	GESTIÓN DE SERVICIOS ACADÉMICOS Y BIBLIOTECARIOS		CÓDIGO	FO-GS-15	
			VERSIÓN	02	
	ESQUEMA HOJA DE RESUMEN			FECHA	03/04/2017
				PÁGINA	1 de 1
ELABORÓ		REVISÓ	APROBÓ		
Jefe División de Biblioteca		Equipo Operativo de Calidad	Líder de Calidad		

RESUMEN TRABAJO DE GRADO

AUTOR(ES): NOMBRES Y APELLIDOS COMPLETOS

NOMBRE(S): Anny Jasbleidy APELLIDOS: Avendaño Avendaño

NOMBRE(S): _____ APELLIDOS: _____

NOMBRE(S): _____ APELLIDOS: _____

FACULTAD: de Ingenierías

PLAN DE ESTUDIOS: Ingeniería Industrial

DIRECTOR:

NOMBRE(S): Oscar APELLIDOS: Mayorga Torres

NOMBRE(S): _____ APELLIDOS: _____

TÍTULO DEL TRABAJO (TESIS): Producción de bolsas reutilizables a partir del residuo de la hoja de palma de aceite africana (*Elaeis Guineensis*) de la región del Zulia (Norte de Santander).

En la industria Palmicultora se generan grandes cantidades de hojas de palma de aceite africana (HPAA) durante la poda del cultivo, las cuales son acumuladas cerca al cultivo esperando su descomposición natural, siendo esto un proceso lento que ocasiona la presencia de insectos y malos olores. Así mismo, el excesivo consumo de bolsas plásticas se ha convertido en un serio problema para el medio ambiente, ya que su proceso de descomposición dura aproximadamente 150 años en degradarse y su vida útil al servicio dura una hora. Por ende, el principal objetivo de este proyecto es utilizar la HPAA para la obtención de una bolsa reutilizable que impacte positivamente el ámbito económico, ambiental y social del sector palmicultor del Zulia, debido a que se da un aprovechamiento a este residuo agroindustrial (HPAA) que se generan en grandes cantidades y se obtiene un producto 100% ecológico y amigable con el medio ambiente.

PALABRAS CLAVES: Palma de aceite africana, Residuo agroindustrial, Bolsa reutilizable, Fibra, Tejido plano.

CARACTERÍSTICAS:

PÁGINAS: 88 PLANOS: ILUSTRACIONES: 29 CD ROOM:

Copia No Controlada

PRODUCCIÓN DE BOLSAS REUTILIZABLES A PARTIR DEL RESIDUO DE LA HOJA
DE PALMA DE ACEITE AFRICANA (*Elaeis Guineensis*) DE LA REGIÓN DEL ZULIA
(NORTE DE SANTANDER)

ANNY JASBLEIDY AVENDAÑO AVENDAÑO

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍA
PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERIA INDUSTRIAL
SAN JOSÉ DE CÚCUTA

2023

PRODUCCIÓN DE BOLSAS REUTILIZABLES A PARTIR DEL RESIDUO DE LA HOJA
DE PALMA DE ACEITE AFRICANA (*Elaeis Guineensis*) DE LA REGIÓN DEL ZULIA
(NORTE DE SANTANDER)

ANNY JASBLEIDY AVENDAÑO AVENDAÑO

Trabajo de Grado presentado como requisito parcial para obtener al título de Ingeniero Industrial

Director (a):

DORA CECILIA RODRÍGUEZ ORDOÑEZ

Química, Magíster en Química

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

FACULTAD DE INGENIERÍA

PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERIA INDUSTRIAL

SAN JOSÉ DE CÚCUTA

2023

ACTA DE SUSTENTACIÓN



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TRABAJO DE GRADO

FECHA: 15 de junio, 2023
HORA: 4:00 p.m.
LUGAR: Salón SC - 302
PLAN DE ESTUDIOS: INGENIERÍA INDUSTRIAL

TÍTULO DE LA TESIS: “PRODUCCIÓN DE BOLSAS REUTILIZABLES A PARTIR DEL RESIDUO DE LA HOJA DE PALMA DE ACEITE AFRICANA (ELAEIS GUINEENSIS) DE LA REGIÓN DEL ZULIA, NORTE DE SANTANDER”.

JURADOS: GAUDY CAROLINA PRADA BOTIA
CARLOS ALBERTO ARARAT BERMÚDEZ

DIRECTOR: DORA CECILIA RODRIGUEZ ORDOÑEZ

NOMBRE DEL ESTUDIANTE	CÓDIGO	CALIFICACIÓN LETRA	NÚMERO
ANNY JASBLEIDY AVENDAÑO AVENDAÑO	1192970	cuatro, cinco	4,5

MERITORIA

GAUDY CAROLINA PRADA BOTIA CARLOS ALBERTO ARARAT BERMÚDEZ

Vo.Bo **ÓSCAR MAYORGA TORRES**
Director Plan de Estudios
Ingeniería Industrial

Margarita M.

Dedicatoria

Este trabajo se lo dedico primeramente a Dios, a mis padres y a mi pareja, quienes me apoyaron incondicionalmente a lo largo de este camino, siempre me dieron palabras de aliento para seguir adelante y nunca rendirme a pesar de los obstáculos presentados.

Agradecimientos

En primera instancia le agradezco a Dios por guiarme y fortalecerme a lo largo de esta trayectoria académica, para poder cumplir esta meta tan anhelada. Así mismo, quiero agradecer a la base de todo, mis papás y mi pareja, quienes estuvieron siempre ahí apoyándome, animándome y aconsejándome para cumplir esta etapa, ellos siempre me han impulsado a perseguir mis metas y nunca desfallecer ante los obstáculos que se presente a lo largo del camino.

Mis más sinceros agradecimientos a mi directora de proyecto, Dora Cecilia Rodríguez Ordoñez, al magister John Wilmer Parra Llanos y a la asistente de laboratorio de investigación Giquiba Gloria Medina, quienes me dieron totalmente su confianza para llevar a cabo la ejecución de esta investigación, muchas gracias por la paciencia y dedicación, ya que fueron una pieza clave para cumplir esta etapa en mi vida profesional.

Así mismo quiero mostrar mi gratitud a la familia Jacome Quintero, quienes me abrieron las puertas de su casa para contribuir en la ejecución del proyecto.

Y a todas aquellas personas que de una u otra forma colaboraron con el desarrollo de este proyecto.

¡Muchas gracias por todo!

Tabla De Contenido

Introducción	16
1. Problema	18
1.1 Título	18
1.2 Planteamiento del problema	18
1.3 Formulación del problema	19
1.4 Justificación	20
<i>1.4.1 A nivel de la empresa</i>	20
<i>1.4.2 A Nivel estudiantil</i>	21
1.5 Objetivos	21
<i>1.5.1 Objetivo general</i>	21
<i>1.5.2 Objetivos específicos</i>	21
1.6 Alcances y limitaciones	22
<i>1.6.1 Alcance</i>	22
<i>1.6.2 Limitaciones</i>	23
2. Marco referencial	24
2.1 Antecedentes	24
<i>2.1.1 Antecedentes internacionales</i>	24
<i>2.1.2 Antecedentes nacionales</i>	24
<i>2.1.3 Antecedentes regionales</i>	26

2.2	Marco contextual	28
2.3	Marco teórico	29
2.3.1	<i>Generalidades de la palma de aceite africana</i>	29
2.3.2	<i>Bolsas de plástico</i>	32
2.3.3	<i>Diagrama de flujo del proceso</i>	37
2.4	Marco conceptual	37
2.5	Marco legal	39
3.	Diseño metodológico	42
3.1	Tipo de investigación	42
3.2	Población y muestra	43
3.2.1	<i>Población</i>	43
3.2.2	<i>Muestra</i>	44
3.3	Instrumentos o técnicas para la recolección	44
3.3.1	<i>Fuentes primarias</i>	44
3.3.2	<i>Fuentes secundarias</i>	44
3.3.3	<i>Análisis de la información</i>	45
4.	Resultados y discusión	46
4.1	Obtención de la fibra a partir de los folíolos de la HPAA	46
4.1.1	<i>Descripción del proceso de obtención de la fibra a partir del folíolo de la HPAA mediante técnica artesanal</i>	47

4.1.2 <i>Propiedades físicas de la fibra</i>	52
4.2 <i>Elaboración del tejido con las fibras obtenidas a partir de los foliolo y comparación de sus propiedades mecánicas</i>	55
4.2.1 <i>Descripción de la elaboración del tejido de las fibras obtenidas a partir del foliolo de la HPAA</i>	55
4.2.2 <i>Propiedades mecánicas del tejido</i>	56
4.2.3 <i>Comparación de las propiedades mecánicas del polietileno de baja densidad de las bolsas versus el tejido obtenido a partir del foliolo de la HPAA versus el poliéster de las bolsas reutilizables</i>	61
4.3 <i>Producción de la bolsa reutilizable a partir del tejido de la fibra del foliolo de la HPAA</i>	63
4.3.1 <i>Prototipo de la bolsa reutilizable a partir de la fibra del foliolo de la HPAA</i>	63
4.3.2 <i>Descripción del producto</i>	64
4.3.3 <i>Dimensiones de la bolsa reutilizable</i>	65
4.3.4 <i>Capacidad soportada por la bolsa reutilizable</i>	66
4.4 <i>Descripción del proceso productivo de la bolsa reutilizable a partir de la fibra del foliolo de la HPAA</i>	67
4.4.1 <i>Diagrama de flujo del proceso productivo de la bolsa reutilizable</i>	69
4.4.2 <i>Requerimiento de materia prima para la elaboración de la bolsa reutilizable</i>	71
4.4.3 <i>Requerimiento de maquinaria, equipos y herramientas necesarias para la elaboración del producto</i>	71
Conclusiones	74

