



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

CARRERA DE TEXTILES

**INFORME FINAL DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN
CURRICULAR, MODALIDAD PRESENCIAL**

TEMA:

**“ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA TRANSPIRABILIDAD
AL SUDOR Y RESISTENCIA A LA ABRASIÓN EN
CALCETINES DE ALGODÓN, BAMBÚ Y NYLON”**

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de Ingeniera Textil

Línea de investigación: Gestión, Producción, Productividad, Innovación y Desarrollo Socioeconómico

AUTOR (A): Quinchiguango Escola Jesseña Sofia

DIRECTOR: MSc. Esparza Encalada Darwin José

Ibarra, 2024



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA**

**AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE
LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD		1751758812	
APELLIDO Y NOMBRES		Quinchiguango Escola Jesseña Sofia	
DIRECCIÓN		San Pablo Urco – Olmedo – Cayambe	
EMAIL		jsquinchiguango@utn.edu.ec	
TELÉFONO FIJO	-----	TELÉFONO MÓVIL	0989751088

DATOS DE OBRA	
TÍTULO	“ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA TRANSPIRABILIDAD AL SUDOR Y RESISTENCIA A LA ABRASIÓN EN CALCETINES DE ALGODÓN, BAMBÚ Y NYLON”
AUTOR	Quinchiguango Escola Jesseña Sofia
FECHA	22-07-2024
PROGRAMA	<input checked="" type="checkbox"/> GRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TÍTULO POR EL QUE SE OPTA	INGENIERA TEXTIL
ASESOR/ DIRECTOR	MSc. Esparza Encalada Darwin José

CONSTANCIA

El autor (es) manifiesta (n) que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que es (son) el (los) titular (es) de los derechos patrimoniales, por lo que asume (n) la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá (n) en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 22 días del mes de julio de 2024.

EL AUTOR:

Firma: Jesseña

Nombre: Quinchiguango Escola Jesseña Sofía

CERTIFICACIÓN DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Ibarra, 22 del mes de julio del 2024

MSc. Darwin José Esparza Encalada

DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR CERTIFICA:

Haber revisado el presente informe final del trabajo de Integración Curricular, el mismo que se ajusta a las normas vigentes de la Universidad Técnica del Norte; en consecuencia, autorizo su presentación para los fines legales pertinentes.

MSc. Darwin José Esparza Encalada

C.I. 100158457-0

APROBACIÓN DEL COMITÉ CALIFICADOR

El Comité Calificado del trabajo de Integración Curricular **“ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA TRANSPIRABILIDAD AL SUDOR Y RESISTENCIA A LA ABRASIÓN EN CALCETINES DE ALGODÓN, BAMBÚ Y NYLON”**, elaborado por Quinchiguango Escola Jesseña Sofia, previo a la obtención del título de **INGENIERA TEXTIL**, aprueba el presente informe de investigación en nombre de la Universidad Técnica del Norte:

MSc. Darwin José Esparza Encalada

C.C.: 100158457-0

MSc. Naranjo Toro Marco Francisco

C.C.: 170687047-4

DEDICATORIA

Con mucho cariño, esta tesis se la dedico a Dios por cada una de sus bendiciones, a mi papá y mis hermanos por haberme brindado su apoyo incondicional y por ser mi fortaleza, mi guía, mi motivación y a pesar de cualquier dificultad, siempre estuvieron ahí conmigo en cada paso.

De igual manera, quiero dedicar este proyecto a mi abuela Aurora Otavalo quien procuró por mi bienestar moral y emocional, que con sus consejos me motivó a seguir y culminar con mi carrera universitaria.

Jesseña Quinchiguango

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por haberme brindado la vida, salud, cuidarme y por guiarme durante mi etapa universitaria, porque sin su bendición nada hubiera sido posible, de igual forma quiero agradecer a mi papá, Eliceo Quinchiguango por ser mi motor, mi guía, a quien admiro, por brindarme sus sabios consejos, por su cariño, amor y por su apoyo incondicional durante todo mi período estudiantil.

De igual manera, agradezco a mis hermanos, mis abuelos y demás familiares quienes me apoyaron, gracias por siempre motivarme a seguir con mis estudios, porque siempre que necesite de sus consejos ustedes me lo dieron.

También quiero agradecer a mis amigos, quienes se volvieron mi otra familia, me apoyaron en las buenas y en las malas, me animaron cuando tenía días difíciles, es por eso que se volvieron una pieza fundamental en el desarrollo de mi carrera.

Por último, quiero expresar mi más sincero agradecimiento a la Universidad Técnica del Norte, y al docente MSc. Darwin Esparza por guiarme en el desarrollo de este trabajo y cada uno de los docentes de la carrera de Textiles, gracias por paciencia, dedicación, enseñanzas, conocimientos.

Jesseña Quinchiguango

RESUMEN

El uso de calcetines elaborados de materiales naturales y artificiales influye en la comodidad de los pies de quien los usa, por lo que se busca que cumplan dos características esenciales el ser transpirables y duraderos. Considerando lo mencionado, la presente investigación se enfocó en el análisis comparativo de la transpirabilidad al sudor y resistencia a la abrasión en calcetines de algodón, bambú y nylon.

Para llevar a cabo este análisis, dentro de la parte práctica de la investigación se inició tomando como punto de partida, tres densidades (23x40, 27x42, 30x45) con el propósito de crear calcetines para cada tipo de fibra, que fueron realizadas en la máquina calcetera de la Carrera de Textiles. Seguidamente se elaboraron dos ensayos con el fin de determinar la transpirabilidad, el primero basado mediante el método de absorción vertical AATCC 197, para lo cual se estableció como el estudio de las variables tiempo y distancia de absorción de humedad, el segundo ensayo fue el secado bajo la norma AATCC, como variables tiempo y peso de las muestras. También se realizó la prueba de la resistencia a la abrasión mediante la norma ISO 12947-2, enfocada en la determinación de la rotura de las probetas para todos los tejidos textiles.

Tras analizar los resultados, se concluye que los calcetines de nylon obtuvieron mejores resultados en las propiedades de absorción y expulsión de humedad con 183,79% de transpirabilidad con respecto a los calcetines de algodón y bambú. Por otra parte, con relación a la resistencia a la abrasión, los calcetines de nylon poseen excelentes propiedades abrasivas al sobrepasar los 100000 ciclos de frotación en comparación a los otros tejidos, algodón alcanzó 54667 ciclos y bambú los 31333 ciclos.

Palabras claves: transpirabilidad, abrasión, calcetines, algodón, bambú, nylon.

ABSTRACT

The use of socks made of natural and artificial materials influences the comfort of the wearer's feet, so it is sought that they meet two essential characteristics: breathability and durability. Considering the above, the present research focused on the comparative analysis of sweat breathability and abrasion resistance in cotton, bamboo and nylon socks.

To carry out this analysis, the practical part of the research began by taking as a starting point, three densities (23x40, 27x42, 30x45) with the purpose of creating socks for each type of fiber, which were made in the sock machine of the Textile Career. Next, two tests were elaborated in order to determine the breathability, the first one based on the vertical absorption method AATCC 197, for which it was established as the study of the variables time and distance of moisture absorption, the second test was the drying under the AATCC standard, as variables time and weight of the samples. The abrasion resistance test was also carried out under ISO 12947-2, focused on the determination of the breakage of the specimens for all textile fabrics.

After analyzing the results, it was concluded that nylon socks obtained better results in moisture absorption and expulsion properties with 183.79% breathability compared to cotton and bamboo socks. On the other hand, with regard to abrasion resistance, nylon socks have excellent abrasive properties, exceeding 100,000 rubbing cycles compared to the other fabrics, with cotton reaching 54,667 cycles and bamboo 31,333 cycles.

Keywords: breathability, abration, socks, cotton, bamboo, nylon

ÍNDICE DE CONTENIDOS

INTRODUCCIÓN	1
Descripción del tema.	1
Antecedentes.	1
Importancia del estudio.....	2
Objetivo general.....	3
Objetivos específicos.	3
Características del sitio del proyecto.	4
CAPÍTULO I.....	5
1. ESTADO DEL ARTE	5
1.1. Estudios previos.....	5
1.1.1. Transpirabilidad y resistencia a la abrasión de calcetines	5
1.1.2. Transpirabilidad del sudor en calcetines de algodón, bambú y nylon.....	8
1.1.3. Resistencia a la abrasión en calcetines de algodón, bambú y nylon.....	9
1.2. Marco Conceptual.....	11
1.2.1. Fibras textiles.....	11
1.2.2. Calcetines	14
1.2.3. Transpirabilidad.....	16
1.2.4. Resistencia a la abrasión.....	16
1.3. Marco legal.....	17
1.3.1. Línea de investigación de la Universidad Técnica del Norte	17
1.3.2. Ley del Sistema Ecuatoriano de Calidad.....	18
CAPÍTULO II.....	19
2. METODOLOGÍA.....	19
2.1. Tipos de investigación	19
2.1.1. Investigación bibliográfica	19
2.1.2. Investigación experimental.....	19
2.1.3. Investigación comparativa.....	20
2.2. Etapas de la investigación.....	20
2.2.1. Proceso general.....	20
2.2.2. Diseño muestral	21
2.3. Equipos y materiales.....	23
2.3.2. Horno de secado.	25
2.3.3. Martindale.....	26
2.3.4. Materiales de ensayo de absorción vertical de humedad.....	26

2.4.	Ensayos de laboratorio.....	27
2.4.1.	Ensayo de absorción vertical, norma AATCC197-2013:2013.....	27
2.4.2.	Ensayos de tiempo de secado, norma AATCC 199.....	28
2.4.3.	Ensayos de determinación de la resistencia a la abrasión de los tejidos, norma ISO 12947-2	29
CAPÍTULO III		31
3.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	31
3.1.	Resultados.....	31
3.1.1.	Densidades de los calcetines de algodón, bambú y nylon.....	31
3.1.2.	Resultados absorción	32
3.1.3.	Resultados de secado	34
3.1.4.	Resultados de resistencia a la abrasión.....	35
3.2.	Evaluación de resultados	35
3.2.1.	Normalidad de datos	36
3.2.2.	Análisis comparativo de la absorción de humedad entre los calcetines de algodón, bambú y nylon.	38
3.2.3.	Análisis comparativo de la expulsión de humedad entre los calcetines de algodón, bambú y nylon.	42
3.2.4.	Índice de absorción de humedad de los calcetines de algodón, bambú y nylon	46
3.2.5.	Índice de expulsión de humedad de los calcetines de algodón bambú y nylon	48
3.2.6.	Relación entre el índice de absorción y expulsión de humedad de los calcetines de algodón bambú y nylon.	50
3.2.7.	Análisis comparativo de la resistencia a la abrasión entre los calcetines de algodón, bambú y nylon.	53
4.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	58
4.1.	Conclusiones.....	58
4.2.	Recomendaciones	60
ANEXOS.		65

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Comparación entre algodón y modal.....	8
Tabla 2 Comparación de propiedades mecánicas entre algodón, bambú y viscosa	13
Tabla 3 Comparación entre dos tipos de poliamida.....	14
Tabla 4 Características técnicas de la máquina calcetera	24
Tabla 5 Densidad de los calcetines de algodón, bambú y nylon	31
Tabla 6 Resultados de absorción de los calcetines	32
Tabla 7 Resultado de tasa de absorción de los calcetines.....	33
Tabla 8 Resultados de la prueba de secado de los calcetines	34
Tabla 9 Resultados de resistencia a la abrasión.....	35
Tabla 10 Desviación estándar y coeficiente de variación de la absorción de los calcetines	42
Tabla 11 Desviación estándar y coeficiente de variación del secado de los calcetines.	46
Tabla 12 Índice de absorción de humedad de algodón, bambú y nylon.....	46
Tabla 13 Índice de expulsión de humedad de algodón, bambú y nylon.....	48
Tabla 14 Relación del índice de absorción y expulsión de humedad.....	50
Tabla 15 Media de los índices de absorción y expulsión de humedad de los calcetines	51
Tabla 16 Escala de transpirabilidad del algodón, bambú y nylon	52
Tabla 17 Desviación estándar y coeficiente de variación de la resistencia a la abrasión de los calcetines	57

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Ubicación de laboratorio CTEX	4
Figura 2 Transpirabilidad del pie	6
Figura 3 Comparación entre algodón y poliamida	10
Figura 4 Aspecto superficial de tejido liso	11
Figura 5 Parte de un calcetín	15
Figura 6 Metodología parte experimental	21
Figura 7 Diseño muestral.....	22
Figura 8 Máquina calcetera	24
Figura 9 Horno de secado.....	25
Figura 10 Martindale	26
Figura 11 Análisis de normalidad de la absorción vertical	36
Figura 12 Análisis de la normalidad del tiempo de secado	37
Figura 13 Normalidad de datos de la prueba de resistencia a la abrasión.....	38
Figura 14 Comparación de absorción de humedad del algodón.....	39
Figura 15 Comparación de absorción de humedad del Bambú.....	40
Figura 16 Comparación de absorción de humedad del nylon	40
Figura 17 Comparación de la media de absorción de los calcetines de algodón, bambú y nylon.....	41
Figura 18 Comparación del tiempo de secado del algodón.....	43
Figura 19 Comparación de secado de humedad del bambú	43
Figura 20 Comparación del secado de humedad del nylon.....	44
Figura 21 Análisis comparativo de la media del secada de los calcetines	45
Figura 22 Indicé de absorción de humedad de los calcetines de algodón, bambú y nylon.....	47

Figura 23 Índice de secado de los calcetines de algodón, bambú y nylon	49
Figura 24 Análisis comparativo de la transpirabilidad de los calcetines.....	53
Figura 25 Comparación de la resistencia a la abrasión del algodón.....	54
Figura 26 Comparación de la resistencia a la abrasión del bambú.....	54
Figura 27 Comparación de la resistencia a la abrasión del nylon	55
Figura 28 Análisis comparativo de la media de la resistencia a la abrasión de los calcetines	56

ÍNDICE DE ANEXO

Anexo 1 Ficha técnica del nylon	65
Anexo 2 Elaboración de los calcetines.....	66
Anexo 3 Prueba de absorción vertical- Norma AATCC197	67
Anexo 4 Prueba de tiempo de secado – AATCC199	68
Anexo 5 Prueba de resistencia a la abrasión – Norma 12947-2.....	69
Anexo 6 Certificado de laboratorio	70

INTRODUCCIÓN

Descripción del tema.

El presente proyecto de investigación tiene como finalidad la elaboración de calcetines en fibras textiles de algodón, bambú y nylon, con tres densidades diferentes para cada tipo de fibra, en una máquina calcetera de la Carrera de Textiles. Posteriormente, se realizaron las pruebas de transpirabilidad mediante el método de absorción por columnas AATCC 197-2013 y el método de secados AATCC 199-2013. Además, se desarrollaron pruebas de resistencia a la abrasión mediante la norma ISO 12947-2, que tiene como objetivo determinar la primera rotura de la probeta para todos los tejidos textiles empleando el equipo Martindale, ubicado en el laboratorio de procesos físicos de la Carrera de Textiles.

Finalmente, se realizará un análisis comparativo de datos entre las probetas mediante la aplicación del programa estadístico PAST 4. Este análisis determinará qué tipo de muestra presenta la mejor transpirabilidad a la humedad y resistencia a la abrasión.

Antecedentes.

La transpiración es una actividad necesaria del hombre, en general los pies, cuando la temperatura ambiental se eleva el cuerpo tienden a transpirar. “La cantidad de secreción del sudor en la superficie cutánea producida ante un estímulo es variable y se establece la presencia de hiperhidrosis” (López et al., 2013) La utilización de calcetines con materiales naturales y artificiales influye en la comodidad de los pies. Es importante ponerse calcetines que sean transpirables, duraderos al uso y a la fricción. Al portar calcetines con fibras naturales proporciona mejor comodidad, sin embargo, hay también diferencias entre estas fibras. “Las fibras de bambú son mucho más absorbentes de humedad en comparación del algodón” (Visarrea, 2018). Por otro lado, el nylon no tiene las mismas

virtudes de transpiración que el algodón y el bambú, ya que tiene una baja capacidad de absorción.

Según Olguera Gonzalez, (1969) establece como abrasión a la fricción entre dos superficies, una más dura que la otra, el nylon posee una excelente resistencia, por esta razón es uno de los tejidos más duraderos que cualquier otra fibra.

