



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

CARRERA DE INGENIERÍA TEXTIL

TESIS DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO TEXTIL

TEMA: “DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE LA FIBRA DE ABACÁ
(*MUSA TEXTILIS*) DE LAS VARIEDADES BUNGALANÓN Y TANGONGÓN QUE
PERMITA CARACTERIZAR LA CALIDAD (1-2)”.

ELABORADO POR:

JIMMY ANDRÉS SANCÁN ORTIZ

DIRECTOR:

MSc. MORA MUÑOZ ELSA SULAY

IBARRA-ECUADOR

2022



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:	105027071-7		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Sancán Ortiz Jimmy Andrés		
DIRECCIÓN:	San Antonio de Ibarra- Ezequiel Rivadeneira – Simón Bolívar		
EMAIL:	Jymandres8@gmail.com		
TELÉFONO FIJO:	255-1294	TELÉFONO MÓVIL:	0997032607

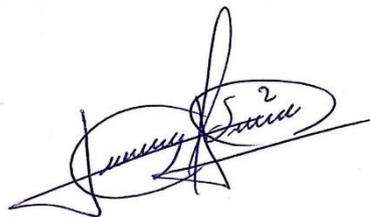
DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE LA FIBRA DE ABACÁ (<i>MUSA TEXTILIS</i>) DE LAS VARIEDADES BUNGALANÓN Y TANGONGÓN QUE PERMITA CARACTERIZAR LA CALIDAD (1-2)
AUTOR:	Sancán Ortiz Jimmy Andrés
FECHA:	07 de diciembre de 2022
SOLO PARA TRABAJO DE GRADO	
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniero Textil
ASESOR/DIRECTOR:	MSc. Elsa Sulay Mora Muñoz

CONSTANCIA

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

En la ciudad de Ibarra, diciembre 07 del 2022

El Autor:

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Jimmy Andrés Sancán Ortiz', with a stylized flourish at the end.

SANCÁN ORTIZ JIMMY ANDRÉS

C.I.: 1050270717-7



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICAS

CERTIFICACIÓN DEL ASESOR

En mi calidad de director del Trabajo de Grado presentado por el egresado JIMMY ANDRÉS SANCÁN ORTIZ, para optar el título de INGENIERO TEXTIL, cuyo tema es “DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE LA FIBRA DE ABACÁ (*MUSA TEXTILIS*) DE LAS VARIEDADES BUNGALANÓN Y TANGONGÓN QUE PERMITA CARACTERIZAR LA CALIDAD (1-2)”, considero que el presente trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a presentación pública y evaluación por parte de los opositores que se designe.

En la ciudad de Ibarra, diciembre 07 del 2022

MSc. ELSA SULAY MORA MUÑOZ
DIRECTOR DEL TRABAJO DE GRADO

DEDICATORIA

Primeramente, a Dios, que me dio la oportunidad de vivir, enseñándome que cada día es una bendición que tienen nuevos retos y propósitos.

A mi madre Luz Elvira Ortiz León por ser mi motor de vida, mi luz en mi oscuridad, mi fortaleza en los momentos difíciles, mi guía en el camino de la vida y especialmente por forjar la persona que hoy soy, demostrándome que las pequeñas personas pueden llegar a ser grandes a través del esfuerzo propio, a mi padre Jonny Sancán por demostrarme que para un problema existen varias soluciones, a mis hermanos Rommel, Jefferson, Lisbeth, que a través de su experiencia y sabiduría me ayudaron a ser mejor persona, a mis sobrinos Dylan, Christopher, Leonel, Evans y Thiago, que llenan mi vida de alegría.

A Jonathan, Dayana, Gissele, Mónica, Alexis, Alex, Jairo, Carlos, mis mejores amigos que han estado en los buenos y malos momentos, a Juanito Gualsaquí en paz descanses querido amigo.

A mis tíos y todas las personas que me ayudaron durante la trayectoria de formación académica y de vida.

“Todo aquel que piense que la vida es desigual, tiene que saber que no es así, que la vida es una hermosura hay que vivirla”.

“La vida es un carnaval” (1998), Celia Cruz.

Jimmy Sancán

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios principalmente por permitirme cumplir esta meta en mi vida, a mis padres por brindarme su apoyo incondicional, a mis hermanos por apoyarme en las situaciones difíciles, a mis amigos y todas las personas que me ayudaron a llegar a donde estoy hoy.

Mis más sinceros agradecimientos a la MSc. Elsa Mora, por su guiarme en el desarrollo de mi trabajo de investigación, al MSc. William Esparza por sus grandes consejos, por enseñarme el verdadero significado de la amistad.

Agradecimiento a la Universidad Técnica del Norte, a la Carrera de Textiles y a todos los docentes que la conforman mis más gratos agradecimientos.

Jimmy Sancán

ÍNDICE DE CONTENIDOS

IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA	ii
CONSTANCIA	ii
DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTO.....	v
ÍNDICE DE CONTENIDOS	vi
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
ÍNDICE DE TABLAS	xi
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xii
RESUMEN.....	xiii
ABSTRACT	xiv
CAPÍTULO I.....	1
1. Introducción	1
1.1 Descripción del tema	1
1.2 Antecedentes.....	1
1.3 Importancia del estudio	2
1.4 Objetivos.....	2
1.4.1 Objetivo General	2
1.4.2 Objetivos específicos.....	3
1.5 Características del sitio del proyecto	3
CAPÍTULO II	4
2. Estado del arte.....	4
2.1 Estudios previos.....	4
2.1.1 La fibra de abacá empleada en la industria pesquera.	4
2.1.2 Acabado con aceite de palma africana en un tejido de abacá	4
2.1.3 Fibra de abacá en geotextiles	5
2.2 Marco conceptual	5
2.2.1 Fibras textiles	5
2.3 El abacá.....	9
2.3.1 Historia del abacá	9
2.3.2 Generalidades	10
2.3.3 Clasificación científica del abacá.....	10
2.3.4 Producción de abacá en el país.....	10
2.3.5 Proceso de cultivo y producción del abacá	11

2.3.6	Propiedades de la fibra de abacá	14
2.3.7	Variedades de abacá	17
2.3.8	Variedades producidas en Ecuador	18
2.3.9	Clasificación de calidad de la fibra de abacá	22
2.3.10	Usos y aplicaciones de la fibra de abacá	24
CAPÍTULO III		27
3.	Metodología	27
3.1	Proceso de obtención de la fibra de abacá	27
3.2	Normas utilizadas	32
3.2.1	Norma ISO 2062:2009	32
3.2.2	Norma ISO 105 A06	32
3.3	Flujograma general del proceso.....	33
3.3.1	Descripción del flujograma general	33
3.4	Equipos	34
3.4.1	Equipo empleado en la norma ISO 2062	34
3.4.2	Equipo requerido en la norma ISO 105-A06	35
3.5	Prueba de profundidad de color	35
3.5.1	Medida del color de fibra	36
3.5.2	Preparación de muestras	36
3.6	Prueba de resistencia	37
3.6.1	Resistencia a la rotura	37
3.6.2	Alargamiento a la rotura.....	38
3.6.3	Trabajo de rotura	38
3.7	Preparación de muestras	39
3.8	Longitud de fibra	39
3.8.1	Diagramas de fibras.....	40
4.	CAPÍTULO IV.....	42
4.1	Resultados y discusión de resultados.....	42
4.1.1	Resultados	42
4.1.2	Ensayo de medición de fuerza rotura-elongación	49
4.1.3	Comparación de resistencia a la tracción-elongación de la calidad (1-2) Bungalanón-Tangongón.....	58
4.1.4	Discusión de resultados	59
4.1.5	Longitud de Fibra.	61
CONCLUSIONES		66

RECOMENDACIONES	68
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	69
ANEXOS.....	71

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación de la Planta académica textil	3
Figura 2. Clasificación General de las fibras Textiles	6
Figura 3. Clasificación de las fibras naturales.	7
Figura 4. Clasificación de fibras químicas.	8
Figura 5. Provincias productoras de abacá en el país.....	11
Figura 6. Cultivos de abacá.	11
Figura 7. Proceso de extracción de la fibra.	12
Figura 8. Corte de tallo.....	12
Figura 9. Extracción de fibra.....	13
Figura 10. Proceso de desfibre.	13
Figura 11. Proceso de secado de fibra.	14
Figura 12. Estructura molecular de la celulosa.	15
Figura 13. Variedad bungalanón de abacá.	20
Figura 14. Variedad tangongón.....	22
Figura 15. Elementos de plásticos reforzados con fibras naturales.	24
<i>Figura 16.</i> Purificación de agua con abacá.....	25
Figura 17. Estructura de un no tejido.	26
Figura 18. Proceso de obtención de fibra.	27
Figura 19. Tallo listo para el corte.	28
Figura 20. Deshoje del tallo.	29
Figura 21. Proceso de Tuxeo.....	29
Figura 22. Transporte de Tuxes.	30
Figura 23. Maquinero realizando el desfibre.	30
Figura 24. Secado de fibra.	31
Figura 25. Categorías de calidad de fibra.....	31
Figura 26. Flujograma de procesos.	33
Figura 27. Espacio CIELAB.	35
Figura 28. Preparación de muestra.....	36
Figura 29. Carga de rotura.	38
Figura 30. Alargamiento por tracción axial.	38
Figura 31. Trabajo de rotura.....	39
Figura 32. Preparación de muestras ensayo ISO 2062:2009.....	39

Figura 33. Diagrama triangular.....	41
Figura 34. Comparación de color entre calidades.....	43
Figura 35. Comparación del color entre calidades.....	45
Figura 36. Comparación calidad (1-2) Bungalanón-Tangongón.....	47
Figura 37. Comparación de resistencia entre categorías.....	52
Figura 38. Comparación de elongación variedad bungalanón.....	53
Figura 39. Comparación de resistencia entre categorías.....	56
Figura 40. Comparación de elongación entre categorías variedad Tangongón.....	57
Figura 41. Comparación resistencia calidad 1-2.....	58
Figura 42. Test de normalidad de la prueba ISO 2062:2009 resistencia.....	60
Figura 43. Test de normalidad de la prueba ISO 2062:2009 % de elongación.....	60
Figura 44. Diagrama de longitud de fibra variedad bungalanón.....	62
Figura 45. Diagrama de longitud de fibra variedad tangongón.....	64

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación científica del abacá.....	10
Tabla 2. Composición química del abacá.....	15
Tabla 3. Propiedades fisicoquímicas de la fibra de abacá.....	16
Tabla 4. Variedades identificadas en Filipinas.....	18
Tabla 5. Principales características de la variedad bungalanón	19
Tabla 6. Principales características de la variedad tangongón	21
Tabla 7. Caracterización de calidad de fibra	23
Tabla 8. Distribución de producción por categorías a nivel nacional	23
Tabla 9. División de calidades de la fibra	32
Tabla 10. Variables del plano CIELAB	35
Tabla 11. Fórmulas para identificar la variación del color.....	37
Tabla 12 Datos colorimétricos de la variedad bungalanón	43
Tabla 13 Diferencia porcentual entre calidades	44
Tabla 14 Datos colorimétricos de la variedad tangongón	45
Tabla 15 Diferencia porcentual entre categorías tangongón	46
Tabla 16 Valores colorimétricos de la calidad (1-2)	47
Tabla 17 Diferencia de porcentajes entre Bungalanón-Tangongón	48
Tabla18 Adaptación de tabla de características de la norma ISO 2062:2009	49
Tabla 19 Resultados del ensayo ISO 2062:2009 variedad bungalanón	49
Tabla 20 Datos estadísticos variedad bungalanón.....	52
Tabla 21. Resultados del ensayo ISO 2062:2009 variedad tangongón	55
Tabla 22 Resumen estadístico de la variedad tangongón.....	56
Tabla 23. Resumen de análisis de resistencia-elongación.....	58
Tabla 24. Longitud variedad bungalanón.....	61
Tabla 25. Longitud variedad tangongón.....	63

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Equipo dinamómetro Titán 5 laboratorio CTEX,.....	71
Anexo 2. Equipo espectrofotómetro de color laboratorio CTEX	71
Anexo 3. Secado de categorías de fibras de abacá.....	72
Anexo 4. Visita a la plantación de abacá.	72
Anexo 5. Plantación de abacá km 21 vía Quevedo.....	73
Anexo 6. División de calidades de fibra de abacá	73
Anexo 7. Estructura del tallo del abacá.....	74
Anexo 8. Cuchillo de corte transversal del tallo de abacá.	74
Anexo 9. Instrumento de deshoje y para preparación del corte del tallo.	75
Anexo 10. Formación de suncos.....	76
Anexo 11. Materia lista para el proceso de desfibrado de abacá.	76
Anexo 12. Identificación de la materia prima para el desfibrado.	77
Anexo 13. Sección transversal del tallo de abacá.	77
Anexo 14. Rumos de tallos cortados de abacá.....	78
Anexo 15. Planta de abacá tangongón.	78
Anexo 16. Proceso de desfibrado.....	79
Anexo 17. Resultado de medición de color 5ta categoría variedad bungalanón.	79
Anexo 18. Resultados de medición de color abacá variedad bungalanón categoría 4.....	80
Anexo 19. Resultado medición del color abacá variedad bungalanón categoría 3.....	80
Anexo 20. Resultados Medición de color variedad bungalanón categoría 2.	81
Anexo 21. Resultados medición de color variedad tangongón categoría 5.	81
Anexo 22. Resultado medición de color abacá variedad tangongón categoría 4.....	82
Anexo 23. Resultado medición del color variedad tangongón categoría 3.....	82
Anexo 24. Resultado medición de color variedad tangongón categoría 2.....	83

RESUMEN

La presente investigación se basa en la evaluación de las principales propiedades físicas de la fibra de abacá (*Musa Textilis*): color, resistencia y longitud, de las dos principales variedades que son producidas en Ecuador, bungalanón y tangongón. Las dos variedades de fibra de abacá serán evaluadas de acuerdo con cada una de sus propiedades empleando normas estandarizadas, en el color se aplicará la norma ISO 105 A06 para evaluar la profundidad del color, resistencia a la tracción norma ISO 2062:2009, y longitud mediante un flexómetro instrumento de medición.

Para el desarrollo de este estudio se emplea dos variedades bungalanón y tangongón de fibra de abacá, se procedió con la obtención de la fibra mediante un proceso semi industrializado: corte, extracción de fibra, desfibrado y secado, al finalizarse el proceso se continua con el desarrollo de las pruebas de laboratorio para su posterior análisis. Los resultados obtenidos demuestran que, la variedad tangongón presenta una tonalidad más clara que la variedad bungalanón, mientras que el bungalanón presenta un color más amarillo con respecto al tangongón en sus calidades (1-2); Según los estudios realizados la variedad que presenta la mejor resistencia es la de bungalanón con una resistencia promedio de 4.948,195 cN de resistencia, mientras que la fibra de tangongón presenta el valor de 2.417,4 cN de resistencia a la tracción máxima.

Los datos obtenidos fueron sometidos a un análisis de confiabilidad en el software estadístico PAST 4, obteniendo una confiabilidad superior al 95%, basado en sus coeficientes de variación y medias aritméticas, es importante mencionar que en las pruebas de laboratorio se evalúa todas las calidades de cada variedad de fibra de abacá.



ABSTRACT

This research evaluates the main physical properties of abaca (*Musa Textilis*): colour, strength and length, of the two main varieties that are produced in Ecuador, bungalanon and tangongon. The two varieties of abaca will be evaluated according to each of their properties using standardised norms. For colour, ISO 105 A06 will be applied to evaluate the depth of colour, tensile strength ISO 2062:2009, and length using a flexometer.

For the development of this study, two varieties of abaca: bungalanon and tangongon, were used. The fibre was obtained through a semi-industrialised process: cutting, fibre extraction, defibration and drying. Once the process was completed, laboratory tests were carried out for subsequent analysis.

The results obtained show that tangongon presents a lighter shade than bungalanon, while the bungalanon presents a more yellow colour concerning the tangongon in its qualities (1-2); according to the studies carried out, the variety with the best resistance is bungalanon with an average resistance of 4,948.195 cN of resistance, while tangongon presents a value of 2,417.4 cN of resistance to maximum traction.

The data were subjected to a reliability analysis in the statistical software PAST 4, obtaining a reliability higher than 95%, based on their variation coefficients and arithmetic means. It is important to mention that in the laboratory tests all the qualities of each variety of abaca fibre are evaluated.

Reviewed by Víctor Raúl Rodríguez Viteri

CAPÍTULO I

1. Introducción

1.1 Descripción del tema

La presente investigación tiene como finalidad identificar las principales propiedades de la fibra de abacá, que permitan determinar cuál de las dos variedades (bungalanón y tangongón) consta de mejores características técnicas para ser utilizados en distintas áreas industriales.

Se emplea varias muestras con el fin de obtener mayor confiabilidad de los resultados de las pruebas de laboratorio, al ser una fibra con un alto índice de resistencia a la rotura y al estudiar las dos variedades, se debe tomar en cuenta el porcentaje de variación.

Además se detalla los resultados obtenidos de los diferentes ensayos de laboratorios realizados como son: resistencia a la rotura en el equipo dinamómetro, el color que caracteriza a cada una de las variedades de fibra de abacá en el espectrofotómetro y la longitud mediana métodos técnicos, con la finalidad de elaborar una análisis de alta confiabilidad, se emplea el software de análisis estadístico Past 4, que analiza la información obtenida mediante gráficos estadísticos para facilitar la comprensión.

1.2 Antecedentes

Uno de los temas de mayor preocupación en la actualidad es la conservación del ambiente, por lo que se conoce en la actualidad el índice de CO₂ en el planeta aumentado de manera alarmante, en los últimos años el descontrol de la producción en diferentes sectores ha provocado una fuerte afección a los distintos ecosistemas.

Las consecuencias en el caso de continuar con la producción incontrolada por parte de las distintas industrias desembocarán varias catástrofes a nuestras futuras generaciones, (Conama, 2018) indica “entre el 10% y el 15% del material que llega a los vertederos actualmente es residuo textil” (p.5). Catalogando el procesamiento de textiles como el tercer proceso que genera altos niveles de contaminación tanto en el aire como en el agua, además de producir miles de toneladas de productos derivados del petróleo que adquieren el nombre de sintéticos de difícil biodegradación.

Con el fin de reducir los niveles de contaminación se ha empezado a investigar acerca de materiales naturales, procesos y productos, que contribuyan con la conservación de ambiente, donde el abacá toma un rol importante al ser una fibra natural que posee varias propiedades que sobresalen entre las demás fibras del mismo origen. El abacá es considerado como la fibra del futuro dentro del desarrollo de textiles técnicos y geotextiles, de modo que su alta resistencia a la tracción y a las diferentes condiciones climáticas la enfoca a ser la principal fibra que pueda reemplazar a los materiales sintéticos (Anrango, 2020).

1.3 Importancia del estudio

Desde la creación de las fibras sintéticas después de la segunda guerra mundial el sector textil produjo millones de toneladas de este material, el mismo que en la actualidad está colocando a la humanidad entre la espada y la pared, con producciones masivamente industrializada que carecen de conciencia ambiental, dejando a un lado el término sustentabilidad, con el fin de combatir contra la contaminación varios países han creado políticas y campañas, que ayuden a conservar nuestro ecosistema.

Una de las alternativas que tiene el sector textil es reemplazar todos los materiales de procedencia sintética por una producción sostenible, que se debe focalizar en la optimización de recursos y reducción de residuos contaminantes, los productos derivados de los hidrocarburos aromáticos son de difícil degradación, al ser desechos se acumulan en vertientes, mares y ríos, afectando directamente a diferentes ecosistemas.

El abacá, el bambú se proyectan a ser las dos fibras naturales de mayor impacto dentro de este sector al consumir pocos recursos naturales y generar beneficios únicos, considerándolas como sostenibles y sustentables (Villegas & Gonzáles, 2013).

Si bien es cierto que no se puede de un día al otro corregir los daños que se ha causado al ambiente durante décadas, se puede incentivar a cambiar la mentalidad de las personas y sumarse a la conservación de los recursos naturales para las futuras generaciones.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General

Determinar los parámetros de la fibra de abacá (*Musa Textilis*) de las variedades bungalanón y tangongón que permita caracterizar la calidad (1-2).

1.4.2 Objetivos específicos

- Analizar las principales características del abacá de las variedades bungalowón y tangongón, para identificar las diferencias existentes entre cada variedad.
- Realizar los respectivos ensayos de resistencia-elongación en el equipo dinamómetro, medición de color en el espectrofotómetro de color, medición de la longitud de fibra, de cada variedad.
- Evaluar los resultados obtenidos de las propiedades físicas de: resistencia elongación-rotura mediante la norma ISO 2062:2009, color mediante la norma ISO 105-A06, y la longitud promedio de la fibra, para determinar que variedad presenta mejores parámetros en base a su calidad.

1.5 Características del sitio del proyecto

La presente investigación se desarrolla en los laboratorios de la Planta Académica Textil de la Universidad Técnica del Norte, ubicada en la ciudad de Ibarra, capital de la provincia de Imbabura, en el sector Azaya, calles Luciano y Morona Santiago (0°22'40.7"N 78°07'24.6" W).



Figura 1. Ubicación de la Planta académica textil

La carrera de Textiles cuenta con equipos de laboratorio de alta gama tecnológicos, los cuales permiten desarrollar prácticas estandarizadas, a través de pruebas físicas y químicas, que se emplean en las distintas áreas de la industria textil como son: tejedurías planas-puntos, hilaturas y tintorería-acabados, reforzando los conocimientos de los estudiantes con respecto al proceso de control de calidad. Además, los laboratorios de la planta textil se encuentran al servicio de la comunidad brindando servicios de ensayos de laboratorio a empresas públicas y privadas, garantizando la calidad de sus productos.

CAPÍTULO II

2. Estado del arte

2.1 Estudios previos

Este capítulo tiene como fin, sustentar la presente investigación mediante el uso de referencias bibliográficas, obteniendo información relevante que contribuyan con la veracidad de esta investigación.

2.1.1 La fibra de abacá empleada en la industria pesquera.

La industria pesquera en la actualidad ha buscado como solucionar un problema de alta complejidad como es la utilización de redes de pesca generalmente, estos instrumentos de captura han causado a través de los años varias afecciones en el ecosistema marino, al ser estos productos de origen sintético no solo afectan a la superficie marina, sino también afectan directamente al ambiente en general, generando residuos contaminantes de alto tiempo de biodegradación.