Recomendaciones	76
Bibliografía	77
Anexos	85

Lista de tablas

Tabla 1 Sistema vegetal de la palma de aceite africana	30
Tabla 2 Características y aplicaciones del polietileno de acuerdo a su composición química	35
Tabla 3 Símbolos para el diagrama de flujo	37
Tabla 4 Muestra representativa de los foliolos	53
Tabla 5 Características físicas de la HPAA	54
Tabla 6 Partes del tejido elaboradas para la confección de la bolsa	56
Tabla 7 Resultados de los ensayos de tracción	61
Tabla 8 Comparación de las propiedades mecánicas de las bolsas ensayadas	62
Tabla 9 Dimensiones de la bolsa reutilizable elaborada	65
Tabla 10 Descripción del proceso productivo de la bolsa reutilizable	67
Tabla 11 Requerimiento de materia prima para la elaboración de la bolsa reutilizable	71
Tabla 12 Requerimiento de maquinaria, equipos y herramientas necesarias para la elaboración del producto	72

Lista de figuras

Figura 1 Partes principales de la hoja de palma de aceite africana	30
Figura 2 Partes de la hoja de palma de aceite africana	31
Figura 3 Parte espinosa de la hoja, ubicada en la calle de la palera	31
Figura 4 Parte no espinosa o raquis, ubicada alrededor del plato	32
Figura 5 Bolsas tipo camiseta	33
Figura 6 Bolsa de arranque o pre cortadas	33
Figura 7 Reacción de polimerización del etileno	34
Figura 8 Proceso de la vida útil de las bolsas de plástico	36
Figura 9 Polvillo obtenido de la maquina desfibradora	46
Figura 10 Fibra obtenida a partir del foliolo	47
Figura 11 Corte de la hoja de palma africana	48
Figura 12 Foliolos del raquis de la hoja de palma	48
Figura 13 Remojo de los foliolos	49
Figura 14 Desfibrado manual	49
Figura 15 Secado de la fibra	50
Figura 16 Residuos del desfibrado manual	50
Figura 17 Hilado de la fibra	51
Figura 18 Aplicación del aglutinante	52
Figura 19 Esquema de un tejido plano	56
Figura 20 Probetas para el ensayo de tracción	58
Figura 21 Pruebas de tracción de: (a.) Tejido sin aglutinante (M1), (b) Tejido con aglutinante (M2), (c) Poliéster (M3) y (d) Polietileno de baja densidad (M4)	58

Figura 22 Esfuerzo vs Deformación del ensayo de tracción de la probeta del tejido obtenido a partir de la fibra sin aglutinante (M1)	59
Figura 23 Esfuerzo vs Deformación del ensayo de tracción de la probeta del tejido obtenido a partir de la fibra con aglutinante (M2)	59
Figura 24 Esfuerzo vs Deformación del ensayo de tracción de la probeta de poliéster (M3)	60
Figura 25 Esfuerzo vs Deformación del ensayo de tracción de la probeta de polietileno de baja densidad (M4)	60
Figura 26 Prototipo de la bolsa reutilizable a partir de la fibra del foliolo de la HPAA	64
Figura 27 Bolsa reutilizable a partir de la fibra del foliolo de la HPAA	65
Figura 28 Capacidad soportada por la bolsa reutilizable a partir de la fibra del foliolo de la HPAA	66
Figura 29 Diagrama de flujo del proceso productivo de la bolsa reutilizable a partir de la fibra del foliolo de la HPAA	70

Lista de anexos

Anexo 1 Entrevista al propietario de la parcela El Bambi	85
Anexo 2 Participación en eventos científicos	86

Resumen

Con base a la problemática presentada en el sector palmicultor por la generación de grandes cantidades de hojas de palma de aceite africana (HPPA) durante la poda al cultivo y el excesivo consumo de bolsas plásticas; se planeó como principal objetivo producir una bolsa reutilizable a partir de la HPAA, que impacte positivamente en el sector económico, ambiental y social del sector palmicultor del Zulia. Donde se aplicó una investigación de tipo aplicada, experimental y descriptiva, puesto que extrajo la fibra a partir del foliolo de la HPPA mediante un procedimiento manual y se midieron sus propiedades mecánicas; seguidamente se tejió la fibra obtenida para ello se aplicó la técnica del tejido plano y se determinó las propiedades mecánicas de este mediante un ensayo de tracción, donde se pudo evidenciar que dicho tejido presenta mayor resistencia a la tensión que el polietileno de baja densidad, evidenciando esto que puede suplir las bolsas plásticas. El proceso de producción de la bolsa reutilizable implicó varios pasos desde el corte de la HPPA hasta la confección del producto, cuya materia prima es de fácil adquisición por ser un desecho de poco uso y además la capacidad soportada de nuestro producto es de aproximadamente 10 kg; así mismo es un producto innovador puesto que se evidenció que en la literatura no hay trabajos en los que hayan utilizado este residuo agroindustrial para la elaboración de un producto; por ende, se presenta como una opción ecológica y viable para la producción de bolsas reutilizables y otros productos a partir de la fibra de la HPAA.

Introducción

La palma de aceite africana (*Elaeis guineensis*) es nativa de las costas del Golfo de Guinea en África occidental. En Colombia se utiliza principalmente en la industria de alimentos, para la obtención de aceites comestibles y en la industria de energías renovables para la obtención de biocombustibles, a partir de productos derivados de la biomasa. En las épocas de poda se genera gran cantidad de hojas de la palma, las cuales son acumuladas cerca a los cultivos esperando su descomposición natural (Federación Nacional de Cultivadores de Palma de Aceite [Fedepalma] y Corporación Centro de Investigación en Palma de Aceite [Cenipalma], 2012); al ser este proceso muy lento, ocasiona la presencia de insectos y malos olores; además, en épocas de lluvia, éstas ocasionan inconvenientes para el desplazamiento de los empleados y se convierten en un desecho poco deseado por los palmicultores.

Por otro lado, según Diaz Lozano (2017) “la bolsa plástica se ha convertido en el producto más utilizado de nuestra generación, de accesibilidad a todas las personas con la capacidad de poder ser adquirido por cualquiera, son como un virus que tiene la capacidad de multiplicarse y a su vez de causar grandes daños al medio ambiente” (p. 7). Lo anterior indica que el excesivo consumo de bolsas plásticas se ha convertido en un problema muy serio para el medio ambiente, debido a que tardan mucho tiempo en descomponerse (pueden durar hasta 150 años en degradarse) y frecuentemente no se reutilizan, lo que ocasiona una serie de efectos negativos en el ecosistema, además, la vida útil de una bolsa al servicio de una persona no dura más de una hora.

Mediante el desarrollo de este proyecto se creó una bolsa reutilizable a partir del foliolo de la hoja de palma de aceite africana, 100% ecológica y amigable con el medio ambiente,

puesto que se dio un aprovechamiento a un residuo agroindustrial, generado en grandes cantidades por el sector palmicultor, impactando positivamente en el sector social y académico.

1. Problema

1.1 Título

Producción de bolsas reutilizables a partir del residuo de la hoja de palma de aceite africana (*Elaeis guineensis*) de la región del Zulia (Norte de Santander).

1.2 Planteamiento del problema

En la industria Palmicultora se generan grandes cantidades de hoja de palma de aceite africana (HPAA) durante las podas al cultivo, las cuales quedan en el suelo hasta que se degradan y se integran al terreno como un desecho. Los palmicultores acomodan una parte de estas hojas alrededor de la palma para mantener la humedad y mejorar algunas condiciones del suelo (Fedepalma y Cenipalma, 2012); sin embargo, cuando están en exceso, son acumuladas cerca a los cultivos esperando su descomposición natural, lo que genera la presencia de insectos y malos olores, y en épocas de lluvia ocasionan inconvenientes para el desplazamiento de los empleados.

A su vez, el excesivo consumo de bolsas plásticas se ha convertido en un problema muy serio para el medio ambiente, prueba de ello, es la situación actual que se presenta por el elevado consumo de bolsas plásticas, de las cuales se producen 300 millones de toneladas anualmente. De ellas, se estima que 8 millones acaban en los mares y océanos de nuestro planeta, donde el impacto de las basuras plásticas sobre la fauna es evidente. Es frecuente encontrar animales que han quedado enganchados con redes o cuerdas, son estrangulados en sus extremidades y sufren

falta de riego sanguíneo; también se encuentran muertos debido a la ingestión de plástico que ha bloqueado su sistema digestivo (Eljarrat, 2019).

Para el año 2019, la producción de residuos sólidos en Colombia fue de 12 millones de toneladas y solo se recicló el 17% de los mismos. Los plásticos de un solo uso son los principales causantes de este panorama; según la Secretaría Distrital de Ambiente, solo en los mercados de Bogotá se reporta anualmente el uso de 491 millones de bolsas. Si una persona viviera hasta los 77 años, gastaría alrededor de 22.176 bolsas plásticas. Un dato que comprueba que el reciclaje no es suficiente y que refuerza la idea de promover su reducción (Bibo, 2019), mediante el uso de bolsas reutilizables en materiales de tela o papel.

Por consiguiente, en Colombia rige el artículo 512-15 de la ley 1819 de 2016, la cual trata sobre “El impuesto Nacional al consumo de bolsas plásticas (INCBP)” el cual tiene como finalidad disminuir el consumo de bolsas plásticas y cuidar el medio ambiente, debido a que los altos niveles de toxicidad de estas bolsas ocasionan daños irremediables al entorno ambiental, ya que está compuesta por materiales derivados del petróleo y duran más de un siglo en degradarse (Ley 1819, 2016).

Considerando las problemáticas mencionadas anteriormente, se planteó como alternativa la producción de una bolsa reutilizable, para la cual la materia prima utilizada fue el foliolo de la HPAA, la cual es un residuo agroindustrial, obteniendo un producto amigable con el medio ambiente, y de esta forma reducir el uso de las bolsas plásticas que son desechadas a diario en grandes cantidades.

1.3 Formulación del problema

¿Cómo producir una bolsa reutilizable a partir del residuo de la hoja de palma de aceite africana de la región del Zulia en Norte de Santander, para mitigar la contaminación generada por las bolsas de plástico?

1.4 Justificación

1.4.1 A nivel de la empresa

El cultivo de la palma de aceite y el procesamiento de su fruto es de gran importancia para el Departamento Norte de Santander, pues es una de las industrias de la región que más ha generado transformación y desarrollo durante los últimos años en el sector agrícola. En Norte de Santander los cultivos de la palma de aceite se encuentran distribuidos principalmente en 4 municipios: Tibú (18.500 Ha), Sardinata (4.200 Ha), El Zulia (767 Ha) y Cúcuta (2.104 Ha) (Fedepalma, 2020).