En esta investigación se pretende elaborar calcetines de algodón, bambú y nylon con tres diferentes densidades, para luego evaluarlos según los equipos y normas establecidos, con los datos obtenidos se realizará un análisis comparativo de la transpirabilidad del sudor y la resistencia a la abrasión. En términos generales, la densidad de un tejido es controlada por la finura de las fibras, la estructura del hilado, finalmente la estructura y la composición del tejido. “Los artículos fabricados con hilados de fibras sintéticas tienen una masa volúmica muy baja, un buen tacto, un mayor poder de cobertura y una relativamente buena capacidad de absorción de humedad”(Naik, 1984).

Importancia del estudio.

Ante los inconvenientes de la sudoración, la incomodidad de usar calcetines de diferente material y la duración, considerando lo anterior, se ha planteado esta investigación con el fin de determinar transpirabilidad al sudor y resistencia a la abrasión en calcetines de fibras de algodón, bambú y nylon.

Las fibras de algodón y bambú son fibras celulósicas, las cuales son más absorbentes que las fibras sintéticas, como es el caso del nylon. Además, estas fibras actualmente son muy utilizadas en la fabricación de calcetines, por lo que, en este trabajo se va a investigar cómo estas fibras influyen en la transpirabilidad y resistencia a la abrasión en calcetines. “Una de las cualidades y ventajas de la fibra de bambú es que posee una buena transpirabilidad, debido a que esta fibra es mucho más absorbente y

transpirable que el algodón”(Visarrea, 2018). En cuanto al nylon “las fibras de algodón y bambú tienen mejor capacidad de transpirar, pero con respecto a la resistencia a la abrasión, el nylon es mayor que otras y actúa como agente abrasivo de las fibras” (ETSSI, 2015).

Con la culminación de este trabajo se llegará a determinar el grado de transpirabilidad de las fibras estudiadas y si estas se ven afectadas con la densidad del tejido. Además, se aplicará la norma ISO 12947-2 con el fin de llegar a evaluar la resistencia del sustrato textil al desgarre que es provocado por la fricción.

Objetivo general.

- Comparar la transpirabilidad al sudor y resistencia a la abrasión en calcetines de algodón, bambú y nylon.

Objetivos específicos.

- Investigar en fuentes bibliográficas como libros, revistas, artículos científicos, entre otras más, información general sobre la transpirabilidad y la resistencia a la abrasión e información específica en tejidos de algodón, bambú y nylon.
- Elaborar calcetines con algodón, bambú y nylon, en tres densidades, mediante una máquina calcetera diámetro 3 3/4 pulg x 144 agujas, para conseguir muestras representativas para los ensayos de laboratorio;
- Obtener valores de transpirabilidad del sudor y resistencia a la abrasión, mediante las normas AATCC197-2013:2013, AATCC199:2013 e ISO 12947-2 respectivamente, que sirvan para el análisis de resultados;
- Evaluar los resultados obtenidos de laboratorio mediante el uso del software Past 4, Excel, Microsoft Word, gráficos de barras e histogramas; para determinar el tipo de fibras que proveen mejores características de transpirabilidad y resistencia a la abrasión a los calcetines.

Características del sitio del proyecto.

El presente proyecto se realizó en la ciudad de Ibarra, en la provincia de Imbabura, en el laboratorio de la carrera de Textiles que pertenece a la Universidad Técnica del Norte, en donde podemos encontrar los equipos y maquinaria estandarizadas de alta tecnología, ubicada en el barrio Azaya, calles Morona Santiago y Luciano Solano Sala representado en la **Figura 1**.

Figura 1

Ubicación de laboratorio CTEX



Fuente: (Google Maps, 2024)

CAPÍTULO I

1. ESTADO DEL ARTE

1.1. Estudios previos

En este apartado se recopilan investigaciones primordiales que tienen una correlación con el tema, los cuales son de gran importancia al contribuir información que permita ampliar los conocimientos, determinar el tipo de estructura, diseño y tamaño del calcetín a dimensionar.

Ante lo mencionado, se interpreta que los calcetines son prendas de vestir que desempeñan un papel fundamental en la comodidad y el bienestar de los pies, por tal motivo, a lo largo del tiempo han ido cambiando de acuerdo con las necesidades de los usuarios y en una gran variedad de materiales, aunque cada uno con sus respectivas características generan ventajas según su propósito. En la investigación se da el enfoque hacia los calcetines elaborados con algodón, bambú y nylon considerando sus cualidades en términos de confort, transpirabilidad y durabilidad.

1.1.1. Transpirabilidad y resistencia a la abrasión de calcetines

Los calcetines son prendas de protección, tanto en la vida cotidiana como en la actividad física enérgica. Sin embargo, su principal función es proteger el pie del roce con el calzado, evitando daños en los tejidos y manteniendo unas condiciones óptimas de temperatura y humedad.

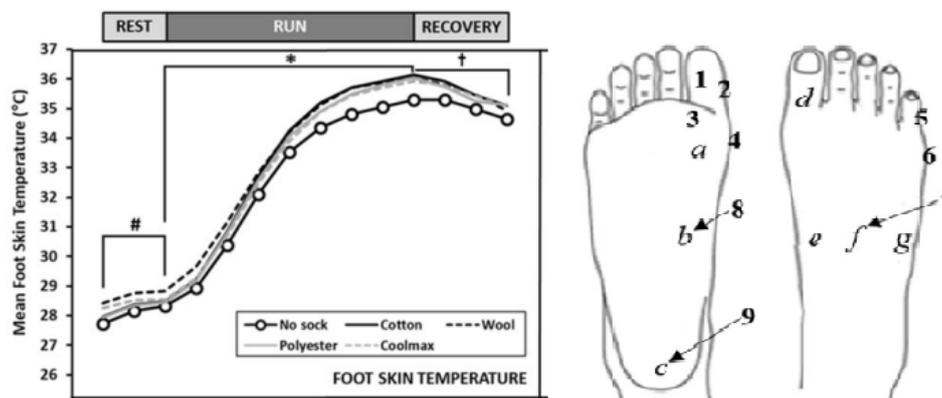
Según Veintimilla, (2022) indica que los calcetines en algunas circunstancias no deben tener costuras para evitar ampollas o úlceras, que son destinados a personas con diabetes, que tengan la capacidad de absorber la humedad para evitar hongos o prevenir infecciones, en otros casos los vasos sanguíneos se estrechan ocasionado baja circulación, para ello necesitan que los calcetines generen calor. Las necesidades de algunas personas

como las que contienen diabetes o problemas de circulación buscan calcetines con características especiales. Además, es fundamental que puedan absorber la humedad para prevenir el mal olor, hongos e incomodidad en los pies.

Aunque según Visarrea, (2018) menciona que es vital la transpirabilidad, ayudando a controlar la temperatura corporal, beneficiando en la comodidad física porque regula la pérdida de calor y cumple la función de eliminar el exceso de sudor en la piel. La transferencia de calor que se genera desde el pie al calcetín influye en el diseño y la calidad de las fibras utilizadas.

En la siguiente figura, muestra que existen diferentes puntos que generan mayor sudoración en los pies, 1: ¼ dedo planta, 2: ¼ dedo lateral, 3: ¼ base plantar dedo; 4: ¼ dedo del pie lateral; 5: ¼ dedo superior lateral, 6: ¼ dedo inferior, 7: ¼ dorsal central; 8: ¼ arco plantar; 9: ¼ talón plantar.

Figura 2
Transpirabilidad del pie



Fuente: (West et al., 2021).

Según la investigación elaborada por West, (2021) enfoca los beneficios de comodidad, mencionando el papel fundamental del calcetín. Para ello, realizaron los ensayos a una temperatura de 23 °C, un 50% de humedad relativa y consistió en descanso

(10 min sentado), carrera en cinta 40 min, 7,5 km/h, recuperación 15 min sentado y los calcetines (elaborados de algodón, lana, poliéster).

Según West, (2021) indica que se midieron la temperatura de la piel del pie y el microclima del calzado en siete sitios, con el fin de evaluar pérdida bruta de sudor, absorción de sudor en calcetines, entre otras. Concluyendo que la composición de algodón genera más incomodidad a los usuarios por el aumento de temperatura a 36 °C, reduciendo el impacto del tipo de fibra del calcetín sea limitado, en relación con el control del grosor del calcetín y el diseño/construcción.

La abrasión o fricción, es el fenómeno que ocurre durante el uso del tejido, o en el lavado, que conlleva que las fibras sobresalgan a la superficie de la tela, provocando así la disminución de la calidad. Según Olguera, Gonzalez (1969):

El desgaste en materiales textiles es uno de muchos factores de fallo en el que un objeto pierde su utilidad y las consecuencias económicas pueden ser de enorme valor para la industria. La abrasión es una importante propiedad de los materiales textiles que regula la calidad y la eficiencia de la transformación y el rendimiento de los productos. (p. 42)

Es primordial identificar cuáles podrían ser las causas y qué factores influyen, como: fibra, hilo, propiedades de la tela y procesos de acabados. Estos parámetros antes mencionados alteran la superficie del tejido, y a la vez que otros influyen en su estructura interna, como las características de la fibra: proporción o finura, que desempeñan un papel crucial en la resistencia a la abrasión de la superficie, mientras que las características como la densidad lineal de la fibra y el coeficiente de entrelazamiento van con la estructura del tejido.

1.1.2. *Transpirabilidad del sudor en calcetines de algodón, bambú y nylon*

Según Nike, (2021) indica que los pies tienden generar humedad a causa del sudor, el cual genera incomodidad, mal olor. Es por esta razón la importancia de utilizar calcetines adecuados, los cuales deben ayudar a la rápida evaporación. El algodón es uno de los materiales transpirables, pero tiene la capacidad de retener calor, lo que hace que pueda aumentar la producción de sudor.

En la siguiente tabla se muestra la comparación entre el algodón y modal sobre la mejora de sus propiedades de aislamiento.

Tabla 1
Comparación entre algodón y modal

Tipos de fibras	Algodón	Modal
Elongación de rotura (%)	8-10	10-15
- acondicionado	12-14	11-16
- Húmedo		

Fuente:(Tomljenović et al., 2023)

En la siguiente investigación se destaca la importancia de la composición de los hilos, por tal motivo Tomljenović, (2023) resalta que algunas de las fibras, como algodón, lana, acrílico o mezclas, pueden ser remplazados con modal, viscosa o bambú, como se indica en la anterior tabla, con el fin de producir calcetines de punto liso y comparar su comodidad. Se determinó que el modal y viscosa obtienen un bajo rendimiento, al igual que su resistencia térmica, pero mejora sus propiedades de aislamiento.

Según Arafa Badr, (2018) indica que el bambú se utiliza en la fabricación de productos textiles, específicamente debido a su capacidad de biodegradación. Con el fin de proteger al usuario, se producen mediante un proceso especial que genera productos muy suaves y absorbentes. Tiene la capacidad de absorber y evaporar la humedad, esto lo hace ideal para poder controlar la humedad de la prenda.

Por otra parte, Granados, (2019) complementa la idea que la de fibra de bambú es biodegradable, lo cual hace que sea amigable con el medio ambiente. Los calcetines se realizan basándose en este material son suaves al tacto, se secan rápido a diferencia de otros y absorben mejor la humedad de los pies, de esta manera ayuda a la eliminación del mal olor, lo que le hace ideal para deportistas y personas que tienen la piel sensible.

Otra fibra que se vuelve una opción para los calcetines es la poliamida, que desde el punto de vista textil se la conoce como nylon, es un hilo de un solo filamento que se utiliza para la elaboración de calcetines o telas. Albuja & Álvarez, (2011) menciona que a este tipo de hilo se las denomina monofilamento y tiene un gran éxito en el mercado por sus excelentes propiedades, esta fibra contiene y retiene escasa humedad, por lo que hace que la prenda se seque en menos tiempo y simplifique el lavado.

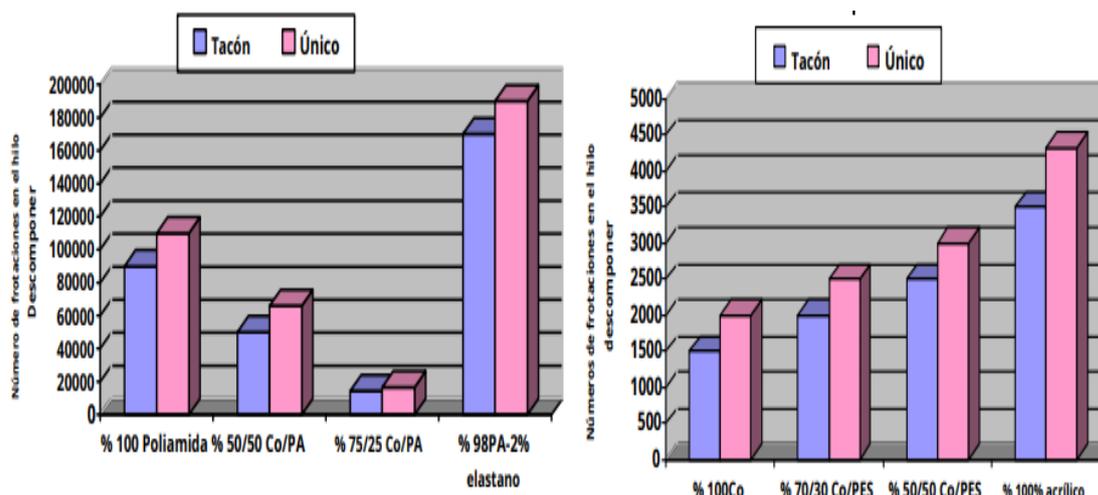
1.1.3. Resistencia a la abrasión en calcetines de algodón, bambú y nylon

La abrasión es el desgaste de la superficie mediante la fricción, este fenómeno comúnmente ocurre en materiales flexibles como los textiles. En cuanto a los calcetines de algodón, tienen un tacto suave y terso, pero es un tejido fuerte que mantiene su forma incluso después de lavados repetidos. También resiste la abrasión y se desgasta bien. Retendrá varias veces su propio peso en agua y es más fuerte cuando está húmedo que seco.

Y es de consideración que “El tejido de punto acanalado tiene características superiores de resistencia a la abrasión que las muestras de calcetines lisos”(Quispe et al., 2013). O por otra parte, “Esto podría estar relacionado con la alta densidad de hileras, la densidad de las columnas, el espesor, la densidad aparente y el peso/metro cuadrado de las medias acanaladas”. (Arafa Badr, 2018)

En la siguiente figura se señala que el valor de resistencia a la abrasión de los calcetines se puede aumentar mediante una serie de medidas: uso de hilos más gruesos, agregando PA (Poliamida) a la estructura o agregando hilos elásticos.

Figura 3
Comparación entre algodón y poliamida



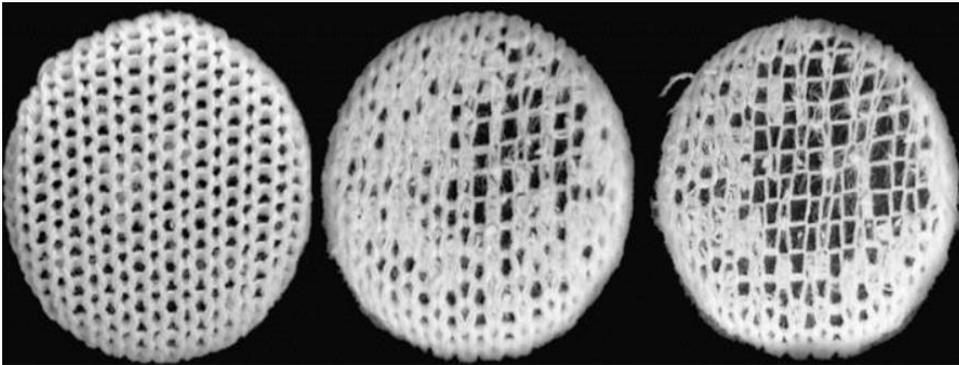
Fuente: (Assem El-Dessouki, n.d.)

La figura anterior representa un trabajo experimental, en el eje de las Y se encuentran los valores de frotaciones para obtener la rotura del hilo y en el eje de las X señala las muestras de talón y suela, se observa que es proporcional el aumento de resistencia con relación al aumento de grosor de hilo, como se observa al ser 100% poliamida, aunque el calcetín con mayor resistencia a la abrasión de los 7 tipos fue el 98% poliamida/2% elastano.

La resistencia a la abrasión de talón en tejido liso, determinado con ciclos de 0 a 8000 y 12000 frotos de abrasión, demostrando que resiste la deformación, pero es de consideración que el aumento de la finura de las fibras cambia aún más las propiedades de los tejidos de los calcetines, como se indica en la siguiente figura.