A través de varias investigaciones se logra encontrar una fibra natural ideal que contribuya a la reducción de contaminación en el ecosistema marino, Anrango (2020), dice “el principal problema de la industria pesquera es el uso de sintéticos en sus redes de pesca” mediante el uso de la fibra de abacá se podrá generar un menor índice de contaminación dentro del ecosistema marino al poseer la propiedad de resistencia al agua salada de mar.

2.1.2 Acabado con aceite de palma africana en un tejido de abacá

Con la finalidad de reducir el índice de contaminación en la industria pesquera se inicia una investigación para que una fibra natural obtenga una alta resistencia al agua de mar, tras meses de investigación se logra demostrar la fibra ideal para este proceso el abacá, Anrango (2020) indica que “el aceite de palma africana al ser aplicado en un tejido 100% de abacá mediante el proceso de impregnación le genera una alta resistencia al agua salada” (p. 83), mediante esta investigación se logra beneficiar a las personas que se dedican a la pesca, por lo que la asociación de industriales atuneros TUNACONS que fue notificada por el uso de redes de difícil degradación y alto riesgo contra las especies marinas, con la ayuda del tejido de abacá tratado con aceite de palma africana se logra dar una solución factible para este sector (Anrango, 2020).

2.1.3 Fibra de abacá en geotextiles

Los geotextiles son tejidos que pueden ser de origen natural o sintético que se los utiliza para cubrir superficies de suelos en pendientes, la fibra tejida de abacá contribuye con la minimización de pérdida de agua en pendientes pronunciadas a lo largo de las laderas que son causadas por el exceso de precipitaciones, además de ser protectores de alta eficacia en el control de sedimentación, estos actúan como un controlador de drenaje que ayuda con la reducción de la velocidad del agua que corre río abajo evitando inundaciones, daños de suelos y vegetación, es importante mencionar que, algunos geotextiles de fibra natural no son ideales para refuerzos de construcción de carreteras debido a que, su resistencia se reduce en ambientes húmedos y biológicamente activos, sin embargo, en el caso de la fibra de abacá es lo contrario, esta presenta una alta resistencia y estabilidad como producto final superando las características de la fibra de coco que se identifica por su alta resistencia (Hakeem et al., 2015).

2.2 Marco conceptual

2.2.1 Fibras textiles

2.2.1.1 Definición

Una fibra textil es un filamento de estructura generalmente cilíndrica con una relación directamente proporcional entre su longitud y su diámetro, se caracteriza por su alta flexibilidad, pequeña sección transversal y su elevada relación longitud-grosor, las características de la fibra dependerán principalmente del origen (Carrera, 2017).

Para que sea considerada una fibra textil esta debe cumplir tres requisitos: flexibilidad, elasticidad y resistencia, independientemente del origen que sea, en el caso de no cumplir estas condiciones no se podrá aplicar la técnica de hilado sea cual sea el método empleado, en si la fibra textil es el fundamento principal de cualquier género textil (Lockuán, 2012).

2.2.1.2 Principal clasificación de las fibras

Existe una amplia clasificación de las fibras de las cuales las principales son: fibras de origen natural y de origen químico.

2.2.1.3 Fibras naturales

Las fibras naturales como su nombre las define son de procedencia originaria de la naturaleza de los diferentes reinos vegetales, animales y minerales. Las fibras de carácter vegetal pueden ser obtenidas de sus semillas, tallos y hojas de la planta, las fibras de carácter animal se las puede dividir en lana si es procedente del pelo de la oveja o pelo en el caso que

no se de procedencia de la oveja, la seda que es de procedencia de los gusanos y las fibras minerales son principalmente los amiantos (Carrera, 2017).

2.2.1.4 Fibras Químicas

Estas son consideradas como creadas por la mano del hombre de tal forma que estas son formadas mediante procesos de transformación de polímeros en fibras tomando el nombre en inglés de Man Made Fibers (MMF).

Existen dos tipos de fibras químicas orgánicas e inorgánicas, las orgánicas son aquellos polímeros naturales que son transformados mediante el accionamiento de agentes químicos tomando el nombre de fibras artificiales, o también pueden ser de polímeros obtenidos mediante síntesis química tomando el nombre de fibras sintéticas, y las inorgánicas que son formadas principalmente de elementos inorgánicos como silicio, boro e incluso el mismo carbono (Lockuán, 2012).

A continuación, se presenta la división esquemática de las fibras textiles, en la Figura 1 se aprecia la principal clasificación de las fibras de acuerdo con su origen.

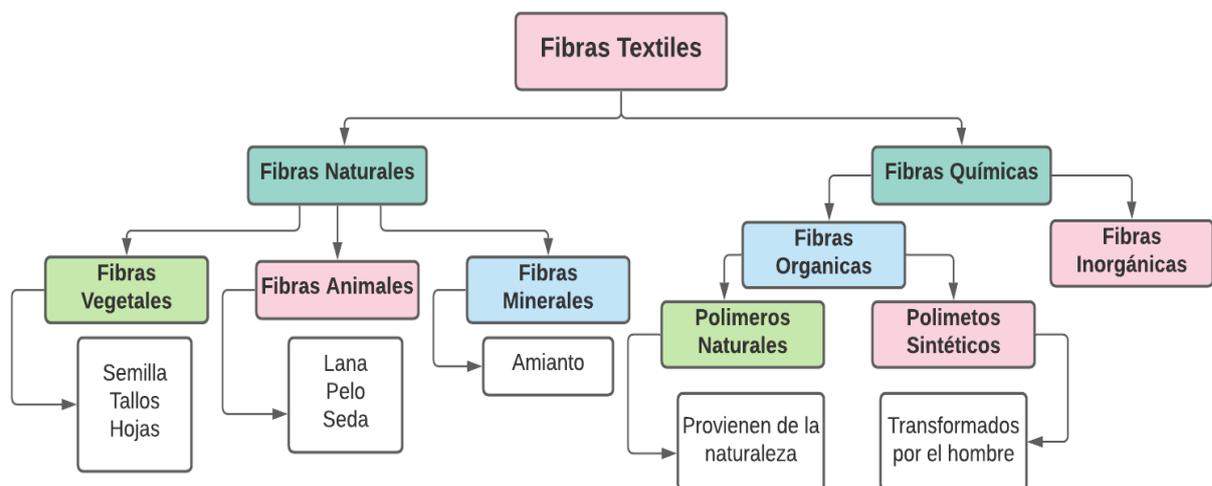


Figura 2. Clasificación General de las fibras Textiles

. Fuente: (Carrera, 2017)

En la Figura 2, se puede apreciar cómo se encuentran divididas las fibras naturales según su procedencia.

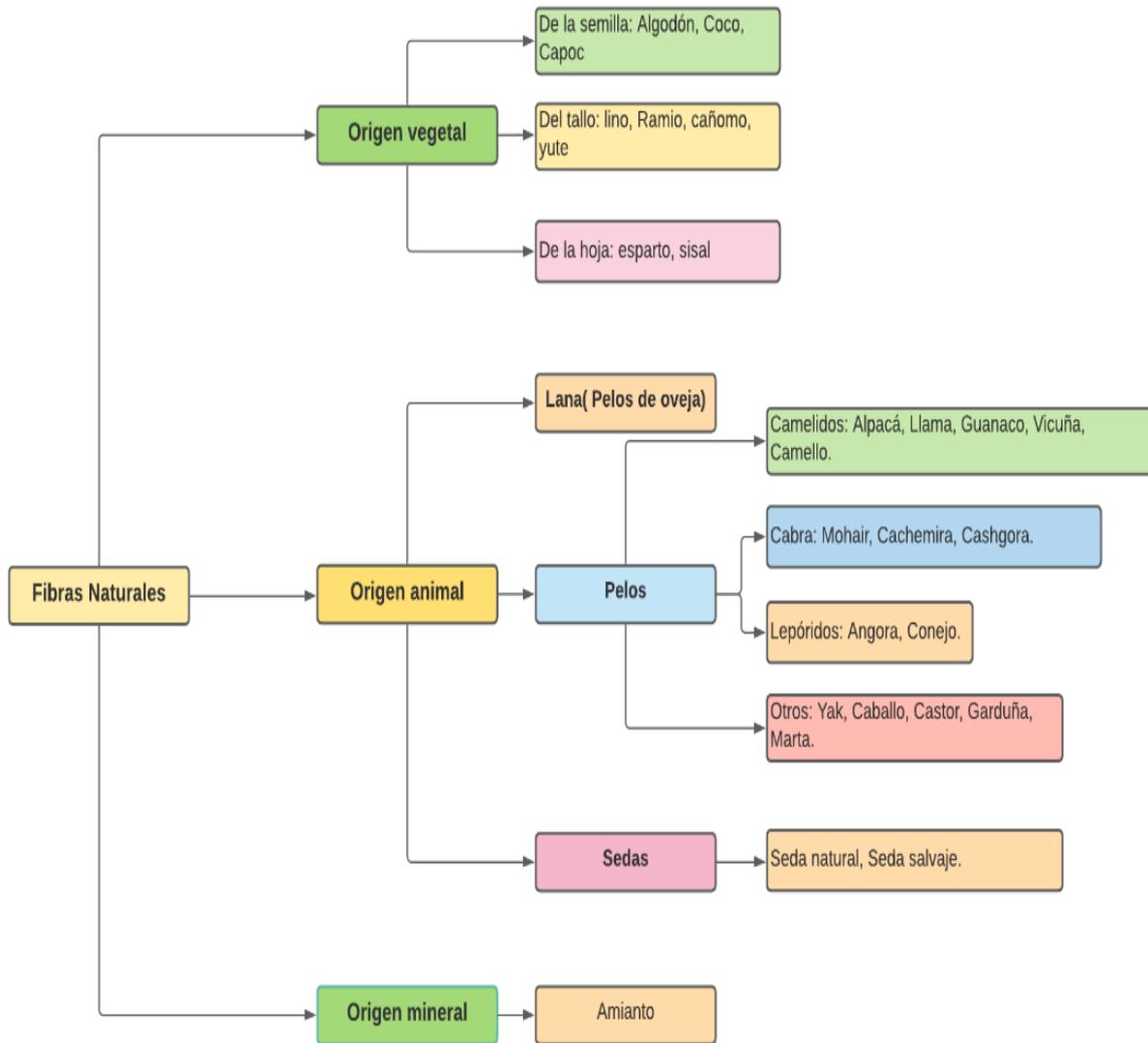


Figura 3. Clasificación de las fibras naturales.

Fuente: (Carrera, 2017)

En la figura 3 se observa cómo se encuentran divididas las fibras sintéticas, esto se da de acuerdo con la composición química de estas.

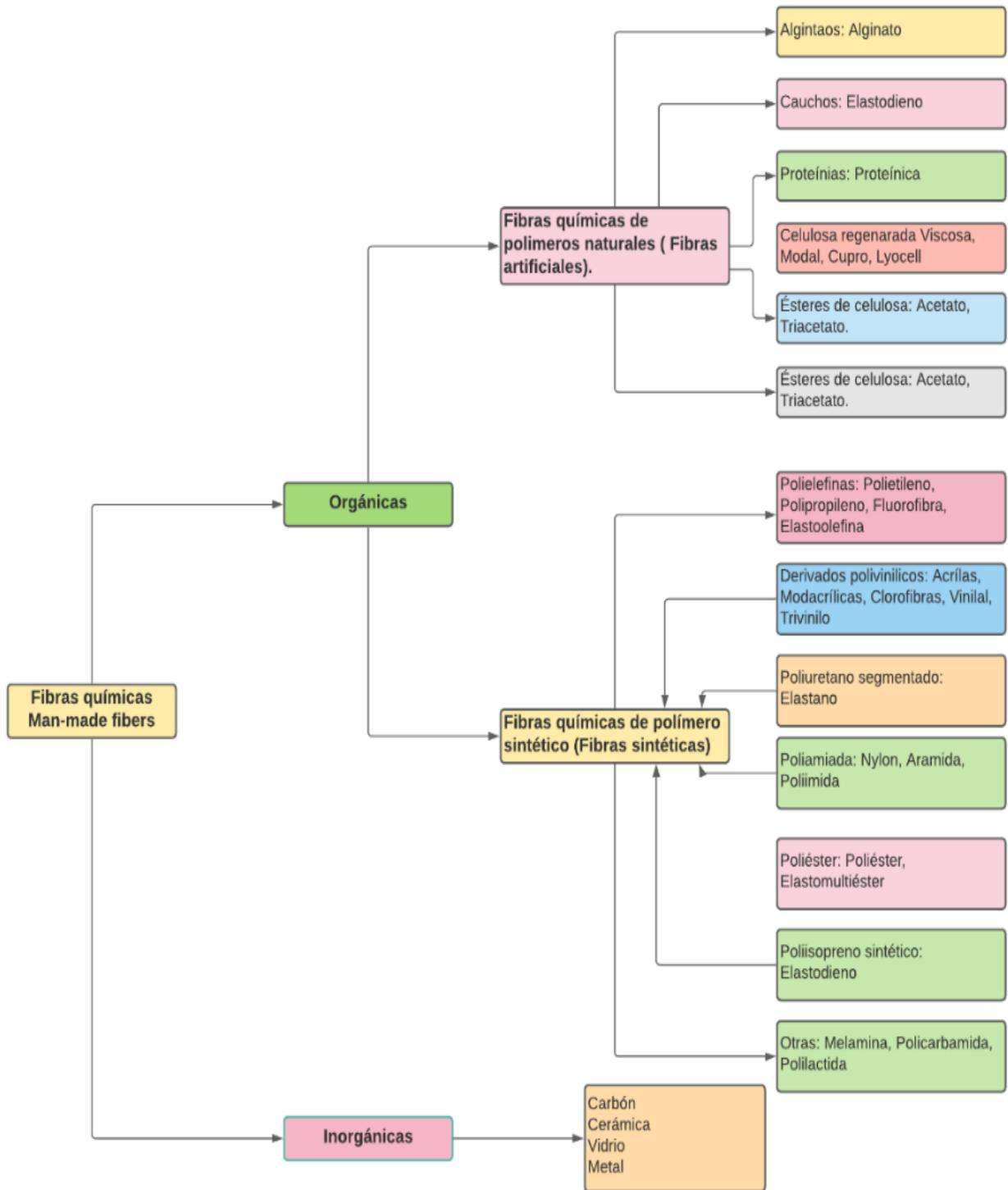


Figura 4. Clasificación de fibras químicas.

Fuente: (Carrera, 2017)

2.3 El abacá

2.3.1 Historia del abacá

El abacá es un producto autóctono de Filipinas de manera que al ser originaria de este país se ha ido produciendo por varios siglos antes de la colonización de los españoles, según Zambrano (2015), “Cuando el español Ferdinand Magellan y sus coterráneos arribaron a Cebú, Filipinas en 1521 observaron que los nativos de las islas vestían ropas y calzado hechos de la planta de la fibra de abacá” (p. 3). Dando veracidad al origen de la planta de abacá, es importante mencionar que, al ser Filipinas un país costero, las condiciones climáticas eran favorables para el fácil cultivo de estas plantas.

Aunque Filipinas producía abacá varios años atrás fue hasta 1820 que empezó a tomar importancia, registros históricos hacen referencia que la marina estadounidense en esas épocas llevó plantas de abacá, para el año 1834 Estados Unidos se convertiría en el más grande exportador de abacá el mismo producto que era empleado para la elaboración de cuerdas para barcos. A comienzo del siglo XX los estadounidenses y japoneses empiezan a pelear por la producción del abacá, cada país intentaba mejorar el proceso de producción de esta fibra, después de varios años Filipinas tendría un monopolio de producción en 1920 desde este año se posicionaría como el mayor productor de abacá a nivel mundial (Zambrano, 2015).

Con la derrota de los japoneses en la segunda guerra mundial, perdiendo el territorio de Filipinas y estadounidenses intentando cultivar las mejores variedades de abacá en países centro americanos, tras lo acontecido un japonés de apellido Furukawa emigra a Sudamérica con la finalidad de encontrar el ecosistema ideal para cultivar el abacá el primer destino fue Brasil donde obtendría resultados negativos por las condiciones climáticas, después de viajar por la mayoría de países sudamericanos llega a Ecuador ubicándose en la actual provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas donde encontró las condiciones ideales para poder cultivar aquella planta, siendo en la actualidad la empresa Furukawa una de las mayores exportadoras de abacá a nivel nacional y mundial (Zambrano, 2015).

En la época actual existen dos países que son los mayores productores y exportadores de la fibra de abacá, Filipinas y Ecuador. El 84% de producción anual se encuentra en Filipinas con una aproximación de 130.000 hectáreas de sembríos situándose en la primera posición como mayor productor de abacá, mientras que Ecuador se sitúa con el 16 % de producción mundial en el segundo lugar (Chang & Montero, 2015).

2.3.2 Generalidades

El abacá o también conocido como cáñamo de manila es una planta de ambientes cálidos se caracteriza por su gran tamaño que es aproximadamente hasta de 7 metros de altura, generalmente el abacá es confundido con la planta de plátano, las mismas que se diferencian en sus frutos mientras la planta de plátano es comestible la de abacá no, pero el beneficio de la fibra de abacá es empleada en diferentes sectores industrial, en los cuales resaltan la resistencia y durabilidad (Chang & Montero, 2015). Las industrias que presentan mayor índice de utilización del abacá son textiles, papel y automotriz.

2.3.3 Clasificación científica del abacá

La clasificación de las plantas es uno de los aspectos de mayor importancia referentes al campo de la botánica, por lo que esta se encuentra dividida de acuerdo con su utilidad, si es comestible, venenosas o medicinal, pero lo que generalmente caracteriza a la planta es su filogenética, nivel de especie, género y familia (Ferrín & García, 2013).

Tabla 1.

Clasificación científica del abacá

Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Liliopsida
Orden	Zingiberales
Familia	Musaceae
Género	Musa
Especie	Musa Textilis
Nombre binomial	Musa textililes nee
Nombres comunes	Abacá. Cáñamo de manila

Fuente: (Chang & Montero, 2015)

2.3.4 Producción de abacá en el país

Ecuador es el segundo país a nivel mundial en producir fibra de abacá de alta calidad, esto se da por las condiciones climáticas que se encuentran favorables, por consecuencia la mayoría de provincias en las que obtiene la fibra de abacá tienden a ser cálidas en zonas costeras, existen tres principales provincias que se dedican al cultivo de estas plantas entre ellas se encuentra: Esmeraldas, Santo Domingo de los Tsáchilas y Manabí, no obstante registros

indican que también existen parcelas de cultivos en la provincia de los Ríos y en Pichincha (Chang & Montero, 2015).



Figura 5. Provincias productoras de abacá en el país.

Fuente: (Chang & Montero, 2015)

2.3.5 Proceso de cultivo y producción del abacá

El abacá es una planta que se cultiva en climas cálidos siendo Esmeraldas y Santo Domingo de los Tsáchilas consideradas las dos grandes zonas de cultivo, por las cualidades climáticas con temperaturas entre 22 a 28°C (Campuzano & Cedeño, 2018).

El cultivo del abacá en el campo se desarrolla cada 3 a 8 meses dependiendo del estado de esta, el tiempo de crecimiento se da desde los 12 a 25 meses, con una productividad entre 15 a 40 años, convirtiéndose en un negocio sostenible (Campuzano & Cedeño, 2018).



Figura 6. Cultivos de abacá.

Fuente: (Campuzano & Cedeño, 2018)

El proceso de extracción, antes de la comercialización, se presenta en la Figura 7 que consta de un pequeño flujo consecutivo.

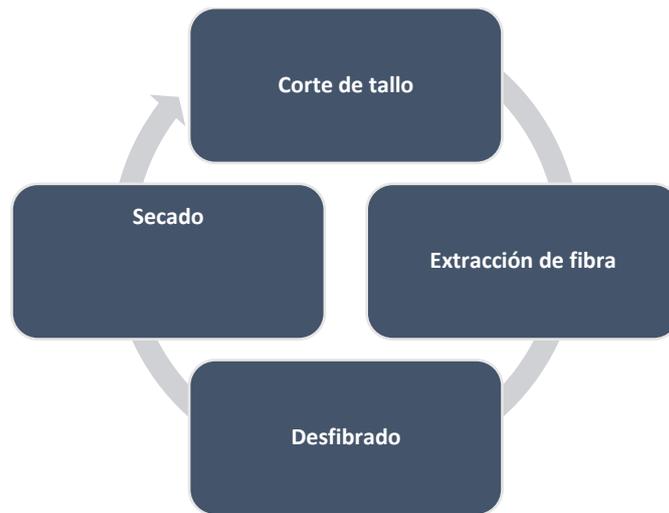


Figura 7. Proceso de extracción de la fibra.

Fuente: (Campuzano & Cedeño, 2018)

2.3.5.1 *Corte de tallo*

Primero se procede a identificar los tallos listos para la extracción de la fibra, a continuación, se realiza un corte bisel inclinado hacia el exterior del tallo con la finalidad que no adquiera ninguna enfermedad y produzca una putrefacción, en consecuencia, a este proceso (Simbaña et al., 2020).



Figura 8. Corte de tallo.

Fuente: (Simbaña et al., 2020)

2.3.5.2 *Extracción de fibra*

Una vez que se corta el tallo se procede a separar las vainas que rodean el tallo, con una cuchilla se cortan tiras de 5 a 8 cm de ancho por 2 a 4 cm de grosor, el corte dependerá de la

longitud del tallo, las cáscaras interiores producen fibras de menor calidad con un color marrón y las internas son de mayor calidad con tonalidad blanca (Simbaña et al., 2020).



Figura 9. Extracción de fibra.

Fuente: (Simbaña et al., 2020)

2.3.5.3 Desfibrado

Este proceso se debe llevar durante las primeras 8 a 12 horas, una vez realizado el corte del tallo, si se lo hace después de este tiempo tiende a cambiar la tonalidad de la fibra, categorizándola como de menor calidad, esto se realiza en una trituradora de cilindros y cuchillas que consta de un sistema de enganche y apertura.



Figura 10. Proceso de desfibre.

Fuente: (Simbaña et al., 2020)

2.3.5.4 Secado

El secado se realiza al finalizar el proceso de desfibre, al contener un alto porcentaje de humedad es necesario secarla en el mismo lugar donde se realiza el proceso, el tiempo de secado

dependerá de las condiciones climáticas de la zona, esto podría durar horas o días, al culminar esta acción se procede a depositar la fibra en un sitio seco y ventilado para garantizar la calidad (Simbaña et al., 2020).



Figura 11. Proceso de secado de fibra.

Fuente: (Simbaña et al., 2020)

2.3.6 Propiedades de la fibra de abacá

La fibra de abacá consta de varias propiedades, por lo tanto, es considerada como una fibra con proyección al futuro y que a la vez esta puede reemplazar en varios aspectos a las fibras sintéticas, a continuación, se señala algunas propiedades como son: composición química, finura, longitud, resistencia en seco y húmedo, higroscopicidad, etc.

