



UNIVERSIDAD LAICA

“ELOY ALFARO” DE MANABÍ

FACULTAD DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y ARQUITECTURA

CARRERA DE INGENIERÍA MARÍTIMA

**TRABAJO DE TITULACIÓN, MODALIDAD PROYECTO DE
INVESTIGACIÓN**

TÍTULO:

**“ESTUDIO TÉCNICO DE LA FIBRA DE PLÁTANO COMO ALTERNATIVA
SOSTENIBLE A LAS REDES PLÁSTICAS DE LA PESCA ARTESANAL”**

AUTOR:

SABANDO ALCÍVAR DANIEL CLOVALDO

TUTOR:

ING. ISRAEL TERÁN LOZANO

MANTA – ECUADOR

2026

	NOMBRE DEL DOCUMENTO: CERTIFICADO DE TUTOR(A).	CÓDIGO: PAT-04-F-004
	PROCEDIMIENTO: TITULACIÓN DE ESTUDIANTES DE GRADO BAJO LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR	REVISIÓN: 1
		Página 1 de 1

CERTIFICACIÓN

En calidad de docente tutor de la Facultad de Ingeniería, Industria y Arquitectura de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, CERTIFICO:

Haber dirigido, revisado y aprobado preliminarmente el Trabajo de Integración Curricular bajo la autoría del estudiante **SABANDO ALCIVAR DANIEL CLOVALDO**, legalmente matriculado en la carrera de Ingeniería Marítima, período académico **2026-1**, cumpliendo el total de **384 horas**, cuyo tema del proyecto es **“ESTUDIO TÉCNICO DE LA FIBRA DE PLÁTANO COMO ALTERNATIVA SOSTENIBLE A LAS REDES PLÁSTICAS DE LA PESCA ARTESANAL.”**.

La presente investigación ha sido desarrollada en apego al cumplimiento de los requisitos académicos exigidos por el Reglamento de Régimen Académico y en concordancia con los lineamientos internos de la opción de titulación en mención, reuniendo y cumpliendo con los méritos académicos, científicos y formales, y la originalidad del mismo, requisitos suficientes para ser sometida a la evaluación del tribunal de titulación que designe la autoridad competente.

Particular que certifico para los fines consiguientes, salvo disposición de Ley en contrario.

Manta, 25 de julio de 2026.

Lo certifico,

Lo certifico,

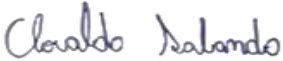


Israel Terán Lózano
Docente Tutor
Ingeniería, Industria y Arquitectura

AUTORÍA DEL PROYECTO TÉCNICO

El trabajo de grado que presentamos es inédito y justifica el proceso de investigación y/o adaptación tecnológica establecido en la Facultad de Ingeniería, Industria y Arquitectura de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, ULEAM. En tal virtud, los fundamentos teóricos – científicos y los resultados, son de exclusiva responsabilidad de los autores. El patrimonio intelectual le pertenece a la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí.

Manta, 25 de julio de 2026


Daniel Clovaldo Sabando Alcívar
1350167233


Israel Terán Lozano
1104213093

DEDICATORIA

Con gratitud infinita y profundo amor, dedico este trabajo de titulación a:

Dios por brindarme la fortaleza, la paciencia y la sabiduría necesarias para superar cada uno de los desafíos que se presentaron a lo largo de mi formación académica y durante el desarrollo de esta tesis. Su guía fue fundamental para no perder la fe ni la constancia en los momentos de mayor dificultad.

A mis padres **Elvin Danilo Sabando y Yanina Auxiliador Cusme**, por siempre apoyarme y por ser el pilar más importante de mi vida. Gracias por su apoyo incondicional, por los sacrificios realizados, por su comprensión y por creer en mí. Este logro es también fruto de su esfuerzo, de sus enseñanzas y de los valores que me inculcaron desde siempre. Sus consejos y su confianza en mí fueron fundamentales para continuar avanzando, incluso en los momentos de mayor cansancio y dificultad.

A mi hermana Daniela Yanina Sabando y hermano Danilo Alejandro Sabando por siempre estar presentes apoyándome en este proceso quienes han sido una fuente constante de apoyo, motivación y fortaleza a lo largo de mi vida académica y personal.

A mis docentes y tutor, por impartir sus conocimientos, por su orientación profesional y por su dedicación, los cuales fueron determinantes para el desarrollo adecuado de esta investigación. Sus enseñanzas no solo contribuyeron a mi formación académica, sino también a mi crecimiento personal y profesional.

Finalmente, dedico este trabajo a todas aquellas personas que, de manera directa o indirecta, contribuyeron a mi formación académica. Este logro representa el cierre de una etapa importante y el inicio de nuevos desafíos profesionales.

Daniel Clovaldo Sabando Alcívar

AGRADECIMIENTO

Estoy muy agradecido por todo lo que Dios me permitió alcanzar para poder culminar este tiempo de estudio y aprendizaje junto a personas inolvidables. Con amor, aprecio y humildad, deseo expresar mi agradecimiento a todas esas personas que fueron parte de mi etapa de formación.

Gracias por sus sonrisas, gritos, correcciones, apoyos, por creer en mí y también por no creer. Ustedes fueron la gasolina que encendió este motor que realmente estaba nuevo; pero que, gracias a sus instrucciones, se fue ubicando en el punto correcto de encendido. Puede que al principio mis RPM fueran muy bajas, pero cada ajuste que realizaron ayudó a que este pequeño motor, que comenzó en la universidad sin ningún turbo o elemento que lo hiciera más eficiente y fuerte, pudiera mejorar con el tiempo, la experiencia y cada detalle aprendido.

Hoy puedo decir que, gracias a los desafíos impuestos, estoy aquí escribiendo estas palabras para aquellos que creyeron en mí. Gracias por añadir piezas importantes a mi vida, como ese turbo nuevo, por ayudar a calibrar cada válvula y por no permitir que simplemente soplara un empaque, situación que habría hecho de mi paso por este camino algo efímero. Hoy quiero agradecer por las llaves utilizadas, por apretar cada parte de mí con el torque y el calibre correcto.

Gracias, Elvin Danilo Sabando Bermúdez, por creer en mí. Fue un poco severa la forma en que me criaste y me formaste, pero hoy comprendo que cada enseñanza tuvo un propósito. Lo hiciste con firmeza, procurando siempre mi bienestar, ayudándome a ser una mejor persona. Esto fue por mí, pero también lo comparto contigo y con mi hermosa madre, que siempre estuvo ahí, apoyándome, incluso en los momentos más difíciles.

Dios me dio las fuerzas para seguir aquí, así que no me daré por vencido. No puedo desperdiciar mi tiempo, porque ese tiempo Dios me lo dio y es sagrado. No me daré por vencido. Recién calibro este motor; ahora toca consumir cada gota de combustible que tenga para demostrar el gran trabajo que cada uno de ustedes realizó para que yo llegara a ser quien soy hoy.

Gracias, amigos, compañeros, ingenieros y también a aquellos desconocidos que no saben de mí, pero con quienes en algún momento coincidimos.

Daniel Clovaldo Sabando Alcívar

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CERTIFICACIÓN	I
AUTORÍA DEL PROYECTO TÉCNICO.....	II
DEDICATORIA.....	III
AGRADECIMIENTO.....	IV
ÍNDICE DE CONTENIDOS	1
ÍNDICE DE FIGURAS.....	3
ÍNDICE DE tablas.....	5
RESUMEN.....	6
ABSTRACT.....	7
CAPÍTULO I: ESTADO DEL ARTE.....	11
1.1 INTRODUCCIÓN A LA HISTORIA DEL ARTE DE PESCA.....	11
1.2 Prehistoria: los primeros nudos funcionales.....	11
1.3 Antigüedad: el arte de pescar con técnica	11
1.4 Edad Moderna: auge textil y expansión marítima.....	11
1.5 Redes de pesca tradicionales	12
1.6 Dominio de la sostenibilidad en la pesca artesanal	13
1.7 La contaminación de nuestros mares por las redes de pesca tradicionales.....	15
1.8 Isla basura del Pacífico contaminada por las redes de pesca tradicionales	16
1.9 Fibras naturales	18
1.10 Historia de la fibra de plátano	20
1.11 Propiedades principales de la fibra del plátano	21
1.12 Características químicas de la fibra de plátano	22
1.13 Aprovechamiento de residuos agrícolas.....	23
1.14 Método de la extracción	23
1.15 Extracción de fibra de plátano con método biológico	24
1.16 Impactos ambientales positivos.....	25
1.17 Ensayo de tracción	27
1.18 Principales aplicaciones de los ensayos de tracción.....	28
2 CAPÍTULO II: METODOLOGÍA.....	30

2.2	Características del material: Fibra de plátano	30
2.2.1	Materiales.....	30
2.2.2	Estado de la materia.....	30
2.2.3	Selección del material.....	30
2.2.4	Propiedad inicial de la fibra de plátano.....	30
2.3	Preparación de la fibra de plátano	32
2.4	Proceso de secado de la fibra	33
2.5	Construcción de la red por artesanos.....	34
2.6	Comparación entre fibra húmeda y seca	35
2.7	Influencia de la humedad	36
2.8	Cambios físicos post-secado.	40
2.9	Ensayos de tracción en las fibras de plátano	40
2.10	Objetivo del ensayo realizado	42
	Características de las muestras de fibra de plátano	43
2.11	Metodología de ensayo de tracción.....	44
2.12	Ensayo de tracción inicial	44
2.13	Ensayos de tracción.....	45
	Ensayo 1: muestras entrelazadas 1T, 2T y 3T.....	45
	CAPÍTULO III: ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	51
3.1	Comparativa entre el nailon y la fibra de plátano	52
3.1	Proyección de viabilidad del material	57
	CONCLUSIONES	58
	RECOMENDACIONES	60
	Consideraciones sobre el comportamiento de la fibra de plátano	60
	Recomendaciones para el procesamiento y fabricación de la fibra.....	60
	Aplicaciones y futuras líneas de investigación.....	60
	BIBLIOGRAFÍA.....	62
	ANEXOS	64

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. La pesca en culturas pasadas	11
Figura 2. La pesca con caña	12
Figura 3. Las redes de enmalle.....	13
Figura 4. Los trasmallos.	13
Figura 5. Afectación de las redes de plástico a la vida marina	14
Figura 6. Comparativa red natural y red de plástico	14
Figura 7. Pesca fantasma.....	16
Figura 8. Isla de basura en el Pacífico Norte	17
Figura 9. Fibra de algodón	18
Figura 10. Fibra de Lino.....	19
Figura 11. Fibra de seda	19
Figura 12. Fibra de banano	20
Figura 13. Partes de la platanera	21
Figura 14. Métodos de extracción de la fibra del pseudotallo de plátano	24
Figura 15. Extracción de la fibra del plátano.	25
Figura 16. Resultados de la pesca fantasma.....	27
Figura 17. Máquina para ensayos de tracción	27
Figura 18. Fibra de plátano como materia prima	30
Figura 19. Entrelazado artesanal de la fibra de plátano	31
Figura 20. Fibra de plátano adquirida para la investigación	33
Figura 21. Exposición de la fibra al agua.....	35
Figura 22. Segmento de red elaborada a partir de fibra de plátano.....	36

Figura 23. Red de fibra de plátano expuesta a la humedad.....	37
Figura 24. Coloración del agua producto de la exposición continua de la fibra	38
Figura 25. Prueba de tracción con la fibra de plátano	41
Figura 26. Revisión de prueba de tracción.....	42
Figura 27. Resultados del Ensayo Experimental.....	45
Figura 28. Resultados del Ensayo 1	46
Figura 29. Resultados del Ensayo 2	48
Figura 30. Resultados del Ensayo con Nailon	50
Figura 31. Cuerda no entrelazada.....	51
Figura 32. Cuerda no entrelazada.....	52
Figura 33. Cuerda entrelazado doble	54
Figura 34. Cuerda entrelazado triple	55

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Propiedades de la Fibra</i>	22
Tabla 2 <i>Tipos de muestras a ensayar</i>	43
Tabla 3 <i>Características de las 2 muestras a probar en el Ensayo Experimental</i>	44
Tabla 4 <i>Resultados del Ensayo Experimental</i>	45
Tabla 5 <i>Características de las 3 muestras a probar en el Ensayo 1</i>	46
Tabla 6 <i>Resumen de resultados del Ensayo 1</i>	47
Tabla 7 <i>Características de las 2 muestras a probar en el Ensayo 2</i>	47
Tabla 8 <i>Resumen de resultados del Ensayo 2</i>	48
Tabla 9 <i>Características de las muestras de Nailon</i>	49
Tabla 10 <i>Resumen de resultados del Ensayo con Nailon</i>	49
Tabla 11 <i>Análisis de resultados</i>	53

RESUMEN

La contaminación de los ecosistemas marinos por plásticos sintéticos procedentes de las redes de pesca tradicionales, que tardan hasta 600 años en degradarse y provocan la nociva "pesca fantasma", plantea la urgente necesidad de desarrollar alternativas ecológicas. Esta investigación presenta un estudio técnico y mecánico de la fibra de plátano, extraída de forma sostenible a partir del pseudotallo de la planta de banano, como sustituto biodegradable para las artes de la pesca artesanal en el Ecuador. Mediante un enfoque metodológico mixto, se contempla la recolección, secado y procesamiento mecánico de este residuo agrícola para evaluar sus propiedades mecánicas, incluyendo la ejecución de ensayos de tracción, fatiga y durabilidad, complementados con la fabricación y validación de prototipos de redes experimentales. El análisis busca demostrar la viabilidad funcional, económica y ecológica del material frente a fibras sintéticas convencionales como el nailon. Los resultados previstos apuntan a revalorizar un desecho agroindustrial masivo, promoviendo un modelo de economía circular en las zonas rurales donde se cultiva la platanera, al tiempo que se ofrece al sector pesquero artesanal una alternativa renovable que mitiga significativamente la degradación de la biodiversidad marina y fomenta el desarrollo sustentable de la ingeniería marítima regional.

Palabras clave: Fibra de plátano, Redes de pesca, Pesca artesanal, Sostenibilidad, Biodegradable.

ABSTRACT

Plastic pollution in marine ecosystems caused by traditional synthetic fishing nets, which can take up to 600 years to degrade and trigger destructive "ghost fishing," outlines an urgent need to develop eco-friendly alternatives. This research presents a technical and mechanical study of banana fiber, sustainably extracted from the pseudo stem of the banana plant, as a biodegradable substitute for artisanal fishing gear in Ecuador. Through a mixed methodological approach, the collection, drying, and mechanical processing of this agricultural waste are contemplated to evaluate its mechanical properties, including tensile, fatigue, and durability tests, supplemented by the fabrication and validation of experimental net prototypes. The analysis aims to demonstrate the functional, economic, and environmental viability of the material compared to conventional synthetic fibers like nylon. The expected results point toward revaluing massive agro-industrial waste, promoting a circular economy model in rural areas where bananas are cultivated, while offering the artisanal fishing sector a renewable option that significantly mitigates the degradation of marine biodiversity and advances the sustainable development of regional maritime engineering.

Keywords: Banana fiber, Fishing nets, Artisanal fishing, Sustainability, Biodegradable

TÍTULO

“ESTUDIO TÉCNICO DE LA FIBRA DE PLÁTANO COMO ALTERNATIVA SOSTENIBLE A LAS REDES PLÁSTICAS DE LA PESCA ARTESANAL”.

ANTECEDENTES

Desde los orígenes de la humanidad, la pesca ha constituido una actividad esencial para la subsistencia y el desarrollo de las sociedades costeras. Históricamente, el primer arte de pesca, en particular las redes, fueron elaboradas a partir de fibras naturales de origen vegetal, tales como cáñamo, lino, algodón, cortezas, raíces y otras fibras obtenidas del entorno inmediato. Estas redes, aunque limitadas en durabilidad, mantenían un equilibrio natural con el ecosistema marino, ya que al finalizar su vida útil se degradaban sin generar impactos ambientales significativos.

Con el avance de la Revolución Industrial y, especialmente, a partir de mediados del siglo XX, las fibras naturales fueron progresivamente reemplazadas por materiales sintéticos derivados del petróleo, como el nailon, el polietileno y el polipropileno.

Con el paso del tiempo, el uso masivo de materiales plásticos en la pesca se fue incrementando, especialmente en la fabricación de redes de pesca. Una red de pesca prácticamente no se regenera, sino que se desgasta a partir de aproximadamente 600 años, es decir, estará 600 años en los mares, contaminando y afectando a tantas especies. Por lo general, se pierden bastantes redes de pesca y se genera la gran conocida pesca fantasma, con lo cual especies mueren en grandes cantidades.