Para el año 2019 se contaba con 25.950 hectáreas sembradas en todo el departamento Norte de Santander (Federación Nacional de Cultivadores de Palma de Aceite., F., 2021). En la actualidad, a los palmicultores se les ha presentado una gran problemática durante la temporada de poda, en la cual se produce una gran cantidad de HPAA, que se amontona cerca de los cultivos esperando su descomposición natural, al ser éste un proceso muy lento se generan insectos y malos olores, y además son arrastradas durante la época de lluvias, provocando molestias al movimiento de los empleados. Con la ejecución de este proyecto se permitió dar un aprovechamiento a este residuo, el cual sirvió como materia prima para la producción de una bolsa reutilizable, siendo un producto innovador y amigable con el medio ambiente.

1.4.2 A Nivel estudiantil

La ejecución del proyecto contribuyó al desarrollo de nuevos conocimientos en el área investigativa, ya que se creó un producto 100% ecológico a partir de un residuo agroindustrial; para ello se colocaron en práctica conocimientos, técnicas y herramientas impartidas en asignaturas como: ingeniería de métodos, resistencia de materiales y diseño de productos y procesos. De esta manera se propone una solución a la problemática generada en el sector palmicultor por las grandes cantidades de residuos que se producen de la poda de la palma de aceite africana.

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo general

Producir bolsas reutilizables a partir del residuo de la hoja de palma de aceite africana de la región del Zulia (Norte de Santander).

1.5.2 Objetivos específicos

Obtener la fibra a partir de los folíolos de la hoja de palma de aceite africana para la elaboración de las bolsas reutilizables.

Elaborar un tejido con las fibras obtenidas a partir de los folíolos y comparar sus propiedades mecánicas con las propiedades mecánicas de las bolsas plásticas.

Producir la bolsa reutilizable a partir de la fibra obtenida.

Plantear el proceso productivo de la bolsa reutilizable por medio de diagramas de procesos de ingeniería de métodos.

1.6 Alcances y limitaciones

1.6.1 Alcance

Mediante este proyecto se creó una bolsa de origen natural, reutilizable y amigable con el medio ambiente, la cual se espera que pueda competir con las bolsas tradicionales de plástico. A partir de la fibra obtenida del foliolo de la HPAA, se elaboró un tejido al cual se le realizó un ensayo de tracción para comparar sus propiedades mecánicas con las de una bolsa plástica tradicional y una bolsa reutilizable de tela poliéster.

Teniendo como base el tejido estudiado anteriormente se procedió a diseñar la bolsa, mediante un programa de diseño asistido por computador (AutoCAD), con el fin de realizar la representación del producto, así mismo se describieron las dimensiones y la capacidad soportada. Para el planteamiento del proceso productivo se desarrolló el diagrama de flujo del proceso y se determinó el requerimiento de materia prima, maquinaria, herramientas y utensilios para la elaboración de la bolsa reutilizable de manera artesanal.

Al producir bolsas reutilizables a partir de la fibra del foliolo de la HPAA, se daría un aprovechamiento al residuo generado por la palma de aceite africana, lo que ocasionaría un impacto positivo a los palmicultores de la región del Zulia, además se espera contribuir a la disminución del consumo de las bolsas plásticas tradicionales.

1.6.2 Limitaciones

Dentro de las limitaciones encontradas durante la ejecución del proyecto están:

No poder realizar el desfibrado del foliolo con una máquina que sirviera y de esta manera hacer el proceso más rápido; para dicho proceso se intentó utilizar una desfibradora de fique, pero no se logró obtener la fibra.

Encontrar una técnica que permitiera la obtención de una fibra de buena calidad, ya que ésta es un poco quebradiza y delicada a la hora de obtenerla.

Demora en la elaboración del tejido ya que fue necesario utilizar un telar artesanal.

2. Marco referencial

2.1 Antecedentes

2.1.1 Antecedentes internacionales

(Álvarez Huamán et al., 2019) Fabricación de Bolsas Ecológicas para Habitantes de la Provincia de Huancayo con Impacto Social Positivo de Acción por el Clima.

Con base en la problemática actual del uso excesivo de bolsas plásticas, se creó una iniciativa empresarial acerca del diseño y elaboración de bolsas ecológicas para los habitantes de la ciudad de Huancayo, con el fin de mantener un ambiente libre de fundas de plástico y al mismo tiempo concientizar a la comunidad sobre la contaminación ambiental y lo importante de adquirir productos que suplan esta necesidad. Se realizó un estudio de mercado y financiero para revisar el grado de aceptación del producto en el mercado y el valor que las personas están dispuestas a pagar; así mismo, se pretende sustituir las bolsas plásticas y adaptarlas de acuerdo a las necesidades del cliente. Los resultados del proyecto demostraron que es financieramente viable fabricar bolsas ecológicas bajo un escenario neutral, pues presenta una tasa interna de retorno de 102% y un valor presente neto de s/ 54,522.98 soles. Sirviendo como referencia para la definición del proceso de producción del presente trabajo debido a que elaboran bolsas ecológicas a partir del yute.

2.1.2 Antecedentes nacionales

(Perdomo Sánchez y Cárdenas Buitrago, 2020) *Desarrollo de un Producto a Partir de la Fibra del Rastrojo de la Piña Tipo Nativa en la Reserva Miramar en el Municipio de Dibulla, la Guajira.*

El proyecto propone una alternativa de ingresos adicionales en la reserva Miramar ubicada en el municipio de Dibulla, La Guajira. Se busca la disminución de algunos de los desechos presentes en sus cultivos, mediante el desarrollo de un producto ecológico innovador a partir del procesamiento de los rastrojos de la piña nativa de la región (*Ananas Comosus*), los cuales son considerados en el momento como la mayor fuente de desperdicios en la reserva. Esta tesis contiene información necesaria acerca del diseño y la descripción del proceso productivo de bolsas ecológicas, a partir de un residuo agroindustrial para complementar el desarrollo del presente proyecto.

(Sánchez Ibarido y Estupiñan Reina, 2019) *Plan de Empresa para la Creación de “Fibras de Coco”, Empresa Dedicada a la Producción y Comercialización de Fibras y Sustrato a Partir de la Estopa de Coco.*

Fibras de Coco SAS vio en el municipio de Tumaco (Nariño), la oportunidad de crear una empresa con la potencia de aprovechar los desechos del cultivo de coco, ya que los cultivadores solo tienen en cuenta el fruto y la estopa de coco la arrojan al mar, al río o la arrinconan en las fincas lo cual ocasiona la propagación de plagas.

De acuerdo con lo anterior, la empresa utilizará la estopa de coco como materia prima para producir la fibra y el sustrato de coco, los cuales son utilizados para la siembra, dado que pueden sustituir la tierra, además poseen la capacidad de retener nutrientes y de liberarlos de manera progresiva, mejora el desarrollo de las raíces y el suelo, lo cual permite un adelanto en la

producción, de este modo logra una mayor productividad beneficiando a los agricultores, cosechadores y dueños de viveros. El plan de negocio se desarrolla mediante el análisis de mercadeo, análisis técnico operativo, financiero, organizacional y legal. Logrando obtener la inversión requerida, las fuentes de financiación y las proyecciones financieras que demuestran la viabilidad del proyecto.

(Castillo-Quiroga et al., 2017) *Viabilidad para Producir y Comercializar Bolsas de Fique para Abastecer en los Principales Supermercados de Cadena en Bogotá.*

Teniendo en cuenta el momento coyuntural del mercado, por la necesidad de suplir con nuevas alternativas el uso de empaques que permitan transportar los productos que se compran en el comercio, en algunos casos se ven obligados a adquirir bolsas de múltiples usos, que por una parte disminuyen el uso de las bolsas plásticas, pero no erradica el problema de la contaminación, ya que son productos que en su mayoría no son biodegradables. Es por ello que con el desarrollo del presente trabajo se identifica una oportunidad de negocio que ofrezca una bolsa ecológica elaborada con tela de fique que facilite el transporte de los productos adquiridos; e identificar la viabilidad de crear una empresa de producción y comercialización de bolsas ecológicas, mediante el desarrollo de un estudio de mercado, técnico, administrativo, legal y financiero; dando así una probabilidad de éxito del 64%, ya que los beneficios superan las expectativas de los inversionistas, siendo la tasa de oportunidad del 12%.

2.1.3 Antecedentes regionales

(Martínez Niño y Ballesteros Ramos, 2019) *Plan de Negocios para el Diseño, Fabricación y Comercialización de Bolsas Ecológicas*

Este proyecto presenta un plan de negocios enfocado en el diseño, comercialización y distribución de bolsas ecológicas, pretendiendo ayudar con la disminución del consumo de bolsas plásticas, problemática que se ha presentado desde hace varias décadas, siendo esta un peligro latente para el medio ambiente. Por ello, se define el nombre de Eco Mark S.A.S. como una empresa comprometida con el medio ambiente y el desarrollo sostenible del país, brindando soluciones de marketing publicitario a sus clientes, buscando así la satisfacción de sus grupos de interés. En este trabajo se tendrá en cuenta la descripción del producto y el proceso de producción de la bolsa ecológica.

(Medina R. y Contreras J., 2019) *Análisis Mecánico de la Estructura Fibrilar de la Mata de Plátano como una Alternativa en la Fabricación de Bolsas.*

Con el presente proyecto se pretende mitigar el uso de bolsas de plástico mediante el uso masivo de bolsas obtenidas a partir del pseudo-tallo de la mata de plátano. Además de presentarle al campesino otras alternativas de ingreso a través del aprovechamiento del pseudo-tallo. Para el uso de esta materia prima se realizaron los respectivos análisis mecánicos a la estructura fibrilar de la mata de plátano, los cuales arrojaron datos muy positivos para la cooperación con la problemática ambiental del planeta, la cual involucra al plástico como su mayor contaminante.

Se elaboró un biocompuesto a partir de fibra de pseudo-tallo con resina poliéster (Poliescol), el cual presentó una resistencia baja a la tensión, pero alta resistencia al impacto. Se aconseja investigar más a fondo esta propiedad para así ser utilizada en la industria automotriz y

similares. Este trabajo de grado contribuye con la información necesaria acerca de los análisis mecánicos que se le debe realizar a una estructura fibrilar.

