámetros, basándose en los conocimientos adquiridos hasta ahora y

teniendo en cuenta los principios teóricos de los modelos reológicos, este modelo promete una descripción más precisa que el modelo Kelvin-Voigt puro. Antes de una completa comprensión de la materia pura. En conclusión, los resultados de esta investigación los algoritmos revelan las propiedades dinámicas de los parámetros, la afirmación anterior de que la amortiguación depende en gran medida del número de hilos espirales, no sólo se confirma cualitativamente, sino que también mide cuantitativamente midiendo el hilo de seda y la red alternativamente en el vacío y en la atmósfera se pueden asignar claramente todos los parámetros dinámicos.

Mamani (2020), en su investigación que lleva con título “Caracterización física de la fibra de alpaca en base a la finura, longitud e índice de confort de las provincias de Lampa y Puno, 2018”. El objetivo principal es determinar las propiedades físicas de fibra de alpaca, centrándose en su finura, longitud y índice de comodidad en distintas zonas. Los métodos utilizados en este estudio son el método explicativo descriptivo, el método de diseño no experimental, el método causal y el método de generación de hipótesis. La muestra consta de 378 alpacas, utilizando un muestreo probabilístico estratificado, en este estudio, las provincias fueron consideradas como variables independientes, las características físicas de la fibra se consideraron como variables que dependen de otros factores. Los resultados mostraron que el promedio de finura fue de $17,52\mu\text{m}$, en Lampa un promedio de $17,09\mu\text{m}$ y en Puno alcanzando $18.11\mu\text{m}$. En cuanto al índice de confort, la media general fue de $97,32\%$, destacando que en Lampa se obtuvo un valor ligeramente superior de $97,37\%$ y para la provincia de Puno 97.27% .

2.2. MARCO TEÓRICO

2.3. Objetivos

Según la literatura de metodología de investigación, cada objetivo específico debe abordar un aspecto diferente del objetivo general. Utilizar el mismo verbo puede llevar a confusión sobre la naturaleza de cada objetivo y cómo contribuirán al tema en cuestión (Creswell, 2014) enfatiza la importancia de formular objetivos claros y diferenciados. Cada objetivo específico puede requerir un enfoque metodológico distinto (cuantitativo, cualitativo, etc.).

(Robson, 2011) sugieren que los diferentes verbos reflejan la diversidad metodológica y ayudan a establecer diferentes parámetros para el estudio.

La diferenciación de los verbos permite una evaluación más clara de los resultados. Según (Punch, 2006) el uso de varios verbos permite definir criterios de éxito más claros para cada objetivo, facilitando la evaluación de los resultados alcanzados. Uno de los autores reconocidos en el ámbito de la investigación y la metodología científica es David A. Sousa. En su libro "Research Design: A Handbook for Health and Social Science Researchers", Sousa menciona la importancia y variabilidad de los objetivos.

Aunque no se centra exclusivamente en el uso de verbos, plantea que la diversidad en la redacción de los objetivos puede enriquecer el enfoque de la investigación y proporcionar una mayor claridad sobre la dirección del estudio. Según el estilo (APA), una buena práctica es la redacción de objetivos "usar verbos de acción que describan claramente lo que se espera lograr en la investigación". Esto refuerza la idea de que una formulación precisa de los objetivos es crucial para guiar el desarrollo del estudio y asegurar que cada parte de la investigación esté alineada con las metas establecidas (APA, 2020).

Conceptualización de los objetivos:

- Analizar implica descomponer un todo en partes para entender su estructura, funciones o significado. Este proceso conlleva un examen detallado y crítico (Marconi y Lakatos, 2017), mencionan que analizar es un enfoque que se utiliza en todas las ciencias, mediante el cual se busca entender complejidades des individualizándolas en partes que son más fáciles de manejar.
- Identificar es el proceso de reconocer o establecer la identidad de un objeto o fenómeno. Esto incluye discernir las características, cualidades o elementos que permiten clasificarlos o distinguirlos de otros (Creswell, 2014), establece que identificar es fundamental para clasificar los datos relevantes y realiza una distinción precisa entre los elementos que forman parte del análisis.
- Examinar consiste en llevar a cabo una revisión minuciosa y crítica, con el objetivo de descubrir detalles, cualidades o características significativas de un objeto, situación o fenómeno (Kumar, 2019), define el examen como un enfoque que va más allá de la observación superficial y requiere un análisis crítico para llegar a conclusiones fundamentadas.

2.4. Propiedades textiles

Las fibras naturales son materiales obtenidos de fuentes orgánicas, como plantas, animales y minerales. Sus propiedades incluyen la transpirabilidad, la biodegradabilidad, la comodidad y la variabilidad en la resistencia y durabilidad, dependiendo de su origen. Estas características las hacen adecuadas para diversas aplicaciones en la industria textil (Gonzalez, 2015).

Entre sus propiedades destacan las siguientes:

- Higroscopicidad: Posee la habilidad de absorber y soltar humedad, lo que las hace cómodas de llevar en diversas condiciones climáticas, mayormente están en materiales de origen natural como la lana y algodón. (Gallissà, 2017).
- Transpirabilidad: Estas fibras permiten que el aire circule a través de ellas.
- Resistencia - durabilidad: Aunque las fibras naturales pueden no ser tan resistentes como algunas sintéticas, el lino y el yute, por ejemplo, son reconocidos por su resistencia y durabilidad (Armas *et al.*, 2016).
- Biodegradabilidad: Algunas fibras orgánicas eco-amigables, se descomponen naturalmente sin dejar residuos tóxicos, a diferencia de muchas fibras sintéticas.
- Confort y Suavidad: Materiales como la seda y la lana son valorados por su suavidad y confort al tacto, lo cual se transforma en alternativas frecuentes en prendas de vestir.

Al igual que otros materiales, las fibras textiles poseen una variedad de atributos y propiedades que las distinguen (Gallissà, 2017), estas particularidades pueden ser organizadas en diferentes grupos. Según diferentes autores y expertos en el campo textil, las propiedades textiles suelen clasificarse en diferentes categorías.

Según (Gallissà, 2017) las propiedades textiles pueden clasificarse en:

- Propiedad dimensional: Longitud, finura, sección transversal y densidad.
- Propiedades mecánicas: La resistencia, rigidez, elongación, elasticidad, flexibilidad, entre otros.
- Recuperación higroscópica, estabilidad dimensional, cantidad de humedad, liberación de aceites y otras propiedades absorbentes de líquidos.
- Propiedades térmicas: Conductividad, ablandamiento, inflamabilidad, desintegración, etc.

- Propiedades eléctricas: Resistencias, cargas electrostáticas, entre otros.
- Propiedades químicas: Capacidad de resistir ácidos, bases, agentes oxidantes y otros compuestos.

Según (Sinclair, 2015), las propiedades textiles pueden clasificarse en:

- Propiedades físicas: Incluyen la longitud, el diámetro, la tracción, la elasticidad, la maleabilidad, la densidad, entre otras.
- Propiedades químicas: Se refieren a la resistencia a agentes químicos, la resistencia a la abrasión, luz, al calor, entre otras.
- Propiedades de confort: Engloban la absorción de humedad, la transpirabilidad, la suavidad, la termorregulación, entre otras.

Según (Smith y Johnson, 2015), aborda propiedades físicas, químicas y mecánicas de fibras textiles naturales. Es probable que el artículo examine características específicas de fibras como algodón, lana, seda, entre otras, y cómo estas propiedades afectan su uso en la industria textil. Estas son solo algunas categorizaciones propuestas por diferentes escritores con respecto a las propiedades textiles en cuanto a las fibras. Cada autor puede tener su propia perspectiva y enfoque en la clasificación de estas propiedades.

2.4.1. Fibras naturales

Actualmente las fibras textiles, al igual que cualquier otro tipo de material, poseen una variedad de características y propiedades que las hacen únicas. Las características se clasifican en diferentes categorías. según un estudio de (Ramos, 2018), se clasifican de la siguiente manera:

- a) Características dimensionales: Incluyen longitud, finura, forma de la sección transversal y densidad.
- b) Características mecánicas, Abarcan la resistencia, la tenacidad, la elongación, el módulo de elasticidad.
- c) Características de absorción de líquidos, Se refieren a la capacidad de la fibra para retener y liberar humedad, así como a su transpirabilidad
- d) Características térmicas que abarcan conductividad, reblandecimiento, fusión, inflamabilidad y descomposición

- e) Características eléctricas como resistencia al paso de corriente y acumulación de carga estática.
- f) Características químicas relacionadas con la estructura molecular y la resistencia a ácidos, bases, agentes oxidantes, disolventes orgánicos.

A continuación, un resumen de las propiedades textiles de las fibras orgánicas, de origen animal, vegetal y junto con sus características.

Lana: Características: Suave, elástica, y aislante. Buena capacidad de absorción de humedad. Propiedades: Resistente al fuego, buena retención de calor (Smith, 2020).

Seda: Características: Suave, brillante, y lujosa. Tiene un buen drapeado. Propiedades: Alta resistencia, excelente absorción de humedad (Johnson, 2019).

Cachemira: Características: Muy suave, ligera, y cálida. Con un tacto suave al tacto. Propiedades: Aislante, resistente al pilling (Wilson, 2021).

Algodón: Características: Suave, transpirable, y absorbente. Fácil de teñir. Propiedades: Buena durabilidad, pero puede arrugarse fácilmente (Brown, 2018).

Lino: Características: Firme, fresco, y brillante. Se arruga con facilidad. Propiedades: Muy resistente y duradero, excelente absorción de humedad (Carter, 2022).

Yute: Características: Fibras gruesas y ásperas, biodegradable. Propiedades: Alta resistencia a la tensión, pero no tan suave como otras fibras (Green, 2020).

2.4.2. Calidad de las fibras textiles

La calidad de las fibras es un tema ampliamente discutido se puede evaluar en función de varios factores, incluyendo la finura, la resistencia, la elasticidad, el brillo, etc. A continuación, se muestran distintos niveles de calidad de las fibras textiles:

La definición de la calidad varía según la bibliografía, en relación con la fibra de alpaca, la calidad se asocia comúnmente a la finura de la fibra, que se define como la proporción entre la masa y la densidad lineal del material, en este sentido, una mayor masa implica una finura

superior. (Perales, 2017), fundamentalmente tener en cuenta que una mayor finura de la fibra contribuye a una finura superior de la fibra proporciona un mayor confort en la prenda. La finura de la fibra está estrechamente conectada con la MDF, que según (Inacal, 2023), la Norma Técnica Peruana numero 231.301:2014. Denominada fibra de alpaca clasificada define las especificaciones y criterios para la clasificación de la fibra de alpaca en Perú.

El propósito de esta normativa tiene como finalidad garantizar la calidad de la fibra y fomentar su utilización en el sector textil, además de establecer un estándar para su comercialización. Su clasificación está dada por 6 grupos que va desde menos 20 μ m hasta más de 31,5 μ m.

Las peculiaridades físicas analizadas hacen de la lana una materia prima destacada y determinan sus parámetros de calidad de venta (Martínez *et al.*, 2018), en este sentido, la calidad de la lana se evidencia en la finura de la lana, principalmente por el componente genético. Por tanto, las variaciones determinan en gran medida la técnica. La lana se clasifica según el grosor de sus fibras en varias categorías: superfina o fina < 20,9 μ m, intermedia desde 21 a 29,9 μ m, categoría gruesa de 30 a 36,9 μ m y por último mayormente gruesa > a 37 μ m, según (Gómez, 2017).

Según (INIA, 2004), las vicuñas poseen un diámetro reducido, el camélido más pequeño de todos, así como otras especies, presenta un diámetro medio que varía entre 12 μ m a 16 μ m. Sin embargo, su longitud es corta, ligeramente alcanzando los tres centímetros.

(Orduña, 2023), la seda natural producida por el gusano de seda, conocido como *Bombix Mori*, produce una fibra llamada fibroína que es la única fibra natural continua. Según (Gallissà *et al.*, 2017), la seda se distingue por su finura, que varía entre 10 a 13 μ m.

2.4.3. Araña

La araña de la especie (*Araneus diadematus*) descubierta por Carl Alexander Clerck en 1758, conocida comúnmente como la araña de jardín o araña de cruz, se trata de un tipo de araña que forma parte de la familia Araneidae. Se caracteriza por su cuerpo robusto y su distintivo patrón de cruz blanquecino en su abdomen. Su hábitat se encuentra generalmente en jardines, bosques, donde teje redes orbiculares. Es común en diversas partes de Europa y también ha sido registrada

en otras regiones, incluido Perú (Padilla y Hormiga, 2008). Sus características más sobresalientes son:

- **Cuerpo:** Los machos son de menor tamaño en relación a las hembras, que son más grandes, alcanzando longitudes de entre 8 a 18 mm, mientras que los machos miden generalmente entre 4 a 10 mm.
- **Coloración:** Su color puede variar desde amarillo claro hasta marrón, con dicho patrón de cruz en el abdomen.
- **Comportamiento:** Es una cazadora que, a través de su red, atrapa una variedad de insectos.
- **Importancia en el ecosistema:** *Araneus diadematus* tiene un papel esencial en la regulación de las poblaciones de insectos, ayudando a mantener la biodiversidad y el equilibrio del ecosistema en el que se encuentra (Levi, 1991).

El objeto de estudio es la seda de araña (*Araneus diadematus*) en esta investigación, también se las conoce comúnmente como araña de jardín, y primordialmente son sometidas a cargas de impacto. Dando valores de resistencia de 1,4 GPa y 30 por ciento de alargamiento (Baonza, 2004). Para funcionar correctamente se basan en una mezcla ideal de las propiedades mecánicas y sus componentes (redes de arrastre, viscosidad), les facilita la absorción de la energía de sus presas (Alencastre, 2016).



Figura 1: *Araneus diadematus* en su habitat natural.

La cantidad de producción de seda de araña depende de sus ciclos de vida y su etapa reproductiva (Narváez, 2023) en este sentido, en la fase reproductiva es posible observar ciertas especies de arañas en este sentido: sin embargo, hay otra especie de arácnido que inicia su fase reproductiva en la época de lluvias, abarcando aproximadamente desde junio hasta septiembre, extendiéndose hasta noviembre en ciertos casos (Narváez, 2023).

a) Clasificación Taxonomía

Tabla 1: *Taxonomía de la araña (Araneus diadematus)*

REINO:	Animalia
FILO:	Arthropoda
CLASE:	Arachnida
SUBORDEN:	Araneomorphae
FAMILIA:	Araneidae
GÉNERO:	Araneus
ESPECIE:	A. diadematus

FUENTE: Clerck (1759)

Actualmente, más de 40 000 especies de arañas han sido reconocidas, probablemente el número real sea aún mayor que ese (Rahmani *et al.*, 2014).

2.4.4. Seda de araña

Es una fibra proteínica que se compone principalmente de aminoácidos, glicina, alanina y serina. Se genera inicialmente en estado líquido y al salir del cuerpo de la araña, se solidifica (Londoño *et al.*, 2015). Existen 37.000 especies de arañas producen seda y, a diferencia de los gusanos de seda, su seda se diseña en varias declinaciones dependiendo de su utilización final.

De hecho, la araña como (*Aranea diadematus*) posee no uno sino siete tipos de glándulas de seda en la parte posterior del abdomen. Cada uno es responsable de la síntesis de un compuesto de seda específico, con diversas composiciones y estructuras químicas (Tokareva *et al.*, 2014), la síntesis de seda en estas glándulas es un proceso complejo. En la parte anterior de la glándula, la cola, las células epiteliales columnares secretan las proteínas de la fibroína (espidroína) de la

araña, las proteínas se agrupan en pequeñas micelas, que evitan su agregación antes de girar debido a las altas concentraciones glandulares. Luego, las micelas migran a la luz o conducto, un estrecho corredor en forma de S en el que se alargan (Eisoldt *et al.*, 2011).

Las proteínas se organizan gradualmente en regiones de láminas beta cristalinas y cadenas amorfas. Las fuerzas de elongación aplicadas sobre las proteínas también inducen la solidificación de la fibra, que está lista para ser hilada al final del conducto (Tokareva *et al.*, 2014). En las últimas etapas de la síntesis del polímero, las microfibras se secretan fuera del cuerpo mediante microtúbulos externos presentes en la hilera.

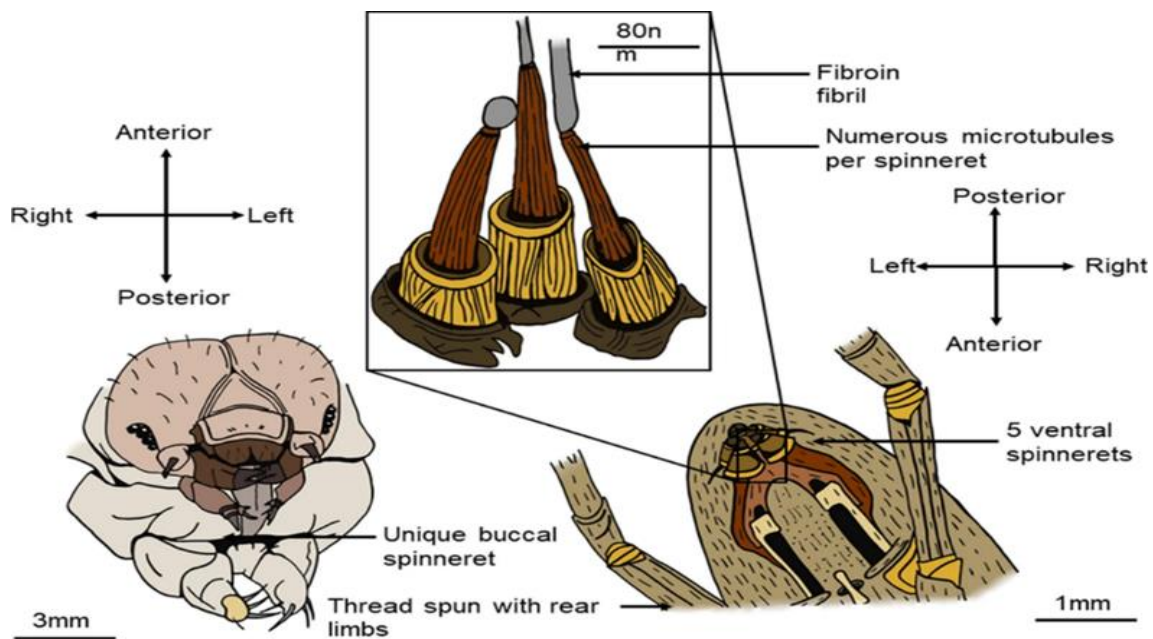


Figura 2: Fisiología de las hileras de la araña *Aránea diadematus*

FUENTE: Clémence (2021).

Las arañas han conseguido desarrollar la habilidad para elaborar diversos tipos de seda producidas con distintas funciones. Los arácnidos a pesar de que todos ellos generan al menos un tipo de seda, presentan una notable variedad en su producción, en particular, las hembras de ciertas especies cuentan con 7 tipos diferentes de glándulas sericígenas, las cuales fueron catalogadas y denominadas en 1889 según su morfología (HUB79) (Abarca, 2010).

Cada variedad de seda se produce en una glándula situada en el estómago y se diferencian por su estructura como por su composición de las fibras que crean.

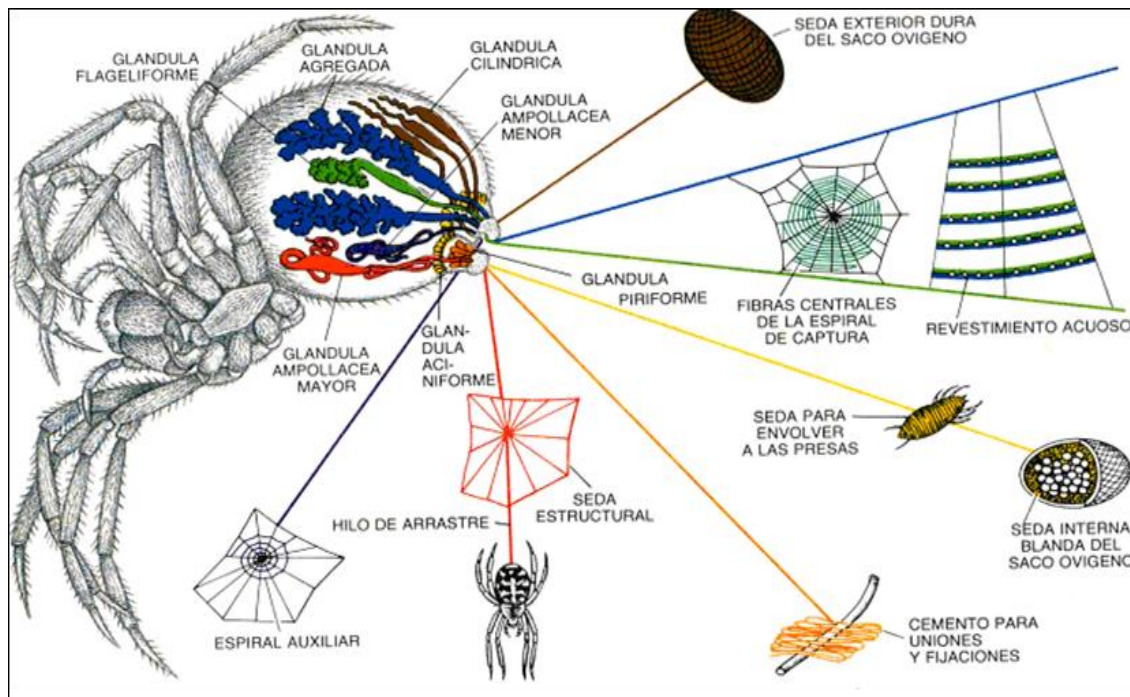


Figura 3: Los tipos de seda producidas por las arañas

FUENTE: Vollrath (2000)

Según (Babu, 2019), las glándulas que fabrican variados tipos de seda y sus usos son los siguientes:

- **Ampollácea o ampulacea mayor (SAM):** Tipo de seda dragalina que genera la seda responsable de construir la telaraña, marco y radios. Además, su seda se emplea como soporte para la araña, asegurándole su vinculación con la superficie en la que se mueve. También es la seda dragalina que utilizamos en el estudio al ser más larga y más resistente.
- **Ampollácea o ampulacea menor (SIM):** Tipo de seda espirales auxiliares que se genera de la seda utilizada como hilo auxiliar, a partir del cual se edifica la espiral de presa en la telaraña.
- **Piriforme (SPI):** Tipo de seda piriforme, glándula encargada de generar cemento de fijación, que vincula unas fibras con otras en la telaraña y esta con los componentes esenciales
- **Actiniforme (SACT):** Tipo de seda actiniforme, la araña elabora la seda que utiliza para envolver e inmovilizar a sus presas.

- **Tubuliforme (SCI):** Tipo de seda tubuliforme, provoca la seda que la araña utiliza para crear la ooteca que resguardará los huevos.
- **Agregada (SAG):** Tipo de seda agregada, la glandula responsable de generar el recubrimiento pegajoso en el hilo flageliforme de la telaraña es esencial para su funcionamiento. La mezcla del núcleo de seda flageliforme con el recubrimiento adhesivo de la glándula agregada se llama comúnmente hilo víscido.
- **Flageliforme (SFLAG):** Tipo de seda flageliforme o espirales de captura, se genera en esta glándula y forma las fibras que constituyen la espiral de la tela de captura.

Entre todas las sedas que producen las arañas, la seda más resistente proviene de la glándula ampollácea mayor (SAM). Las excepcionales propiedades de esta seda son fundamentales para su función estructural en la construcción de telarañas y como hilo de seguridad durante el desplazamiento de la araña (Babu, 2019). Para desempeñar con estas funciones, el hilo combina de manera efectiva una alta resistencia mecánica con una notable capacidad de deformación antes de llegar a romperse, esto la convierte en el tipo de seda más estudiado y el que se menciona con mayor frecuencia al referirse a la seda de araña.

2.4.5. Componentes de la seda de araña

En los artrópodos existen varias familias moleculares de proteínas de la seda. La fibroína, presente en todas las sedas, es la proteína central de la fibra. Está compuesto por aminoácidos dispuestos en láminas beta (dominios cristalinos unidos por enlaces di sulfúricos). Dos tercios de la proteína son cristalinos, el resto es amorfo, lo que permite la creación de enlaces de hidrógeno entre los aminoácidos (Wade, 2015).

La resistencia de la seda como biomaterial se origina en la deformación elástica de las láminas beta bajo tracción, los enlaces di sulfúricos mantienen la cadena fuerte, mientras que los enlaces de hidrógeno de las cadenas amorfas se desatan y se reforman después de la deformación (Liu *et al.*, 2017). En las arañas, el núcleo de fibroína no está recubierto de sericina, sino de tres capas. La primera capa es una piel que envuelve las nano fibrillas de fibroína, rematada por glicoproteínas y una capa final de lípidos. Este conjunto proporciona a la seda sus propiedades antibacterianas y antifúngicas (Römer *et al.*, 2008).

En la imagen 4, es posible observar las estructuras tridimensionales en la fibra de seda de *Bombyx mori* (izquierda) y de *Aranea diadematus* (derecha). La fibra del gusano de seda varía entre 10 y 20 μm , la draga de la araña entre 3 y 5 μm . A diferencia de la seda del gusano de seda, la dragalina de las arañas no contiene sericina, pero la capa de glicoproteínas protege de infecciones bacterianas y fúngicas (Doblhofer *et al.*, 2015).

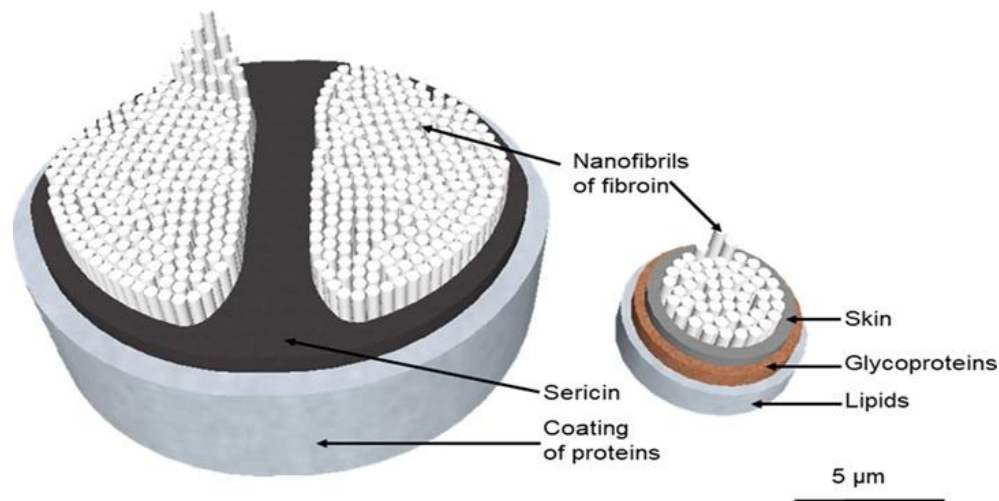


Figura 4: Estructuras tridimensionales de la fibra de seda de *Aranea diadematus*

FUENTE: Belbéoch (2021)

2.4.6. Propiedades físicas de la fibra

Las fibras naturales son materiales fundamentales en la industria textil, y sus propiedades físicas son cruciales para determinar su calidad y aplicación. Una buena fibra textil debe poseer una combinación adecuada de finura, medulación, secciones transversales favorables y características de clasificación que aseguren su rendimiento en aplicaciones específicas. Fibras conocidas naturales (algodón, lana y lino) son ejemplos típicos que se emplean extensamente en el sector industrial, gracias a sus propiedades físicas favorables (Taylor, 1990).

“La evaluación de las propiedades físicas es esencial para determinar la calidad de las fibras naturales y su idoneidad para aplicaciones específicas en la industria textil” (González, 2017). La estructura: Las fibras naturales cuentan una estructura única, puede clasificarse en tres partes: cutícula, corteza y médula. Esto influye en su reactividad y características físicas (Jones S. , 2002).

- Densidad y humedad: La densidad de las fibras afecta su comportamiento en diversas condiciones, especialmente en humedad, que puede cambiar las propiedades mecánicas y físicas (caso del alargamiento y contracción) (Jones, 2002).
- La finura se refiere al grosor de la fibra. Este factor es uno de los más relevantes a considerar en cuanto a la finura es una dimensión morfológica. Los indicadores de calidad más importantes de la fibra (Instrument, 2023). Las unidades son las micras (μm) milésima de milímetro.

Para las fibras sus dos propiedades físicas más importantes son la longitud y la finura. En lo que respecta a la lana, la finura es sin duda la propiedad más relevante (Casacuberta, 1972). Por otro lado, la importancia de la finura de las fibras, especialmente la finura de la lana.

Entre las propiedades intrínsecas del material, se prefiere la lana más fina porque se notan más el brillo, su suavidad, capacidad de fieltro, entre otras). Sin embargo, se ignoran algunas propiedades de la fibra que tienen un efecto decisivo en su capacidad de hilatura, como las propiedades superficiales de la fibra, la rigidez o flexibilidad, la plasticidad o flexibilidad del volumen, la longitud y la distribución de finura de la fibra, etc. Para determinar una buena fibra textil, se consideran varios factores como la longitud de las fibras, uniformidad, tenacidad, resistencia a la humedad y la capacidad de teñirse. Estas características son esenciales para la durabilidad y comportamiento del material en procesos de fabricación (González, 2017).

Una buena fibra textil se clasificará según:

- Origen: Fibra animal y vegetal que provienen de los pelos (lana, seda), secreciones, plantas (lino, algodón) y minerales (como el amianto).
- Estructura: Fibras largas (celulósicas como el lino) y cortas (como el algodón).
- Aplicación: Textiles de uso diario, ropa de lujo, industria, etc.

Las propiedades físicas de las fibras naturales incluyen características observables que afectan su comportamiento en el uso textil. Estas propiedades son fundamentales para entender cómo se comportará una fibra en diversas condiciones.

Longitud y diámetro: Influyen directamente en la textura, el acabado y la resistencia del tejido. Por ejemplo, las fibras de algodón suelen tener longitudes que varían entre 15 y 60 mm, mientras

que la lana puede variar de 30 a 300 mm. Según Hurst, “fibras más largas tienden a producir hilos más resistentes, esto es vital para los objetos que necesitan durabilidad” (Hurst, 2018).

Densidad: La densidad de las fibras determina el peso de los tejidos confeccionados con dichas fibras. Fibras como el algodón tienen una densidad de aproximadamente 1.54 g/cm³, mientras que la seda tiene una densidad de cerca de 1.25 g/cm³, lo que influye en la sensación de ligereza y la caída de la prenda (Ghosh, 2020).