Este problema se ha venido agravando debido a que las redes abandonadas o perdidas, continúan atrapando peces, tortugas, mamíferos marinos y otras especies durante largos periodos de tiempo, sin ningún control humano. De esta manera, la pesca fantasma se ha convertido en una de las principales consecuencias del uso de redes plásticas tradicionales, afectando tanto a la biodiversidad marina como al equilibrio de los ecosistemas.

Organismos internacionales, instituciones académicas y comunidades científicas han señalado la necesidad urgente de desarrollar alternativas sostenibles y biodegradables

que reduzcan el impacto ambiental sin comprometer la funcionalidad técnica de las artes de pesca.

Por todo lo anterior, estos antecedentes muestran cómo el problema de la contaminación marina por redes plásticas, la pesca fantasma y el desperdicio de biomasa vegetal han ido creando el contexto necesario para el desarrollo de esta investigación, la cual busca una alternativa más ecológica y responsable frente al uso masivo de redes plásticas en la actividad pesquera.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la actualidad, uno de los principales problemas que afecta los ecosistemas marinos es la contaminación por plásticos, especialmente las redes de pesca tradicionales hechas de nailon y otros materiales sintéticos. Estas redes, al perderse o desecharse en el mar, permanecen durante años provocando la llamada “pesca fantasma”, atrapando especies marinas y afectando directamente la biodiversidad. Por eso, se ha vuelto necesario buscar alternativas sostenibles que sean más amigables con el ambiente y que cumplan funciones similares, sin generar el mismo impacto negativo. Una de las posibles alternativas que se está estudiando es la utilización de fibras naturales para la elaboración de redes de pesca artesanales, entre ellas la fibra de plátano. Este material, que se obtiene del pseudotallo del plátano, posee propiedades que podrían hacerlo viable para este tipo de uso, ya que es resistente, flexible y biodegradable. Además, al provenir de residuos agrícolas, su aprovechamiento puede contribuir a una economía circular, reduciendo desperdicios y generando nuevas oportunidades en zonas rurales donde se cultiva plátano.

JUSTIFICACIÓN

El presente proyecto de grado se presenta como una alternativa útil y viable frente a las redes de pesca tradicionales, las cuales han representado un gran problema ambiental, analizando los esfuerzos y temas nuevos que ayuden en esta acción, como son las redes elaboradas con fibras naturales. El diseño de las redes de pesca tradicionales se relacionan con la gran biomasa desperdiciada en el mundo, con la cual podemos sustentar nuevos proyectos biodegradables que ayuden a disminuir nuestra huella ambiental, debido a la alta contaminación de nuestros mares generada por las redes de pesca tradicionales. El gran impacto que se asocia con la actividad pesquera es considerable; sin embargo,

gracias al estudio de recursos como las cifras y datos técnicos, se puede reducir significativamente esta contaminación.

Con ello, beneficiamos a comunidades enteras y brindamos una gran posibilidad de sostenibilidad económica. Así, las redes de pesca tradicionales se han convertido en un problema importante a nivel-macro y micro-social. No obstante, con los nuevos estudios que estamos realizando sobre las redes de pesca tradicionales, podemos determinar que el uso de fibras naturales, como la fibra de plátano, representa un gran beneficio a nivel mundial, considerando que existe una gran biomasa desperdiciada a escala global.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

- Estudiar técnica y mecánicamente la fibra de plátano como alternativa sostenible a las redes plásticas de la pesca artesanal.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Recopilar toda la información relacionada con las fibras naturales y sus procesos elaborativos.
- Diseñar una propuesta técnica y ecológica para la implementación de redes de pesca elaboradas con fibra de plátano, considerando su viabilidad ecológica.
- Evaluar las propiedades físicas, químicas y mecánicas de la fibra natural de plátano, mediante un prototipo de red experimental que permita comparar su desempeño.
- Realizar las pruebas de validación necesarias para garantizar el buen funcionamiento de las redes de pesca con fibra de plátano.

CAPÍTULO I: ESTADO DEL ARTE

1.1 INTRODUCCIÓN A LA HISTORIA DEL ARTE DE PESCA

1.2 Prehistoria: los primeros nudos funcionales

Hace más de 8000 años, en Antrea (Finlandia), se hallaron restos de redes confeccionadas con fibras de tilo. Estas primeras estructuras estaban hechas a mano, reforzadas con tendones animales y complementadas con piedras y corchos que servían como lastres y flotadores. Pese a su rudimentaria apariencia, funcionaban con gran eficacia. (QuimiNet, 2025)

1.3 Antigüedad: el arte de pescar con técnica

Egipcios, griegos, romanos y chinos perfeccionaron la confección de redes con lino, cáñamo, esparto y seda. Los fenicios introdujeron mejoras en el diseño, desarrollando redes de arrastre y enmalle. La confección ya no era únicamente funcional, sino un arte técnico adaptado a las especies y condiciones de cada región



Figura 1. La pesca en culturas pasadas
Fuente: <https://cofradiapescadoresdellanes.com>

1.4 Edad Moderna: auge textil y expansión marítima

En Europa medieval, la pesca se convirtió en actividad estratégica. Los gobiernos establecían reglas sobre el tamaño de las mallas para preservar peces jóvenes. Vikingos y pueblos nórdicos usaban redes de gran tamaño con flotadores de madera y lastres de piedra. La transmisión del conocimiento era artesanal y oral, fortaleciendo tradiciones locales.

Entre los siglos XVI y XIX, con el desarrollo de flotas pesqueras y la expansión comercial, surgió el nudo de red que aún se emplea. El uso de lino, algodón y cáñamo permitió confeccionar redes más homogéneas y producirlas a mayor escala. (QuimiNet, 2025)

1.5 Redes de pesca tradicionales

Se trata de un conjunto de hilos muy resistentes, dependiendo el tamaño serán más o menos gruesos, formando una malla por donde no se puedan escapar los peces. En la actualidad se utilizan materiales como la poliamida, nailon, o polietileno en diferentes formas como el trenzado o el torcido, los más efectivos y resistentes, y los más utilizados en muchas empresas.

En la antigüedad se usaba más las mallas de componentes orgánicos como la lana o la seda, aunque ahora es menos habitual, ya que los materiales sintéticos ofrecen mejores beneficios, como la durabilidad y la resistencia.

Las redes se diferencian por el grosor, el material y el tipo de unión. Estos aspectos dependen de la finalidad de las redes: ¿qué especies de peces van a capturarse y con qué medios? Los métodos de pesca van desde la pesca a mano hasta los gigantescos arrastreros que arrastran sus redes por el fondo marino. (S.A, 2021)

- **La pesca con caña, sedal y anzuelo:** es la forma más sencilla y selectiva de pescar y, por tanto, la más respetuosa con la vida marina y los ecosistemas.

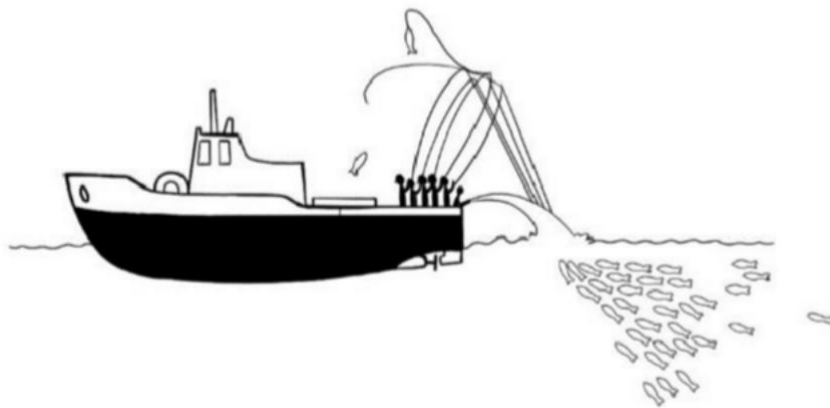


Figura 2. La pesca con caña
Fuente: <https://www.mdis.edu.sg>

- **Las redes de enmalle:** se utilizan en varios de los métodos de pesca. Es uno de los más utilizados por los pescadores comerciales en la gran mayoría de océanos y en algunas áreas de agua dulce.

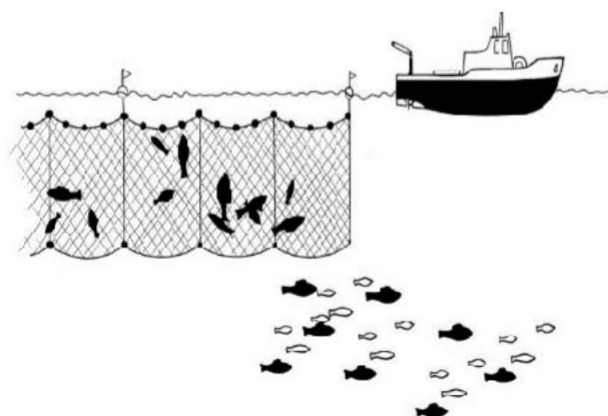


Figura 3. Las redes de enmalle

Fuente: <https://www.mdiss.edu.sg>

- **Los trasmallos:** están formados por tres capas de redes de enmalle que se arrastran al fondo con pesos y se colocan en el agua con corchos flotantes. Su particularidad es que las distintas capas tienen diferentes tamaños de malla. Si los peces consiguen atravesar la primera capa, son capturados por la red más estrecha del centro.

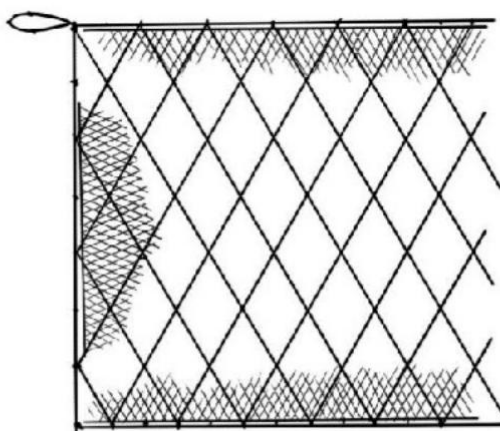


Figura 4. Los trasmallos.

Fuente: <https://www.redsinsa.com>

1.6 Dominio de la sostenibilidad en la pesca artesanal

Para que una pesca sea sostenible es imprescindible también, que se respete la estructura, productividad, función y diversidad de los ecosistemas marinos y los hábitats, minimizando los impactos sobre otras especies, prestando especial atención a las especies protegidas, amenazadas o en peligro de extinción; y tener una buena gestión que permita que la pesca se adapte a cambios en el medio marino y cumpla las leyes locales, nacionales e internacionales. (Council, 2025)



Figura 5. Afectación de las redes de plástico a la vida marina
Fuente: <https://www.wwf.org.ec>

Comparativa de tiempo de degradación de los materiales

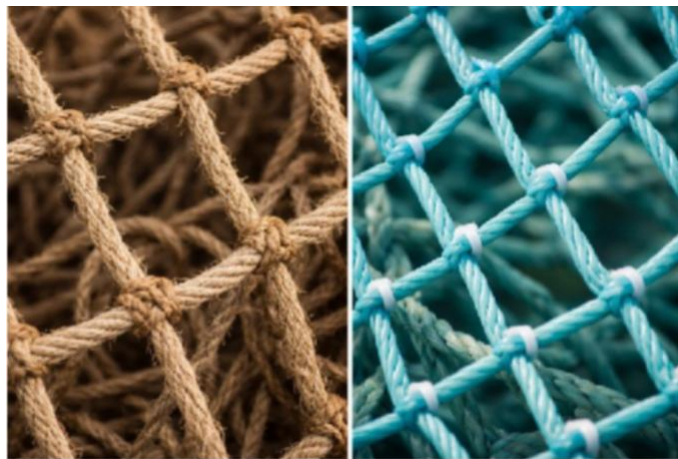


Figura 6. Comparativa red natural y red de plástico
Fuente: <https://www2.utp.edu.com>

- **Redes de pesca con Nailon**

Genera una introducción de material sintético en la red alimentaria marina. Los plásticos modernos pueden durar hasta 600 años en el ambiente marino, dependiendo de las condiciones del agua, la penetración de la luz ultravioleta y el grado de abrasión física. Además, no se conoce el impacto de los fragmentos microscópicos de plástico y fibras que resultan de la degradación de artículos más grandes (microplásticos).

- **Redes con hilos biodegradables**

El proceso de degradación del hilo biodegradable incluye principalmente dos etapas: degradación física y biodegradación:

Bajo la influencia de las condiciones ambientales (como la temperatura, la humedad y la luz solar), el hilo biodegradable primero sufre degradación física. En esta etapa, la

superficie del hilo se verá afectada por los factores ambientales, las grietas y el pequeño daño, lo que resultará en cambios en la estructura del material. Este cambio hace que el posterior proceso de biodegradación sea más suave y rápido. Cambiando un 25% en los primeros 30 días.

2.1.6.1 Fibra de plátano como mejora ecológica

- **Aprovecha residuos:** Por cada tonelada de plátano, se generan 4 toneladas de residuos, y el pseudotallo constituye el 75% de ellos, que antes se quemaban o desechaban.
- **Materiales sostenibles:** De estos tallos se extrae una fibra resistente que se convierte en:
Textiles ecológicos: Telas para ropa, alfombras y accesorios, comparables o superiores al algodón en resistencia y transpirabilidad, y como alternativa a la seda.
Biocompuestos: Se mezcla con polímeros para crear empaques (como tapas de café) o materiales de construcción, sustituyendo plásticos contaminantes.
Cuero vegano: Se utiliza para producir alternativas al cuero animal.
- **Biodegradable y renovable:** A diferencia del plástico, es un recurso natural que se degrada.
- **Menor consumo de agua:** Requiere menos agua que el algodón.
- **Economía circular:** Cierra el ciclo al reutilizar biomasa, reduciendo residuos agrícolas.

1.7 La contaminación de nuestros mares por las redes de pesca tradicionales

Un estudio reciente sobre las tasas mundiales de pérdida de artes de pesca, elaborado a partir de fuentes principalmente del hemisferio norte, estimó que el 5,7% de todas las redes de pesca, el 8,6% de las trampas y el 29% de todas las líneas de pesca utilizadas a nivel mundial se abandonan, pierden o descartan en el medio ambiente. Al menos, el 46% de las 79 000 toneladas de plástico que forman el Gran Parche de Basura del Pacífico está hecho de artes de pesca. (Chiriboga, 2020)

La contaminación ha sido una problemática que ha afectado considerablemente los océanos, pues allí van a parar todos los desechos de los humanos. Según un documento del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (2021), a pesar de las

iniciativas y esfuerzos, la cantidad de plástico en el océano se estima entre 75 y 199 millones de toneladas y sin una acción significativa. Se prevé que las emisiones de plásticos en los ecosistemas acuáticos se tripliquen para 2040.



Figura 7. Pesca fantasma
Fuente: <https://news.un.org>.

Las redes de pesca son uno de los elementos más contaminantes y que agravan el problema, ya que de forma accidental o deliberadamente son arrojadas a los mares, causando graves efectos para la fauna marina, desde capturar animales creando una “pesca fantasma”, hasta formar islas de basura donde se enredan otros desechos amenazando a miles de especies. Según National Geographic, hasta el momento unas 700 especies marinas han ingerido plástico o se han visto atrapadas en él. (COLOMBIA, 2023)

1.8 Isla basura del Pacífico contaminada por las redes de pesca tradicionales

El océano Pacífico es el lugar donde se encuentra la isla de la basura con mayores dimensiones. En una nueva investigación publicada por la revista Nature, se expone que la gigantesca isla de basura se extiende en unas cifras alarmantes, 1,6 millones de Km², esto es, tres veces el tamaño de Francia.

Se habla de una elevación dieciséis veces mayor que estudios previos, un alarmante y preocupante crecimiento. Se calcula, a su vez, que contiene alrededor de 80 000 toneladas de plástico. Así, la llamada isla de basura supone una de las mayores concentraciones de plástico de una magnitud nunca registrada.

No obstante, la isla de basura del océano Pacífico no es la única isla de basura que existe, aunque sí fue la primera de la que se tiene constancia. Situada en el Pacífico Norte, esta gran mancha de basura plástica fue descubierta en 1997 por el oceanógrafo estadounidense Charles Moore.

En años sucesivos se han descubierto otras islas de basura: la del Atlántico Norte (2009), el Índico (2010) y el Pacífico Sur (2011). Por último, 20 años más tarde de que la primera isla de basura fuera descubierta en 2017, se confirmó la existencia de la última, en el Atlántico Sur.