2.2 Marco contextual

La Federación Nacional de Cultivadores de Palma de Aceite (Fedepalma), es una entidad de carácter gremial, constituida como una persona jurídica de derecho privado, sin ánimo de lucro, sometida a las leyes de la República de Colombia y está integrada por los palmicultores del territorio nacional aceptados como afiliados, que cumplan los presentes estatutos y demás reglamentos de la Federación (Estatutos Federación Nacional de Cultivadores de Palma de Aceite- Fedepalma, 2021, p. 4).

El motivo principal para que Colombia empezara a sembrar y producir palma de aceite africana fue por su alto rendimiento en unidad de superficie, además en la palma de aceite africana se encontró una gran variedad de productos generados por la planta y sus partes, los cuales se utilizaron en alimentos para la producción de margarina, manteca, aceite de mesa y de cocina; y en la industria la producción de jabones. El aceite de pulpa se usa en la fabricación de acero inoxidable, concentrados minerales, aditivos para lubricantes, crema para zapatos, tinta de imprenta y velas. Se usa también en la industria textil y de cuero, en la laminación de acero y aluminio, en la trefilación de metales y en la producción de ácidos grasos y vitamina A; actualmente hay gran innovación para la producción del biodiesel. Este combustible puede utilizarse en motores de combustión de diésel, alimentación de vehículos destinados a trabajar con biodiesel, proveer calefacción a los hogares en calderas que funcionan con este

biocombustible, como alimentador de generadores de electricidad y utilizado en todos los automóviles modernos de motor diésel (Granados Mujica, 2010, p. 3).

Colombia cuenta con cuatro zonas productivas de palma de aceite africana. Norte de Santander se encuentra ubicada en la zona central siendo la zona más destacada en cuanto a su producción y rentabilidad del fruto de la palma (Granados Mujica, 2010, p. 21).

2.3 Marco teórico

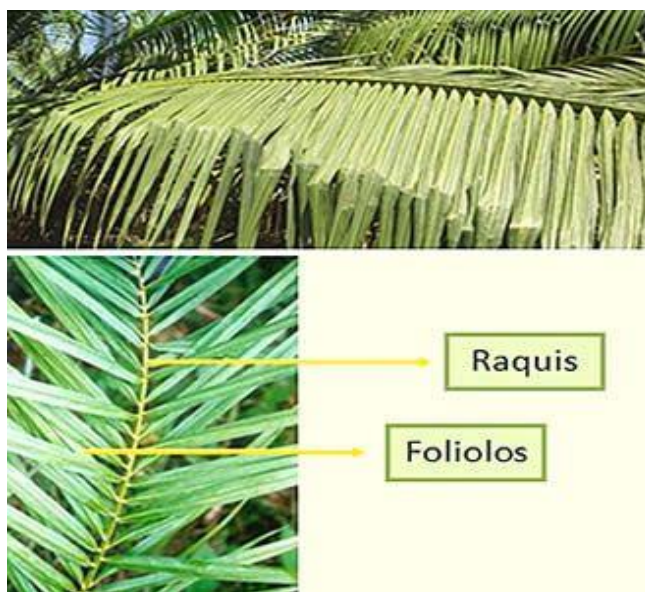
2.3.1 Generalidades de la palma de aceite africana

La palma de aceite es una planta tropical propia de climas cálidos que crece en altitudes de 0 a 500 msnm. Su nombre botánico es *Elaeis guineensis Jac.* Su origen se ubica en el golfo de Guinea en el África occidental por eso su denominación popular es palma africana de aceite. Su cultivo tarda entre 2 y 3 años para empezar a producir frutos y puede hacerlo durante 25 años o más. La palma se clasifica en variedades que se caracterizan principalmente por la forma, el color, la composición del fruto, y la forma de la hoja. La palma de aceite africana como cualquier planta cuenta con un sistema vegetal conformado por frutos, inflorescencias, tallo, raíz y hojas (Ver tabla 1) (Borrero, 2019).

Tabla 1 Sistema vegetal de la palma de aceite africana

Fruto	Son de forma ovoide, de 3 a 6 cm de largo y cuenta con un peso aproximado de 5 a 12 gramos. Tienen la piel lisa y brillantes (Exocarpio), una pulpa o tejido fibroso que contiene las células con aceite (Mesocarpio), una nuez o semilla compuesta por un cuesco lignificado (Endocarpio), y una almendra aceitosa o palmiste (Endospermo).
Inflorescencias	La palma de aceite africana es monoica, esto significa que en la misma palma se producen inflorescencias masculinas y femeninas, pero en forma separada.
Tallo	Al tallo de la palma también se le denomina estípite y es la estructura que comunica el sistema de raíces o radicular con las hojas. Dentro del mismo se encuentran los vasos vasculares (xilema y floema), que transportan los nutrientes y el agua.
Raíz	El sistema radicular de la palma se caracteriza por ser un bulbo (forma de globo). Las raíces primarias salen de la base del tallo en todas las direcciones, tanto vertical como horizontalmente, y de ellas se originan las secundarias, terciarias y cuaternarias, las cuales se orientan hacia donde se encuentran el agua y los nutrientes (tropismo positivo).
Hojas	Están compuestas por un pecíolo con espinas laterales, que mide alrededor de 1,5 m de largo y el raquis que soporta entre 200 y 300 folíolos insertados en las caras laterales donde se alternan hileras superiores e inferiores (Figura 1) y en la figura 2 se puede evidenciar las partes de la hoja de palma de aceite africana.

Fuente: Adaptado de: Borrero (2019), Fedepalma y Cenipalma (2012).

**Figura 1** Partes principales de la hoja de palma de aceite africana

Fuente: Borrero (2019).

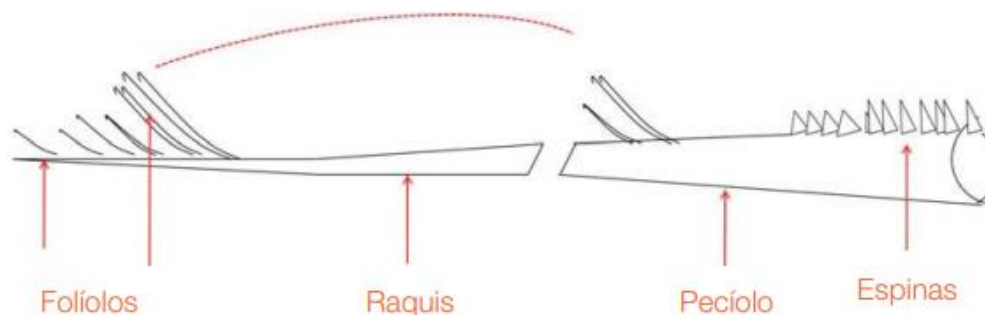


Figura 2 Partes de la hoja de palma de aceite africana

Fuente: Fedepalma y Cenipalma (2012).

Según la *guía de prácticas agrícolas el cultivo de palma de aceite africana* ya estableció el corte y la ubicación de las hojas; las cuales se cortan en 2 o 3 partes. La parte espinosa se ubica en la calle de palera (Ver Figura 3) y el raquis o parte no espinosa, alrededor del plato (Ver Figura 4). Teniendo cuidado en no dejar hojas podadas en canales o vías de plantación.



Figura 3 Parte espinosa de la hoja, ubicada en la calle de la palera

Fuente: Fedepalma y Cenipalma (2012).



Figura 4 *Parte no espinosa o raquis, ubicada alrededor del plato*

Fuente: Fedepalma y Cenipalma (2012).

2.3.2 Bolsas de plástico

Son elementos u objetos fabricados a partir de un derivado del petróleo como es el polietileno de baja y alta densidad, que tarda un largo periodo en descomponerse; teniendo como principal función, soportar mercancías o productos de cualquier comercio y para acumular la basura del hogar. Las bolsas plásticas, son demandadas especialmente por los hogares, comercios, tiendas, fabricas, industrias, mercados, hospitales, hoteles, farmacias y entre muchos otros sectores (Pineda, 2020).

Una bolsa de supermercado pesa en promedio 7 g y resiste una carga de hasta 10 kg, o sea que resiste 1.700 veces su propio peso. Gracias a los esfuerzos de la industria petroquímica las bolsas han reducido su espesor desde 35 micrones hasta 9 micrones. Esto significa una reducción del 66% en peso de la bolsa.

Los dos tipos de bolsas más comunes son:

Bolsa camiseta: típicamente utilizada en supermercados, su nombre proviene de su forma (ver figura 5).



Figura 5 *Bolsas tipo camiseta*

Fuente: BYS Industria Plástica S.A de C.V (s.f.).

Bolsas de Arranque: También denominadas bolsas pre cortadas, se usan principalmente para el envasado de alimentos (Ver figura 6).



Figura 6 *Bolsa de arranque o pre cortadas*

Fuente: S.M.P Descartables (s.f.).

Estos dos tipos de bolsas se fabrican con polietileno de baja densidad, ya que este se utiliza principalmente para envases de alimentos y de diversos productos como pueden ser cables, recambios electrónicos y algunos artículos de papelería (Embalajes terra, 2016).

2.3.2.1 Composición de las bolsas plásticas.

Las bolsas de polietileno de baja densidad se obtienen a partir del polietileno combinado químicamente con moléculas de etileno, mediante un proceso químico denominado polimerización del etileno (Figura 7).

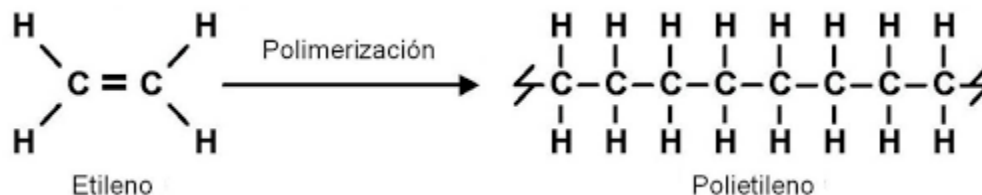


Figura 7 *Reacción de polimerización del etileno*

Fuente: Química General. Material de enseñanza (s.f.)