2.3.6.1 Estructura molecular de la celulosa

Según (Locane, 2019), “la celulosa es la base estructural de las células vegetales, en la actualidad es la base principal de varios productos como papel, fibras textiles, aditivos, etc., este componente es un homopolímero lineal, se considera la celulosa la cadena más alargada, su fórmula es $(C_6H_{10}O_5)_n$ ” (p. 15).

(Locane, 2019) menciona:

El peso molecular medio de las cadenas de celulosa denominado también índice de polimerización DP (degree of polymerization) especifica el número de unidades de glucosa que constituyen la molécula lineal. Dependiendo del tipo de celulosa estudiada, este parámetro puede variar desde las 15000 unidades para algunas fibras de algodón hasta valores cercanos a 50 para ciertas celulosas microcristalinas (Locane, 2019).

En la Figura 4 se observa la cadena molecular que constituye principalmente a la celulosa.

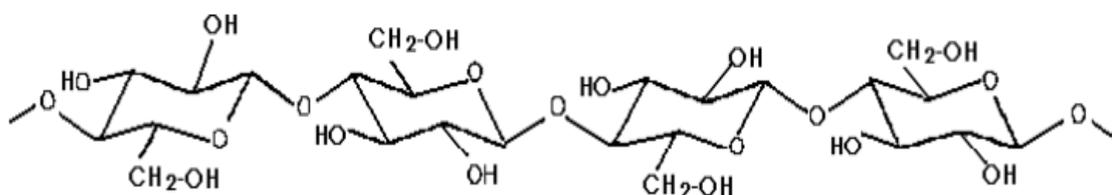


Figura 12. Estructura molecular de la celulosa.

Fuente: (Locane, 2019)

2.3.6.2 Composición química del abacá

La mayoría de las fibras naturales poseen una similitud en su composición química, principalmente consta de celulosa, hemicelulosa, pectina, lignina y extractiva. En la tabla 2 se observa los porcentajes de compuesto que contienen el abacá.

Tabla 2.

Composición química del abacá

Composición	Porcentaje (%)
Celulosa	63 – 70.1
Hemicelulosa	20 – 21.8
Pectina	0.6
Lignina	5.7 – 6
Extractiva	1.8

Nota. Según reportes del CEDA, la fibra de abacá ecuatoriana posee un porcentaje de 70-80 % de celulosa (Salas, 2009).

2.3.6.3 Longitud

La fibra de abacá se la considera como una de las de mayor longitud de entre las fibras naturales, con una aproximado de 6 m, superficie lisa, con células individualizadas cilíndricamente, flexible, suave y fuerte, se encuentra dentro de las fibras de clasificación larga (Anrango, 2020).

2.3.6.4 Resistencia

La fibra de abacá posee alta resistencia a la tracción, se establece un rango de 600 a 900 MPa, tiene una alta durabilidad al encontrarse sumergida en agua, de manera que al poseer por naturaleza resistencia a la descomposición en el agua salada (Anrango, 2020).

2.3.6.5 Higroscopicidad

La higroscopicidad es la capacidad que tienen una fibra para absorber humedad del aire e incorporarla en su estructura, el porcentaje que tiene la fibra de abacá de absorción de humedad es la misma que tienen las fibras lignocelulósicas que se encuentran en el rango del 8 al 10 % (Anrango, 2020).

2.3.6.6 Propiedades fisicoquímicas

El abacá al igual que la mayoría de las plantas de origen natural se encuentran estructuradas de tubos de diámetro de 10 nm conocidas como lumen, las estructuras tubulares están formada por paredes compuestas de hebras de tamaño nanométricos, su sección transversal es de 10 nm que son conocidas como fibrillas las cuales son extensas cadenas de moléculas de celulosa que se encuentra inmersas en la estructura de esta planta (Simbaña et al., 2020). Las excepcionales propiedades físicas del abacá se deben a los enlaces de hidrógeno entre las moléculas de celulosa que estas direccionadas a las fibrillas, esto se da por el principio de interacción de las fuerzas de Van Der Waals conocida también como polarización electroquímica entre multipolos que son el conjunto de cargas concentradas en pequeños espacios, estos pueden estar entre las fibrillas (Simbaña et al., 2020).

Tabla 3.

Propiedades fisicoquímicas de la fibra de abacá

Propiedades	Resultados
Absorción de humedad	8- 10 %
Color	Beige claro lustroso
Densidad	1,5 g/cm ³
Deformación unitaria	34.4 – 41 GPa
Elongación	3.4 – 11.1 %
Estabilidad térmica	Hasta 250 °C
Longitud	3 metro
Resistencia a la tracción	400-677 MPa

Fuente: (Simbaña et al., 2020)

2.3.7 Variedades de abacá

Filipinas es el país originario de la planta de abacá, en esta isla se encuentra diferentes variedades que se dan dependiendo de las diferentes condiciones climáticas existentes, en la provincia de Davao se han registrado al menos 12 tipos de una sola variedad, con lo que se ha convertido en un trabajo de alta dificultad identificar el número real de variedades (Robinson & Johnson, 2005).

Varios científicos han dedicado años en el estudio del abacá, pero cada vez se dificultan más este trabajo y para caracterizar una planta de estas es necesario analizar diferentes factores que intervienen en el cultivo como son: localidad, condiciones de suelo y clima, dado el caso que no se puede identificar correctamente la variedad por la simple razón que en los distritos de una misma provincia la misma planta puede ser conocida con diferentes nombres (Robinson & Johnson, 2005).

En Filipinas a partir de diferentes informes científicos publicados se ha dado a conocer una lista que abarca con el nombre de 130 variedades de abacá, sin embargo, no todas las variedades son utilizadas en el sector industrial, por lo cual resulta imposible asignar una nomenclatura concisa para cada una de estas variedades e identificar cuál de estas son útiles para ser industrializadas.

Incluso en la provincia de Davao que constaba de una alta experiencia en el cultivo y caracterización de estas plantas existía confusión que se basaban en las cualidades que presentaban en cada una de las variedades que eran cultivadas. No obstante, todo el territorio que abarca Filipinas es apto para el proceso de producción de abacá (Robinson & Johnson, 2005).

Las variedades que se las considera deseables por sus diferentes propiedades son 14, las cuales eran producidas en altos porcentajes antes de la segunda guerra mundial, (Robinson & Johnson, 2005), menciona que:

Una descripción de las variedades de abacá cultivadas en cualquier provincia de las Islas Filipinas no es una descripción totalmente exacta de las variedades de cualquier otra provincia. Sin embargo, hay un número limitado de tipos bastante distintos. Entre ellos se encuentran las variedades grandes y resistentes, de las que el tangongón es un representante; las que son algo más pequeñas y exigentes con respecto a los requisitos climáticos y de suelo, como el bungalanón; y el gran grupo de

variedades indeseables, representado por el ba-guisanon (Robinson & Johnson, 2005). En la siguiente tabla se presenta las variedades.

Tabla 4.

Variedades identificadas en Filipinas

Variedades de abacá	Posición de consumo
Tangongón	1
Maguindanao	2
Bungalanón	3
Libuton	4
Panucan	5
Arupan	6
Puteen	7
Sinaba	8
Agutay	9
Ba guisanon	10
Lawaan	11
Pulajan	12
Puspos	13
Kawayon	14

Nota. Es importante mencionar que cada una de las variedades que se encuentran en la tabla son originarias de Filipinas, siendo identificadas y caracterizadas en ese país. Fuente: (Robinson & Johnson, 2005)

2.3.8 Variedades producidas en Ecuador

Si bien se conoce Ecuador es considerado como el segundo país con mayor producción de fibra de abacá a nivel mundial, no obstante, es importante mencionar que en este territorio se cultivan solamente tres de las 14 variedades a diferencia de Filipinas, esto se da por el clima en el cual se puede dar el abacá.

Después de la segunda guerra mundial Filipinas monopolizó la producción de abacá siendo el único dueño de este mercado, surge el deseo de adaptar esta planta en diferentes regiones del mundo hasta llegar a Ecuador donde se logró cultivar tres de las variedades: Bungalanón, Tangongón y Maguindanao.

2.3.8.1 *Bungalanón*

Esta variedad es una de las más producidas en Centro América y Ecuador por sus altas cualidades, la mayoría de estas plantas son originarias del distrito de Lais Malita (Filipinas), considerada como una de las variedades más populares de abacá, esta planta se la puede identificar por el tamaño y color.

Características

Este tipo de planta presenta diferencias notables a las demás, las hojas del bungalanón son de aspecto más estrecho en referencia a las otras variedades, su color identificativo es un negro verdoso oscuro, la producción de esta llega a completarse en un tiempo aproximado de hasta 18 meses.

El bungalanón es una variedad excelente para cultivar en localidades donde las condiciones del suelo son favorables, pero sin condiciones favorables del suelo es un fracaso pronunciado. Requiere un suelo aluvial húmedo, friable y bien drenado, y no puede cultivarse ni en suelos arcillosos rígidos ni en suelos arenosos secos. En la siguiente tabla se indica las principales características de la planta bungalanón.

Tabla 5.

Principales características de la variedad bungalanón

Características	Valoración
Tiempo de madurez	18 meses
Color	Negro verdoso oscuro
Diámetro de tronco	20 a 25 cm
Longitud de fruto	15 a 30 cm
Resistente	A la sequia

Fuente:(Bourdell, 1963)

La variedad bungalanón es considerada en el campo como una de las más sucias, esta planta presenta un elevado número de hojas muertas alrededor de sus tallos, es fácil de limpiar, presenta un tamaño considerable de fibra para el proceso de hilatura, carece de brillo, sin embargo, es una fibra blanca, fuerte y de buena calidad.

En la actualidad el bungalanón no se cultiva a grandes escalas en el país, esta variedad de abacá es de tallos gruesos y para que estos se desarrollen se requiere de altas cantidades de agua, de manera que al encontrarse en climas trópicos húmedos requiere de un mayor índice de consumo de nutrientes. En la figura 13 se aprecia la variedad bungalanón.



Figura 13. Variedad bungalanón de abacá.

Fuente: (Autor)

2.3.8.2 Tangongón

Esta variedad es excelente representante de las variedades grandes, resistentes y vigorosas de abacá, esta planta es la que todo productor aspira a poder producir en sus campos, de manera que sus altas propiedades las proyectan a generar mayores ventas, esta variedad es una de las más resistentes y de mejor adaptación, es una de las variedades con mayor resistencia a la sequía y a las enfermedades de diferente índole.

Características

El tangongón consta de algunas cualidades que no son beneficiosas para los productores por lo que algunos de ellos optan por no producirla, una de las varias razones es que no se reproducen como las otras variedades, de manera que las plantaciones de esta variedad son reducidas, el agarre de la base de la planta se debilita durante el invierno, como consecuencia se obtiene el derribo de los tallos al ser estos grandes y pesados.

De igual manera como existen contras hay beneficios que resaltan en referencia a las diferentes variedades, entre estas tenemos el elevado rendimiento que oscila entre 2,5-2,75 lb de fibra seca de cada 100 lb de tallo, esta fibra consta de una alta fuerza y grosor por ende el

proceso de obtención de fibra presenta dificultad para los peladores de esta planta incluso siendo evitada por muchos de ellos.

En varias ocasiones la fibra de esta variedad tiende a bajar la calidad por el proceso de pelado, como se mencionó anteriormente esta fibra tiende a presentar dificultades en el proceso de pelado generando un proceso imperfecto que provocará una baja ponderación en su calificación.

En la tabla 6 se presenta los aspectos de mayor relevancia que muestra la variedad de abacá tangongón.

Tabla 6.

Principales características de la variedad tangongón

Características	Valoración
Diámetro de base	Mayor a 30 cm
Color	Púrpura
Tiempo de madurez	12 meses aproximados
Alta resistencia	A las sequias y enfermedades
Alto rendimiento	Fibra seca

Fuente: (Bourdell, 1963)

Robinson & Johnson (2005) nos indican que:

Las características más importantes que sirven para distinguir una variedad de abacá de otra son: El tamaño, la forma, el color del tallo, la textura de las hojas, y la manera en que las hojas cuelgan del tallo (p. 49).

En la actualidad en la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas la mayor parte de cultivos de abacá son de la variedad tangongón, por su gran adaptación rápida y bajos consumos de productos para su desarrollo se torna un cultivo factible.



Figura 14. Variedad tangongón.

Fuente: (Autor)

2.3.8.3 Maguindanao

Esta variedad de abacá contiene hojas más agrandadas que las otras dos variedades, posee de una alta resistencia, el tiempo estimado de madurez es alrededor de los 15 meses generando tallos maduros, su producción 15 a 20 tallos por planta, el aspecto de la fibra es blanca, suave y brillante (Páez, 2007).

2.3.9 Clasificación de calidad de la fibra de abacá

Al igual que las diferentes fibras textiles independientemente del origen, la fibra de abacá consta de una clasificación para determinar de cierta forma en que rango de calidad se encuentra, los factores que mayor incidencia son: tipo de variedad, color, longitud y proceso de obtención de la fibra.

En Ecuador la clasificación del abacá se basa principalmente en su color y medida de diámetro, la calidad se divide en 5 rangos, es indispensable que el tono de la fibra tienda a ser blanca o clara, de manera que así se la considera de mejor calidad (Borja, 2013).

En la **Tabla 7** se observa los principales aspectos de evaluación para caracterizar y determinar la calidad de fibra.

Tabla 7.*Caracterización de calidad de fibra*

Rango de calidad	Color interno	Características de fibra
1-2	Color blanco	Hilos finos y suaves
3	Tonalidad clara en relación con el rango 4-5.	Hilos un poco más finos que el rango 4-5.
4	Similar al color del 5 grado	Consistentemente gruesa
5	Casi blanco	Aspecto rústico, fuerte y demasiado grueso.

Nota. Aunque el rango de calidad 1-2 son similares se diferencian principalmente en la color y longitud de fibra. Fuente: (Borja, 2013)

El método de control de calidad de la fibra de abacá se basa principalmente en el diámetro, color y longitud, entre mejor presente estas propiedades sube su calidad y por consecuente aumenta su valor económico. La calidad de la fibra se encuentra ligada a la condición de los tallos de la planta, de modo que al encontrarse inmaduros o sobre duros reducen la calidad de la fibra, además complican el proceso de extracción (Borja, 2013).

A continuación, se presenta los porcentajes de cada una de las calidades de fibra de abacá.

Tabla 8.*Distribución de producción por categorías a nivel nacional*

Categoría	Porcentajes
2	22%
3	23%
4	28%
5	27%

Nota. A pesar de que Ecuador produce estos 5 rangos de calidad de fibra la de mayor demanda es la de rango 2 a nivel global. Fuente: (Borja, 2013)

La clasificación de la fibra se lo realiza durante el proceso denominado desfibrado, donde el maquinero u operario separa las calidades de acuerdo con las características anteriormente mencionadas y es donde se debe ejecutar una buena clasificación.

2.3.10 Usos y aplicaciones de la fibra de abacá

El abacá tiene diferentes aplicaciones desde ser utilizada para la elaboración de papel hasta la fabricación de prendas de hogar e incluso prendas de vestir, pero no solo llega hasta ahí con la generación de nuevos problemas cada día se ha empleado esta materia prima en el campo textil para crear artículos de recubrimiento, incluso como purificador de agua (Salazar, 2020).

2.3.10.1 Recubrimiento de automóviles

Al ser el abacá un material con altas propiedades de resistencia, la industria automotriz empezó a evaluar estas características para ser empleadas en las cubiertas de los automotores, el abacá en fibra resulta más económico que la fibra de vidrio que se emplea generalmente en este sector (Venkatasubramanian et al., 2007).

La fibra de abacá en los últimos años ha ganado posicionamiento en la creación de laminados y recubrimientos, considerados como textiles técnicos, la resistencia al impacto, flexibilidad y tracción, son propiedades de alta relevancia en la creación de recubrimientos automotrices.

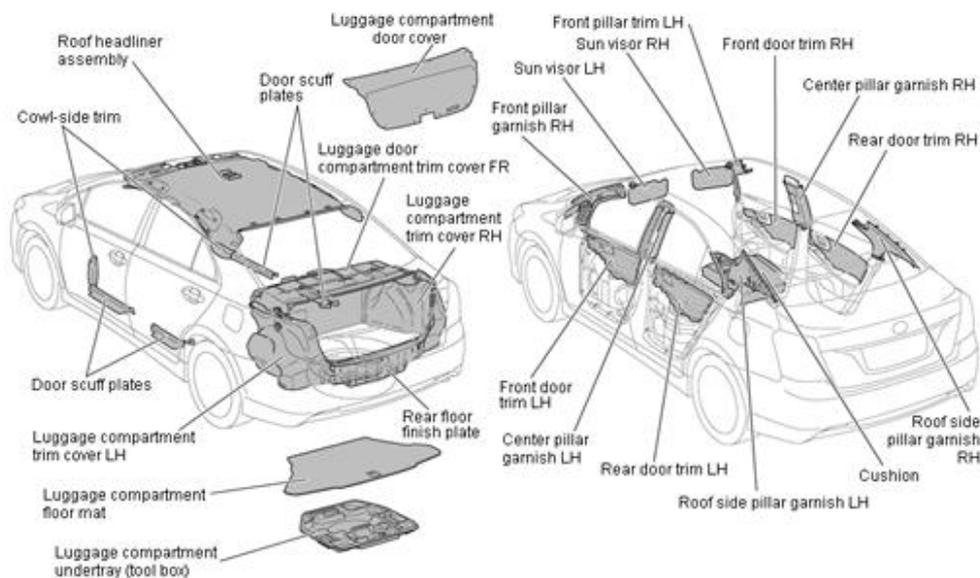


Figura 15. Elementos de plásticos reforzados con fibras naturales.

Fuente: (Majewski & Bledzki, 2013)

2.3.10.2 Purificadores de agua con fibra de abacá

Un filtro de agua es un instrumento que tiene como finalidad eliminar contaminantes que se encuentran añadidos al agua, por lo que al existir metales pesados en el agua esta podría causar ciertas enfermedades por el consumo de estos (Ortega et al., 2014).

Uno de los principales objetivos de los purificadores o filtros de agua se fundamentan en la recepción de metales pesados en su estructura entre estos podemos encontrar el Cu_2 y el Fe_2 , la fibra de abacá mediante pruebas de laboratorio reflejó resultados importantes.

Para que la fibra de abacá pueda reducir el índice de metales pesados deben encontrarse estos dos metales el Cu y el Fe, de manera que la fibra de abacá se enfoca principalmente en retener moléculas de cobre, pero quedan aún las moléculas de hierro en el agua, sin embargo otra de las fibras que se emplean para este tipo de filtros es la fibra de plátano que tiene la capacidad de absorber el hierro, de manera que para poder eliminar los dos metales es necesario utilizar una mezcla de estas dos fibras (Ortega et al., 2014).



Figura 16. Purificación de agua con abacá.

Fuente: (Ortega et al., 2014)

2.3.10.1 *Elaboración de tejidos*

La fibra de abacá al constar de una alta resistencia, aspecto rústico, lleno de impurezas, presenta dificultad en el proceso de hilatura y posteriormente en el teñido, no obstante, a través de investigaciones se han desarrollado tratamientos de ablandamiento como se lo realiza al lino y algodón (Anrango, 2020).

Para la obtención de un buen tejido de fibra de abacá, la fibra debe llevar un proceso adecuado de preparación, esto es fundamental para obtener un género textil que tenga un alto consumo, los artículos elaborados de este material son: sogas, bramantes, cordeles y artículos relacionados a la pesca (Páez, 2007).

2.3.10.2 *Elaboración de no tejidos y textiles técnicos*

Los no tejidos se consideran las estructuras formadas por entrelazamientos o enmarañamientos de fibras, esto se lo puede lograr través de procesos físicos o químicos (Sataloff et al., 2014), el abacá también es empleado en la elaboración de este tipo de géneros textiles, especialmente se elabora bolsas de té y café, papel de envoltura de embutidos, billetes, papel de cigarrillos, etc., (Anrango, 2020).

La elaboración de textiles técnicos en la actualidad ha tomado gran importancia en la industria de la construcción, esto se ha logrado con la ayuda de distintas fibras sintéticas, que constan de una alta resistencia, pero a estos materiales se dificulta su degradación, convirtiéndose en contaminantes ambientales, de esta forma las fibras naturales han empezado a posesionarse en este campo, (Chang & Montero, 2015) mencionan “el abacá por su alta resistencia ha sido empleado como aislante térmico, acústico” se considera esta fibra con un gran potencial para la elaboración de géneros textiles, además se ha logrado crear geotextiles por la buena absorción y filtración de agua que presenta el abacá (Hakeem et al., 2015).

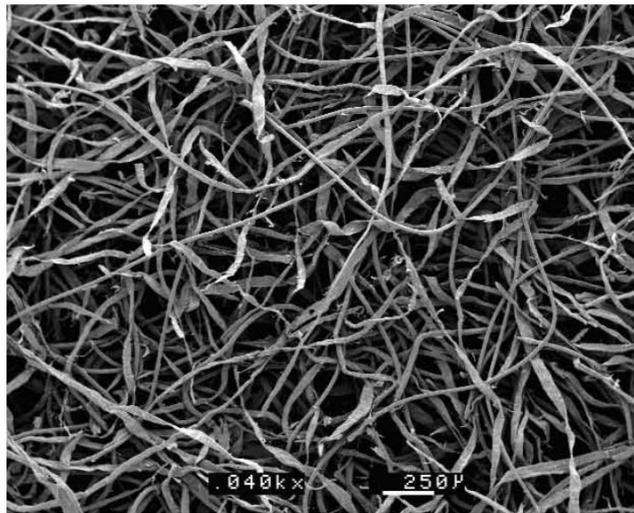


Figura 17. Estructura de un no tejido.
Fuente: (Sempere Jaén, 2019)

CAPÍTULO III

3. Metodología

Este capítulo abarca toda la información referente a los procedimientos, materiales, variables y técnicas, desarrolladas en los ensayos de laboratorios de la Carrera de Textiles.

Para la determinación de las propiedades físicas: color, resistencia y longitud, se empleará normas estandarizadas, para identificar cual, de las calidades, variedades presentan mejores propiedades. La evaluación del color se desarrollará mediante la norma ISO 105 A06, la resistencia mediante la norma ISO 2062:2009 y la longitud será medida mediante un flexómetro, con la finalidad de identificar que variedad presenta mejores propiedades en con respecto a su calidad (1-2).

3.1 Proceso de obtención de la fibra de abacá

El proceso de obtención de la fibra de abacá se basa en el siguiente flujograma de proceso.