2.4.7. Finura

La finura de una fibra se relaciona con su diámetro, se considera que una fibra es muy fina cuando su diámetro es bastante reducido, estas fibras delgadas aportan suavidad, comodidad y una sensación agradable al tacto en las telas. La finura, diámetro de las fibras se expresa en micras (μ). Según (Gallissà, 2017), la calidad de las fibras influye en su valor en el mercado, lo que hace que una descripción exacta de la finura de las fibras textiles sea vital tanto desde un enfoque técnico como económico.

“Cualquier tipo de fibra, sus dos características físicas más importantes son la longitud y la finura” (Casacuberta, 1972), por otra parte, la importancia de la finura de las fibras en general se clasifica en las siguientes características:

- a) Su hilabilidad o capacidad para obtener un hilo de máxima finura posible.
- b) La suavidad del hilo, esta suavidad depende no sólo de la suavidad inherente o inherente a la fibra, sino que también se ve afectada por el proceso mediante el cual se obtiene. (Bustamante, 2020).

2.4.8. Medulación

La calidad de las fibras, si bien está principalmente determinada por la finura de la fibra, también está influenciada por la cantidad y el porcentaje de modulación (McGregor, 2006), estos factores son cruciales, ya que afectan su aplicación en la industria y a su vez impactan en la calidad de las fibras y tejidos, así como la apariencia y eficiencia en el uso (McGregor, 2018).

Las fibras con medula especialmente aquellas que presentan defectos, son vistas como un problema en el ámbito textil que causa un impacto en las propiedades de teñido de los tejidos, esto se debe a que las bolsas de aire en la médula generan un aspecto claro en comparación con las demás fibras, lo que afecta la forma en que la luz interactúa con la fibra, no solo por la capacidad de absorción del tinte, sino también por difracción causada por la queratina en la fibra (McGregor, 2011). En cuanto a la clasificación de fibras meduladas, puede realizarse según forma y estructura, así como en función del diámetro de la fibra, categorizándolas de diversas maneras:

- **No médulanada:** Se caracteriza la fibra, se observa que tiene un contorno particular, sin huecos ni cavidades, la fibra no tiene un núcleo visible, esto suele ocurrir en muestras de fibra muy finas (Frank, 2007).
- **Medula fragmentada:** Se pueden observar diminutas porciones fragmentada oscuras al medio de la corteza de las fibras, principalmente en fibras más grandes y menor frecuencia en las más delgadas.
- **Medula discontinua:** Generalmente, se observa que el espacio oscuro dentro de la fibra presenta un patrón en serie o multiseriado y es de menor grosor, este tipo de medula es frecuente en el pelo de los camélidos.
- **Medula continua:** Se distingue por tener una apariencia tubular oscura en el centro de la fibra, siendo más gruesa que la médula discontinua, el tipo de médula se presenta en fibras más gruesas como en de los camélidos, ovejas y cabras (McGregor, 2018).
- **Fuertemente medulada:** la medulación tiene una forma reticulada, que es típico de las fibras de mayor grosor.

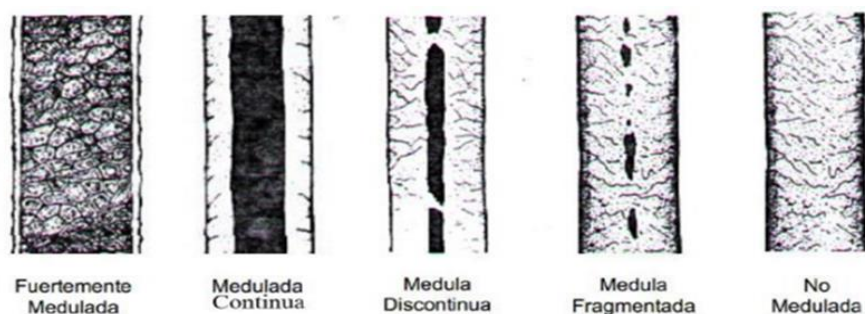


Figura 5: Clasificación del tipo de medula de las fibras

FUENTE: McGregor (2018).

2.4.9. Longitud

A partir del principio fundamental la fibra textil se refiere a la colección de filamentos o hebras que se pueden emplear en la producción de hilos, complementado la fibra constituye la base fundamental para la creación de todos los tipos de textiles, esta debe tener la característica de que su longitud sea considerablemente mayor que su diámetro (Chávez *et al.*, 2023). Nos referimos a fibras cortas, fibras largas y filamentos. Existen fibras tanto orgánicas como inorgánicas. Fuentes animales, vegetales y sintéticas.

Se puede apreciar la diversidad de fibras y propiedades que poseemos, sin embargo, no podemos pasar por alto que la propiedad más importante que debe poseer es su relación entre su longitud, diámetro o ancho. El cual es requerimiento básico para diferenciar entre una fibra y otra, porque el material del que se ha fabricado una fibra no establece su naturaleza como textil, porque podemos hallar perfectamente en textiles o en aplicaciones industriales, los encontramos en polímeros dúctiles. Se pueden encontrar hilos en forma de textiles. (Concaltex, 2008).

La longitud de seda de araña puede alcanzar a más de 70 km de longitud sin romperse y tiene la capacidad de dilatar hasta un 30 a 40% más allá de su longitud original sin quebrarse (Miranda, 2015).

2.4.10. Factor confort y factor picazón

El factor de confort indica el porcentaje de fibras común diámetro inferior a 30 μ m (Frank *et al.*, 2006), el factor de picazón se puede evaluar el porcentaje de fibras que superan las 30 micras, lo que se traduce en el nivel de picazón que pueden provocar. Si el contenido de fibras con un diámetro superior a 30 μ m es superior al 5%, el tejido resultante no será cómodo, ya que puede generar una sensación áspera y provocar picazón en la piel (Yamin *et al.*, 1999).

Por otro lado, el confort no es un aspecto técnico de las fibras, además se vincula en su percepción y la sensación de confort generada en la piel de los consumidores, el confort está determinado por varios factores que abarcan diferentes, aspectos psicológicas, orgánicas y físicas con los seres vivos y su entorno (Stoffberg *et al.*, 2015).

2.4.11. Propiedades mecánicas

“Propiedades mecánicas, en diversas fibras textiles naturales tienen estas cualidades, como el algodón, yute, cáñamo, lana y seda. La evaluación de la estructura molecular, la composición química de las fibras tiene un papel fundamental en la determinación de sus propiedades mecánicas de resistencia a la tracción y la elongación. Además, es importante considerar las fibras naturales en comparación con fibras sintéticas, enfatizando el potencial de estos materiales para aplicaciones en sectores como la moda, la construcción y la ingeniería de materiales” (Martinez, 2023).

Algunas de las propiedades mecánicas se describen de acuerdo a diferentes conceptos como:

- **Resistencia a la tracción:** Describe la habilidad de las fibras textiles para resistir la tracción, además su habilidad para aguantar las fuerzas sin sufrir rupturas. Por ejemplo, tanto el algodón como el lino presentan una gran resistencia cuando están en condiciones secas, pero su resistencia se reduce en condiciones húmedas. (Duncan *et al.*, 1999), la resistencia varía entre los diferentes tipos de fibras, lo cual depende del proceso de hilado y tejido.
- **Elasticidad y recuperación:** La elasticidad se define como la capacidad de una fibra textil para recuperar su forma original después de haber sido estirada. La lana, por ejemplo, posee excelentes propiedades elásticas, lo que la hace adecuada para prendas que requieren ajuste y forma. En contraste, el algodón tiene menor elasticidad (Kothari, 2010).
- **Dureza y plegabilidad:** La dureza se refiere a la resistencia de la fibra a ser comprimida o arrugada. Fibras como el sisal son más rígidas, mientras que el algodón y la lana presentan más flexibilidad. (Friedman, 1997) discute cómo estas propiedades afectan las aplicaciones de las telas en textiles.
- **Tenacidad:** La cantidad de fuerza que puede soportar una fibra antes de romperse. Este aspecto es fundamental para el uso en productos que requieren una gran resistencia a la ruptura (McGinity, 1990).

- **Comportamiento bajo tensión:** Se refiere a cómo una fibra se comporta cuando se somete a carga. Este comportamiento puede ser estudiado a través de ensayos mecánicos (Hearle *et al.*, 2004).

2.4.12. Propiedades mecánicas de la seda de araña

Como se menciona anteriormente, la seda actiniforme – ampollácea mayor es un material de gran interés, puesto que su papel biológico demanda una combinación de mayor resistencia y gran capacidad de deformación. Sin embargo, una determinación exacta de sus propiedades mecánicas se ha conseguido solo en tiempos recientes, principalmente debido a la dificultad de medir pequeñas secciones de las fibras (Abarca, 2010). Esta caracterización ha corroborado las nociones previamente establecidas acerca de las singulares propiedades de este material.

La tabla 2 detalladamente las características de la seda dragalina generada por la glándula ampulada mayor y del hilo espiral producida por la glándula flageliforme de la araña (*Aranea diadematus*) (Belbéoch *et al.*, 2021)

Tabla 2: Composición y estructura de los tipos de seda de la araña

Característica de la seda	Tipo de seda		Referencias
Peso molecular (kDa)	Fibroína (espidroína)	Hasta 350	(Ayoub y otros, 2007)
Composición en aminoácidos principales	Dragalina	Glicerina, alanina, prolina, ácido glutámico, serina	(SO, 1970)
	Núcleo de la estructura de las fibrillas.	Simple	(Eisoldt y otros, 2011)
Estructura de la fibra	Diámetro de hilo Dragalina	3 a 5 micras 1.1 a 1.2	

<<continuación>>

Resistencia máxima a la tracción de la fibra de seda (GPa)	Hilo en espiral	0,3	
Deformación en rotura (%)	Dragalina	20 a 27	(Rigueiro y otros, 2000); (Eisoldt y otros, 2011)
	Hilo en espiral	270	
Rigidez (GPa)	Dragalina	10	
	Hilo en espiral	0.003	
Dureza (MJ.m ⁻³)	Dragalina	180	
	Hilo en espiral	150	
Densidad (g.cm ⁻³)	Dragalina	1.3	(Römer & Scheibel, 2008)
	Hilo en espiral	1.3	

FUENTE: Belbéoch (2021)

2.4.13. Resistencia de la seda de araña

a) Resistencia a la tracción

La resistencia a la tracción se define como la habilidad de un material para soportar fuerzas que buscan estirarlo, sin que ocurra su ruptura. Este valor se determina como la carga máxima que un material puede aguantar antes de que ocurra una falla y se expresa en unidades de presión pascales (Pa) o megapascales (MPa). La resistencia del material cambia de forma cuando se le aplica fuerza antes de romperse. Aunque los materiales inventados son más fuertes y duraderos que los naturales, los naturales pueden doblarse y estirarse mejor (Sanchez *et.al.*, 2019).

b) Elongación

Se trata de la máxima extensión que puede alcanzar un material antes de romperse y se expresa como un porcentaje de su longitud original, también se puede entender como alargamiento (Sanchez, 2014). La seda es una fibra muy resistente que viene de la naturaleza y tiene propiedades increíbles. Es ligera, difícil de ver, muy elástica, fuerte y, además, se puede descomponer fácilmente.

La seda del arácnido es de las fibras más resistentes que existen en el entorno natural. Por su ligereza, puede reemplazar a materiales avanzados como kevlar o carbón en la fabricación de hilos. Su resistencia y capacidad para estirarse lo hacen muy popular en la industria.

Es utilizada en el sector aeronáutico, textil y médico, hay muchas formas en las que se puede utilizar este material increíble (Maximilians, 2018). Actualmente, se puede hacer seda de la araña en laboratorio que tengan características parecidas a la original, pero todavía falta descubrir cuáles son las estructuras en nivel molecular que dan esas propiedades a la seda (Zapata, 2015).

2.4.14. Propiedades químicas

En cuanto a las propiedades químicas de las fibras naturales, estas tienen un aspecto decisivo para entender su comportamiento en diversas circunstancias de uso y procesamiento, ya que influye en su procesamiento, diseño y aplicación final (Cook, 1984). Aquí hay algunos puntos clave: Interacción de las fibras con productos químicos (detergentes, blanqueadores, colorantes), resistencia a la degradación química, alteraciones que sufren las fibras en distintos ambientes (humedad, temperatura).

- Composición química: Las fibras están formadas por polímeros naturales como la celulosa en las fibras vegetales o la proteína en las fibras animales, cada uno de los cuales contribuye a sus propiedades específicas (Faure, 2007). Las fibras naturales están formadas por moléculas orgánicas; por ejemplo, el algodón está compuesto esencialmente de celulosa, mientras que la lana contiene una alta proporción de queratina. Esta composición influye en su reactividad a productos químicos. (Harris, 1999) ofrece un análisis sobre cómo esta composición afecta el teñido y el acabado de las fibras.
- Reactividad química: Las fibras naturales pueden reaccionar de diversas maneras a productos químicos, lo que puede afectar su durabilidad y apariencia (Faure, 2007). La celulosa en el algodón puede reaccionar con ciertos agentes químicos, lo que afecta su tintura y tratamiento. Por otro lado, las proteínas en la lana pueden ser más sensibles a condiciones extremas de pH o temperatura, lo que puede llevar a la degradación de la fibra si no se manejan adecuadamente (Cook, 1984).
- La resistencia de las fibras naturales a ácidos, álcalis y microorganismos define su durabilidad y uso. Algunas fibras son más susceptibles a la degradación química, como la seda que puede ser dañada por la exposición a detergentes agresivos. (Cunniff et al.,

1995) analizan la resistencia química de varias fibras y cómo manejar estas propiedades en el procesamiento textil.

- Humedad y absorción: Las propiedades higroscópicas textiles son necesarios y relevantes, además la capacidad para absorber humedad influye en su comportamiento en diferentes climas (Cook, 1984).
- Humedad: La capacidad de absorción de humedad es crucial para el confort del usuario. Las fibras naturales como el algodón, tienen la capacidad de absorber entre el 8y el 10% de humedad de su peso, lo que les otorga propiedades transpirables (Deo, 2017). Este aspecto es vital en climas cálidos donde la absorción y liberación de la humedad se relacionan directamente con la comodidad.
- Resistencia a sustancias químicas: Las fibras naturales tienen diferentes grados de resistencia a los productos químicos. Por ejemplo, la celulosa, que es el principal componente del algodón, es vulnerable a bases fuertes, mientras que la lana, compuesta principalmente por queratina, es más resistente a detergentes (Khan, 2018).
- Reactividad con colorantes: Las fibras naturales tienen propiedades específicas de tintura; el algodón, por ejemplo, se tiñe fácilmente debido a su composición química, mientras que la seda requiere colorantes ácidos para lograr una coloración efectiva (Kumar et al., 2020). La reacción de las fibras naturales a los colorantes es un área de estudio crítica. Las diferencias en la química de la fibra dictan cómo absorben los colorantes, afectando el resultado final de la prenda. (Snyder et al., 1997) discuten en detalle las interacciones entre fibras y colorantes, y los métodos para optimizar el teñido.
- Comportamiento ante el fuego: Las propiedades de inflamabilidad son también de interés en el sector textil. El algodón es una de las fibras más inflamables comparadas con otras como la lana, que tiene propiedades auto extingüibles debido a su contenido de nitrógeno (Choudhury, 2019).
- Influencia de la estructura: La estructura molecular y la disposición de las cadenas de polímeros en las fibras naturales también afectan sus propiedades químicas.

2.4.15. Propiedades físico-químicas

Las características físico-químicos en fibras textiles son determinantes en su funcionalidad y aplicación. Un entendimiento profundo de estos aspectos permite optimizar el uso de diferentes

tipos de fibras, alineando las características en cada fibra con las necesidades específicas del consumidor y del mercado (Hearle y McKenzie, 2009).

- **Humedad:** Las fibras naturales presentan una notable capacidad para absorber y conservar la humedad del entorno, lo que las convierte en materiales adecuados para la confección de ropa, especialmente en climas cálidos, ya que favorecen la transpirabilidad y el confort (Tull, 2015).
- **Comportamiento térmico:** Las características térmicas de las fibras naturales les permiten regular eficientemente la temperatura del cuerpo; fibras como el algodón y la lana son particularmente apreciadas por su capacidad para proporcionar aislamiento y confort en prendas de vestir (Jones, 2020).
- **Biodegradabilidad:** En contraste frente a las fibras artificiales, las naturales poseen la ventaja de ser biodegradables, lo que les permite descomponerse más rápidamente y de manera eficiente, contribuyendo a un menor impacto ambiental (Lopez., 2019).

2.4.16. Absorción de la humedad

Comodidad y regulación de temperatura: Las fibras son capaces de absorber y liberar humedad es esencial para el confort del usuario. Según (Vaughn, 2024) y (Gallissà, 2017), la absorción de humedad permite a las fibras naturales, como la fibra vegetal el algodón, mantengan una temperatura corporal más constante al absorber el sudor y facilitar su evaporación, lo que es crucial en climas cálidos o durante actividades físicas. Esta propiedad es particularmente relevante al considerar aplicaciones en vestimenta deportiva o diaria, donde la comodidad es clave.

- **Durabilidad y estabilidad:** La absorción de humedad también determina la durabilidad de las fibras. Las condiciones de alta humedad pueden afectar la integridad estructural de las fibras naturales, desencadenando reacciones químicas que podrían debilitar la fibra con el tiempo. (Baonza, 2004) indica que la estabilización de la humedad es fundamental para mantener las características mecánicas, puede verse comprometida si se expone a condiciones extremas de humedad.
- **Características físico-químico:** La absorción de humedad se relaciona con las estructuras de las moléculas sobre las fibras. La seda de los arácnidos, por su naturaleza proteica, tiene enlaces hidrógenos capaces de formar interacciones significativas con el agua.

(Andersson *et al.*, 2017) explican que esta característica no solo afecta la reactividad química de la fibra,

- sino que también impacta en su proceso de tintura y finalización, lo cual es fundamental para el desarrollo de textiles y su estética final.

Similar que otras materias primas polímeros que contienen grupos polares, en el caso de la seda es hidrosopio, puede absorber el agua que hay alrededor, las moléculas del líquido H_2O logran quedar atrapadas entre las cadenas de proteínas, creando nuevos puentes de hidrogeno y rompiendo los que ya existen, lo cual actúa como plastificante para las regiones amorfas del material” (Baonza, 2004), cuando la seda está en un ambiente con una humedad relativa mayor del 60 por ciento o entra en contacto con el agua, aumenta en diámetro y acorta su longitud hasta un 50 por ciento. Resulta que, en la seda hidratada, las regiones microcristalinas y parcialmente ordenadas de la seda seca permanecen intactas (Baonza, 2003).

2.5. NORMAS TÉCNICAS PERUANAS (NTP)

Las Normas Técnicas Peruanas son documentos que definen los estándares de calidad para algunos productos, procesos, entre otros. Además, hay procedimientos normalizados de trabajo (PNT) que abordan aspectos como la terminología, los métodos de prueba, el muestreo, así como el embalaje y etiquetado, los cuales se complementan entre sí.

Según el sistema normalización peruano administrado por el INDECOPI, el PNT fue desarrollado con asistencia del comité técnico de normalización, la colaboración de los sectores que participan en las actividades de normalización: fabricantes, comerciantes, consumidores y personal técnico calificado. El Comité Técnico de Normalización elabora el borrador del PNT y lo presenta al INDECOPI para su aprobación (Midagri, 2024).

2.5.1. NTP 231 301: 2014 Fibra de alpaca clasificada

El proceso, separación y selección de fibras en función del rango en finura, longitud y color que establecen la calidad. Las particularidades físicas y técnicas en la fibra, incluyendo su textura, coloración, finura y todas las propiedades que la distinguen. Los estándares de categorización el establecimiento de las medidas, se emplean para clasificar la fibra de alpaca, como el

diámetro, la longitud, la uniformidad y color. (INACAL, 2014) proporciona una guía detallada para categorizar las fibras de alpacas, asegurando una calidad que beneficia tanto a productores como a consumidores en el mercado textil.

Tabla 3: Definiciones, clasificación de la fibra de alpaca

Grupo de calidades	Rango de finura en micrones	Longitud mínima de mecha mm	Humedad % máxima	Solidos minerales % máxima.	Grasa % máxima.
Alpaca Súper Baby	≤ a 20	65	8	6	4
A. Baby	20,1 a 23	65	8	6	4
A. Fleece	23,1 a 26,5	70	8	6	4
A, Medium Fleece	26,6 a 29	70	8	6	4
A. Huarizo	29,1 a 31.5	70	8	6	4
A. Gruesa	Mas de 31,5	70	8	6	4
A. Corta	-----	20 a 50	8	6	4

FUENTE: INACAL (2014)

2.5.2. NTP 231.100; 1980 Determinación de la humedad

La Normativa Técnica Peruana dispone las instrucciones para evaluar la humedad y la capacidad de los materiales textiles para recuperar la humedad de textiles (INACAL, 2022). El resumen de lo que trata esta norma incluye: Establece qué se entiende por contenido de humedad y su importancia en diversas aplicaciones.

Describe diferentes métodos para la medición de humedad, que pueden incluir técnicas gravimétricas, espectroscópicas (INACAL, 2022), y otras. Se detallan las condiciones necesarias para la preparación de muestras y el procedimiento experimental a seguir.

Indica los equipos y materiales que se deben utilizar para realizar las mediciones de forma adecuad. Menciona los criterios que deben cumplirse para que los resultados sean considerados

válidos, incluyendo controles de calidad y calibración de equipos (INACAL, 2022). Esta norma es esencial para profesionales que requieren mediciones precisas de humedad en sus procesos, garantizando calidad y conformidad con las especificaciones necesarias.

2.6. MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR ASTM D2256

- Propiedades de tracción

La norma ASTM D2256 establece un procedimiento para evaluar las propiedades de tracción de hilos, cables y monofilamento (multi), excepto aquellos que se expanden un 0,05% cuando la tensión varía de 1 a 5 cN/tex (Eurolab, 2024). Esta técnica de ensayo se centra en la evaluación de la resistencia de rotura y el estiramiento de los hilos y contiene instrucciones que calculan la resistencia de fractura, el módulo del haz y la resistencia a la tracción. Muestras representativas de prueba pueden presentarse en tres configuraciones: (A) recta, (B) atada y (C) en forma de anillo.

Las pruebas deben realizarse bajo condiciones controladas, que pueden incluir ambientes con aire acondicionado, diferentes niveles de humedad, inmersión, secado, así como variaciones de alta y baja temperatura. Es importante tener en cuenta que esta norma no aborda todos los aspectos de seguridad que puedan surgir en el uso de hilos de ciertas fibras (Eurolab, 2024).

CAPÍTULO III

MATERIALES Y METODOS

3.1. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN

La presente investigación es de tipo básico ya que explora el entendimiento de la realidad que ocurre en la naturaleza, con el objetivo de aportar a una sociedad en constante desarrollo, además de responder a los desafíos humanos (Daniela, 2020), debido a que se recogerá y analizará los datos cuantitativos sobre la variable.

Nivel descriptivo, busca identificar y estudiar las propiedades y características más significativas de los elementos en estudio. De igual manera (Alban *et al.*, 2020), se define como un estudio descriptivo, que eligen diversos temas y se evalúan de manera independiente, lo que permite ofrecer una descripción detallada de los aspectos investigados.

3.2. DISEÑO Y MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

El diseño no experimental, lo que significa que no se modifican intencionadamente las variables. En este enfoque, observamos los fenómenos en su contexto natural (variable independiente) y posteriormente procedemos a analizarlos.

De acuerdo con (Sampieri *et al.*, 2014), un diseño no experimental de carácter transversal se caracteriza por su enfoque descriptivo, el cual busca explorar la frecuencia y los valores de una o más variables en un momento determinado, dentro de un marco cuantitativo.

En tal sentido este estudio es de diseño transversal descriptiva, lo que nos ayuda a identificar la responsabilidad de la confianza de tales diseños recae principalmente en este trabajo de investigación.

Esquema de diseño descriptivo simple es:



Donde:

M: seda de araña

O: Propiedades textiles químicas, mecánicas, físicas

- **Variables**

Variable Independiente: seda de araña

- **Dimensiones**

- Propiedades físicas
- Propiedades mecánicas
- Propiedades químicas

Para llevar a cabo este estudio, se aplicó el método hipotético – deductivo, que se centra en un contexto específico, hecho o fenómeno que, debido a sus particularidades y relevancia, despierta el interés del investigador.

3.3. LUGAR DE EJECUCIÓN



Figura 6: Ubicación y geografía del distrito de Juliaca

FUENTE: Aroni (2020)

La ejecución de la recolección de muestras de la seda de araña se realizó en la ciudad de Juliaca.

Juliaca es reconocida por su actividad comercial y hoy es una de las áreas con mayor desarrollo económico en Perú. El distrito de Juliaca está ubicado a $15^{\circ}30'09''$ S y $70^{\circ}08'00''$ O del meridiano de Greenwich, este distrito se encuentra a una altitud promedio 3,824 m.s.n.m. y forma parte de la puna húmeda (Aroni, 2020).



Figura 7: Ubicación del laboratorio de Ingeniería Textil y de Confecciones - UNAJ

Ubicado en el distrito de San Miguel y situada en la facultad de Ingenierías IT y C - UNAJ, se encuentra en la sede Ayabaca. coordenadas $15^{\circ}28'43''S$ $70^{\circ}07'27''O$ (UNAJ, 2024).

3.4. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.4.1. Población

El estudio está conformado por la totalidad (población infinita), muestra tomada de los 3 cementerios de la ciudad de Juliaca, Gloria eterna, Escuri y la Capilla de seda de araña (*Araneus diadematus*), estos cementerios han sido elegidos porque, en comparación con otros lugares, presentan una mayor abundancia de seda de arañas. Ya que los cementerios seleccionados, al tener menos mantenimiento, contienen más hábitats naturales y refugios para las arañas, esto incluye elementos como tumbas cubiertas de vegetación, lápidas en ruinas o estructuras antiguas, que proporcionan un entorno favorable para la colonización de arañas, que suelen preferir ambientes abandonados o menos perturbados para tejer su tela considerando así elementos como la vegetación.

La presencia de restos orgánicos y la cantidad de espacios oscuros y húmedos que favorecen la vida arácnida, además influye el entorno con una adecuada circulación de aire puede ayudar a la araña a producir una seda más resistente. En cambio, los cementerios que reciben un mantenimiento constante pueden tener menos áreas adecuadas para que las arañas se establezcan y facilitar la creación de telarañas de tamaño considerable, como las que se requieren para esta investigación. Para las cuales se consideró basándonos en un criterio de selección.

Criterio de selección

a. Criterios de inclusión

- Araña (*Araneus diadematus*)
- seda de araña con una longitud larga (mayores a 50 cm,)
- Hilo de seguridad de la tela de araña (*Araneus diadematus*) conocida comúnmente como la araña de jardín o araña de cruz.
- Seda de araña de un grosor adecuado (**elegido por el investigador**)
- Telas de araña en campo abierto (cruces, pajas, plantas, nichos)
- En los tres cementerios la especie de tela es la misma

b. Criterios de exclusión

- No será parte de estudio la estructura central de la tela de araña.
- No se consideran las telas de araña de longitud corta
- No se consideran las telas de araña existentes en paredes, techos, etc.
- No se considera el sexo de las arañas.

3.4.2. Muestra

a) Tipo de muestreo

El muestreo no probabilístico se refiere a un método en el que la elección de los elementos no tiene como base las probabilidades, en cambio en los factores vinculados con las características o objetivos del estudio. A diferencia de un enfoque mecánico que utiliza fórmulas de probabilidad, este tipo de muestreo se guía por las decisiones del investigador o del equipo de investigación (Sampieri, 2014).

Las muestras elegidas responden a otros criterios relacionados con el estudio en cuestión. La decisión de utilizar un muestreo probabilístico y no probabilístico está determinada de cómo esté planteado el estudio, del diseño de la investigación y los resultados que se esperan obtener (Sampieri, 2014).

b) Tamaño de la muestra

Cuando no se tiene claro cuántos individuos hay en una población, es fundamental calcular cuántas muestras se necesitan para establecer un tamaño de muestra adecuado, se puede aplicar

una fórmula que considera ciertos parámetros, se consideró la siguiente fórmula (población desconocida (infinita)) - variable cuantitativa.

$$n = \frac{Z_{\alpha}^2 \times p \times q}{e^2}$$

Parámetros de muestreo:

n = Tamaño de muestra buscado

Z_{α}^2 = Nivel de confianza (95%) \approx (1.96)

p = Posibilidad que ocurra el evento (si no se tiene base para darle un cierto valor, se usa el valor 0, 5) (50 %)

q = Posibilidad que no ocurra el suceso ($1 - 0.5 = 0.5$)

e^2 = Margen de error aceptable (5%)

Reemplazando en la ecuación:

$$n = \frac{Z_{\alpha}^2 \times p \times q}{e^2}$$

$$n = \frac{1.96^2 \times 0.5 \times 0.5}{0.05^2}$$

$$n = 384.16$$

$$n = 385$$

Según la operación efectuada la muestra consta de 385 unidades muestrales de fibra de seda de araña con una longitud de 60 cm aproximadamente, de la araña que se pudo ver de la especie (*Araneus diadematus*), conocida comúnmente como la araña de jardín o araña de cruz, extraídas de la tela de araña en los 3 cementerios en la ciudad de Juliaca.

3.5. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.5.1. Técnicas

La recopilación de datos se realizó mediante la observación directa el cual llevo un registro detallado de las pruebas de (MDF, factor confort, factor picazón y medulación) y los ensayos (tracción, elongación, absorción de humedad y propiedades tintoreas), los que son sometidas a

las diferentes pruebas de laboratorio obtenidas de las configuraciones y estratificaciones propuestas.

3.5.2. Instrumentos

Las herramientas que se utilizaron son basadas en pruebas de laboratorios UNAJ. En esta investigación, se determina las propiedades textiles de seda de araña, lo que resulto en un análisis de propiedades físicas mecánicas y químicas, utilice distintos equipos que midieron los parámetros para determinar las propiedades textiles que se basaron por las NTP.

- **Ficha de registro:** Estas fichas fueron diseñadas específicamente para la investigación, permitiendo el registro de datos de cada prueba y la interacción entre los parámetros textiles. Además, se documentaron los datos obtenidos en los ensayos de las propiedades químicas (anализador de humedad y propiedades tintóreas), mecánicas (resistencia traccional y elongación), con base con las NTP establecidas por INACAL y propiedades físicas (finura de la seda de raña y la medulación).
- **Validación de instrumentos:** Especialistas en fibras textiles y en el campo de la investigación se encargaron de evaluar la ficha de registro, quienes otorgaron un puntaje promedio de 18.8. Este resultado indica que la ficha de registro es válida y adecuada para la recolección de datos relacionados con las propiedades químicas, mecánicas y físicas en el contexto de esta investigación.

3.5.3. Materiales

Los materiales utilizados son: tijeras, bolsas, guantes, etiquetas, mascarillas, gorro de protección, bolsas de polietileno, fichas de registro, laminas porta objeto, laminillas cubre objeto, brocha, pinzas, cinta y plumones.