Según su composición química, se encuentra el polietileno de alta o de baja densidad. La diferencia radica principalmente en las ramificaciones en sus cadenas y el peso molecular de las mismas. Esto es, a más ramificaciones y a mayor peso molecular, menor cristalinidad. También afecta a sus propiedades mecánicas, a mayor densidad, mejores prestaciones (Embalajes terra, 2016).

En la tabla 2 se evidencian las principales características y aplicaciones del polietileno de acuerdo a su composición química.

Tabla 2 Características y aplicaciones del polietileno de acuerdo a su composición química

	Características Principales	Principales Aplicaciones
Polietileno de alta densidad (PEAD)	<p>Excelente resistencia térmica y química.</p> <p>Muy buena resistencia al impacto.</p> <p>Es sólido, incoloro y translúcido.</p> <p>Muy buena maleabilidad durante su producción.</p> <p>Es flexible, aún a bajas temperaturas.</p> <p>Presenta dificultades para imprimir, pintar o pegar sobre él.</p> <p>Es atacado por los ácidos, pero resiste agua a 100°C y la mayoría de los disolventes</p>	<p>Tubos para agua, desagües y gas natural.</p> <p>Bolsas de supermercado y de basura.</p> <p>Muebles de jardín y tachos de basura.</p> <p>Envases soplados y botellas, o para recipientes del sector automotriz.</p> <p>Elementos protectores, acetábulos de prótesis femorales de caderas.</p> <p>Bidones, tambores, baldes, cajones y frascos para cosméticos.</p>
Polietileno de baja densidad (PEBD)	<p>Su densidad oscila entre 0.910 a 0.925 g/cm³</p> <p>Buena resistencia térmica y química (inerte al contenido).</p> <p>Buena resistencia al impacto.</p> <p>Flexible, liviano, translúcido, impermeable y no toxico.</p> <p>Excelente procesabilidad en inyección y extrusión.</p> <p>Presenta dificultades para imprimir, pintar o pegar sobre él.</p> <p>Resistente a bajas temperaturas.</p>	<p>Dentro del sector del envase y empaque, para elaborar productos como: bolsas de uso general o industrial, película para invernadero, película termo contraíble, preservativos, base para pañales descartables, contenedores herméticos, tubos y pomos (cosméticos, medicamentos y alimentos), cajones para almacenamiento de bebidas y alimentos, baldes para pintura, helados, aceites, etc.; envases para: detergentes, lavandina, aceites de automotor, shampoo y lácteos.</p>
Polietileno Lineal De Baja Densidad (PELBD)	<p>Buena resistencia a la tracción, al rasgado y a la perforación o punción.</p> <p>Buena resistencia al impacto a temperaturas muy bajas (hasta -95°C).</p> <p>En película posee excelente elongación</p>	<p>Películas encojibles y estirables.</p> <p>Redes de contención en construcción vial.</p> <p>Costales para productos a granel y de uso pesado.</p> <p>Bolsas de basura.</p> <p>Geo membranas y acolchados agrícolas</p>

Fuente: (Rubio, 2010)

2.3.2.2 Impacto ambiental.

Una bolsa plástica puede tardar de 10 a 100 años aproximadamente para su descomposición, teniendo en cuenta que este ciclo de degradación depende de las condiciones ambientales, en que la bolsa tradicional se encuentra para su proceso o tiempo de descomposición. Estas bolsas emiten sustancias tóxicas, vapores perjudiciales para el ambiente e incluso contaminan las aguas, taponan las alcantarillas y pueden matar animales marinos, aves u otras especies, testigos de este impacto; por sus componentes que son sustancias derivadas del petróleo, aditivos y otros compuestos químicos con las que son fabricadas. Las bolsas plásticas tradicionales después de su uso terminan siendo desechadas sin un control adecuado, es decir, las desechan en los parques naturales, calles, alcantarillas y ríos, contaminando tanto el entorno, como a los ecosistemas naturales. El plástico contamina en todas las etapas, tanto durante su vida útil, como en la desintegración (véase Figura 8) (Navarrete Diaz, 2015).

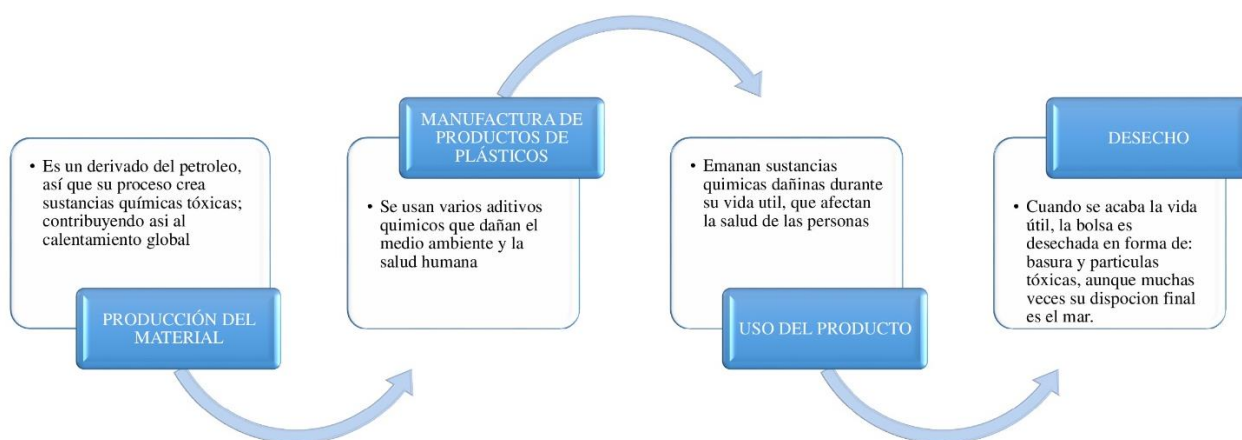


Figura 8 *Proceso de la vida útil de las bolsas de plástico*




Fuente: Adaptado de Navarrete Diaz (2015).

2.3.3 Diagrama de flujo del proceso

Un diagrama de flujo es la representación gráfica del flujo o secuencia de rutinas simples. Tiene la ventaja de indicar la secuencia del proceso en cuestión, las unidades involucradas y los responsables de su ejecución; es decir, viene a ser la representación simbólica o pictórica de un procedimiento administrativo. El diagrama de flujo permite desglosar un proceso en cualquier tipo de actividad a desarrollarse, tanto en empresas industriales o de servicios y en sus departamentos, como en otras secciones o áreas de su estructura organizativa (Manene C., 2013).

Los símbolos usados para la construcción del diagrama de flujo del proceso se muestran en la Tabla 3.

Tabla 3 *Símbolos para el diagrama de flujo*

Símbolo	Nombre	Función
	Operación	Representa las actividades fundamentales de cualquier proceso, las cuales propician cambios en los materiales u objetos, transferencia de información o la planeación de algo.
	Inspección	Representa las actividades de verificación de los materiales o producto.
	Actividad combinada	Cuando se ejecutan simultáneamente dos actividades, comúnmente son operación-inspección.

Fuente: Adaptado de Baca et al. (2019, p. 178).

2.4 Marco conceptual

A continuación, se presentan conceptos básicos del lenguaje que se utilizan en el desarrollo del proyecto.

Ecológico: Dicho de un producto o de una actividad que no es perjudicial para el medio ambiente (Real Academia Española, 2020).

Ensayo de tracción: Ensayo mecánico de tensión-deformación más común. Utilizado para determinar las propiedades mecánicas de los materiales, como modulo elástico, límite elástico, resistencia a tracción, entre otros valores característicos. Siendo un ensayo que dura varios minutos y es destructivo, es decir, la muestra de ensayo se deformada permanentemente y, por lo general, se rompe, bajo una carga de tracción gradualmente creciente que se aplica de forma uniaxial a lo largo del eje de la muestra; donde la muestra o probeta es sujeta por sus extremos en las mordazas de sujeción del equipo de ensayo. Generalmente, la sección transversal de la probeta es circular, aunque también se utilizan probetas de sección rectangular (Callister y Rethwisch, 2016, p. 210).

Fibra: Cada uno de los filamentos que entran en la composición de los tejidos orgánicos vegetales o animales (Real Academia Española, 2020).

Límite elástico: Valor del esfuerzo en una curva de esfuerzo-deformación, en el que el material se deforma plásticamente, es decir, ya no volverá a su forma y tamaño original luego de eliminar la carga (Mott, 1996, p. 50).

Módulo de elasticidad: Medida de rigidez del material calculado con el coeficiente del esfuerzo normal en un elemento y la deformación correspondiente del mismo; denotado con la

letra E . Es decir, un material con valor de E elevado se deformará menos con un esfuerzo dado que uno con valor reducido de E (Mott, 1996, p. 27).

Polímeros: Son grandes moléculas que están formadas por la unión de muchas unidades repetitivas. Generalmente, los polímeros involucran uniones covalentes entre los átomos de carbono que constituye la columna vertebral de la cadena polimérica. Incluye a los polímeros naturales y a los sintéticos (López S. y Mendizábal, 2015, p. 2).

Resistencia a la tracción: Máximo valor del esfuerzo en la curva esfuerzo-deformación (Mott, 1996, p. 50).

Termoplásticos: Como su nombre lo indica, se comportan de manera plástica a elevadas temperaturas. Más aún, la naturaleza de sus enlaces no se modifica radicalmente cuando la temperatura se eleva, razón por la cual pueden ser conformados a temperaturas elevadas, enfriados y después recalentados o reconformados sin afectar el comportamiento del polímero. Los polímeros termoplásticos son lineales (Hermida, 2011, p. 18).

2.5 Marco legal

El presente trabajo se enmarca en el ámbito del reciclaje con base en la producción de bolsas reutilizables a partir un residuo agroindustrial, la cual requiere de normas que regulen el comportamiento que intervienen en ella. Estas normas interactúan de forma permanente y regulan los deberes y derechos que la sociedad debe tener al ser consumista, para este proyecto se hace necesario tener en cuenta las normas que se nombran a continuación:

Decreto 2811 de 1974. Por la cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente (Decreto 2811 de 1974).

Ley 99 de 1993. Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA, y se dictan otras disposiciones (Ley 99 de 1993).

Resolución 1083 de 1996. Por la cual se ordena el uso de fibras naturales en obras, proyectos o actividades objeto de licencia ambiental (Resolución 1083 de 1996).