Figura 4

Aspecto superficial de tejido liso



Fuente: (Tomljenović et al., 2023)

Pues en la investigación Tomljenović, (2023) señala la comparación entre tres tipos de calcetines de composición de modal y algodón, elaborados de tres formas diferentes: a rotor, chorro de aire y convencional. En la figura anterior **Figura 4**, destaca que en todas las muestras aumenta la resistencia a la abrasión, pero en especial a rotor y convencional; aunque el algodón tiende a un aumento en la formación de pilling. Además, se menciona que la contracción longitudinal fue mejor en la parte de la pierna al estar conformada de poliamida, reduciendo el encogimiento 13,5% en la dirección del ancho.

1.2. Marco Conceptual

En este apartado se recopilan los conceptos relevantes del proyecto de investigación con la ayuda de fuentes bibliográficas confiables, que permitirán sustentar la investigación.

1.2.1. Fibras textiles

Una fibra textil es un filamento, el cual tiene como principal característica es que posee una gran longitud con una relación con su diámetro, de las cuales puede variar, según la procedencia de estas. Mientras que Robertson & Roux, (2013) mencionan:

Las fibras textiles generalmente tienen un diámetro de 10 a 50 μm y las fibras individuales pueden variar en longitud desde menos de 1 cm hasta miles de metros. Las fibras naturales varían en longitud según la fuente. Las fibras fabricadas pueden ser filamentos continuos, pero a menudo se cortan en longitudes específicas y luego se denominan fibras cortadas. (p. 2)

Aunque para Sinclair, (2015) las fibras son la base de todos los productos textiles y pueden ser naturales o artificiales, fabricadas o regeneradas. Dentro de estos dos grupos, se subdividen en dos principales, que son las fibras de longitud indefinida, denominadas filamentos, y fibras de longitud mucho más corta, llamadas discontinuas.

1.2.1.1.Algodón

El algodón es una fibra celulósica de origen vegetal de semilla, “es considerado el producto agrícola no alimentario de mayor importancia a nivel mundial y representa alrededor del 30% de las fibras consumidas en la industria textil mundial; es cultivado en zonas tropicales del mundo en más de 50 países” (López et al., 2013)

“Las fibras de algodón son fibras huecas naturales; son fibras suaves, frescas, conocidas como transpirables y absorbentes. Las fibras de algodón pueden retener agua de 24 a 27 veces su propio peso” (Hosseini Ravandi & Valizadeh, 2011).

1.2.1.2.Bambú

“La fibra de bambú es una fibra celulósica regenerada. La pulpa con almidón se produce a partir de tallos y hojas de bambú a través de un proceso de hidrólisis alcalina y blanqueo en varias fases” (Das, 2010).

La comparación de las propiedades mecánicas entre el algodón, bambú y viscosa, las fibras cortas de bambú son seleccionadas como material de refuerzo, como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 2

Comparación de propiedades mecánicas entre algodón, bambú y viscosa

Fibras	Densidad de la fibra (g/cm³)	Elongación (%)	Resistencia a la tracción (MPa)
Algodón	1.5–1.6	7.0–8.0	287–597
Bambú	0.6–1.1	-	540–630
Viscosa	-	11.4	593

Fuente:(Gao et al., 2022)

La fibra de bambú tiene una alta capacidad de resistencia que puede ser aplicado para conformar a los materiales de refuerzo; sin embargo, tiene otras cualidades como la capacidad de absorber el doble de humedad que el algodón, debido a los microespacios y no genera electricidad estática.

1.2.1.3.Nylon

“Las fibras de poliamida o nylon son las fibras químicas formadas a partir de un polímero de macromoléculas lineales sintéticas en cuya cadena se suceden grupos amida, de los que un mínimo del 85% están unidos a agrupaciones o ciclo alifáticas”.(González, 1969) El nylon es un polímero sintético, es muy conocido por su resistencia, durabilidad y versatilidad, es utilizado ampliamente debido a sus propiedades.

En la siguiente tabla se indica la comparación entre el nylon 6 y el nilón 66, es decir, se muestran las propiedades de la misma.

Tabla 3
Comparación entre dos tipos de poliamida

PA6	PA66
Resistencia a la temperatura ligeramente menor	Ligeramente menos capacidad de absorción de humedad.
Ligeramente menos expansivo	Módulo más alto
Excelente apariencia superficial	Mejor resistencia al desgaste
Mejor procesabilidad	Mejor resistencia al calor a corto plazo
Mejor estabilidad hidrolítica	Menos capacidad de absorción de humedad.
Mejor envejecimiento por calor a largo plazo	Módulo más alto
Rigidez similar a temperaturas inferiores a 180°C	Mejor resistencia al desgaste

Fuente: (OMNEXUS, 2022, p.1)

La fibra más utilizada de poliamida 6.6 (PA 6.6), producida a partir de ácido adípico y hexametildiamina, se encuentra entre las fibras textiles sintéticas más consumidas para la confección de prendas. Las fibras son hidrofóbicas, lo que dificulta el teñido y afecta la comodidad de uso.

1.2.2. Calcetines

Los calcetines igual que otras prendas, se pueden utilizar para mantenerse cómodo, ayuda a cubrir el pie y la pierna completamente. Existen variedades de calcetines de acuerdo a sus finalidades, ya sea para fines causales, deportivos, de trabajo, entre otros. Según (Carlosama, 2023) menciona:

En el mercado textil se encuentran disponibles en varios tamaños y colores, pero por lo general se eligen de acuerdo al material. Además, es muy significativo en su etapa de producción debido a que se determina como un factor de calidad y rendimiento muy importante (pág.30)

Los calcetines son una prenda de vestir importante para los pies, ya que con el uso del calcetín adecuado el pie se encuentra cómodo, caliente y no permite que el calzado afecte la comodidad del pie.

La figura a continuación indica las partes principales del calcetín, las cuales pueden variar según el diseño y construcción de acuerdo con el tipo de calcetín (deportivo, casual, formal, etc.)

Figura 5

Parte de un calcetín



Fuente: (Amazon, 2016, citado por Carlosama, 2023)

1.2.2.1. Confección de calcetines

Para la elaboración de calcetines se utilizan máquinas circulares de pequeño diámetro. (GROZ-BECKERT, 2022, citado por Carlosama, 2023) menciona que los calcetines se realizan en máquinas como:

Máquinas monocilíndricas y bicilíndricas, así como la máquina monocilíndrica con disco. Las técnicas de transferencia utilizadas en

máquinas monocilíndricas con dial permiten además producir una variedad de patrones. Estas máquinas se ofrecen con diámetros típicos de 3,5 a 6 pulgadas, en los que, según el calibre, se emplean agujas con un grosor de 0,26 mm a 1,55 mm. Las máquinas están trabajando con uno a cuatro alimentadores, dependiendo de las opciones del patrón.

1.2.3. Transpirabilidad

La transpirabilidad es “Pérdida de calor del cuerpo debido a la evaporación de la humedad desde la piel hasta el ambiente. En este caso, la transpiración es el vapor transportado a través del espacio de aire que hay en la estructura del tejido” (Carrera, 2015, pág. 100, citado por Visarrea, 2018). Por otra parte, Visarrea (2018) menciona:

Transpirabilidad: Una tela de material transpirable de alta eficiencia ayuda al usuario controlar la temperatura corporal, puede experimentar comodidad física al controlar la pérdida de calor del cuerpo, mientras que al mismo tiempo va eliminando el exceso de sudor. En general, el efecto producido es el de una sensación más confortable en la superficie de la piel. (pág. 68)

Para que una prenda sea transpirable y controle la humedad, depende de la calidad de una tela para mantener que esta brinde una sensación de comodidad al permitir que el cuerpo pueda regular la temperatura y eliminar el exceso de sudor.

1.2.4. Resistencia a la abrasión

La abrasión se la conoce como un desgaste por medio de la fricción mecánica de dos cuerpos, es decir, que cuando existe la fricción uno de ellos se desgasta rápidamente, este efecto se da cuando una de las superficies es más dura que la otra. De igual forma, el siguiente autor (Olguera Gonzalez, 1969) lo define como:

El arranque de partículas es causado principalmente por el contacto con la deformación. El efecto de abrasión se produce cuando se da un contacto físico entre dos superficies, una de las cuales es considerablemente más dura que la otra. Las rigideces de la superficie más dura penetran en la más blanda, generando un flujo plástico en esta última. (pág.31)

La abrasión se manifiesta cuando dos superficies, una más dura que la otra se entran en contacto, lo cual produce la deformación de una superficie más suave, este proceso se caracteriza por la acción física entre las superficies.

Aunque en textil, Textor, (2019) se refiere a: “La estructura y estabilidad completa del textil se destruirán, ya que una tensión mecánica constante durante la prueba desgastará y romperá cada vez más fibras (o hilos)” (pág. 1). Lo mencionado se realiza en un equipo denominado Martindale, aplicando una carga de peso específica, se frota un tejido de prueba estándar sobre la superficie de la muestra textil. El grado de desgaste abrasivo se controla en intervalos de tiempo determinados y se juzga por la aparición de un daño visible en las fibras de la muestra de prueba.

1.3. Marco legal

En este apartado se detalla la norma, la línea de investigación que cuenta la Universidad Técnica del Norte:

1.3.1. Línea de investigación de la Universidad Técnica del Norte

El presente proyecto de investigación se encuentra relacionada con las siguientes líneas de investigación de la Universidad Técnica del Norte y de la Carrera de Textiles:

- Producción Industrial y Tecnología Sostenible.

- Gestión, Producción, Productividad y Desarrollo Socioeconómico (CUICYT, 2022).

1.3.2. Ley del Sistema Ecuatoriano de Calidad

En el Art. 1 literal tres de la Ley del Sistema Ecuatoriano de Calidad, menciona: “Promover e incentivar la cultura de la calidad y el mejoramiento de la competitividad en la sociedad ecuatoriana” (Ley del Sistema Ecuatoriano de la Calidad, 2014).

También en la sección de las atribuciones del Comité Internacional el Art. 9 el literal ocho en el capítulo II, indica sobre “promover e incentivar la cultura de la calidad y el mejoramiento de la competitividad en la sociedad ecuatoriana” (Ley del Sistema Ecuatoriano de la Calidad, 2014).

CAPÍTULO II

2. METODOLOGÍA.

2.1. Tipos de investigación

En este apartado, se definen algunos de los tipos de investigación, los cuales complementaron para abordar el tema de manera integral, describen las acciones a realizar ante un problema. Estos permitieron una mejor comprensión y significativa del área de estudio.

2.1.1. *Investigación bibliográfica*

Según Uruguay, (2020) menciona que la investigación bibliográfica permite que el trabajo de investigación sea eficaz y exhaustiva al explorar la comunidad académica sobre un tema determinado. Es decir, es la búsqueda de documentos relacionados con el tema, lo cual permite conocer el estado del arte de lo que se está investigando, constituyendo el punto de partida en base a cualquier trabajo científico.

En la presente investigación, se puede apreciar la relevancia de fuentes bibliográficas, artículos científicos y libros realizados sobre la transpirabilidad y la resistencia a la abrasión en calcetines de algodón, bambú y nylon, así como las normas de transpirabilidad y resistencia a la abrasión de tejidos, los cuales son seleccionados de manera crítica y que tengan concordancia con el tema de investigación.

2.1.2. *Investigación experimental*

Según Serrano, (2019) afirma que la investigación experimental tiene un enfoque científico donde un conjunto de variables se mantienen constantes; por otra parte, el conjunto de variables mide como sujeto del experimento; es decir, el investigador manipula una o más variables de estudio, esto se realiza para controlar el aumento o disminución de las variables y su efecto en las conductas observadas.

En esta etapa del presente trabajo de investigación se utiliza el método experimental, ya que ayuda a la demostración del problema planteado sobre la transpirabilidad y la resistencia a la abrasión de los calcetines. Una vez elaborados los calcetines, se evaluará la transpirabilidad con la norma AATCC197-2013 y AATCC199-2013. También se realizarán las pruebas de resistencia a la abrasión mediante el equipo Martindale con la ayuda de la norma ISO 12947-2. Posterior a ello se tabulará los datos obtenidos para realizar un análisis comparativo con la finalidad de llegar a una conclusión.

2.1.3. Investigación comparativa

Goodrick, (2018) menciona que la investigación comparativa, implica el análisis y la síntesis de las similitudes, diferencias y patrones de dos o más elementos que comparten un enfoque o meta común, en donde se deben describirse en profundidad las características específicas de cada caso. Es por eso que la comprensión de cada uno de los temas es muy importante, para de esta manera poder establecer las bases del marco analítico que se utilizará en la comparación.

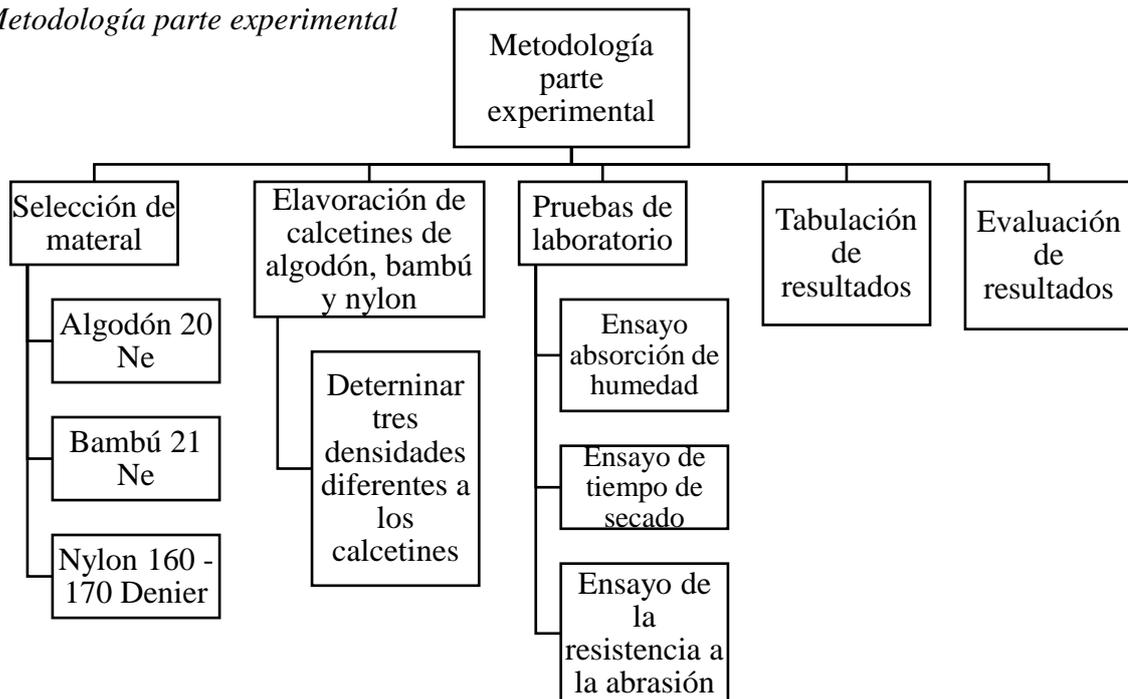
2.2. Etapas de la investigación

En el siguiente apartado, se presentan los flujogramas de proceso general y muestral de la investigación.

2.2.1. Proceso general

Para realizar la parte práctica del proyecto, se inicia con un diagrama de proceso, que detalla los pasos elaborados al realizar el presente proyecto de investigación. Poniendo en marcha desde la selección de material de género textil, luego la elaboración del calcetín y preparación de las muestras para continuar con los ensayos de transpirabilidad y resistencia a la abrasión. El siguiente paso fue la tabulación de resultados, para finalizar se realizó la evaluación de resultados con los datos obtenidos.