El estudio se ha basado en tres años de investigación durante los cuales los científicos que la han llevado a cabo, han utilizado botes y aviones para poder trazar un mapa de esta zona. El norte del océano Pacífico es donde se encuentra esta isla de basura plástica. En ella, las corrientes rotativas y los vientos ocasionan que los desechos marinos (de todo tipo, pero principalmente plástico), las algas y el plancton, converjan creando un área de basura que recibe el nombre de isla, si bien, en verdad es una concentración enorme de plásticos que va en aumento según nos acercamos a su centro.

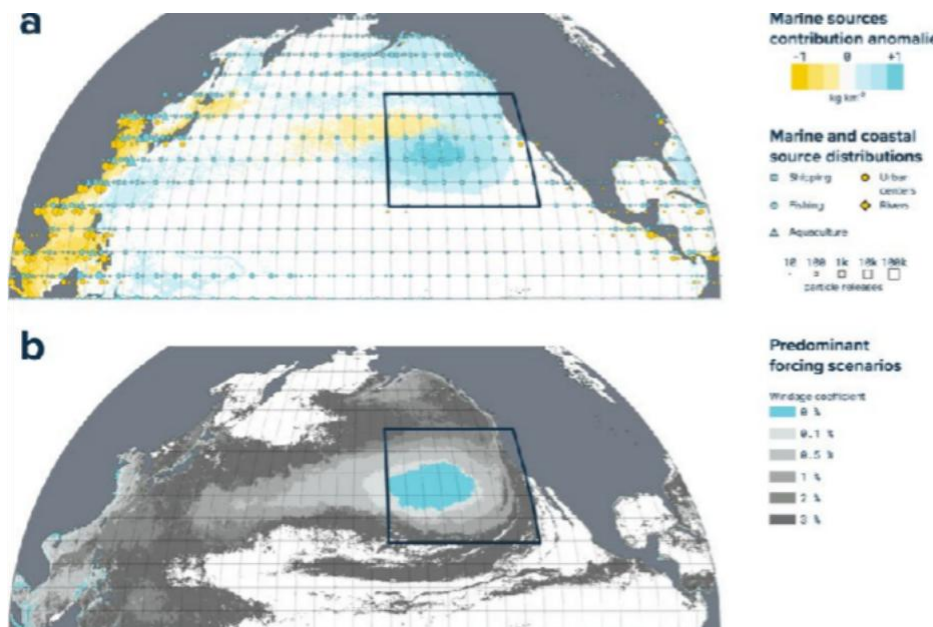


Figura 8. Isla de basura en el Pacífico Norte

Fuente: <https://www.fundacionaquae.org>

Del estudio se pueden destacar varias apreciaciones:

- Los plásticos constituyen el 99,9% de todos los residuos en la Isla de Basura.
- El 46% de los plásticos son redes de pesca y, más de tres cuartos de los plásticos, eran trozos de más de 5 cm. Entre ellos se incluyen plásticos duros, hojas plásticas y película de plástico.
- De 50 objetos analizados en busca de su fecha de producción, se encontró que uno era de 1977. En cambio, 7 pertenecían a la década de los 80, 17 de los años 90, 24 de los 2000 y 1 de la década siguiente.

- De entre toda la basura, tan solo los plásticos comunes como el polietileno o el polipropileno eran lo suficientemente gruesos como para flotar.

1.9 Fibras naturales

En la actualidad se están utilizando fibras naturales por su fácil obtención y extracción de la naturaleza. Además, los costos de estos son reducidos en comparación a fibras obtenidas artificialmente y, en muchos casos, sus propiedades presentan ventajas como: gran resistencia mecánica, flotabilidad, resistencia al daño por agua salada y el largo de sus filas. Estas fibras se utilizan para reforzar a los polímeros formando materiales compuestos con un mayor campo de aplicación en la industria.

Tipos de fibras naturales

- **Algodón:** El algodón es uno de los tipos de tela más populares y versátiles disponibles hoy en día. Se ve en muchos productos, ya que son duraderos, transpirables y muy fáciles de cuidar. Se deriva de la planta del algodón, que es una fibra corta suave y esponjosa que crece en una cápsula, o funda protectora, alrededor de las semillas de las plantas de algodón. Luego, la fibra se hila en hilo o estambre y se teje en textiles.



Figura 9. Fibra de algodón

Fuente: <https://bostonscrub.com>

- **Lino:** El lino es la tela más antigua que se conoce. Derivado de la planta del lino, este tipo de tela resiste la luz solar, es lavable, tensa y también es hipoalergénica. El lino, aunque laborioso de fabricar, es mucho más resistente, más absorbente y se seca más rápido que el algodón.



Figura 10. Fibra de Lino

Fuente: <https://www.mdiss.edu.sg>

- **Seda:** La seda es una fibra natural y proteica derivada de animales. Aunque muchos animales tienen la capacidad de producir seda, la seda que se utiliza en la producción de prendas de vestir se obtiene de los capullos de las larvas del gusano de seda morera *Bombyx mori*. La seda se considera una tela de lujo por su suavidad, caída y brillo. La seda también tiene propiedades transpirables y térmicas (mantiene fresco en verano y cálido en invierno); sin embargo, la producción de seda implica hervir los gusanos de seda mientras están intactos en sus capullos, antes de desenredar las fibras, y esto ha suscitado preocupaciones éticas. Sin embargo, en los últimos tiempos, se ha producido «seda Ahimsa» o «seda de la paz», que permite que el gusano de seda salga de su capullo y complete su ciclo de vida natural. (MDIS, 2022)



Figura 11. Fibra de seda

Fuente: <https://www.mdiss.edu.sg>

- **Fibra de plátano:** Existen en el Ecuador alrededor de 25 especies de fibras vegetales especialmente usadas a nivel artesanal. Los desechos orgánicos de las

bananeras ecuatorianas no son aprovechados y generan gran cantidad de desperdicios que pueden ser utilizables. Estos mal considerados desperdicios podrían ser explotados dentro de la ingeniería.



Figura 12. Fibra de banano

Fuente: <https://www.inpadesa.com.ec/fibra-de-banano/>

La imagen anterior muestra fibra obtenida del raquis y tallo de las plantas de banano mediante procesos de presión sin el uso de químicos. (INPADESA, 2022)

1.10 Historia de la fibra de plátano

El banano no es un árbol, sino una megaforbia, una hierba perenne de gran tamaño. Como las demás especies de *Musa*, carece de verdadero tronco. En su lugar, posee vainas foliares que se desarrollan formando estructuras llamadas pseudotallos, similares a fustes verticales de hasta 30 cm de diámetro basal que no son leñosos, y alcanzan los 7 m de altura.

Las hojas de banano se cuentan entre las más grandes del reino vegetal. Son lisas, tiernas, oblongas, con el ápice truncado y la base redonda o ligeramente cordiforme, verdes por el haz y más claras y normalmente glaucas por el revés, con los márgenes lisos y las nervaduras pinnadas, amarillentas o verdes, dispuestas en espiral. Se despliegan hasta alcanzar 3 m de largo y 60 cm de ancho; el pecíolo tiene hasta 60 cm. Las hojas tienden a romperse espontáneamente a lo largo de las nervaduras, dándoles un aspecto desaliñado. Cada planta tiene normalmente entre 5 y 15 hojas, siendo 10 el mínimo para considerarla madura; las hojas viven no más de dos meses, y en los trópicos se renuevan a razón de una por semana en la temporada de crecimiento. (Guzmán, Universidad Del Azuay, 2013)

El elemento perenne es el rizoma, superficial o subterráneo, que posee meristemas a partir de los cuales nacen entre 200 y 500 raíces fibrosas, que pueden alcanzar una

profundidad de 1,5 m y cubrir 5 m de superficie. Del rizoma también brotan vástagos (“chupones”) que reemplazan al tallo principal después de florecer y morir este. En los ejemplares cultivados solo se deja normalmente uno para evitar debilitar la planta, pero en estado silvestre aparecen en gran cantidad; son la principal forma de difusión en las variedades estériles, que son la mayoría.

La planta del banano contiene fibras textiles de buena calidad, conocidas popularmente como fibra de banano. Esta fibra es otra fibra natural inexplorada que se utiliza en las industrias de la moda y los textiles técnicos para el desarrollo de productos sostenibles. Estas fibras se extraen del pseudotallo de la planta del banano. Se pueden utilizar extractores de fibra de banano adecuados para extraer las fibras de los pseudotallos. (Debnath, 2017).

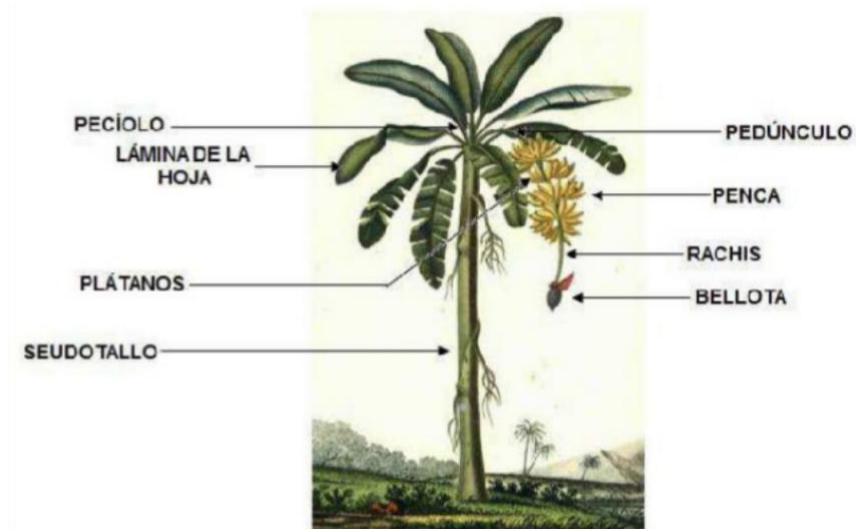


Figura 13. Partes de la platanera
Fuente: López y Francisco (2014)

1.11 Propiedades principales de la fibra del plátano

Es un hecho bien conocido que el banano es una de las plantas cultivadas más antiguas del mundo. Pertenece a la familia Musácea y hay aproximadamente 300 especies, pero solo 20 variedades se utilizan para el consumo. Aproximadamente 70 millones de toneladas métricas de bananos se producen cada año en las regiones tropicales y subtropicales del mundo. Propiedades que tiene:

- Resistencia.
- Sostenibilidad.
- Resistente al fuego.
- Ligereza y bajo nivel de elongación.
- Absorción a la humedad.

- Propiedades Térmicas.

De esta planta de amplia difusión en ambientes tropicales se extraen las fibras del tallo del racimo del banano para la confección de artículos artesanales, hechos por comunidades autóctonas. Las propiedades de estas fibras han demostrado su uso en cuanto a la confección de sombreros, carteras, canastas, bandejas y otros accesorios. Una ventaja de esta particular actividad es el empleo del desecho luego de la recolección de los frutos, que contribuye a mejorar el medio ambiente, la ecología y sustentar las economías regionales de los países que la practican, desarrollo de biocompuestos ligeros, cabos; aplicaciones potenciales en aeronaves, entre otras (Guzmán, Experimentación tecnológica de la fibra de banano aplicada en el diseño de objetos, 2013).

1.12 Características químicas de la fibra de plátano

La composición química de la fibra de plátano es celulosa, hemicelulosa y lignina.

Tabla 1

Propiedades de la Fibra

Tenacidad	29,98 g/denier
Finura	17,15 micrómetros (µm)
Recuperación de humedad	13,00%
Alargamiento	6,54%
Extractos de alcohol	1,70%
Celulosa total	81,80%
Alfa celulosa	61,50%
Goma residual	41,90%
Lignina	15,00%

Nota: Características en su proceso natural.

Los ecosistemas más afectados por este efecto son aquellos cuyos suelos son graníticos (ácidos), como son, por ejemplo, los de la mayoría de los países del norte de Europa. Estos efectos son menos acusados en suelos de naturaleza químicamente básica, alcalina, como es el caso de España, excluyendo algunas regiones del norte, debido a que este tipo de suelo neutraliza, en gran medida, las deposiciones ácidas atenuando sus efectos.

1.13 Aprovechamiento de residuos agrícolas

La educación y la conciencia social son fundamentales para promover gestión sostenible de los recursos naturales y reducir el impacto ambiental de la agricultura. El pseudotallo del plátano generalmente es desechado a pesar de que es una fuente rica en fibra y otros compuestos que pueden ser utilizados en diversas industrias, desde la producción de biocombustibles hasta la fabricación de materiales ecológicos y textiles.

A través de prácticas educativas, es posible sensibilizar a los productores, comunidades rurales y consumidores sobre las ventajas de estos residuos. Además, fomentar la innovación en la creación de productos biodegradables y de bajo impacto ambiental.

La conciencia social sobre este tema puede promover un cambio de paradigma en la forma que se gestionan los residuos agrícolas, transformándolos en recursos valiosos. Asimismo, las políticas públicas que apoyan la investigación, el desarrollo y la comercialización de productos derivados del pseudotallo del plátano que pueden ser clave para consolidar este enfoque sostenible. Por esta razón es importante la educación y la conciencia social ya que es una herramienta clave para el desarrollo sostenible y una gestión más eficiente de los residuos agrícolas, transformando lo que antes era considerado un desecho en un recurso valioso.

Y para complementar lo mencionado anteriormente, según Ellen MacArthur Foundation, (2019) la educación y la sensibilización social son factores determinantes para acelerar la transición hacia una economía circular, ya que permiten que productores y consumidores comprendan el valor de los residuos y adopten prácticas sostenibles

La extracción de fibra de residuos de plátano (pseudotallo) es un proceso que presenta múltiples características clave, cada una con importancia significativa. Los tipos de residuos, en especial el pseudotallo que es rico en fibra, tiene propiedades resistentes y biodegradables, lo que lo hacen ideal para diversas aplicaciones. Los métodos de extracción, tanto mecánicos como químicos, optimizan la calidad del producto final. Además, los beneficios ambientales, las aplicaciones en textiles y materiales sostenibles resaltan su potencial.

1.14 Método de la extracción

Para establecer los métodos de extracción de la fibra del pseudotallo se debe realizar un pretratamiento a la materia prima, con el fin de poder obtener un mayor rendimiento a la hora de obtener las fibras deseadas. «El pretratamiento consiste en realizar una limpieza al pseudotallo retirando todo residuo o algún tipo de impureza que este pueda contener,

además de verificar que la materia prima se encuentre en buenas condiciones (se recomienda realizar los cortes de pseudotallo e inmediatamente realizar el proceso de extracción de la fibra para evitar que este se oxide al estar expuesto al ambiente), posteriormente se debe retirar el contenido de humedad que contienen las vainas foliares mediante prensas, luego se debe secar la materia prima a temperatura ambiente o en un horno a 80 °C por 45 minutos». En la siguiente figura se detalla de manera ilustrada la clasificación de los métodos de extracción:

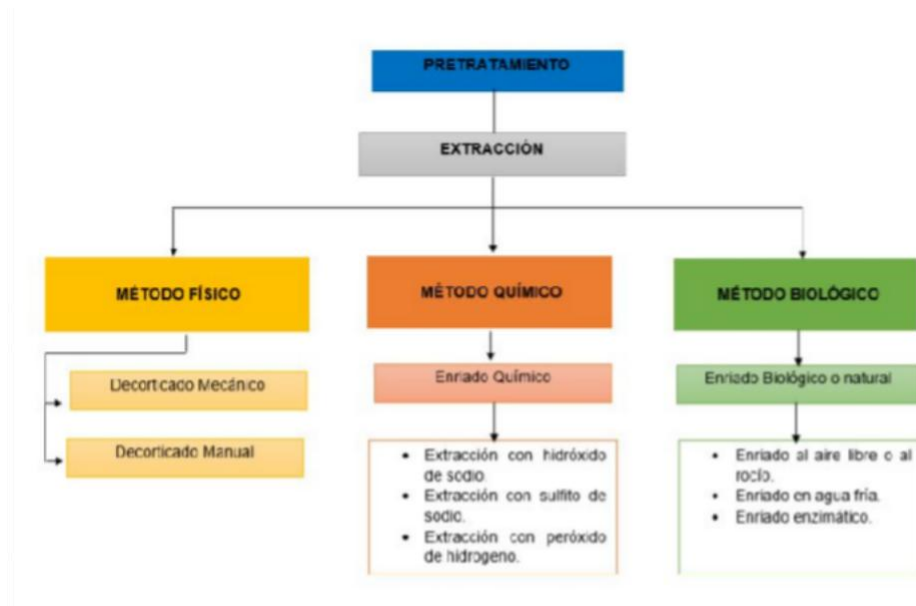


Figura 14. Métodos de extracción de la fibra del pseudotallo de plátano
Fuente: <https://repository.uamerica.edu.com>

1.15 Extracción de fibra de plátano con método biológico

El proceso de fabricación de la fibra de plátano implica varios pasos complejos.