Decreto 1076 de 2015. Por medio del cual se expide el decreto único reglamentario del sector ambiente y desarrollo sostenible (Decreto 1076 de 2015).

Artículo 512-15 de la ley 1819 de 2016. Impuesto nacional al consumo de bolsas plásticas. A partir del 1 de julio de 2017, estará sujeto al impuesto nacional al consumo la entrega a cualquier título de bolsas plásticas cuya finalidad sea cargar o llevar productos enajenados por los establecimientos comerciales que las entreguen (Ley 1819 de 2016).

Resolución 668 de 2016. Por la cual se reglamenta el uso racional de bolsas plásticas y se adoptan otras disposiciones (Resolución 668 de 2016).

Proyecto ley 80 de 2019. Por medio de la cual se establecen medidas tendientes a la reducción de la producción y el consumo, de los plásticos de un solo uso en el territorio nacional, se regula un régimen de transición para reemplazar progresivamente por alternativas reutilizables, biodegradables u otras cuya degradación no genere contaminación, y se dictan otras disposiciones (Proyecto ley 80 de 2019).

Plan nacional para la gestión sostenible de los plásticos de un solo uso. Por medio de la cual se implementa la gestión sostenible del plástico, a partir de instrumentos y acciones en prevención, reducción, reutilización, aprovechamiento, consumo responsable, generación de nuevas oportunidades de negocio, encadenamientos, empleos y desarrollos tecnológicos, con el fin de proteger los recursos naturales y fomentar la competitividad (Plan nacional para la gestión sostenible de los plásticos de un solo uso, 2021).

3. Diseño metodológico

3.1 Tipo de investigación

Según Arias (2012), “la investigación experimental es un proceso que consiste en someter a un objeto o grupo de individuos en determinadas condiciones, estímulos o tratamiento (variable independiente), para observar los efectos o reacciones que se producen (variable dependiente)” (p. 34).

En la investigación de enfoque experimental el investigador manipula una o más variables de estudio, para controlar el aumento o disminución de esas variables y su efecto en las conductas observadas. Dicho de otra forma, un experimento consiste en hacer un cambio en el valor de una variable (variable independiente) y observar su efecto en otra variable (variable dependiente). Esto se lleva a cabo en condiciones rigurosamente controladas, con el fin de describir de qué modo o por qué causa se produce una situación o acontecimiento particular. Los métodos experimentales son los adecuados para poner a prueba hipótesis de relaciones causales (Murillo H., 2008).

La investigación descriptiva consiste en la caracterización de un hecho, fenómeno, individuo o grupo, con el fin de establecer su estructura o comportamiento. Los resultados de este tipo de investigación se ubican en un nivel intermedio en cuanto a la profundidad de los conocimientos se refiere (Arias, 2012, p. 24). Donde el objetivo de la investigación descriptiva consiste en llegar a conocer las situaciones, costumbres y actitudes predominantes a través de la descripción exacta de las actividades, objetos, procesos y personas” (Guevara et al., 2020, p. 171).

Según Zorrilla A. (1993) “la investigación aplicada, guarda íntima relación con la básica, pues depende de los descubrimientos y avances de la investigación básica y se enriquece con ellos, pero se caracteriza por su interés en la aplicación, utilización y consecuencias prácticas de los conocimientos. La investigación aplicada busca el conocer para hacer, actuar, construir y modificar.”

Para (Murillo H., 2008). la investigación aplicada recibe el nombre de “investigación práctica o empírica”, que se caracteriza porque busca la aplicación o utilización de los conocimientos adquiridos, a la vez que se adquieren otros, después de implementar y sistematizar la práctica basada en investigación. El uso del conocimiento y los resultados de investigación que da como resultado una forma rigurosa, organizada y sistemática de conocer la realidad.

Se tomaron estas tres formas de investigación porque se ajustan a las condiciones de este tipo de trabajo; donde la investigación es aplicada debido a que se elaboró una bolsa reutilizable a partir de la fibra del foliolo de la HPAA , cuya materia prima es de fácil adquisición porque es un desecho al cual no se le da uso alguno; además, es una investigación experimental porque se pudo manipular variables de estudio, la cual tiene como objetivo utilizar un residuo agroindustrial y obtener un producto 100% ecológico; y a su vez es una investigación descriptiva porque se realizó la caracterización de la fibra obtenida, con el fin de establecer las propiedades mecánicas que tenga el tejido elaborado.

3.2 Población y muestra

3.2.1 Población

Para el desarrollo de este proyecto, la población se conformó por la hoja de la palma de aceite africana (*Elaeis guineensis*), proporcionada por los palmicultores del municipio del Zulia, Norte de Santander.

3.2.2 Muestra

La muestra al igual que la población se conformó por el foliolo de la hoja de la palma de aceite africana (*Elaeis guineensis*), proporcionada por los palmicultores del municipio del Zulia, Norte de Santander.

3.3 Instrumentos o técnicas para la recolección

3.3.1 Fuentes primarias

Las fuentes primarias permiten un contacto directo con la información que está relacionada con el objeto de estudio. En este caso, se tienen como fuente primaria los informes anuales de la Federación Nacional de Cultivadores de Palma de Aceite Africana (Fedepalma) y entrevistas con los palmicultores de la región.

3.3.2 Fuentes secundarias

Las fuentes secundarias están diseñadas para facilitar o maximizar el acceso a las fuentes primarias. Para el presente proyecto se tuvo en cuenta trabajos como tesis de grado, artículos de investigación y libros, entre otros.

3.3.3 *Análisis de la información*

Luego de la recolección de la información es importante analizar los datos, de tal manera que permita una mayor comprensión de los resultados obtenidos y su fácil control; para ello se utilizó herramientas como: Microsoft Office Excel, para la elaboración de tablas y gráficos estadísticos y el *software* AutoCAD para el diseño de la bolsa reutilizable a partir de la fibra de los folíolos de la hoja de palma de aceite africana.

4. Resultados y discusión

4.1 Obtención de la fibra a partir de los foliolos de la HPAA

Para dar cumplimiento al primer objetivo se recolectó la hoja de palma de aceite africana en la vereda El Borriquero, parcela el Bambi del Municipio del Zulia, Norte de Santander; también se realizó una breve entrevista al dueño de la parcela, mediante la cual se pudo obtener información con respecto al cultivo de la palma, dicha entrevista se encuentra en el anexo 1.

Una vez adquirida la hoja se procedió a obtener la fibra, inicialmente se intentó de forma mecánica con una desfibradora de fique, pero no se logró obtener una fibra con una longitud adecuada para elaborar el tejido, por lo que se procedió a desfibrar el foliolo de forma artesanal, como se menciona a continuación:

- La primera estrategia fue obtener la fibra a partir del foliolo de la HPAA mediante una máquina desfibradora de fique, la cual funciona con gasolina y cuenta con un motor de 5 a 9 caballos fuerza; siendo ésta demasiado fuerte para este procedimiento, ya que al introducir el foliolo a la máquina desfibradora se obtiene un polvillo de la misma, tal y como se evidencia en la figura 9, por lo que se determinó que esta máquina no es apta para este procedimiento.



Figura 9 Polvillo obtenido de la maquina desfibradora

- Como segunda estrategia, se obtuvo la fibra (Figura 10) a través de un proceso de desfibrado artesanal, para ello se requiere de una superficie plana, en este caso, una tabla de cocina y un cuchillo de mesa; siendo este el proceso más adecuado debido a la fragilidad del foliolo de la HPAA, puesto que ésta no soporta la fuerza de la maquina desfibadora con la que se obtiene el fique.



Figura 10 *Fibra obtenida a partir del foliolo*

A continuación, se describe el proceso de obtención de la fibra a partir del foliolo de la HPAA.

4.1.1 Descripción del proceso de obtención de la fibra a partir del foliolo de la HPAA mediante técnica artesanal

Para el proceso de obtención de la fibra de la HPAA se realizaron los siguientes pasos:

a. Corte de la hoja de palma de aceite africana: Esta actividad consistió en cortar con un palín o barretón de cosecha las hojas a podar de la palma de aceite africana (Figura 11). En la parcela El Bambi, esta actividad de poda se realiza en el mes de octubre, en la cual se cortan

entre 10 a 15 hojas por cada palma; así mismo, para extraer el racimo del fruto de la palma se cortan entre 1 a 3 hojas, dicha extracción del fruto se da cada quince días.



Figura 11 *Corte de la hoja de palma africana*

b. Retiro de los foliolos: Una vez cortada la HPAA, es trasladada al área de extracción de la fibra y seguidamente, con ayuda de un machete, se retiran los foliolos del raquis de la hoja (Figura 12).



Figura 12 *Foliolos del raquis de la hoja de palma*

c. Remojo de los foliolos: Esta actividad consiste en dejar los foliolos sumergidos en abundante agua, como mínimo un día en un recipiente plástico (figura 13); dichos foliolos pueden dejarse en remojo hasta 15 días sin perder la calidad del mismo.



Figura 13 *Remojo de los foliolos*

d. Desfibrado manual: Para esta actividad, una persona con ayuda de un cuchillo de mesa sobre una superficie plana (tabla de cocina), realiza la obtención de la fibra mediante un desfibrado manual, pasando el cuchillo hacia arriba y hacia abajo en la superficie del foliolo hasta obtener la fibra deseada, la cual es de color verdoso, como se evidencia en la Figura 14. Para desfibrar un foliolo se tarda aproximadamente entre 3 a 5 minutos, dependiendo del largo y ancho del mismo.



Figura 14 *Desfibrado manual*

e. Secado de la fibra: Después de obtenida la fibra, se deja secar a temperatura ambiente durante 15 minutos, extendida en una cuerda (Figura 15), es importante que no se moje ya que podría perjudicar la calidad de la misma.



Figura 15 *Secado de la fibra*

f. Retiro de los residuos: Posteriormente se retiran los residuos (Figura 16) con ayuda de los dedos, presionando suavemente la fibra. Estos residuos se pueden agregar nuevamente en la base de la palma para aprovechar sus nutrientes, o se podría generar un abono orgánico para plantas caseras, ya que aporta grandes beneficios al suelo.