Estos materiales fueron utilizados en el campo y en los laboratorios.

b) Insumos

- Aceite de inserción
- Agua

3.5.4. Equipos

Tabla 4: Equipos mecánicos para las pruebas de laboratorio

1) EQUIPOS	2) DESCRIPCIÓN
Modulómetro - UNAJ	<p>Es un microscopio que usa tecnología computarizada para ayudarnos a medir y evaluar la calidad de las fibras de diferentes animales como alpacas, ovejas, cabras, conejos, camellos, bisontes, vacas, y más (Fiberstech, 2021).</p>
Analizador de Humedad - UNAJ	<p>Se establece el porcentaje de humedad usando la pérdida de peso por secado, que incluye un sistema de calentamiento halógeno (Toledo, 2024). El método se ajusta con los estándares de calidad. Método de análisis: Desorción por calor: Consiste en calentar la muestra a una temperatura específica para medir la cantidad de humedad que se libera. Al deducir la cantidad de humedad eliminada, se puede inferir la cantidad de humedad que estaba presente en la muestra.</p>
Dinamómetro de hilo -UNAJ	<p>Para determinar las propiedades mecánicas como la resistencia y elongación, se emplea el método: resistencia, elongación. Se aplica una fuerza al dinamómetro, y se mide la deformación o la carga en la celda. La lectura se puede calibrar en unidades de fuerza (newtons) o peso (kilogramos).</p>
Caracterizador electrónico de fibras FIBER EC - UNAJ	<p>En esta tesis se llevará a cabo un análisis de calidad de fibra, mediante mediciones de diversas propiedades físicas, en la MDF, longitud, FC y FP, entre aspectos relevantes en el ámbito textil.</p>
Laptop: Celular	<p>Para el proceso de datos en softwares para Desarrollo de la tesis Para uso de cámara fotográfica y recolección de evidencia del proceso de recolección de seda de araña.</p>

3.6. PROCEDIMIENTO TÉCNICO

3.6.1. Obtención del material

Se utilizó la seda de la araña (*Araneus diadematus*), Dado que la cantidad de material necesario para los ensayos es significativa y es fundamental que presente la menor variabilidad de muestras sin daño, la extracción de la seda se realizó en 3 cementerios ubicados en Juliaca. Se eligió la especie en base a la cantidad en la región. También se consideró a la seda de arañas que tienen una gran longitud de más de 50 cm.

Para realizar el análisis en el laboratorio se utilizó los ambientes del laboratorio ITyC, siguiendo procedimientos revelados.

3.6.2. Análisis de pruebas de laboratorio

Cada muestra obtenida fue ordenada numéricamente, las 385 muestras de seda de araña fueron registradas y colocadas en la ficha de recolección, cada muestra obtenida fue correctamente guardada en láminas de vidrio que no permitían el cambio de características del material, además se tomó las medidas adecuadas como el uso de guantes para que no haya cambios que puedan variar los resultados en las pruebas de laboratorio.

3.6.3. Propiedades físicas

- a) Caracterizador electrónico de fibras FIBER EC: (consideraciones del equipo FIBER EC, procedimiento del laboratorio ITC).

La obtención de resultados de las propiedades físicas, como la longitud, diámetro medio de la fibra, factor confort y picazón se procesó las muestras en el equipo FIBER EC, los resultados fueron dados en Excel para luego compararlos y analizarlos. La medición de la longitud de la seda de araña fue de 60 cm.

- b) Procedimiento en laboratorio:
 - 1. Prender el dispositivo caracterizador electrónico de fibra y la computadora portátil, asegurándose de vincular correctamente los cables del caracterizador electrónico de fibra a la computadora portátil.

2. Inicia el programa correspondiente al caracterizador electrónico de fibra.
3. Haz clic, la opción de conexión.
4. Preparar la muestra de patrón en el porta objetos y calibrar.
5. Colocar el portaobjeto en el caracterizador electrónico de fibra y ajustar la orientación de la imagen en el software.
6. Introducir el ID y una descripción para la muestra, además se guarda esta información en un archivo Excel.
7. Verificar que la medida obtenida esté entre el rango de los límites establecidos por la muestra patrón utilizada.
8. Alistar la muestra y colocarla en el portaobjetos con la ayuda del micrómetro digital las muestras quedaran más dispersas.
9. Colocar nuevamente el portaobjeto en el caracterizador electrónico de fibra.
10. Introducir el código de la muestra y poner la descripción para luego presionar “enter”.
11. Limpiar la porta objetos adecuadamente.
12. Al finalizar el análisis de las muestras, cerrar el programa.
13. Organizar todo el material y equipo utilizado durante el proceso.

3.6.4. Análisis de fibra en el modulómetro

La totalidad analizada es de 2 fibras individuales de seda de araña (610 mediciones por cada muestra) con el modulómetro. Esto con el fin de demostrar su finura y además comprobar su adición a los colorantes (consideraciones del equipo, procedimiento del laboratorio ITC).

a) Preparación de la muestra:

1. Comenzar cortando la seda de araña con un corte limpio, asegurándote de hacerlo con suavidad y lentitud para evitar que las fibras se dispersen sobre la plataforma del portaobjetos.
2. Utilizando una baqueta, esparcir la seda de araña y aplicar el aceite de inmersión sobre la lámina portaobjeto, realizando movimientos ondulatorios suaves.
3. Ubicar cuidadosamente la lámina cubreobjetos sobre la muestra, impidiendo la formación de burbujas, ya que dificultan la apreciación de las fibras

b) Medición del modulómetro:

Enciende el modulómetro y realiza la conexión necesaria al ordenador (recabar la información en un USB) y a la fuente de energía.

4. Enciende el ordenador y abre el software correspondiente.
 5. Presionar la opción “conectar”, en el interfaz del usuario y activar la cámara del modulómetro.
 6. Ubicar “el portaobjetos de patrón calibrado” sobre la platina del modulómetro.
 7. Ajustar el enfoque de la lámina utilizando los tornillos macrométrico y micrométrico
 8. Luego, presionar el botón “calibrar”.
 9. Selecciona dos puntos en la imagen con el mouse para medir la distancia en micras entre ellos del patrón de calibración. Realiza las mediciones y comparar los resultados con los valores esperados para ajustar la calibración. El modulómetro se calibra al hacer clic en la opción aceptar.
- c) Acoplamiento en la platina del modulómetro:
10. Situar el portaobjetos dispuesto (asegurándote de que el modulómetro esté calibrado previamente) sobre la platina del modulómetro.
 11. Fijar el portaobjetos en su lugar utilizando los ganchos que sujetan la platina.
- d) Medición del diámetro y porcentaje de la medulación:
12. Ingresar el código de identificación (ID) y detallar la muestra que se evaluará en las ventadas de diálogo del programa.
 13. Haz clic en el botón “medir”.
 14. Comenzar a medir, haz clic en el centro de la fibra que quieres medir. Se abrirá una ventana donde debes seleccionar el tipo de fibra que estás midiendo. Para elegir, solo haz clic en la opción que corresponda a la clasificación de modulación: 1. No medulada, 2. Medulada (continúa y fuertemente medulada).
 15. Presiones ENTER, verás una línea roja que mide el diámetro junto al número en micras en color azul.
 16. Cuando hagas clic en una de las flechas, se abrirá una ventana que te pregunta si quieres guardar las medidas. Cuando haga clic en SI, se abrirá una ventana para buscar dónde guardar los datos en Excel. Deberás elegir la carpeta donde guardarás el archivo y ponerle un nombre a la hoja de Excel. Las imágenes o campos que se modifiquen se guardarán en el mismo lugar que el archivo original.

17. Para moverte al siguiente campo a evaluar, utiliza la opción de la ventana del recuadro para la dirección: izquierda, derecha, arriba y abajo.

18. Para evaluar la siguiente muestra, presiona la opción "nueva muestra" y repite.

3.6.5. Propiedades mecánicas

a) **Dinamómetro de hilos:** Se trata de un dinamómetro digital diseñado específicamente para la evaluación de la resistencia a la tracción y la elongación de hilos, utilizado en la industria textil (UNAJ, 2012).

Este instrumento es fundamental en laboratorios de control de calidad, ya que permite determinar la mayor tracción resistida de cualquier hilo previo a romperse. Conocer esta capacidad es crucial para que los hilos, hebras, etc. cumplan con el estándar requerido para los sistemas automatizados donde serán empleados, ya que una ruptura puede resultar en importantes pérdidas de tiempo y material (UNAJ, 2012).

El ensayo se lleva a cabo utilizando un dinamómetro que está configurado para que el tiempo de ruptura del hilo se sitúe entre 30 ± 5 segundos. Generalmente, se opera por medio del rápido descenso de la mordaza de 200 milímetros por minuto (UNAJ, 2012).

b) Procedimiento en laboratorio:

1. Encender el equipo
2. Colocar la muestra en la mordaza superior e inferior, asegurándose de no abrir demasiado la placa, permitiendo que el hilo caiga por su propio peso.
3. Ajustar la muestra para que coincida con la línea roja de la mordaza inferior utilizando el botón blanco.
4. Confirmar que la pantalla del dinamómetro muestre cero.
5. Iniciar la prueba presionando el botón verde, manteniéndose hasta que se produzca la ruptura del hilo.
6. Observar y registrar el resultado obtenido.
7. Tras alcanzar la carga máxima axial, se notará que el hilo no recupera su longitud original, lo que resultará en un alargamiento residual.
8. Esa prueba se repitió 3 veces con 1, 5 y 10 hebras de seda de araña con una longitud de 60 cm cada una.

3.6.6. Propiedades químicas

- a) **Analizador de humedad:** Se utiliza para medir la humedad relativa de pequeñas muestras de diversos materiales, lo que permite determinar el contenido de materia seca y la masa de las muestras analizadas (UNAJ, 2013).

Su funcionamiento se basa en la termogravimetría, un sistema que se utiliza para medir la pérdida de peso que se presenta durante el secado de un material. Las muestras de material deben pesarse antes y después del secado. La diferencia de peso se determina con respecto al peso inicial o al peso final después del secado. El contenido de humedad del material también se puede determinar mediante termogravimetría. (UNAJ, 2013).

Es importante mencionar que las mediciones de pérdida de peso incluyen todos los componentes que pueden cambiar de estado físico, como la evaporación provocada por el calentamiento. Por tanto, medir la humedad de un material implica más que simplemente cuantificar el agua presente; también se consideran otras sustancias volátiles como alcoholes, fragancias y disolventes orgánicos, otras sustancias. En general, el análisis termogravimétrico no puede distinguir el agua de otras sustancias volátiles. (UNAJ, 2013).

b) **Procedimiento en laboratorio:**

1. Encender el equipo y apretar el botón (SETUP) ajustar los perfiles y realizar la calibración inicial.
2. Apretar el Test menú
3. Se debe tener en cuenta que para la manipulación de las muestras se debe contar con la indumentaria necesario (guantes, barbijo y corro para el cabello).
4. Para tarar se saca el plato y se aprieta el botón amarillo para tarar.
5. Preparar una muestra con un peso mínimo de 2 g y colocarla en el centro del plato utilizando una pinza.
6. Cerrar el equipo y esperar un tiempo estimado de 1:30 minutos como mínimo para ver los resultados.
7. Luego de completar todos los 30 ensayos se aplica la misma prueba, pero esperando 24 horas para poder comparar los resultados y ver la variación de absorción de humedad.

Los analizadores de humedad utilizan la energía infrarroja para medir la masa total, lo cual ayuda a establecer la masa seca que queda tras el secado. Esto facilita la evaluación del contenido de humedad en la masa húmeda. Durante el secado, es posible ver en la pantalla la reducción del nivel de humedad. Los dispositivos son perfectos para medir con exactitud la humedad y materias secas, así como de sustancias volátiles y fijas (UNAJ, 2013).

3.7. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS DATOS

A partir de los datos recopilados se analizaron mediante estadísticas descriptivas, que proporcionaron una descripción y análisis de un conjunto específico de datos. Se recurrió a la inferencia estadística, incluyendo la prueba z, promedios y identificación de valores máximos y mínimos, junto con la desviación estándar, utilizando programas como Excel y R Studio para el procesamiento de la información. También se realizó prueba estadística de Wilcoxon para una muestra.

Así se llevaron a cabo las pruebas estadísticas de Kolmogórov-Smirnov y Shapiro-Wilk, para cotejar la normalidad de los datos, utilizando el software estadístico Exel 2019.

3.8. FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS

3.8.5. Hipótesis general

Las propiedades textiles de la seda de araña (*Araneus diadematus*) a 3 824 m.s.n.m. se asocian significativamente a la calidad de las fibras textiles.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RESULTADOS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y DIMENSIONALES

4.1.1. Análisis de las propiedades físicas de la seda de araña (*Araneus diadematus*)

Los hallazgos relacionados con respecto a las propiedades físicas de la seda de araña con 385 muestras, en cuanto el análisis de la finura (MDF), el porcentaje de factor confort y factor picazón.

Tabla 5: *Resultados de las propiedades físicas que posee la seda de araña*

Propiedades físicas - finura						
	N	Media	Desv.Est	Mínimo	Mediana	Máximo
MDF (μm)	385	23.38	± 3.56	7.26	23.19	29.92
Confort (%)	385	77.95	± 14.53	23.81	80.48	98.82
Picazón (%)	385	22.08	± 14.55	1.17	19.51	76.19

La propiedad física de la seda de araña, según los hallazgos muestran la media del diámetro de la fibra con un $23.38\mu\text{m}$; a partir de este valor, se pueden observar desviaciones en los resultados, las cuales reflejan variaciones en las mediciones respecto a la media calculada de $\pm 3.56\mu\text{m}$ de dispersión entre sí; teniendo así una mediana de $23.19\mu\text{m}$; el valor mínimo es $7.26\mu\text{m}$ y en cambio el valor máximo es de $29.92\mu\text{m}$.

Los resultados obtenidos de la seda de araña en cuanto al índice de confort, se presenta que la media es de $77.95\mu\text{m}$; mientras que la desviación estándar $\pm 14.53\%$; con una mediana de 80.48 ; el valor mínimo de 23.81% y un valor máximo de 98.82% de homogeneidad.

Los resultados obtenidos en cuanto al factor picazón, la media es de 22.08% y la desviación est. se dispersan los datos en relación con la media de un conjunto de ± 14.55 ; una mediana de 19.54 y un valor mínimo de 1.17 % y un valor máximo de 76.19 %.

4.1.2. Análisis de las propiedades dimensionales

Tabla 6: Resultados de la prueba de modulación de la seda de araña

MEDULACIÓN		
	N	Media
MDF (μm)	2	12.867
SD (μm)	2	4.611
No Medulada (%)	2	100.00
MDF No medulada(μm)	2	12.859
SD No medulada(μm)	2	4.609

En la tabla 6, presentan los resultados de modulación cuyo objetivo se hizo con el fin de demostrar la finura y su estructura de la seda de araña, de acuerdo a las 2 pruebas podemos decir que de las 610 mediciones la MDF es 12.86 μm , la SD es de 4.61 μm , el porcentaje de no modulación es del 100% lo cual indica que la MDF no modulada es de 12.85 μm y SD No modulada 4.609 μm . Podemos comprobar que al observar la seda de araña en el equipo de modulómetro se aprecia la presencia de un hueco o vacío, las fibras suelen carecer de médulas, especialmente en aquellas muestras que son muy delgadas (finas). Los resultados completos los podemos apreciar en el anexo 5.

4.2. RESULTADOS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS

4.2.1. Identificación de las propiedades mecánicas (*Araneus diadematus*)

De acuerdo a lo anterior se hicieron varios ensayos de resistencia a la tracción a la seda de araña, base a ASTM (asociación estadounidense de pruebas y materiales) D2256, la evaluación de las propiedades traccionales de hilos. En particular, la resistencia traccional de la hebra de seda de araña está estrechamente relacionada con los hallazgos logrados del área correspondiente. La

prueba de tracción en una única hebra de seda de araña, se presentaron dificultades debido a que se estaba manipulando a una escala más pequeña. Por la razón anterior se trabajó con seda de araña, en consiguiente a los parámetros del equipo del dinamómetro de hilo se utilizó una longitud de 60 cm de hebra, lo que permitió soportar cargas traccionales más elevadas, ya que se hizo un ensayo de 5 hebras y 10 hebras.

La identificación de las propiedades mecánicas puede abrir nuevas vías para su uso en aplicaciones donde se valora la resistencia combinada y la flexibilidad. Concluye señalando la singularidad de tu análisis realizado a 3 824 m.s.n.m., haciendo énfasis en cómo la altitud puede influir en las propiedades de los materiales biológicos, lo que podría ser un tema interesante para investigaciones futuras.

Tabla 7: Resultados de las propiedades mecánicas – resistencia a la tracción

		RESISTENCIA ALA TRACCION					
		N	Media	Desv.Est.	Mínimo	Mediana	Máximo
1 hebra	Fuerza(N)	30	0.02	±0.01	0.01	0.03	0.05
	Elongación %	30	22.00	±10.08	10.50	19.25	53.10
	Tiempo (S)	30	17.01	±6.83	7.54	16.30	38.98
5 hebras	Fuerza (N)	30	0.32	±0.16	0.13	0.27	0.90
	Elongación %	30	21.98	±4.12	15.60	21.25	38.60
	Tiempo (S)	30	14.92	±4.09	10.54	14.02	29.20
10 hebras	Fuerza (N)	30	1.85	±0.81	0.56	1.84	3.60
	Elongación %	30	23.10	±9.97	9.50	19.50	40.10
	Tiempo (S)	30	19.00	±8.02	7.99	18.11	38.40

En la tabla 7, “N” representa la fuerza aplicada en newtons y “S” está dada por segundos. Los resultados de propiedades mecánicas para la resistencia a la tracción: los ensayos realizados de una hebra de seda de araña de las 30 pruebas, la primera replica tuvo como resultados los siguientes datos: en la medición de resistencia, la media de la seda de araña es de 0.02 N, el valor de desviación estándar es de ±0.01, teniendo en cuenta los valores mínimos de 0.01 N y

máximos de 0.03 N; la mediana sugiere que la seda tiene un valor inferior a 0.05. La elongación es de 22%, con una desviación típica de ± 10.08 , con un valor mínimo de 10.50% y valor máximo de 53.10%; la mediana en cambio tiene un valor de 19.25; Los valores en cuanto al tiempo de rotura la media es de 17.01s, con una desviación de 6.83; con valores mínimos de 7.54s y valores máximos de 38.98s y la media de 16.30.

Se observa en el cuadro de los ensayos realizados de 5 hebras de seda de araña de 30 pruebas, la primera replica tuvo como resultados los siguientes datos: En la resistencia (fuerza) se observa que la media es de 0.32 N, el valor de desviación estándar es de ± 0.16 , teniendo en cuenta los valores mínimos de 0.13 N y máximos de 0.90 N; la mediana sugiere que la seda tiene un valor inferior a 0.27. De acuerdo a la elongación el valor obtenido es de 21.98 %, con una desviación típica del 4.12%, con un valor mínimo de 15.60 % y valor máximo de 38.60 %; la mediana en cambio tiene un valor de 21.25. Los valores en cuanto al tiempo de rotura con una media son de 14.92s, con una desviación de 4.09; con valores mínimos de 10.54s y valores máximos de 29.20s y la media de 14.02.

Los ensayos realizados de 10 hebras de seda de araña de 30 pruebas, la primera replica tuvo como resultados los siguientes datos: Fuerza se observa que la media es de 1.85 N el valor de desviación estándar es de ± 0.81 , teniendo en cuenta los valores mínimos de 0.56 N y máximos de 3.60 N; la mediana sugiere que la seda tiene un valor inferior a 1.81. De acuerdo a la elongación el porcentaje obtenido es de 23.10 %, con una variación de desviación típica del 9.97, con un valor mínimo de 9.50 % y valor máximo de 40.10 %; la mediana en cambio tiene un valor de 19.50. Los valores en cuanto al tiempo de rotura con una media son de 19s, con una desviación de 8.02; con valores mínimos de 7.99s y valores máximos de 34.40s y la media de 18.11.

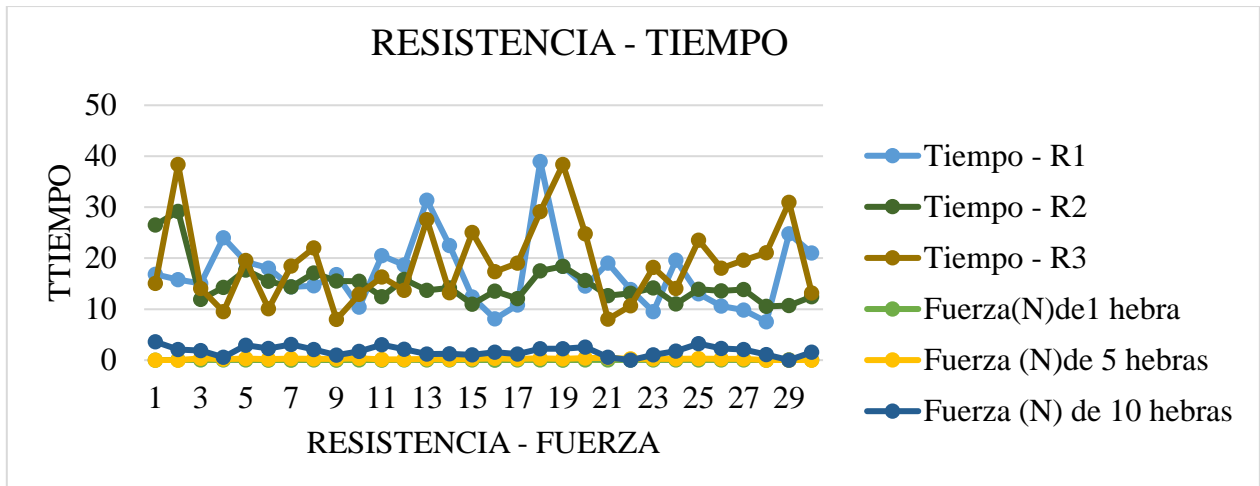


Figura 8: Curvas de las réplicas de ensayo de resistencia– tiempo

- Evaluando la reacción del material producido por arañas respecto a la resistencia traccional y tiempo, podemos ver en la figura 8, que conforme se incrementa la cantidad de hebras, la resistencia a la tracción también aumenta de manera significativa. Esto se debe a que más hebras distribuyen la carga de tensión de manera más efectiva.
- La representación de la fuerza como una línea recta con sólo pequeños cambios podría indicar que el material tiene una resistencia muy baja o es muy uniforme y no presenta variabilidad bajo las condiciones de prueba. Al no haber picos, esto sugiere que el material no tiene fluctuaciones significativas en su resistencia. Los altos picos en el gráfico del tiempo pueden reflejar las variaciones en la forma en que cada tipo de hebra aborda la tensión antes de romperse. Estos picos indican que las pruebas de 1 y 10 hebras sostienen el tiempo antes de romperse en comparación a 5 hebras, lo que podría estar relacionado con cómo se distribuyen las tensiones en las hebras durante la prueba.
- Aunque existe una tendencia a que el tiempo de rotura no sea necesariamente proporcional a la resistencia, puede ser que la forma en que se aplica la carga y las características específicas de las hebras afectan este aspecto. Las hebras de 10 son muy superiores a los de una hebra y deben ser considerados como los más apropiados.

Al examinar las propiedades de un material para considerarlo una fibra textil, existen ciertos criterios que deben cumplirse, entre ellos la resistencia mecánica, en este caso la seda de araña, tiene una resistencia mecánica de solo 1.85 N en total, es relativamente baja paralelamente con demás fibras textiles más comunes, algodón, el poliéster o la seda de gusano. La resistencia es

una propiedad crucial para que un material se considere adecuado para aplicaciones textiles, ya que afecta la resistencia y la habilidad del material para aguantar fuerzas mecánicas. La seda de araña, a pesar de ser producida por un organismo biológico, no tiene la resistencia suficiente para ser utilizada de manera efectiva en la fabricación de prendas o textiles que requieran un uso intensivo, pero sus otras propiedades como la elongación exploran una variedad de opciones: incluyendo aplicaciones especializadas:

La fibra de seda de araña podría utilizarse en aplicaciones técnicas que requieren flexibilidad, como en dispositivos médicos (por ejemplo, suturas y apósitos), tejidos inteligentes, o en la creación de materiales para mejoras en prendas deportivas o técnicas.

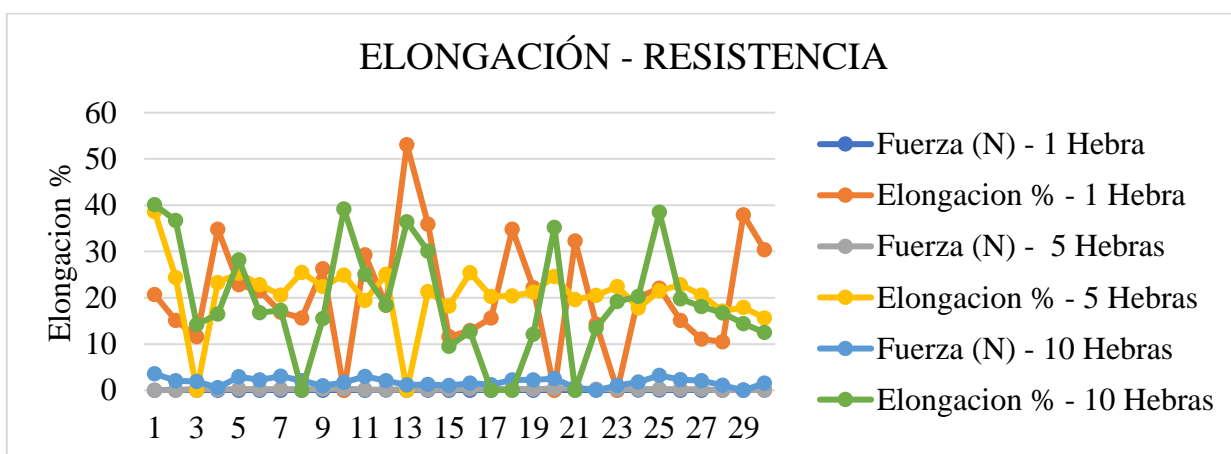


Figura 9: Curvas de las réplicas de ensayo elongación – fuerza

- Los altos picos de elongación indican que el material tiene una capacidad de estiramiento significativa antes de romperse. Esto es característico de materiales elásticos o dúctiles, que pueden absorber energía a través de la deformación sin fracturarse inmediatamente.
- Línea recta en la resistencia: La resistencia que se mantiene constante indica que el material tiene un umbral de resistencia que no se ve afectado por la elongación. Esto puede indicar que la fibra en cuestión tiene una resistencia inherente baja o que no se está sometiendo a tensiones suficientemente altas que cambien su estado
- El hecho de que 1 hebra tenga un pico más alto de elongación (53.10%) podría indicar que esta hebra es más elástico o menos rígido en comparación con las configuraciones de 5 y 10 hebras, que tienen picos máximos de elongación menores.

4.3. RESULTADOS DE LAS PROPIEDADES QUÍMICAS

4.3.1. Examinar las propiedades químicas de la seda de araña (*Araneus diadematus*)

Los ensayos se formaron en base a la Norma Técnica Peruana 231.100 1980 actualizada en 2022, la cual se centra en los materiales textiles y su capacidad para determinar la humedad, con el objeto de evaluar tanto la humedad inicial como la capacidad de recuperación de humedad en distintas muestras.

Para medir la determinación de la humedad, se realizaron mediciones en una serie de muestras adyacentes para la absorción, humedad inicial y con un tiempo de espera de 24 horas para analizar la absorción de humedad final, un listado detallado de estos ensayos se encuentra en el anexo 7.

Los ensayos se mantuvieron en estrictas condiciones del equipo determinador de humedad a temperatura máxima de 120°C y con un tiempo relativo de 1:30 minutos, esto garantizó que no hubiera variaciones significativas en las propiedades de las diferentes muestras analizadas.

Tabla 8: Resultados de las propiedades químicas - absorción de humedad

		ABSORCIÓN DE HUMEDAD					
		N	Media	Desv.Est	Mínimo	Mediana	Máximo
	Peso inicial	30	0.047	±0.11	0.020	0.022	0.62
	Peso final	30	0.026	±0.048	0.014	0.017	0.28
Replica	Absorción de						
1	humedad % INICIAL	30	28.14	±12.05	18.18	25.00	80.65
	Peso inicial	30	0.021	±0.001	0.020	0.021	0.028
Replica	Peso final	30	0.017	±0.001	0.014	0.017	0.022
2	Absorción de						
	humedad % FINAL	30	21.81	±3.56	15.0	22.45	28.57

Los resultados de la tabla 8 para las propiedades químicas (físico-químicas), la seda de araña en cuanto a la absorción de humedad de la primera replica, se observa los resultados de 30 pruebas, con un valor del peso inicial antes de ejecutar la prueba de absorción de humedad, una media de 0.47 g; teniendo así una desviación de ± 0.11 ; el valor mínimo es 0.020 y en cambio el valor máximo es de 0.62, con una mediana de 0.022. En cuanto al peso final después de ejecutar la prueba tenemos una media de 0.026g, con una desviación de 0.048; el valor mínimo está dada por 0.014g y un valor máximo de 0.28g, con una mediana de 0.017, la media de absorción de humedad inicial 28.14%, desviación estándar 12.05; con una medición mínimo de 18.18% y un valor máximo de 80.65%.

Se observan los resultados en cuanto la absorción de humedad de la segunda replica después de esperar 24 horas de ejecutar la prueba y comparar los resultados, se observa los resultados de las 30 pruebas, con valor del peso inicial medio de 0.021g, su desviación estándar ± 0.001 ; el mínimo dato es de 0.020g y un valor máximo de 0.028g; con una mediana de 0.021. En cuanto al peso final después de ejecutar la prueba tenemos una media de 0.017g, con una desviación de 0.001; el valor mínimo está dada por 0.014g y un valor máximo de 0.022g, con una mediana de 0.017. la absorción de humedad final tiene un promedio del 21.81%, su desviación estándar de ± 3.56 ; los valores oscilan entre un mínimo del 15% y un valor máximo del 28.57%.