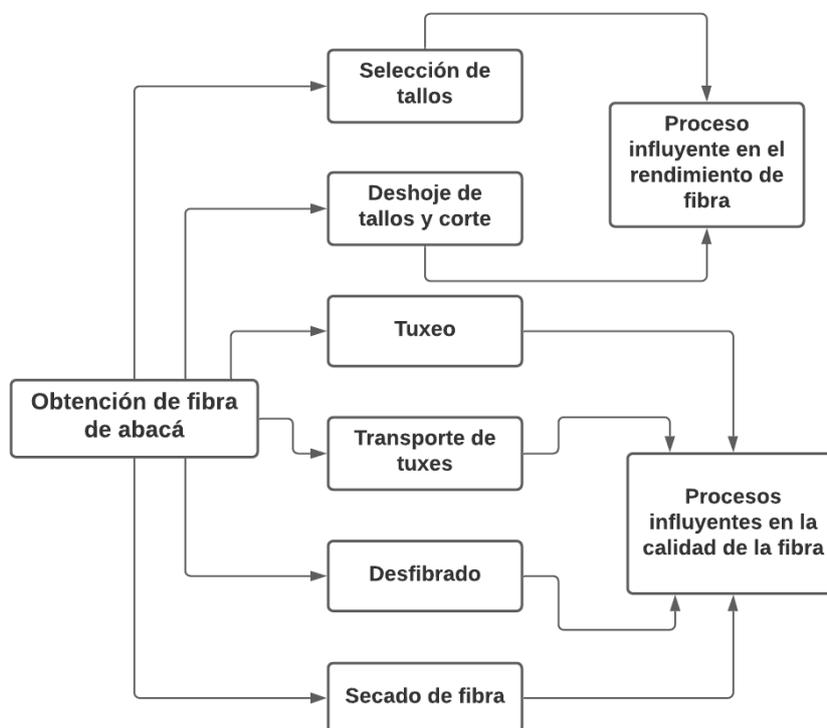


Figura 18. Proceso de obtención de fibra.

Fuente: (Autor)

Ubicación de la plantación de abacá: la fibra de abacá se consigue en la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas, en la finca del Ingeniero Agrónomo Julio Sánchez productor y exportador, la finca se encuentra en la vía a Quevedo en el Km 23 con las coordenadas 0°25'47.8"S 79°21'46.8"W -0.429940, -79.362986.

Selección de tallos: este proceso se lleva a cabo todos los días basándose principalmente en identificar si el tallo ha alcanzado la madurez necesaria, se consigue cuándo la planta empieza a generar un fruto, la identificación de las plantas que serán cortadas se debe realizar en toda la zona en la que se está trabajando.



Figura 19. Tallo listo para el corte.

Fuente: (Autor)

Deshoje y corte de tallo: al finalizar la selección del tallo el siguiente paso se corta las hojas sobresalientes de la planta para que en el proceso de tuxeo no haya inconvenientes con estas hojas, esta acción de deshoje y corte se realiza tallo por tallo, una vez cortado el tallo se procede hacer porciones de un peso de 3 Kg aproximadamente.



Figura 20. Deshoje del tallo.

Fuente: (Autor)

Tuxeo: este proceso tiene como finalidad realizar un corte trasversal en el tallo del abacá para obtener la fibra, el cuchillo es de doble filo para facilitar la separación de las capas de fibras y tallo, es esta acción se empieza a identificar la calidad de la fibra, esto finaliza con la unión de los tuxes de cada uno de los montones de tallos.



Figura 21. Proceso de Tuxeo.

Fuente: (Autor)

Transporte de tuxes: una vez finalizado el proceso de tuxeo se transporta los tuxes hacia el lugar de desfibrado, se lo realiza empleando mulares de carga con un cierto peso, cada uno de los tuxes pesan aproximadamente de 15 a 25 kg.



Figura 22. Transporte de Tuxes.

Fuente: (Autor)

Desfibre: en este proceso se obtiene la fibra, a través de la máquina de desgarre, el maquinero (persona encargada del proceso de desfibre) empieza con la clasificación de cada una de las categorías de la calidad de abacá, este proceso tarda por cada uno de los tuxes de 20 a 30 minutos donde se obtiene alrededor de 3 kg fibra neta.



Figura 23. Maquinero realizando el desfibre.

Fuente: (Autor)

Secado de fibra: al finalizar el desfibre y clasificadas las fibras en cada una de las categorías se procede con el secado, esto dependerá de las condiciones climáticas de la zona, si el clima esta soleado puede tardarse hasta 30 minutos y si esta lluvioso o nublado puede tardar varias horas.



Figura 24. Secado de fibra.

Fuente: (Autor)

Caracterización de la calidad de la fibra: la caracterización de la calidad de la fibra de abacá es un parámetro importante de manera que, depende de algunos aspectos en la división de acuerdo con sus propiedades, en el proceso de tuxeo se separa la sección del tallo en el cual se está realizando el corte.

En la **Figura 25** se presenta como se encuentran situadas las categorías de calidad del abacá.



Figura 25. Categorías de calidad de fibra.

Fuente: (Autor)

En la tabla 9 se aprecia cada una de las categorías de calidad de la fibra de abacá.

Tabla 9.
División de calidades de la fibra

Categorías	División de tallo
2da	
3ra	
4ta	
5ta	

Nota. La categoría 2 está conformada por las calidades 1-2 de la fibra de abacá, se clasifica de esta manera al no presentar diferencias relevantes en su comercialización.

3.2 Normas utilizadas

3.2.1 Norma ISO 2062:2009

La norma ISO 2062:2009 determina la fuerza de rotura y alargamiento de rotura de hilos textiles, se realiza en un equipo de fuerza constante para determinar estos parámetros, este método se lo emplea en la mayoría de los materiales excepto a hilos de vidrio, elastómeros, aramidas, cerámica, carbono y polietileno molecular ultra elevado (Organización Internacional de Normalización, 1995).

3.2.2 Norma ISO 105 A06

Esta normativa determina la profundidad estándar de 1/1 de un teñido o de cualquier material textil por un método colorimétrico. Este ensayo se encuentra direccionado únicamente a evaluar

la profundidad del color que serán verificados en las coordenadas CIELAB que constituyen luminosidad, croma y matiz (Organización Internacional de Normalización, 2020).

3.3 Flujoograma general del proceso

El siguiente flujoograma indica el procedimiento a desarrollar para iniciar con los ensayos de laboratorio, de esta manera determinar cada uno de los parámetros planteados en la investigación y posteriormente analizar los resultados obtenidos.

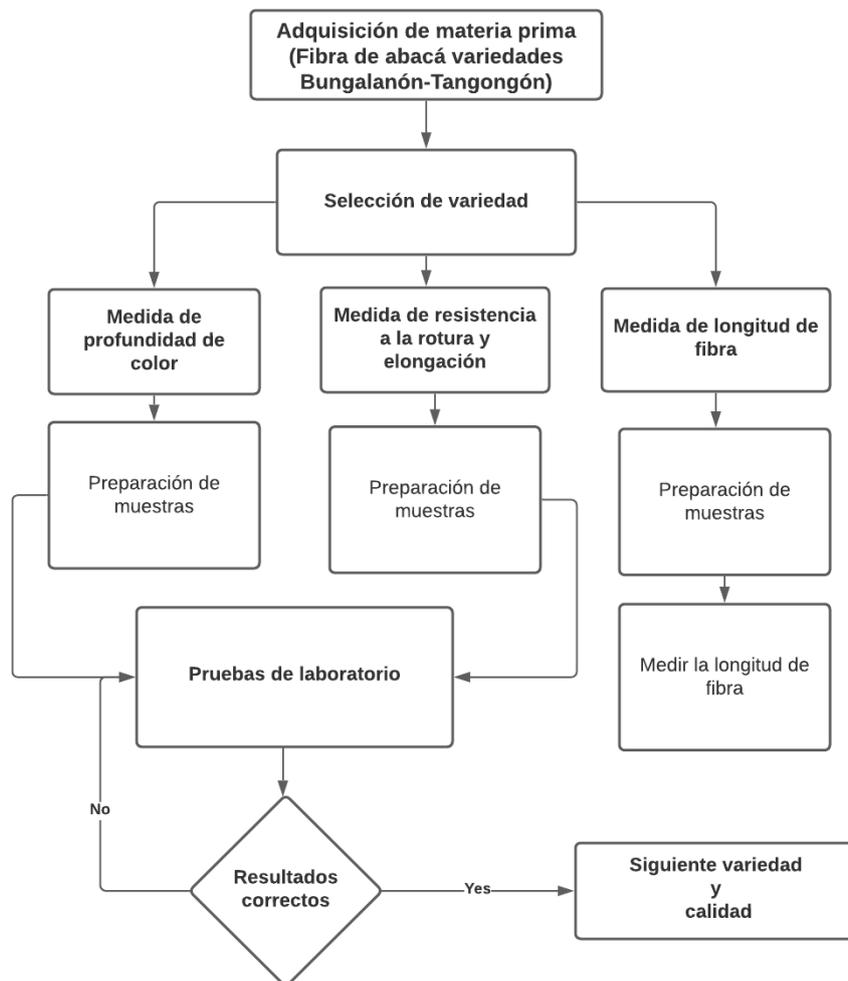


Figura 26. Flujoograma de procesos.

Fuente: (Autor)

3.3.1 Descripción del flujoograma general

Adquisición de materia prima: la principal acción que se debe realizar es adquirir la fibra de abacá de las dos variedades en que se basa la investigación.

Selección de variedad: este proceso está comprendido con la selección de la variedad de fibra dependiendo de cuál sea la elección del investigador, aquí se comprenden la fibra bungalanón y tangongón.

Medición de la profundidad de color: aquí se procede a identificar la norma que se utilizará para realizar esta acción de acuerdo con la investigación, la prueba a desarrollarse es la ISO 105 A06.

Preparación de la muestra: antes de iniciar con la prueba de laboratorio las muestras se acondicionan para realizar la prueba en el equipo encargado de este ensayo.

Medición de resistencia a la rotura-alargamiento: en este proceso se procede a identificar la norma y equipo que se utilizará en este caso se empleará la norma ISO 2062:2009.

Preparación de la muestra: antes de iniciar con la prueba de laboratorio se debe preparar la muestra para introducirla en el equipo encargado de este ensayo.

Medida de longitud: este proceso comprende la identificación de un método adaptado para medir la fibra de cada una de las variedades mediante aspectos técnicos.

Pruebas de laboratorio: es el proceso de desarrollo práctico de cada uno de los ensayos, es importante realizar por separados, cada una de estas pruebas de laboratorio con las distintas variedades y calidades.

Resultados: una vez realizado los ensayos se obtiene los resultados de una variedad y se continua con la siguiente variedad hasta finalizar este proceso. En el caso que se haya cometido algún error se procederá a repetir el ensayo correspondiente.

3.4 Equipos

A continuación, se describe los equipos de laboratorio que emplea en el desarrollo de la investigación de acuerdo con cada una de las normas ISO. Para cada una de las pruebas requiere diferentes equipos de laboratorio, de manera que estos son especificados en cada una de las normativas que se emplea para evaluar las características de cada variedad de fibra de abacá.

3.4.1 Equipo empleado en la norma ISO 2062

El equipo empleado en esta norma consta de la fuerza y velocidad constante. En esta investigación se emplea el dinámetro, el equipo consta de todas las características necesarias para desarrollar este tipo de pruebas.

3.4.2 Equipo requerido en la norma ISO 105-A06

El equipo que se emplea es el espectrofotómetro de color, se encarga de identificar las ondas de color que emite el género o artículo textil que se está evaluando, esta medida es en nanómetros.

3.5 Prueba de profundidad de color

La prueba de profundidad del color se desarrolla mediante la norma ISO 105 A06, se identifica la diferencia de color de cada una de las variedades de fibra de abacá, este método colorimétrico será representado en las coordenadas CIELAB, en la figura 27 se observa las coordenadas CIELAB.

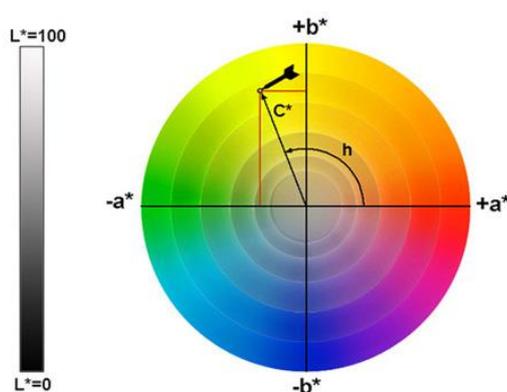


Figura 27. Espacio CIELAB.

Fuente: (Talens, 2017)

Es importante comprender cada uno de los cuadrantes y variables que se encuentran en la figura 27, en la tabla 10 se detalla los símbolos y significado de lo mencionado.

Tabla 10.

Variables del plano CIELAB

Simbología	Significado
L*	Luminosidad
C*	Croma
h°	Tono angular (Matiz)
b*	Amarillo
a*	Rojo
-b*	Azul
-a*	Verde

Fuente: (Talens, 2017)

3.5.1 Medida del color de fibra

La medida del color de la fibra se realiza con el espectrofotómetro de color, primeramente, se realiza la calibración, una vez se realizada la calibración se procede a medir el color de cada una de las variedades y calidades de fibra de abacá.

3.5.2 Preparación de muestras

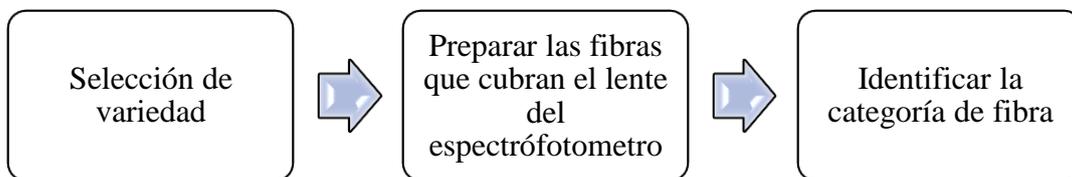


Figura 28. Preparación de muestra.

Fuente: (Autor)

Para caracterizar las fibras se selecciona primeramente la variedad bungalowón, se prepara las muestras y acondiciona, se inicia con la quinta categoría mediante la norma ISO 105 A06 que establece que se debe realizar 4 tomas de lectura, esto se realizó en diferentes ubicaciones de la muestra, este proceso se elabora con cada una de las categorías hasta culminar con la segunda categoría donde se encuentran inmersas las calidades 1-2.

Para identificar las diferencias del color de una variedad con respecto a la otra se debe emplear las siguientes fórmulas.

Tabla 11.*Fórmulas para identificar la variación del color*

Fórmula	Descripción
$\Delta E_{ab} = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2}$	Diferencia de color
$\Delta E_{ab} = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta C^*)^2 + (\Delta H^*)^2}$	Diferencia de color
$\Delta L^* = L^*_T - L^*_S$	Diferencia de luminosidad
$\Delta a^* = a^*_T - a^*_S$	Diferencia de rojo-verde
$\Delta b^* = b^*_T - b^*_S$	Diferencia de amarillo-azul
$C_{ab}^* = \sqrt{a^{*2} + b^{*2}}$	Croma
$h_{ab} = \arctan(b^*/a^*)$	Ángulo de matiz

Nota. Las fórmulas de la tabla se emplearán en el capítulo IV, para analizar las diferencias de color de cada una de las variedades.

3.6 Prueba de resistencia

La resistencia es un parámetro importante en el campo textil, la norma ISO 2062 aplica para determinar la fuerza de rotura y alargamiento en hilos individuales. El instrumento de velocidad y fuerza constante que se emplea para ensayos de resistencias a la tracción y elongación en la industria textil es el dinamómetro Titán 5, con una fuerza máxima de hasta 5000 newtons (N), su software complementa su funcionamiento que permite crear y adecuar normas dependiendo del uso final, los resultados exportan fácilmente en documentos pdf o Excel.

3.6.1 Resistencia a la rotura

Esto se genera cuando se aplica una carga en sentido axial (esfuerzo interno o resultante de las tensiones perpendiculares) a la fibra de forma elevada provoca la rotura de fibras denominada como carga de rotura (Carrera, 2017).

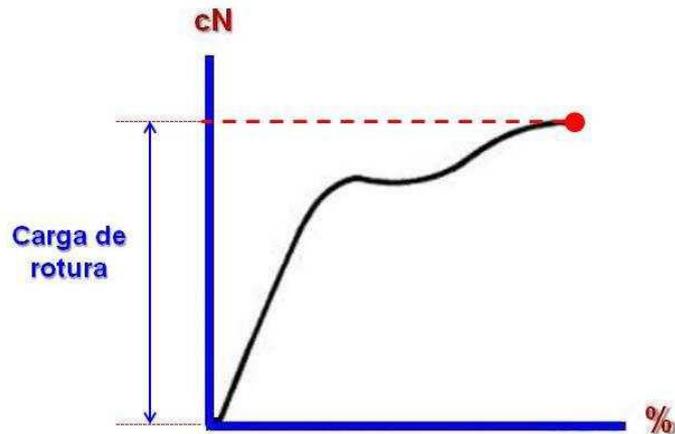


Figura 29. Carga de rotura.

Fuente: (Carrera, 2017)

3.6.2 Alargamiento a la rotura

Una vez que la fibra llega al punto de romperse esta cambian su dimensión, al inicio del ensayo esta se encuentra en estado natural cuando se le aplica una carga esta tiende a deformarse incrementando su longitud, a esto se lo denomina alargamiento y este valor se lo expresa habitualmente en % (Carrera, 2017).

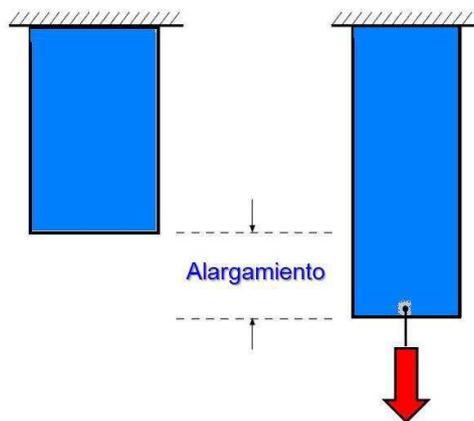


Figura 30. Alargamiento por tracción axial.

Fuente: (Carrera, 2017)

3.6.3 Trabajo de rotura

Es la energía requerida para romper la fibra se denomina trabajo de rotura, se interpreta en un gráfico mediante el uso de la tenacidad-alargamiento, las unidades de medidas son los cN (centinewton).

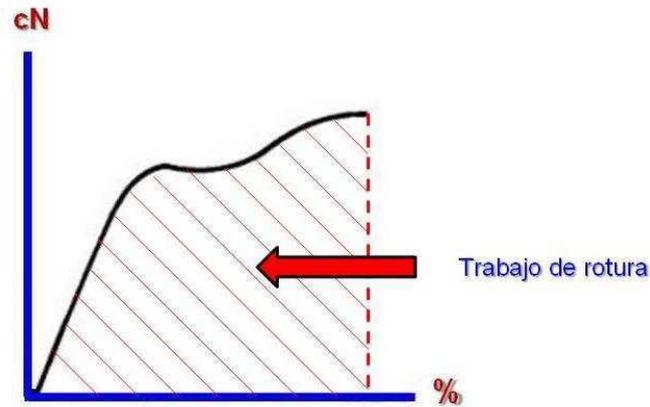


Figura 31. Trabajo de rotura.

Fuente: (Carrera, 2017)

3.7 Preparación de muestras

Al existir diferentes categorías de calidad de la fibra de abacá es necesario realizar una selección de las fibras, para la prueba se emplea la norma ISO 2062 la cual especifica que se debe emplear 20 probetas con la finalidad de reducir el índice de variación de resistencia al alargamiento y rotura.

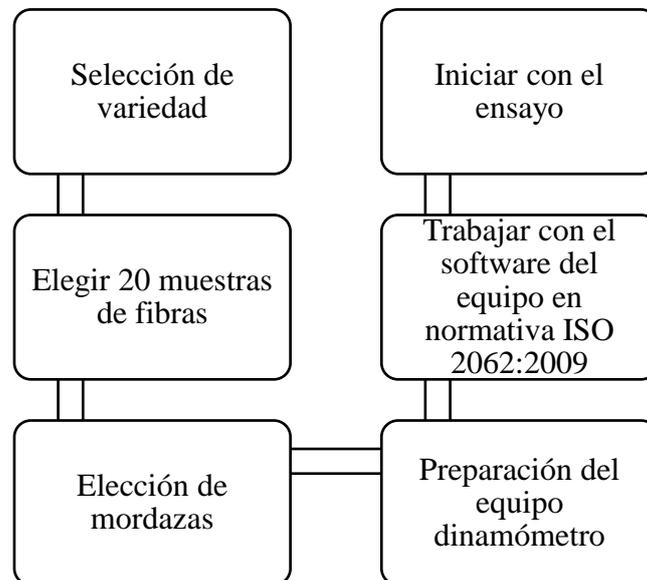


Figura 32. Preparación de muestras ensayo ISO 2062:2009.

Fuente: (Autor)

3.8 Longitud de fibra

La longitud de fibras es una propiedad importante para decidir el método de hilatura para manufacturar un género textil, dependiendo del direccionamiento que se le quiera dar a una fibra. Las fibras naturales constan de una longitud limitada que puede variar

de 10 a 900 mm, a diferencia de la seda natural esta puede alcanzar hasta 1500 m al ser un filamento del capullo de seda. La fibra de abacá consta de una longitud diferente, que no se mide al igual que la fibra de algodón o de lana, de manera que el tamaño de la fibra de abacá será variable dependiendo del tiempo de madurez de la planta, esta puede llegar a madurar con una longitud de planta de 2 hasta 8 metros.

Para medir la fibra existen diferentes métodos que se puede emplear de acuerdo con la procedencia de esta, llegando a emplear técnicas ideales para mediar la fibra de algodón como es el método pulling.

La mayoría de los métodos empleados para medir la longitud de una fibra contienen datos estadísticos que a través de ciertas formas se puede identificar los resultados que se obtiene mediante estos procesos, generalmente para lo que son fibras largas se puede emplear un método manual mediante la siguiente fórmula.

$$\text{Longitud promedio} = \frac{\text{longitud nominal en m(metros)}}{\# \text{ muestras}}$$

(Carrera, 2017) menciona que “para interpretar los resultados de la medida de la longitud de fibra los datos obtenidos deberán constar de parámetros entendibles”, la expresión de estos datos debe constar de:

- ✓ Número de fibras medidas
- ✓ % en número de fibras de cada clase
- ✓ Longitud media
- ✓ CV %

3.8.1 Diagramas de fibras

Este tipo de diagrama es generalmente empleado en fibras de procedencia química de manera que estas constan de una longitud homogénea, la uniformidad de fibra tiene como beneficio una mayor resistencia en los hilos (Carrera, 2017).