Figura 16 *Residuos del desfibrado manual*

g. Hilado de la fibra: Cuando la fibra está completamente limpia se procede a hilar de forma artesanal, este procedimiento consiste en torcer una cantidad de la fibra obtenida, con las yemas de los dedos de forma continua hasta obtener las hebras de hilo; a medida que se van obteniendo estas son enrolladas en un carrete vacío plástico para hilo, para así facilitar su manipulación (Figura 17). Cabe mencionar que de la fibra obtenida de un foliolo se pueden sacar entre 6 a 12 hebras de hilo, esto dependiendo del ancho de la fibra extraída.



Figura 17 *Hilado de la fibra*

h. Aplicación del aglutinante: Se decidió aplicar un aglutinante con base en almidón de fécula de maíz, con el fin, de dar una mejor adhesión al hilo que se estaba formando con las fibras y mayor resistencia a la hora de elaborar el tejido (Figura 18). Según Flores (2020), “el aglutinante a emplear debe ser de origen natural, ya que permite la unión y estabilidad de las fibras vegetales” (p. 93). Es importante aclarar que para la preparación del aglutinante se requiere 150 gramos de fécula de maíz y 300 mililitros de agua, el cual debe colocarse en la estufa a fuego lento y agitarse por un lapso de 5 minutos hasta que tome su forma viscosa.



Figura 18 *Aplicación del aglutinante*

i. Secado del aglutinante: Por último, se deja secar cada hebra de hilo por un lapso de 10 minutos para ser llevada al siguiente proceso, dichas hebras siguen sujetas en sus extremos hasta que queden completamente secas y se puedan manipular fácilmente.

4.1.2 Propiedades físicas de la fibra

Para determinar las propiedades físicas de la fibra, se tuvo en cuenta la longitud de la hoja de palma de aceite africana y el número de folíolos en cada hoja, la cual midió 495 cm y contaba con 295 folíolos, de los cuales se aprovecharon casi todos; para determinar la medida y masa promedio del folíolo, se optó por tomar una muestra representativa de 167 folíolos, como se describe en la tabla 4.

Tabla 4 Muestra representativa de los foliolos

No. Foliolo	Masa (g)	Longitud (cm)	No. Foliolo	Masa (g)	Longitud (cm)	No. Foliolo	P Masa (g)	Longitud (cm)	No. Foliolo	Pasa (g)	Longitud (cm)	No. Foliolo	Masa (g)	Longitud (cm)
1	7	93	35	5	102	69	10	65	103	5	73	137	10	79
2	10	105	36	5	77	70	6	94	104	9	72	138	7	96
3	8	85	37	11	79	71	5	97	105	10	92	139	10	102
4	7	103	38	10	97	72	11	105	106	6	79	140	6	75
5	8	92	39	4	93	73	8	93	107	6	67	141	11	91
6	10	92	40	6	102	74	8	76	108	5	92	142	8	86
7	6	80	41	6	79	75	11	98	109	10	101	143	10	77
8	9	98	42	9	95	76	8	85	110	9	90	144	4	90
9	4	77	43	8	104	77	8	103	111	10	84	145	10	84
10	5	78	44	7	97	78	4	89	112	8	104	146	6	98
11	10	95	45	10	70	79	8	97	113	7	82	147	7	92
12	6	70	46	6	88	80	6	92	114	6	93	148	9	103
13	10	103	47	9	99	81	11	83	115	8	97	149	9	104
14	8	94	48	10	74	82	11	93	116	5	96	150	4	73
15	4	64,5	49	6	70	83	10	90	117	7	80	151	4	86
16	7	87,5	50	11	67	84	4	104	118	10	67	152	9	102
17	6	86,6	51	11	87	85	9	79	119	7	72	153	9	74
18	7	85	52	4	100	86	5	90	120	11	66	154	7	83
19	10	94,5	53	4	105	87	6	101	121	4	103	155	11	65
20	7	85,6	54	9	67	88	8	96	122	6	99	156	7	99
21	9	90	55	6	91	89	6	94	123	4	90	157	11	84
22	10	104,4	56	6	78	90	9	75	124	7	79	158	9	79
23	8	95,1	57	9	96	91	5	92	125	6	102	159	10	94
24	4	77,9	58	11	65	92	6	95	126	10	76	160	9	100
25	9	95,3	59	11	79	93	6	82	127	11	81	161	6	105
26	7	77	60	4	100	94	9	93	128	9	98	162	7	94
27	4	76	61	7	89	95	11	99	129	8	84	163	6	65
28	11	99	62	10	77	96	11	85	130	10	84	164	6	94
29	6	90,1	63	6	94	97	6	71	131	4	92	165	8	102
30	11	102	64	5	82	98	6	91	132	9	69	166	9	70
31	8	82	65	6	95	99	11	72	133	11	84	167	6	80
32	7	104	66	9	96	100	7	80	134	10	98			
33	7	82	67	11	94	101	7	87	135	11	88	Prom.	7,8	87,9
34	10	73	68	6	91	102	9	101	136	11	75			

De acuerdo con los resultados de la tabla 4, un foliolo en promedio mide 87,9 cm y pesa 7,8 g, y de este se extrae la fibra a emplear la cual tiene una masa de 2 g, de esta cantidad de fibra se puede extraer aproximadamente de 6 a 12 hebras de hilo, esto depende del ancho del foliolo y de la calidad del mismo.

En la tabla 5 se plantean las propiedades físicas de la fibra obtenida a partir del foliolo de la hoja de palma de aceite africana.

Tabla 5 *Características físicas de la HPAA*

Característica	Valor
Longitud promedio del foliolo (cm)	82 ± 5
Masa promedio del foliolo (g)	$7,8 \pm 3$
Masa promedio de la fibra obtenida de un foliolo (g)	2 ± 1
Cantidad de hebras de hilos obtenidas por foliolos (unidad)	6 a 12
Longitud promedio de los hilos (cm)	82 ± 5

4.2 Elaboración del tejido con las fibras obtenidas a partir de los foliolo y comparación de sus propiedades mecánicas

Para este procedimiento se realizó una descripción detallada de las actividades, y así mismo una comparación de las propiedades mecánicas del tejido obtenido, con las del material de elaboración de otras dos opciones de bolsas utilizadas en el mercado.

4.2.1 Descripción de la elaboración del tejido de las fibras obtenidas a partir del foliolo de la HPAA

Después de obtener la fibra hilada se procede a la elaboración del tejido, para ello se empleó un telar tradicional de madera de 40 cm de ancho x 30 cm de largo, para obtener la mayor precisión a la hora de colocar las hebras obtenidas a partir de la fibra y una aguja curva de punta roma y ojo grande, ideal para realizar el tramado del tejido.

La técnica de tejido empleado es el tejido plano (Figura 22) el cual consiste en:

Colocar un conjunto de hilos longitudinalmente conocido como urdimbre, los cuales deben quedar rígidos y fijos.

Y otro conjunto de hilos en dirección transversal conocido como trama, los cuales se cruzan continuamente, creando un 1x1, es decir, que el hilo de la trama pase por encima y por debajo de la urdimbre.

(Senai, 2015, p. 6)

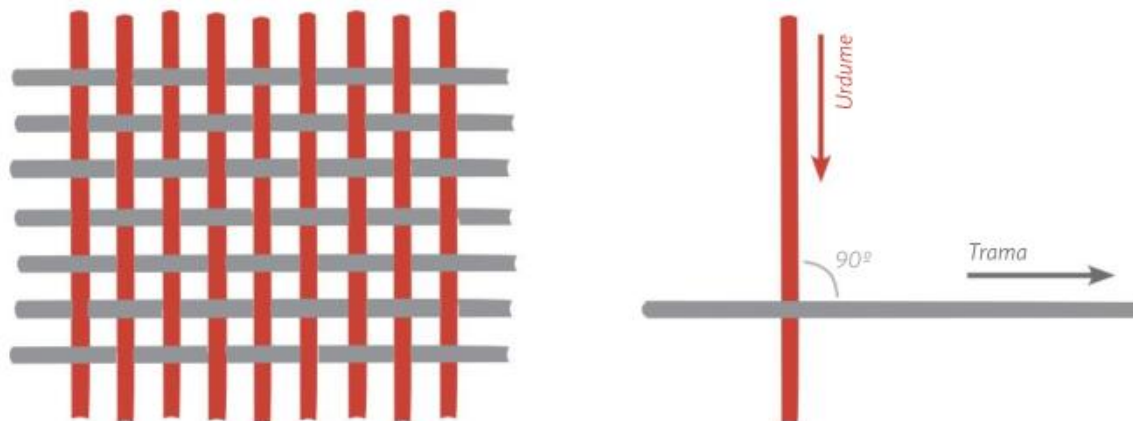


Figura 19 Esquema de un tejido plano

Fuente: (Senai, 2015)

Se eligió este tipo de tejido ya que aporta una estructura con mayor rigidez y buena uniformidad. Una vez elaborado el tejido plano se procede a amarrar los extremos de cada tejido para que no tienda a deformarse en la confección de la bolsa. Cabe mencionar que se elaboró cada parte de la bolsa por separado, cuyas partes se pueden ver en la tabla 6.

Tabla 6 Partes del tejido elaboradas para la confección de la bolsa

Parte	Cantidad	Medida (Ancho x Largo)
Cara	2	42 cm x 32 cm
Fuelle	2	12 cm x 32 cm
Base	1	42 cm x 12 cm
Asas	2	4 cm x 42 cm

4.2.2 Propiedades mecánicas del tejido

Para determinar las propiedades mecánicas se le realizó un ensayo de tracción al tejido obtenido a partir de la fibra de la HPAA, para ello se aplicó la norma ASTM D638-02^a que es principalmente utilizada como un método de prueba estándar para determinar las propiedades de tracción de plásticos, tanto reforzados como no reforzados, esta norma también ha sido utilizada

para materiales fibrosos como los reportados por Jiang L. et al. (2021), Medina R. y Contreras J. (2019) y Mora R. et al. (2009).