Figura 6
Metodología parte experimental



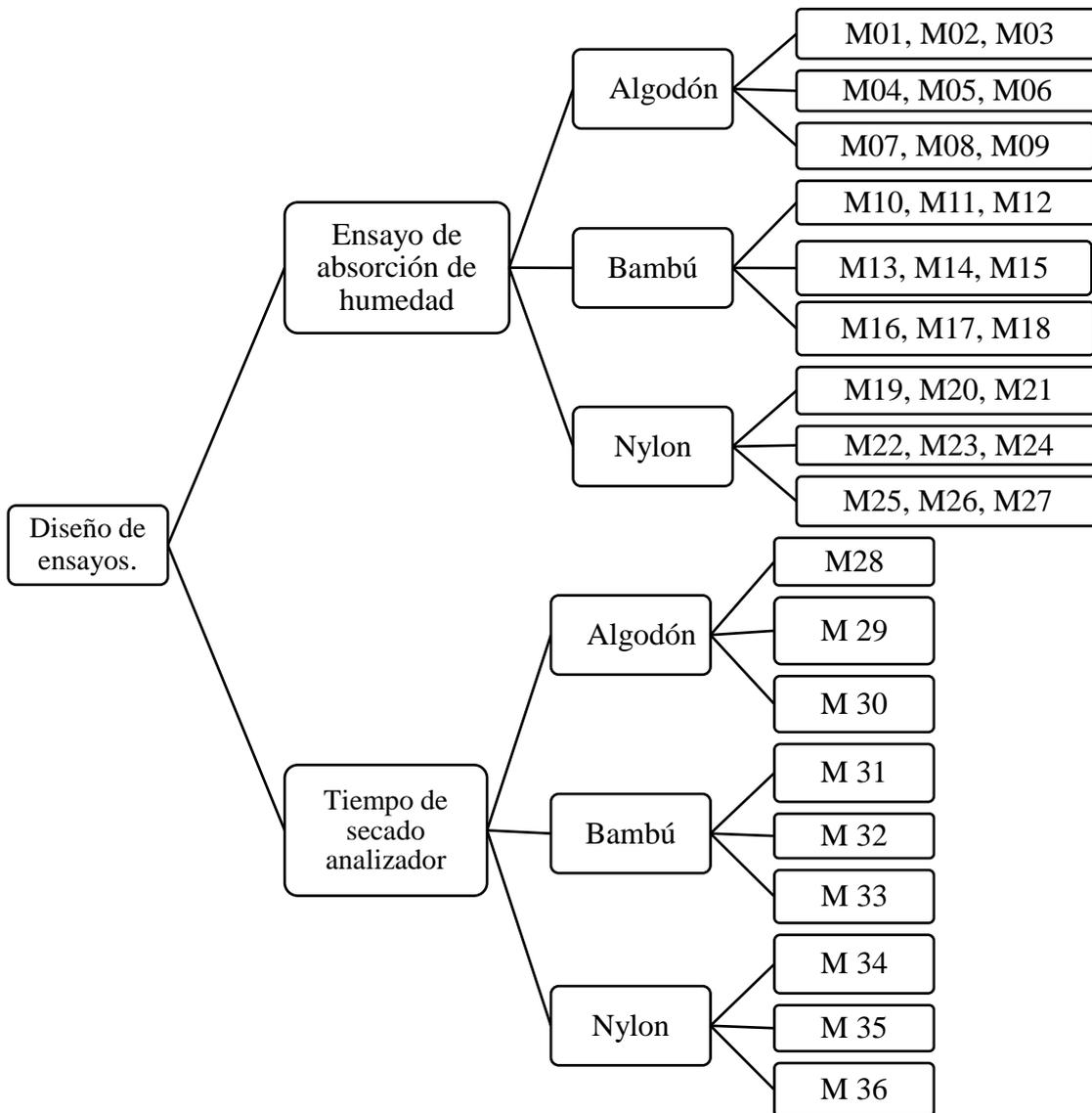
Fuente: El Autor

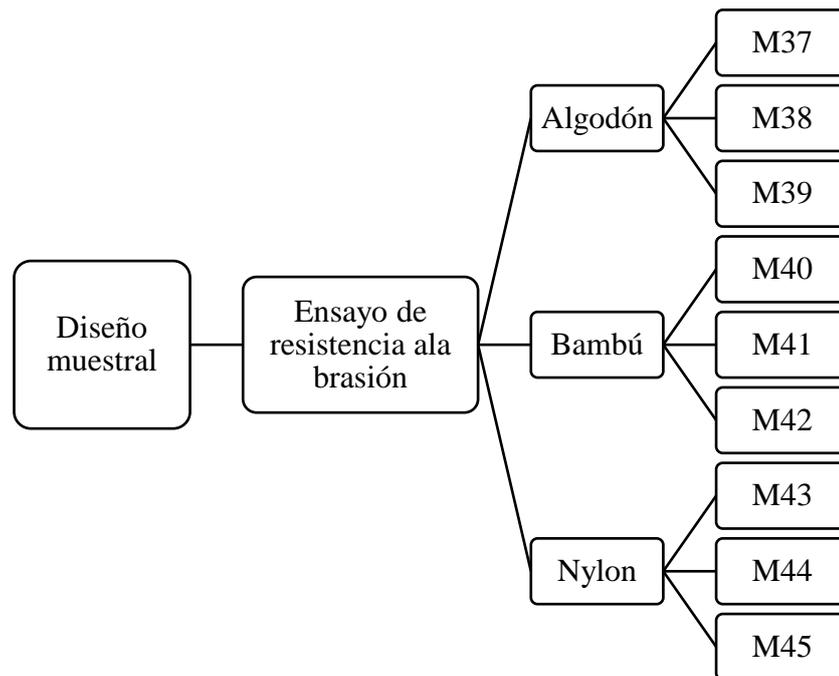
El proceso general es importante en el proyecto de investigación, ya que sirve como una guía de las cuales son los procesos generales que se deben seguir en la metodología experimental. Este proceso ayuda como punto de partida para realizar los subprocesos de cada uno de los procesos generales.

2.2.2. Diseño muestral

En el siguiente esquema muestral se detalla de manera específica las tres densidades de tejido para cada tipo de fibra textil.

Figura 7
Diseño muestral





Fuente: El autor

El diseño muestral representado en el anterior esquema muestra el proceso de selección del género textil, este proceso se dividió en tres grupos en la parte experimental, en el cual se especifica el número de muestras que se utilizó, es decir, se necesitaron 15 muestras para cada tipo de fibra, obteniendo un total de 45 muestras.

2.3. Equipos y materiales

Para realizar los ensayos necesarios se requiere de equipos y materiales para determinar la absorción, secado y el desgaste de los calcetines de algodón, bambú y nylon, es así como se detallan los siguientes equipos:

2.3.1. Máquina calcetera

Para la producción de calcetines se utilizan las máquinas calceteras, las cuales se diferencian de las circulares de gran diámetro, porque no tejen un tejido tubular continuo, sino calcetines individuales. En la siguiente tabla se especifican las características técnicas:

Tabla 4
Características técnicas de la máquina calcetera

Descripción	Valor
Marca	WEIHUAN
Modelo	WH-B
Origen	China
Año	2022
Galga	12
Diámetro	3 3 /4
Nuero de agujas	144

Fuente: (Lucero, 2023)

La máquina calcetera que se utilizó para la elaboración de los calcetines se localiza en la planta académica de la Carrera de Textiles. Es de marca WEIHUAN, modelo WH-B, proveniente de China, con un buen rendimiento y fue lanzado al mercado en el año 2022. Esta máquina cuenta con 144 agujas, lo que garantiza la creación de sus tejidos de buena calidad.

En la siguiente figura se muestra la máquina calcetera que se utilizó para elaborar los calcetines de algodón, bambú y nylon a tres densidades deferentes respectivamente.

Figura 8
Máquina calcetera



Fuente: (Montenegro, 2023)

Esta máquina tiene una alta capacidad de producción con las agujas encontradas en el plato para la elaboración de calcetines, tiene la capacidad de fabricar calcetines con diferente material, siendo capaz de añadir zonas con rizo.

2.3.2. Horno de secado.

Comúnmente utilizado en entornos industriales y de laboratorio, es un tipo de horno que funciona bajo presión reducida o vacío. El cual permite puntos de ebullición más bajos de los materiales que se secan, lo que puede resultar favorable para algunos materiales. Se utiliza para diversas aplicaciones como secado, curado, desgasificación y tratamiento térmico de los materiales en condiciones que son controladas.

Figura 9

Horno de secado



Fuente: El Autor

En la figura anterior se muestra el equipo horno de secado ubicado en el laboratorio de la Carreta de Textiles. Este equipo se utilizó para el secado de las muestras de los calcetines de algodón, bambú y nylon.

2.3.3. *Martindale*

El equipo Martindale se emplea para la evaluación de la resistencia a la abrasión y pilling de diferentes estructuras textiles. Este dispositivo está diseñado para aplicar una cantidad controlada de abrasión multidireccional entre la superficie de la tela bajo evaluación y una tela abrasiva estándar, a una presión comparativamente baja. Este proceso continúa hasta que se observa la descomposición de los hilos del tejido o se evidencia un cambio inaceptable en la apariencia.

La figura a continuación muestra el equipo Martindale ubicado en el laboratorio de la Carreta de Textiles.

Figura 10
Martindale



Fuente: El Autor

El martindale es un equipo que se utiliza para evaluar la resistencia a la abrasión, de igual manera para evaluar el pilling de los tejidos. Proporciona resultados fiables que pueden utilizarse para analizar cualquier sustrato textil al que se quiera evaluar.

2.3.4. *Materiales de ensayo de absorción vertical de humedad*

Para el desarrollo del ensayo de absorción vertical se utilizaron materiales, los cuales se encuentran en la planta académica de la Carrera de Textiles. En la siguiente

tabla se detallan los siguientes materiales:

Tabla 4

Materiales utilizados para la prueba de absorción vertical

Materiales	Descripción
Matraz	Es un recipiente de laboratorio que se utiliza comúnmente para contener líquidos o soluciones químicas.
Agua destilada	Es ampliamente utilizada en los laboratorios, ya que no contiene minerales ni sustancias disueltas que puedan interferir en ciertas aplicaciones sensibles.
Cronómetro	Mide los intervalos de tiempo con precisión.

Fuente: El Autor

2.4. Ensayos de laboratorio

En el presente trabajo de investigación se emplearon las normas disponibles en el laboratorio de la Planta Académica textil, con la finalidad de evaluar la absorción, expulsión de humedad y el desgaste de los calcetines mediante la realización de los análisis estadísticos.

2.4.1. Ensayo de absorción vertical, norma AATCC 197-2013

Esta norma se utiliza para evaluar la capacidad de los tejidos alineados verticalmente para transportar líquido a lo largo y/o a través de ellas, es aplicable en tejidos de punto, plano y no tejidos. Para este ensayo de absorción de humedad vertical se utilizó agua destilada y un matraz completamente limpio. El uso del agua destilada es con el fin de que la tensión superficial no altere los resultados durante la prueba.

“El tiempo de prueba establecido es de 30 minutos, y la distancia a recorrer absorbiendo la humedad es de 15 centímetros. Una vez transcurrido el tiempo o la distancia recorrida, se da

por terminada la prueba y seguidamente se procede a medir la distancia total absorbida por el agua”(A. Visarrea, 2018)

2.4.2. Ensayos de tiempo de secado, norma AATCC 199-2013

Este método evalúa el tiempo de secado de las telas tejidas o no tejidas a una temperatura elevada. Al realizar la prueba es posible simular el secado a temperatura corporal o realizar pruebas a temperaturas que simulen las condiciones de uso.

Se aplica agua a la muestra de prueba y luego se seca a una temperatura preseleccionada de $37^{\circ} \pm 2$ °C o 99 ± 4 °F, el tiempo requerido para que la muestra llegue al punto final designado, se mide y registra como el tiempo de secado. Las muestras a utilizarse son de 70 mm de diámetro.

Para el proceso de secado se deben realizar los siguientes pasos:

- Tras acondicionar las muestras de algodón, bambú y de nylon, se realiza el pesaje en seco de las muestras, a continuación, se procede a sumergir dentro de un vaso de precipitación con agua destilada durante un tiempo de 1 minuto.
- Luego de transcurrir ese tiempo, mantenemos suspendido con ayuda de unas pinzas por un tiempo determinado de 5 minutos a temperatura ambiente, seguidamente procedemos a pesar la muestra en un estado húmedo y registramos su peso. El mismo proceso se realiza para las muestras de bambú y nylon.
- Con el peso en seco y el peso húmedo de las muestras, realizar el cálculo del % de retención de humedad para cada muestra, para el cual se utilizó la siguiente fórmula:

$$\frac{W2 - W1}{W1} * 100$$

Dónde:

W1: Peso en seco, en g

W2: peso en húmedo, en g

- A continuación, se realiza el cálculo del agua que contienen las muestras con la siguiente fórmula:

$$y = x * W1$$

Dónde:

y: cantidad de agua, en ml

x: % de retención de humedad

W1: peso en seco: en g

Una vez realizados los cálculos pertinentes tanto para las muestras de algodón, bambú y nylon, se colocan las muestras dentro del horno a una temperatura de 37°C, en donde se dará el inicio del secado. Se controla su pesaje de acuerdo a un tiempo establecido, es decir, cada 15 minutos que se encuentra dentro del horno se realiza el pesaje de cada una de las muestras hasta llegar a su peso inicial.

2.4.3. Ensayos de determinación de la resistencia a la abrasión de los tejidos, norma ISO 12947-2

Esta norma se define como un método de prueba con la finalidad de determinar el deterioro de la muestra mediante inspección a intervalos fijos, es empleado para todos los tejidos textiles, incluidas las telas no tejidas, con excepción de los tejidos revestidos. Esta norma tiene como objetivo analizar la estabilidad de un material textil, es decir, su resistencia a la abrasión para los diferentes materiales.

El dispositivo que se utiliza es el Martindale. Se utilizan al menos tres muestras circulares, de aproximadamente 38mm de diámetro. Las muestras se desgastan en un área circular bajo la carga de 9 kpa o 12 kpa dependiendo del área de uso, que se encuentra frotándose contra un tejido de lana con un fieltro estándar. El punto final de desgaste varía según el tipo de material, en el cual se puede incluir la rotura del hilo, perforación, pérdida de peso u otros cambios en la apariencia.

CAPÍTULO III

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.

En el presente capítulo se dan a conocer los resultados obtenidos de la investigación luego de realizar los respectivos ensayos de los calcetines de algodón, bambú y nylon.

3.1. Resultados

Luego de realizar los diferentes ensayos de laboratorio, se obtuvieron diferentes resultados. Para ello, se tomaron los valores de cada una de las muestras con el propósito de facilitar la interpretación de estos.

3.1.1. Densidades de los calcetines de algodón, bambú y nylon

En esta parte de la investigación se dan a conocer las tres densidades del algodón, bambú y nylon. Para determinar las densidades de cada uno, se realizó un conteo y registro del número de columnas, como también de las pasadas del tejido de los calcetines, utilizando la lupa textil.

La densidad de los calcetines se detalla en la siguiente tabla:

Tabla 5

Densidad de los calcetines de algodón, bambú y nylon

Densidad	Algodón	Bambú	Nylon
D1	23x40	23x40	24x40
D2	28x42	27x42	27x42
D3	29x45	30x44	30x45

Fuente: El Autor

En la **Tabla 5** se detallan las densidades de los calcetines de algodón, bambú y nylon. Las abreviaturas D1: es la densidad uno, D2: densidad dos, D3: densidad tres. Las columnas indican el tipo de fibra a la que corresponden los valores de la densidad.

3.1.2. *Resultados absorción vertical- AATCC 197-2013*

En este apartado se detallan los resultados del ensayo de absorción de humedad de los calcetines de algodón, bambú y nylon, los cuales se visualizan en las siguientes tablas. Para llevar a cabo estas pruebas, se utilizaron materiales como el matraz, el agua destilada y un cronómetro, siguiendo la normativa AATCC 197-2013. Los datos obtenidos incluyen tiempo y la longitud de absorción, los cuales se utilizaron para calcular la absorbencia (Vs) que tiene cada una de las probetas expresada en milímetros/segundo.

En la siguiente tabla se representan los resultados sobre el ensayo de absorción de humedad en calcetines de algodón, bambú y nylon con tres densidades diferentes.

Tabla 6
Resultados de absorción de los calcetines

Parámetros	Algodón			Bambú			Nylon		
	N°	Tiempo (s)	Long (mm)	N°	Tiempo (s)	Long (mm)	N°	Tiempo (s)	Dis (mm)
Den	M1	1800	138	M10	1800	123	M19	731	150
D1	M2	1800	136	M11	1800	124	M20	690	150
	M3	1800	139	M12	1800	123	M21	688	150
	M4	1800	140	M13	1800	126	M22	682	150
D2	M5	1800	141	M14	1800	124	M23	686	150
	M6	1800	142	M15	1800	126	M24	676	150
	M7	1800	143	M716	1800	131	M25	657	150
D3	M8	1800	142	M17	1800	128	M26	650	150
	M9	1800	145	M18	1800	130	M27	608	150

Fuente: El Autor

En la **Tabla 6**, se plasmó los datos del tiempo en segundos de los tejidos y la longitud de absorción de humedad.

En la misma tabla, se observa que, el algodón y el bambú sobrepasa el tiempo establecido, mientras que en los sustratos de nylon se obtuvieron resultados por debajo del tiempo establecido.