- **Cosecha:** Las plantas de banano maduras se seleccionan y cosechan cuidadosamente. Se retiran las capas externas de la planta y se extraen las fibras internas aprovechables.
- **Extracción:** Las fibras extraídas se someten a un proceso llamado decorticación, donde se separan del tallo de la planta. Esto puede hacerse manualmente o mediante decorticadoras mecánicas.
- **Tratamiento de las fibras:** Las fibras extraídas se lavan a fondo para eliminar impurezas y se secan para alcanzar el contenido de humedad deseado. Esto garantiza que las fibras estén limpias y listas para su posterior procesamiento.
- **Hilado de fibras:** Las fibras secas de plátano se hilan mediante técnicas de hilado tradicionales o modernas, según el producto final deseado. El hilo puede mezclarse con otras fibras para mejorar sus propiedades o utilizarse en su forma pura.

- **Tejido/Tejido de punto:** El hilo de fibra de plátano se teje o se tricota para crear telas utilizando máquinas de tejido tradicionales o avanzadas.
- **Acabado:** Después de tejer o tricotar, la tela de fibra de plátano se somete a procesos de acabado como teñido, impresión y recubrimiento, dependiendo de las propiedades funcionales deseadas del producto final. (AnuprernaTelas, 2026)



Figura 15. Extracción de la fibra del plátano.
Fuente: <https://anuprerna.com>

1.16 Impactos ambientales positivos

La fibra del banano o también llamada fibra de Musa por el nombre taxonómico de las especies del banano (*Musa Cavendishii*, *Musa Paradisiaca*, *Musa Acuminata* y *Musa Balbisiana*), se obtiene a partir de la cosecha del fruto, del banano, que después queda el brote de donde se obtuvo el racimo, el cual lleva el nombre de pseudotallo que se deja secar o se arranca y se esparce en el suelo para facilitar la reabsorción de su materia orgánica. (María Elizabeth Maila1, 24)

El pseudotallo se utiliza para extraer fibra, ya que cada capa concentra la humedad de la planta del banano, y se puede emplear en la elaboración de artículos artesanales por comunidades autóctonas, como prendas de vestir, la fabricación de accesorios como sombreros, carteras, canastas y otros artículos (Abad Barahona et al., 2012). Por otro lado, su proceso de extracción, que es de baja energía y libre de químicos; implica la separación, limpieza e hilado de las fibras, y se mejora continuamente con técnicas avanzadas. La fibra interior, conocida como Musa textiles, destaca por su suavidad y brillo, convirtiéndola en una alternativa ecológica

a la seda. Además, su alta resistencia a la tracción la hace competitiva frente al algodón para la producción de ropa de uso diario, ofreciendo excelentes propiedades de transpirabilidad y absorción de humedad (Chazot, 2023). La versatilidad de la fibra de plátano se refleja en su capacidad para mezclarse con otras fibras naturales o sintéticas recicladas, mejorando la durabilidad y funcionalidad de los textiles. (María Elizabeth Maila1, 24)

Esta característica no solo reduce la dependencia de materiales sintéticos, sino que también aporta una textura única y un atractivo visual a las telas. En el ámbito industrial, la fibra se utiliza en sistemas de filtración, materiales de insonorización y tableros compuestos. Esta diversidad de aplicaciones destaca el potencial de la fibra de plátano como un material sostenible y multifuncional en la industria textil y más allá. El uso de fibra de Musa presenta varios beneficios ambientales en comparación con fibras tradicionales, como se cita a Tapia, et al. 2006: “El empleo de fibras naturales para el refuerzo de materiales compuestos ha aumentado notablemente en las últimas décadas”. Esta tendencia ha crecido debido a razones medio ambientales y al deseo de reducir los costos de los materiales compuestos. Como resultado, fibras como la del plátano han captado la atención de investigadores y empresarios, ya que provienen de residuos agrícolas y representan una opción ecológica para su uso como hilo, refuerzo de materiales, y en la producción de papel, entre otros. (Cifuentes Sánchez y Cifuentes Rivera, 2019). Es por esto que, fibras tradicionales como el algodón, o fibras sintéticas como el nailon, el poliéster y las fibras acrílicas, resultan ser más contaminantes que la fibra de Musa, ya sea por su proceso de recolección, transporte, sinterización, distribución o por su naturaleza contaminante.

Del mismo modo, el aumento de la producción de fibra de plátano mejora notablemente con el uso de secadores de radiofrecuencia (RF). Estos secadores, como los que ofrece Strayfield, emplean energía de radiofrecuencia para calentar y secar las fibras de manera uniforme y rápida, superando las técnicas tradicionales de secado. Este método no solo es más eficiente en términos de energía, sino que también preserva las cualidades intrínsecas de las fibras de plátano, como su resistencia a la tracción y su brillo natural. Además, los secadores de RF están diseñados para manejar grandes volúmenes, lo que permite escalar la producción sin comprometer la calidad del producto final (RF Systems, 2021). Desde una perspectiva ambiental, los secadores de radiofrecuencia presentan ventajas adicionales, ya que su funcionamiento se basa completamente en el uso de

electricidad y no dependen de combustibles fósiles ni de productos químicos, lo que contribuye a una menor huella de carbono. Este enfoque complementa la naturaleza ecológica de la producción de fibra de banano, mejorando la sostenibilidad general del proceso. Al eliminar las emisiones de carbono y optimizar el consumo energético, los secadores de RF no solo hacen que el proceso de secado sea más ecológico, sino que también aseguran que la producción de fibra de plátano sea una opción viable y sostenible para la industria textil en el largo plazo. (María Elizabeth Maila1, 24)



Figura 16. Resultados de la pesca fantasma
Fuente: Propia

1.17 Ensayo de tracción

El ensayo de tracción es una forma de ensayo de tensión y se trata de una prueba destructiva de ingeniería y ciencia de los materiales, en la que se aplica una tensión controlada a una muestra hasta que falla por completo (rotura).



Figura 17. Máquina para ensayos de tracción
Fuente: <https://www.instron.com>

Esta es una de las técnicas de ensayo mecánico más comunes. Se utiliza para determinar la resistencia de un material y su límite elástico. Este método permite determinar el límite elástico, la resistencia a la tracción, la ductilidad, las características de endurecimiento por deformación, el módulo de Young y el coeficiente de Poisson. (Institute, 2024)

- **Límite elástico:** El límite elástico es el punto en el que se produce la deformación plástica bajo tensión. Este se determina mediante ensayos realizados a lo largo de una longitud de referencia medida, utilizando extensómetros. Estos dispositivos pueden ser de tipo mecánico con pinza o de video, en casos donde el contacto directo es una limitación, como en los ensayos a temperaturas elevadas.
- **Resistencia máxima a la tracción:** La resistencia a la tracción máxima (UTS, por sus siglas en inglés) es la tensión máxima a la que se somete una muestra durante el ensayo. Esta puede diferir de la resistencia a la rotura de la muestra, dependiendo de si es frágil, dúctil o presenta propiedades de ambos materiales. Estas propiedades del material pueden variar según el entorno, por ejemplo, en condiciones de calor o frío extremos.
- **Ductilidad:** La ductilidad se relaciona con el alargamiento de una prueba de tracción. El porcentaje de alargamiento se calcula dividiendo la longitud máxima de la muestra entre la longitud original de la muestra.
- **Endurecimiento por deformación:** Esta característica describe cuánto se endurece con la deformación plástica.
- **Módulo de elasticidad:** El módulo de elasticidad, también conocido como módulo de Young, mide la rigidez de una muestra, es decir, la capacidad del material para recuperar su forma original una vez que se retira la carga. Cuando el material se estira hasta el punto en que ya no recupera su longitud original y se produce una deformación permanente, la ley de Hooke deja de aplicarse. Este límite se conoce como límite elástico o de proporcionalidad (también llamado límite de fluencia).

1.18 Principales aplicaciones de los ensayos de tracción

El ensayo de tracción proporciona información detallada sobre las propiedades mecánicas de tracción de un material. Estas propiedades se pueden representar gráficamente mediante una curva de tensión/deformación para mostrar detalles como el punto de rotura

del material, así como propiedades como el módulo de elasticidad, la deformación y el límite elástico. (Institute, 2024)

Las pruebas de tracción tienen diversos usos, entre ellos:

- Selección de materiales para una aplicación
- Predecir cómo se comportará un material bajo diferentes fuerzas.
- Determinar si se cumplen los requisitos de una especificación, contrato o norma.
- Demostrar la viabilidad del concepto de un nuevo producto.
- Demostración de características para una patente propuesta.
- Proporcionar datos de garantía de calidad estándar para funciones científicas y de ingeniería.
- Comparación de datos técnicos para diferentes opciones de materiales.
- Pruebas de materiales para acreditar que puedan utilizarse en procedimientos legales.

CAPÍTULO II: METODOLOGÍA

2.2 Características del material: Fibra de plátano

2.2.1 Materiales

Para la elaboración del material a ensayar, se utilizó una cantidad reducida de fibra de plátano y materia prima que suele ser desperdiciada. La obtención del producto se describe de manera general evitando nombres de empresas tanto públicas como privadas.

2.2.2 Estado de la materia

Se observó que un hilo de fibra seca es más resistente en el trenzado y en ajuste para la elaboración de la red de pesca. Una fibra húmeda suele romperse con más facilidad cuando se hace el trenzado. Se debe secar bien la sábila para poder trabajar de la mejor forma.

2.2.3 Selección del material

Se seleccionó una porción de material con un secado natural, fibras largas con un mínimo de grietas que se puedan ver a simple vista. Se buscaron materiales de una calidad superior para poner a prueba su firmeza en el trenzado, lo que ayudará a que las fibras tengan un mejor desempeño durante las pruebas.



Figura 18. Fibra de plátano como materia prima
Fuente: Propia

2.2.4 Propiedad inicial de la fibra de plátano

En las propiedades iniciales observables de la fibra de plátano se parte de una evaluación directa y práctica de sus características físicas, donde lo primero que se busca es que la fibra presente un tacto firme, consistente y uniforme al manipularla. Es fundamental que no se quiebre ni se rompa con facilidad, sino que mantenga su integridad estructural incluso al ser sometida a esfuerzos manuales. Al estirla, se espera evidenciar una buena resistividad a simple vista, lo cual permite tener una referencia preliminar de su comportamiento antes de los ensayos técnicos.

Esta evaluación inicial no se limita únicamente a la observación superficial, sino que también sirve como criterio de selección para determinar cuáles fibras son aptas para las siguientes fases del estudio. Dichas fibras serán posteriormente sometidas a pruebas más exigentes, como ejercicios de tracción, resistencia en ambientes acuáticos, exposición prolongada al sol, secado agresivo y secado natural, con el fin de analizar su comportamiento frente a condiciones similares a las del uso real.

Cabe destacar que, dentro del proceso de selección, la fibra de plátano debe diferenciarse claramente por su calidad. Se priorizan aquellas que presenten un hilo fuerte, largo y continuo, evitando fibras débiles, cortas o con irregularidades visibles. Además, se busca que estas mantengan un desempeño óptimo incluso bajo condiciones extremas, especialmente en entornos de agua salada o a nivel del mar, donde los factores como la humedad, la salinidad y la radiación solar pueden afectar significativamente sus propiedades.

De esta manera, la caracterización inicial de la fibra no solo permite identificar sus cualidades más evidentes, sino que también establece una base sólida para garantizar que el material seleccionado cumpla con los requisitos necesarios para su aplicación en contextos exigentes, como el desarrollo de redes de pesca sostenibles.



Figura 19. Entrelazado artesanal de la fibra de plátano
Fuente: Propia

2.3 Preparación de la fibra de plátano

- **Limpieza del pseudotallo**

Las fibras blandas o de tallo, se extraen principalmente por medio de un método biológico como el enriado, este consiste en poner los tallos en agua durante un determinado tiempo, el cual depende del volumen y dureza de la fibra a extraer. Luego de liberar las fibras, se lavan y se dejan secar al sol. En cambio, para extraer las fibras duras o de hoja se puede emplear el método mecánico llamado decorticación. Además, se puede considerar un tercer método de extracción mediante un proceso químico, en el cual como su nombre lo indica, se emplean sustancias químicas disueltas en agua para separar la fibra.

- **Obtención de la fibra de plátano**

La fibra de plátano utilizada para el desarrollo del presente proyecto fue obtenida a través de una empresa ubicada en la ciudad de Guayaquil, dedicada al aprovechamiento y procesamiento de residuos agrícolas derivados del cultivo de plátano. Actualmente, el uso industrial de esta fibra en el Ecuador aún se encuentra en una etapa de crecimiento y desarrollo, por lo que existen pocas organizaciones especializadas en su transformación y comercialización a gran escala.

Como parte de la investigación, se estableció contacto directo con los responsables y gerentes de la empresa, quienes proporcionaron información técnica relacionada con los procesos de selección, extracción y acondicionamiento de la fibra. Asimismo, compartieron material fotográfico del producto final, permitiendo analizar aspectos

importantes como la longitud de las fibras, las técnicas de trenzado empleadas, las características de los hilos obtenidos y las condiciones generales de calidad del material. Durante las reuniones técnicas se explicó que la comercialización de la fibra se realiza principalmente por kilogramo, aplicando previamente un proceso de selección en el que se escogen los mejores pseudotallos de plátano para garantizar fibras de mayor longitud, uniformidad y resistencia mecánica. Este proceso de clasificación resulta fundamental para obtener un producto con características adecuadas para aplicaciones donde se requiere un desempeño estructural superior, como es el caso de la elaboración experimental de redes de pesca biodegradables.



Figura 20. Fibra de plátano adquirida para la investigación
Fuente: Propia

2.4 Proceso de secado de la fibra

- **Secado natural vs artificial**

Las fibras del pseudotallo de plátano también se pueden extraer mediante el enriado enzimático o químico. Para el primero, el tiempo adecuado de enriado es de 6 días, en el cual se garantiza que la longitud de las fibras sea homogénea y su resistencia a la tracción no disminuya, lo anterior se logra usando una enzima llamada poligalacturonasa a una temperatura de 30°C (Jacob & Prema, 2008). En el segundo enriado se puede emplear una solución de hidróxido de sodio (NaOH) a temperatura de 100°C, la duración de este proceso es aproximadamente de 3 horas, luego se realiza un lavado con ácido sulfúrico (H₂SO₄) para posteriormente someter las fibras a un proceso de secado de 24 horas (Xu et al., 2015). Las fibras obtenidas son de color blanco y el tiempo para este proceso

disminuye en comparación con el enriado enzimático; sin embargo, al emplear productos químicos se genera mayor contaminación y costo. El secado puede ser natural o artificial, aunque el segundo genera fibras de mejor calidad, ya que esta depende del contenido de humedad.

- **Tiempo de secado**

El tiempo de secado de la fibra de plátano puede variar considerablemente dependiendo del método empleado y de las condiciones ambientales presentes durante el proceso. Cuando se realiza un secado natural mediante exposición solar, los tiempos pueden oscilar entre 5 y 12 horas en días de alta radiación solar, pudiendo extenderse hasta 24, 48 o incluso 72 horas cuando las condiciones climáticas son menos favorables o cuando se busca un secado más uniforme en las capas internas de la fibra.

En algunos casos, se evita una exposición excesiva al sol con el objetivo de prevenir la fragmentación o el deterioro superficial de las fibras, lo que podría afectar sus propiedades mecánicas y su posterior utilización en la fabricación de hilos y redes.

Por otra parte, el secado artificial mediante horno representa una alternativa más tecnificada y controlada. Este proceso suele requerir aproximadamente 24 horas, permitiendo una reducción más uniforme del contenido de humedad y obteniendo fibras con mejores características físicas y una mayor resistencia mecánica. Gracias al control de temperatura y condiciones de secado, se minimizan las variaciones de calidad entre las fibras procesadas.

2.5 Construcción de la red por artesanos

Para elegir a la persona encargada de construir la red en fibra natural, se acudió a personas especializadas en el área de la pesca artesanal. Ellos nos brindaron las pautas sobre este tipo de redes y los métodos de tejido utilizados, los cuales se han transmitido de generación en generación. Durante las conversaciones con el artesano, nos percatamos del daño que suelen causar las redes tradicionales cuando se pierden por las corrientes marinas o debido a accidentes durante las faenas de pesca.

A la red se le dio un tranco pequeño para asemejarse y copiar el diseño de las redes tradicionales. Sin embargo, este tamaño puede variar dependiendo del tipo de pesca o de la temporada en la que se utilice. Un ejemplo claro es que, cuando se busca una captura de mayor tamaño, las dimensiones del tranco aumentan considerablemente. En el caso de

esta red, se optó por un tranco pequeño para realizar las pruebas físicas y observar más de cerca la comparativa con las redes tradicionales.