Figura 33. Diagrama triangular.

Fuente: (Carrera, 2017)

Medición de la fibra de abacá

La fibra de abacá tiende a presentar diferentes longitudes dependiendo de la características y desarrollo que alcance la planta, una vez que esta llegue a su estado de madurez, para mediar la longitud en una fibra como esta se empleara un método manual que permita dar un punto de referencia que podría tener el abacá.

Se emplea una superficie plana para distinguir la variación de la fibra, esto permitirá visualizar las longitudes existentes. Con la ayuda de un instrumento de medición de longitud como un flexómetro se procedió a seleccionar cada una de las variedades y a medir esta propiedad física del abacá.

4. CAPÍTULO IV

4.1 Resultados y discusión de resultados

En este capítulo se presenta los resultados obtenidos de cada una de las pruebas realizadas. Se analiza los valores obtenidos en los instrumentos de medición como espectrofotómetro de color, dinamómetro, se identifica la variación existente en cada una de las variedades estudiadas.

Los datos obtenidos se analizan en el software estadístico Past 4 para verificar la confiabilidad de los resultados, para esto se emplea tablas y gráficos que faciliten la interpretación.

4.1.1 Resultados

4.1.1.1 Ensayo de medición de color

La fibra de abacá tiene similitudes de color entre las variedades bungalanón y tangongón; que resulta difícil de identificar visualmente sus calidades de fibra y la variedad a la que corresponde, de manera que este ensayo tiene la finalidad de diferenciar las características colorimétricas que permitan caracterizar cada una de sus calidades.

El primer ensayo que se desarrolla en la parte experimental de la investigación es la medición del color obteniendo los siguientes resultados con cada una de las variedades de fibra de abacá.

4.1.1.2 Resultados medición de color variedad bungalanón

Los resultados que se obtuvieron del ensayo mediante la norma ISO 105-A06 se encuentra en el apartado de anexos, de modo que con la ayuda de los mismos, se deducirá cual de cada una de las variedades presenta mejores propiedades respecto a la propiedad del color.

4.1.1.3 Comparación de resultados de variedad bungalanón

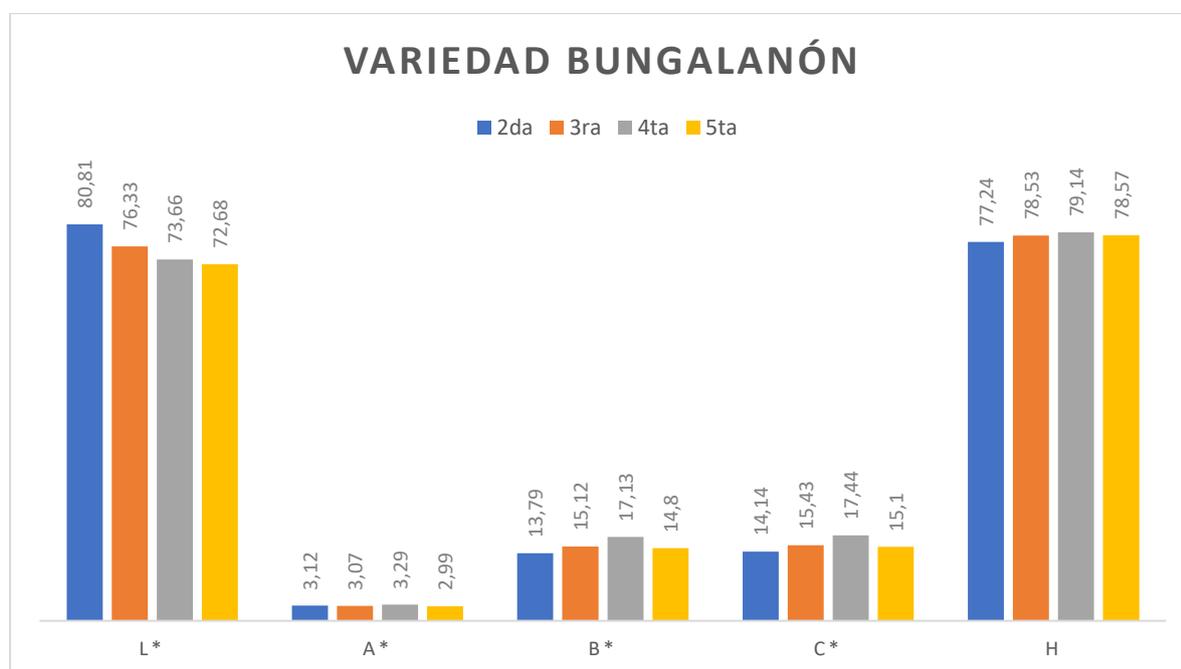
La diferencia de color que presenta la variedad bungalanón se evidencia en la **Figura 34**, los resultados del espectrofotómetro de color se presentan en la Tabla 12.

Tabla 12*Datos colorimétricos de la variedad bungalanón*

Categorías	L*	a*	b*	c*	h
2da	80,81	3,12	13,79	14,14	77,24
3ra	76,33	3,07	15,12	15,43	78,53
4ta	73,66	3,29	17,13	17,44	79,14
5ta	72,68	2,99	14,8	15,10	78,57

Nota. Los datos que se encuentra en la tabla es una recopilación de información de los resultados obtenidos en las pruebas de laboratorio, únicamente de la variedad bungalanón.

En la Figura 34 se observa la variación existente entre cada una de las calidades de la variedad bungalanón, se aprecia la diferencia que hay entre cada categoría de fibra en el gráfico.

**Figura 34.** Comparación de color entre calidades.**Fuente:** (Autor)**Interpretación del gráfico**

L* de acuerdo con el gráfico se identifica la variación de la luminosidad en cada una de las calidades de fibra tomando el valor 80.81 de la calidad (1-2) como el valor más alto por lo cual en la escala de luminosidad el valor que se acerca al 100 tiende a presentar mejor luminosidad, mientras que las siguientes categorías disminuye esta propiedad de manera paulatina hasta llegar a la calidad 5 que es considerada como la fibra más oscura en esta variedad, como se observa en la **Figura 34**.

a* la variedad bungalanón se caracteriza por presentar una tonalidad rojiza, pero al clasificar la fibra en la escala de rojos se observa que la calidad (1-2) con un valor de 3.12 se convierte en el segundo valor más alto, de modo que la calidad 4 tienen el tono rojizo de fácil visualización con un valor de 3.29, existiendo una mínima diferencia entre la calidad (1-2) y 4. La variación porcentual se encuentra en la **Tabla 13**.

El color característico se encuentra dado la escala de amarillos, por el croma y el matiz, de manera que cada una de las variedades tiene el color característico amarillo de esta fibra, en la **Tabla 12** se observa la variación mínima entre cada una de las variedades.

Tabla 13

Diferencia porcentual entre calidades

Luminosidad	Escala roja	Escala amarilla	Croma	Matiz
(L*)	(a*)	(b*)	(c*)	(h)
2da-3ra 5.54%	4ta-2da 5.17%	4ta-3ra 11.73%	4ta-3ra 11.5%	4ta-5ta 0.72%
2da-4ta 8.85%	4ta-3ra 6.69%	4ta-5ta 13.60%	4ta-5ta 13.4%	4ta-3ra 0.77%
2da-5ta 10%	4ta-5ta 9.12%	4ta-2da 19.5%	4ta-2da 18.9%	4ta-2da 2.4%

Nota. Los porcentajes obtenidos empleando el valor máximo de cada uno de los factores evaluados.

El color de la variedad bungalanón es el amarillo no obstante la calidad que mejores propiedades de color presenta es la (1-2) tanto en su luminosidad, escala de rojos, escala de amarillos y croma; la calidad 3 y 4 presentaron similitudes en sus resultados pero, la categoría 4 presenta un tono más rojizo con respecto a las otras categorías; la categoría 5 es la que menores propiedades presenta por lo cual está al encontrarse en la parte externa presenta el color característico de la planta.

4.1.1.4 Análisis del color variedad tangongón

La interpretación del color de la variedad tangongón presenta ciertas peculiaridades en relación con la anterior, si bien la característica de la capa exterior del tangongón es verde con negro, en el proceso de corte y separación de la parte fibrosa se desprende en gran cantidad de estos colores del tallo, es por esta razón que la tendencia del color de la fibra se encuentra direccionado en la escala de amarillos.

4.1.1.5 Comparación de color variedad tangongón

La fibra de tangongón presenta una variación de color característico de las categorías de la fibra de manera que, en el país se comercializa la fibra enfocándose al color de esta; la fibra de abacá es dividida en 4 categorías, en la **Figura 35** identifica las diferencias colorimétricas existentes.

Tabla 14

Datos colorimétricos de la variedad tangongón

Categoría	L*	a*	b*	c*	h
2da	82,82	4,01	12,99	13,44	75,12
3ra	79,05	3,81	13,73	13,97	79,58
4ta	73,6	3,45	17,29	17,75	76,93
5ta	71,47	2,53	16,76	17,18	77,19

Nota. Los datos de la tabla es el resumen de los valores obtenidos en las pruebas de laboratorio con la Norma ISO 105 A06.

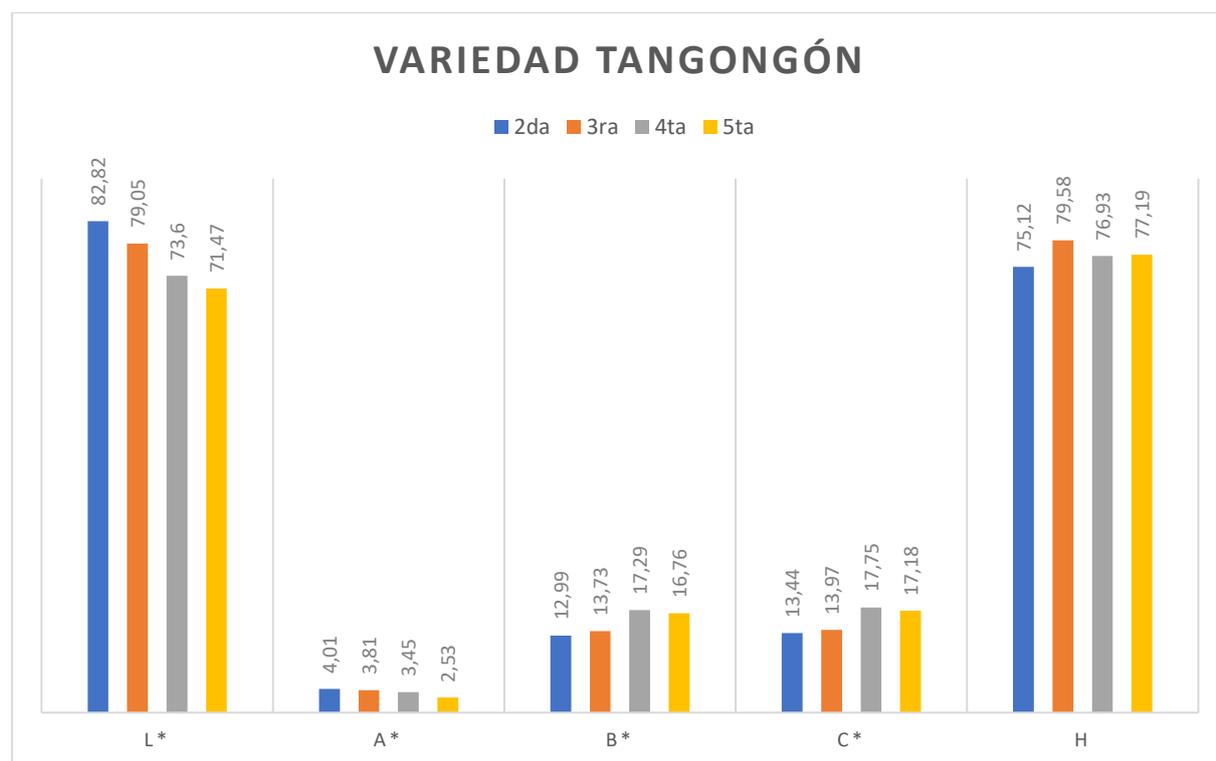


Figura 35. Comparación del color entre calidades.

Fuente: (Autor)

L*= La diferencia de luminosidad es notable en los resultados obtenidos a través del espectrofotómetro de color por lo que, se observa que la variación existente en las categorías se percibe con facilidad mediante la visión humana, por lo cual el valor máximo es 82.82 correspondiente a la categoría (1-2) siendo la fibra más clara mientras que la categoría 5 es la más oscura con un valor de 71.47.

A*= La escala de rojos existe una variación significativa de manera que el valor máximo es de 4.01 de la calidad (1-2) existiendo un mayor tono de rojo en esta, mientras que el valor mínimo de 2.53 correspondiente a la calidad 5 con menos presencia del tono rojizo en esta.

B*= En la escala de amarillos el valor máximo que se presenta se encuentra en la calidad 4 con un valor de 17.75 proporciona un color amarillo mayor a las otras calidades; mientras que el valor mínimo corresponde a la 2da categoría con un 12.99 con una tonalidad amarilla clara.

c*= El grado de pureza de color es diferente en cada una de las variedades de manera que, esto se puede notar en cada una de las variedades.

h°= El matiz la fibra de abacá es amarilla independientemente de la variedad que se esté analizando, según los resultados analizados tiende a ser oscuro o claro dependiendo de la categoría de la fibra.

Tabla 15

Diferencia porcentual entre categorías tangongón

Luminosidad (L*)	Escala amarilla (a*)	Escala rojos (b*)	Croma (c*)	Matiz (h°)
2da-3ra 4.55%	2da-3ra 5%	4ta-5ta 3.07%	4ta-5ta 3.21%	3ra-5ta 3%
2da-4ta 11.13%	2da-4ta 13.9%	4ta-3ra 20.6%	4ta-3ra 21.3%	3ra-4ta 3.33%
2da-5ta 13.7%	2da-5ta 36.91%	4ta-2da 24.8%	4ta-2da 24.28%	3ra-2da 5.6%

Nota. El porcentaje se obtuvo mediante el valor máximo obtenido por calidad.

Comparación entre variedades

La investigación desarrollada se encuentra enfocada en identificar cuál de las variedades (Bungalanón o Tangongón) presenta mejores propiedades de color

basándose en la calidad (1-2) de sus fibras, de manera que a continuación se presenta la comparación de color.

Tabla 16

Valores colorimétricos de la calidad (1-2)

Variedad	L*	a*	b*	c*	h°
Tangongón	80,81	3,12	13,79	14,14	77,24
Bungalanón	82,82	4,01	12,99	13,44	75,12

Fuente: (Autor)

En la **Figura 36** se observan los datos de cada variedad de fibra de abacá referentes a la calidad (1-2), por lo cual, se nota claramente la diferencia existente entre la variedad bungalanón y tangongón.

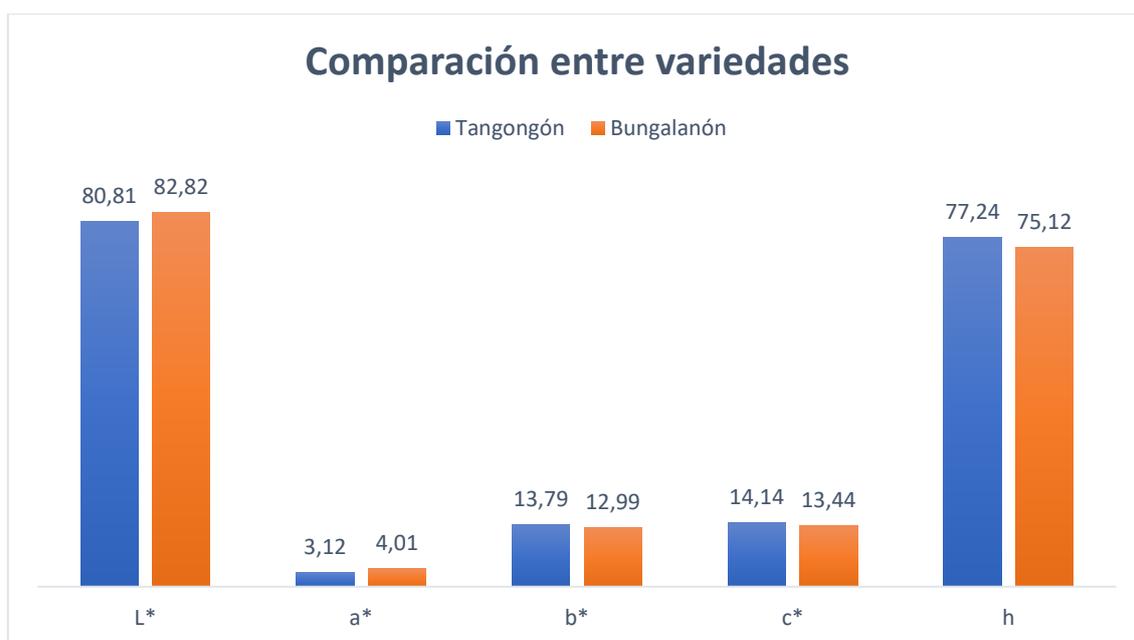


Figura 36. Comparación calidad (1-2) Bungalanón-Tangongón.

Fuente: (Autor)

En la siguiente tabla se observan la diferencia porcentual entre las variedades bungalanón y tangongón.

Tabla 17*Diferencia de porcentajes entre Bungalanón-Tangongón*

L*	a*	b*	c*	h°
Bun-Tan 2.4%	Bun-Tan 22.2%	Tan-Bun 5.8%	Tan-Bun 4.95%	Tan-Bun 2.7%

Nota. En la presente tabla se observa la variación de % de acuerdo con sus valores máximos evaluados en el ensayo ISO 105 A06.

Variedad	L*	a*	b*	c*	h°
Tangongón	80,81	3,12	13,79	14,14	77,24
Bungalanón	82,82	4,01	12,99	13,44	75,12

Fuente: (Autor)

A continuación, se presenta una tabla en la que se aprecia la valoración obtenida en base a los resultados representados en la **Figura 36**.

Tabla 18.*Valoración del color de la fibra en base a su calidad (1-2)*

Propiedad	Bungalanón	Tangongón
Luminosidad (L*)	Mayor	Menor
Escala de rojo (a*)	Mayor	Menor
Escala de amarillo (*b)	Menor	Mayor
Croma (c*)	Menor	Mayor
Matiz (h°)	Menor	Mayor

Nota. Los resultados indican que, la fibra con mayor claridad es la fibra de Tangongón mientras que la fibra de Bungalanón presenta un tono más fuerte con respecto al amarillo de la fibra.

4.1.1.6 *Discusión de resultados*

Una vez realizado el respectivo análisis de cada una de las variedades, de modo que, la calidad de tangongón tiene un color más claro con respecto al color del bungalanón por lo cual, las dos fibras presentan excelentes propiedades colorimétricas, la fibra de la variedad tangongón tiende a tener una tonalidad beige clara en su calidad (1-2), mientras que la fibra de bungalanón de la calidad (1-2) presenta un tono amarillo más definido, la influencia del color depende del tipo de artículo o producto en el cual vaya a ser empleada esta fibra.

4.1.2 Ensayo de medición de fuerza rotura-elongación

La fuerza de rotura-elongación es un factor importante para los procesos posteriores en el sector textil, independientemente del uso final de la fibra, esta propiedad determina el método de hilatura. Este ensayo se inicia con la variedad bungalowón con cada una de sus categorías y de igual manera con la variedad tangongón.

Tabla19

Adaptación de tabla de características de la norma ISO 2062:2009

Detalles del ensayo	
Test Name:	Resistencia Bungalowón 2 categoría
Customer:	Andrés Sancán
Probetas:	20
Direcciones requeridas:	No aplicable
Plan de Mordazas:	T15
Separación de mordazas:	250,00 mm
Force Control Gain:	25
Célula de carga:	1000 N
Detalles del ensayo	
Load Cell SN:	718817
Versión:	5.0.10.0
Firmware:	V2.7
Titan SN:	1410/15/1011
Tested by:	Administrator
Configuración del procedimiento	
Detección de rotura:	20%
Pretensión:	5,00 cN
Velocidad:	250,00 mm/min

El ensayo de fuerza de rotura-elongación se realizó mediante la norma ISO 2062:2009, según el procedimiento de operación indica que se debe utilizar 20 probetas para el análisis, es importante mencionar que las muestras deben ser mayores a la longitud de separación de las mordazas. En la siguiente tabla se observan los resultados obtenidos de la variedad bungalowón.

Una de las principales características de la fibra de abacá es su resistencia, por lo cual en la presente investigación se comprueba el punto máximo de carga o rotura de cada una de las calidades de la variedad bungalowón. En la se presenta los resultados obtenidos en el dinamómetro Titán 5 empleando la norma ISO 2062:2009.

Al analizar las 4 categorías se identifica cuál de las categorías presenta mayor resistencia y mejor elongación de manera que en la siguiente tabla se encuentran los valores estadísticos de mayor relevancia con el fin de comprender de una manera optimizada la información.