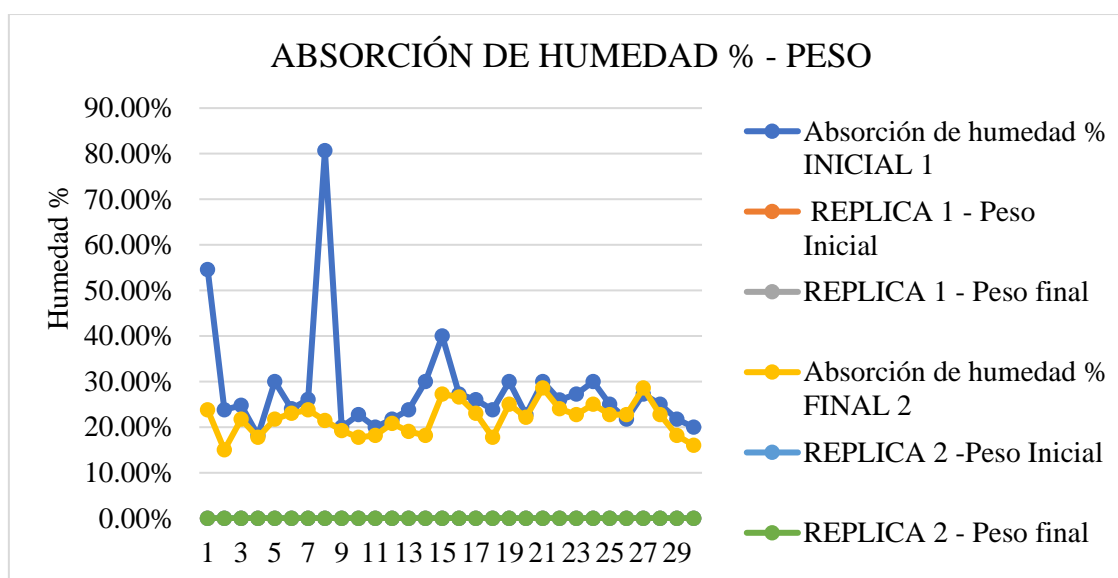


Figura 10: Curvas de las réplicas de ensayo de absorción de humedad - Peso

- En la figura 10 observamos que el peso en las 2 réplicas (tanto el inicial como el final) es bastante estable y se encuentra en una línea recta. Esto puede deberse a un mecanismo de la máquina que impone un peso mínimo de 2g, lo que limita la variabilidad en los resultados de peso.
- En cuanto a la absorción de humedad, los datos muestran una variabilidad notable, con picos visibles. Esto indica que la seda de araña tiene una capacidad notable para absorber humedad, lo que se puede ver en el porcentaje de absorción, en la réplica 1 muestra una absorbancia inicial de 28.14%, que es relativamente alta y significativa en comparación con el 21.81% en la réplica 2. La disminución del porcentaje en la segunda réplica podría sugerir que la fibra se había saturado o había alcanzado un equilibrio en la absorción de humedad ya que la muestra fue ejecutada después de 24 horas para así apreciar su capacidad de recuperación de humedad, indicando que las muestras tienen un comportamiento más homogéneo en cuanto a la absorción de humedad.

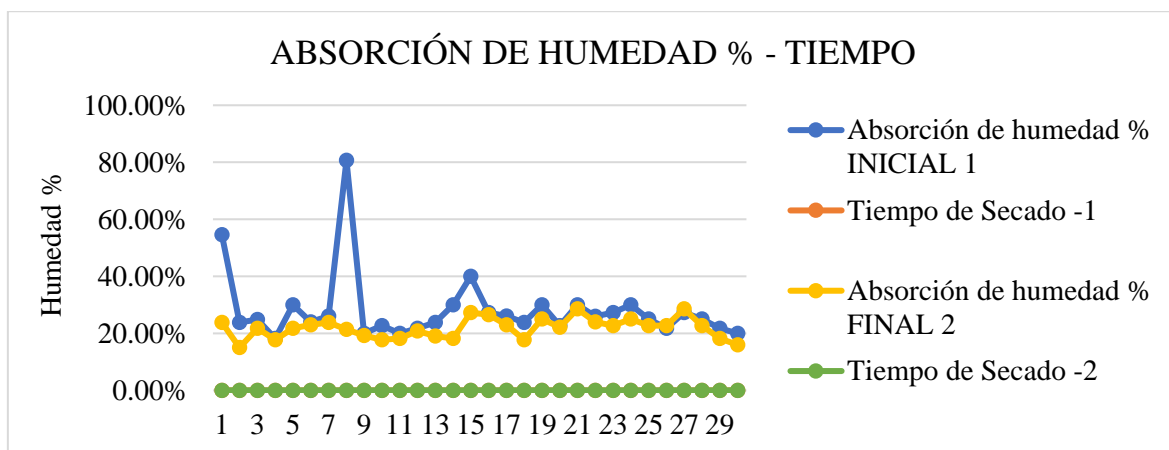


Figura 11: Curvas de las réplicas de ensayo de absorción de humedad – tiempo

- En función de los resultados, en la figura 11 se puede concluir que, en general, la fibra textil de seda de araña representa una buena capacidad de absorción de humedad, especialmente en la réplica 1. Se podría considerar que, a pesar de una menor absorción observada en la Réplica 2, los resultados en general son buenos en términos de rendimiento. El hecho de que el tiempo no varíe considerablemente y se mantenga en una línea recta puede indicar que el proceso de absorción de humedad tiene un límite en el tiempo en el cual se lleva a cabo de manera efectiva.

- Esto es debido a la saturación de la fibra o a características de la maquinaria utilizada. Al tener la máquina un parámetro de tiempo mínimo de 1:30 min, esto puede implicar que cualquier variación en la absorción no puede ser medida en tiempos más cortos, limitando la capacidad de identificar picos en la absorción.
- La absorción alta generalmente es favorable, ya que implica que la fibra puede mantener la humedad necesaria para ciertas aplicaciones textiles (por ejemplo, confort en ropa, mayor capacidad de tintura, etc.).
- Las propiedades tintoreas de afinidad de colorantes se pueden ver en el anexo 8 con respecto al cotejo de una de las propiedades textiles que ha sido probada para teñido.

PRUEBA DE NORMALIDAD DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS

Para evaluar si los datos se ajustaban a una distribución normal, se realizó la prueba de Kolmogórov-Smirnov.

Planteo de la hipótesis:

- H0: La distribución de los datos es normal.
- H1: La distribución de los datos no es normal.

Nivel de significancia

- Nivel de significancia (alfa): 0.05 (5%)
- Nivel de confianza: 95%

Regla de contraste:

- Cuando el valor p es menor que el umbral de significancia fijado en 0.05, se decide rechazar la hipótesis nula (H0) y se acepta la hipótesis alternativa (H1).
- Si el valor p es igual o superior a 0.05, se opta por no rechazar la hipótesis nula (H0) y por lo tanto, se rechaza la hipótesis alternativa (H1).

Tabla 9: Prueba de normalidad de las propiedades físicas de la seda de araña

	Kolmogórov-Smirnov		
	Estadístico	gl	Sig.
MDF (μm)	,052	385	,016
Confort (%)	,109	385	,000
Picazón (%)	,110	385	,000

Regla de decisión

Según se detalla en la tabla 9, el valor p obtenido es de 0,00 para las variables analizadas, lo que indica que son inferiores al umbral significativo de 0.05. Esto sugiere, con un nivel de confiabilidad del 95%, que los datos correspondientes a la media del diámetro de fibra (MDF), el índice de confort, factor picazón no se distribuyen de manera uniforme. Lo cual, se optará por emplear el test no paramétrico de Wilcoxon para una muestra.

PRUEBA DE NORMALIDAD DE LAS PROPIEDADES MECANICAS

Para evaluar si los datos se ajustaban a una distribución normal, se realizó la prueba de Shapiro-Wilk.

Planteo de la hipótesis:

- H0: La distribución de los datos es normal.
- H1: La distribución de los datos no es normal.

Nivel de significancia

- Nivel de significancia (alfa): 0.05 (5%)
- Nivel de confianza: 95%

Regla de contraste:

- Cuando el valor p es menor que el umbral de significancia fijado en 0.05, se decide rechazar la hipótesis nula (H0) y se acepta la hipótesis alternativa (H1).
- Si el valor p es igual o superior a 0.05, se opta por no rechazar la hipótesis nula (H0) y, por lo tanto, se rechaza la hipótesis alternativa (H1).

Tabla 10: Prueba de normalidad de las propiedades mecánicas

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Resistencia a la tracción de 1 hebra - fuerza	,859	30	,001
Elongación % - 1 hebra	,881	30	,003
Resistencia a la tracción de 5 hebras - fuerza	,807	30	,000
Elongación % - 5 hebras	,817	30	,000
Resistencia a la tracción de 10 hebras - fuerza	,968	30	,494
Elongación % - 10 hebras	,871	30	,002

Regla de decisión

Según los resultados, se aprecia que la aproximación del valor de $p = 0,00$ lo que indica que las variables analizadas tienen una probabilidad menor al 5% de seguir una distribución normal. Lo cual, con un umbral de significancia del 95%, que la resistencia a la tracción y la elongación de 1 hebra, así como las de 5 hebras, no presentan una distribución normal. Sin embargo, la resistencia a la tracción de 10 hebras muestra un valor de p de 0.494, lo que indica que esta variable se ajusta a valores normales.

PRUEBA DE NORMALIDAD DE LAS PROPIEDADES QUÍMICAS

Para evaluar si los datos se ajustaban a una distribución normal, se realizó la prueba de Shapiro-Wilk.

Planteo de la hipótesis:

- H_0 : La distribución de los datos es normal.
- H_1 : La distribución de los datos no es normal.

Nivel de significancia

- Nivel de significancia (alfa): 0.05 (5%)
- Nivel de confianza: 95%

Regla de contraste:

- Cuando el valor p es menor que el umbral de significancia fijado en 0.05, se decide rechazar la hipótesis nula (H_0) y se acepta la hipótesis alternativa (H_1).
- Si el valor p es igual o superior a 0.05, se opta por no rechazar la hipótesis nula (H_0) y por lo tanto, se rechaza la hipótesis alternativa (H_1).

Tabla 11: Prueba de normalidad de las propiedades químicas

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Replica 1 Absorción de humedad % inicial	,589	30	,000
Replica 2 Absorción de humedad % final	,966	30	,434

Regla de decisión:

En la tabla se observa que el valor de p para la variable de absorción de humedad % inicial es de 0,00, lo que indica que es significativamente menor que el nivel de significancia del 5%. Lo cual sugiere, con un 95% de confianza, que el conjunto de datos no presenta una distribución normal. Por otro lado, para la variable de absorción de humedad % final, el valor de p es 0.434, lo que indica que esta variable si sigue una distribución normal.

4.4. PRUEBA Y CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS GENERAL

a) MEDIA DEL DIAMETRO DE FIBRA DE SEDA DE ARAÑA - CALIDAD DE FIBRA TEXTIL ALPACA

- **Hipótesis nula Ho:** Las propiedades textiles de la seda de araña no se asocian significativamente a la calidad de la fibra textil de alpaca con un parámetro $\mu m = 24 \mu m$.
- **Hipótesis alterna H1:** Las propiedades textiles de la seda de araña se asocian significativamente a la calidad de la fibra textil de alpaca con un parámetro $\mu m = 24 \mu m$.

Nivel se significancia:

- Alfa (α) = 0.05, equivalente al 5%.

Prueba estadística de wilcoxon de una muestra

Código en r studio de la prueba wilcoxon

```
# Ejecutar Wilcoxon una muestra con parámetro = 24
# Cargar las bibliotecas necesarias
library(readxl)
```

```

# Leer el archivo Excel
PROPIEDADES_ FÍSICAS _CALIDAD <- read_excel("D:/TESIS/correccion de
tesis/tesis/laboratorio/PROPIEDADES FÍSICAS- calidad.xlsx")
# Visualizar los primeros registros de los datos
head (PROPIEDADES_ FÍSICAS _calidad)
# Asumimos que la columna de interés se llama "MDF (µm)" (puedes cambiar esto si es
diferente en tu dataframe)
# Extraer la columna de MDF (µm)
finura_seda <- (PROPIEDADES_ FÍSICAS _calidad) $`MDF (µm)`
# La función wilcox.test permite comparar la muestra con un valor constante (24 µm en este
caso)
resultado_wilcoxon <- wilcox.test(finura_seda, mu = 24, alternativo = "two.sided")
# Exponer la solución
print(resultado_wilcoxon)
data: finura_seda
V = 30723, p-value = 0.003257

```

```

R 4.4.0 ~ /
>
> # Leer el archivo Excel
> PROPIEDADES_FISICAS_calidad <- read_excel("D:/TESIS/correccion de tesis/tesis/laboratorio/PROPIEDADES FISICAS- calidad.xlsx")
> # Visualizar los primeros registros de los datos
> head(PROPIEDADES_FISICAS_calidad)
# A tibble: 6 × 1
#   `MDF (µm)`
#   <dbl>
1     23.5
2     24.7
3     21.4
4     20.0
5     25.4
6     26.8
>
> # Asumimos que la columna de interés se llama "MDF (µm)" (puedes cambiar esto si es diferente en tu dataframe)
> # Extraer la columna de MDF (µm)
> finura_seda <- (PROPIEDADES_FISICAS_calidad)$`MDF (µm)`
>
> # Realizar la prueba de wilcoxon
> # La función wilcox.test permite comparar la muestra con un valor constante (24 µm = fibra de alpaca en este caso)
> resultado_wilcoxon <- wilcox.test(finura_seda, mu = 24, alternative = "two.sided")
>
> # Mostrar el resultado
> print(resultado_wilcoxon)

      wilcoxon signed rank test with continuity
      correction

data:  finura_seda
V = 30723, p-value = 0.003257
alternative hypothesis: true location is not equal to 24

```

Figura 12: R studio – MDF de seda de araña y fibra textil de alpaca

Decisión:

Hemos obtenido un valor de P de 0.003, lo que indica que la prueba es significativa al nivel de 0.05, esto implica que $P = 0.003$ es menor que 0.05, lo que nos lleva a aceptar la hipótesis alternativa, por lo tanto, podemos concluir la asociación significativa entre la seda de araña y calidad de la fibra textil de alpaca, con un parámetro estimado de $24 \mu\text{m}$, este valor se encuentra dentro de los límites establecidos por la NTP 231.301:2014. Clasificación de la fibra de alpaca clasificada. Podemos decir que la finura de la seda de araña se encontraría en la categoría fina, rango de finura en micrones de 23,1 a $26,5 \mu\text{m}$ y estando la seda de araña con un rango de $23.38 \mu\text{m}$.

b) MEDIA DEL DIAMETRO DE FIBRA DE SEDA DE ARAÑA - CALIDAD DE FIBRA TEXTIL LANA DE OVINO

- **Hipótesis nula H_0 :** Las propiedades textiles de la seda de araña no se asocian significativamente a la calidad de la fibra textil de lana de ovino con un parámetro $\mu\text{m} = 25 \mu\text{m}$.
- **Hipótesis alterna H_1 :** Las propiedades textiles de la seda de araña se asocian significativamente a la calidad de la fibra textil de lana de ovino con un parámetro $\mu\text{m} = 25 \mu\text{m}$.

Nivel de significancia:

- Alfa (α) = 0.05, equivalente al 5%.

Prueba estadística de wilcoxon para una muestra

Código en R para la prueba wilcoxon

```
# Ejecutar Wilcoxon una muestra con parámetro = 25
library(readxl)
# Leer el archivo Excel
PROPIEDADES_FÍSICAS_calidad <- read_excel("D:/TESIS/correccion de
tesis/tesis/laboratorio/PROPIEDADES FÍSICAS - calidad.xlsx")
head(PROPIEDADES_FÍSICAS_calidad)
# Asumimos que la columna de interés se llama "MDF ( $\mu\text{m}$ )" (puedes cambiar esto si es
diferente en tu dataframe)
# Extraer la columna de MDF ( $\mu\text{m}$ )
finura_seda <- (PROPIEDADES_FÍSICAS_calidad)$`MDF ( $\mu\text{m}$ )`
```

```

# Realizar la prueba de Wilcoxon

# La función wilcox.test permite comparar la muestra con un valor constante (25µm en este
caso)

resultado_wilcoxon <- wilcox.test(finura_seda, mu = 25, alternative = "two.sided")

# Exponer la solución

print(resultado_wilcoxon)

data: finura_seda

V = 20148, p-value = 0.000

```

```

R 4.4.0 ~ /
library(readxl)
>
> # Leer el archivo Excel
> PROPIEDADES_FISICAS_calidad <- read_excel("D:/TESIS/correccion de tesis/tesis/laboratorio/PROPIEDADES FISICAS- calidad.xlsx")
> # Visualizar los primeros registros de los datos
> head(PROPIEDADES_FISICAS_calidad)
# A tibble: 6 × 1
  MDF (µm)
  <dbl>
1 23.5
2 24.7
3 21.4
4 20.0
5 25.4
6 26.8
>
> # Asumimos que la columna de interés se llama "MDF (µm)" (puedes cambiar esto si es diferente en tu dataframe)
> # Extraer la columna de MDF (µm)
> finura_seda <- (PROPIEDADES_FISICAS_calidad)$`MDF (µm)`
>
> # Realizar la prueba de wilcoxon
> # La función wilcox.test permite comparar la muestra con un valor constante (25 µm = lana de ovino en este caso)
> resultado_wilcoxon <- wilcox.test(finura_seda, mu = 25, alternative = "two.sided")
>
> # Mostrar el resultado
> print(resultado_wilcoxon)

wilcoxon signed rank test with continuity correction

data: finura_seda
V = 20148, p-value = 7.123e-15
alternative hypothesis: true location is not equal to 25

```

Figura 13: R studio – MDF de seda de araña y fibra textil de lana de ovino

Decisión:

El valor de p es 0.00, lo que indica que la prueba es significativa al nivel del 0.05 lo cual implica que $p = 0.000$, es inferior que 0.05. Motivo por el cual, se aceptaría la hipótesis alterna, en consecuencia, se puede concluir que existe una asociación significativa entre la seda de araña y la calidad de la fibra textil de lana de ovino, considerando un parámetro de 25µm. Lo cual se encuentra en los límites de los estándares de calidad exigidos que entra en la categoría de finura intermedia 21 a 29,9µm y estando la seda de araña con un rango de 23.38µm.

c) MEDIA DEL DIAMETRO DE FIBRA DE SEDA DE ARAÑA - CALIDAD DE FIBRA TEXTIL VICUÑA

- **Hipótesis nula Ho:** Las propiedades textiles de la seda de araña no se asocian significativamente a la calidad de la fibra textil de fibra de vicuña con un parámetro $\mu = 16 \mu\text{m}$.
- **Hipótesis alterna H1:** Las propiedades textiles de la seda de araña se asocian significativamente a la calidad de la fibra textil de fibra de vicuña con un parámetro $\mu = 16 \mu\text{m}$.

Nivel de significancia:

- Alfa (α) = 0.05, equivalente al 5%.

Prueba estadística de wilcoxon para una muestra

Código en R para la prueba wilcoxon

```
# Ejecutar Wilcoxon una muestra con parámetro = 16
library(readxl)
PROPIEDADES_FÍSICAS_calidad <- read_excel("D:/TESIS/correccion de
tesis/tesis/laboratorio/PROPIEDADES FÍSICAS - calidad.xlsx")
head(PROPIEDADES_FÍSICAS_calidad)
finura_seda <- (PROPIEDADES_FÍSICAS_calidad)$`MDF (μm)`
# Realizar la prueba de Wilcoxon
# La función wilcox.test permite comparar la muestra con un valor constante (16μm en este
caso)
resultado_wilcoxon <- wilcox.test(finura_seda, mu = 16, alternative = "two.sided")
# Exponer la solución
print(resultado_wilcoxon)
data: finura_seda
V = 73948, p-value < 1.000
```

```

R 4.4.0 . ~/
> # Leer el archivo Excel
> PROPIEADADES_FISICAS_calidad <- read_excel("D:/TESIS/correccion de tesis/tesis/laboratorio/PROPIEADADES FISICAS- calidad.xlsx")
> # Visualizar los primeros registros de los datos
> head(PROPIEADADES_FISICAS_calidad)
# A tibble: 6 × 1
  `MDF (µm)`
  <dbl>
1      23.5
2      24.7
3      21.4
4      20.0
5      25.4
6      26.8
>
> # Asumimos que la columna de interés se llama "MDF (µm)" (puedes cambiar esto si es diferente en tu dataframe)
> # Extraer la columna de MDF (µm)
> finura_seda <- (PROPIEADADES_FISICAS_calidad)$`MDF (µm)`
>
> # Realizar la prueba de wilcoxon
> # La función wilcox.test permite comparar la muestra con un valor constante (16 µm = fibra de vicuña en este caso)
> resultado_wilcoxon <- wilcox.test(finura_seda, mu = 16, alternative = "two.sided")
>
> # Mostrar el resultado
> print(resultado_wilcoxon)

      wilcoxon signed rank test with
      continuity correction

data:  finura_seda
V = 73948, p-value < 2.2e-16
alternative hypothesis: true location is not equal to 16

```

Figura 14: R Studio – MDF de seda de araña y fibra textil de vicuña

Decisión:

Se obtuvo un valor de P de 1.00, lo que indica que la prueba no alcanzaría la significancia estadística al nivel del 0.05, dado que $P = 1.00$ es superior que 0.05, aceptando la hipótesis nula. Por lo tanto, se puede concluir que no hay evidencia que sugiera una asociación entre la seda de araña y la calidad de la fibra textil de vicuña con un parámetro de $16\mu\text{m}$.

d) MEDIA DEL DIAMETRO DE FIBRA DE SEDA DE ARAÑA - CALIDAD DE FIBRA TEXTIL GUSANO DE SEDA

- **Hipótesis nula H_0 :** Las propiedades textiles de la seda de araña no se asocian significativamente a la calidad de la fibra textil de gusano de seda con un parámetro $\mu\text{m} = 13\mu\text{m}$.
- **Hipótesis alterna H_1 :** Las propiedades textiles de la seda de araña se asocian significativamente a la calidad de la fibra textil de gusano de seda con un parámetro $\mu\text{m} = 13\mu\text{m}$.

Nivel de significancia:

- Alfa (α) = 0.05, equivalente al 5%.

Prueba estadística de wilcoxon para una muestra

Código en R Studio de la prueba wilcoxon

```

# Ejecutar Wilcoxon una muestra con parámetro = 13
library(readxl)
PROPIEDADES_FÍSICAS_calidad <- read_excel("D:/TESIS/correccion de
tesis/tesis/laboratorio/PROPIEDADES FÍSICAS - calidad.xlsx")
# Visualizar los primeros registros de los datos
head(PROPIEDADES_FÍSICAS_calidad)
# Extraer la columna de MDF (µm)
finura_seda <- (PROPIEDADES_FÍSICAS_calidad)$`MDF (µm)`
# Realizar la prueba de Wilcoxon
# La función wilcox.test permite comparar la muestra con un valor constante (13µm en este
caso)
resultado_wilcoxon <- wilcox.test(finura_seda, mu = 13, alternative = "two.sided")
# Exponer la solución
print(resultado_wilcoxon)
data: finura_seda
V = 74267, p-value < 1.000

```

```

R 4.4.0 . ~/ /
> # Cargar las bibliotecas necesarias
> library(readxl)
>
> # Leer el archivo Excel
> PROPIEDADES_FISICAS_calidad <- read_excel("D:/TESIS/correccion de tesis/tesis/laboratorio/PROPIEDADES FISICAS- calidad.xlsx")
> # Visualizar los primeros registros de los datos
> head(PROPIEDADES_FISICAS_calidad)
# A tibble: 6 × 1
  `MDF (µm)`
  <dbl>
1 23.5
2 24.7
3 21.4
4 20.0
5 25.4
6 26.8
>
> # Asumimos que la columna de interés se llama "MDF (µm)" (puedes cambiar esto si es diferente en tu dataframe)
> # Extraer la columna de MDF (µm)
> finura_seda <- (PROPIEDADES_FISICAS_calidad)$`MDF (µm)`
>
> # Realizar la prueba de wilcoxon
> # La función wilcox.test permite comparar la muestra con un valor constante (13 µm = seda de gusano en este caso)
> resultado_wilcoxon <- wilcox.test(finura_seda, mu = 13, alternative = "two.sided")
>
> # Mostrar el resultado
> print(resultado_wilcoxon)

      wilcoxon signed rank test
with continuity correction

data: finura_seda
V = 74267, p-value <
2.2e-16
alternative hypothesis: true location is not equal to 13

```

Figura 15: R studio – MDF de seda de araña y fibra textil de gusano de la seda

Decisión:

Por lo tanto, hemos obtenido un valor de P de 1.00, lo que indica que la prueba no es significativa al nivel de 0.05, esto figura que dado $P = 1.00$ es superior que 0.05, aceptamos la hipótesis nula, lo cual concluye que la seda de araña no se asocia a la calidad de la fibra textil del gusano de la seda con un parámetro de $13 \mu\text{m}$.

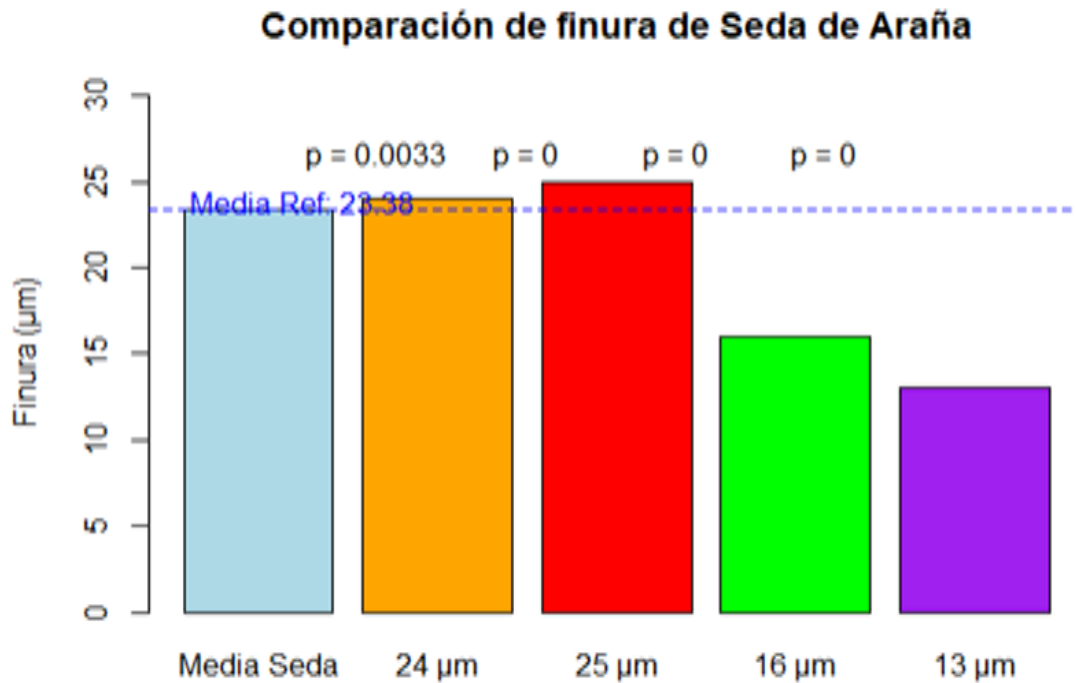


Figura 16: Diagrama de finura de la seda de araña y la calidad de fibras textiles.

De acuerdo a los resultados podemos decir que la fibra más fina es el bloque morado cual es la seda de gusano que tiene un valor de $13 \mu\text{m}$, luego le sigue el bloque verde cual la fibra de vicuña con $16 \mu\text{m}$, seguidamente tenemos el bloque rojo el cual es la lana de ovino con $25 \mu\text{m}$ y por último tenemos a la fibra de alpaca representada por un bloque naranja con $24 \mu\text{m}$.

Decisión: Para entender la comparación de la finura de la seda de araña con otras fibras textiles, es fundamental considerar diferentes factores que impactan en la calidad y las propiedades de estas fibras. En la figura 16 se aprecia la finura de la seda de araña en relación con la asociación de calidad para filamentos textiles.

- La asociación de fibras de alpacas en cuanto la finura en seda de araña es significativamente ya que según los resultados se puede ver que en la comparación se

tiene un rango similar de 24 μm en comparación de 23.38 μm de seda de araña, por lo cual es la fibra que más se acerca al rango de finura lo cual se podría clasificar como alpaca fleece (fina), de acuerdo a la norma NTP 231.301: 2014, fibra de alpaca clasificada, en un rango de 23,1 a 26,5 μm . La finura de la seda de araña se encontraría en esa categoría. Además, la fibra de alpaca, comparte algunas particularidades con la seda de araña, tiene un diámetro variado dependiendo de la clasificación de finura, pero aun así ofrece una suavidad y calidez similar.

- Lana de ovino en cuanto a la asociación con la finura de la seda de araña es significativa ya que tiene un rango de finura de 25 μm en comparación de 23.38 μm de seda de araña, aunque la lana de ovino varía considerablemente en diámetro (de aproximadamente 15 a 29.9 micrómetros), hay tipos de lana que son muy finos (como el merino) que pueden compararse positivamente en términos de suavidad, aunque no en resistencia o elasticidad. La lana tiene características en temperatura y absorción la humedad la hace valiosa en aplicaciones textiles, haciendo que las fibras de lana tengan un lugar en el mismo rango general de calidad que la seda de araña, especialmente cuando se busca confort. Ambas fibras comparten ciertas características que las justifican en un marco similar en términos de calidad y funcionalidad. que demuestra su asociación.
- La fibra de vicuña de acuerdo a los resultados se puede decir que no se asocian con la seda de araña en cuanto a la comparación con la calidad de las fibras textiles en cuanto a la finura con un rango de entre 12-16 μm en comparación de 23.38 μm de seda de araña lo cual es menor al rango de la seda de araña. Aunque es muy suave y lujosa, no se relaciona con la seda de araña porque, fibras de vicuña tienen una composición y funcionalidad diferentes que limitan su asociación con la seda de araña.
- El gusano de seda en cuanto a la asociación de calidad de seda de araña no existe, pero el rango de finura de la seda de gusano es de 10 a 13 μm en comparación de 23.38 μm del sujeto de estudio, aunque la seda de gusano es una fibra fina, su estructura y propiedades son diferentes a las de la seda de araña, su diámetro es generalmente más delgado, lo que la hace menos similar a la seda de araña en términos de finura.

4.5. DISCUSIÓN

Los hallazgos relacionados con las características físicas de la seda de araña son mayores, comparados con los resultados obtenidos por (Mamani, 2020) que obtuvieron valores promedio de 17.09 μm , tanto en Lampa y Puno con un índice de confort de 97.32 %, a diferencia, los resultados alcanzados en este estudio son MDF 23.38 μm y con un índice de confort de 77.95%, un factor picazón de 22.08%.