Al inicio, el proceso resultó un poco difícil debido a las características del material. Fue necesario seleccionar las fibras que visualmente parecían más resistentes, ya que cuando la fibra se encuentra demasiado seca o endurecida, su fragilidad aumenta. Durante la selección del material se observó que las fibras de color más claro presentaban una mayor resistencia en comparación con aquellas de tonalidades más oscuras. Gracias a esta observación, se pudo avanzar con mayor rapidez en la elaboración de las dos guías que servirían para realizar los entrelazados y nudos de la red.

Debido a que las fibras no son tan resistentes como se esperaba, las cuerdas de la red fabricada fueron más gruesas que el nailon tradicional, consiguiendo así que el desempeño de la red sea favorable para las pruebas futuras.

Al momento de elegir a la persona encargada de construir la red en fibra natural se acudió a personas especializadas en el área de la pesca artesanal, ya que ellos conocen las pautas y los procesos para fabricarlas al ir pasando estos conocimientos de generación en generación.

A la red se le dio un tranco pequeño para disimular o copiar el parecido de las redes tradicionales, aunque esto varía del tamaño de la pesca o temporada en la cual se está. Un ejemplo claro es cuando se quiere una captura grande, el tamaño del tranco aumenta significativamente. En este caso se optó por diseñar un tranco pequeño, para realizar las pruebas físicas y ver más de cerca la comparativa con las redes convencionales.

Se hizo un poco difícil al inicio por el material, ya que se debe elegir qué fibras son las más resistentes visualmente; debido a que, si la fibra está muy seca o dura, la fragilidad aumenta significativamente. En aquel momento de la selección del material se notó que las fibras de tonalidad clara eran más resistentes que las que poseían un color más oscuro. Considerando esto, se realizaron las dos guías sobre las cuales se hicieron los entrelazados y nudos, dejando los trancos a una distancia de aproximadamente 2 pulgadas.

2.6 Comparación entre fibra húmeda y seca



Figura 21. Exposición de la fibra al agua
Fuente: Propia

Como parte del desarrollo del proyecto, se realizaron pruebas comparativas entre fibras de plátano en estado húmedo y seco, con el objetivo de observar su comportamiento bajo condiciones similares a las que experimentaría una red de pesca durante su uso. Para ello, tanto las fibras individuales como algunos segmentos de red fueron mantenidos sumergidos en agua durante períodos comprendidos entre tres días y una semana.

Durante este tiempo se evaluaron los cambios que podían presentarse en el material, observando aspectos como su resistencia, flexibilidad, apariencia física y posibles alteraciones visibles a simple vista. Posteriormente, las fibras fueron retiradas del agua y sometidas a un proceso de secado para analizar el nivel de desgaste, la posible descomposición del material y la resistencia que conservaban después de haber permanecido expuestas a la humedad.

Estas pruebas constituyen una parte importante de la presente investigación, ya que permiten determinar la durabilidad y el comportamiento de la fibra de plátano frente a condiciones reales de trabajo. Asimismo, se observó el desempeño de los hilos, los nudos y los trenzados utilizados en la red, verificando si presentaban deformaciones, desprendimientos, roturas o pérdida de resistencia. De esta manera, se busca evaluar la viabilidad del material para su aplicación en redes de pesca biodegradables y estimar su vida útil en condiciones operativas.



Figura 22. Segmento de red elaborada a partir de fibra de plátano
Fuente: Propia

2.7 Influencia de la humedad

Como parte del proceso experimental de la presente investigación, se elaboró una red utilizando fibra de plátano obtenida y trabajada en el cantón Pedernales. Posteriormente, esta red fue trasladada a la ciudad de Manta para ser sometida a diferentes pruebas de comportamiento en un entorno acuático, con el objetivo de analizar su resistencia, durabilidad y viabilidad como alternativa ecológica a las redes de pesca convencionales fabricadas con materiales plásticos.

Durante los primeros días de inmersión en agua, se realizaron observaciones periódicas sobre las condiciones físicas de la red. En una primera evaluación se pudo constatar que no existieron cambios significativos en la textura de las fibras. Estas se mantenían en buenas condiciones estructurales, conservando su firmeza y composición original. Asimismo, no se evidenció deshilachamiento, desprendimiento de nudos ni pérdida de tensión en la estructura de la red.



Figura 23. Red de fibra de plátano expuesta a la humedad
Fuente: Propia

Con el fin de obtener una apreciación preliminar de su resistencia mecánica, se realizaron pruebas manuales de torsión y tracción axial. Estas pruebas permitieron verificar que la red conservaba una adecuada capacidad de resistencia y que las fibras mantenían un comportamiento favorable frente a esfuerzos moderados. Los resultados observados durante esta etapa inicial indicaron que el material presentaba condiciones aceptables para continuar con el proceso experimental.

Posteriormente, la red permaneció sumergida durante tres días adicionales, acumulando aproximadamente 6 a 7 días de exposición continua al agua. Una vez concluido este periodo, se procedió a retirarla para efectuar una nueva inspección visual y mecánica. Durante esta evaluación se observaron cambios más notorios en comparación con los registros iniciales. Algunas fibras comenzaron a presentar signos de deterioro asociados a la humedad prolongada, evidenciándose pequeñas roturas en ciertos puntos de la estructura.

Adicionalmente, se observó una modificación en la coloración del agua, la cual adquirió una tonalidad amarillenta. Este fenómeno podría estar relacionado con la liberación de compuestos naturales presentes en la fibra vegetal como consecuencia de su permanencia en el medio acuático. Aunque este aspecto requiere estudios complementarios para determinar con precisión su origen, constituye una observación relevante dentro del análisis experimental.



Figura 24. Coloración del agua producto de la exposición continua de la fibra
Fuente: Propia

De igual manera, se realizaron nuevamente pruebas de resistencia aplicando fuerza sobre diferentes segmentos de la red. Durante estas pruebas se pudo percibir una ligera disminución en la firmeza de las fibras, lo que sugiere una pérdida parcial de sus propiedades mecánicas debido a la exposición prolongada a la humedad. Sin embargo, la estructura general de la red continuó manteniéndose funcional y conservó gran parte de su forma original.

Una vez finalizada la etapa de inmersión, se planificó la siguiente fase del estudio, correspondiente al proceso de secado. Para ello se establecieron dos condiciones experimentales diferentes: secado a la sombra y secado a temperatura ambiente con exposición directa a la radiación solar. El propósito de esta fase es evaluar la influencia de los distintos métodos de secado sobre las propiedades físicas y mecánicas de la fibra, así como determinar si existe recuperación de resistencia o, por el contrario, un aumento en los niveles de degradación observados.

Los resultados obtenidos durante esta etapa serán fundamentales para establecer conclusiones más precisas sobre la viabilidad de utilizar fibra de plátano en la fabricación de redes de pesca destinadas al uso tradicional. Este aspecto adquiere una gran relevancia debido a la necesidad de encontrar alternativas sostenibles que permitan reducir el uso de materiales plásticos en actividades pesqueras y, en consecuencia, disminuir los impactos ambientales asociados a estos residuos.

Las observaciones realizadas hasta el momento permiten identificar que la fibra de plátano posee características biodegradables, evidenciando procesos naturales de

degradación cuando permanece expuesta durante periodos prolongados a condiciones de humedad. Si bien esta característica representa una ventaja desde el punto de vista ambiental, aún es necesario realizar pruebas en escenarios reales de pesca para determinar con mayor exactitud su comportamiento operativo, resistencia ante cargas constantes y vida útil durante jornadas de trabajo en el mar.

Paralelamente al desarrollo de las pruebas experimentales, se llevaron a cabo conversaciones y entrevistas informales con pescadores de diferentes sectores costeros. Estas actividades permitieron comprender mejor diversas problemáticas ambientales asociadas al uso de redes sintéticas. Entre los temas abordados destacó el fenómeno conocido como pesca fantasma, el cual ocurre cuando las redes son abandonadas, extraviadas o desechadas en el mar y continúan capturando organismos marinos de manera indiscriminada durante largos periodos de tiempo.

Durante las entrevistas, varios pescadores manifestaron que en el último año se registraron problemas relacionados con la presencia de jaiba moradas en ciertas zonas costeras del Ecuador. Según sus testimonios, esta situación ocasionó daños y deterioro en algunas artes de pesca. Como consecuencia, muchas redes fueron descartadas directamente en el mar o abandonadas en diferentes sectores costeros. De acuerdo con los pescadores consultados, estas acciones se realizaban principalmente por desconocimiento de las consecuencias ambientales y con el objetivo de reducir costos asociados a la recuperación o disposición adecuada de los materiales.

Sin embargo, con el paso del tiempo se ha evidenciado que estas prácticas generan impactos ambientales significativos. Las redes sintéticas abandonadas permanecen durante años en el ecosistema marino debido a su lenta degradación, convirtiéndose en fuentes permanentes de pesca fantasma y afectando a numerosas especies de peces, crustáceos, moluscos y otros organismos marinos. Este problema ha despertado una creciente preocupación dentro de las comunidades pesqueras y de los sectores relacionados con la conservación ambiental.

Precisamente, esta problemática constituye una de las principales motivaciones para el desarrollo del presente proyecto de investigación. La búsqueda de materiales biodegradables capaces de reemplazar parcial o totalmente las redes plásticas tradicionales representa una alternativa prometedora para reducir los efectos negativos de la contaminación marina y de la pesca fantasma. En este contexto, la fibra de plátano

surge como una opción de interés debido a su disponibilidad, origen natural y potencial capacidad de degradación en condiciones ambientales.

Por esta razón, se consideró necesario someter la red elaborada con fibra de plátano a un periodo de inmersión continua durante una semana, observando detalladamente los efectos del agua sobre sus propiedades físicas y estructurales. Las pruebas realizadas permitieron evaluar distintos factores relacionados con su resistencia, estabilidad, degradación y comportamiento general frente a condiciones similares a las que podría enfrentar durante su utilización en actividades pesqueras.

Aunque los resultados obtenidos hasta el momento son preliminares, estos aportan información valiosa para el desarrollo de futuras etapas de la investigación, e incluso para sugerir nuevas hipótesis relacionadas al mismo tema. Los análisis posteriores permitirán determinar con mayor precisión si la fibra de plátano reúne las características necesarias para convertirse en una alternativa viable, sostenible y ambientalmente responsable para la fabricación de redes de pesca destinadas al sector pesquero artesanal del Ecuador.

2.8 Cambios físicos post-secado

Una vez pasados los días de secado en sombra, se observaron cambios visuales en la fibra, dando lugar a zonas quebradizas y frágiles. De esta manera se evidencian los cambios estructurales del material cuando es expuesto a largos periodos de húmeda, seguido de un secado al aire libre sin impacto directo del sol. Las características más evidentes fueron:

- Su estructura no cambio visualmente.
- Entrelazados en la posición correcta.
- Fragilidad en sus fibras por la humedad.
- El secado en sombra ayudó a que no se vuelvan tan quebradizas.

2.9 Ensayos de tracción en las fibras de plátano

El ensayo de tracción es una prueba mecánica fundamental realizada por ingenieros y científicos de materiales en instalaciones de fabricación e investigación de todo el mundo. Un ensayo de tracción (también conocido como ensayo de tensión) aplica una fuerza uniaxial a una Fibra de material para medir sus propiedades mecánicas clave: resistencia a la tracción, límite elástico, módulo elástico y elongación. Estas mediciones indican a los diseñadores de producto y a los ingenieros de calidad cómo se comportará un material bajo carga, cuándo empezará a deformarse de forma permanente y el punto en el

que se romperá, aportando los datos necesarios para seleccionar el material adecuado para una aplicación y así verificar que el prototipo cumple con las especificaciones necesarias.

Los ensayos de tracción y la caracterización de materiales son cruciales para fabricantes e investigadores de todos los sectores. Para que un material pueda seleccionarse para un nuevo producto o uso, los investigadores deben asegurarse de que puede soportar las fuerzas mecánicas a las que se enfrentará en su aplicación final.



Figura 25. Prueba de tracción con la fibra de plátano
Fuente: Propia

Además de su importancia para el proceso de *I+D+i*, el ensayo de tracción también lo utilizan los departamentos de aseguramiento de la calidad para garantizar que los lotes de producto terminado cumplen con las especificaciones requeridas en cuanto a propiedades mecánicas. Esto es importante tanto desde el punto de vista de la seguridad como del negocio, ya que los productos defectuosos pueden ser peligrosos para el usuario final y también pueden causar un perjuicio significativo a los fabricantes en forma de retrasos del producto, pérdida de ingresos y daños a la reputación.

2.10 Objetivo del ensayo realizado

El objetivo principal de la prueba de tracción realizada en el laboratorio fue determinar el comportamiento mecánico de la fibra natural de plátano frente a la aplicación de una carga de tensión, con el propósito de conocer hasta qué punto este material puede ser

considerado una alternativa viable para la sustitución de las redes plásticas tradicionales de nailon utilizadas en la pesca artesanal. Mediante este ensayo se buscó conocer la resistencia que presenta la fibra cuando es sometida a esfuerzos de tracción, identificando la carga máxima que puede soportar antes de producirse la falla del material. Asimismo, se evaluó su capacidad de deformación y su comportamiento elástico durante la aplicación de la carga, permitiendo observar cómo responde la fibra desde el inicio del ensayo hasta el momento de su ruptura.



Figura 26. Revisión de prueba de tracción
Fuente: Propia

La realización de esta prueba fue fundamental para la investigación, ya que permitió obtener datos experimentales sobre las propiedades mecánicas de la fibra de plátano y establecer si sus características son suficientes para ser utilizadas en la fabricación de redes de pesca artesanal. El ensayo no se enfocó únicamente en determinar la resistencia del material, sino también en analizar su estabilidad mecánica, su capacidad para soportar esfuerzos continuos y el grado de deformación que experimenta antes de alcanzar su límite de rotura.

Uno de los aspectos más importantes de este ensayo fue comparar el comportamiento de la fibra natural con las propiedades que normalmente presentan las redes fabricadas con nailon. Aunque el objetivo de esta investigación no fue igualar exactamente las características mecánicas del nailon, sí se buscó verificar si la fibra de plátano posee una resistencia adecuada que permita su utilización como una alternativa sostenible y ambientalmente amigable dentro de la pesca artesanal.

Los resultados obtenidos permiten evaluar la confiabilidad de la fibra como materia prima para la elaboración de redes biodegradables, considerando que, durante su uso, estas estarán sometidas constantemente a esfuerzos de tensión ocasionados por el peso de la captura, el movimiento de las corrientes marinas y las maniobras realizadas por los pescadores. Por esta razón, conocer el comportamiento de la fibra bajo condiciones de carga constituye un aspecto indispensable para determinar la factibilidad técnica del proyecto.

Características de las muestras de fibra de plátano

Tabla 2

Tipos de muestras a ensayar

Procedencia de la fibra	Impadesa, Ecuador
Entrelazado	Sin entrelazado (1T), doble entrelazado (2T) y triple entrelazado (3T)
Cantidad de hilos	200, 300, 400
Peso en Gramos	5 a 20 gramos
Longitud	80 cm a 1 metro
Diámetro	2 a 7 mm
Cantidad de ensayos	10
Tipo de ensayo	Tracción
Modelo de la máquina	SHIMADZU
Instrumento de medición	Calibrador, regla
Condiciones del laboratorio	Limpio

Como parte del procedimiento experimental, se partió del diámetro de cada una de las cuerdas de fibra de plátano, ya que esta característica influye directamente en el comportamiento mecánico del material durante el ensayo. Simplificando el objetivo de la prueba, se analizaron los cambios superficiales y el comportamiento de las fibras en función de cada uno de los hilos y del peso aplicado. Esto permitió comprender el nivel de resistencia, la capacidad de deformación y la respuesta mecánica de las fibras frente a los esfuerzos de tracción, determinando qué tan beneficioso resulta su comportamiento para su posible aplicación como sustituto de las redes plásticas tradicionales de nailon.