Tabla 20*Resultados del ensayo ISO 2062:2009 variedad bungalowón*

Probeta	2da categoría		3ra categoría		4ta categoría		5ta categoría	
	Fuerza máxima (cN)	Extensión (%)						
1	4923,02	4,43	3231,84	4,92	2159,96	5,17	1416,79	6,26
2	4716,83	4,17	2647,65	4,02	3247,68	4,07	2550,44	9,02
3	5781,5	4,42	2434,42	3	3924,34	4,17	1837,21	7,35
4	3722,95	3,67	3510,88	4,34	2625,56	4,52	2517,4	8,77
5	3645,82	3,33	3355,57	4,75	2403,97	3,83	2186,07	4,18
6	5019,37	4,51	3848,36	5,91	3851,93	4,34	1871,42	4,42
7	5466,23	4,35	3674,68	4,92	2879,2	4,51	1626,91	3,77
8	3718,1	3,67	3415,36	4,84	3811,83	4,67	1834,56	4,25
9	5585,05	4,26	1759,45	3,61	3145,59	4,09	3034,07	9,18
10	4973,37	4,42	4101,54	5,18	4196,28	4,66	2657,43	4,69
11	4462,68	4,07	3645,3	3,77	1680,69	3,57	2391,57	5,62
12	5692,36	4,24	2631,85	3,5	4236,28	5,24	1581,68	2,9
13	4669,78	4,44	4990,2	5,17	1780,47	5,69	2585,74	5,34
14	5360,37	4,52	4527,49	4,67	4986,08	5,36	425	2,49
15	4994,39	4,41	4495,38	4,68	2981,21	4,75	888,09	6,01
16	5259,4	3,76	3470,01	3,74	3166,59	5,86	2463,75	5,76
17	4368,78	4,18	3691,02	7,01	5679,01	5,59	1737,92	6,25
18	4145,32	3,94	3046,47	3,91	4378,77	5,311	2349,57	7,92
19	4740,12	3,75	4148,51	5,52	3436,93	5,033	2844,97	8,75
20	5839,37	4,42	4868,67	5,33	2495,09	5,18	2593,48	8,43
Media	4854,24	4,15	3574,73	4,64	3353,373	4,7807	2069,7	6,07
Desviación típica	685,02	0,347	826,29	0,9439	1044,3818	0,6463281	665,7	2,1
Límites de confianza	±320,55	±0,1624	±386,66	±0,4417	±488,72	±0,3967	±311,51	±0,9840
Coefficiente de Variación	14,11%	8,36%	23,11%	20,34%	31,14%	13,51%	32,16%	34,66%

Tabla 21

Datos estadísticos variedad bungalowón

Datos estadísticos	2da categoría		3ra categoría		4ta categoría		5ta categoría	
	Rotura (cN)	Elon (%)	Rotura (cN)	Elon (%)	Rotura (cN)	Elon (%)	Rotura (cN)	Elon (%)
Unidad	(cN)	(%)	(cN)	(%)	(cN)	(%)	(cN)	(%)
Mínimo	3645,82	3,33	1759,45	3	1680,69	3,57	425	2,49
Máximo	5839,37	4,52	4990,2	7,01	5679,01	5,86	3034,07	9,18
Media	4948,195	4,25	3578,09	4,64	3207,135	4,71	2267,82	5,88
Desviación Típica	685,02	0,347	826,29	0,9439	1044,3818	0,6463281	665,7	2,1
Límite de confianza	±320,55	±0,1624	±386,66	±0,4417	±488,72	±0,3967	±311,51	±0,9840
Coefficiente de variación	14,11%	8,36%	23,11%	20,34%	0,3114422	0,1351953	32,16%	34,66%

Nota. Datos obtenidos de la

Para el análisis de resistencia se emplearon las medias aritméticas y sus respectivos coeficientes de variación los cuales se encuentran graficados en la **Figura 37**, Martínez, (2005) indica que el CV permite identificar la variabilidad entre los datos, de modo que si el $CV \leq 30\%$ su media es relativa y homogénea, $30\% < CV \leq 70\%$ los datos son heterogéneos y su media no es representativa y si el $CV > 70\%$ sus datos son muy variables y su media no es representativa.

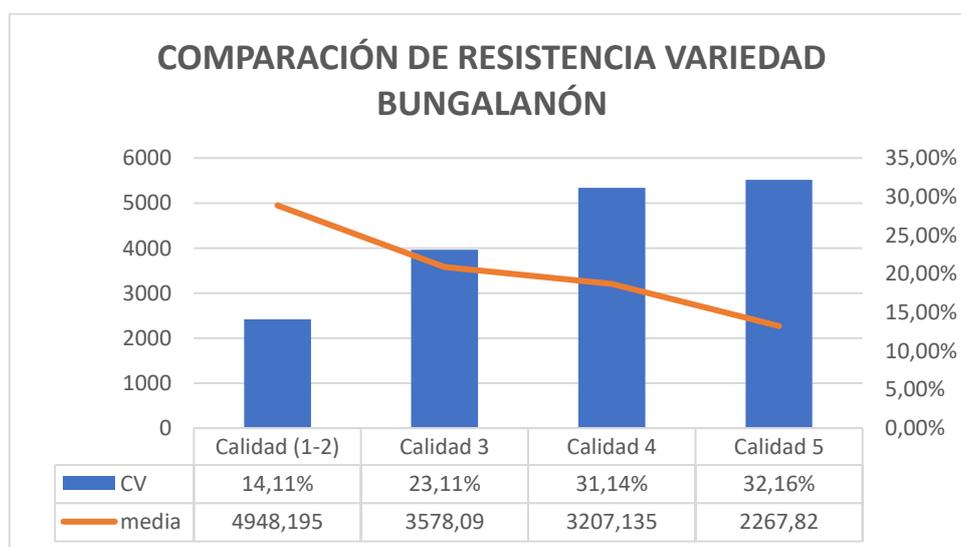


Figura 37. Comparación de resistencia entre categorías.

Fuente: (Autor)

Al analizar los datos, se observa que la categoría con los datos más homogéneos basados en el CV es la calidad (1-2) en la variedad bungalowón, por lo cual, su CV es de 14.11% considerándose $< 30\%$ siendo la media representativa y la más alta con un valor de 4948.195 cN de resistencia, mientras que la calidad 5 es considerada como la menos representativa de modo que, su CV es de 32.16% considerándose esta fibra con una resistencia variable, por lo cual su media es la más baja en relación a sus otras categorías con una resistencia promedio de 2267.82 cN, no obstante esta resistencia es relativamente alta al considerarse una fibra de origen natural.

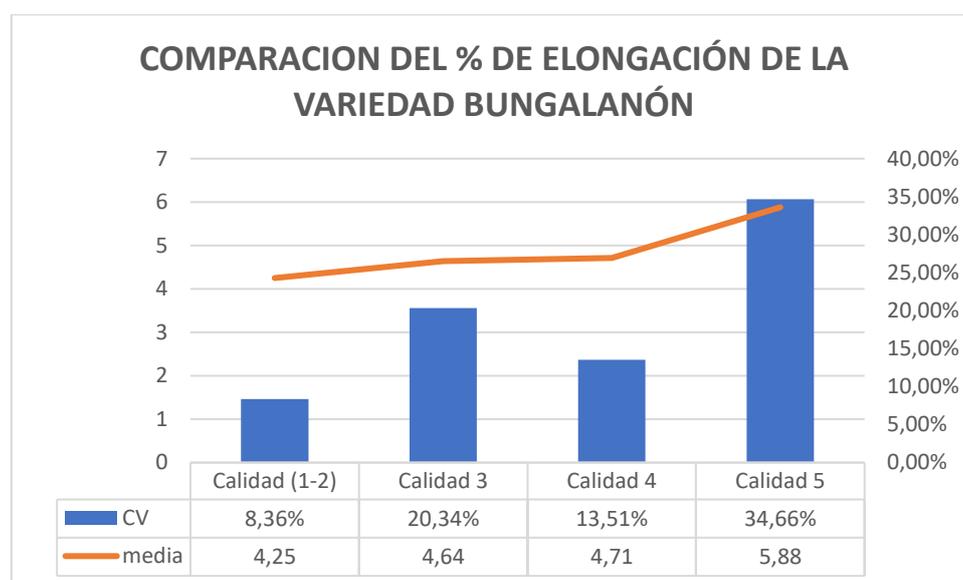


Figura 38. Comparación de elongación variedad bungalowón.

Fuente: (Autor)

En el análisis % de elongación de la fibra se observa que, la calidad (1-2) de la variedad bungalowón presenta su CV de 8.36% basándose en la escala de Martínez (2005) se considera como la calidad más relevante siendo esta $< 30\%$, y a la vez se considera la media como la más representativa y homogénea con un 4.25% de elongación promedio, mientras que, la calidad 5 es la menos representativa por lo que, esta es $> 30\%$ se considera los datos como heterogéneos, esto sería la consecuencia del proceso de clasificación de la fibra, de modo que el % de elongación es mayor con un 5.88% no obstante esta media no es representativa al superar el CV el rango representativo de los datos.

La variedad bungalowón presenta excelentes propiedades, la calidad (1-2) demuestra ser la mejor con respecto a sus otras calidades, de modo que, esta tiene un CV de resistencia y % de elongación homogéneo $< 30\%$, la calidad 3 se considera como la segunda mejor calidad por

sus propiedades, el CV de resistencia y % de elongación se encuentran en el rango < 30% no obstante es mayor al de la calidad (1-2), mientras que la calidad 4 y 5 , se las considera como las de menor relevancia, en la siguiente tabla se aprecia la valoración de la fibra de la variedad bungalanón en referencia a la resistencia a la tracción y elongación .

Tabla 22

Valoración de resistencia-% elongación de la variedad bungalanón

Categoría	Resistencia-%Elongación
Calidad (1-2)	Alta
Calidad 3	Media
Calidad 4	Regular
Calidad 5	Baja

Tabla 23.

Probeta	2da categoría		3ra categoría		4ta categoría		5ta categoría	
	Fuerza máxima (cN)	Extensión (%)						
1	2175,53	4,24	2901,47	6,43	2468,01	5,93	1387,99	5,92
2	2685,84	4,17	3600,07	6,33	2426,28	6,6	1604,37	6
3	1897,36	3,01	3237,01	6,28	2438,95	6,41	2113,47	6,77
4	2655,23	4,84	2485,93	7,18	2826,55	7,09	2055,43	6,84
5	3037,71	4,94	3123,65	5,52	2797,46	7,2	1824,5	5,67
6	2835,14	4,09	3470,22	7,02	2775,3	7	2309,78	7,17
7	2537,75	4,09	2949,73	6,25	2631,66	7,26	1842,6	5,84
8	2701,15	4,35	2655,93	7,76	2764,96	7,08	1626,1	7,26
9	1414,26	3,06	2655,63	6,93	3161,4	7,93	2596,79	6,61
10	1784,47	4,67	3205,59	6,59	2742,83	6,67	1743,09	5,09
11	2518,03	4,83	3444,16	5,88	1994,08	5,76	1779,85	5,68
12	1991,25	3,93	3682,74	5,17	1700,67	4,83	1334,83	5,5
13	2955,03	4,34	2286,6	6,76	2146,82	5,68	2053,7	5,76
14	1909,82	4,11	2053,62	4,16	3239,99	6,6	920,04	5,18
15	2416,08	3,93	2695,13	7,24	2962,29	6,27	1781,29	4,87
16	2210,29	3,84	1855,87	5,34	2411,85	6,01	1762,48	5,07
17	2418,72	3,75	2405,96	5,33	2338,91	6,76	1743,68	5,27
18	1642,83	3,33	1603,29	4,86	2578,49	6,93	1763,85	5,6
19	2487,09	3,92	2720,14	6,94	2013,49	5,07	1792,03	5,93
20	2297,92	4,33	2766,94	5,35	2509,73	5,26	2647,56	9,11
Media	2328,57	4,09	2789,984	6,166	2546,486	6,417	1834,17	6,06
Desviación típica	444,93	0,5349	572,74	0,91	389,29	0,81	401,25	1,003
Límites de confianza	±208,20	±0,2503	±268,01	±0,426	±182,17	±0,3785	±187,76	±0,4694
Coefficiente de Variación	19,11%	13,08%	20,52%	14,75%	15,29%	12,60%	21,87%	16,56%

Resultados del ensayo ISO 2062:2009 variedad tangongón

A través de los ensayos del laboratorio se observa que esta variedad presenta su resistencia menor a la del bungalanón, de manera que en la siguiente tabla se aprecia un resumen estadístico de los resultados obtenidos.

Tabla 24

Resumen estadístico de la variedad tangongón

Datos estadísticos	2da categoría		3ra categoría		4ta categoría		5ta categoría	
	(cN)	%	(cN)	%	(cN)	%	(cN)	%
Unidad de medida								
Mínimo	1414,26	3,01	1603,29	4,16	1700,67	4,83	920,04	4,87
Máximo	3037,71	4,94	3682,74	7,76	3239,9	7,93	2647,56	9,11
Media	2417,4	4,1	2743,54	6,3	2544,11	6,6	1780,57	5,8
Desviación Típica	444,93	0,5349	572,74	0,91	389,29	0,81	401,25	1,003
Límite de confianza	±208,20	±0,2503	±268,01	±0,426	±182,17	±0,3785	±187,76	±0,4694
Coefficiente de variación	19,11%	13,08%	20,52%	14,75%	15,29%	12,60%	21,87%	16,56%

Fuente: (Autor)

El análisis de resultados se lo lleva a cabo empleando el CV%, por lo cual la valoración al encontrarse en el rango correspondiente, basado en el coeficiente de variación.

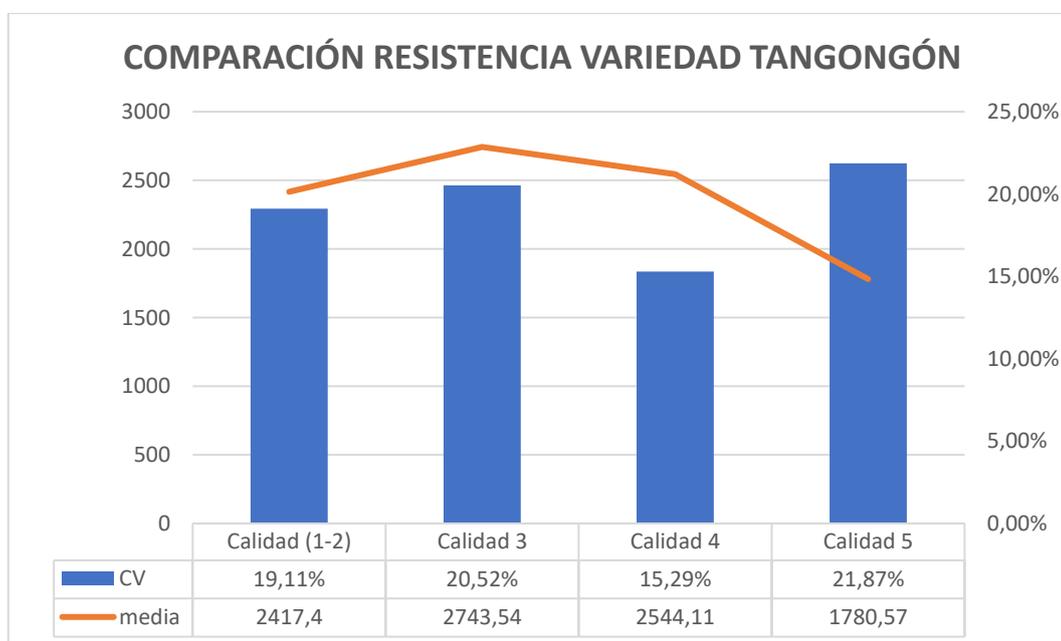


Figura 39. Comparación de resistencia entre categorías.

Fuente: (Autor)

En la variedad tangongón se observa que todas sus categorías se encuentran en el rango < 30% de su CV por lo cual, para la determinación de cuál de las calidades presentan la mejor resistencia, de manera que, Martínez (2005) indica que “para esto se debe considerar el valor más este debe ser lo más cercano al 0% en el CV”; por lo que, la calidad con estas características es la 4 de manera que su valor del CV es de 15.29%, no obstante, se puede observar en la **Figura 39** que la calidad con una mayor resistencia es la 3 de manera que su media es de 2743.54 cN siendo esta mayor a la calidad 4 que su valor es de 2544.11 cN, de modo que, todos los valores de esta variedad son homogéneos.

La calidad con mayor resistencia de esta variedad es la 3, mientras que la calidad (1-2) se encuentra por debajo con una resistencia promedio de 2417.4 cN de resistencia, siendo el tercer valor más resistente y por último se encuentra la calidad 5 con una resistencia de 1780.57 cN considerándose la menos resistente de la variedad tangongón.

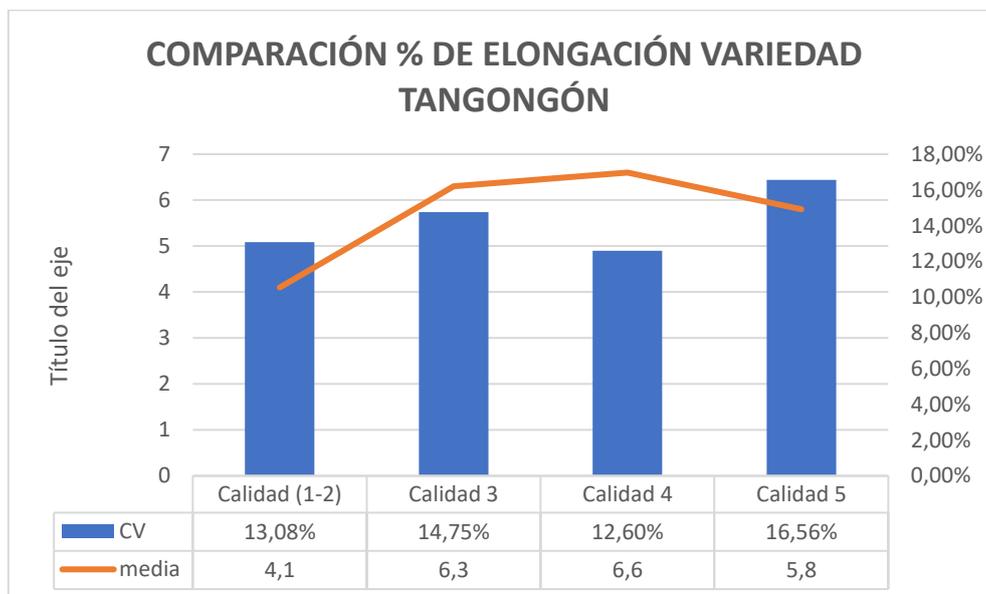


Figura 40. Comparación de elongación entre categorías variedad Tangongón.

Fuente: (Autor)

En la gráfica se observa los CV del % de elongación se encuentran dentro del rango representativo de forma que este es < 30%; la calidad que presenta mejor % de elongación es la 3, por lo que, este tiene un CV de 12.60% y su media presenta el mejor % de elongación siendo de 6.6% mientras que, el valor intermedio es el de la calidad (1-2) de modo que su CV es de 13.08% y su elongación promedio es de 4.1%.

A continuación, se presenta una tabla con el resumen del análisis de datos obtenidos a través de la investigación y los resultados conseguidos mediante la aplicación de la norma ISO 2062:2009.

Tabla 25.

Resumen de análisis de resistencia-elongación

Calidad	Bungalanón		Tangongón	
	Resistencia (cN)	Elongación (%)	Resistencia (cN)	Elongación (%)
(1-2)	Alta	Regular	Bueno	Regular
3	Bueno	Bueno	Alta	Bueno
4	Bueno	Bueno	Bueno	Alta
5	Regular	Alta	Regular	Bueno

4.1.3 Comparación de resistencia a la tracción-elongación de la calidad (1-2) Bungalanón-Tangongón

Para realizar el análisis de comparación de la resistencia a la tracción-elongación se utiliza la información de la **Tabla 21** y **Tabla 24**.

En la **Figura 41** se observa comparación de la resistencia y elongación entre la variedad bungalanón y tangongón, que serán analizados para determinar cuál de las dos variedades presentan mejores propiedades.

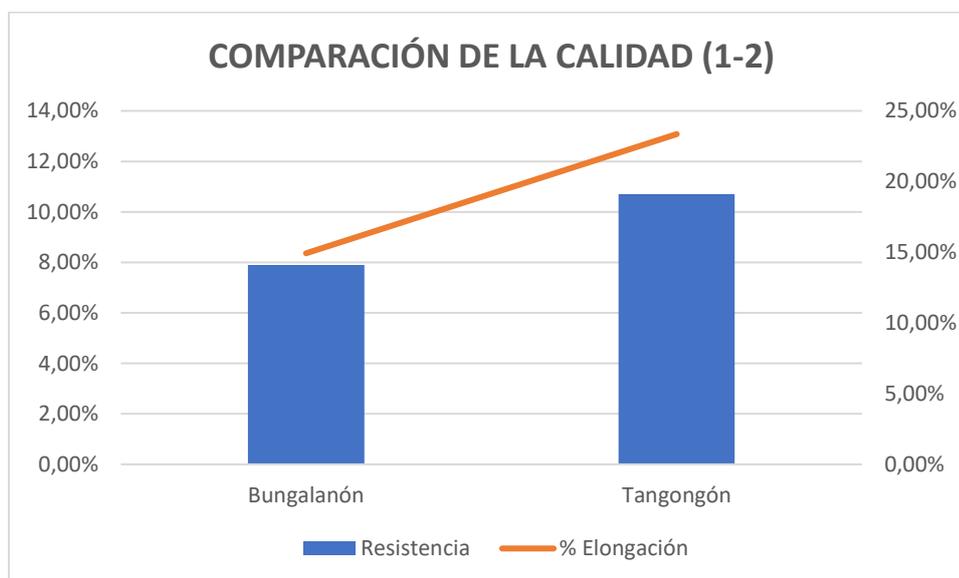


Figura 41. Comparación resistencia calidad 1-2.

Fuente: (Autor)

El gráfico de la **Figura 41** está basado en el CV de cada una de las variedades bungalanón y tangongón de su calidad (1-2), en el gráfico se aprecia que el CV más bajo pertenece a la variedad bungalanón por lo cual su CV es el más próximo al 0% de modo que, su media es de 4948.195 cN de resistencia al punto de rotura media y su % de elongación es de 4.25% considerándose superior a la variedad tangongón por lo que, su resistencia promedio es de 2417.4 cN mientras que su % de elongación es de 4.1%.

4.1.4 Discusión de resultados

Los resultados de resistencia a la tracción y % de elongación, indican que: la variedad que con mayor resistencia es la fibra de bungalanón por lo cual todas sus categorías presentan valores superiores a la variedad tangongón, de modo que su valor promedio de resistencia fue de 4948.195 cN, sus valores intermedios de 3578.09 cN-3207.135 cN y su valor mínimo es de 2267.82 cN, mientras que en la fibra de tangongón la mejor calidad supera por el mínimo a la última calidad del bungalanón con una resistencia promedio de 2743.54 cN mientras que su resistencia mínima promedio es de 1780.57 cN. De modo que en la fibra de bungalanón se puede observar que a mayor resistencia menor elongación, mientras que en el caso del tangongón es lo contrario a menor resistencia mayor elongación.

4.1.4.1 *Teste de normalidad*

En la **Figura 42** se presenta el análisis de normalidad de los datos obtenidos en las pruebas de laboratorio de resistencia y % de elongación de la fibra de abacá, de manera que, los resultados comprueban que el p valor sea normal de acuerdo con los distintos autores, se considera que si el valor es < 0.05 la hipótesis es aceptada con una distribución normal.

De acuerdo con el método de Jaque-Bera JB, certifica que los valores obtenidos son mayores a $p > 0.05$, de modo que, en los resultados analizados en el test se observa que, la resistencia y % de elongación obtenida no ha sido modificada, por lo cual su distribución normal presenta un 95% de confiabilidad.