Los resultados de las propiedades textiles mecánicas en cuanto la conducta de la seda de araña, en esta investigación son superiores a otras investigaciones como (Plata, 2008), en su investigación trabajo con muestras de entre 5 y 7 arañas en cada ensayo de 8 μm , la cantidad adecuada de hilos de araña necesarios para analizar la resistencia a tracción entre los dos materiales es de 22 hilos trenzados, cada uno con un diámetro de 176 μm , este conjunto de hilos es capaz de soportar una carga promedio de 0.15349 Kg, presenta un esfuerzo medio de 6308 84 KPa. Lo cual demuestra que la investigación de estudio se puede aplicar pruebas de 1, 5 y 10 hebras siendo la prueba de 10 hebras los valores más altos con 1.85 N con una elongación de 23.10%. Así mismo en otra investigación de (Miranda, 2015) reporto identificar las características estáticas del hilo de seguridad, que están entre el 0% y 2% de deformación y entre 0 N Y 0,0016 N de fuerza, con un tiempo a condiciones normales de 22,5 e 25 segundos para retomar su posición de equilibrada. (Belbéoch et. al., 2021) obtuvo resultados mucho menores acerca del diámetro de hilo, se puede corroborar que los resultados en el presente estudio se sitúan entre 3 a 5 micras, con una resistencia máxima de tracción de seda dragalina a 1.1 a 1.2 Gpa, una deformación de rotura de la seda dragalina de 20 a 27 %,

Los resultados encontrados con respecto a las propiedades textiles químicas (físico-químicas) son inferiores a los resultados obtenidos por (Baonza G. R., 2004) que obtuvieron valores de 22 hilos, con una humedad relativa de un 35% y la tensión de rotura es 1103 + 54MPa. Que comparado la característica de absorción de humedad inicial y final nos dio como resultado 28.14 % y 21.81%. En el caso de las propiedades tintoreas para la comprobación se encontraron resultados más favorables en las propiedades físicas y químicas relacionadas con la medulación en comparación con los datos reportados por (Fontalvo et al., 2014), al realizar el teñido de seda natural colombiana utilizando los colorantes GOTS, erionyl y tectilon, se realizaron ensayos

sobre solidez de color a la luz , los resultados indican el comportamiento de la seda orgánica con un colorante Violeta Erionyl se tuvo un valor de 3 y para el colorante Violeta Tectilon 4/5, en comparación con la afinidad de colorante de este estudio con los datos el teñido de seda de araña con colorante acido azul, el resultado mayor de solidez a la luz es de 3.83 teniendo una buena afinidad de colorante (se puede ver en el anexo 8).

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES.

- Las propiedades textiles que posee la seda de (*Araneus diadematus*), de acuerdo a cualidades físicas, mecánicas y químicas, se puede concluir que la asociación de las propiedades textiles se encontraría entre los límites de los estándares de calidad, la fibra de alpaca y lana se asocian a la calidad de finura de la seda de araña, presenta valores que están dentro de los límites requeridos en nuestra industria textil según la NTP 231.301:2014. Podemos decir que la finura de la seda de araña se encontraría en la categoría de fina, con un rango de 23.38 μm .
- El análisis de propiedades físicas, dimensionales de la seda de araña (*Araneus diadematus*) en cuanto a sus cualidades textiles podemos decir que tendría un valor considerablemente aceptable en cuanto a la finura, MDF 23.38 μm ; teniendo así un índice de confort de 77.95%, siendo el valor más alto obtenido, en cuanto al factor picazón un valor de 22.08 %. La medulación de la seda de araña tiene una MDF de 12.867 μm que corresponde a la clasificación de fibra no medulada con un 100% convirtiéndola así en una fibra apta para la afinidad de colorantes. En conclusión, los resultados obtenidos se encontrarían en los términos estándar de calidad.
- En cuanto las propiedades mecánicas que posee la seda arácnida (*Araneus diadematus*) la resistencia de tracción en los ensayos realizados de una hebra de seda de araña tiene una fuerza de resistencia de 0.02 N, con una elongación 22%, mientras que, para los ensayos de 5 hebras de seda de araña, la fuerza de resistencia es de 0.32 N, con una elongación de 21.98 % y para 10 hebras de fibra de seda de araña su resistencia está dada por 1.85 N con una elongación de 23.10 %. En las tres pruebas el tiempo máximo fue de 19 segundos. En conclusión, estos resultados indican que en cuanto a la resistencia, podrían no satisfacer los criterios requeridos para ser considerada una fibra textil en un sentido tradicional, pero si bien la seda de araña puede no ser adecuada para aplicaciones

textiles tradicionales, sus propiedades únicas pueden ofrecer ventajas en campos emergentes, sus otras propiedades como la elongación abren un abanico de posibilidades: La elongación es otra propiedad importante que indica la capacidad de una fibra para estirarse sin romperse. Un porcentaje del 23,10% es bastante significativo y podemos sugerir que la fibra tiene cierta flexibilidad y capacidad para resistir deformaciones bajo carga, lo cual es apropiado para ciertos usos textiles. En vez de ser descalificada, su uso puede ser pensado en contextos innovadores y especializados donde sus características únicas puedan ser aprovechadas al máximo.

- Al examinar las propiedades químicas se obtuvo la absorción de humedad de la primera replica de seda de araña es de 28.14%, en cuanto a la absorción de humedad de la segunda replica después 24 horas de ejecutar la prueba es de 21.81%. La prueba de afinidad del colorante para la comprobación una de las variables como es la medulación fue exitosa ya que nos da como resultado que la afinidad del colorante de la seda de araña es alta y se puede teñir (ver anexo 8) ya que al ser una fibra no medulada nos da esa posibilidad. Para finalizar, los resultados en cuanto a la absorción de humedad indican que la seda de araña tiene buena retención de agua, lo que es deseable en muchas fibras naturales.

5.2. RECOMENDACIONES

- En las propiedades mecánicas se recomienda realizar pruebas sobre cómo se comporta la seda de araña en diversas condiciones ambientales (humedad, temperatura, exposición a productos químicos) puede ser crucial para garantizar su estabilidad y durabilidad en aplicaciones reales.
- Considerar la posibilidad de utilizar un dinamómetro de mayor sensibilidad o adaptado para fibras más finas, si es posible. Tener en cuenta el correcto mantenimiento de los dispositivos a utilizar.
- De acuerdo a los resultados obtenidos, sería conveniente investigar aplicaciones en campos emergentes que podría abrir nuevas vías de investigación
- Se recomienda realizar las pruebas con equipos modernos, ya que estos suelen ofrecer mejores características técnicas, mayor precisión y confiabilidad en los resultados.

Además, los equipos modernos a menudo cuentan con tecnología avanzada que permite realizar análisis más complejos y en menos tiempo.

- En las propiedades químicas que la seda de araña tiene, sería interesante realizar un análisis más exhaustivo de cómo se comporta la seda de araña bajo diferentes condiciones en comparación con otras fibras textiles de alto rendimiento, como el algodón y fibras sintéticas
- Es recomendable contar con laboratorios equipados para la realización de la prueba.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abarca, G. B. (2010). *Influencia de la radiación ultravioleta en el comportamiento mecánico y en la microestructura de las fibras de seda de araña*. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid.
- Alban, G. P., Arguello, A. E., & Molina, N. E. (2020). Metodologías de investigación educativa (descriptivas, experimentales, participativas, y de investigación-acción). *Revista Científica Mundo de la Investigación y el Conocimiento*, 4, 163- 173. <https://doi.org/RECIMUNDO>; Editorial Saberes del Conocimiento
- Alencastre, J. H. (2016). Estudio Dinámico del Sistema Araña-Tela de Araña en condiciones de Resonancia. *SCIELO*, 2-5.
- Andersson, M., Jia, Q., Abella, A., Lee, X.-Y., Landreh, M., Purhonen, P., Hebert, H., Tenje, M., Robinson, C., Meng, Q., Plaza, G., Johansson, J., & Rising, A. (2017). *Biomimetic spinning of artificial spider silk from a chimeric minispidroin*. *Nature Chemical Biology*. <https://doi.org/10.1038/nchembio.2269>
- APA, A. P. (2020). *Publication Manual of the American Psychological Association (7.ª ed.)*. Washington, DC: Author.
- Armas Ruiz, D., Ruiz Galarza, S., Piovan, M. T., Carrión Matamoros, L., & Narváez Muñoz, C. (2016). Caracterización de propiedades mecánicas de las fibras. *Científica*, 21-31. <http://www.redalyc.org/jatsRepo/614/61447568003/index.html>
- Aroni, J. E. (22 de Octubre de 2020). *Juliaca Red*. <https://juliaca-red.firebaseio.com/datos/index.html>
- Ayoub, N. A., Garb, J. E., Tinghitella, R. M., Collin, M. A., & Hayashi, C. Y. (2007). Blueprint for a High-Performance Biomaterial: Full-Length Spider Dragline Silk Genes. *PLoSone*. <https://doi.org/https://doi.org/10.1371/journal.pone.0000514>
- Babu, K. M. (2019). Spider silks and their applications. En K. M. Babu, *Woodhead* (págs. 235–253). Silk (Second Edición).
- Baonza, G. P., Tortuero, G. V., Rigueiro, J. P., & Calafat, M. E. (2003). Tensiones de contracción inducidas en las fibras de seda de araña por absorción de agua. *Encuentro del Grupo Español de Fractura*, XX(4), 426 - 431.

- Baonza, G. R. (2004). *Comportamiento Termo-higro-mecanico de las fibras de seda de araña*. Madrid: Universidad Politecnica Madrid- Escuela Tecnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.
- Belbéoch, C., Lejeune, J., Vroman, P., & Salaün, F. (2021). Silkworm and spider silk electrospinning: a review. *Environmental Chemistry Letters*(9), 1737–1763. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s10311-020-01147-x>
- Bosch, P. (2 de Enero de 2024). *Care Applications*. <https://careapplications.com/maquina-de-tinte-textil/>
- Brown, R. (2018). *Cotton: From Seed to Fabric*. Textile World.
- Bustamante, F. A. (2020). *Caracterizacion de la calidad de fibra de conejo angora (Oryctolagus cuniculus) segun la edad y sexo en la provincia de Chota*. Universidad Nacional Autonoma de Chota .
- Carter, T. (2022). *Linen: Its History and Uses*. Fabric Publishin.
- Casacuberta, J. P. (1972). Finura y su dispersión. *Conferencia pronunciada en el Instituto de Investigación dentro del Curso «Compra-Venta Técnica de Laas,, 27-29*.
- Chávez, D. G., Ramos, N. L., Moyano, A. M., & Quintana, M. S. (2023). Análisis textil: una aproximación a las fibras naturales. *Revista Científica Arbitrada Multidisciplinaria Pentaciencias*, 5(6), 660-675.
- Choudhury, A. (2019). *Fire Retardant Textiles*. Wiley.
- Clerck, C. A. (1759). *Nomenclator extemporaneus rerum naturalium: plantarum, insectorum, conchyliorum, secundam systema naturæ linnæanum*. Estocolmo: Entomological collection.
- Concaltex. (24 de Mayo de 2008). <https://concaltex.blogspot.com/2008/05/longitud-de-las-fibras-textiles.html>
- Cook, G. (1984). The Properties of Textile Fibres. En *Handbook of textile fibres* (Vols. I-Natural fibres). Woodhead Publishing limited.
- Creswell, J. W. (2014). *Research Design*.
- Creswell, J. W. (2014). *Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches*. SAGE Publications.

- Cunniff, P., & Ryan, C. (1995). *Chemical Properties of Natural Fibers*. New York: Textile Press.
- Daniela, R. (17 de Setiembre de 2020). *Lifeder*. <https://www.lifeder.com/investigacion-basica/>
- Deo, S. (2017). *Fiber Science and Technology*. Ambato: CRC Press.
- Dhanalakshmi, P., & Jothi, S. (2021). Functional Textiles: Properties and Applications. *Journal of Textile Science & Engineering*. https://www.planetadelibros.com/libros_contenido_extra/36/35360_Tu_consumo_puede_cambiar%20mundo_10176017.pdf
- Doblhofer, E., Heidebrecht, A., & Scheibel, T. (2015). To spin or not to spin: spider silk fibers and more. *Applied Microbiology and Biotechnology*. <https://doi.org/10.1007/s00253-015-5938-0>
- Domínguez, R., León, M., Samaniego, J., & Sunkel, O. (2019). *Recursos naturales, medio ambiente y sostenibilidad*. Cepal.
- Duncan, J., & Pritchard, J. (1999). *Mechanical properties of fibers*. London: Fabric Publications.
- Eisoldt, L., Smith, A., & Scheibel, T. (2011). Decoding the secrets of spider silk. *Mater Today*, 14(3), 80-86. [https://doi.org/10.1016/S1369-7021\(11\)70057-8](https://doi.org/10.1016/S1369-7021(11)70057-8)
- EuroLab. (1 de octubre de 2024). *EuroLab*. <https://www.laboratuar.com/es/testler/astm-testleri/astm-d2256-tek-telli-yontemle-ipliklerin-cekme-ozellikleri-icin-standart-test-yontemi/>
- Faure, R. (2007). *Chemistry of Natural Fibers*. Berlin: Springer-Verlag.
- Fiberstech. (15 de Agosto de 2021). <https://fiberstech.com/medulometro/>
- Fletcher, K. (2012). *Gestionar la sostenibilidad en la moda*. Mexico: Blume.
- Flores, A. G. (12 de Noviembre de 2023). *Utilización de fibras naturales para aplicación en la industria textil*. Catalunya: Universitat Politècnica de Catalunya. <https://www.bujosatextil.com/las-telas/fibras-naturales/#:~:text=LOS%20BENEFICIOS%20QUE%20APORTAN%20LAS,hab%3%ADan%20usado%20desde%20tiempos%20inmemoriales.>
- Flowers, P., Theopold, K., & Langley, R. (20 de Noviembre de 2024). *LibreTexts*. [https://espanol.libretexts.org/Quimica/Libro%3A_Qu%3%ADmica_General_\(OpenS TAX\)/01%3A_Esencia_de_la_Quimica/1.3%3A_Las_propiedades_fisicas_y_quimicas](https://espanol.libretexts.org/Quimica/Libro%3A_Qu%3%ADmica_General_(OpenS TAX)/01%3A_Esencia_de_la_Quimica/1.3%3A_Las_propiedades_fisicas_y_quimicas)

- Fontalvo, M., E. L. G., González, C. Á., & O, A. R. (2014). Estudio de la tintura de la seda organica Colombia con colorantes certificados por la Norma GOTS. *Revista Investigaciones Aplicadas*, 8(1), 38 - 41.
- Frank, E., Hick, M., Gauna, C., Lamas, H., Renieri, C., & Antoni, M. (2006). Phenotypic and genetic description of fibre traits in South American domestic camelids (llamas and alpacas). *Small Ruminant Research*, 61(2-3), 113-129.
- Frank, M. V. (2007). Descriptive differential attributes of type of fleeces in Llama fibre and its textile consequence: 1 – Descriptive aspects. *The Journal of The Textile Institute*, 98(3), 251-259. <https://doi.org/10.1080/00405000701489362>
- Friedman, A. (1997). *Textile mechanics: The Physical Properties of natural fibers*. Springer.
- Friedrich, M. (2019). Natural fibers: Sustainable and biodegradable alternatives. *Journal of Cleaner Production*, 36 - 40.
- Gaibor, E., & Pelaez, S. (2017). Biotecnología textil. En *Electroterapia desde la indumentaria - Una opcion de tratamiento* (págs. 42 - 43). Universida del Azuay.
- Gallissà, E. C. (2017). En E. C. Gallissà, *Los retos sostenibilistas del sector textil* (págs. 20-32). Revista de Química e Industria Textil.
- Gallissà, E. C. (2017). *Física textil - Propiedades físicas para caracterizar la calidad de las fibras textiles*. España: creativecommons.
- García, A. (2021). Analisis de alternativas para mejorar la gestion medioambiental. En A. G. F., *Evaluación ambiental de los productos textiles durante todo su ciclo de vida e introduccion de estrategias de economia circular* (págs. 75 - 79). Madrid: Escuela Tecnica Superior de Ingenieros Industriales- Universidad Politecnica de Madrid.
- García, J. L. (23 de Mayo de 2022). *Barcelona Investigacion e innovacion*. <https://www.uab.cat/web/detalle-noticia/la-arquitectura-de-la-tela-de-arana-1345680342040.html?noticiaid=1345856594218>
- Ghosh, A. (2020). *Advancements in Textile Engineering and Materials*. Springer.
- Gómez, M. B. (2017). Caracterización del potencial lanero y productivo de los biotipos ovinos presentes en la Región Central Argentina. Universidad católica de Córdoba. Argentina.
- Gonzalez, A. (2015). *Propiedades de las Fibras Textiles*. Editorial Textil.

- González, J. L. (2017). *Fibras Textiles: Selección y Clasificación*. (Vol. III). Editorial Universitaria.
- González, S. V. (2022). *Estudio sobre el impacto de las principales fibras empleadas en el sector textil desde el punto de vista de la sostenibilidad*. Ferrol: Universidade da Coruña.
- Green, P. (2020). Jute: The Golden Fiber. *Sustainable Textiles Journal*.
- Harris, R. (1999). *Chemical Composition of Textile Fibers*. London: ChemTextile.
- Hearle, J. W., & McKenzie. (2009). *Structural mechanics of fibers*. Woodhead Publishing.
- Hearle, J. W., & Peters, R. (2004). *Structural Mechanics of Textiles*. Cambridge: Woodhead Publishing.
- Hinds, M. D. (2021). Moisture absorption mechanisms in natural fibers. *A comprehensive review. International Journal of Fiber and Textile Research*, 12(2), 95-110.
- Hurst, C. (2018). *Textile Fibers: A Comprehensive Guide*. Textiles Publishing.
- Hussain, M., Levacher, D., Leblanc, N., Zmamou, H., Djeran-Maigre, I., Razakamanantsoa, A., & Saouti, L. (2023). Analysis of physical and mechanical characteristics of tropical natural fibers for their use in civil engineering applications. *Journal of Natural Fibers*, XX(1), 1-2. <https://doi.org/10.1080/15440478.2022.2164104>
- INACAL. (2014). *NTP 231.301:2014 Fibra de alpaca clasificada*. INACAL.
- INACAL. (2022). NTP 231.100:1980 (Revisada el 2015) MATERIALES TEXTILES. Determinación de la humedad.
- Inacal. (2023). *Requisitos de Calidad de la Fibra de Alpaca*. Instituto Nacional de Calidad.
- INIA, I. N. (2004). *Primer Informe Nacional sobre la Situación de Recursos Zoogenéticos*. Primer Informe Nacional sobre la Situación de Recursos Zoogenéticos.
- Instrument, F. (29 de Julio de 2023). *Guía ultracompleta sobre la finura de la fibra*. <https://fyitester.com/es/finura-de-la-fibra/>
- Jimenez, E. N. (2020). *Nuevos materiales: aplicaciones y sostenibilidad*. Universidad de Velladolid.
- Johnson, L. (2019). *Silk: The Fabric of History*. Fashion Press.
- Jones, R. (2020). *Thermal Properties of Natural Fibers in Clothing*. Journal of Fashion Technology.
- Jones, S. (2002). *Textile Properties*. Textile Institute.

- Khan, M. (2018). *Textile Chemistry*. Elsevier.
- Kothari, V. K. (2010). *Mechanical properties of textile materials*. Textiles Journal.
- Kumar, R. (2019). *Research Methodology*.
- Kumar, R. (2020). *Dyeing of Textiles*. Taylor & Francis.
- Levi, J. C. (1991). *Systematics and evolution of spiders (Araneae)* (Vol. XXII). Washington: Annual Review of Ecology and Systematics.
- Lewis, R. V. (2020). *The structure and properties of spider silk*. Nature Reviews Materials. <https://doi.org/10.1038/s41578-019-0172-4>
- Lion, A. (2007). *Einführung in die Lineare Viskoelastizität und Elementare Materialmodelle der linearen Viskoelastizität im Zeitbereich*. Neubiberg: Universität der Bundeswehr München.
- Liu, D., Yu, L. T., él, Y., Peng, K., Liu, J., Guan, J., & Dunstan, D. (2017). Peculiar torsion dynamical response of spider dragline silk. *Appl. Phys. Lett.* . <https://doi.org/111, 010201>
- Londoño, C. L., Escobar, J. V., Gutiérrez, D. M., & Montaguth, G. D. (2015). *Arañas de Colombia: biología, envenenamiento y potenciales y usos terapéuticos de su veneno*. Universidad de Antioquia.
- Lopez., M. (2019). *Environmental Impact of Natural vs Synthetic Fibers*. Environmental Science and Policy.
- Mamani, P. W. (2020). *Caracterización física de la fibra de alpaca en base a la finura, longitud e índice de confort de las provincias de Lampa y Puno, 2018*. Juliaca: Universidad Nacional de Juliaca - Escuela Propesional de Ingeniería Textil y de Confecciones.
- Marconi, M. A., & Lakatos, E. M. (2017). *Métodos de investigación*.
- Marín, C. V., & Monroy, B. G. (2013). Fibras textiles naturales sustentables y nuevos hábitos de consumo. *Legado*, 4 - 6.
- Martínez, M. E., Barra, R. d., Ortega, I. L., M, P. P., Guarda, P., Suazo, C. P., & lanas, I. D. (2018). *Tecnificación del proceso de Acondicionamiento y Transformación Artesanal de Lanas y Cueros Ovinos pigmentados en la Región de Los lagos*. Instituto de Desarrollo Agropecuario.
- Martinez, P. (2023). *Mechanical Properties of Natural Fibers*. Journal of Material Science.

- Martins, A. (19 de Enero de 2012). *BBC NEWS MUNDO*. https://www.bbc.com/mundo/noticias/2012/01/120119_cabra_arana_utah_am#:~:text=Estas%20cabras%20son%2C%20en%20parte,su%20gran%20fortaleza%20y%20elasticidad.
- Maximilians, J. (2018). *La seda de araña es una de las fibras más resistentes de la naturaleza y tiene propiedades sorprendentes. Científicos de la Universidad de Würzburg descubrieron nuevos detalles moleculares del autoensamblaje de una proteína de fibra de seda de araña*. Biotecnología en el Medio Ambiente y la Biodiversidad Europa.
- McGinity, J. W. (1990). *Textile Fibers (Types, Properties and Testing)*. New York: Wiley.
- McGregor, B. (2006). Production, attributes and relative value of alpaca fleeces in southern Australia and implications for industry development. *Small Ruminant Research*, 61(2), 93-111. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2005.07.001>
- McGregor, B. (2011). Improving production efficiency, quality and value-adding of rare natural animal fibres. *Rural Industries Research and Development Corporation*(11), 11-30.
- McGregor, B. A. (2018). 4 - Physical, chemical, and tensile properties of cashmere, mohair, alpaca, and other rare animal fibers. *In The Textile Institute Book Series, Handbook of Properties of Textile and Technical Fibres, II*, 105-136.
- Midagri. (9 de Noviembre de 2024). *Ministerio de desarrollo agrario y riego*. <https://www.midagri.gob.pe/portal/193-exportaciones/importancia-de-la-calidad-en-las-agroexportaciones/695-normas-tecnicas-peruanas#:~:text=Las%20Normas%20T%C3%A9cnicas%20Peruanas%20son,que%20se%20complementan%20entre%20s%C3%AD.>
- Miranda, G. A. (2015). *Caracterización de las Propiedades Dinámicas de la seda de Araña*. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid- Escuela Superior de Ingenieros Industriales. https://doi.org/https://oa.upm.es/39341/1/JORGE_HERNAN_ALENCASTRE_MIRANDA.pdf
- Mondal, I. H. (2021). *Fundamentals of natural fibres and textiles*. Elsevier.
- Narváez, A. (23 de Enero de 2023). *Ciencia y tecnología*. <https://www.unotv.com/ciencia-y-tecnologia/temporada-aranas-cuando-que-hacer-identificar-ejemplares-peligrosos/>

- Narváez, A. (23 de Enero de 2023). *UnoTV*. <https://www.unotv.com/ciencia-y-tecnologia/temporada-aranas-cuando-que-hacer-identificar-ejemplares-peligrosos/>
- Orduña. (2 de Diciembre de 2023). *Orduña1755*. <https://www.tejidosignifugos.com/las-fibras/#:~:text=La%20seda%20se%20caracteriza%20por,destina%20a%20ropa%20y%20tapices.>
- Orihuela, F. P. (2014). *Estudio de las propiedades mecánicas de nanomateriales de origen biológico*. Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Otero, B. (25 de Enero de 2012). *S Moda. El Pais*. <https://smoda.elpais.com/moda/una-capatejida-con-seda-de-arana-el-colmo-del-lujo/>
- Otzen, T., & Manterola, C. (2017). Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio. *International Journal of Morphology*, XXXV(1), 227-232.
- Padilla, Á., & Hormiga. (2008). *A new classification of the spider family Araneidae (Arachnida: Araneae)*. *Invertebrate Systematics*.
- Parra, J. L., & Castaño, M. C. (2021). *Investigacion del mercado de prendas de vestir ecologicas en Santiago de Cali Valle del Cauca 2021*. Guadalajara: Universidad del Valle.
- Perales, L. N. (2017). *Categorizacion, clasificacion y procesamiento industrial de la fibra de alpaca*. Universidad Nacional Agraria la Molina. <https://hdl.handle.net/20.500.12996/3428>
- Pérez, A. L., & García, J. (3 de Febrero de 2018). Propiedades mecánicas de fibras sintéticas y naturales: Un estudio comparativo. *Revista Textil Internacional*. <https://pirilana.com/beneficios-de-las-fibras-naturales/>
- Pinedo, H., & Diana, I. R. (2016). *Efecto de una crema a base de tela de araña loxosceles laeta sobre lesiones dermicas inducidas en Mus musculus var. Swiss*. Biblioteca digital - Direccion de sistemas de informatica y comunicacion.
- Plata, J. A. (2008). *Comparacion de la resistencia a la traccion entre el hilo de araña y el hilo de acero*. Bogota: Universidad Militar Nueva granada.
- Punch, K. F. (2006). *Developing Research Proposals*. SAGE Publications.
- Quispe, P. R. (2008). Perfil de diámetro de fibra en alpacas. *Seminario Internacional de Biotecnología Aplicada en Camélidos Sudamericanos*.

https://doi.org/https://repositorio.uap.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12990/11185/12.%20T059_71981634_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- Rahmani, F., Khojasteh, S. M., Bakhtavar, H. E., Rahmani, F., Nia, K. S., & Faridaalae, G. (2014). *National Library of Medicine*. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4614586/>
- Ramos, P. L. (2018). *Evaluacion de las propiedades fisicas y mecanicas de textiles ecologicos de algodon, funcionando con nanoparticulas de plata carboximetilquitosano (NPsAg - CMQ)*. Arequipa: Universidad Nacional de San Agustin Escuela de Posgrado - Unidad de Posgrado de La Facultad de Ciencias Naturales .
- Rane, K. y. (2022). The role of moisture absorption in textile performance. *Journal of Textile Science*, 2(45), 123-135.
- Rigueiro, P., Viney, C., Llorca, J., & Elices, M. (2000). Mechanical properties of single-brin silkworm silk. *Journal of Applied Polymer Science*, 75(10), 1270-1277. [https://doi.org/https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1097-4628\(20000307\)75:10<1270::AID-APP8>3.0.CO;2-C](https://doi.org/https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-4628(20000307)75:10<1270::AID-APP8>3.0.CO;2-C)
- Robson, C. (2011). *Real World Research*. Wiley.
- Römer, L., & Scheibel, T. (2008). The elaborate structure of spider silk. *Structure and function of a natural high performance fiber*, II(4), 154-161. <https://doi.org/https://doi.org/10.4161/pri.2.4.7490>
- Sammaritano, J. A. (2012). Las Telas de Araña, una Metodología Alternativa en la Enseñanza de la Elasticidad. *Revista Electrónica Iberoamericana de Educación en Ciencias y Tecnología - volumen 3, III(1)*, 162.
- Sampieri, R. H. (2014). *Metodologia de la investigacion* (Vol. VI). Mc. Graw Hill Education.
- Sánchez, E. F., & Abarca, C. A. (2019). *Caracterizacion de un material compuesto de matriz poliester reforzada con fibra de yute pre-carga mediante moldeo por compresion*. Escuela Politecnica Nacional.
- Sanchez, M. T. (2014). *Propiedades Fisicas Textiles*. Institucion Educativa Tecnica Alfonso Palacio Rudas.
- Sarmiento, E. Y. (2018). *Responsabilidad social empresarial de las PYMES industriales textiles de la ciudad de Juliaca*. Juliaca.

- Sinclair, R. (2015). Chapter 1 - Understanding Textile Fibres and Their Properties: What is a Textile Fibre? *Textiles and Fashion Materials, Design and Technology*, 3-27.
- Singha, K., Maity, S., & Singha, M. (2012). Spinning and applications of spider silk. *Frontiers in Science*.
- Smith, J. (2020). *Textile Fibers: Their Source and Properties*. Textile Publishing.
- Smith, J., & Johnson, R. (2015). Physical, chemical and mechanical properties of natural textile fibers. *Journal of Textile Research*, X(2), 45-60.
- Snyder, B. K., & Koubek, J. (1997). *Dyeing Natural Fibers: Chemistry and Methods*. Chicago: DyeTech Press.
- SO, A. (1970). Amino acid composition of spider silks. *Comp Biochem Physiol* , 35(3), 705–711. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0010-406X\(70\)90988-6](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0010-406X(70)90988-6)
- Solomon, B., & Martin, D. W. (2008). *Biología*. España: Octava edición. Ed.McGraw Hill Interamericana. Barcelona.
- Stoffberg, M. E., Hunter, L., & Botha, A. (2015). The Effect of Fabric Structural Parameters and Fiber Type on the Comfort-Related Properties of Commercial Apparel Fabrics. *Journal of Natural Fibers*, XII(6), 505-517. <https://doi.org/10.1080/15440478.2014.967370>
- Taylor, M. A. (1990). *Technology of Textile Properties*. Forbes Publications.
- Tietsch, V. (2014). *Das Stoßspektrum von Spinnennetzen*. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Tokareva, O., Jacobsen, M., Buehler, M., Wong, J., & Kaplan, D. (2014). Structure–function–property–design interplay in biopolymers: Spider silk. *Acta Biomaterialia*, X, 1612-1626.
- Toledo, M. (6 de Setiembre de 2024). *Mettler Toledo*. https://www.mt.com/mx/es/home/products/Laboratory_Weighing_Solutions/moisture-analyzers/moisture-analyzer.html
- Trujillo, A. M. (2017). *Estudio de la relacion entre tipo estructural y funcion biologica en la tela de araña orbicular*. Universidad Carlos III de Madrid.
- Tull, S. (2015). *Properties and Applications of Natural Fibers*. Journal of Textile Science.