En la siguiente tabla, se representa la tasa de absorción de calcetines de algodón, bambú y nylon.

Tabla 7
Resultado de tasa de absorción de los calcetines

Densidad	N°	VAL-CO	N°	VAL-BB	N°	VAL-PA
	M1	0,077	M10	0,068	M10	0,205
	M2	0,076	M11	0,069	M11	0,217
D1	M3	0,077	M12	0,068	M12	0,218
	M4	0,078	M13	0,070	M13	0,220
	M5	0,078	M14	0,069	M14	0,219
D2	M6	0,079	M15	0,070	M15	0,222
	M7	0,079	M16	0,073	M16	0,228
	M8	0,079	M17	0,071	M17	0,231
D3	M9	0,081	M18	0,072	M18	0,247

Fuente: El Autor

En la **Tabla 7**, se muestra el cálculo entre la distancia y el tiempo de absorción, que se realizó con los datos de la **Tabla 6**, obteniendo de esta manera la tasa de absorción.

A continuación, se detalla la siguiente codificación:

VAL-CO: Velocidad de absorción de algodón.

VAL-BB: Velocidad de absorción de Bambú.

VAL- PA: Velocidad de absorción de nylon.

3.1.3. Resultados de tiempo de secado: ATCC 199-2013

En esta parte de la investigación se dan a conocer los resultados que se obtuvieron de la probeta del tiempo de secado de los calcetines de algodón, bambú y nylon, los cuales se representan en las siguientes tablas. Con la ayuda de los materiales como: el matraz, el agua destilada y el horno de secado, los cuales se obtuvieron con base a la normativa AATCC 199:2013.

Posteriormente se presenta los resultados obtenidos en la siguiente tabla del ensayo del tiempo de secado de los calcetines de algodón, bambú y nylon, de tres densidades por cada fibra.

Tabla 8

Resultados de la prueba de secado de los calcetines

Parámetros	Algodón			Bambú			Nylon		
	M28	M29	M30	M31	M32	M34	M35	M36	M37
N° muestras	M28	M29	M30	M31	M32	M34	M35	M36	M37
Densidades	D1	D2	D3	D1	D2	D3	D1	D2	D3
Peso seco(g)	1,143	1,156	1,181	1,441	1,496	1,602	1,207	1,216	1,283
Peso húmedo(g)	4,787	4,882	4,851	5,575	5,711	6,02	4,656	4,656	4,831
% Retención de humedad	318,8	322,3	310,8	286,9	281,8	275,8	285,7	297,3	275,8
Agua(ml)	3,644	3,726	3,670	4,134	4,215	4,418	3,449	3,615	3,539
Peso Final(g)	1,144	1,119	1,13	1,41	1,475	1,605	1,199	1,22	1,28
Tiempo de secado(min)	315	330	345	425	435	445	320	325	330

Fuente: El Autor

En la **Tabla 8** representa los datos como son: el peso en seco en gramos del calcetín, peso en húmedo de la muestra en gramos, el cálculo de % de retención de

humedad con los datos obtenidos del peso en seco y el peso húmedo, la multiplicación entre peso en seco y el % de retención de humedad para obtener la cantidad de agua que contiene la probeta, el peso final el cual se tomó luego de realizar el secado de la muestra y finalmente, el tiempo de secado en minutos.

3.1.4. Resultados de resistencia a la abrasión- 12947-2

En esta parte del capítulo se especifica el proceso de los ensayos realizados, los datos obtenidos fueron en base a la normativa ISO 12947-2, los cuales se adquirieron dependiendo del número de ciclos de frote que alcanzó hasta finalizar el ensayo, los cuales se detallan en las siguientes tablas.

En la siguiente tabla se encuentran los datos obtenidos en el ensayo de resistencia a la abrasión de los calcetines de algodón, bambú y nylon, de tres densidades.

Tabla 9
Resultados de resistencia a la abrasión

Parámetros	Algodón			Bambú			Nylon		
Nº muestra	M37	M38	M39	M40	M41	M42	M43	M44	M45
Densidades	D1	D2	D3	D1	D2	D3	D1	D2	D3
Nº Ciclos	54000	55000	55000	30000	30000	34000	100000	100000	100000

Fuente: El Autor

En la **Tabla 9**, se detallan el total de ciclos necesario para inducir la rotura de las muestras. Para este ensayo se aplicó la presión de 12 Kpa (masa abrasiva) para las tres fibras, según las especificaciones de la normativa.

3.2. Evaluación de resultados

Una vez concluida la tabulación de los datos, con ayuda de una herramienta estadística, en este caso el programa estadístico PAST 4, para llevar a cabo la evaluación

de la normalidad. Esto permitirá determinar el nivel de confiabilidad de los resultados. Además, con el fin de proporcionar una mejor interpretación y comprensión, se analizarán los datos obtenidos de la absorción y expulsión de humedad, así como de la resistencia a la abrasión, según las normas AATCC197-2013, AATCC 199-2013 e ISO 12947-2.

3.2.1. Normalidad de datos

El test de normalidad o Gauss se aplicó con la finalidad de determinar si el conjunto de datos obtenidos en los ensayos de absorción de humedad, expulsión de humedad y resistencia a la abrasión de los calcetines de algodón, bambú y nylon, el cual se desarrolló en el Software Past 4 son confiables.

Figura 11

Análisis de normalidad de la absorción vertical

 Tests for normal distribution

	VAL-CO	VAL-BB	VAL-PA
N	9	9	9
Shapiro-Wilk W	0,9498	0,933	0,924
p(normal)	0,6874	0,5099	0,4261
Anderson-Darling A	0,3003	0,2742	0,4227
p(normal)	0,5091	0,5696	0,2475
p(Monte Carlo)	0,5415	0,6274	0,2599
Lilliefors L	0,1887	0,1667	0,201
p(normal)	0,4636	0,6629	0,3627
p(Monte Carlo)	0,4736	0,6668	0,3653
Jarque-Bera JB	0,2238	0,646	0,8037
p(normal)	0,8942	0,724	0,6691
p(Monte Carlo)	0,8983	0,5168	0,37

Fuente: El Autor

En la **Figura 11**, se muestra el resultado del test de normalidad de datos, realizados de acuerdo con los métodos de Shapiro- Wilk W, Anderson Darling A, Lilliefors L y Jarque- Bera JB, con el fin de verificar los análisis. Los valores **p** obtenidos que son mayores a 0,05, indican que los datos tienen un nivel de confiabilidad del 95%. Por lo tanto, se puede proceder con el análisis estadístico normal en la investigación. Se

puede visualizar que en esta investigación se inclinó por el test de Jarque- Bera JB, puesto que, los resultados son mayores a lo indicando, siendo valores confiables en donde (VAL-CO) obtuvo un p de 0, 8942, para (VAL-BB) alcanzó un p de 0,724 y el (VAL-PA) un p de 0,6691.

La siguiente tabla muestra la normalidad de los datos del ensayo de expulsión de humedad de los calcetines de algodón, bambú y nylon.

Figura 12

Análisis de la normalidad del tiempo de secado

 Tests for normal distribution

	TS-CO	TS-BB	TS-PA
N	3	3	3
Shapiro-Wilk W	1	1	1
p(normal)	1	1	1
Anderson-Darling A	0,1895	0,1895	0,1895
p(normal)	0,6307	0,6307	0,6307
p(Monte Carlo)	1	1	1
Lilliefors L	0,1747	0,1747	0,1747
p(normal)	1	1	1
p(Monte Carlo)	1	1	1
Jarque-Bera JB	0,2813	0,2813	0,2813
p(normal)	0,8688	0,8688	0,8688
p(Monte Carlo)	1	1	1

Fuente: El Autor

En la **Figura 12**, se muestra el resultado del test de normalidad de datos, realizados de acuerdo con los métodos de Shapiro- Wilk W, Anderson Darling A, Lilliefors L y Jarque- Bera JB, con el fin de verificar los análisis. Los valores **p** obtenidos que son mayores a 0,05, indican que los datos tienen un nivel de confiabilidad del 95%. Por lo tanto, se puede proceder con el análisis estadístico normal en la investigación. En el presente ensayo se inclinó en el test de Jarque- Bera JB, puesto que los resultados son mayores, el cual muestra que lo datos obtenidos son confiables, en donde (TS-CO) obtuvo un p de 0, 868, en (TS-BB) obtuvo un p de 0,868 y el (TS-PA) obtuvo un p de igual

manera 0,868.

La siguiente tabla muestra la normalidad de los datos del ensayo de resistencia a la abrasión de los calcetines de algodón, bambú y nylon

Figura 13

Normalidad de datos de la prueba de resistencia a la abrasión

 Tests for normal distribution

	RA-CO	RA-BB	RA-PA
N	3	3	
Shapiro-Wilk W	0,75	0,75	
p(normal)	0	0	
Anderson-Darling A	0,4878	0,4878	
p(normal)	0,05651	0,05651	
p(Monte Carlo)	0,0001	0,0001	
Lilliefors L	0,3848	0,3848	
p(normal)	0,08879	0,08879	
p(Monte Carlo)	0,0001	0,0001	
Jarque-Bera JB	0,5312	0,5313	
p(normal)	0,7667	0,7667	
p(Monte Carlo)	0,0001	0,0001	

Fuente: El Autor

En la **Figura 13**, se realizó el test de normalidad de valores obtenidos de los ensayos posterior a su tabulación, de acuerdo a los métodos de Anderson Darling A, Lilliefors L y Jarque- Bera JB para verificar los análisis, en donde se señala que los valores **p** que no son mayores a 0,05 indican falta de confiabilidad, es decir, que no tienen correlación entre ellos. En este estudio se inclinó en el test de Jarque- Bera JB, mencionando que los resultados fueron favorables, lo cual indica que los datos son confiables en las pruebas realizadas, ya que (RA-CO) y (RA-BB) obtuvieron un p de 0,7667.

3.2.2. Análisis comparativo de la absorción de humedad entre los calcetines de algodón, bambú y nylon.

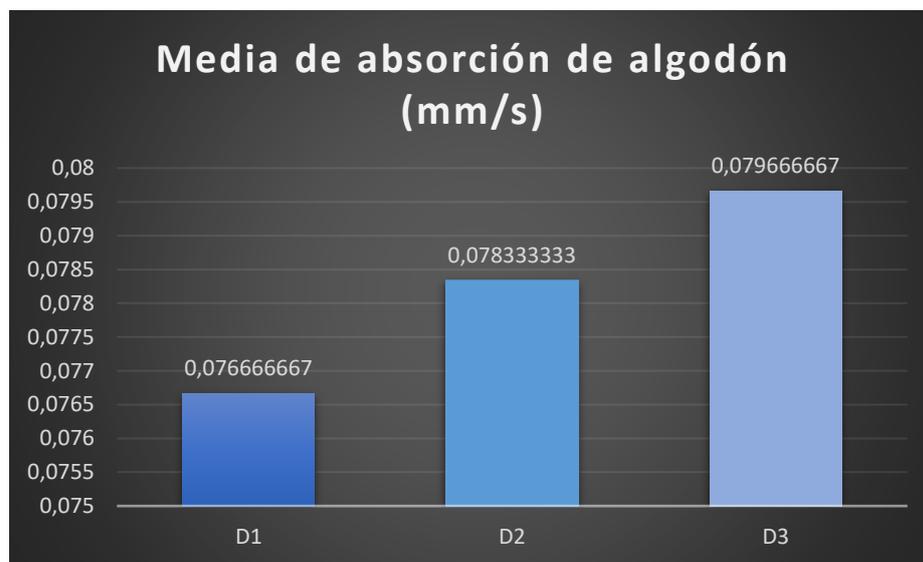
Luego de la presentación y respectiva tabulación de los datos obtenidos de la

absorción de humedad, se analizan e interpretan los resultados conseguidos. Cabe recalcar que ayudarán a interpretar qué calcetín posee mejores propiedades de absorción entre las tres fibras.

En la siguiente figura, se realiza el análisis comparativo de la absorción de humedad de los calcetines de algodón de las densidades 1, 2 y 3.

Figura 14

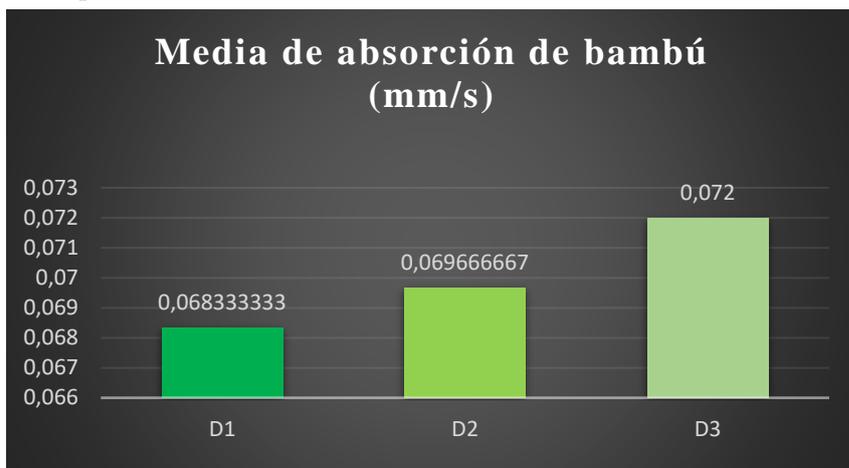
Comparación de absorción de humedad del algodón



Fuente: El Autor

En la **Figura 14**, permite interpretar a través de los promedios obtenidos de los valores de tiempo y longitud de absorción, resalta que las **D2** tienen mejor absorción de humedad en un **2,17 %** en comparación con la **D1**, la **D3** sobrepasa con un **1,70%** en comparación con la **D3**. Por lo tanto, se puede afirmar que los calcetines de algodón de la densidad tres (D3) poseen mejores características de absorbencia.

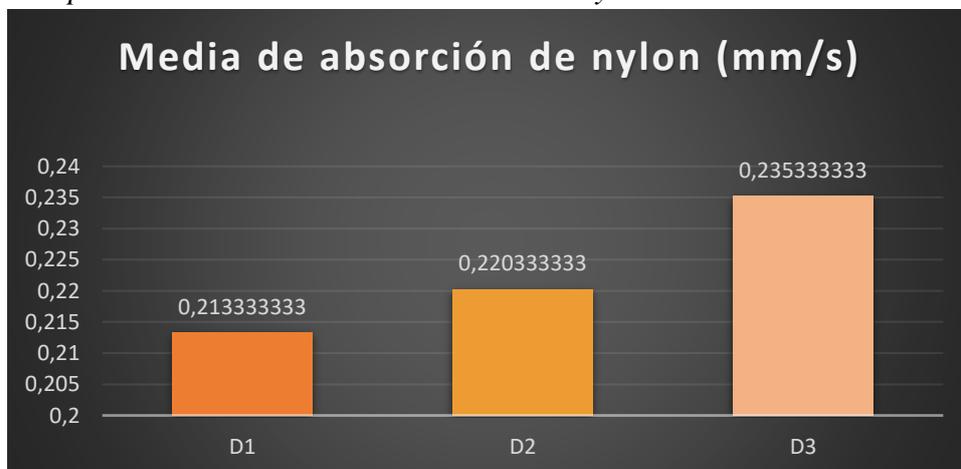
En la figura a continuación indica el análisis comparativo de la absorción de humedad de los calcetines de bambú.

Figura 15*Comparación de absorción de humedad del Bambú*

Fuente: El Autor

En la **Figura 15**, permite interpretar a través de los promedios obtenidos de los valores de tiempo y longitud de absorción, se observa que **D2** supera un **1,95 %** con respecto a **D1**, mientras que **D3** excede un **3,34 %** con respecto a **D2**. Concluyendo que la densidad 3 (D3) tiene una mejor absorbencia con respecto a la densidad 1 y 2 (D1, D2).

En términos generales en la siguiente tabla, se realiza el análisis comparativo de la absorción de humedad de los calcetines de nylon, de las tres densidades correspondientes.