Tests for normal distribution

	Calidad (1-2)	Calidad 3	Calidad 4	Calidad 5
N	4	4	4	4
Shapiro-Wilk W	0,863	0,823	0,8162	0,8192
p(normal)	0,2712	0,1502	0,1347	0,1414
Anderson-Darling A	0,3505	0,417	0,4283	0,4234
p(normal)	0,2533	0,1533	0,1404	0,1459
p(Monte Carlo)	0,3036	0,1669	0,1626	0,1634
Lilliefors L	0,2815	0,3025	0,3023	0,3021
p(normal)	0,3312	0,2315	0,2322	0,2332
p(Monte Carlo)	0,3265	0,1998	0,2025	0,2001
Jarque-Bera JB	0,4793	0,5877	0,6037	0,5982
p(normal)	0,7869	0,7454	0,7395	0,7415
p(Monte Carlo)	0,4772	0,2634	0,2401	0,2455

Figura 42. Test de normalidad de la prueba ISO 2062:2009 resistencia

Fuente: Software PAST 4

Tests for normal distribution

	Calidad (1-2)	Calidad 3	Calidad 4	Calidad 5
N	4	4	4	4
Shapiro-Wilk W	0,8705	0,9135	0,8716	0,842
p(normal)	0,2996	0,5014	0,3039	0,2013
Anderson-Darling A	0,3394	0,273	0,3399	0,3891
p(normal)	0,2748	0,4424	0,2739	0,1897
p(Monte Carlo)	0,3306	0,5624	0,3294	0,2187
Lilliefors L	0,2745	0,2602	0,2718	0,2655
p(normal)	0,3693	0,4541	0,3848	0,4218
p(Monte Carlo)	0,3762	0,4868	0,395	0,4448
Jarque-Bera JB	0,4848	0,4776	0,5743	0,5633
p(normal)	0,7847	0,7876	0,7504	0,7546
p(Monte Carlo)	0,4723	0,4889	0,2806	0,2992

Figura 43. Test de normalidad de la prueba ISO 2062:2009 % de elongación.

Fuente: Software PAST4

4.1.5 Longitud de Fibra.

La longitud de fibra de abacá independientemente del tipo de variedad que se analiza presenta una variación debido a la madurez de la planta, de manera que esta depende del tipo de cuidado y nutrientes, por consiguiente, como se establece en la metodología, la fibra de cada variedad se mide de manera aleatoria con 20 probetas, es importante mencionar que no es recomendable asegurar una longitud por lo cual, las longitudes presentadas a continuación son una base referencial.

Tabla 26.

Longitud variedad bungalowón

Probeta	2da categoría	3ra categoría	4ta categoría	5ta categoría
	Longitud (cm)	Longitud (cm)	Longitud (cm)	Longitud (cm)
1	342	294	290	274
2	322	302	284	270
3	310	294	290	274
4	294	328	288	260
5	292	330	282	266
6	340	330	292	270
7	304	302	282	274
8	312	296	292	266
9	292	302	280	260
10	294	294	286	270
11	304	328	286	264
12	298	300	292	276
13	296	328	312	262
14	328	330	280	260
15	298	312	280	266
16	314	332	288	274
17	294	328	288	274
18	290	336	288	270
19	330	308	286	260
20	326	292	280	266
Media	304	310	287	268
Desviación Típica	16,88	16,25	7,17	5,54
Coefficiente de variación	5,46%	5,19%	2,49%	2,06%

Fuente: (Autor)

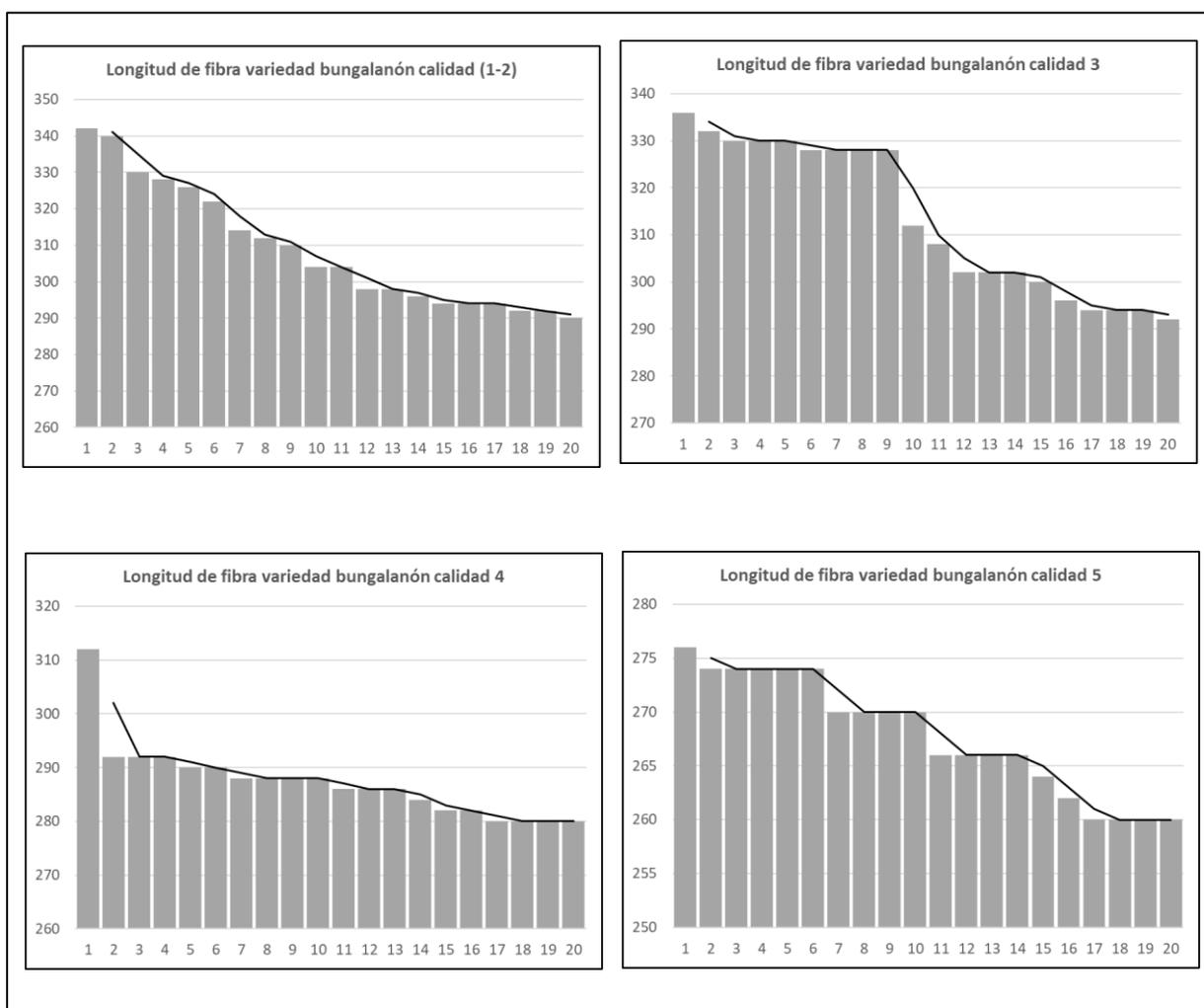


Figura 44. Diagrama de longitud de fibra variedad bungalowón.

Fuente: (Autor)

La longitud varía de acuerdo con su calidad, en la **Figura 44** se observa que, la calidad (1-2) presenta una longitud promedio de 304 cm, la calidad 3 tiene un promedio de 310 cm, la calidad 4 tiene 287 cm promedio de longitud y la calidad 5 tiene 268 cm. Con respecto a los coeficientes de variación de cada calidad todos se encuentran el rango homogéneo $< 30\%$.

En la **Tabla 26** se presenta la longitud de la variedad bungalowón, se observa una diferenciación entre cada una de las calidades o categorías de manera que esto se da de acuerdo con la capa del tallo de la planta, existe una ligera variación, como se mencionó anteriormente esta tabla es una base referente de la longitud de fibra.

Tabla 27.*Longitud variedad tangongón*

Probetas	2da categoría	3ra categoría	4ta categoría	5ta categoría
	Longitud (cm)	Longitud (cm)	Longitud (cm)	Longitud (cm)
1	324	284	268	238
2	320	292	266	222
3	316	280	260	210
4	328	290	266	252
5	322	296	258	226
6	320	278	254	230
7	320	278	266	242
8	320	282	270	222
9	336	282	266	240
10	332	290	262	244
11	326	288	260	210
12	322	278	262	254
13	336	292	270	256
14	320	284	258	256
15	320	284	270	234
16	322	278	266	228
17	332	290	266	256
18	328	278	260	256
19	326	282	260	242
20	324	282	258	222
Media	323	283	264	239
Desviación Típica	5,7	5,64	4,69	15,32
Coeficiente de variación	1,75%	1,98%	1,78%	6,46%

Fuente: (Autor)

En la **Tabla 27** se observan los resultados de medición de la fibra de la variedad tangongón, se aprecia una diferencia entre las medias de cada categoría, la categoría 2 es la que presenta una mayor longitud con respecto a la 5ta que sería la menor.

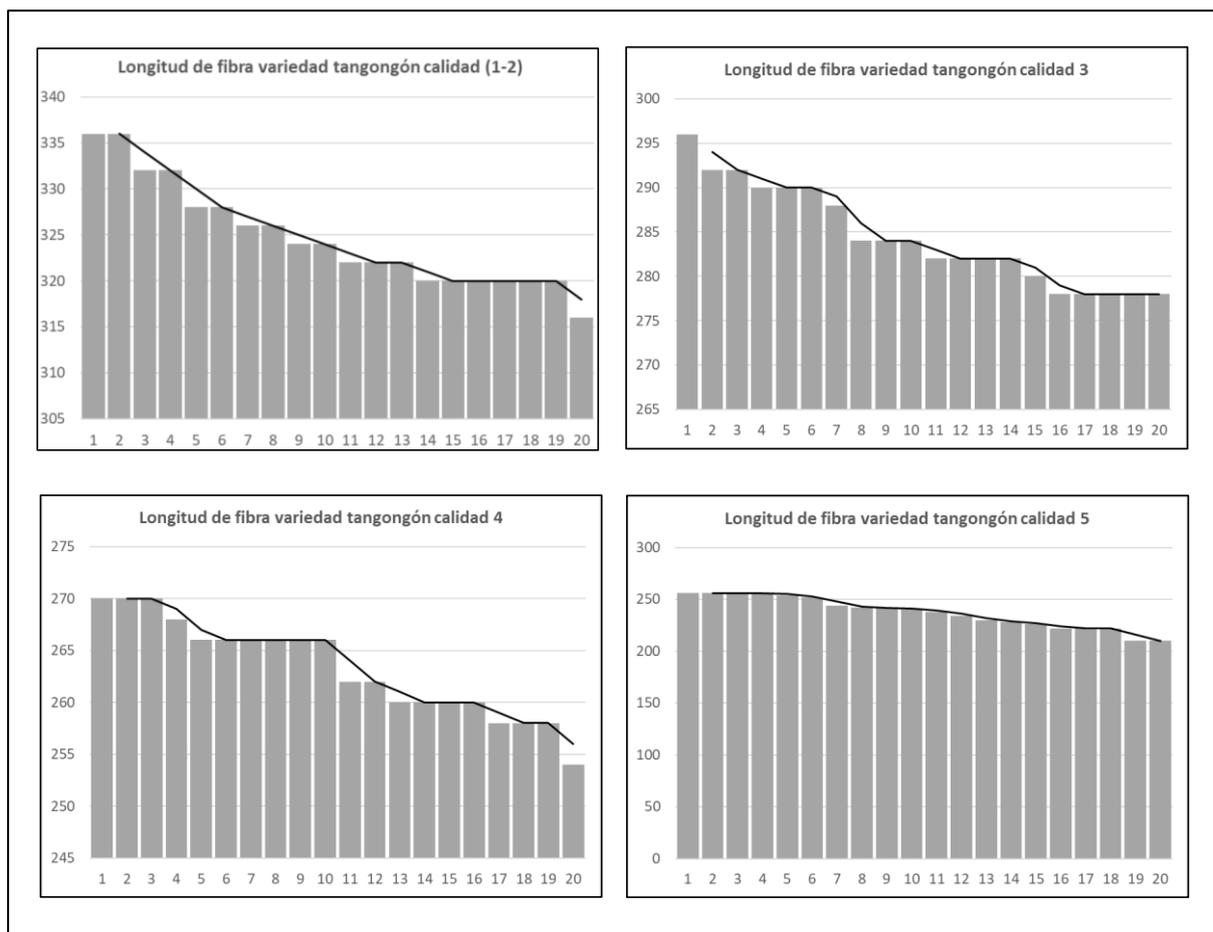


Figura 45. Diagrama de longitud de fibra variedad tangongón.

Fuente: (Autor)

4.1.5.1 Comparación de longitud entre variedades de su calidad (1-2)

La longitud es una propiedad importante dentro de la caracterización de la fibra, define de cierto modo el método de hilatura, la fibra de abacá se caracteriza por presentar una longitud elevada por lo que, en el desarrollo de la investigación se obtiene resultados que demuestran lo mencionado. A continuación, se presenta una tabla con los valores con los que se compara la variedad bungalowón y tangongón de su calidad (1-2).

Tabla 28

Comparación de longitud de fibra

Datos estadísticos	Bungalowón	Tangongón
Media	304	323
Desviación típica	16,88	5,7
Coefficiente de variación	5,46%	1,75%

Fuente: (Autor)

4.1.5.2 *Discusión de resultados*

En la **Tabla 28** se observa que, la variedad que presenta una mayor longitud es la variedad tangongón de manera que su longitud promedio es de 323 cm y su coeficiente de variación es de 1.75%, considerando que sus datos son representativos y homogéneos, la variedad bungalanón presenta una longitud menor con 304 cm de longitud promedio y su coeficiente de variación es de 5.46% considerándose sus valores representativo y homogéneos, es importante mencionar que los valores obtenidos son referentes estos variarían dependiendo de la madurez de la planta de abacá independientemente de su variedad.

CONCLUSIONES

El presente trabajo investigativo, es llevado a cabo con la finalidad de determinar las diferentes características de las variedades bungalanón y tangongón, llegando a las siguientes conclusiones:

- El abacá es una planta originaria de Filipinas, el clima de Ecuador permite el cultivo de esta, las principales provincias de cultivo esta planta es: Santo Domingo de los Tsáchilas, Esmeraldas y el Oro. La obtención de la fibra de abacá se realiza a través de varios procesos: corte de tallo, extracción de fibra, desfibrado y el secado, con la finalidad de obtener una fibra homogénea y de alta calidad, que garanticen el color y resistencia necesaria para la venta en mercados internacionales.
- La fibra de abacá se divide en cuatro categorías, estas a la vez son agrupadas de acuerdo a sus calidades: (1-2), (3), (4) y (5), las variedades bungalanón y tangongón se las distingue principalmente por su color, la variedad bungalanón presenta un color rojizo principalmente, mientras que la variedad tangongón tiene un color verde oscuro; en el proceso de extracción la fibra se divide de acuerdo a su clase, de forma que, las calidades se van generando por la sección del tallo del abacá de donde se extrae la fibra. Generalmente el color de fibra que tiene la quinta categoría se asemeja al exterior de la planta y mediante avanza el proceso de corte del tallo el color tiende a ser claro y limpio.
- El color de la fibra de abacá se logra identificar empleando el espectrofotómetro de color X-Rite, se emplea la norma ISO A06 que se basa en identificar la profundidad del color, la fibra con mejores propiedades de color es la variedad Tangongón de modo que, la misma tiende a presentar un color más claro con una tono bajo en el amarillo haciendo referencia a la calidad (1-2), mientras que la fibra de bungalanón presenta un amarillo más pronunciado con una fusión de un tono rojizo, es importante mencionar que el color es únicamente influyente dependiendo del artículo que se vaya a elaborar en el ámbito textil.
- La propiedad de resistencia y % de elongación se identifica a través de un instrumento de fuerza constante, siendo este un dinamómetro Titan 5, se trabaja bajo los parámetros de la norma ISO 2062:2009, se presenta que la fibra de mayor resistencia es la variedad bungalanón con una resistencia promedio de 4948.195 cN en su calidad (1-2) a comparación de los 2417.4 cN de la variedad tangongón de la misma calidad; en el

aspecto del % de elongación la variedad tangongón supera al bungalanón, su diversas categorías se encuentran en un rango del 4 al 6.6 % de elongación, mientras que el bungalanón se encuentra entre un rango del 4 al 5.88 %, demostrando que la variedad tangongón presenta mayor elongación.

- La longitud de fibra de abacá varía dependiendo del clima, madurez y tiempo de cultivo de la planta, la longitud obtenida es una referencia de esta, se identifica que la variedad con una mayor longitud promedio es la variedad tangongón con 323 cm, mientras que la variedad bungalanón tiene una longitud promedio de 304 cm, considerando la fibra de abacá como una fibra extremadamente larga al ser esta de origen natural.
- Al finalizar la investigación se concluye que, con respecto a la caracterización de la calidad (1-2) de la fibra de abacá, la fibra de bungalanón presenta mejores características físicas tanto en su resistencia a la tracción-elongación y su longitud, por lo que, esta fibra resiste 4948.195 cN y 323 cm de longitud, mientras que la variedad tangongón presenta mejores propiedades colorimétricas con un color claro con tendencia a un beige, mientras que la variedad bungalanón presenta un color amarillo intenso. Estas dos variedades presentan excelentes propiedades dependiendo del género textil a emplear.

RECOMENDACIONES

- Para la obtención de información relevante acerca de la fibra de abacá se recomienda indagar en diferentes fuentes bibliográficas tales como: Springer, Scopus, ScienceDirect, Taylor & Francis, adicional se recomienda emplear una extensión de búsqueda SEO Search Simulator, el cual a través de palabras claras se podrá obtener información de acuerdo con país originario de búsqueda, para el abacá se debe buscar en Filipinas en el idioma Tagalog.
- Al trabajar con la fibra de abacá es importante identificar donde se puede obtener la materia prima por lo cual, en Ecuador se la puede encontrar en provincias como Santo Domingo de los Tsáchilas, Esmeraldas, Pichincha y los Ríos, una de las personas que dominan este tipo de materias primas es el Ingeniero Julio Sánchez que ayuda a estudiantes que se enfocan en este tipo de investigaciones referentes al abacá.
- Antes de someter la fibra a un ensayo de laboratorio esta debe ser acondicionada a una temperatura ambiente, dejándola un día a la luz del sol, esto se debe a que las condiciones climáticas de la región Sierra son diferentes a las de la región Costa, y la fibra podría contener humedad alterando los resultados reales de cada prueba de laboratorio en el caso de realizarse instantáneamente las pruebas de laboratorio.
- En la selección de las muestras o probetas, se debe ser muy cuidadoso, de modo que tanto en el ensayo de profundidad de color ISO A06 y ISO 2062:2009, es necesario seleccionar probetas lo más homogéneas posible, por lo que se debe identificar correctamente la fibra para realizar de manera correcta estos ensayos. Al finalizar cada una de las pruebas de laboratorio se debe recoger los residuos de fibra en cada una de las áreas y equipos que se haya utilizado con el fin de conservar los equipos de laboratorio.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anrango, G. (2020). *Desarrollo de un acabado con aceite de palma africana sobre tejido de abacá que permita mejorar su durabilidad en el agua de mar*. Universidad Técnica del Norte.
- Borja, M. (2013). *Estudio de factibilidad para exportación de fibra de abacá al mercado de España* (Vol. 1).
- Bourdell, L. E. (1963). *Plantation d ' Abaca (Musa textes) dans la région de Quevedo (Equateur)*. 5–7.
- Campuzano, J., & Cedeño, W. (2018). Análisis de las exportaciones de abacá en el Ecuador del periodo 2013-2017. In *Journal of Physical Therapy Science* (Vol. 9, Issue 1).
- Carrera, E. (2017). *Física textil: propiedades físicas para caracterizar la calidad de las fibras textiles*. 188.
- Chang, A. A., & Montero, G. E. (2015). *Análisis del comportamiento del sector exportador del abacá en el Ecuador*.
- Conama. (2018). *Una visión del futuro para el sector textil*.
- Ferrín, Y., & García, S. (2013). Fabricación y comercialización de muebles de fibra de abacá en la ciudad de Guayaquil. In *Universidade Federal do Triângulo Mineiro* (Vol. 53, Issue 9).
- Hakeem, K. R., Jawaid, M., & Rashid, U. (2015). Biomass and bioenergy: Applications. In *Biomass and Bioenergy: Applications* (Issue August). <https://doi.org/10.1007/978-3-319-07578-5>
- Locane, J. J. (2019). I. Fundamentos. *Miradas Locales En Tiempos Globales*, 23–96. <https://doi.org/10.31819/9783954878840-003>
- Lockuán, E. (2012). *LA INDUSTRIA TEXTIL Y SU CONTROL DE CALIDAD II. Fibras textiles*.
- Majewski, T., & Bledzki, A. (2013). Plásticos reforzados con fibras naturales en el sector automotriz. *Ideas En Ciencia*, 52(222), 23–33.
- Martínez, E. (2005). *Errores frecuentes en la interpretación del coeficiente de determinación lineal*.
- Organización Internacional de Normalización. (1995). *ISO 2062. 1993*.
- Organización Internacional de Normalización. (2020). *ISO 105 A06. 2020*.
- Ortega, Z., Vaswani, J., Velasco, M., Monzón, M., & González, E. (2014). *Biointerface Research in Applied Chemistry*. 10(3), 5556–5563. <https://doi.org/2069-5837>
- Páez, J. (2007). Obtención de compuestos de polipropileno reforzado con fibras de abacá mediante moldeo por compresión. In *Escuela de Ingeniería: Vol. Ingeniero*.