- UNAJ. (2012). Dinamometro hilo mod. 848. En U. N. Juliaca, *Ficha tecnica Equipo: T7* (págs. 3-6). Ingenieria Textil y de Confecciones - Laboratorio de Fisica- Textil.
- UNAJ. (2013). Analizador de humedad mod. MAX 50. En U. N. Juliaca, *Ficha tecnica - Equipo: T 28* (págs. 17- 46). Ingenieria Textil y de Confecciones - Laboratorio de Fisica- Textil.
- UNAJ. (26 de Enero de 2024). *Plataforma del Estado Peruano*. https://www.google.com/maps/dir/-15.410675,-70.096263/@-15.4106808,-70.178665,12z?entry=ttu&g_ep=EgoyMDI0MTIxMS4wIKXMDSoASAFQAw%3D%3D
- Vaughn, A. (22 de Marzo de 2024). *Testex*. <https://www.testertextile.com/es/the-ultimate-guide-to-choosing-the-right-moisture-management-tester/#:~:text=El%20significado%20de%20absorci%C3%B3n%20de,al%20usuario%20seco%20y%20c%C3%B3modo>.
- Vollrath, F. (2000). Strength and structure of spiders silks. En R. i. Biotechnology. España: Elsevier.
- Wade, L. E. (2015). *Wound Healing: Cellular Mechanisms, Alternative Therapies and Clinical Outcomes*. Public Health in the 21st Century.
- Wilson, A. (2021). *Luxury Fibers: A Comprehensive Guide*. Luxury Textile Press.
- Yamin, M., P. Hynd, R. P., Hill, J., Pitchford, W., & Hansford, K. (1999). Is Fibre Diameter Variation Along the Staple a Good Indirect Selection Criterion for Staple Strength? *Wool Technology and Sheep Breeding*, 152-154.
- Zaikov, G. E. (2017). *Chemical and Physical Properties of Textile Fibers*.
- Zapata, J. A. (16 de Noviembre de 2015). *Estructurando*. <https://estructurando.net/2015/11/16/es-verdad-que-la-tela-de-arana-es-mas-resistente-que-el-acero/>
- Zorrilla, J. A. (2021). *La cadena de suministro en la industria textil: el impacto de los distribuidores y tendencias hacia una cadena más sostenible*. Bilbao: Universidad del País Vasco.

ANEXOS

ANEXO 1: *Ficha de recolección de muestra en el cementerio Gloria eterna*

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS DE MUESTRAS DE SEDA DE ARAÑA	
UNIVERSIDAD NACIONAL DE JULIACA – ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA TEXTIL Y DE CONFECCIONES	
Distrito	Juliaca
Comunidad /Urbanización	Cementerio Gloria eterna
Celular	-
Fecha de recolección	01/11/2023 al 15/11/2023
Realizado por:	Nitsabeth Shigera Taipe benito

Código de Muestra	Material	Longitud	Observación
1	Seda de araña	60 cm	
2	Seda de araña	60 cm	
3	Seda de araña	60 cm	
4	Seda de araña	60 cm	
5	Seda de araña	60 cm	
6	Seda de araña	60 cm	
7	Seda de araña	60 cm	
8	Seda de araña	60 cm	
9	Seda de araña	60 cm	
10	Seda de araña	60 cm	
11	Seda de araña	60 cm	
12	Seda de araña	60 cm	
13	Seda de araña	60 cm	
14	Seda de araña	60 cm	
15	Seda de araña	60 cm	
16	Seda de araña	60 cm	
17	Seda de araña	60 cm	
18	Seda de araña	60 cm	
19	Seda de araña	60 cm	
20	Seda de araña	60 cm	
21	Seda de araña	60 cm	
22	Seda de araña	60 cm	
23	Seda de araña	60 cm	
24	Seda de araña	60 cm	
25	Seda de araña	60 cm	

<<continuación>>

26	Seda de araña	60 cm	
27	Seda de araña	60 cm	
28	Seda de araña	60 cm	
29	Seda de araña	60 cm	
30	Seda de araña	60 cm	
31	Seda de araña	60 cm	
32	Seda de araña	60 cm	
33	Seda de araña	60 cm	
34	Seda de araña	60 cm	
35	Seda de araña	60 cm	
36	Seda de araña	60 cm	
37	Seda de araña	60 cm	
38	Seda de araña	60 cm	
39	Seda de araña	60 cm	
40	Seda de araña	60 cm	
41	Seda de araña	60 cm	
42	Seda de araña	60 cm	
43	Seda de araña	60 cm	
44	Seda de araña	60 cm	
45	Seda de araña	60 cm	
46	Seda de araña	60 cm	
47	Seda de araña	60 cm	
48	Seda de araña	60 cm	
49	Seda de araña	60 cm	
50	Seda de araña	60 cm	
51	Seda de araña	60 cm	
52	Seda de araña	60 cm	
53	Seda de araña	60 cm	
54	Seda de araña	60 cm	
55	Seda de araña	60 cm	
56	Seda de araña	60 cm	
57	Seda de araña	60 cm	
58	Seda de araña	60 cm	
59	Seda de araña	60 cm	
60	Seda de araña	60 cm	
61	Seda de araña	60 cm	
62	Seda de araña	60 cm	
63	Seda de araña	60 cm	
64	Seda de araña	60 cm	
65	Seda de araña	60 cm	

<<continuación>>

66	Seda de araña	60 cm	
67	Seda de araña	60 cm	
68	Seda de araña	60 cm	
69	Seda de araña	60 cm	
70	Seda de araña	60 cm	
71	Seda de araña	60 cm	
72	Seda de araña	60 cm	
73	Seda de araña	60 cm	
74	Seda de araña	60 cm	
75	Seda de araña	60 cm	
76	Seda de araña	60 cm	
77	Seda de araña	60 cm	
78	Seda de araña	60 cm	
79	Seda de araña	60 cm	
80	Seda de araña	60 cm	
81	Seda de araña	60 cm	
82	Seda de araña	60 cm	
83	Seda de araña	60 cm	
84	Seda de araña	60 cm	
85	Seda de araña	60 cm	
86	Seda de araña	60 cm	
87	Seda de araña	60 cm	
88	Seda de araña	60 cm	
89	Seda de araña	58 cm	
90	Seda de araña	60 cm	
91	Seda de araña	60 cm	
92	Seda de araña	60 cm	
93	Seda de araña	60 cm	
94	Seda de araña	60 cm	
95	Seda de araña	60 cm	

ANEXO 2: Ficha de recolección de muestra en el cementerio Escuri

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS DE MUESTRAS DE SEDA DE ARAÑA	
UNIVERSIDAD NACIONAL DE JULIACA – ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA TEXTIL Y DE CONFECCIONES	
Distrito	Juliaca
Comunidad /Urbanización	Cementerio Escuri
Celular	-
Fecha de recolección	11/12/2023 al 14/12/2023
Realizado por:	Nitsabeth Shigera Taipe benito

Código de Muestra	Material	Longitud	Observación
96	Seda de araña	56 cm	irregular
97	Seda de araña	60 cm	contiene polvo
98	Seda de araña	60 cm	contiene polvo
99	Seda de araña	60 cm	
100	Seda de araña	60 cm	contiene polvo
101	Seda de araña	60 cm	contiene polvo
102	Seda de araña	60 cm	contiene polvo
103	Seda de araña	60 cm	contiene polvo
104	Seda de araña	60 cm	contiene polvo
105	Seda de araña	60 cm	contiene polvo
106	Seda de araña	60 cm	contiene polvo
107	Seda de araña	60 cm	contiene polvo
108	Seda de araña	60 cm	
109	Seda de araña	60 cm	
110	Seda de araña	60 cm	
111	Seda de araña	60 cm	
112	Seda de araña	60 cm	
113	Seda de araña	60 cm	
114	Seda de araña	60 cm	
115	Seda de araña	60 cm	
116	Seda de araña	60 cm	
117	Seda de araña	60 cm	
118	Seda de araña	60 cm	
119	Seda de araña	60 cm	
120	Seda de araña	60 cm	
121	Seda de araña	60 cm	
122	Seda de araña	60 cm	
123	Seda de araña	60 cm	

<<continuación>>

124	Seda de araña	60 cm	
125	Seda de araña	60 cm	
126	Seda de araña	60 cm	
127	Seda de araña	60 cm	
128	Seda de araña	60 cm	
129	Seda de araña	60 cm	
130	Seda de araña	60 cm	
131	Seda de araña	60 cm	
132	Seda de araña	59 cm	
133	Seda de araña	60 cm	
134	Seda de araña	60 cm	
135	Seda de araña	60 cm	
136	Seda de araña	60 cm	
137	Seda de araña	60 cm	
138	Seda de araña	60 cm	
139	Seda de araña	60 cm	
140	Seda de araña	60 cm	
141	Seda de araña	60 cm	
142	Seda de araña	60 cm	
143	Seda de araña	60 cm	
144	Seda de araña	60 cm	
145	Seda de araña	60 cm	
146	Seda de araña	60 cm	
147	Seda de araña	60 cm	
148	Seda de araña	60 cm	
149	Seda de araña	60 cm	
150	Seda de araña	60 cm	
151	Seda de araña	60 cm	
152	Seda de araña	60 cm	
153	Seda de araña	60 cm	
154	Seda de araña	60 cm	
155	Seda de araña	60 cm	
156	Seda de araña	60 cm	
157	Seda de araña	60 cm	
158	Seda de araña	60 cm	
159	Seda de araña	60 cm	
160	Seda de araña	60 cm	
161	Seda de araña	60 cm	
162	Seda de araña	60 cm	
163	Seda de araña	60 cm	
164	Seda de araña	60 cm	
165	Seda de araña	60 cm	

<<continuación>>

166	Seda de araña	60 cm	
167	Seda de araña	60 cm	
168	Seda de araña	60 cm	
169	Seda de araña	60 cm	
170	Seda de araña	60 cm	
171	Seda de araña	60 cm	
172	Seda de araña	60 cm	
173	Seda de araña	60 cm	
174	Seda de araña	60 cm	
175	Seda de araña	60 cm	
176	Seda de araña	60 cm	
177	Seda de araña	60 cm	
178	Seda de araña	60 cm	
179	Seda de araña	60 cm	
180	Seda de araña	60 cm	
181	Seda de araña	60 cm	
182	Seda de araña	60 cm	
183	Seda de araña	60 cm	
184	Seda de araña	60 cm	
185	Seda de araña	60 cm	
186	Seda de araña	60 cm	
187	Seda de araña	60 cm	
188	Seda de araña	60 cm	
189	Seda de araña	60 cm	
190	Seda de araña	60 cm	
191	Seda de araña	60 cm	
192	Seda de araña	60 cm	
193	Seda de araña	60 cm	
194	Seda de araña	60 cm	
195	Seda de araña	60 cm	
196	Seda de araña	60 cm	
197	Seda de araña	60 cm	
198	Seda de araña	60 cm	
199	Seda de araña	60 cm	
200	Seda de araña	60 cm	
201	Seda de araña	60 cm	
202	Seda de araña	60 cm	
203	Seda de araña	60 cm	
204	Seda de araña	60 cm	
205	Seda de araña	60 cm	
206	Seda de araña	60 cm	
207	Seda de araña	60 cm	
208	Seda de araña	60 cm	
209	Seda de araña	60 cm	

<<continuación>>

210	Seda de araña	60 cm	
211	Seda de araña	60 cm	
212	Seda de araña	60 cm	
213	Seda de araña	60 cm	
214	Seda de araña	60 cm	
215	Seda de araña	60 cm	
216	Seda de araña	60 cm	
217	Seda de araña	60 cm	
218	Seda de araña	60 cm	
219	Seda de araña	60 cm	
220	Seda de araña	60 cm	
221	Seda de araña	60 cm	
222	Seda de araña	60 cm	
223	Seda de araña	60 cm	
224	Seda de araña	60 cm	
225	Seda de araña	60 cm	
226	Seda de araña	60 cm	
227	Seda de araña	60 cm	
228	Seda de araña	60 cm	
229	Seda de araña	60 cm	
230	Seda de araña	60 cm	
231	Seda de araña	60 cm	
232	Seda de araña	60 cm	
233	Seda de araña	60 cm	
234	Seda de araña	60 cm	
235	Seda de araña	60 cm	
236	Seda de araña	60 cm	
237	Seda de araña	60 cm	
238	Seda de araña	60 cm	
239	Seda de araña	60 cm	
240	Seda de araña	60 cm	
241	Seda de araña	60 cm	
242	Seda de araña	60 cm	
243	Seda de araña	60 cm	
244	Seda de araña	60 cm	
245	Seda de araña	60 cm	

ANEXO 3: Ficha de recolección de muestra en el cementerio la Capilla

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS DE MUESTRAS DE SEDA DE ARAÑA	
UNIVERSIDAD NACIONAL DE JULIACA – ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA TEXTIL Y DE CONFECCIONES	
Distrito	Juliaca
Comunidad /Urbanización	Cementerio la Capilla
Celular	-
Fecha de recolección	15/11/2023 al 17/12/2023
Realizado por:	Nitsabeth Shigera Taipe benito

Código de Muestra	Material	Longitud	Observación
246	Seda de araña	60 cm	
247	Seda de araña	60 cm	
248	Seda de araña	60 cm	
249	Seda de araña	60 cm	
250	Seda de araña	60 cm	
251	Seda de araña	60 cm	
252	Seda de araña	60 cm	
253	Seda de araña	60 cm	
254	Seda de araña	60 cm	
255	Seda de araña	60 cm	
256	Seda de araña	60 cm	
257	Seda de araña	60 cm	
258	Seda de araña	60 cm	
259	Seda de araña	60 cm	
260	Seda de araña	60 cm	
261	Seda de araña	60 cm	
262	Seda de araña	60 cm	
263	Seda de araña	60 cm	
264	Seda de araña	60 cm	
265	Seda de araña	60 cm	
266	Seda de araña	60 cm	
267	Seda de araña	60 cm	
268	Seda de araña	60 cm	
269	Seda de araña	60 cm	
270	Seda de araña	60 cm	
271	Seda de araña	60 cm	
272	Seda de araña	60 cm	

<<continuación>>

273	Seda de araña	60 cm	
274	Seda de araña	60 cm	
275	Seda de araña	60 cm	
276	Seda de araña	60 cm	
277	Seda de araña	60 cm	
278	Seda de araña	60 cm	
279	Seda de araña	60 cm	
280	Seda de araña	60 cm	
281	Seda de araña	60 cm	
282	Seda de araña	60 cm	
283	Seda de araña	60 cm	
284	Seda de araña	60 cm	
285	Seda de araña	60 cm	
286	Seda de araña	60 cm	
287	Seda de araña	60 cm	
288	Seda de araña	60 cm	
289	Seda de araña	60 cm	
290	Seda de araña	60 cm	
291	Seda de araña	60 cm	
292	Seda de araña	60 cm	
293	Seda de araña	60 cm	
294	Seda de araña	60 cm	
295	Seda de araña	60 cm	
296	Seda de araña	60 cm	
297	Seda de araña	60 cm	
298	Seda de araña	60 cm	
299	Seda de araña	60 cm	
300	Seda de araña	60 cm	
301	Seda de araña	60 cm	
302	Seda de araña	60 cm	
303	Seda de araña	60 cm	
304	Seda de araña	60 cm	
305	Seda de araña	60 cm	
306	Seda de araña	60 cm	
307	Seda de araña	60 cm	
308	Seda de araña	60 cm	
309	Seda de araña	60 cm	
310	Seda de araña	60 cm	
311	Seda de araña	60 cm	
312	Seda de araña	60 cm	

<<continuación>>

313	Seda de araña	60 cm	
314	Seda de araña	60 cm	
315	Seda de araña	60 cm	
316	Seda de araña	60 cm	
317	Seda de araña	60 cm	
318	Seda de araña	60 cm	
319	Seda de araña	60 cm	
320	Seda de araña	60 cm	
321	Seda de araña	60 cm	
322	Seda de araña	60 cm	
323	Seda de araña	60 cm	
324	Seda de araña	60 cm	
325	Seda de araña	60 cm	
326	Seda de araña	60 cm	
327	Seda de araña	60 cm	
328	Seda de araña	60 cm	
329	Seda de araña	60 cm	
330	Seda de araña	60 cm	
331	Seda de araña	60 cm	
332	Seda de araña	60 cm	
333	Seda de araña	60 cm	
334	Seda de araña	60 cm	
335	Seda de araña	60 cm	
336	Seda de araña	60 cm	
337	Seda de araña	60 cm	
338	Seda de araña	60 cm	
339	Seda de araña	60 cm	
340	Seda de araña	60 cm	
341	Seda de araña	60 cm	
342	Seda de araña	60 cm	
343	Seda de araña	60 cm	
344	Seda de araña	60 cm	
345	Seda de araña	60 cm	
346	Seda de araña	60 cm	
347	Seda de araña	60 cm	
348	Seda de araña	60 cm	
349	Seda de araña	60 cm	
350	Seda de araña	60 cm	
351	Seda de araña	60 cm	
352	Seda de araña	60 cm	
353	Seda de araña	60 cm	

<<continuación>>

354	Seda de araña	60 cm	
355	Seda de araña	60 cm	
356	Seda de araña	60 cm	
357	Seda de araña	60 cm	
358	Seda de araña	60 cm	
359	Seda de araña	60 cm	
360	Seda de araña	60 cm	
361	Seda de araña	60 cm	
362	Seda de araña	60 cm	
363	Seda de araña	60 cm	
364	Seda de araña	60 cm	
365	Seda de araña	60 cm	
366	Seda de araña	60 cm	
367	Seda de araña	60 cm	
368	Seda de araña	60 cm	
369	Seda de araña	60 cm	
370	Seda de araña	60 cm	
371	Seda de araña	60 cm	
372	Seda de araña	60 cm	
373	Seda de araña	60 cm	
374	Seda de araña	60 cm	
375	Seda de araña	60 cm	
376	Seda de araña	60 cm	
377	Seda de araña	60 cm	
378	Seda de araña	60 cm	
379	Seda de araña	60 cm	
380	Seda de araña	60 cm	
381	Seda de araña	60 cm	
382	Seda de araña	60 cm	
383	Seda de araña	60 cm	
384	Seda de araña	60 cm	
385	Seda de araña	60 cm	

ANEXO 4: Informe de datos de las propiedades físicas de la seda de araña

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE JULIACA			
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA TEXTIL Y DE CONFECCIONES			
FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS Y EVALUACIÓN DE PROPIEDADES FÍSICAS DE SEDA DE ARAÑA			
DATOS INFORMATIVOS: PRUEBA DE PROPIEDADES FÍSICAS DE LA SEDA DE ARAÑA			
Asunto:	Solicita medir el DMF, confort y factor picazón de la seda de araña		
lugar:	Laboratorio de Ingeniería textil y de confecciones - Universidad Nacional de Juliaca	Ciudad:	Juliaca
Realizado Por:	Nitsabeth Shigera Taipe Benito		
Fecha de Análisis	12/19/2023		

PRUEBAS DE PROPIEDADES FÍSICAS	
Material	Seda de araña

RESULTADOS					
Equipo	Caracterizador electrónico de fibras FIBER EC				
ID Muestra	Muestra	Longitud (cm)	MDF (µm)	Confort (%)	Picazón (%)
001	S. araña	60 cm	23.49	88.22	11.78
002	S. araña	60 cm	24.68	74.07	25.93
003	S. araña	60 cm	21.36	94.93	5.07
004	S. araña	60 cm	19.96	98.82	1.18
005	S. araña	60 cm	25.44	71.31	28.69
006	S. araña	60 cm	26.80	71.30	28.70
007	S. araña	60 cm	26.78	63.16	36.84
008	S. araña	60 cm	22.66	91.67	8.33
009	S. araña	60 cm	21.92	91.94	8.06
010	S. araña	60 cm	24.52	85.93	14.07
011	S. araña	60 cm	26.37	79.46	20.54
012	S. araña	60 cm	24.10	90.32	9.68
013	S. araña	60 cm	24.43	83.33	16.67
014	S. araña	60 cm	22.63	95.77	4.23
015	S. araña	60 cm	23.43	74.42	25.58
016	S. araña	60 cm	21.43	90.86	9.14
017	S. araña	60 cm	21.72	98.24	1.76
018	S. araña	60 cm	22.53	91.29	8.71
019	S. araña	60 cm	21.45	94.59	5.41
020	S. araña	60 cm	22.22	90.45	9.55
021	S. araña	60 cm	23.75	86.96	13.04

<<continuación>>

022	S. araña	60 cm	24.15	88.96	11.04
023	S. araña	60 cm	22.40	84.66	15.34
024	S. araña	60 cm	22.45	89.58	10.42
025	S. araña	60 cm	22.96	80.81	19.19
026	S. araña	60 cm	21.77	95.56	4.44
027	S. araña	60 cm	21.09	92.22	7.78
028	S. araña	60 cm	21.51	97.26	2.74
029	S. araña	60 cm	21.82	92.86	7.14
030	S. araña	60 cm	23.20	89.04	10.96
031	S. araña	60 cm	21.96	91.53	8.47
032	S. araña	60 cm	20.42	95.94	4.06
033	S. araña	60 cm	21.50	96.39	3.61
034	S. araña	60 cm	22.11	93.03	6.97
035	S. araña	60 cm	23.90	84.98	15.02
036	S. araña	60 cm	22.50	92.06	7.94
037	S. araña	60 cm	22.97	90.63	9.38
038	S. araña	60 cm	22.47	88.97	11.03
039	S. araña	60 cm	24.74	89.00	11.00
040	S. araña	60 cm	25.01	82.43	17.57
041	S. araña	60 cm	22.52	82.44	17.56
042	S. araña	60 cm	18.25	88.24	11.76
043	S. araña	60 cm	25.22	67.50	32.50
044	S. araña	60 cm	28.00	57.11	42.89
045	S. araña	60 cm	23.29	76.47	23.53
046	S. araña	60 cm	29.09	66.51	33.49
047	S. araña	60 cm	26.86	66.86	33.14
048	S. araña	60 cm	28.93	56.89	43.11
049	S. araña	60 cm	19.52	86.55	13.45
050	S. araña	60 cm	22.79	76.51	23.49
051	S. araña	60 cm	28.65	68.39	31.61
052	S. araña	60 cm	22.48	79.87	20.13
053	S. araña	60 cm	16.47	91.77	8.23
054	S. araña	60 cm	19.35	84.83	15.17
055	S. araña	60 cm	22.21	73.20	26.80
056	S. araña	60 cm	24.96	74.65	25.35
057	S. araña	60 cm	25.29	75.56	24.44
058	S. araña	60 cm	29.11	49.57	50.43
059	S. araña	60 cm	28.44	58.45	41.55
060	S. araña	60 cm	18.10	87.30	12.70
061	S. araña	60 cm	28.14	57.28	42.72
062	S. araña	60 cm	17.71	89.89	10.11
063	S. araña	60 cm	21.40	87.84	12.16
064	S. araña	60 cm	26.89	67.84	32.16
065	S. araña	60 cm	15.74	90.81	9.19

<<continuación>>

066	S. araña	60 cm	23.21	74.05	25.95
067	S. araña	60 cm	21.01	86.16	13.84
068	S. araña	60 cm	25.34	72.56	27.44
069	S. araña	60 cm	17.25	89.42	10.58
070	S. araña	60 cm	29.11	55.46	44.54
071	S. araña	60 cm	23.06	72.82	27.18
072	S. araña	60 cm	23.90	73.60	26.40
073	S. araña	60 cm	21.96	80.49	19.51
074	S. araña	60 cm	25.05	69.63	30.37
075	S. araña	60 cm	27.33	69.79	30.21
076	S. araña	60 cm	27.38	67.40	32.60
077	S. araña	60 cm	25.69	53.19	46.81
078	S. araña	60 cm	23.33	79.04	20.96
079	S. araña	60 cm	22.44	82.77	17.23
080	S. araña	60 cm	16.63	90.14	9.86
081	S. araña	60 cm	16.27	91.32	8.68
082	S. araña	60 cm	21.17	89.56	10.44
083	S. araña	60 cm	22.73	76.65	23.35
084	S. araña	60 cm	25.68	74.58	25.42
085	S. araña	60 cm	25.54	70.98	29.02
086	S. araña	60 cm	29.26	62.92	37.08
087	S. araña	60 cm	22.56	81.55	18.45
088	S. araña	60 cm	25.43	72.95	27.05
089	S. araña	60 cm	29.55	59.68	40.32
090	S. araña	60 cm	20.26	81.69	18.31
091	S. araña	60 cm	25.83	46.08	53.92
092	S. araña	60 cm	28.82	62.26	37.74
093	S. araña	60 cm	17.93	93.64	6.36
094	S. araña	60 cm	21.44	77.51	22.49
095	S. araña	60 cm	21.39	85.14	14.86
096	S. araña	60 cm	23.04	73.88	26.12
097	S. araña	60 cm	19.22	84.70	15.30
098	S. araña	60 cm	21.42	79.90	20.10
099	S. araña	60 cm	28.08	69.23	30.77
100	S. araña	60 cm	20.85	76.00	24.00
101	S. araña	60 cm	23.10	72.86	27.14
102	S. araña	60 cm	22.07	81.33	18.67
103	S. araña	60 cm	23.20	87.11	12.89
104	S. araña	60 cm	26.39	74.51	25.49
105	S. araña	60 cm	24.03	54.72	45.28
106	S. araña	60 cm	19.26	84.72	15.28
107	S. araña	60 cm	29.80	56.73	43.27
108	S. araña	60 cm	29.64	45.00	55.00
109	S. araña	60 cm	28.06	52.54	47.46

<<continuación>>

110	S. araña	60 cm	19.01	85.38	14.62
111	S. araña	60 cm	25.78	68.84	31.16
112	S. araña	60 cm	24.64	71.43	28.57
113	S. araña	60 cm	23.38	72.92	27.08
114	S. araña	60 cm	24.38	70.51	29.49
115	S. araña	60 cm	22.04	77.36	22.64
116	S. araña	60 cm	29.36	59.72	40.28
117	S. araña	60 cm	23.87	73.56	26.44
118	S. araña	60 cm	23.87	72.25	27.75
119	S. araña	60 cm	28.07	68.64	31.36
120	S. araña	60 cm	25.27	73.28	26.72
121	S. araña	60 cm	27.80	63.06	36.94
122	S. araña	60 cm	25.83	65.64	34.36
123	S. araña	60 cm	22.26	77.93	22.07
124	S. araña	60 cm	23.90	73.66	26.34
125	S. araña	60 cm	27.82	66.04	33.96
126	S. araña	60 cm	20.07	84.38	15.62
127	S. araña	60 cm	23.79	73.54	26.46
128	S. araña	60 cm	23.10	70.95	29.05
129	S. araña	60 cm	25.57	70.16	29.84
130	S. araña	60 cm	29.37	59.36	40.64
131	S. araña	60 cm	23.45	56.80	43.20
132	S. araña	60 cm	26.45	69.82	30.18
133	S. araña	60 cm	28.04	68.90	31.10
134	S. araña	60 cm	29.09	63.81	36.19
135	S. araña	60 cm	22.76	81.82	18.18
136	S. araña	60 cm	18.79	96.73	3.27
137	S. araña	60 cm	28.79	56.34	43.66
138	S. araña	60 cm	28.52	68.57	31.43
139	S. araña	60 cm	21.99	85.29	14.71
140	S. araña	60 cm	27.80	71.79	28.21
141	S. araña	60 cm	18.25	87.57	12.43
142	S. araña	60 cm	15.98	94.74	5.26
143	S. araña	60 cm	25.44	69.77	30.23
144	S. araña	60 cm	24.10	46.51	53.49
145	S. araña	60 cm	28.94	60.26	39.74
146	S. araña	60 cm	28.39	54.29	45.71
148	S. araña	60 cm	21.30	82.35	17.65
149	S. araña	60 cm	29.73	54.35	45.65
150	S. araña	60 cm	26.87	69.70	30.30
151	S. araña	60 cm	25.12	68.52	31.48
152	S. araña	60 cm	27.32	68.13	31.88
153	S. araña	60 cm	29.47	26.98	73.02
154	S. araña	60 cm	22.72	45.88	54.12

<<continuación>>

155	S. araña	60 cm	27.99	77.11	22.89
156	S. araña	60 cm	29.23	58.70	41.30
157	S. araña	60 cm	24.78	76.30	23.70
158	S. araña	60 cm	28.39	52.50	47.50
159	S. araña	60 cm	18.47	86.67	13.33
160	S. araña	60 cm	19.09	88.03	11.97
161	S. araña	60 cm	22.98	56.52	43.48
162	S. araña	60 cm	22.87	81.82	18.18
163	S. araña	60 cm	18.68	80.43	19.57
164	S. araña	60 cm	22.16	71.43	28.57
165	S. araña	60 cm	25.47	69.86	30.14
166	S. araña	60 cm	25.80	62.50	37.50
167	S. araña	60 cm	24.36	68.37	31.63
168	S. araña	60 cm	19.51	80.37	19.63
169	S. araña	60 cm	19.72	79.31	20.69
170	S. araña	60 cm	25.46	69.81	30.19
171	S. araña	60 cm	25.38	64.71	35.29
172	S. araña	60 cm	26.72	36.00	64.00
173	S. araña	60 cm	29.18	24.44	75.56
174	S. araña	60 cm	23.32	54.12	45.88
175	S. araña	60 cm	26.55	53.66	46.34
176	S. araña	60 cm	18.99	86.47	13.53
177	S. araña	60 cm	28.14	61.64	38.36
178	S. araña	60 cm	20.13	25.61	74.39
179	S. araña	60 cm	22.72	23.81	76.19
180	S. araña	60 cm	29.31	35.62	64.38
181	S. araña	60 cm	29.24	27.27	72.73
182	S. araña	60 cm	20.08	39.74	60.26
183	S. araña	60 cm	17.71	95.65	4.35
184	S. araña	60 cm	18.99	86.47	13.53
185	S. araña	60 cm	28.14	61.64	38.36
186	S. araña	60 cm	22.36	94.93	5.07
187	S. araña	60 cm	19.98	98.82	1.18
188	S. araña	60 cm	25.44	71.31	28.69
189	S. araña	60 cm	26.80	71.30	28.70
190	S. araña	60 cm	26.78	63.16	36.84
191	S. araña	60 cm	19.96	98.82	1.18
192	S. araña	60 cm	25.44	71.31	28.69
193	S. araña	60 cm	26.80	71.30	28.70
194	S. araña	60 cm	19.72	79.31	20.69
195	S. araña	60 cm	25.46	69.81	30.19
196	S. araña	60 cm	25.38	64.71	35.29
197	S. araña	60 cm	21.03	80.42	37.09
198	S. araña	60 cm	23.49	88.22	11.78