Figura 16*Comparación de absorción de humedad del nylon*

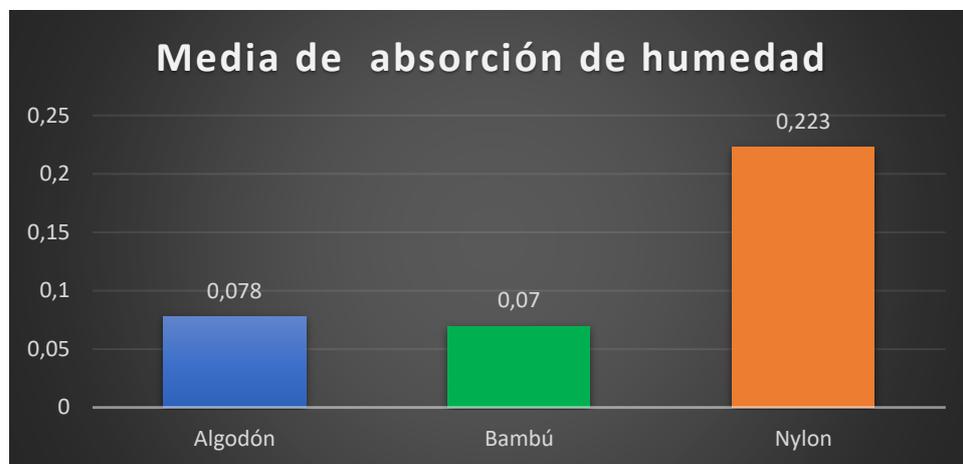
Fuente: El Autor

En la **Figura 16**, permite interpretar que, a través de la media de los valores de tiempo y longitud, indica que **D2** supera un **3,28 %** con respecto a **D1**, mientras que en **D3** excede un **6,81 %** a **D2**. Se afirma que, la densidad tres (D3) tiene una mejor absorción de humedad frente a las densidades 1 y 2 (D1, D2).

En la figura siguiente, muestra el análisis comparativo de la absorción de humedad de la medida entre las tres densidades de los calcetines de algodón, bambú y nylon.

Figura 17

Comparación de la media de absorción de los calcetines de algodón, bambú y nylon



Fuente: El Autor

En la **Figura 17**, permite interpretar a través de los promedios obtenidos de los valores de tiempo y longitud de los calcetines, se puede evidenciar en cuanto a la absorción de humedad de las distintas muestras, el algodón supera un **10,75%** de velocidad de absorción con respecto a los calcetines de bambú; así mismo, las muestras de los calcetines de nylon sobrepasan a las muestras de algodón con un **185,89%**. Esto indica que los ensayos de los calcetines de nylon tienen mejores propiedades de absorción de humedad con respecto a los calcetines de algodón y bambú.

La media y el coeficiente de variación, calculados para los datos de absorción de humedad de los calcetines de algodón, bambú y nylon, se representan en la siguiente tabla:

Tabla 10

Desviación estándar y coeficiente de variación de la absorción de los calcetines

	DENSIDAD	VAL CO	VAL BB	VAL PA
	D1	0,077	0,068	0,213
	D2	0,078	0,070	0,220
	D3	0,080	0,072	0,235
MEDIA		0,078	0,070	0,223
DESVIACIÓN ESTANDAR		0,002	0,002	0,011
COEFICIENTE				
VARIACION		1,961	2,716	5,269

Fuente: El Autor

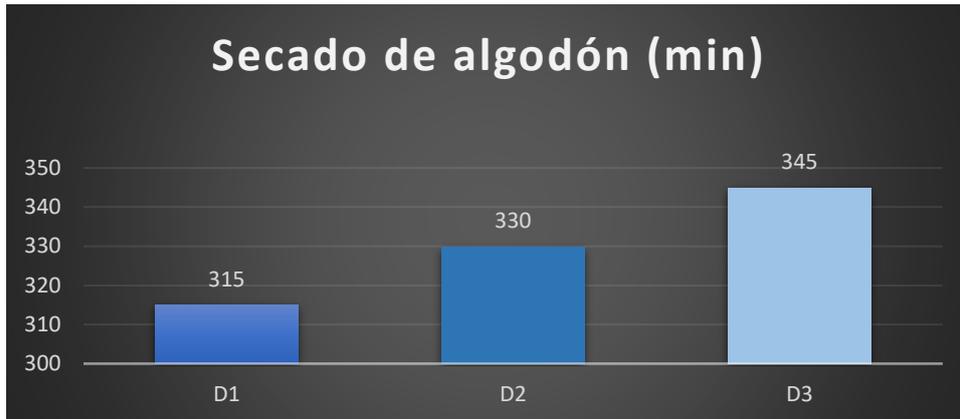
De acuerdo con el coeficiente de variación con respecto a la media de los valores indicados en la **Tabla 10**, se determina que existe un menor (cv) en las fibras de algodón, mientras que el nylon tiene un mayor coeficiente de variación, para lo cual se concluye que las densidades si influyen en mayor grado en la absorción de humedad de los calcetines de nylon en comparación del algodón y el bambú.

3.2.3. Análisis comparativo del tiempo de secado entre los calcetines de algodón, bambú y nylon.

Una vez realizado respectiva tabulación de los datos obtenidos, se procede a analizar e interpretar los resultados conseguidos. En los siguientes gráficos, se muestran los datos del tiempo en minutos del secado de las probetas de algodón, bambú y nylon, el eje X se describe el tiempo en minutos y en el eje Y las densidades correspondiente a de cada fibra. Así también, en el análisis comparativo de tiempo de secado, la probeta que se seque en el menor tiempo es considerado como la más eficiente o deseable.

Figura 18

Comparación del tiempo de secado del algodón



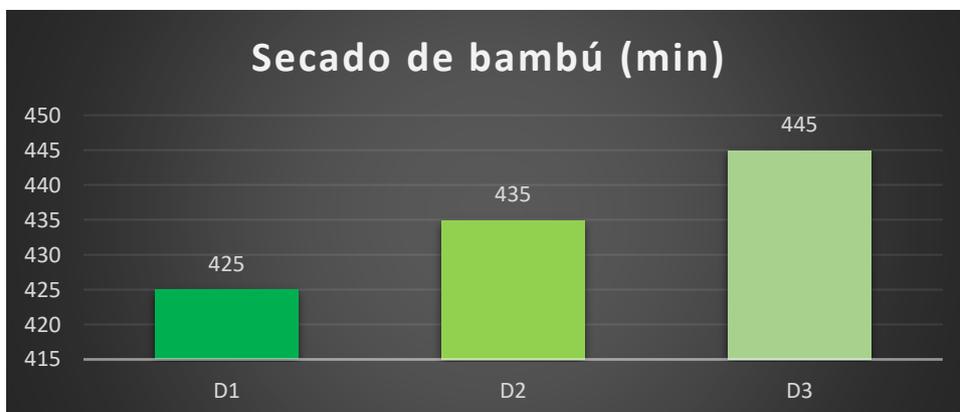
Fuente: El Autor

En la **Figura 18**, se demuestra la variación a través de los datos obtenidos del tiempo de secado de los calcetines de algodón. En el tiempo de secado de **D1** es mejor en un 4,73 % de secado con respecto **D2**, de igual manera D1 supera un 9,52 % en comparación con **D3**. Se demuestra que D1, se seca mucho más rápido con respecto a las probetas D2 y D3

En la figura siguiente se muestra el análisis comparativo de la explosión de humedad de los calcetines de bambú.

Figura 19

Comparación de secado de humedad del bambú



Fuente: El Autor

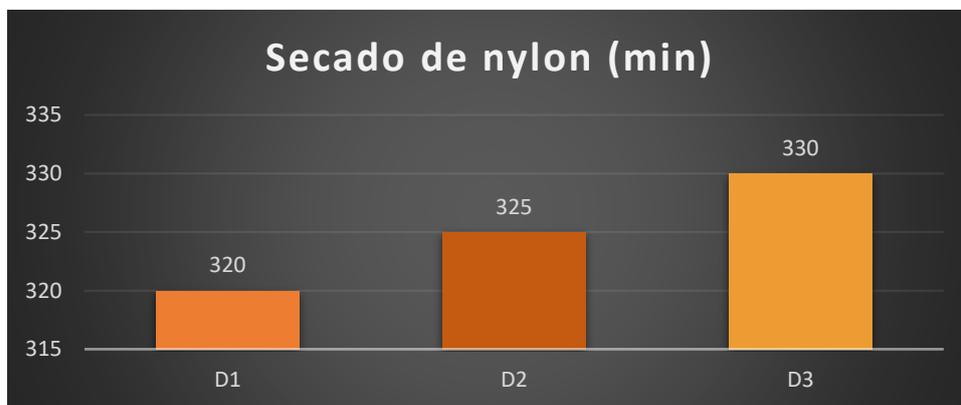
En la

Figura 19, se indica la variación de los datos obtenidos del tiempo de secado de los calcetines de bambú de las tres densidades. Se destaca que **D1** es mejor en un 2,35 % con respecto a **D2**, de igual manera en un 4,71 % en comparación con **D3**. Mostrando así, que D1 se seca mucho más rápido con respecto a las probetas D2 y D3

En la siguiente figura se muestra el análisis comparativo del tiempo de secado de los calcetines de nylon.

Figura 20

Comparación del secado de humedad del nylon



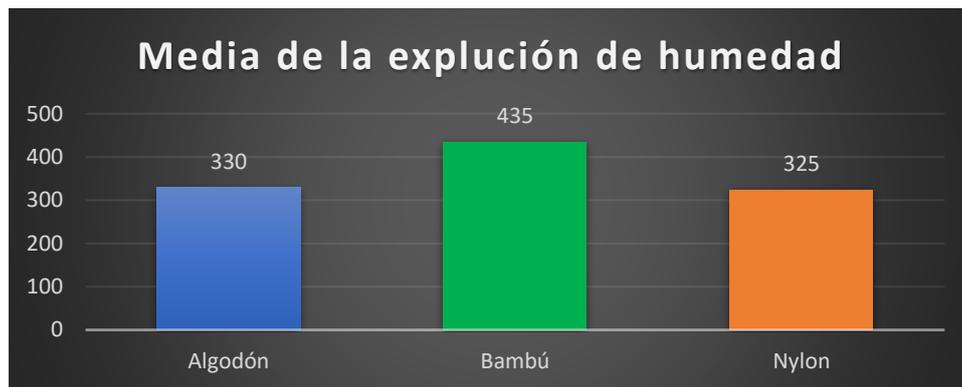
Fuente: El Autor

En la **Figura 20**, se demuestra la variación a través de los datos obtenidos del tiempo de secado de los calcetines de nylon de las densidades 1, 2 y 3 en el ensayo de expulsión de humedad. Se destaca que la **D1** es mejor en un 1,56 % de secado con respecto **D2**, de igual manera posee un 3,13 % el **D1** a comparación con **D3**.

En la figura siguiente, presenta el análisis comparativo de la expulsión de humedad de las tres densidades de los calcetines de algodón, bambú y nylon.

Figura 21

Análisis comparativo de la media del secado de los calcetines



Fuente: El Autor

En la **Figura 21**, permite interpretar a través de los valores del tiempo de secado de los calcetines de algodón, bambú y nylon en el ensayo de absorción de humedad para las tres densidades. Como se puede apreciar claramente la barra de **color azul** representa los datos de los calcetines de algodón, la barra de **color verde** indica los valores de los calcetines de bambú y la barra de **color naranja** detalla los datos de los calcetines de nylon.

El análisis comparativo revela que la expulsión de humedad de **algodón** supera un **31,82 %** con respecto a **bambú**, mientras que en comparación entre la absorción de humedad de **nylon** excede un **1,52 %** con respecto a **algodón**, permite establecer que los calcetines de **nylon** son rápidos en secarse con respecto a los calcetines de algodón y bambú.

La media y el coeficiente de variación, los cuales fueron calculados con los datos con el tiempo de secado de los calcetines de algodón bambú y nylon, se representan en la siguiente tabla:

Tabla 11*Desviación estándar y coeficiente de variación del secado de los calcetines*

	DENSIDAD	TS-CO	RTS-BB	TS-PA
	D1	315	425	320
	D2	330	435	325
	D3	345	445	330
MEDIA		330,000	435,000	325,000
DESVIACION ESTANDAR		15,000	10,000	5,000
COEFICIENTE				
VARIACION		4,545	2,299	1,538

Fuente: El Autor.

En la **Tabla 11**, con respecto a la media de los valores, se obtiene el coeficiente de variación, en el cual se observa que, entre las fibras de nylon y el algodón, este último tiene un mayor (CV), llegando a la deducción que las densidades si influyen en el tiempo de secado de los calcetines de algodón.

3.2.4. Índice de absorción de humedad de los calcetines de algodón, bambú y nylon

El índice de absorción de los calcetines de algodón bambú y nylon, es la medida expresada en porcentaje entre la distancia absorbida y el tiempo.

A continuación, detallamos los siguientes datos:

Tabla 12*Índice de absorción de humedad de algodón, bambú y nylon*

Densidades	Algodón %	Bambú %	Nylon %
D1	7,777	6,981	21,8
D2	7,833	6,907	22,73
D3	7,833	7,21	22,37

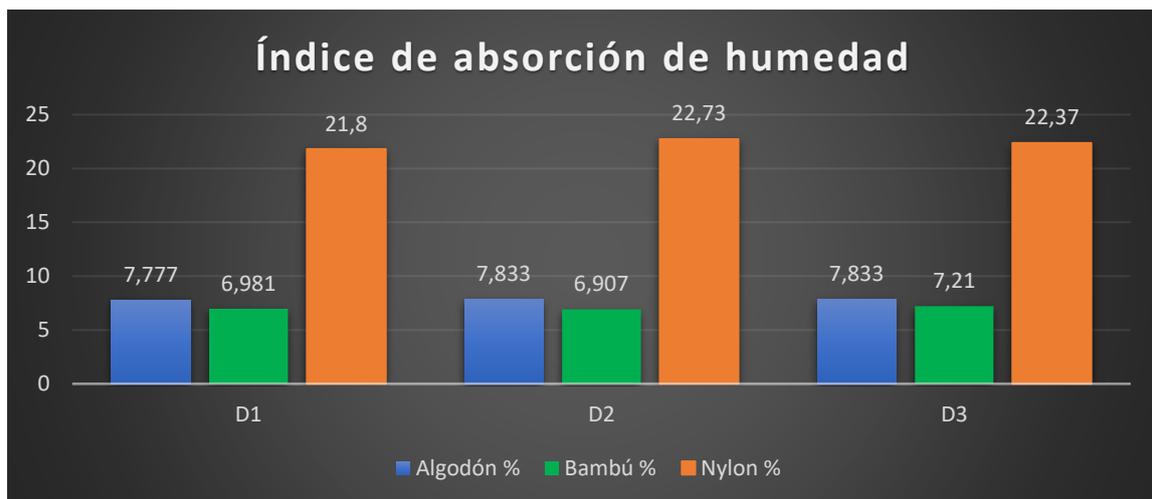
Fuente: El Autor

En la **Tabla 12**, detalla el índice de absorción de los calcetines de algodón, bambú y nylon de las tres densidades, en la columna 1 enseña las densidades de las muestras, la columna 2 muestra los índices de los calcetines de algodón, la columna 3 muestra los índices de los calcetines de bambú, la columna 4 detalla los índices de los calcetines de nylon.

En la siguiente figura se aprecia de una mejor manera la diferencia entre los índices de absorción de humedad de los calcetines de algodón, bambú y nylon de las tres densidades.

Figura 22

Índice de absorción de humedad de los calcetines de algodón, bambú y nylon



Fuente: El Autor

En la **Figura 22**, se demuestra de acuerdo con los valores obtenidos en los índices de absorción de humedad de los calcetines de algodón, bambú y nylon:

- En la densidad uno (**D1**), el algodón supera un 10,15% de absorción con respecto a los calcetines de bambú, por otro lado, el nylon excede un 180,56% en comparación con el bambú.

- En la densidad dos (**D2**), el algodón sobrepasa un 11,821% de absorción frente a los calcetines de bambú, en cambio, nylon domina un 190,18% en relación con el bambú.
- Finalmente, en la densidad tres (**D3**), el algodón supera 7,95% de absorción a diferencia de los calcetines de bambú, en cambio el nylon supera 185,58% en comparación con el bambú.

Basándose en los puntos mencionados, se puede determinar que el nylon tiene un mejor índice de absorción con respecto al algodón y el bambú en las tres densidades.

3.2.5. Índice de expulsión de humedad de los calcetines de algodón bambú y nylon

El índice de expulsión de humedad de los calcetines de algodón, bambú y nylon es el cálculo agua retenida expresada en porcentaje %.