- Robinson, B., & Johnson, F. (2005). Abaca a cordage fiber. In *Biologia Centrali-Americana* (Vol. 2).
- Salas, A. (2009). *Obtención de Compuestos de Polietileno Reforzado con Fibras de Abacá Mediante Moldeo por Compresión*. Escuela Politécnica Nacional.
- Salazar, C. (2020). *Aplicación de los textiles inteligentes en el ámbito de la Conservación y Restauración*. Universidad de Sevilla.
- Sataloff, R. T., Johns, M. M., & Kost, K. M. (2014). *TEXTILES TÉCNICOS*.
- Sempere Jaén, F. (2019). *Desarrollo Y Caracterización De “No Tejidos” a Partir De Residuos De Fibras Textiles*.
- Simbaña, E. A., Ordóñez, P. E., Ordóñez, Y. F., Guerrero, V. H., Mera, M. C., & Carvajal, E. A. (2020). 6 - Abaca: cultivation, obtaining fibre and potential uses. In R. M. Kozłowski & M. Mackiewicz-Talarczyk (Eds.), *Handbook of Natural Fibres (Second Edition)* (Second Edi, pp. 197–218). Woodhead Publishing. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-12-818398-4.00008-6>
- Talens, P. (2017). Evaluación del color y tolerancia de color en alimentos a través del espacio CIELAB. *Tecnología de Alimentos*, 1–7.
- Venkatasubramanian, H., Chaithanyan, C., Raghuraman, S., Panneerselvam, T., & Student, P. G. (2007). Evaluation of Mechanical Properties of Abaca-Glass-Banana Fiber Reinforced Hybrid Composites. *International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology (An ISO, 3297(1))*, 2319–8753.
- Villegas, C., & Gonzáles, B. (2013). FIBRAS TEXTILES NATURALES SUSTENTABLES Y NUEVOS HÁBITOS DE CONSUMO Sustainable natural textile fibres and consumption habits Fibras textiles naturales sustentables y nuevos hábitos de consumo. *Revista Legado de Arquitectura y Diseño*, 13, 31–46.
- Zambrano, D. (2015). LA ORGANIZACIÓN LOGÍSTICA PARA LA EXPORTACIÓN DE FIBRA DE ABACÁ POR LA EMPRESA FURUKAWA PLANTACIONES. In *La Evasión Tributaria E Incidencia En La Recaudación Del Impuesto a La Renta De Personas Naturales En La Provincia Del Guayas, Periodo 2009-2012* (Issue PROYECTO DE FACTIBILIDAD TÉCNICA, ECONÓMICA Y FINANCIERA DEL CULTIVO DE OSTRA DEL PACÍFICO EN LA PARROQUIA MANGLARALTO, CANTÓN SANTA ELENA, PROVINCIA DE SANTA ELENA).

ANEXOS



Anexo 1. Equipo dinamómetro Titán 5 laboratorio CTEX,

Fuente: (Autor)



Anexo 2. Equipo espectrofotómetro de color laboratorio CTEX

Fuente: Autor



Anexo 3. Secado de categorías de fibras de abacá.

Fuente: Autor



Anexo 4. Visita a la plantación de abacá.

Fuente: Autor



Anexo 5. Plantación de abacá km 21 vía Quevedo.
Fuente: Autor



Anexo 6. División de calidades de fibra de abacá
Fuente: Autor



Anexo 7. Estructura del tallo del abacá
Fuente: Autor



Anexo 8. Cuchillo de corte transversal del tallo de abacá.
Fuente: Autor



Anexo 9. Instrumento de deshoje y para preparación del corte del tallo.

Fuente: Autor



Anexo 10. Formación de suncos.

Fuente: Autor



Anexo 11. Materia lista para el proceso de desfibrado de abacá.

Fuente: Autor



Anexo 12. Identificación de la materia prima para el desfibrado.
Fuente: Autor



Anexo 13. Sección transversal del tallo de abacá.
Fuente: Autor



Anexo 14. Rumos de tallos cortados de abacá.

Fuente: Autor



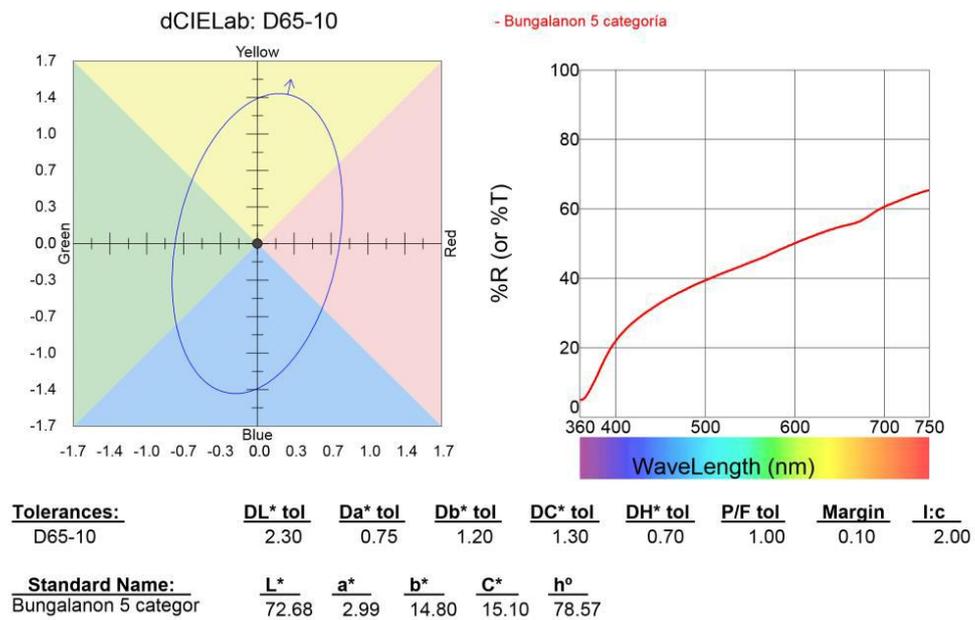
Anexo 15. Planta de abacá tangongón.

Fuente: Autor



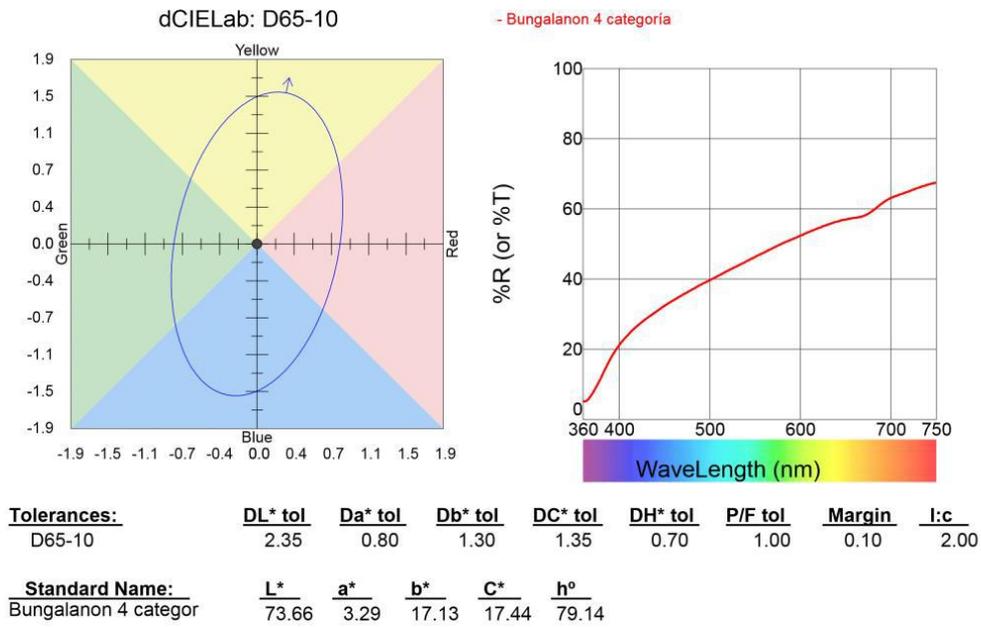
Anexo 16. Proceso de desfibrado.

Fuente: Autor



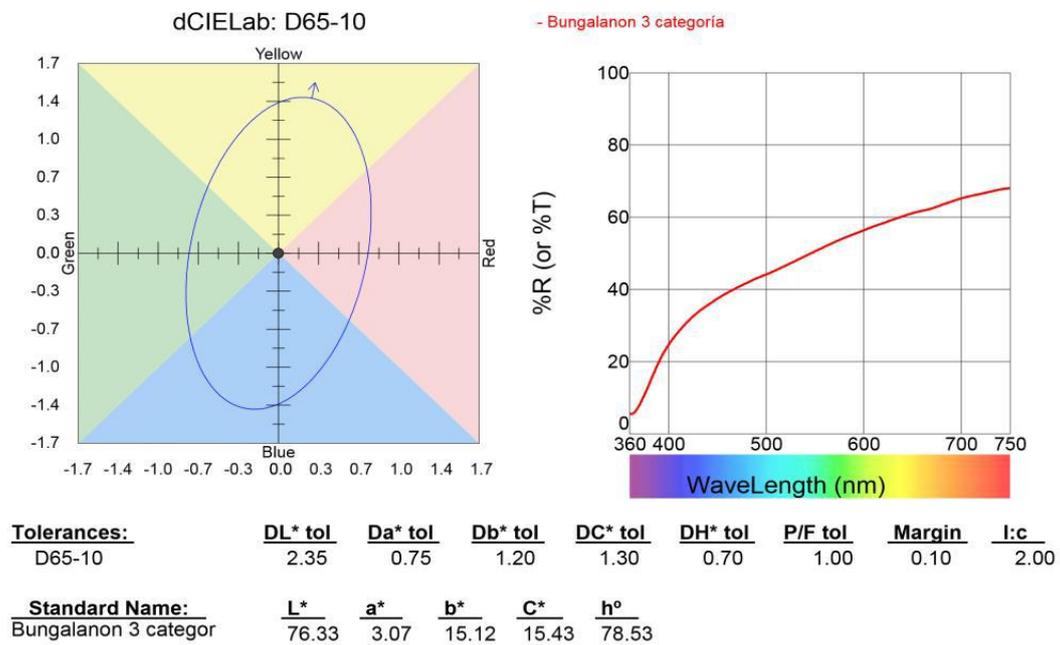
Anexo 17. Resultado de medición de color 5ta categoría variedad bungalanón.

Fuente: (Autor)



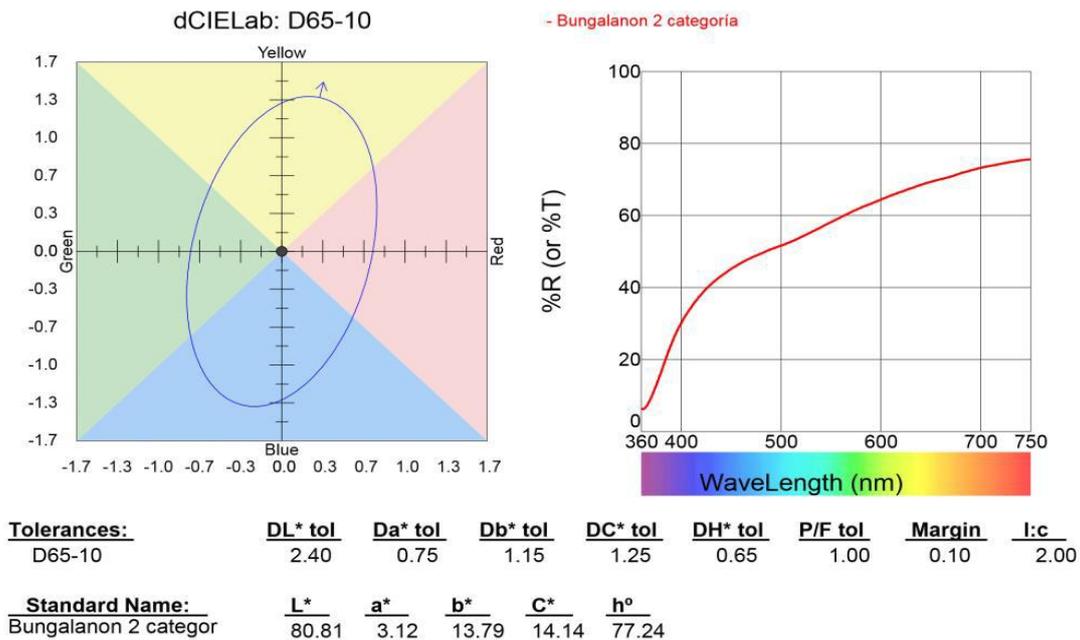
Anexo 18. Resultados de medición de color abacá variedad bungalanón categoría 4.

Fuente: (Autor)



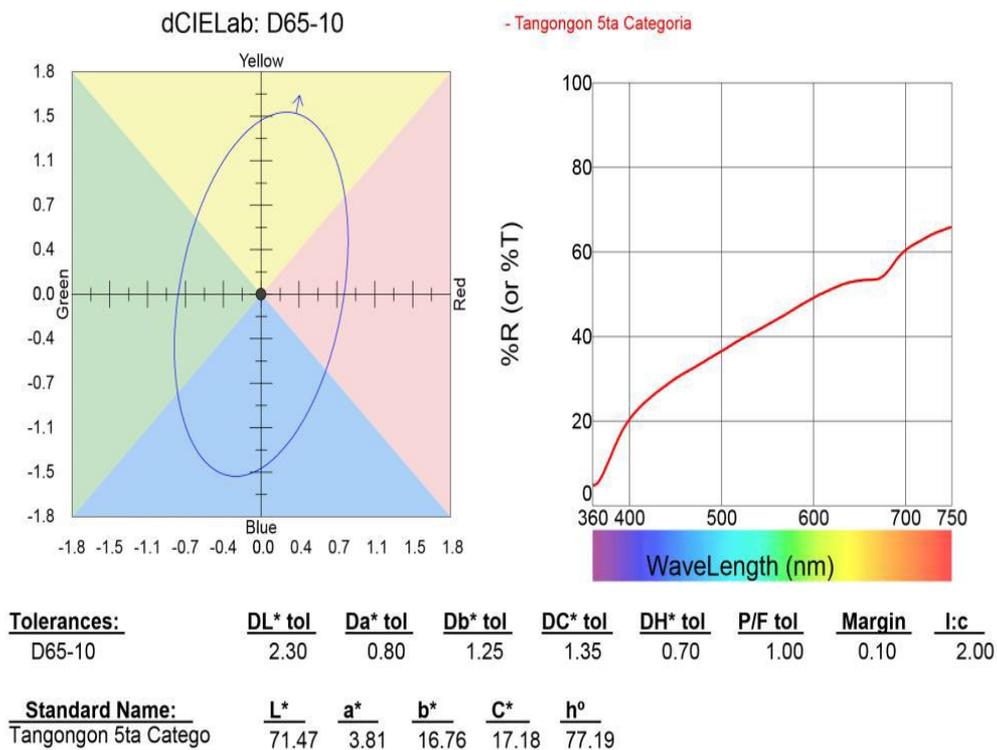
Anexo 19. Resultado medición del color abacá variedad bungalanón categoría 3.

Fuente: (Autor)



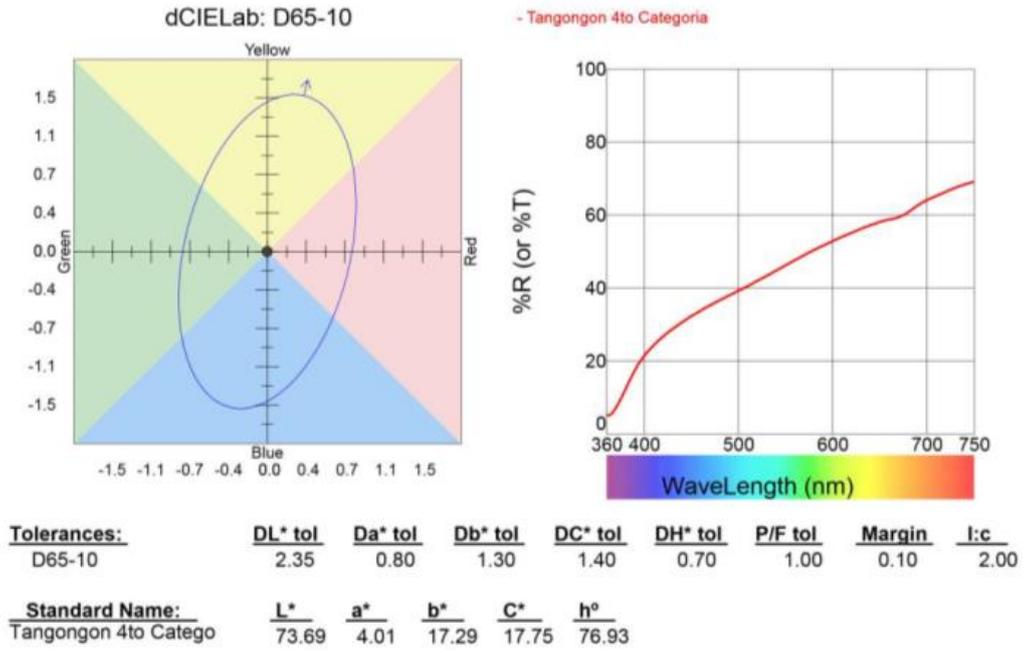
Anexo 20. Resultados Medición de color variedad bungalanón categoría 2.

Fuente: (Autor)



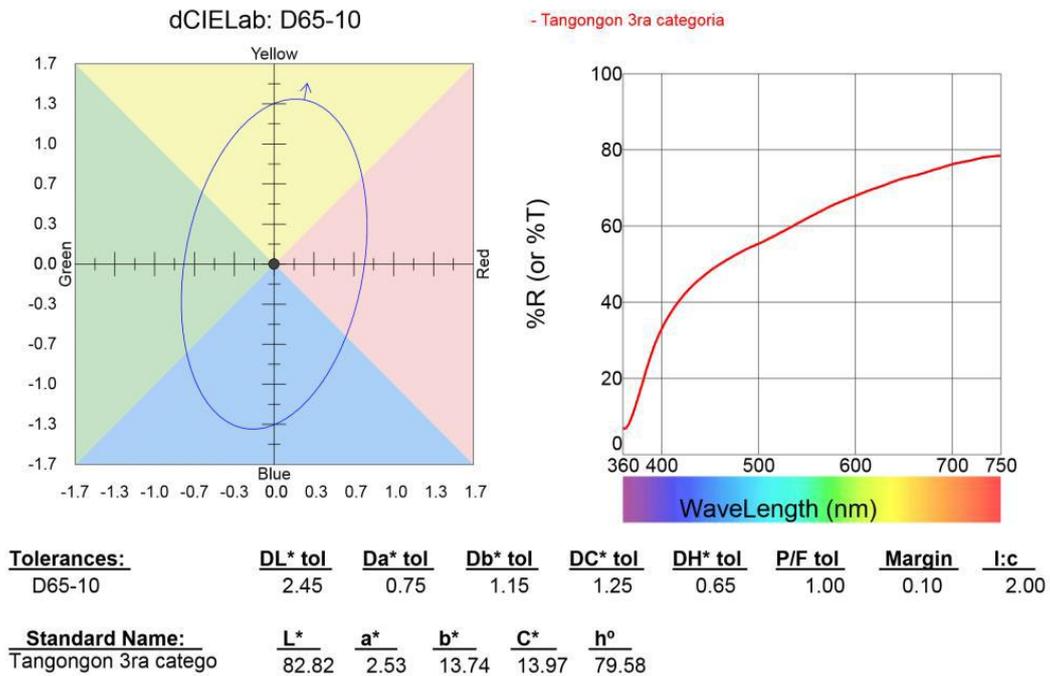
Anexo 21. Resultados medición de color variedad tangongón categoría 5.

Fuente: (Autor)



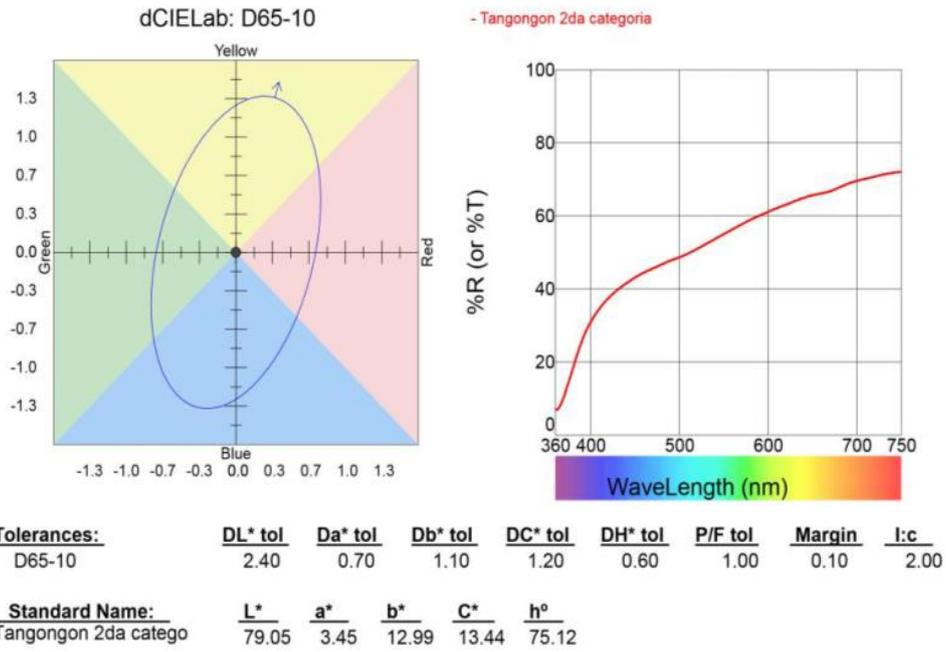
Anexo 22. Resultado medición de color abacá variedad tangongón categoría 4

Fuente: (Autor)



Anexo 23. Resultado medición del color variedad tangongón categoría 3.

Fuente: (Autor)



Anexo 24. Resultado medición de color variedad tangongón categoría 2.

Fuente: (Autor)



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
LABORATORIO DE PROCESOS TEXTILES DE LA CARRERA
DE INGENIERÍA TEXTIL



Ibarra, 11 de noviembre de 2022

CERTIFICADO DE LABORATORIO

Yo, Ingeniero **Fausto Gualoto M.** en calidad de responsable del laboratorio de procesos textiles de la Carrera de Ingeniería Textil:

CERTIFICO

Que al señor **SANCAN ORTIZ JIMMY ANDRES**, portadora de la cedula de ciudadanía N° 105027071-7, ha realizado ensayos de laboratorio referentes al Proyecto de Tesis de grado titulado "**DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE LA FIBRA DE ABACÁ (MUSA TEXTILIS) DE LAS VARIETADES BUNGALANÓN Y TANGONGÓN QUE PERMITA CARACTERIZAR LA CALIDAD (1-2)**", los equipos utilizados en el laboratorio son:

- **ESPECTROFOTOMETRO DE COLOR-** Norma ISO 105 A06
Determinación instrumental de la intensidad de color normalizada 1/1.
- **DINAMÓMETRO TITAN 5 MODELO 1410-** Norma ISO 2062:2009
Determinación de la fuerza o carga de rotura y del alargamiento en la rotura de hilos individuales con un equipo de velocidad constante de alargamiento.

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

Atentamente:



FAUSTO EDMUNDO
GUALOTO MAFLA

ING. GUALOTO FAUSTO M.
RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE PROCESOS TEXTILES – CTEX