<<continuación>>

199	S. araña	60 cm	24.68	74.07	25.93
200	S. araña	60 cm	21.36	94.93	5.07
201	S. araña	60 cm	19.96	98.82	1.18
202	S. araña	60 cm	25.44	71.31	28.69
203	S. araña	60 cm	26.80	71.30	28.70
204	S. araña	60 cm	26.78	63.16	36.84
205	S. araña	60 cm	22.66	91.67	8.33
206	S. araña	60 cm	21.92	91.94	8.06
207	S. araña	60 cm	22.52	82.44	17.56
208	S. araña	60 cm	23.11	72.95	27.05
209	S. araña	60 cm	18.25	88.24	11.76
210	S. araña	60 cm	25.22	67.50	32.50
211	S. araña	60 cm	27.20	46.76	53.24
212	S. araña	60 cm	28.00	57.11	42.89
213	S. araña	60 cm	22.66	91.67	8.33
214	S. araña	60 cm	23.29	76.47	23.53
215	S. araña	60 cm	19.96	98.82	1.18
216	S. araña	60 cm	28.09	66.51	33.49
217	S. araña	60 cm	21.36	94.93	5.07
218	S. araña	60 cm	26.86	66.86	33.14
219	S. araña	60 cm	22.66	91.67	8.33
220	S. araña	60 cm	23.62	67.21	32.79
221	S. araña	60 cm	29.65	68.39	31.61
222	S. araña	60 cm	27.69	69.56	30.44
223	S. araña	60 cm	22.48	79.87	20.13
224	S. araña	60 cm	7.26	90.18	9.82
225	S. araña	60 cm	16.47	91.77	8.23
226	S. araña	60 cm	25.67	93.35	6.65
227	S. araña	60 cm	19.35	84.83	15.17
228	S. araña	60 cm	13.02	76.31	23.69
229	S. araña	60 cm	23.49	88.22	11.78
230	S. araña	60 cm	24.68	74.07	25.93
231	S. araña	60 cm	25.87	59.93	40.07
232	S. araña	60 cm	22.76	91.04	8.96
233	S. araña	60 cm	21.36	94.93	5.07
234	S. araña	60 cm	19.96	98.82	1.18
235	S. araña	60 cm	21.96	80.49	19.51
236	S. araña	60 cm	25.05	69.63	30.37
237	S. araña	60 cm	28.13	58.77	41.23
238	S. araña	60 cm	27.29	72.18	27.82
239	S. araña	60 cm	29.06	69.41	30.59
240	S. araña	60 cm	27.33	69.79	30.21
241	S. araña	60 cm	27.38	67.40	32.60
242	S. araña	60 cm	23.90	84.98	15.02

<<continuación>>

243	S. araña	60 cm	22.50	92.06	7.94
244	S. araña	60 cm	22.97	90.63	9.38
245	S. araña	60 cm	22.19	94.87	5.13
246	S. araña	60 cm	21.96	80.49	19.51
247	S. araña	60 cm	21.73	97.69	2.31
248	S. araña	60 cm	20.21	88.94	11.06
249	S. araña	60 cm	18.69	80.20	19.80
250	S. araña	60 cm	22.47	88.97	11.03
251	S. araña	60 cm	25.05	69.63	30.37
252	S. araña	60 cm	24.74	89.00	11.00
253	S. araña	60 cm	26.35	82.56	17.44
254	S. araña	60 cm	27.00	89.02	10.98
255	S. araña	60 cm	26.39	74.51	25.49
256	S. araña	60 cm	23.75	86.96	13.04
257	S. araña	60 cm	20.85	76.00	24.00
258	S. araña	60 cm	24.15	88.96	11.04
259	S. araña	60 cm	20.26	81.69	18.31
260	S. araña	60 cm	21.17	87.91	12.09
261	S. araña	60 cm	24.56	90.96	9.04
262	S. araña	60 cm	22.35	79.73	20.27
263	S. araña	60 cm	23.88	78.02	21.98
264	S. araña	60 cm	23.83	85.95	14.05
265	S. araña	60 cm	22.07	81.33	18.67
266	S. araña	60 cm	22.40	84.66	15.34
267	S. araña	60 cm	17.93	93.64	6.36
268	S. araña	60 cm	25.78	68.84	31.16
269	S. araña	60 cm	22.91	88.37	11.63
270	S. araña	60 cm	19.22	84.70	15.30
271	S. araña	60 cm	22.45	89.58	10.42
272	S. araña	60 cm	22.64	92.46	7.54
273	S. araña	60 cm	25.06	52.54	47.46
274	S. araña	60 cm	22.96	80.81	19.19
275	S. araña	60 cm	19.01	85.38	14.62
276	S. araña	60 cm	27.90	52.62	47.38
277	S. araña	60 cm	25.06	52.54	47.46
278	S. araña	60 cm	19.01	85.38	14.62
279	S. araña	60 cm	25.78	68.84	31.16
280	S. araña	60 cm	17.34	85.22	14.78
281	S. araña	60 cm	21.51	97.26	2.74
282	S. araña	60 cm	20.44	96.67	3.33
283	S. araña	60 cm	21.82	92.86	7.14
284	S. araña	60 cm	23.20	89.04	10.96
285	S. araña	60 cm	24.57	85.23	14.77
286	S. araña	60 cm	27.82	66.04	33.96

<<continuación>>

287	S. araña	60 cm	23.50	87.13	12.87
288	S. araña	60 cm	21.96	91.53	8.47
289	S. araña	60 cm	20.42	95.94	4.06
290	S. araña	60 cm	23.49	88.22	11.78
291	S. araña	60 cm	21.50	96.39	3.61
292	S. araña	60 cm	21.43	90.86	9.14
293	S. araña	60 cm	19.67	75.86	24.14
294	S. araña	60 cm	16.27	91.32	8.68
295	S. araña	60 cm	23.87	72.25	27.75
296	S. araña	60 cm	28.07	68.64	31.36
297	S. araña	60 cm	22.53	91.29	8.71
298	S. araña	60 cm	25.27	73.28	26.72
299	S. araña	60 cm	28.02	55.27	44.73
300	S. araña	60 cm	17.25	89.42	10.58
301	S. araña	60 cm	27.14	72.41	27.59
302	S. araña	60 cm	15.98	94.74	5.26
303	S. araña	60 cm	29.77	60.47	39.53
304	S. araña	60 cm	21.72	98.24	1.76
305	S. araña	60 cm	27.80	63.06	36.94
306	S. araña	60 cm	25.83	65.64	34.36
307	S. araña	60 cm	27.60	58.29	41.71
308	S. araña	60 cm	23.86	68.23	31.77
309	S. araña	60 cm	20.62	82.21	17.79
310	S. araña	60 cm	16.63	90.14	9.86
311	S. araña	60 cm	22.26	77.93	22.07
312	S. araña	60 cm	22.44	82.77	17.23
313	S. araña	60 cm	23.90	73.66	26.34
314	S. araña	60 cm	25.53	69.39	30.61
315	S. araña	60 cm	17.71	89.89	10.11
316	S. araña	60 cm	21.45	94.59	5.41
317	S. araña	60 cm	22.22	90.45	9.55
318	S. araña	60 cm	24.97	92.21	7.79
319	S. araña	60 cm	15.98	94.74	5.26
320	S. araña	60 cm	14.82	96.75	3.25
321	S. araña	60 cm	29.44	58.45	41.55
322	S. araña	60 cm	22.11	93.03	6.97
323	S. araña	60 cm	18.10	87.30	12.70
324	S. araña	60 cm	28.14	57.28	42.72
325	S. araña	60 cm	14.02	91.94	8.06
326	S. araña	60 cm	17.71	89.89	10.11
327	S. araña	60 cm	21.40	87.84	12.16
328	S. araña	60 cm	26.89	67.84	32.16
329	S. araña	60 cm	23.43	74.42	25.58
330	S. araña	60 cm	21.43	90.86	9.14

<<continuación>>

331	S. araña	60 cm	17.71	89.89	10.11
332	S. araña	60 cm	21.40	87.84	12.16
333	S. araña	60 cm	25.09	85.78	14.22
334	S. araña	60 cm	23.08	82.68	17.32
335	S. araña	60 cm	22.45	89.58	10.42
336	S. araña	60 cm	22.96	80.81	19.19
337	S. araña	60 cm	21.77	95.56	4.44
338	S. araña	60 cm	21.72	94.62	5.38
339	S. araña	60 cm	21.09	92.22	7.78
340	S. araña	60 cm	21.51	97.26	2.74
341	S. araña	60 cm	20.44	96.67	3.33
342	S. araña	60 cm	21.82	92.86	7.14
343	S. araña	60 cm	23.20	89.04	10.96
344	S. araña	60 cm	23.50	87.13	12.87
345	S. araña	60 cm	21.96	91.53	8.47
346	S. araña	60 cm	20.42	95.94	4.06
347	S. araña	60 cm	15.74	90.81	9.19
348	S. araña	60 cm	18.10	87.30	12.70
349	S. araña	60 cm	20.45	83.79	16.21
350	S. araña	60 cm	18.79	96.73	3.27
351	S. araña	60 cm	25.62	90.59	9.41
352	S. araña	60 cm	24.88	90.86	9.14
353	S. araña	60 cm	29.18	86.86	13.14
354	S. araña	60 cm	24.14	91.13	8.87
355	S. araña	60 cm	23.40	91.40	8.60
356	S. araña	60 cm	22.66	91.67	8.33
357	S. araña	60 cm	21.92	91.94	8.06
358	S. araña	60 cm	21.18	92.20	7.80
359	S. araña	60 cm	24.52	85.93	14.07
360	S. araña	60 cm	26.37	79.46	20.54
361	S. araña	60 cm	28.22	72.99	27.01
362	S. araña	60 cm	24.10	90.32	9.68
363	S. araña	60 cm	25.95	83.85	16.15
364	S. araña	60 cm	27.81	77.38	22.62
365	S. araña	60 cm	29.66	70.91	29.09
366	S. araña	60 cm	18.10	87.30	12.70
367	S. araña	60 cm	21.77	95.56	4.44
368	S. araña	60 cm	21.17	89.56	10.44
369	S. araña	60 cm	20.57	83.56	16.44
370	S. araña	60 cm	18.10	87.30	12.70
371	S. araña	60 cm	20.84	76.86	23.14
372	S. araña	60 cm	22.16	71.43	28.57
373	S. araña	60 cm	25.47	69.86	30.14
374	S. araña	60 cm	25.80	62.50	37.50

<<continuación>>

375	S. araña	60 cm	28.11	59.00	41.00
376	S. araña	60 cm	29.21	56.36	43.64
377	S. araña	60 cm	24.36	68.37	31.63
378	S. araña	60 cm	19.51	80.37	19.63
379	S. araña	60 cm	14.66	92.38	7.62
380	S. araña	60 cm	29.93	56.89	43.11
381	S. araña	60 cm	19.52	86.55	13.45
382	S. araña	60 cm	22.79	76.51	23.49
383	S. araña	60 cm	26.06	66.46	33.54
384	S. araña	60 cm	27.19	66.09	33.91
385	S. araña	60 cm	16.63	90.14	9.86

ANEXO 5: Informe de datos de las Propiedades Dimensionales de la seda de araña



UNIVERSIDAD NACIONAL DE JULIACA
E. P. INGENIERÍA TEXTIL Y DE CONFECCIONES
Universidad Pública de Calidad



"Año de la Unidad, la Paz y el Desarrollo"

CONSTANCIA

ANÁLISIS DE LA SEDA DE ARÁÑA

EL QUE SUSCRIBE; RESPONSABLE DE LA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA TEXTIL Y DE CONFECCIONES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE JULIACA.

HACE CONSTAR:

Que, la Srta. **NITSABETH SHIGERA TAIPE BENITO**; ha realizado el ANÁLISIS DE LA SEDA DE ARANA, realizado con el uso del equipo **Modulómetro de Fibras**, para el desarrollo del Proyecto de Tesis titulado: **Determinar las propiedades textiles de la seda de araña 3824 m.s.n.m. Juliaca, 2023.**

Muestra	ID	MD F (µm)	SD (µm)	No medulada	No Medulada (%)	MDF No medulada (µm)	SD No medulada (µm)	Medulada	Medulada (%)	MDF Medulada (µm)	SD Medulada (µm)
1	001	12.70	5.13	608.00	99.67	12.69	5.13	2.00	0.33	17.89	3.33
2	002	13.03	4.09	610.00	100.00	13.03	4.09	0.00	0.00	0.00	0.00

Juliaca, 16 de noviembre de 2023.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JULIACA
E. P. INGENIERÍA TEXTIL Y DE CONFECCIONES
JULIACA

[Firma]
Dr. Rubén Walfredo Jilapa Humpiri
E. P. INGENIERÍA TEXTIL Y DE CONFECCIONES
RESPONSABLE

Edificio Académico
Av. Manco Capac - 2do. Piso - Urb. La Capilla
Celular: 914-459725 - Juliaca - Perú
www.unaj.edu.pe

Universidad LICENCIADA SUNEDU
SUPERINTENDENCIA NACIONAL DE EDUCACIÓN SUPERIOR UNIVERSITARIA

ANEXO 6: Informe de datos de las propiedades mecánicas de la seda de araña

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JULIACA																	
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA TEXTIL Y DE CONFECCIONES																	
FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS Y EVALUACIÓN DE PROPIEDADES MECÁNICAS DE SEDA DE ARAÑA																	
DATOS INFORMATIVOS: PRUEBA DE PROPIEDADES MECÁNICAS DE SEDA DE ARAÑA																	
Asunto	Solicita medir la Resistencia de la seda de araña																
Lugar:	Laboratorio de Resistencia de fibras de Ingeniería Textil y de Confecciones - Universidad Nacional de Juliaca Ciudad: Juliaca																
Realizado por:	Nitsabeth Shigera Taipe Benito																
Muestras	Seda de araña de la especie (Aranea diadematus)																
Fecha de recolección	11/12/2023 al 14/12/2023																
Fecha de analisis	20/12/2023 al 21/12/2023																
PARÁMETROS DE ENSAYO																	
Tipo de Ensayo:	Tracción - Elongación																
Norma	La norma ASTM D2256 se ocupa de la determinación de las propiedades de tracción																
Equipo	Dinamometro de hilo																
RESULTADOS																	
REPLICA 1						REPLICA 2						REPLICA 3					
Nº de ensayo	# de hilos	Longitud	Fuerza N	Elongación %	Tiempo	Nº de ensayo	# de hilos	Longitud	Fuerza N	Elongación %	Tiempo	Nº de ensayo	# de hilos	Longitud	Fuerza N	Elongación %	Tiempo
1	1	60 cm	0.01 N	20.7%	16.85 s	1	5	60 cm	0.90 N	38.6%	26.50 s	1	10	60 cm	3.6 N	40.1%	15.03 s
2	1	60 cm	0.04 N	15.1%	15.80 s	2	5	60 cm	0.40 N	24.4%	29.2 s	2	10	60 cm	2.08 N	36.7%	38.4 s
3	1	60 cm	0.02 N	11.6%	15.03 s	3	5	60 cm	0.36 N	19.0%	11.94 s	3	10	60 cm	1.89 N	14.2%	14.07 s
4	1	60 cm	0.02 N	34.8%	24.0 s	4	5	60 cm	0.19 N	23.3%	14.25 s	4	10	60 cm	0.56 N	16.5%	0.9.51 s
5	1	60 cm	0.02 N	22.8%	19.3 s	5	5	60 cm	0.32 N	25.3%	17.69 s	5	10	60 cm	2.92 N	28.2%	19.57 s
6	1	60 cm	0.01 N	21.5%	18.06 s	6	5	60 cm	0.21 N	22.8%	15.47 s	6	10	60 cm	2.27 N	16.8%	10.07 s
7	1	60 cm	0.01 N	16.9%	14.40 s	7	5	60 cm	0.32 N	20.6%	14.35 s	7	10	60 cm	3.07 N	17.3%	18.47 s
8	1	60 cm	0.02 N	15.6%	14.6 s	8	5	60 cm	0.24 N	25.5%	17.11 s	8	10	60 cm	2.09 N	20.0%	22.01 s
9	1	60 cm	0.01 N	26.3%	16.8 s	9	5	60 cm	0.27 N	22.4%	15.51 s	9	10	60 cm	0.97 N	15.5%	07.99 s
10	1	60 cm	0.03 N	17.0%	10.42 s	10	5	60 cm	0.35 N	24.9%	15.46 s	10	10	60 cm	1.71 N	39.2%	12.92 s
11	1	60 cm	0.01 N	29.3%	20.5 s	11	5	60 cm	0.17 N	19.4%	12.45 s	11	10	60 cm	3 N	25.1%	16.30 s
12	1	60 cm	0.05 N	18.4%	18.67 s	12	5	60 cm	0.13 N	25.1%	15.83 s	12	10	60 cm	2.11 N	18.4%	13.69 s
13	1	60 cm	0.02 N	53.1%	31.4 s	13	5	60 cm	0.26 N	21.0%	13.67 s	13	10	60 cm	1.18 N	36.4%	27.55 s
14	1	60 cm	0.03 N	35.9%	22.5 s	14	5	60 cm	0.15 N	21.3%	14.15 s	14	10	60 cm	1.25 N	30.1%	13.23 s
15	1	60 cm	0.03 N	11.6%	12.39 s	15	5	60 cm	0.23 N	18.2%	10.98 s	15	10	60 cm	1.04 N	9.5%	25.07 s
16	1	60 cm	0.01 N	12.9%	08.08 s	16	5	60 cm	0.35 N	25.4%	13.56 s	16	10	60 cm	1.57 N	12.7%	17.34 s


17	1	60 cm	0.03 N	15.6%	10.81 s	17	5	60 cm	0.25 N	20.3%	12.09 s	17	10	60 cm	1.21 N	40.0%	19.01 s
18	1	60 cm	0.04 N	34.8%	38.98 s	18	5	60 cm	0.33 N	20.4%	17.5 s	18	10	60 cm	2.26 N	35.0%	29.15 s
19	1	60 cm	0.01 N	22.2%	18.42 s	19	5	60 cm	0.23 N	21.2%	18.4 s	19	10	60 cm	2.25 N	12.1%	38.4 s
20	1	60 cm	0.04 N	16.0%	14.51 s	20	5	60 cm	0.43 N	24.6%	15.61 s	20	10	60 cm	2.56 N	35.2%	24.81 s
21	1	60 cm	0.04 N	32.3%	19.03 s	21	5	60 cm	0.45 N	19.6%	12.64 s	21	10	60 cm	0.57 N	21.0%	08.04 s
22	1	60 cm	0.04 N	14.3%	13.86 s	22	5	60 cm	0.23 N	20.5%	13.11 s	22	10	60 cm	0.70 N	13.5%	10.64 s
23	1	60 cm	0.04 N	14.0%	09.52 s	23	5	60 cm	0.27 N	22.4%	14.16 s	23	10	60 cm	1.02 N	19.2%	18.18 s
24	1	60 cm	0.04 N	20.1%	19.61 s	24	5	60 cm	0.23 N	17.8%	11.02 s	24	10	60 cm	1.79 N	20.3%	14.08 s
25	1	60 cm	0.04 N	22.1%	13.04 s	25	5	60 cm	0.29 N	21.5%	13.90 s	25	10	60 cm	3.21 N	38.5%	23.53 s
26	1	60 cm	0.03 N	15.1%	10.59 s	26	5	60 cm	0.23 N	22.8%	13.59 s	26	10	60 cm	2.31 N	19.8%	18.04 s
27	1	60 cm	0.02 N	11.1%	09.83 s	27	5	60 cm	0.26 N	20.6%	13.87 s	27	10	60 cm	2.06 N	18.1%	19.61 s
28	1	60 cm	0.01 N	10.5%	7.54 s	28	5	60 cm	0.54 N	17.1%	10.54 s	28	10	60 cm	1.08 N	16.7%	21.05 s
29	1	60 cm	0.04 N	37.9%	24.81 s	29	5	60 cm	0.40 N	17.9%	10.71 s	29	10	60 cm	1.80 N	14.4%	30.97 s
30	1	60 cm	0.04 N	30.4%	21.03 s	30	5	60 cm	0.70 N	15.6%	12.45 s	30	10	60 cm	1.56 N	12.5%	13.15 s

Juliaca, 21 de diciembre del 2023



Ing. YAMILET YANA CCARI
Laboratorista de Ingeniería Textil y de Confecciones
UNIVERSIDAD NACIONAL DE JULIACA

ANEXO 7: Informe de datos de las propiedades químicas de la seda de araña

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE JULIACA									
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA TEXTIL Y DE CONFECCIONES									
FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS Y EVALUACIÓN DE PROPIEDADES QUIMICAS DE SEDA DE ARAÑA									
Asunto	Solicita determinar la humedad de la seda de araña								
Interzado	Nitsabeth Shigera Taipe Benito								
Realizado en:	Laboratorio de fisica textil de Ingenieria Textil y de Confecciones - Universidad Nacional de Juliaca								
Muestras	Seda de araña de la especie (Aranea diadematus)								
Fecha de recoleccion:	15/12/2023 al 17/12/2023								
Fecha de analisis:	21/12/2023 al 22/12/2023								
PARÁMETROS DE ENSAYO									
Tipo de Ensayo:	Determinacion de humedad								
Equipo	ANALIZADOR DE HUMEDAD								
NORMA	NTP 231.100 1980 (revisada el 2022) MATERIALES TEXTILES. Determinación de la humedad								
RESULTADOS									
Replica 1					Replica 2				
# N° de ensayo	Peso Inicial	Peso final	Absorcion de humedad %	Tiempo de Secado	# N° de ensayo	Peso Inicial	Peso final	Absorcion de humedad %	Tiempo de Secado
1	0.625 g	0.284 g	54.56%	1:50 min	1	0.021 g	0.016 g	23.81%	1:30 min
2	0.021 g	0.016 g	23.81%	1:30 min	2	0.020 g	0.014 g	15.00%	1:30 min
3	0.024 g	0.018 g	24.81%	1:30 min	3	0.020 g	0.017 g	21.74%	1:30 min
4	0.022 g	0.018 g	18.18%	1:30 min	4	0.021 g	0.018 g	17.74%	1:30 min
5	0.020 g	0.014 g	30.00%	2:10 min	5	0.020 g	0.017 g	21.74%	1:30 min
6	0.025 g	0.019 g	24.00%	1:30 min	6	0.024 g	0.018 g	23.00%	1:30 min
7	0.023 g	0.017 g	26.09%	1:30 min	7	0.021 g	0.016 g	23.81%	1:30 min
8	0.124 g	0.024 g	80.65%	2:25 min	8	0.028 g	0.022 g	21.43%	1:30 min
9	0.025 g	0.020 g	20.00%	1:40 min	9	0.025 g	0.021 g	19.23%	1:30 min

10	0.022 g	0.017 g	22.73%	1:30 min	10	0.021 g	0.018 g	17.74%	1:30 min
11	0.020 g	0.016 g	20.00%	1:30 min	11	0.020 g	0.018 g	18.18%	1:30 min
12	0.023 g	0.018 g	21.74%	1:30 min	12	0.023 g	0.019 g	20.83%	1:35 min
13	0.021 g	0.016 g	23.81%	1:30 min	13	0.021 g	0.017 g	19.05%	1:30 min
14	0.020 g	0.014 g	30.00%	1:30 min	14	0.020 g	0.018 g	18.18%	1:30 min
15	0.078 g	0.036 g	40.00%	1:30 min	15	0.022 g	0.016 g	27.27%	1:30 min
16	0.022 g	0.016 g	27.27%	1:40 min	16	0.021 g	0.015 g	26.57%	1:30 min
17	0.021 g	0.017 g	26.02%	1:30 min	17	0.020 g	0.017 g	23.00%	1:35 min
18	0.021 g	0.016 g	23.81%	1:30 min	18	0.021 g	0.018 g	17.74%	1:30 min
19	0.020 g	0.014 g	30.00%	1:30 min	19	0.020 g	0.015 g	25.00%	1:30 min
20	0.022 g	0.017 g	22.73%	1:30 min	20	0.022 g	0.017 g	22.17%	1:30 min
21	0.028 g	0.014 g	30.00%	1:30 min	21	0.021 g	0.015 g	28.57%	1:30 min
22	0.027 g	0.020 g	25.93%	1:30 min	22	0.025 g	0.019 g	24.00%	1:30 min
23	0.022 g	0.016 g	27.27%	1:30 min	23	0.022 g	0.017 g	22.73%	1:30 min
24	0.020 g	0.014 g	30.00%	1:30 min	24	0.020 g	0.015 g	25.00%	1:30 min
25	0.020 g	0.015 g	25.00%	1:30 min	25	0.022 g	0.017 g	22.73%	1:30 min
26	0.023 g	0.018 g	21.74%	1:30 min	26	0.022 g	0.017 g	22.73%	1:30 min
27	0.022 g	0.016 g	27.27%	1:30 min	27	0.021 g	0.015 g	28.57%	1:30 min
28	0.022 g	0.015 g	25.00%	1:30 min	28	0.022 g	0.017 g	22.73%	1:30 min
29	0.023 g	0.018 g	21.74%	1:30 min	29	0.020 g	0.018 g	18.18%	1:30 min
30	0.025 g	0.020 g	20.00%	1:30 min	30	0.025 g	0.021 g	16.00%	1:30 min

Juliaca, 22 de diciembre del 2023



Ing. YAMILET YANA CCARI
 Laboratorista de Ingeniería Textil y de Confecciones
 UNIVERSIDAD NACIONAL DE JULIACA

ANEXO 8: Cotejo de las propiedades químicas de la seda de araña

PROCEDIMIENTO DE LAS PROPIEDADES TINTÓREAS:

a) Teñido de la seda: Está compuesta principalmente de fibroína, una proteína que posee características únicas que permiten una buena absorción de colorantes. Se puede apreciar la secuencia fotográfica del procedimiento en el anexo 13.

b) Procedimiento en laboratorio:

Primeramente, la seda de araña para poderla teñirla se debe de volver en una pequeña madeja para poder colocarla en el equipo rota color, por lo cual se usó 800 metros para 6 madejas las cuales pesaron 1.173 g, 1.205 g, 1.183g, 1.216g, 1.193g, 1.190g.

1. Una vez que se prepararon e identificaron las madejas, se procedió a pesarlas utilizando una balanza analítica. Esto permitió realizar los cálculos necesarios para determinar la proporción de baño y la cantidad de mordiente a utilizar en cada uno de los tratamientos. Para el desarrollo del madejado para el teñido se hizo de manera manual, en el cual el operario puede mantener un control más preciso sobre la tensión del hilo. Las máquinas mecánicas suelen operar a velocidades más altas y aplicar tensiones más fuertes, lo que podría romper o dañar las muestras frágiles. Con un hilado manual, se puede ajustar la tensión según las características del material. Ya que la seda de araña es frágil es propenso a romperse.
2. Seda de araña, al igual que otras fibras proteínicas, tienen características específicas que afectan su tratamiento y cuidado, en general, para fibras delicadas como la seda de araña, se recomienda seguir las siguientes pautas de baño y limpieza:
3. Humectado la seda de araña con una gota de Invadina DA por un tiempo de 10 minutos en 150 ml de agua tibia.
4. Preparación del colorante: Al ser el colorante ácido (lanaset marino R) de color azul en polvo se tuvo que primeramente pesar para las diferentes pruebas las cuales fueron 0.035g, en promedio a 0.036g de colorante y pesar la cantidad de 0.100 g de mordiente de sal

industrial, preparo en 150 ml de agua, seguidamente de la adición de los Auxiliares se procede a adicionar el colorante de acuerdo a la concentración requerida utilizada.

5. Preparación del baño de teñido: El teñido de las madejas de hilo de seda de araña se realizó utilizando la máquina ROTACOLOR. Se emplearon seis vasos en una única corrida, asegurando su sellado hermético.
6. Colocado de las muestras, se montaron en la máquina de teñido de muestras, donde se controlaron tanto el tiempo de teñido, que fue de aproximadamente 30 minutos, como la temperatura, que se mantuvo a 85°C.
7. El siguiente paso fue el enjuague: tras el proceso de teñido, las muestras de seda de araña se enjuagaron con abundante agua hasta eliminar cualquier residuo de colorante, asegurando así la eliminación de cualquier color que no se hubiera fijado adecuadamente en el hilo.
8. En cuanto al secado, se recomienda no retorcer la seda de araña después del lavado. En su lugar, se debe presionar suavemente para quitar el exceso de agua y luego colocar las muestras en una superficie plana para que se sequen al aire, evitando la exposición directa a la luz solar.

c) Para determinar la solidez del color, se aplicó la norma NTP 231.007, que implica exponer la muestra del tejido artesanal a la luz solar durante un total de 12 horas, distribuidas en 4 horas diarias bajo condiciones controladas.

Se realizó una prueba de exposición a la luz, junto con un testigo para facilitar las comparaciones. Los hilos teñidos se enrollaron en tiras de cartulina, cada una con dimensiones de 1 cm x 6 cm y debidamente etiquetadas. Se construyó una caja de exposición con un fondo gris, donde se colocaron las muestras enrolladas sobre un cartón. Al finalizar el periodo de exposición a la luz, se evaluó la solidez del color utilizando una escala de grises.