A continuación, detallamos los siguientes datos en la siguiente tabla:

Tabla 13

Índice de expulsión de humedad de algodón, bambú y nylon

Densidades	Algodón %	Bambú %	Nylon %
D1	3,644	4,134	3,449
D2	3,726	4,215	3,615
D3	3,670	4,418	3,539

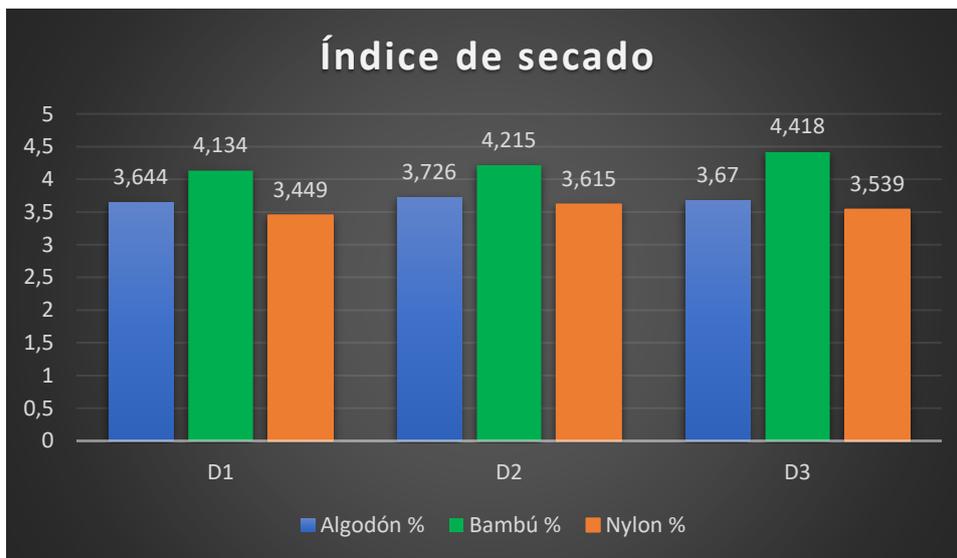
Fuente: El Autor

En la **Tabla 13**, detalla el índice de expulsión de humedad de los calcetines de algodón, bambú y nylon de las tres densidades. En la columna 1 indica las densidades de las muestras, la columna 2 muestra los índices de los calcetines de algodón, la columna 3 muestra los índices de los calcetines de bambú, la columna 4 detalla los índices de los calcetines de nylon.

En la figura a continuación se aprecia de una mejor manera la diferencia entre los índices del tiempo de secado a través de la cantidad de agua que contenían las muestras de los calcetines de algodón, bambú y nylon de las tres densidades.

Figura 23

Índice de secado de los calcetines de algodón, bambú y nylon



Fuente: El Autor

En la **Figura 23**, de acuerdo con los valores obtenidos en los índices de secado en los calcetines de algodón, bambú y nylon, se determina que:

- La densidad uno (**D1**), el bambú posee con 11,85% de humedad respecto a los calcetines de algodón. Mientras que, el bambú logra obtener un 16,56% comparación con el nylon.
- En la densidad dos (**D2**), el bambú dispone un 11,60% de humedad en relación a los calcetines de algodón. También, el bambú pose un 14,23% en comparación con el nylon.
- Finalmente, la densidad tres (**D3**), el bambú cuenta con un 16,93% de humedad si se compara con los calcetines de bambú. Así también, nylon contiene un 19,89% frente al bambú.

Por lo tanto, se puede visualizar y determinar que, el bambú tiene una mayor cantidad de humedad y es por esta razón que su secado es lento frente a los calcetines de algodón y nylon.

3.2.6. Relación entre el índice de absorción y expulsión de humedad de los calcetines de algodón, bambú y nylon.

Para obtener los valores de la relación del índice de absorción y expulsión de humedad, fue a partir de la medida expresada en porcentaje de los calcetines de algodón, bambú y nylon. A continuación, detallamos los siguientes datos:

Tabla 14
Relación del índice de absorción y expulsión de humedad

Densidad	Algodón		Bambú		Nylon	
	Absorción	Expulsión	Absorción	Expulsión	Absorción	Expulsión
D1	7,67	3,644	6,83	4,134	21,33	3,449
D2	7,833	3,726	6,97	4,215	22,03	3,615
D3	7,97	3,670	7,2	4,418	23,53	3,539

Fuente: El Autor

En la tabla anterior se puede apreciar la relación entre la absorción y expulsión de humedad de los calcetines de algodón, bambú y nylon. Mediante esta relación se obtuvo los porcentajes a través de los ensayos absorción vertical de humedad y el ensayo tiempo de secado, para determinar su punto de transpirabilidad. Como se puede apreciar claramente en la columna 1 indica las densidades de los calcetines, la columna 2 señala los índices absorción de los calcetines de algodón, la columna 3 muestra los índices de expulsión de los calcetines de algodón. Mientras, la columna 4 expone los índices absorción y la columna 5 señalan los índices de expulsión de los calcetines de bambú. Finalmente, la columna 6 y 7 muestra los índices de absorción y expulsión de los calcetines de nylon.

Una vez analizada la tabla anterior se determina que los calcetines de nylon tienen mayor de absorción frente a los calcetines de algodón y bambú, por otro lado, el bambú posee mayor humedad lo que hace que el secado sea mucho más lento frente a los calcetines de algodón y nylon.

- **Escala de suma contante de los índices de absorción y expulsión de humedad para determinar la transpirabilidad del algodón, bambú y nylon.**

La escala de suma de los índices absorción y expulsión de los calcetines de algodón bambú y nylon, es la es la media entre las tres densidades, a continuación, se detalla en la siguiente tabla:

Tabla 15

Media de los índices de absorción y expulsión de humedad de los calcetines

	Algodón		Bambú		Nylon	
	Absorción	Expulsión	Absorción	Expulsión	Absorción	Expulsión
Media	7,83	3,68	7,006	4,2557	22,29	3,534

Fuente: el Autor

Mediante la escala de suma de contantes se determina cuál de los calcetines de algodón, bambú o nylon tiene mejor transpirabilidad. Divide en dos opciones en donde daremos un valor de 50 para cada una dependiendo el % de absorción y expulsión.

Teniendo como referencia las medidas de los % de absorción y expulsión de humedad, procedemos a sacar las siguientes reglas de tres para poder obtener un valor igual o menor a 50 en cada ítem establecido para determinar la transpirabilidad.

Absorción de humedad

Algodón	Bambú	Nylon
8,33 → 100%	8,33 → 100%	8,33 → 100%
7,83 → x= 93,99 %	7.00 → x= 84,03%	22,29 → x= 267,58%

Expulsión de humedad

Algodón	Bambú	Nylon
325 → 100%	325 → 100%	325 → 100%
330 → x = 98,48%	435 → x = 74,71 %	325 → x = 42,37 %

Una vez calculada el total de absorción y expulsión de humedad tanto de algodón, bambú y nylon procedemos a calcular el valor de los puntos que corresponde.

Absorción de humedad

Algodón	bambú	Nylon
100% → 50puntos	100% → 50 puntos	100% → 50 puntos
93,99% → x = 46,99	84,03% → x = 42,02	267,58% → x = 133,79

Expulsión de humedad

Algodón	bambú	Nylon
100% → 50puntos	100% → 50 puntos	100% → 50 puntos
98,48 % → x = 49,24	74,71% → x = 37,36	100% → x = 50

Luego de calcular la valoración tanto para absorción como de expulsión de humedad procedemos a realizar la siguiente suma en la siguiente tabla:

Tabla 16

Escala de transpirabilidad del algodón, bambú y nylon

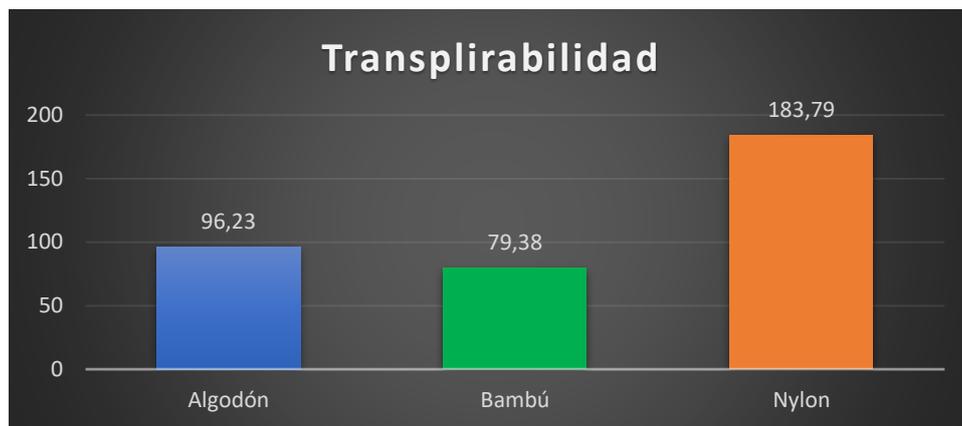
Respuesta promedio de las pruebas de absorción y explosión de humedad en Algodón, bambú y nylon			
	Algodón	Bambú	Nylon
% Absorción de humedad	46,99	42,02	133,79
% Expulsión de humedad	49,24	37,36	50
Suma de atributos	96,23	79,38	183,79

Fuente: El Autor

Se interpretó en base a la **Tabla 16**, la suma total del % de absorción de humedad y el secado, concluyendo que el nylon alcanzó 183,79% siendo un valor destacable en la transpirabilidad en comparación al algodón que obtuvo 96,23%, mientras que el bambú 79,38%.

Figura 24

Análisis comparativo de la transpirabilidad de los calcetines



Fuente: El Autor

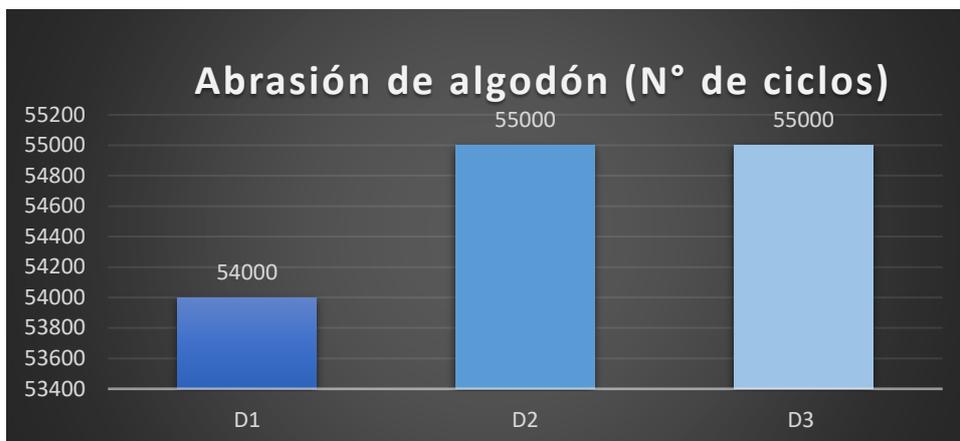
En la **Figura 24**, se puede visualizar que el nylon obtuvo 183,79 % de transpirabilidad, el algodón 96,23 % y finalmente el bambú 79,38 %; mediante el análisis se da a conocer que los calcetines de nylon poseen mejores características de transpirabilidad frente a los calcetines de algodón y bambú.

3.2.7. Análisis comparativo de la resistencia a la abrasión entre los calcetines de algodón, bambú y nylon.

En la figura a continuación el análisis comparativo de la absorción de humedad de los calcetines de algodón.

Figura 25

Comparación de la resistencia a la abrasión del algodón



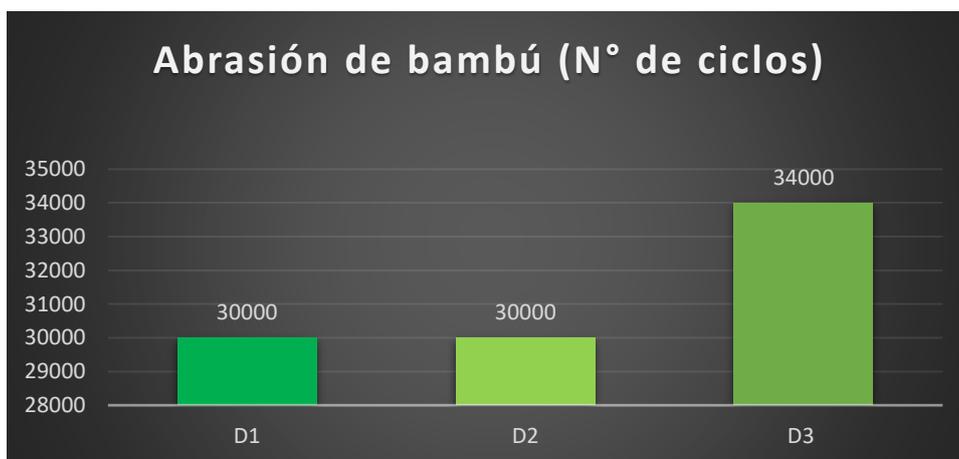
Fuente: El Autor

En la **Figura 1** **Figura 25**, permite interpretar a través de los valores de número de ciclos realizados de las tres densidades, en el ensayo de resistencia a la abrasión, se observa que existe una variación, pero se resalta que las **D2 y D3** tienen mejor resistencia a la abrasión en un **1,85 %** en comparación de la **D1**.

En la figura a continuación el análisis comparativo de la absorción de humedad de los calcetines del bambú.

Figura 26

Comparación de la resistencia a la abrasión del bambú



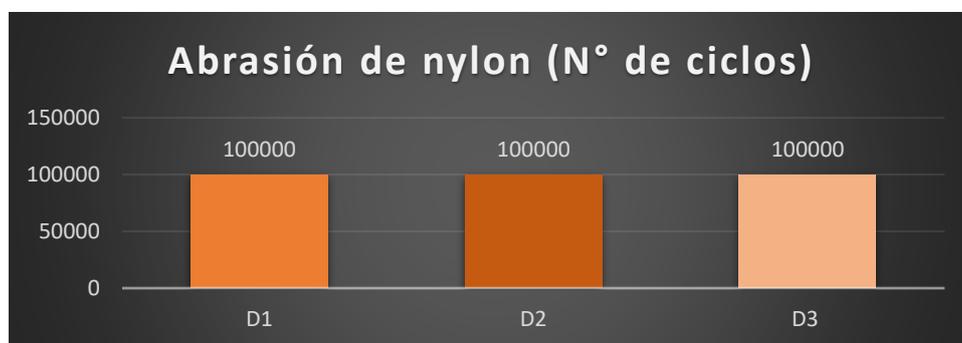
Fuente: El Autor

La figura anterior, ayuda visualizar a través de los valores de número de ciclos realizados de las tres densidades, en el ensayo de resistencia a la abrasión del bambú, se observa que existe una variación, pero se resalta que las **D3** tienen mejor resistencia a la abrasión en un **13,33 %** en comparación de la **D1 y D2**.

En la figura a continuación el análisis comparativo de la absorción de humedad de los calcetines del nylon.

Figura 27

Comparación de la resistencia a la abrasión del nylon

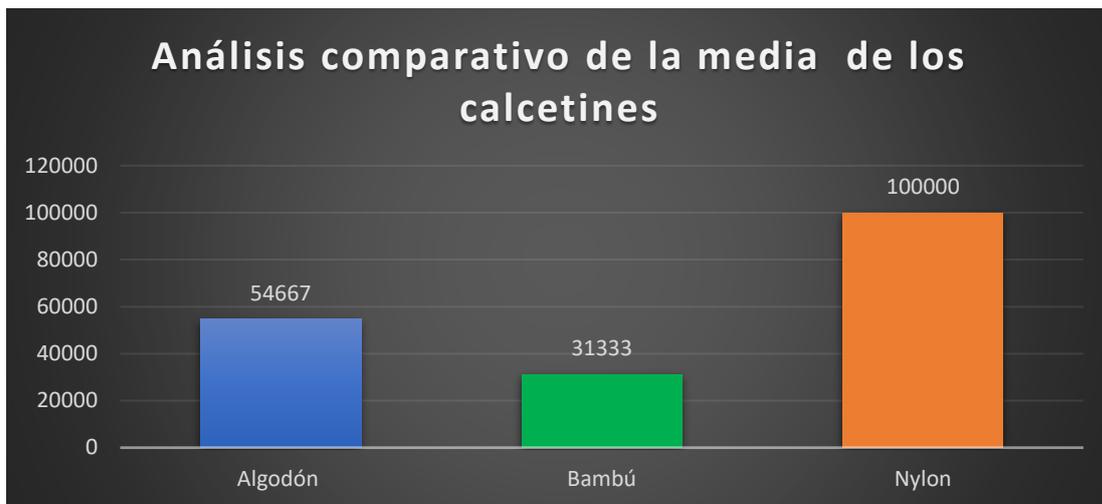


Fuente: El Autor

La figura anterior, ayuda visualizar a través de los valores de número de ciclos realizados, de las densidades 1, 2 y 3 en el ensayo de resistencia a la abrasión del nylon. Se observa que no existe una variación, las probetas mencionadas superan los 100000 ciclos, estos datos se consiguieron el tiempo total hasta la finalización del ensayo en las tres densidades demostrando una excelente resistencia por no generar una rotura de malla.