2.11 Metodología de ensayo de tracción

- **Procedimiento antes del ensayo:** Previo a la realización de los ensayos de tracción en el laboratorio de la Facultad de Ingeniería Industrial, se establecieron una serie de condiciones y parámetros que permitieron garantizar el correcto desarrollo de las pruebas sobre las fibras de plátano. Durante esta etapa se definieron aspectos relacionados con el tipo de fibra que sería evaluada, el tipo de entrelazado utilizado en cada muestra y el posible punto donde podría producirse la ruptura durante la aplicación de la carga.
- **Norma utilizada:** ASTM D3822/D3822M
- **Velocidad de aplicación de la carga:** 2 a 50 mm/min
- **Forma de sujeción de las muestras:** Argollas de sujeción

2.12 Ensayo de tracción inicial

Como parte del desarrollo experimental, se consideraron ensayos de referencia con el propósito de establecer parámetros iniciales para la ejecución de las pruebas de tracción. Estos datos permitieron definir criterios de comparación y optimizar la metodología aplicada durante los ensayos. No obstante, la información recopilada fue utilizada únicamente como referencia técnica y no formó parte de los resultados experimentales obtenidos en la presente investigación.

Tabla 3

Características de las 2 muestras a probar en el Ensayo Experimental

Nombre de la muestra	Densidad Lineal	Longitud calibrada
Unidad	tex	mm
1_1	1878,622	243,0000
1_2	10454,5400	270,0000

A continuación, se muestran de forma resumida la información obtenida a través de la máquina de tracción universal para esta prueba experimental.

Tabla 4

Resultados del Ensayo Experimental

Nombre	Max. _Fuerza	Max. _Tensión	Max. _Desplazamiento	Max. _Deformación
Parámetros	Calc. at Entire Áreas	Calc. at Entire Áreas	Calc. at Entire Áreas	Calc. at Entire Áreas
Unidad	KN	N/mm2	mm	%
1_1	0,43138	0,2300	31,4135	14,7163
1_2	0,45729	0,04374	12,0810	7,13389
Media	0,45729	0,03337	21,7473	10,9251
Desviación estándar	0,01832	0,01467	13,0810	5,36157
Rango	0,02591	0,04374	31,4135	14,7163

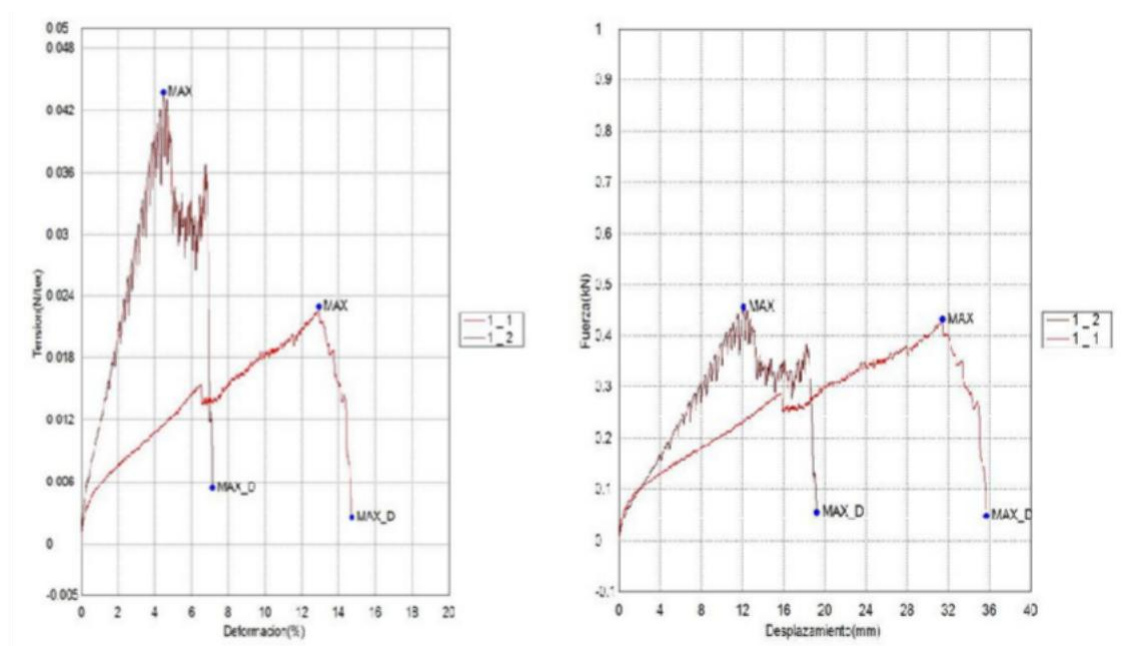


Figura 27. Resultados del Ensayo Experimental
Fuente: Propia

Como dato a considerar, en uno de los ensayos una fibra sin entrelazado llegó a tener mayor resistencia a la tensión que una entrelazada. Esto quizás, debido a que no se hicieron los ensayos correctamente y apegándose a la norma.

2.13 Ensayos de tracción

Ensayo 1: muestras entrelazadas 1T, 2T y 3T

Los resultados obtenidos en los ensayos de tracción serán evaluados en el próximo capítulo mediante el análisis de cada uno de los parámetros registrados, con la finalidad de realizar una comparativa con las redes plásticas tradicionales. La siguiente tabla expone las características de las muestras que se van a ensayar, considerando tres ejemplares: uno sin entrelazado, es decir solo un manojo de fibras (1T), el segundo

conformado por dos cuerdas de fibras entrelazadas (2T) y un tercero con tres cuerdas de fibras entrelazadas (3T).

Tabla 5

Características de las 3 muestras a probar en el Ensayo 1

Nombre de muestra	Diámetro	Longitud calibrada
Unidad	mm	mm
3T	5,7000	280,0000
2T	3,500	260,0000
1T	3,8000	370,0000

Esta evaluación permitirá determinar el comportamiento mecánico de la fibra de plátano y su viabilidad como material alternativo para la fabricación de redes de pesca artesanal. La gráfica con los resultados del comportamiento de estas pruebas es como se muestran en la siguiente figura:

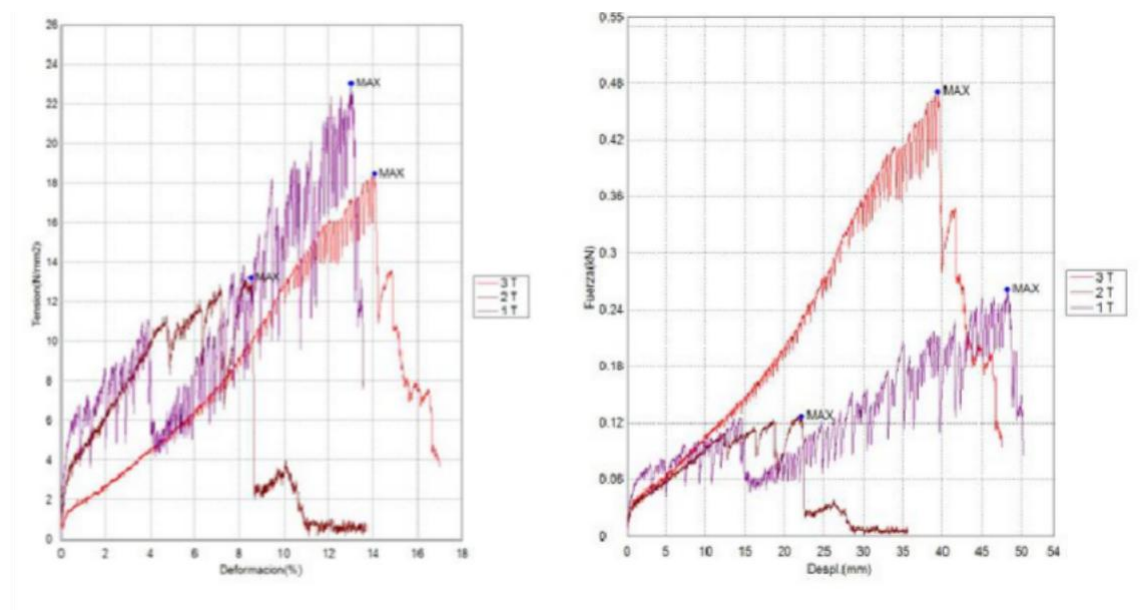


Figura 28. Resultados del Ensayo 1

Fuente: Propia

El resumen de los resultados obtenidos en el primer ensayo de tracción con las 3 muestras de fibra de plátano son los que se muestran a continuación:

Tabla 6

Resumen de resultados del Ensayo 1

Nombre	Max. _Fuerza	Max. _Tensión	Max. _Desplazamiento	Max. _Deformación
Parámetros	Calc. at Entire Áreas	Calc. at Entire Áreas	Calc. at Entire Áreas	Calc. at Entire Áreas
Unidad	KN	N/mm ²	mm	%
3T	0,47112	18,4624	39,3753	14,0626
2T	0,12700	13,1999	22,1126	8,50486
1T	0,26107	23,0196	48,2108	13,0299
Media	0,28640	18,2273	36,5662	11,8658
Desviación estándar	0,17345	4,91407	13,2739	2,95609
Rango	0,34412	9,81970	26,0982	5,55774

Ensayo 2: muestra entrelazada y no entrelazada

En este caso, se hicieron pruebas con dos muestras adicionales: una entrelazada y otra no entrelazada. Cada una con las características que se muestran a continuación:

Tabla 7

Características de las 2 muestras a probar en el Ensayo 2

Nombre de muestra	Diámetro	Longitud calibrada
Unidad	mm	mm
Entrelazada	3,8000	229,0000
No entrelazada	5,000	322,0000

Durante el desarrollo de estos ensayos se obtuvieron las siguientes gráficas de tensión-deformación, que caracterizan a la fibra de plátano utilizada.

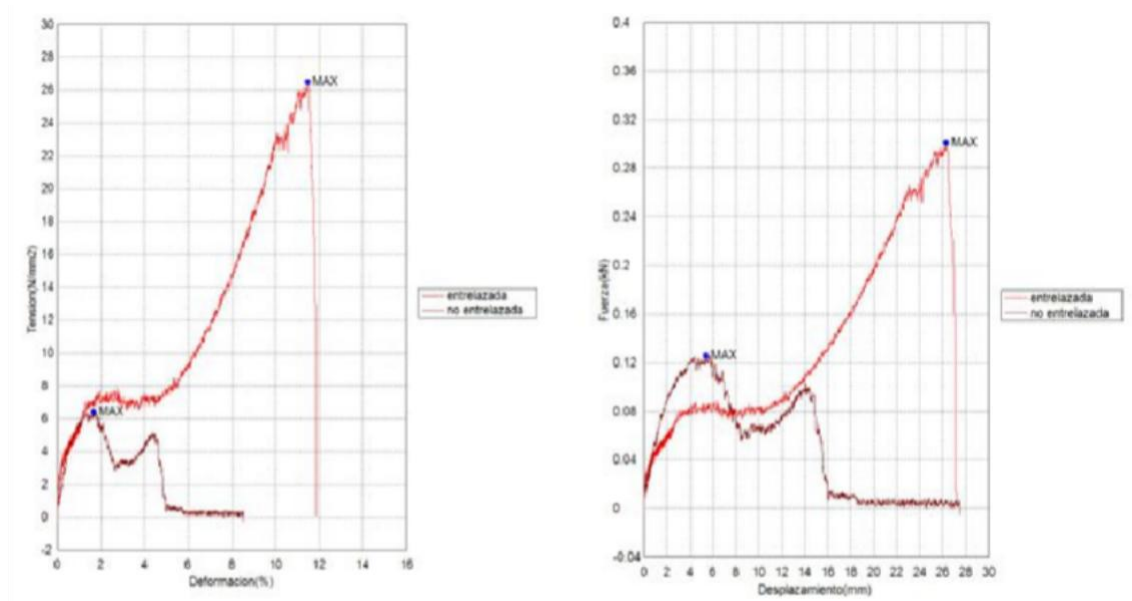


Figura 29. Resultados del Ensayo 2

Fuente: Propia

Al aplicar fuerzas a una cuerda no entrelazada se observa una pérdida de resistencia considerable. Asimismo, cabe recalcar que las fibras entrelazadas tienen una mayor resistencia, pero su deformación o elasticidad es menor.

Tabla 8

Resumen de resultados del Ensayo 2

Nombre	Max. _Fuerza	Max. _Tensión	Max. _Desplazamiento	Max. _Deformación
Parámetros	Calc. at Entire Áreas	Calc. at Entire Áreas	Calc. at Entire Áreas	Calc. at Entire Áreas
Unidad	KN	N/mm2	mm	%
entrelazada	0,30065	26,5093	26,2866	11,4789
No entrelazada	0,12565	6,39913	5,37125	1,66809
Media	0,21315	16,4542	15,8289	6,57350
Desviación estándar	0,12374	14,2200	14,7894	6,93729
Rango	0,17500	20,1102	20,9154	9,81081

Ensayo 3: muestra de nailon

Al realizar la prueba de tracción en las dos muestras de nailon de 0,50 mm, se evidenció que su resistencia mecánica es considerablemente mayor que la de la fibra de plátano. El nailon presentó una adecuada capacidad de deformación antes de la rotura, lo que demuestra un excelente comportamiento a la tracción. Los resultados obtenidos mostraron valores cercanos a 475–600 MPa, confirmando la elevada resistencia de este material. Estos resultados permiten comprobar que el nailon continúa ofreciendo un desempeño mecánico superior para la fabricación de redes de pesca tradicionales.

Tabla 9

Características de las muestras de Nailon

Nombre de la muestra	Diámetro	Longitud calibrada
Unidad	mm	mm
1_1	0,5000	170,0000
1_2	0,5000	300,0000

A continuación, se muestra una tabla que resume los datos obtenidos con el nailon en la máquina de ensayos de tracción universal.

Tabla 10

Resumen de resultados del Ensayo con Nailon

Nombre	Max. _Fuerza	Max. _Tensión	Max. _Desplazamiento	Max. _Deformación
Parámetros	Calc. at Entire Áreas	Calc. at Entire Áreas	Calc. at Entire Áreas	Calc. at Entire Áreas
Unidad	KN	N/mm2	mm	%
1_1	0,09298	473,560	107,812	63,4190
1_2	0,11587	590,128	167,092	55,6973
Media	0,10443	531,844	137,452	59,5582
Desviación estándar	0,01619	82,4260	41,9173	5,46007
Rango	0,02289	116,568	59,2800	7,72170

Estos datos vienen respaldados con las gráficas tensión-deformación y fuerza-desplazamiento que se muestran en la siguiente figura.

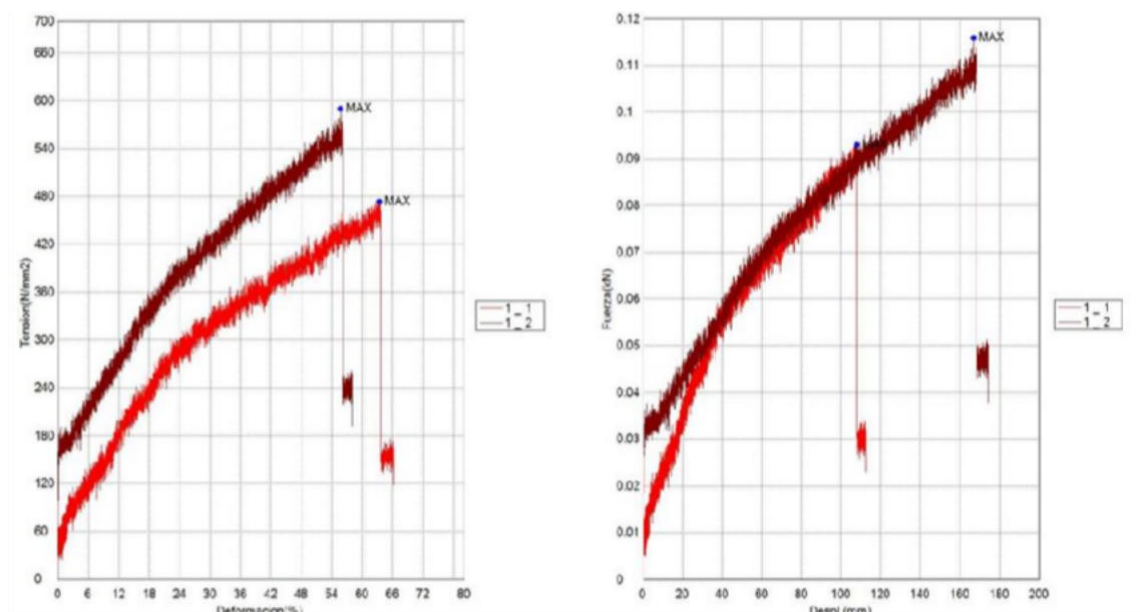


Figura 30. Resultados del Ensayo con Nailon

Fuente: Propia

De acuerdo a los ensayos realizados con el nailon, éste sigue siendo superior a las fibras naturales en cuanto a resistencia.