ANEXO 9: Análisis de las propiedades químicas de la seda de araña

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE JULIACA	
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA TEXTIL Y DE CONFECCIONES	
FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS Y EVALUACIÓN DE PROPIEDADES QUÍMICAS (FÍSICO-QUÍMICAS) DE SEDA DE ARAÑA	
Asunto	Solicita determinar el teñido de la seda de araña
Interesado	Nitsabeth Shigera Taipe Benito
Realizado en:	Laboratorio de teñido de fibras de Ingeniería Textil y de Confecciones - Universidad Nacional de Juliaca
Lugar:	Laboratorio de física textil de Ingeniería Textil y de Confecciones - Universidad Nacional de Juliaca
Muestras	Seda de araña de la especie (<i>Aranea diadematus</i>)
Fecha de análisis:	28/12/2023

PARÁMETROS DE TEÑIDO	
Tipo de Ensayo:	Propiedades tintoreas
Equipo	ROTACOLOR

RESULTADOS										
SOLIDEZ ALA LUZ										
Tratamientos	Tipo de colorante	Concentración de mordiente	Temperatura de teñido C°	Tiempo de Teñido (min)	Cantidad de mordiente(g)	Cantidad de hilo	Cantidad de colorante (g)	Cantidad de volumen de agua	Relación de baño	Afinidad del colorante
1	C. acido	10%	85°C	30	0.100	1.173 g	0.035	150	1/50	3.5
2	C. acido	10%	85°C	30	0.100	1.205 g	0.036	150	1/50	4
3	C. acido	10%	85°C	30	0.100	1.183g	0.035	150	1/50	4
4	C. acido	10%	85°C	30	0.100	1.216g	0.036	150	1/50	4
5	C. acido	10%	85°C	30	0.100	1.193g	0.035	150	1/50	3.5
6	C. acido	10%	85°C	30	0.100	1.190g	0.035	150	1/50	4

ANEXO 10: Lugares de recolección de muestra



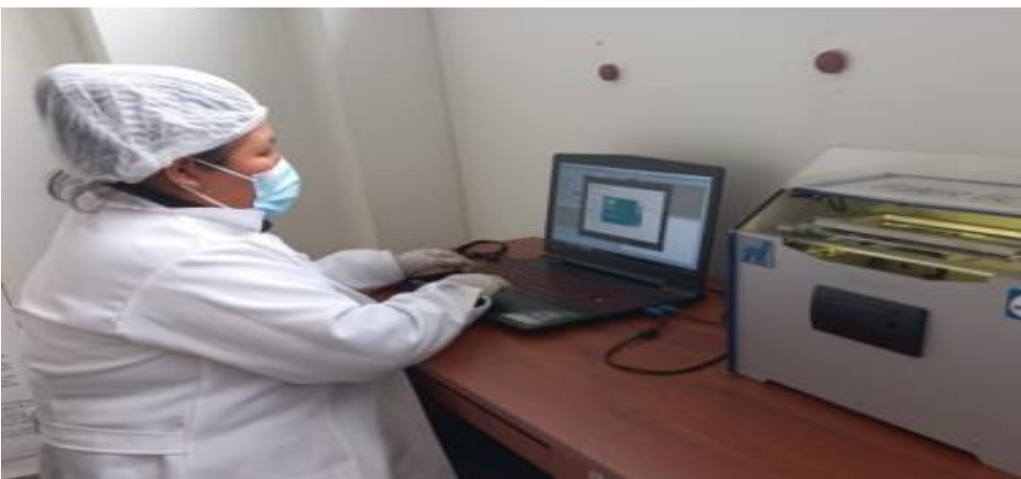
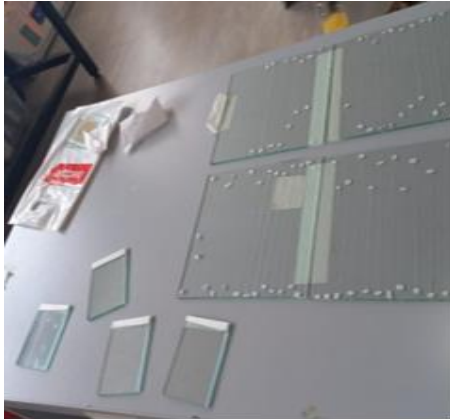
Nota. En las imágenes se muestran los lugares de recolección e identificación visual de la araña, en el cementerio la capilla, gloria eterna, escuri

ANEXO 11: *Recolección de muestras de seda de araña*



Nota. Clasificación de muestras con las características necesarias

ANEXO 12: Preparaciones de las muestras para el análisis de propiedades físicas



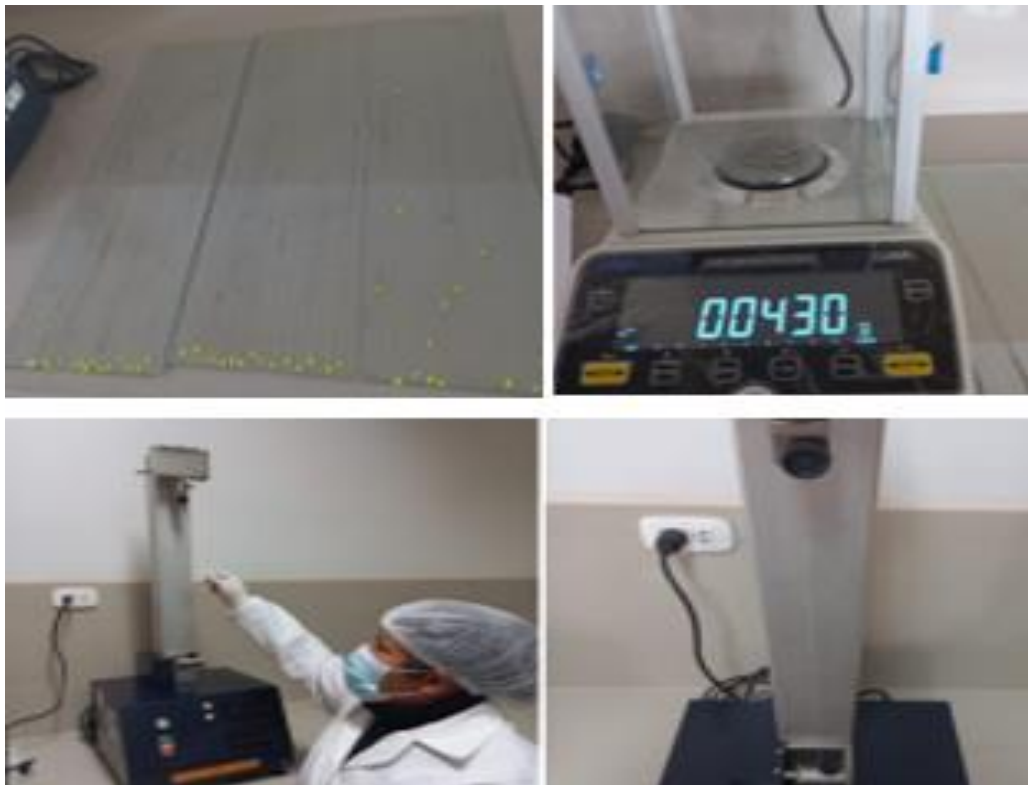
Nota. En este proceso se obtiene los valores de la longitud de la seda de araña, MDF, factor confort y factor picazón.

ANEXO 13: *Medición de la Modulación*



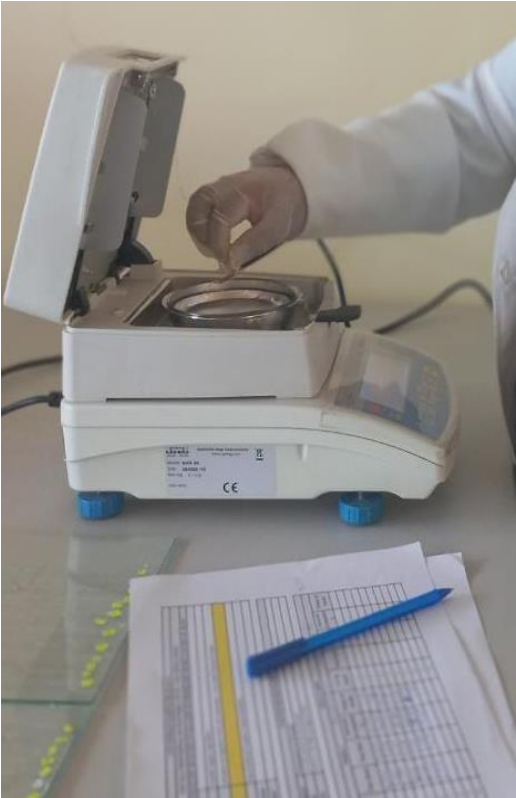
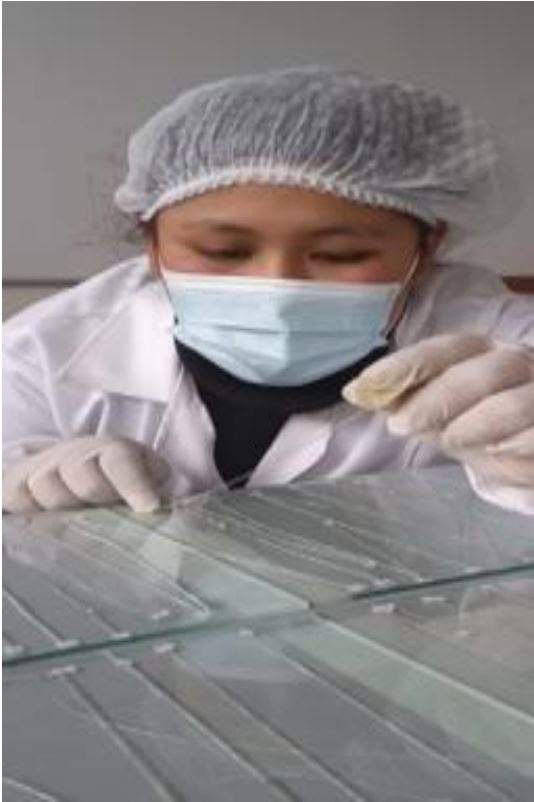
Nota. En las imágenes se puede apreciar la preparación y análisis de la seda de raña para obtener los valores de si es una fibra medulada o no medulada

ANEXO 14: *Preparación de muestras para el análisis de propiedades mecánicas*

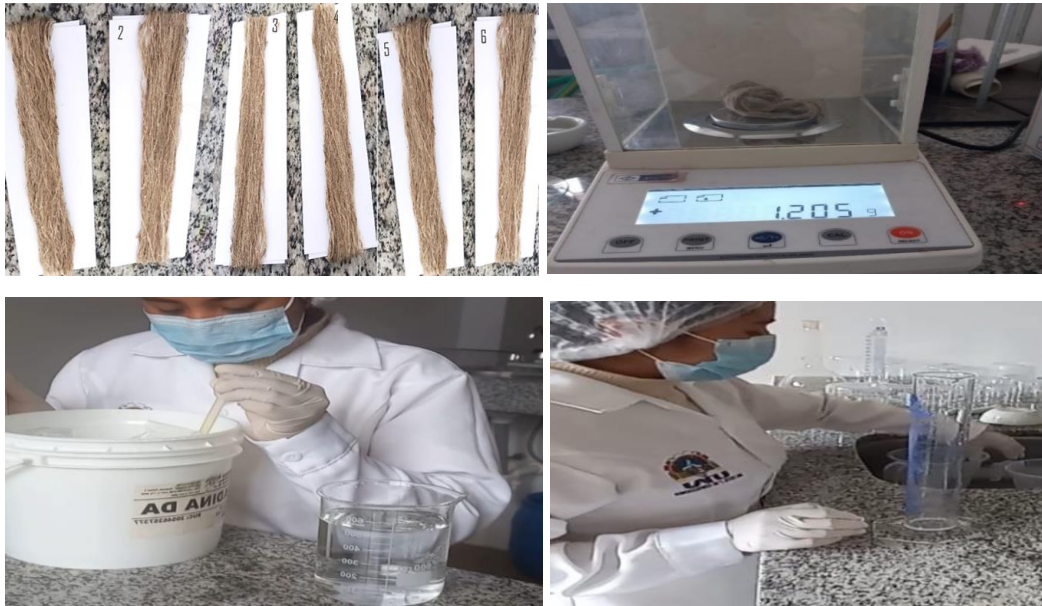


Nota. En esta prueba se analizaran la resistencia y la elongacion de la seda de araña

ANEXO 15: Preparación de las muestras para el análisis de propiedades químicas



ANEXO 16: Preparación del hilo de seda de araña para el teñido



Nota. Madejas para el teñido, pesado de las muestras y premordentado de la seda de araña

ANEXO 17: Preparación del colorante ácido



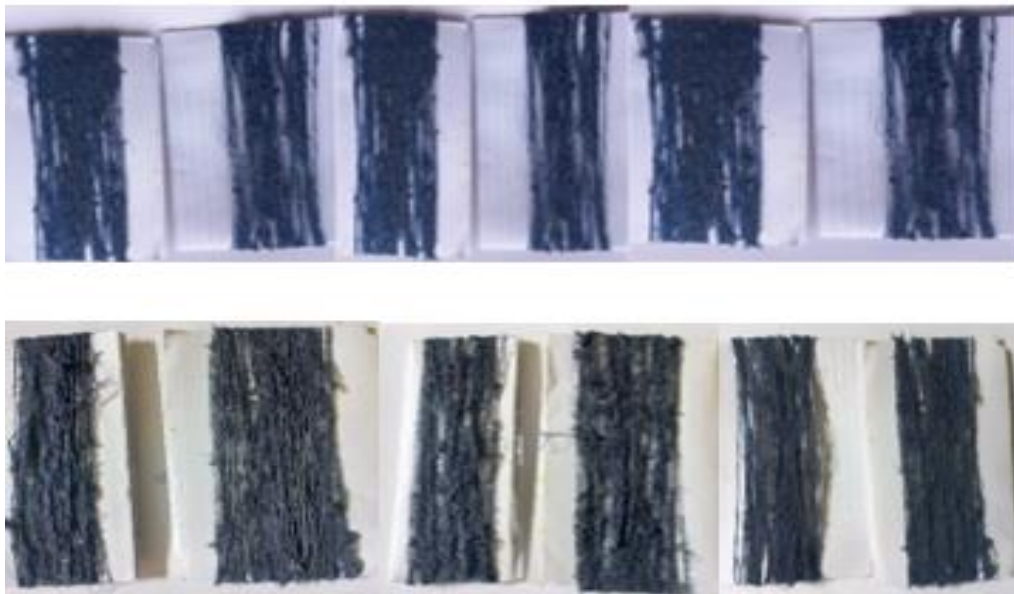
Nota. Orden de recipientes para teñido y llenado del colorante de acuerdo con la relación de baño y la incorporación del mordiente

ANEXO 18: Codificación de las muestras teñidas



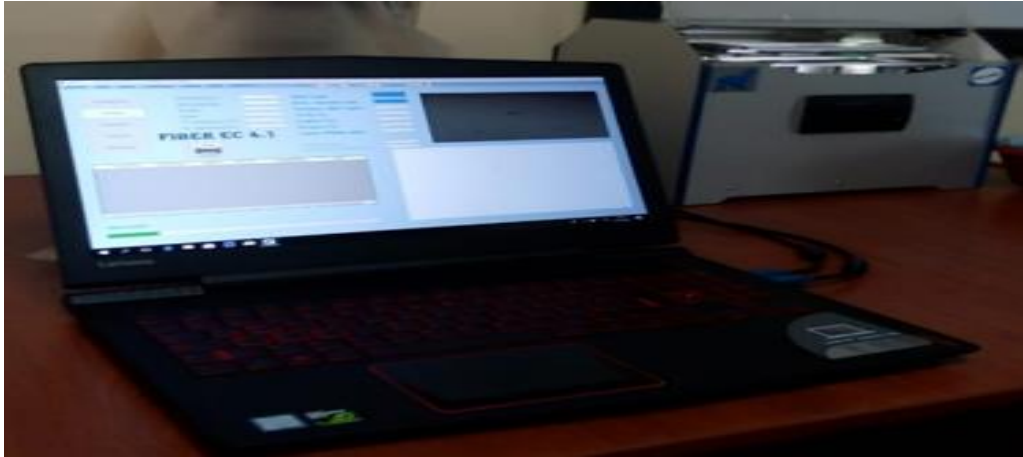
Nota. Después del teñido se codifico en 6 muestras

ANEXO 19: Prueba de solidez a la luz en condiciones determinadas



Nota. En la primera imagen se muestra la seda de araña después de teñirla y en la segunda después de exponer las muestras al sol durante 12h, de 4 horas diarias

ANEXO 20: Equipo usado, caracterizador electrónico de fibras FIBER EC



ANEXO 21: *Equipo para medir la medulación de la seda de araña*



ANEXO 22: *Equipo Dinamómetro digital de hilo*



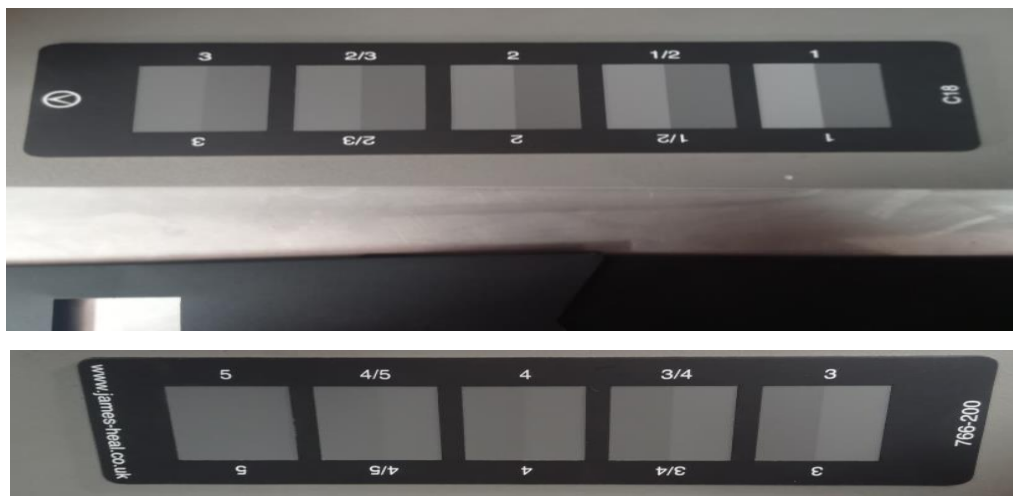
ANEXO 23: Equipo para determinar la humedad de la fibra



ANEXO 24: Equipo Rota color para el teñido de la fibra de seda de araña



ANEXO 25: Escala de grises para cambio de color



ANEXO 26: Ficha de validación y confiabilidad del instrumento



UNIVERSIDAD NACIONAL DE JULIACA
FICHA DE VALIDACION DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACION
JUICIO DE EXPERTOS

I. DATOS GENERALES:

- 1.1. APELLIDOS Y NOMBRES : Barrón Romari Percy Wladis
- 1.2. GRADO ACADÉMICO : Ingeniero
- 1.3. CARGO E INSTITUCIÓN DONDE LABORA: Laboratorista
- 1.4. TÍTULO DE LA INVESTIGACION : Determinar las propiedades textiles de la seda de araña a 3824 m.s.n.m. Juliaca, 2023
- 1.5. AUTOR DEL INSTRUMENTO : Nitzabeth Shigera Taipei Berito
- 1.6. MENCIÓN : Ficha de registro
- 1.7. NOMBRE DEL INSTRUMENTO : Ficha de registro de datos de las propiedades textiles [propiedades físicas, químicas y mecánicas]
- 1.8. CRITERIOS DE APLICABILIDAD:
 - a. De 1 a 4 (no válido, reformular)
 - b. De 5 a 8 (no válido, modificar)
 - c. De 9 a 12 (válido, mejorar)
 - d. De 13 a 16 (válido, precisar)
 - e. De 17 a 20 (válido, aplicar)

II. ASPECTOS A EVALUAR:

INDICADORES DE EVALUACION DEL INSTRUMENTO	CRITERIO DE VALORACIÓN CUALITATIVA Y CUANTITATIVA	Deficiente (0-4)	Malo (5-8)	Regular (9-12)	Buena (13-16)	Muy buena (17-20)
		1	2	3	4	5
CLARIDAD	Está formulado con lenguaje apropiado				X	
OBJETIVIDAD	Está expresado en conductas observables					X
ACTUALIDAD	Adecuado al avance de la ciencia y la tecnología				X	
ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica					X
SUFICIENCIA	Comprende los aspectos en cantidad y calidad				X	
INTENCIONALIDAD	Adecuado para valorar los aspectos de estudios					X
CONSISTENCIA	Basados en aspectos teóricos - científicos del tema de estudio					X
COHERENCIA	Entre la variable, indicadores y las dimensiones.					X
METODOLOGÍA	La estrategia responde al propósito del estudio				X	
CONVENIENCIA	Genera nuevas preguntas para la investigación					X
SUB TOTAL					16	30
TOTAL						46

VALORACION CUANTITATIVA (TOTAL X 0.4) : 16.14
 VALORACION CUALITATIVA : Muy Buena
 OPINION DE APLICABILIDAD : Aplicable

Lugar y fecha: Juliaca, 07 de octubre del 2023


 Firma del Experto
 DNI: 70079299



UNIVERSIDAD NACIONAL DE JULIACA

FICHA DE VALIDACION DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACION

JUICIO DE EXPERTOS

I. DATOS GENERALES:

- 1.1. APELLIDOS Y NOMBRES : Barreda Alvarez, Fredy
- 1.2. GRADO ACADEMICO : Ingeniero Textil y de Confecciones
- 1.3. CARGO E INSTITUCIÓN DONDE LABORA: Especialista en procesos textiles y teñido natural e industrial - CITE Textil Camélidos Puno
- 1.4. TITULO DE LA INVESTIGACION : Determinar las propiedades textiles de la seda de araña a 3824 m.s.n.m. Juliaca, 2023
- 1.5. AUTOR DEL INSTRUMENTO : Nitsabeth Shigera Taipe Benito
- 1.6. MENCION : Ficha de registro
- 1.7. NOMBRE DEL INSTRUMENTO : Ficha de registro de datos de las propiedades textiles(propiedades físicas, químicas y mecánicas)
- 1.8. CRITERIOS DE APLICABILIDAD:
- a. De 1 a 4(no valido, reformular)
 - b. De 5 a 8(no valido, modificar)
 - c. De 9 a 12(valido, mejorar)
 - d. De 13 a 16(valido, precisas)
 - e. De 17 a 20(valido, aplicar)

II. ASPECTOS A EVALUAR:

INDICADORES DE EVALUACION DEL INSTRUMENTO	CRITERIO DE VALORACIÓN CUALITATIVA Y CUANTITATIVA	Deficiente (0- 4)	Malo (5-8)	Regular (9-12)	Bueno (13-16)	Muy bueno (17 – 20)
		1	2	3	4	5
CLARIDAD	Está formulado con lenguaje apropiado					X
OBJETIVIDAD	Está expresado en conductas observables					X
ACTUALIDAD	Adecuado al avance de la ciencia y la tecnología				X	
ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica					X
SUFICIENCIA	Comprende los aspectos en cantidad y calidad				X	
INTENCIONALIDAD	Adecuado para valorar los aspectos de estudios					X
CONSISTENCIA	Basados en aspectos teóricos – científicos del tema de estudio					X
COHERENCIA	Entre la variable, indicadores y las dimensiones.					X
METODOLOGÍA	La estrategia responde al propósito del estudio					X
CONVENIENCIA	Genera nuevas pautas para la investigación					X
SUB TOTAL					8	40
TOTAL						48

VALORACION CUANTITATIVA (TOTAL X 0.4) : 19.2

VALORACION CUALITATIVA : Muy bueno

OPINION DE APLICABILIDAD : Aplicable

Lugar y fecha: Puno, 18 de octubre de 2024

Fredy Barreda Albores
INGENIERO TEXTIL Y DE CONFECCIONES
C.I.P. N° 266798

Firma del Experto
DNI: 72880229



UNIVERSIDAD NACIONAL DE JULIACA
FICHA DE VALIDACION DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACION
JUICIO DE EXPERTOS

I. DATOS GENERALES:

- 1.1. APELLIDOS Y NOMBRES : Puma Huaman Beto.
 1.2. GRADO ACADEMICO : Magister Científico
 1.3. CARGO E INSTITUCIÓN DONDE LABORA: Docente
 1.4. TITULO DE LA INVESTIGACION : Determinar las propiedades textiles de la seda de araña a 3824 m.s.n.m. Juliaca, 2023
 1.5. AUTOR DEL INSTRUMENTO : Nitsabeth Shigera Taípe Benito
 1.6. MENCION : Ficha de registro
 1.7. NOMBRE DEL INSTRUMENTO : Ficha de registro de datos de las propiedades textiles (propiedades físicas, químicas y mecánicas)
 1.8. CRITERIOS DE APLICABILIDAD:
 a. De 1 a 4 (no valido, reformular) d. De 13 a 16 (valido, precisas)
 b. De 5 a 8 (no valido, modificar) e. De 17 a 20 (valido, aplicar)
 c. De 9 a 12 (valido, mejorar)

II. ASPECTOS A EVALUAR:

INDICADORES DE EVALUACION DEL INSTRUMENTO	CRITERIO DE VALORACIÓN CUALITATIVA Y CUANTITATIVA	Deficiente (0-4)	Malo (5-8)	Regular (9-12)	Bueno (13-16)	Muy bueno (17-20)
		1	2	3	4	5
CLARIDAD	Está formulado con lenguaje apropiado					X
OBJETIVIDAD	Está expresado en conductas observables					X
ACTUALIDAD	Adecuado al avance de la ciencia y la tecnología				X	
ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica					X
SUFICIENCIA	Comprende los aspectos en cantidad y calidad				X	
INTENCIONALIDAD	Adecuado para valorar los aspectos de estudios					X
CONSISTENCIA	Basados en aspectos teóricos – científicos del tema de estudio					X
COHERENCIA	Entre la variable, indicadores y las dimensiones.					X
METODOLOGÍA	La estrategia responde al propósito del estudio				X	
CONVENIENCIA	Genera nuevas pautas para la investigación					X
SUB TOTAL					12	35
TOTAL						49

VALORACION CUANTITATIVA (TOTAL X 0.4) : 18.8
 VALORACION CUALITATIVA : Muy bueno
 OPINION DE APLICABILIDAD : Aplicable

Lugar y fecha: Juliaca, 05 octubre de 2023

Beto Puma Huaman
 INGENIERO EN ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA
 Firma del Experto

DNI:

ANEXO 28: Codificación en R studio para estadísticos descriptivos

The screenshot shows the R Studio interface with a script editor on the left and a console on the right. The script editor contains R code for loading data from an Excel file, performing a Wilcoxon signed rank test, and displaying the results. The console shows the execution of the code, including the output of the `head` function and the results of the `wilcox.test` function.

```
# Cargar las bibliotecas necesarias
library(readxl)

# Leer el archivo Excel
DMF_PROPIEDADES_FISICAS <- read_excel("D:/TESIS/correccion de tesis/tesis/Labor
DADES FISICAS.xlsx")

# Visualizar los primeros registros de los datos
head(DMF_PROPIEDADES_FISICAS)

# Asumimos que la columna de interés se llama "MDF (µm)" (puedes cambiar esto s
# Extraer la columna de MDF (µm)
finura_seda <- DMF_PROPIEDADES_FISICAS$`MDF (µm)`

# Realizar la prueba de wilcoxon
# La función wilcox.test permite comparar la muestra con un valor constante (24
resultado_wilcoxon <- wilcox.test(finura_seda, mu = 23.1, alternative = "two.sic

# Mostrar el resultado
print(resultado_wilcoxon)
```

The console output shows the following results:

```
R 440 ~./
> # Leer el archivo Excel
> DMF_PROPIEDADES_FISICAS <- read_excel("D:/TESIS/correccion de tesis/tesis/Labor
DADES FISICAS.xlsx")
> # Visualizar los primeros registros de los datos
> head(DMF_PROPIEDADES_FISICAS)
# A tibble: 6 x 9
  Muestra Descripción `MDF (µm)` `Desv. estandar (µm)` `Varianza MDF (µm²)` `CVM
  <dbl> <chr> <dbl> <dbl> <dbl> <dbl>
1 1 araña 23.5 8.02 64.4
2 2 araña 24.7 7.80 60.8
3 3 araña 21.4 6.44 41.5
4 4 araña 20.0 4.37 19.1
5 5 araña 25.4 8.30 68.8
6 6 araña 26.8 8.76 76.7
# i 3 more variables: `confort (%)` <dbl>, `Picazón (%)` <dbl>, `Factor Hilado (µm
> # Asumimos que la columna de interés se llama "MDF (µm)" (puedes cambiar esto s
tu dataframe)
> # Extraer la columna de MDF (µm)
> finura_seda <- DMF_PROPIEDADES_FISICAS$`MDF (µm)`
> # Realizar la prueba de wilcoxon
> # La función wilcox.test permite comparar la muestra con un valor constante (24
> resultado_wilcoxon <- wilcox.test(finura_seda, mu = 23.1, alternative = "two.sic
> # Mostrar el resultado
> print(resultado_wilcoxon)

Wilcoxon signed rank test with continuity correction
```

ANEXO 29: Matriz de consistencia

Titulo: Determinar las propiedades textiles de la seda de araña a 3 824 m.s.n.m. Juliaca, 2023							
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLE	DIMENCIONES	INDICADORES	UNIDAD / METODOLOGÍA CATEGORIA	
<p>Problema general</p> <p>¿Las propiedades textiles que posee la seda de araña (<i>Araneus diadematus</i>) a 3 824 m.s.n.m. se asocian significativamente a la calidad de las fibras textiles, Juliaca, 2023?</p>	<p>Objetivo general</p> <p>Determinar las propiedades textiles de la seda de araña (<i>Araneus diadematus</i>) a 3 824 m.s.n.m. Juliaca, 2023.</p> <p>Objetivos específicos</p> <p>-Analizar las propiedades físicas y/dimensionales que posee la seda de araña (<i>Araneus diadematus</i>) a 3 824 m.s.n.m. Juliaca, 2023.</p> <p>-Identificar las propiedades mecánicas que posee la seda de araña (<i>Araneus diadematus</i>) a 3 824 m.s.n.m. Juliaca, 2023.</p> <p>-Examinar las propiedades químicas que posee la seda de araña (<i>Araneus diadematus</i>) a 3 824 m.s.n.m. Juliaca, 2023.</p>	<p>Hipótesis General</p> <p>Las propiedades textiles de la seda de araña (<i>Araneus diadematus</i>) a 3 824 m.s.n.m. se asocian significativamente a la calidad de las fibras textiles</p>	<p>Variable Independiente</p> <p>X1: Propiedades textiles de la Seda de araña</p>	<p>Propiedades físicas</p> <p>Propiedades mecánicas</p> <p>Propiedades químicas</p> <p>(físicas – químicas)</p>	<p>Longitud de la seda de araña</p> <hr/> <p>Media del diámetro de fibra</p> <hr/> <p>Factor confort</p> <hr/> <p>Factor picazón</p> <hr/> <p>Medulación</p> <hr/> <p>Resistencia a la tracción</p> <hr/> <p>Elongación</p>	<p>Centímetros (cm)</p> <hr/> <p>Micras (µm)</p> <hr/> <p>Porcentaje (%)</p> <hr/> <p>Porcentaje (%)</p> <hr/> <p>Micras (µm)</p> <hr/> <p>Newton(N)</p> <hr/> <p>Porcentaje %</p> <hr/> <p>Porcentaje (%)</p>	<p>Tipo: Cuantitativo de tipo básico</p> <p>Nivel: Descriptivo.</p> <p>Diseño: No experimental- transversal</p> <p>Población: Una población infinita representada de la totalidad de la muestra tomada en los 3 cementerios gloria eterna, escuri y la capilla.</p> <p>Muestra: La muestra está compuesta por 385 unidades muestrales de seda de araña con una longitud de fibra de seda de araña de 60 cm de largo extraídas de la tela de araña en los cementerios. conocida comúnmente como la araña de jardín o araña de cruz.</p> <p>Muestreo: No probabilístico por conveniencia</p>

ANEXO 30: Operacionalización de variables

Variables	Dimensiones	Indicadores	Unidad / Categórica	Tipo de variable	Instrumentos
Variable independiente	Propiedades físicas	Longitud de la seda de araña	Centímetros (cm)	Cuantitativa	Cinta métrica
		Media del diámetro de fibra	Micras (um)	Cuantitativa	Caracterizador electrónico de fibras
		Factor confort	Porcentaje (%)		FIBER EC
		Factor picazón	Porcentaje (%)		
		Propiedades textiles de la seda de araña	Medulación	Micras (µm)	Cuantitativa
	Propiedades mecánicas	Resistencia a la tracción	Newton (N)	Cuantitativa	Dinamómetro de hilo
		Elongación	Porcentaje (%)		
Propiedades químicas	Absorción de humedad	Porcentaje (%)	Cuantitativa	Analizador de humedad	



UNIVERSIDAD NACIONAL DE JULIACA