Figura 28

Análisis comparativo de la media de la resistencia a la abrasión de los calcetines



Fuente: El Autor

La figura anterior, muestra a través del gráfico de barras se puede evidenciar la comparación en cuanto a la resistencia a la abrasión de los distintos tipos de calcetines. Como se manifiesta la barra de **color azul** muestra los datos de algodón, barra **de color verde** indica los valores de los calcetines de bambú y barra de **color naranja** muestra el número de ciclos que alcanzo los calcetines de nylon.

Por otro parte, entre la comparación de los calcetines, el algodón supera un 42,68 % con respecto a los calcetines de bambú, mientras que el nylon excede a las muestras de algodón con un 82,92 %, por lo que se puede concluir que los ensayos de los calcetines de nylon poseen mejores propiedades de resistencia a la abrasión con respecto a los calcetines de algodón y bambú.

Se calculó la media y el coeficiente de variación de los datos de resistencia a la abrasión de calcetines de algodón bambú y nylon, se representa en la siguiente tabla:

Tabla 17

Desviación estándar y coeficiente de variación de la resistencia a la abrasión de los calcetines

	DENSIDAD	RA- CO	RA- BB	RA- PA
	D1	54000	30000	100000
	D2	55000	30000	100000
	D3	55000	34000	100000
MEDIA		54667	31333	100000
DESVIACION ESTANDAR		577,350	2309,401	0,000
COEFICIENTE VARIACION		1,056	7,370	0,000

Fuente: El Autor

De acuerdo con la con el coeficiente de variación con respecto a la media de los valores indicados en la **Tabla 17**, se determina que existe un menor coeficiente de variación en las fibras de nylon al lograr un 0%, mientras que el bambú tiene un mayor valor, demostrando dispersión entre sus muestras para lo cual se concluye que las densidades si influyen en la resistencia a la abrasión de los calcetines de bambú.

CAPÍTULO IV

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

4.1. Conclusiones

Conforme con las características, valoraciones y los análisis de los datos que se obtuvieron en los ensayos de transpirabilidad y resistencia a la abrasión de los calcetines de algodón, bambú y nylon, de tres diferentes densidades, realizados en la presente investigación se puede concluir:

- El análisis de fuentes bibliográficas se lo realizó con la finalidad de recopilar información importante referente a la transpirabilidad y resistencia a la abrasión en calcetines y tejidos de algodón, bambú y nylon, considerando como un factor crucial para la comodidad en prendas de vestir, siendo el bambú y el algodón considerado materiales altamente transpirables. Además, el nylon tiene una resistencia excepcional a la abrasión, lo que lo convierte en una opción donde la resistencia al desgaste es esencial. La información prevalece la importancia de este estudio, apoyando a la selección de tejidos.
- Se determinó el procedimiento para la absorción de humedad de los calcetines bajo la norma AATCC197-2013, concluyendo que las fibras de nylon destacaron al obtener 0,223 mm/s, mientras que el algodón registró 0,078 mm/s y el bambú 0,07 mm/s. Esto indica que el nylon absorbió en menor tiempo en comparación con las fibras mencionadas con anterioridad.
- Se aplicó la normativa AATCC 199 para el proceso de secado con el fin de obtener la media de la variable tiempo, considerando que, a menor tiempo de secado y mayor acercamiento a su pesaje inicial, mejor resultado. Determinando que los valores obtenidos fueron 325 minutos para la fibra de nylon, 330 minutos para la

fibra de algodón y finalmente de la fibra de bambú 435 minutos. Por lo tanto, el tiempo de secado del nylon fue menor con respecto a las fibras señaladas siendo una característica importante para la transpirabilidad.

- Luego de establecer los ensayos de absorción de humedad y secado, se determinó que las propiedades de transpirabilidad se obtuvieron en relación entre el porcentaje del índice de absorción y el tiempo de secado de los calcetines, pero es fundamental detallar que se dividió en dos opciones donde se dio un valor de 50/50 para cada ensayo, y así se comprobó que el algodón posee 96,23%, el bambú 79,38, por último, los calcetines de nylon 183,79% de transpirabilidad. Esto atribuye que los calcetines de nylon presentan mejores propiedades de absorción y expulsión de humedad con respecto a los calcetines de algodón y bambú.
- En la resistencia a la abrasión de las probetas se demostró que los calcetines de algodón alcanzaron a los 54667 ciclos hasta su primera rotura de malla, mientras que los calcetines de bambú 31333 ciclos, pero cabe destacar que, los calcetines de nylon sobrepaso el valor de 100000 ciclos en el ensayo. Esto demuestra que los calcetines de nylon poseen mejores propiedades abrasivas, porque es un filamento sintético que tienden a tener mayor resistencia frente a las fibras naturales, debido a que, tiene una superficie flexible que resiste la tensión permitiendo que el tejido no se rompa con facilidad si se encuentra en fricción o al desgaste.
- Con los datos obtenidos se comprobó que el coeficiente de variación es influenciado por la densidad del tejido, evidenciando que los tejidos de nylon alcanzaron un 5,269%, lo cual significa que tienen mayor dispersión entre sus muestras versus a las de algodón 1,96% y bambú 2,726%.
- Se determinó que a través del cálculo de coeficiente de variación se pudo

constatar que la densidad de los tejidos es un factor determinante para el tiempo de expulsión de humedad ya que a mayor densidad mayor tiempo de secado, por ello, el algodón obtuvo 4,545%, en comparación al bambú de 2,299% y del nylon 1,538%.

- Con respecto al coeficiente de variación de la resistencia a la abrasión realizada bajo la norma ISO 12947-2, se adquirió los valores del algodón es de 1,056%, para el bambú 7,37% y para el nylon 0%, llegando a la conclusión que los calcetines de bambú obtuvieron mayor distorsión entre sus muestras versus a los calcetines de nylon que destacan por no existir variabilidad entre sus tejidos, aunque obtengan diferentes densidades, por ende, todos son iguales y consistentes.
- Finalmente se concluye que los calcetines de nylon presentaron un mejor desempeño ante los ensayos de transpirabilidad y resistencia a la abrasión, seguido por los calcetines de algodón y finalmente el bambú.

4.2. Recomendaciones

- Para el análisis de transpirabilidad recomienda añadir un colorante en el agua destilada cuando las muestras sean de color claro y para las muestras de colores oscuros marcar las muestras con tiza, de esta manera poder visualizar con facilidad la longitud de absorción; así también, utilizar la lupa textil para la toma de lectura en cada tiempo definido de números de ciclos.
- Finalmente, se recomienda utilizar la materia prima para la elaboración de los calcetines de la misma casa comercial; es decir, que los hilos de fibras cortas en este caso el algodón y bambú sean realizadas en las mismas máquinas, para de esta manera tengan las mismas condiciones y no alteren los resultados.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- Albuja, E., & Álvarez, J. (2011). *Universidad técnica del norte facultad de ciencias administrativas y económicas carrera de contabilidad y auditoría*. 1–198.
[http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/1514/1/02 ICA 184 TESIS.pdf](http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/1514/1/02_ICA_184_TESIS.pdf)
- Arafa Badr, A. (2018). Anti-microbial and durability characteristics of socks made of cotton and regenerated cellulosic fibers. *Alexandria Engineering Journal*, 57(4), 3367–3373. <https://doi.org/10.1016/J.AEJ.2017.11.015>
- Assem El-Dessouki, H. (n.d.). A Study on Abrasion Characteristics and Pilling Performance of Socks. In *International Design journal* (Vol. 4, Issue 2).
- Carlosama, A. (2023). *EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA LLAMA DE UN ACABADO CON BÓRAX EN CALCETINES 100% ALGODÓN PARA TRABAJO, POR EL MÉTODO DE PULVERIZADO*.
[https://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/13547/2/04 IT 321 TRABAJO DE GRADO.pdf](https://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/13547/2/04_IT_321_TRABAJO_DE_GRADO.pdf)
- CUICYT. (2022). *Universidad Técnica del Norte*.
<https://www.utn.edu.ec/direccion/#1638195159181-36625c2c-87c5>
- Das, S. (2010). Fibres and fabrics used in home textiles. In *Performance of Home Textiles* (pp. 22–41). Elsevier. <https://doi.org/10.1533/9780857094032.22>
- ETSSI. (2015). Manual control de calidad en productos textiles y afines. *Manual Control De Calidad En Productos Textiles Y Afines*, 301.
<http://oa.upm.es/38763/1/Binder1.pdf>
- Gao, X., Zhu, D., Fan, S., Rahman, M. Z., Guo, S., & Chen, F. (2022). Structural and mechanical properties of bamboo fiber bundle and fiber/bundle reinforced

composites: a review. *Journal of Materials Research and Technology*, 19, 1162–1190. <https://doi.org/10.1016/J.JMRT.2022.05.077>

Goodrick, D. (2018). *Estudios de caso comparativos*.

Google Maps. (2024). *Ubicación de la Planta Académica Textil de la Universidad Técnica del Norte*.

<https://www.google.com/maps/place/Estadio+Universidad+Técnica+del+Norte/@0.3752223,-78.1271837,15z/data=!4m6!3m5!1s0x8e2a3b4f62261b13:0xea67a4160fd90f41!8m2!3d0.3791785!4d-78.1221017!16s%2Fg%2F11dypwzd7?entry=ttu>

Granados, D. (2019). *UNIVERSIDAD SAN IGNACIO DE LOYOLA Trabajo de Investigación para optar el Grado Académico de DAVID DENIS GRANADOS DOMINGUEZ – FELIX FRANCO VARGAS CASTAÑEDA – ARIANNA ALEJANDRA AREVALO ROJAS – GERBERTH MUÑIZ ESPINOZA – Ingeniería Industrial SANDY LIZBETH DI*.

<https://repositorio.usil.edu.pe/server/api/core/bitstreams/3f202025-d056-4d27-9aa3-e3b1e658a6a2/content>

Hosseini Ravandi, S. A., & Valizadeh, M. (2011). Properties of fibers and fabrics that contribute to human comfort. *Improving Comfort in Clothing*, 61–78.

<https://doi.org/10.1533/9780857090645.1.61>

Ley del Sistema Ecuatoriano de la Calidad. (2014). *Ley del sistema ecuatoriano de la calidad*. 1–22.

López, D. L., López, P. P., & Ponce, Á. M. (2013). An approach to the management of hyperhidrosis in the foot. *Revista Internacional de Ciencias Podológicas*, 7(2), 89–97.

- Lucero, M. (2023). *Evaluación de cambio dimensional en el lavado de calcetines deportivos confeccionados con hilo de algodón, acrílico y bambú*.
[http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/15132/2/04 IT 360 Tesis.pdf](http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/15132/2/04%20IT%20360%20Tesis.pdf)
- Montenegro, S. (2023). *Análisis comparativo de resistencia al estallido del tejido rizo de calcetines con hilos de fondo de algodón, acrílico y bambú*.
[http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/14967/2/04 IT 354 TRABAJO GRADO.pdf](http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/14967/2/04%20IT%20354%20TRABAJO%20GRADO.pdf)
- Naik, A. (1984). *Tejidos de muy alta densidad por contracción posterior al tisaje*. 1.
- Nike. (2021). *Cómo elegir calcetines para los pies con tendencia a sudar*.
- Olguera Gonzalez, J. (1969). Epoliamidas. *Revista Espanola de Estomatologia*, 17(1), 41–52.
- OMNEXUS. (2022). *Polyamide_Nylon (PA)_ Uses & Properties [Updated 2023]*.
- Quispe, E. C., Poma, A., & Purroy, A. (2013). Características Productivas Y Textiles De La Fibra De Alpacas De Raza Huacaya. *Revista Complutense de Ciencias Veterinarias*, 7(1), 1–29. <file:///C:/Users/HP/Downloads/41413-56786-2-PB.pdf>
- Robertson, J., & Roux, C. (2013). Fibers: Overview. *Encyclopedia of Forensic Sciences: Second Edition*, 109–112. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-382165-2.00088-X>
- Serrano, A. (2019). *MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN DE ENFOQUE EXPERIMENTAL*.
- Sinclair, R. (2015). Understanding Textile Fibres and Their Properties: What is a Textile Fibre? In *Textiles and Fashion: Materials, Design and Technology* (pp. 3–27). Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/B978-1-84569-931-4.00001-5>

- Textor, T., Derksen, L., Bahners, T., Gutmann, J. S., & Mayer-Gall, T. (2019). Abrasion resistance of textiles: Gaining insight into the damaging mechanisms of different test procedures. *Journal of Engineered Fibers and Fabrics*, 14. <https://doi.org/10.1177/1558925019829481>
- Tomljenović, A., Živičnjak, J., & Mihaljević, I. (2023). Usage Durability and Comfort Properties of Socks Made from Differently Spun Modal and Micro Modal Yarns. *Materials*, 16(4). <https://doi.org/10.3390/ma16041684>
- Uruguay, U. de la R. de. (2020). *ETAPAS DE LA INVESTIGACIÓN BIBLIOGRÁFICA*. <https://www.fenf.edu.uy/wp-content/uploads/2020/12/14dediciembrede2020Etapasde-la-investigacionbibliografica-1.pdf>
- Veintimilla, E., Campos, T., Rios, E., & Quinche, Á. (2022). Calcetines y zapatos adecuados en un paciente con diabetes mellitus. *Incluido En La Revista Ocronos*. Vol. V. Nº 2–Febrero 2022. Pág. Inicial: Vol. V; Nº 2:20.
- Visarrea, S. (2018). *Estudio comparativo del grado de transpirabilidad de la humedad en fibras bambú y algodón*. 133.
- West, A. M., Havenith, G., & Hodder, S. (2021). Are running socks beneficial for comfort? The role of the sock and sock fiber type on shoe microclimate and subjective evaluations. *Textile Research Journal*, 91(15–16), 1698–1712. <https://doi.org/10.1177/0040517520986511>

ANEXOS.

Anexo 1 Ficha técnica del nylon



LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD

FICHA TECNICA

DESCRIPCION DEL PRODUCTO		
NSRTE 156F48 SM RD S-55		
Propiedades	Unidad	RANGOS ENKADOR
Tipo de fibra		100% Filamentos de Nylon
Lustre		Semimate
Sección transversal		Redondo
# Filamentos		48
Título	Denier	160-170
Tenacidad	gr/Den	4.3 – 5.3
Elongación	%	31 – 41
% Aceite	%	1 – 3
PROPIEDADES DE SOLIDEZ		
Solidez al lavado a 60°C, ISO 105/C03		≥ 3.5
Para usos Especiales que requieran Solideces mayores a 3.5 contactarse con el área de Tintorería		
RECOMENDACIÓN: NO SOMETER EL HILO A LA FLAMA (degrada la fibra y los colorantes)		
Jefe de Calidad Textil: Ing. Edwin Velasco		
Email: evelasco@enkador.com		

Anexo 2 Elaboración de los calcetines

Anexo 3 Prueba de absorción vertical- Norma AATCC197

Anexo 4 Prueba de tiempo de secado – AATCC199

Anexo 5 Prueba de resistencia a la abrasión – Norma 12947-2

Anexo 6 Certificado de laboratorio



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

LABORATORIO DE PROCESOS TEXTILES DE LA CARRERA DE
TEXTILES

Ibarra, 15 de julio del 2024

Certificado de laboratorio

Yo, MSc. Valeria Chugá, en calidad del responsable de calidad del laboratorio de procesos textiles de la Carrera de Textiles:

CERTIFICO

Que la señorita JESSEÑA SOFIA QUINCHIGUANGO ESCOLA, portadora de la cédula de ciudadanía N° 1751758812, ha realizado ensayos de laboratorio referentes al Trabajo de Titulación, con el tema: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA TRANSPIRABILIDAD AL SUDOR Y RESISTENCIA A LA ABRASIÓN EN CALCETINES DE ALGODÓN, BAMBÚ Y NYLON", los equipos utilizados son:

- HORNO DE SECADO- Norma AATCC 199:2013, método de tiempo de secado.
- MARTINDALE – Norma ISO 12947-2, resistencia a la abrasión.

Además, se le ayudo con las asesorías necesarias para cumplir a cabalidad la metodología establecida en cada una de las normas.

Atentamente:



MSc. Valeria Chuga

RESPONSABLE DE CALIDAD LABORATORIO DE PROCESOS
TEXTILES - CTEX