CAPÍTULO III: ANÁLISIS DE RESULTADOS

Los resultados obtenidos durante los ensayos de tracción realizados en el laboratorio de Ingeniería permitieron evaluar el comportamiento mecánico de las fibras naturales de plátano cuando fueron sometidas a cargas de tensión controladas. A partir de estas pruebas fue posible identificar la deformación presentada por cada muestra, el límite de comportamiento elástico, la zona de plasticidad y el punto de rotura del material, obteniendo información importante sobre su resistencia mecánica y su capacidad para soportar esfuerzos de tracción.



Figura 31. Cuerda no entrelazada
Fuente: Propia

De igual manera, los ensayos permitieron aclarar varias interrogantes planteadas al inicio de la investigación respecto al desempeño de la fibra como posible sustituto de las redes plásticas tradicionales de nailon. Aunque las propiedades mecánicas del nailon continúan siendo superiores, los resultados experimentales permiten analizar la viabilidad técnica de la fibra de plátano como una alternativa sostenible para determinadas aplicaciones en la pesca artesanal, considerando principalmente sus ventajas ambientales y su carácter biodegradable.



Figura 32. Cuerda no entrelazada
Fuente: Propia

Durante el desarrollo de las pruebas también se observó que la configuración del entrelazado de las fibras influye directamente en la resistencia del conjunto. Se pudo evidenciar que, a medida que el trenzado presenta una mayor compactación y uniformidad, la capacidad para soportar esfuerzos de tracción aumenta considerablemente. Sin embargo, este incremento de resistencia también genera un aumento en la rigidez del material, reduciendo parcialmente su capacidad de deformación antes de la falla.

3.

3.1 Comparativa entre el nailon y la fibra de plátano

En la comparativa realizada entre las redes plásticas de nailon y las redes elaboradas con fibra natural de plátano, se evidenció la importancia que tiene actualmente desarrollar materiales más sustentables y biodegradables que contribuyan a disminuir el impacto ambiental generado por la actividad pesquera. Uno de los principales problemas identificados es la permanencia de las redes sintéticas en el medio marino durante cientos de años. Diversos estudios indican que una red de nailon puede permanecer en el ambiente por varios siglos cuando es abandonada en alta mar, provocando una contaminación significativa y generando el fenómeno conocido como pesca fantasma, donde peces, crustáceos, tortugas, mamíferos marinos y otras especies continúan quedando atrapados aun cuando la red ya no cumple ninguna función productiva.

A continuación, se presenta una tabla que reúne todos los resultados de los diferentes ensayos que se realizaron a lo largo de esta investigación.

Tabla 11*Análisis de resultados*

Estado de las fibras de plátano	Tensión máxima N/mm ²	Max. Desp. mm	Max. Deformació n %
Entrelazada	26,5093	26,2866	11,4789
No entrelazada	6,39913	5,37125	1,66809
3T entrelazada	18,4624	39,3753	14,0626
2T entrelazada	13,1999	22,1126	8,50486
1T (sin entrelazado)	23,0196	48,2108	13,0299
Nailon	590,128	167,092	55,6973

Nota: Resultados comparativos de comportamiento de las cuerdas de fibra de plátano y el nailon.

Es evidente que el nailon es un material con excelentes propiedades mecánicas. Su resistencia a la tracción, su elevada durabilidad y su estabilidad frente al agua de mar hacen que sea ampliamente utilizado en la industria pesquera. Sin embargo, esas mismas características representan una desventaja desde el punto de vista ambiental, debido a que su degradación es extremadamente lenta y permanece durante largos periodos afectando los ecosistemas marinos.

Por otra parte, la fibra natural de plátano presenta un comportamiento completamente diferente. Durante el desarrollo de la investigación se observó que es un material más frágil y que, al permanecer largos periodos en contacto con el agua, comienza a perder progresivamente algunas de sus propiedades mecánicas. Asimismo, se evidenció una ligera decoloración de las fibras y una disminución gradual de su resistencia cuando la exposición al medio acuático supera el tiempo normal de operación de una red artesanal. Sin embargo, estos resultados forman parte del análisis experimental desarrollado en la presente investigación y permiten comprender tanto las ventajas como las limitaciones propias de un material completamente natural.

Los datos representados en los gráficos de tensión y deformación de las fibras naturales, en comparación con el nailon, permiten comprender el comportamiento mecánico de ambos materiales y determinar el momento en que alcanzan su límite estructural. El nailon presentó una resistencia significativamente superior, registrando un esfuerzo máximo de 590,128 N/mm² (Figura 30), mientras que la fibra de plátano alcanzó un valor máximo de 26,5093 N/mm² (Figura 29). Estos resultados evidencian una diferencia considerable en la capacidad de soportar esfuerzos de tracción, lo que hace inviable el

proyecto como sustitución directa del nailon. Para obtener una resistencia comparable, sería necesario utilizar aproximadamente 1500 fibras por cuerda, condición que dificulta su aplicación como material de reemplazo en las jornadas de pesca artesanal.



Figura 33. Cuerda entrelazado doble.
Fuente: Propia

De acuerdo con las pruebas realizadas y la comparativa de los resultados obtenidos, fue evidente que las tensiones alcanzadas por la fibra de plátano fueron considerablemente menores que las del nailon. Aunque se realizaron múltiples ensayos, las mejores muestras de fibra de plátano alcanzaron aproximadamente 26 MPa, mientras que el nailon registró valores cercanos a 590 MPa. Dentro de los ensayos también se evaluaron fibras entrelazadas y no entrelazadas, utilizando configuraciones dúplex, tríplex y una configuración simple, conformada únicamente por una cuerda sin un recorrido adecuado de entrelazado. Los resultados demostraron que las muestras entrelazadas soportan mayores esfuerzos, debido a que, mientras más firmes y compactas se encuentran las fibras, mayor es la resistencia que presentan durante la aplicación de la carga.



Figura 34. Cuerda entrelazado triple
Fuente: Propia

En el caso del nailon, posee una capacidad de tracción mucho mayor. Durante el ensayo, al someterse al esfuerzo de tensión, sus moléculas se compactan internamente, permitiendo que el material incremente su resistencia hasta alcanzar el punto de rotura. En cambio, la fibra de plátano comienza a fracturarse progresivamente y requiere un entrelazado mucho más firme para mejorar su comportamiento mecánico. Sin embargo, aun utilizando los mejores tipos de entrelazado, la diferencia de resistencia continúa siendo abismal en comparación con el nailon. Además, durante los ensayos también se determinó que la longitud de la muestra influye en los resultados, ya que las probetas con mayor longitud presentaron *un incremento aproximado del 5 al 10% en su resistencia durante el análisis*.

Las pruebas de comportamiento realizadas mediante inmersión permitieron comprobar que la fibra mantiene un desempeño adecuado durante un periodo aproximado de hasta dos semanas en agua. Este resultado es importante considerando que, de acuerdo con la información obtenida mediante entrevistas con pescadores artesanales, una red normalmente permanece sumergida entre dos y cuatro días por cada jornada de pesca. En consecuencia, el tiempo de servicio observado en la fibra resulta suficiente para las condiciones habituales de operación, aunque se requieren estudios adicionales para mejorar su durabilidad mediante tratamientos naturales que no afecten su biodegradabilidad.

Otro aspecto observado durante la investigación corresponde al comportamiento de la fibra durante el proceso de secado. Se pudo evidenciar que, cuando las fibras son

sometidas directamente a una exposición intensa al sol, sin ningún tratamiento previo, comienzan a presentar fisuras y roturas superficiales que afectan su resistencia mecánica. En cambio, un proceso de secado gradual favorece una mejor conservación de la estructura fibrosa y mantiene sus propiedades durante mayor tiempo. Este comportamiento debe ser considerado durante la fabricación y el mantenimiento de las redes elaboradas con fibra de plátano.

Asimismo, se observó que, después de permanecer aproximadamente dos semanas en estado húmedo, la fibra comienza a desarrollar un olor característico producto del proceso natural de degradación de la materia orgánica. Aunque este fenómeno es esperado en materiales de origen vegetal, constituye un aspecto que debe considerarse para futuras investigaciones relacionadas con métodos de conservación o tratamientos que permitan prolongar su vida útil sin comprometer sus características ambientales.

Durante los ensayos también se comprobó que el tipo de entrelazado influye significativamente en el comportamiento mecánico de la red. Un trenzado más compacto y uniforme incrementa la resistencia a los esfuerzos de tracción, distribuyendo de mejor manera las cargas aplicadas entre las fibras. Sin embargo, para alcanzar una resistencia similar a la obtenida con el nailon es necesario aumentar el diámetro de los cordones de fibra de plátano, debido a que el material natural posee una menor resistencia específica. Este aspecto representa uno de los principales desafíos técnicos para el diseño de redes biodegradables destinadas a la pesca artesanal.

De igual manera, se identificó que la fibra seca presenta una elevada facilidad de combustión en comparación con el nailon. Al tratarse de un material lignocelulósico, una vez que pierde completamente su humedad puede inflamarse con mayor rapidez. Aunque esta característica no influye directamente en el desempeño de la red durante las actividades de pesca, sí constituye un aspecto importante para su almacenamiento y manipulación.

Finalmente, los resultados obtenidos durante esta investigación fueron complementados con entrevistas realizadas a pescadores artesanales y personas vinculadas al sector pesquero, quienes aportaron información basada en su experiencia sobre el comportamiento de las redes durante las faenas de pesca. Estas observaciones permitieron contrastar los resultados experimentales con las condiciones reales de trabajo, evidenciando que existe interés en el desarrollo de alternativas más sostenibles. Sin embargo, también se identificó que la implementación de nuevos materiales depende en

gran medida de factores económicos, productivos y comerciales, ya que actualmente el mercado pesquero se encuentra ampliamente orientado hacia materiales sintéticos por su bajo costo, alta disponibilidad y larga vida útil. A pesar de ello, la fibra de plátano representa una alternativa con un importante potencial ambiental, cuyo desarrollo podría contribuir a reducir la contaminación marina ocasionada por las redes plásticas tradicionales.

3.1 Proyección de viabilidad del material

En la proyección de viabilidad del material de fibra de plátano, los resultados obtenidos durante la investigación mostraron que existen más aspectos en contra que a favor para su utilización como sustituto de las redes de pesca tradicionales a corto plazo. Si bien la fibra de plátano constituye un material orgánico proveniente de un desecho agrícola que puede aprovecharse, y al cual es posible darle un valor agregado, los resultados obtenidos indican que, en las condiciones actuales, no representa una solución definitiva a la problemática de las redes de pesca plásticas.

Durante el desarrollo de la investigación se comprobó que la fibra de plátano presenta una resistencia mecánica limitada en comparación con el nailon. Esta condición hace que el material sea relativamente frágil para soportar las cargas y esfuerzos que se generan durante las jornadas de pesca artesanal. Aunque existe la posibilidad de que, mediante tratamientos químicos o procesos de modificación del material, puedan mejorarse algunas de sus propiedades mecánicas, este aspecto queda abierto para futuras investigaciones, ya que en el presente estudio no fue posible desarrollar ese tipo de procedimientos.

Otro aspecto importante observado corresponde al comportamiento del material frente al fuego. Durante las pruebas se pudo apreciar que, cuando la fibra de plátano se encuentra completamente seca, presenta una combustión rápida al entrar en contacto con una fuente de ignición, produciendo una llama intensa que puede ocasionar accidentes durante su manipulación o almacenamiento. En comparación, el nailon presenta un comportamiento diferente, ya que, al exponerse al calor, generalmente comienza a fundirse antes de generar una combustión directa, ofreciendo un comportamiento más estable frente a este tipo de condiciones.

CONCLUSIONES

- En la presente investigación se estudiaron las diferentes características técnicas, físicas, químicas y mecánicas de la fibra de plátano con el propósito de determinar su viabilidad como material alternativo para la fabricación de redes de pesca artesanal. Para ello, se recopiló información relacionada con su historia, sus procesos de obtención, las regiones de donde proviene, las condiciones ambientales que influyen en su crecimiento y las propiedades que presenta como fibra natural. Además, se buscó analizar si era posible sustituir las redes plásticas tradicionales por un material biodegradable que contribuyera a disminuir la pesca fantasma y, con ello, reducir parte del impacto ambiental ocasionado por el uso excesivo del nailon en los ecosistemas marinos.
- Durante el desarrollo de la investigación se comprendió la importancia de conocer todo el proceso de obtención de la fibra de plátano, desde la selección del tallo hasta su preparación para ser utilizada en la fabricación de los trancos y de la red. Se observó que una gran cantidad de este material corresponde a desechos agrícolas que normalmente no son aprovechados y que pueden convertirse en una alternativa con valor agregado, permitiendo reutilizar un recurso natural para la elaboración de productos biodegradables. Esto demuestra que la fibra de plátano posee un importante potencial desde el punto de vista ambiental, al aprovechar residuos que de otra manera no tendrían una aplicación técnica.
- Como parte del trabajo experimental, se diseñó y elaboró un prototipo de red utilizando fibra de plátano, respetando un tamaño de tranco adecuado para una red de pesca artesanal de pequeñas dimensiones. Con este prototipo se evaluó el comportamiento del material en diferentes condiciones, observando su desempeño durante la inmersión en agua, el proceso de secado y la aplicación de esfuerzos mecánicos. Los resultados demostraron que la red mantiene un comportamiento adecuado durante aproximadamente quince días de exposición al agua; sin embargo, a partir de los veinte días comienza un proceso gradual de degradación del material. Aunque esta característica limita su tiempo de vida útil, representa una de las principales ventajas ambientales del estudio, ya que favorece la biodegradabilidad y reduce la permanencia de residuos en el ecosistema marino, a diferencia de las redes

tradicionales de nailon que pueden permanecer alrededor de 600 años en el mar, generando pesca fantasma y afectando gravemente a numerosas especies.

- Finalmente, se realizaron las pruebas de validación mediante ensayos de tracción en una máquina universal de ensayos, con el objetivo de determinar la resistencia, deformación, plasticidad y punto de ruptura tanto de la fibra de plátano como del nailon. Los resultados obtenidos permitieron comprobar que el nailon continúa presentando propiedades mecánicas muy superiores, alcanzando valores cercanos a los 500–600 MPa, mientras que la fibra de plátano registró resistencias aproximadas de entre 32 y 60 MPa. Esta diferencia demuestra que, en las condiciones actuales de la investigación, la fibra de plátano no posee las características mecánicas necesarias para reemplazar directamente al nailon en la fabricación de redes de pesca artesanal sometidas a altas cargas de trabajo.

RECOMENDACIONES

Consideraciones sobre el comportamiento de la fibra de plátano

De acuerdo con los resultados obtenidos, se recomienda considerar las propiedades mecánicas de la fibra de plátano antes de su aplicación en redes de pesca. Aunque presenta una alta biodegradabilidad y constituye un material sostenible con gran disponibilidad como residuo agrícola, su resistencia mecánica es inferior a la del nailon utilizado en las redes tradicionales. Además, la fibra es sensible a la humedad y, después de aproximadamente tres semanas de inmersión, comienza un proceso de degradación y fragmentación que disminuye su eficiencia para este tipo de aplicación. También debe considerarse que, cuando el material se encuentra completamente seco, puede ser más susceptible a incendios ocasionados por una fuente de ignición.

Recomendaciones para el procesamiento y fabricación de la fibra

Se recomienda prestar especial atención al proceso de preparación de la fibra, principalmente al método y tiempo de secado, ya que estos influyen directamente en su resistencia mecánica. Un secado controlado o mediante tratamientos específicos podría mejorar su comportamiento frente a la humedad. Asimismo, durante la fabricación de las redes, las fibras deben presentar una torsión uniforme y un correcto trenzado para evitar el deslizamiento de los trancos y garantizar una mejor estabilidad de la estructura. También es importante considerar el origen de la fibra, debido a que las fibras provenientes de zonas con mayor humedad presentan una mayor uniformidad en comparación con las obtenidas en la región Costa.

Aplicaciones y futuras líneas de investigación

Se recomienda continuar desarrollando investigaciones orientadas al uso de fibras naturales como alternativa a los materiales plásticos convencionales, considerando que la biodegradabilidad representa un aspecto de gran importancia para la conservación del ambiente. Las redes tradicionales de nailon permanecen durante muchos años en el medio marino, favoreciendo la formación de redes fantasma y generando impactos negativos sobre los ecosistemas. En futuras investigaciones también podrían evaluarse otras fibras naturales, como la albahaca, y analizar aplicaciones donde la fibra de plátano resulte más adecuada. De acuerdo con los resultados obtenidos en este estudio, no se recomienda su utilización como sustituto directo de las redes de pesca tradicionales, sino para

aplicaciones donde los esfuerzos mecánicos sean menores, como amarres o estructuras auxiliares en las embarcaciones.

BIBLIOGRAFÍA

- AnuprernaTelas. (16 de 01 de 2026). *AnuprernaTelas*. Obtenido de AnuprernaTelas: <https://anuprerna.com/blogs/banana-fiber-from-fruit-to-fabric/11213>
- Chiriboga, R. (20 de Octubre de 2020). *WWF*. Obtenido de WWF: <https://www.wwf.org.ec/?364931/redesfantasma>
- COLOMBIA, S. N. (16 de 01 de 2023). *SAMSUNG NEWSROOM COLOMBIA*. Obtenido de SAMSUNG NEWSROOM COLOMBIA: <https://news.samsung.com/co/por-que-las-redes-de-pesca-son-un-problema-de-contaminacion-en-los-mares>
- Council, M. S. (2025). *Marine Stewardship Council*. Obtenido de Marine Stewardship Council: <https://www.msc.org/es/que-hacemos/nuestro-enfoque/que-es-la-pesca-sostenible>
- Debnath, S. (02 de junio de 2017). *ScienceDirect*. Obtenido de ScienceDirect: <https://www.sciencedirect.com/book/9780081020418/sustainable-fibres-and-textiles>
- FRAX, J. (s.f.). *Fax Desing*. Obtenido de <http://joelfrax.com/materiales/tratamientos%20superficiales.html>
- Guzmán, K. P. (2013). *Experimentacion tecnologica de la fibra de banano aplicada en el diseño de objetos*. Cuenca.
- Guzmán, K. P. (2013). *Universidad Del Azuay*. Obtenido de Universidad Del Azuay: [file:///C:/Users/cdsa1/Downloads/09829%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/cdsa1/Downloads/09829%20(1).pdf)
- INPADESA. (2022). *INPADESA*. Obtenido de INPADESA: <https://www.inpadesa.com.ec/fibra-de-banano/>
- Jaime Lozada, D. P. (marzo de 2008). Obtenido de <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/2095/6/CD-1657.pdf>
- lab, A. (2021). Obtenido de <https://academia-lab.com/enciclopedia/rotor-flettner/>
- María Elizabeth Maila1, L. K. (2024 de 09 de 24). *Editorialin Nova*. Obtenido de Editorialin Nova: <https://editorialinnova.com/index.php/bij/article/view/128/422>
- MDIS. (2022). *MDIS*. Obtenido de MDIS: <https://www.mdis.edu.sg/blog/introduction-to-natural-fibers/>
- QuimiNet. (21 de 09 de 2025). *QuimiNet*. Obtenido de QuimiNet.: <https://www.quiminet.com/articulos/la-historia-tecnica-de-las-redes-de-pesca-de-fibras-naturales-a-redes-inteligentes-5140321.htm>
- Romero, F. (15 de septiembre de 2021). *Híbridos en serie y en paralelo, qué son y cómo*

funcionan. Obtenido de <https://www.motor.es/noticias/hibridos-serie-paralelo-funcionamiento-202181190.html>

S.A, R. (13 de 07 de 2021). *Redsinsa S.A.* Obtenido de Redsinsa S.A: <https://www.redsinsa.com/es/redes-de-pesca-y-sus-tipos.html>

Salcedo, A. (01 de 10 de 2024). Obtenido de <https://citransport.com.pa/impacto-ambiental-del-transporte-maritimo/>

Salcedo, A. (04 de 03 de 2024). Obtenido de <https://citransport.com.pa/impacto-ambiental-del-transporte-maritimo-2/#>

Seco, E. (08 de 2020). Obtenido de <https://repositorio.comillas.edu/xmlui/bitstream/handle/11531/61407/TFM001635.pdf?sequence=1>

Sika, C. (junio de 2015). *Sika S.A.S.* Obtenido de <https://col.sika.com/dms/getdocument.get/cdbd8223-6802-3c99-a058-a013daac9e7b/PREPARACION%20DE%20SUPERFICIES%20%202008.pdf>

Torrez, S. (2013). Obtenido de <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/7440/1/T-ESPE-047513.pdf>

ANEXOS

Adjuntamos informes de resultados de la Prueba de Tensión.

LABORATORIO HORMIGÓN, SUELOS Y MATERIALES

"BOLIVAR ORTIZ LOGROÑO"

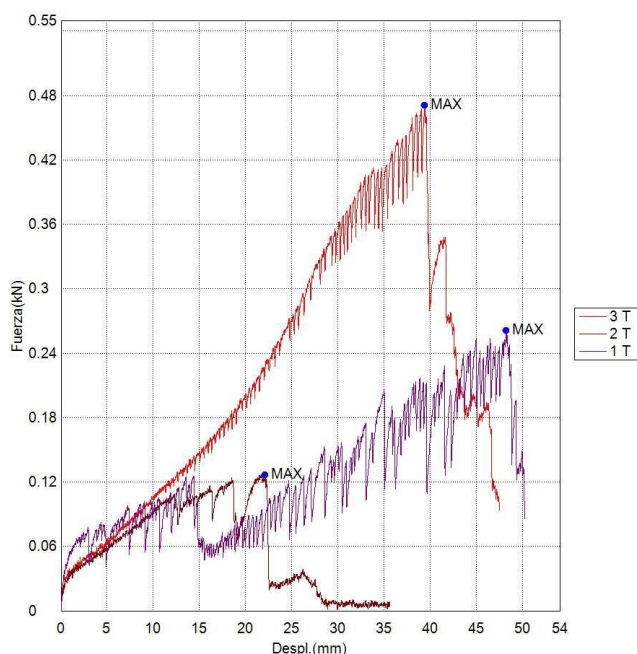
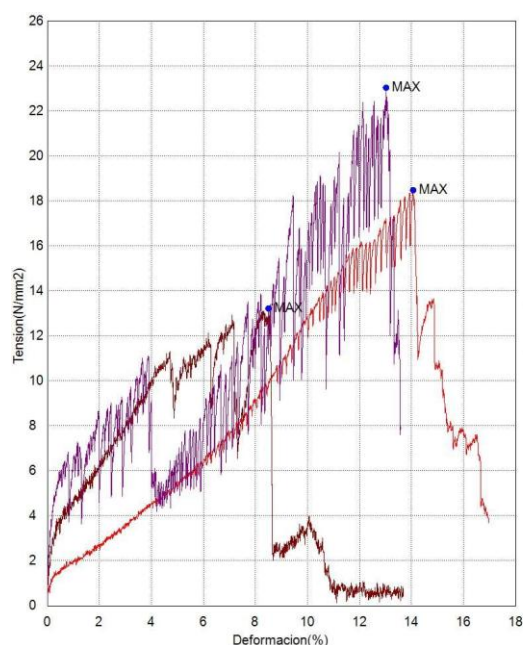
Nombre de producto		Nombre de método de ensayo	testA- TraccionVarillaCircular. xmux
Operador	Ing. Javier Bravo	Fecha de informe	7/17/2026
Fecha de ensayo	7/17/2026	Temperatura	20°C
Modo de Ensayo	Sencillo	Tipo de ensayo	Tracción
Velocidad	50mm/min	Forma	Cilíndrica
Nºde partidas:	1	Nºde muestras:	3

Parámetros y Resultados

Nombre de muestra	Diámetro	Longitud calibrada
Unidad	mm	mm
3 T	5.7000	280.0000
2 T	3.5000	260.0000
1 T	3.8000	370.0000

Nombre	Max. Fuerza	Max. Tensión	Max. Desplazamiento	Max. Deformación
Parámetros	Calc. at Entire Áreas	Calc. at Entire Áreas	Calc. at Entire Áreas	Calc. at Entire Áreas
Unidad	kN	N/mm2	mm	%
3 T	0.47112	18.4624	39.3753	14.0626
2 T	0.12700	13.1999	22.1126	8.50486
1 T	0.26107	23.0196	48.2108	13.0299
Media	0.28640	18.2273	36.5662	11.8658
Desviación Estándar	0.17345	4.91407	13.2739	2.95609
Rango	0.34412	9.81970	26.0982	5.55774

Graficos



LABORATORIO HORMIGÓN, SUELOS Y MATERIALES

"BOLIVAR ORTIZ LOGROÑO"

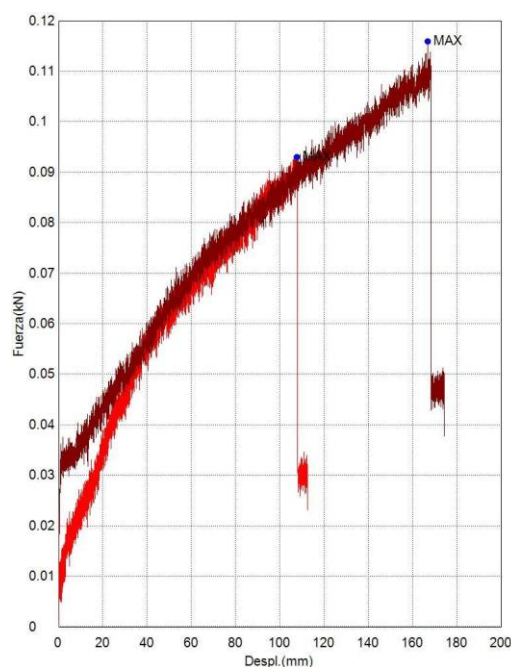
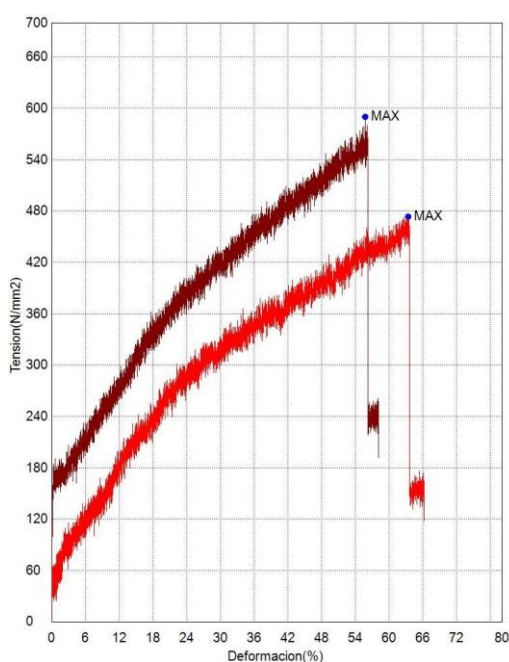
Nombre de producto		Nombre de método de ensayo	testA- TracciónVarillaCircular. xmux
Operador	Ing. Javier Bravo	Fecha de informe	7/27/2026
Fecha de ensayo	7/27/2026	Temperatura	20°C
Modo de Ensayo	Sencillo	Tipo de ensayo	Traccion
Velocidad	5mm/min	Forma	Cilindrica
Nºde partidas:	1	Nºde muestras:	2

Parámetros y Resultados

Nombre de muestra	Diámetro	Longitud calibrada
Unidad	mm	mm
1 _ 1	0.5000	170.0000
1 _ 2	0.5000	300.0000

Nombre	Max. Fuerza	Max. Tensión	Max. _Desplazamiento	Max. _Deformación
Parámetros	Calc. at Entire Áreas	Calc. at Entire Áreas	Calc. at Entire Áreas	Calc. at Entire Áreas
Unidad	kN	N/mm2	mm	%
1 _ 1	0.09298	473.560	107.812	63.4190
1 _ 2	0.11587	590.128	167.092	55.6973
Media	0.10443	531.844	137.452	59.5582
Desviación Estándar	0.01619	82.4260	41.9173	5.46007
Rango	0.02289	116.568	59.2800	7.72170

Gráficos



LABORATORIO HORMIGÓN, SUELOS Y MATERIALES

"BOLIVAR ORTIZ LOGROÑO"

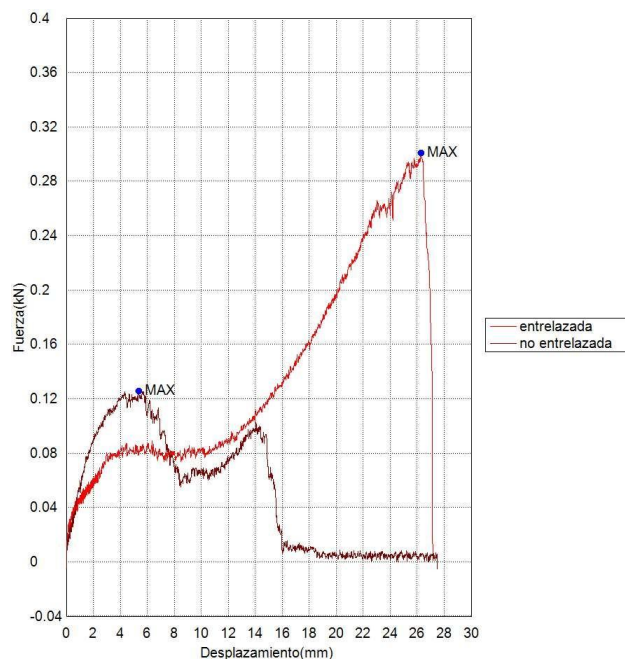
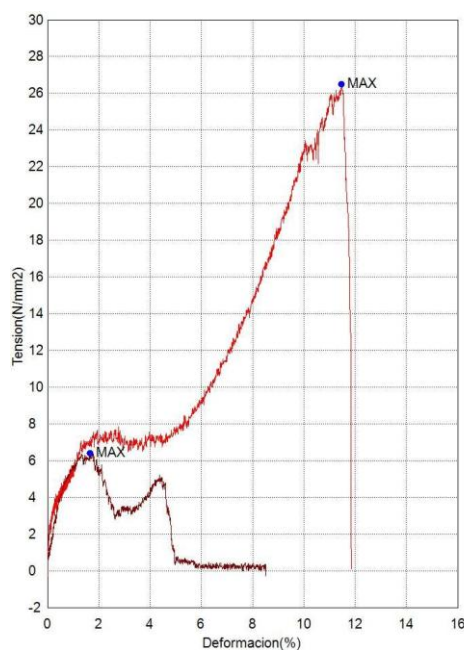
Nombre de producto		Nombre de método de ensayo	TestI-Traccion Varilla circular.xmux
Operador	Ing. Javier Bravo	Fecha de informe	7/16/2026
Fecha de ensayo	7/16/2026	Temperatura	20°C
Modo de Ensayo	Sencillo	Tipo de ensayo	Tracción
Velocidad	2.5mm/min	Forma	Cilíndrica
Nºde partidas:	1	Nºde muestras:	2

Parámetros y Resultados

Nombre de muestra	Diametro	Longitud calibrada
Unidad	mm	mm
entrelazada	3.8000	229.0000
no entrelazada	5.0000	322.0000

Nombre	Max. Fuerza	Max. Tensión	Max. Desplazamiento	Max. Deformación
Parámetros	Calc. at Entire Áreas	Calc. at Entire Áreas	Calc. at Entire Áreas	Calc. at Entire Áreas
Unidad	kN	N/mm2	mm	%
entrelazada	0.30065	26.5093	26.2866	11.4789
no entrelazada	0.12565	6.39913	5.37125	1.66809
Media	0.21315	16.4542	15.8289	6.57350
Desviación Estándar	0.12374	14.2200	14.7894	6.93729
Rango	0.17500	20.1102	20.9154	9.81081

Gráficos



Nombre de producto	TRACCION 1 HILO T AMB.	Nombre de archivo de ensayo	Tracción cuerda fibra de plátano método densidad lineal. xtux
Nombre de método de ensayo	TestK-Tracción-Fibra Abacá-Cuerdas-Método densidad lineal1.xmux	Operador	Panta Macías Hugo
Fecha de informe	7/16/2026	Fecha de ensayo	7/16/2026
Modo de Ensayo	Sencillo	Tipo de ensayo	Tracción
Velocidad	100mm/min	Forma	Cuerda
Nºde partidas:	1	Nºde muestras:	2

Nombre	Max. Fuerza	Max. Tensión	Max. _Desplazamiento	Max_Displ_Deformacion
Parámetros	Calc. at Entire Áreas	Calc. at Entire Áreas	Calc. at Entire Áreas	
Unidad	kN	N/tex	mm	%
1 _ 1	0.43138	0.02300	31.4135	14.7163
1 _ 2	0.45729	0.04374	12.0810	7.13389
Media	0.44434	0.03337	21.7473	10.9251
Desviación Estándar	0.01832	0.01467	13.6701	5.36157
Máximo	0.45729	0.04374	31.4135	14.7163
Rango	0.02591	0.02074	19.3325	7.58241
Mediana	0.44434	0.03337	21.7473	10.9251
Coef.Variacion	0.04123	0.43948	0.62859	0.49076

Nombre de muestra	Densidad lineal	Longitud calibrada
Unidad	tex	mm
1 _ 1	18758.6200	243.0000
1 _ 2	10454.5400	270.0000

Gráficas