4.2.2.1 Ensayo de tracción de las probetas.

El ensayo de tracción se realizó en la maquina universal de ensayos DL2000 EMIC del Laboratorio de Resistencia de Materiales, adscrito al Departamento de Diseño Mecánico de la Universidad Francisco de Paula Santander, seccional Cúcuta. A una velocidad de deformación constante de 1 mm/min y un rango de deformación de 0,05 a 0,15 mm/mm. Con probetas rectangulares debido al material a ser ensayo, de dimensiones de 17 cm de largo x 1,8 cm ancho (Figura 20), clasificadas como: M1 - Tejido obtenido a partir de la fibra de la hoja de la palma sin aglutinante, M2 - Tejido obtenido a partir de la fibra con aglutinante, M3 - Poliéster y M4 - Polietileno de baja densidad.

El equipo consigue determinar el área, la deformación a la carga máxima, la resistencia a la tensión, el módulo elástico (módulo de Young) y la fuerza de ruptura de cada probeta.



Figura 20 *Probetas para el ensayo de tracción*

A cada probeta se le realizo el ensayo de tracción como se puede evidenciar en la figura

21.

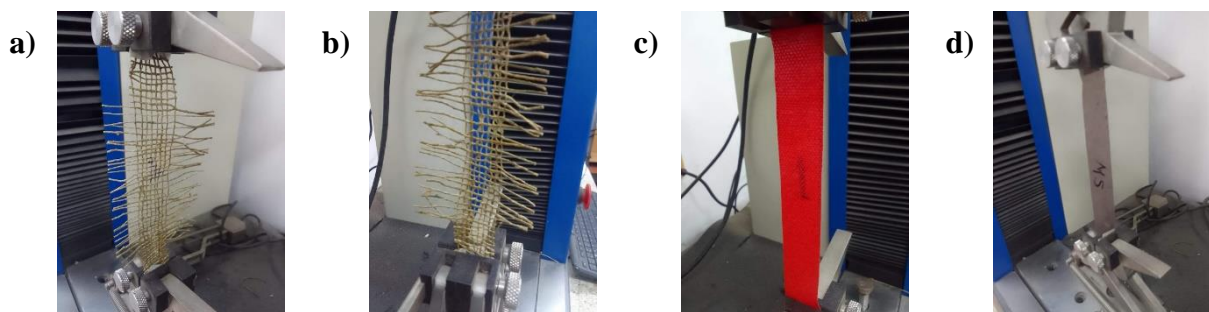


Figura 21 *Pruebas de tracción de: (a.) Tejido sin aglutinante (M1), (b) Tejido con aglutinante*

(M2), (c) Poliéster (M3) y (d) Polietileno de baja densidad (M4)

Después de realizado el ensayo de tracción a los diferentes materiales se procedió a realizar el grafico de Esfuerzo vs Deformación de cada uno, con los datos obtenidos del equipo

DL2000 EMIC, como se puede evidenciar en las figuras 22 a 25. Es preciso señalar que cada ensayo arrojó un total 1.224 datos, 1.250 datos, 4.175 datos y 2.947 datos, respectivamente.



Figura 22 Esfuerzo vs Deformación del ensayo de tracción de la probeta del tejido obtenido a partir de la fibra sin aglutinante (M1)

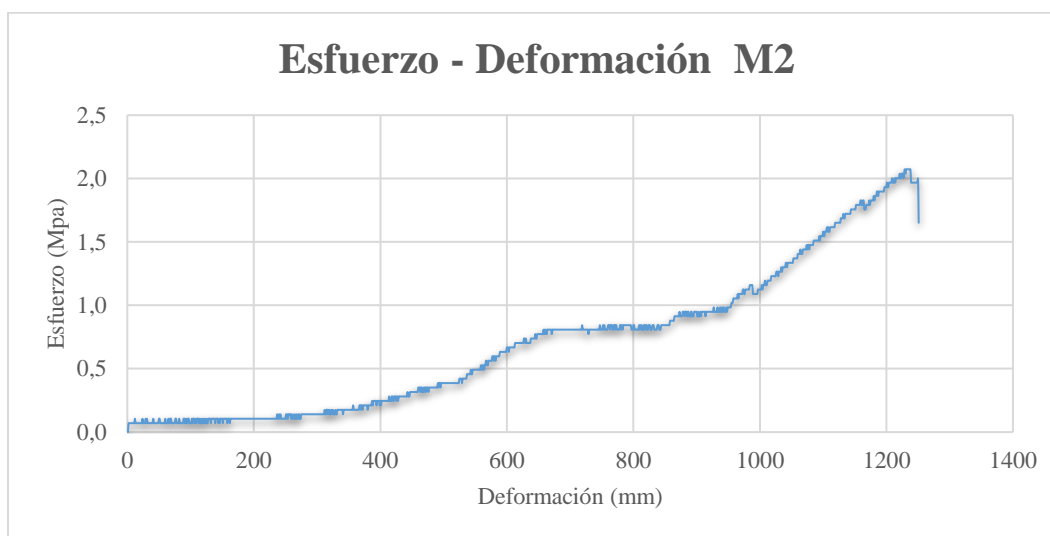


Figura 23 Esfuerzo vs Deformación del ensayo de tracción de la probeta del tejido obtenido a partir de la fibra con aglutinante (M2)

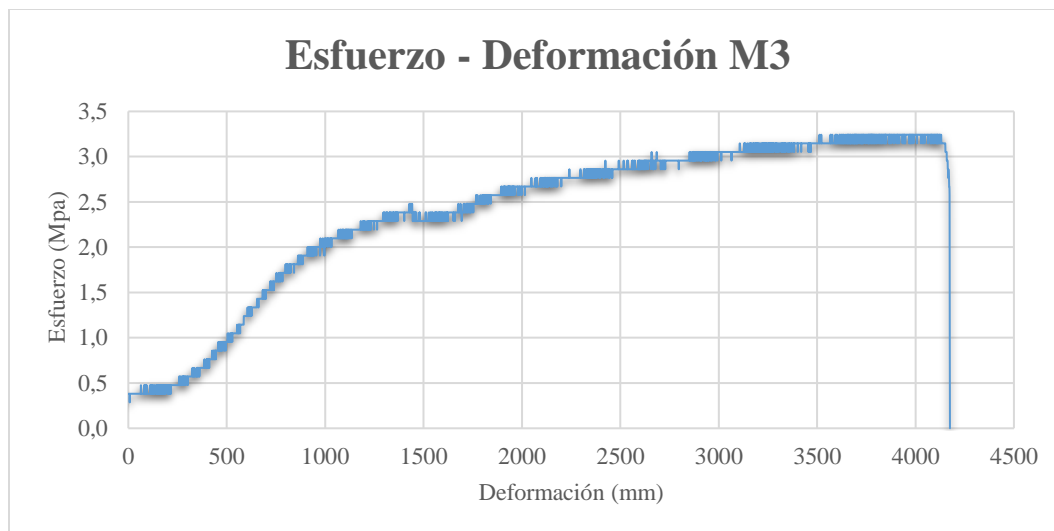


Figura 24 *Esfuerzo vs Deformación del ensayo de tracción de la probeta de poliéster (M3)*

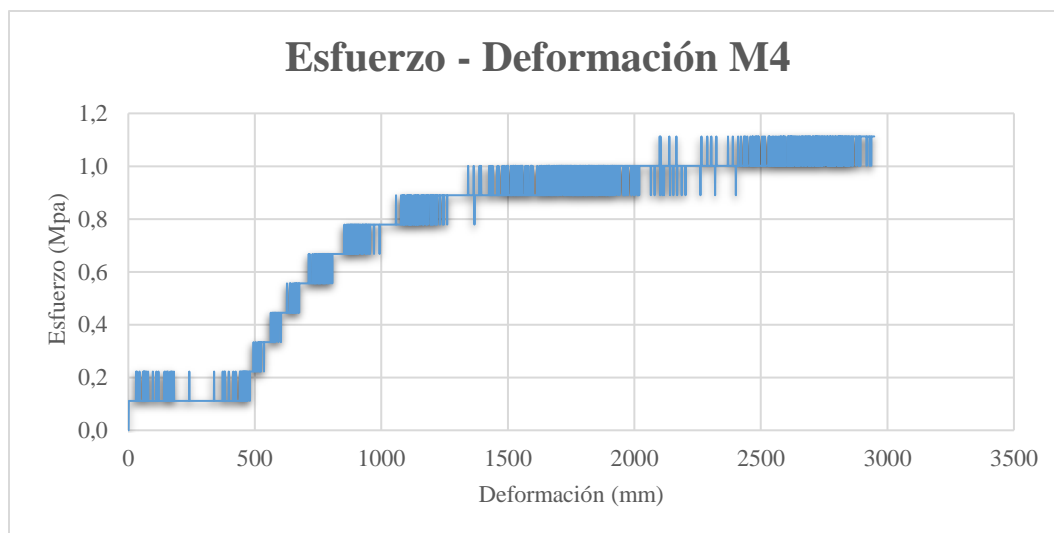


Figura 25 *Esfuerzo vs Deformación del ensayo de tracción de la probeta de polietileno de baja densidad (M4)*

En la tabla 7 se observan los resultados obtenidos para cada probeta.

Tabla 7 Resultados de los ensayos de tracción

Tipo de Muestra	Área (mm²)	Fuerza máx. (N)	Deformación máx. (mm)	Resistencia a la tensión (Mpa)	Modulo elástico (Mpa)	Fuerza ruptura (N)
M1	21	26	11	1,285	0,145	19,5
M2	19	39	14	2,13	0,38	-
M3	7	23	53	3,39	0,3	19
M4	6	7	29	1,19	0,11	-

El análisis del ensayo de tracción se desarrolló con la finalidad de determinar la resistencia de tensión de los materiales estudiados, de acuerdo a los datos de la tabla 7, se puede evidenciar que el tejido obtenido a partir de la fibra de la hoja de palma con o sin aglutinante tiene mayor resistencia a la tensión en comparación al polietileno de baja densidad, evidenciando esto que puede suplir las bolsas plásticas, así mismo la muestra M2 presenta un mayor modulo elástico con respecto a los otros materiales, es decir, tiene mayor rigidez el material, ósea, menor es la deformación elástica que se origina cuando se aplica una determinada tensión. Por otro lado, en las muestras M2 y M4 no se presentó el punto en el que se produce la rotura de la probeta, ya que la maquina llego a su máxima capacidad.

Así mismo, se puede deducir que el tejido con aglutinante (M2) presenta mejores propiedades mecánicas que el tejido sin aglutinante (M1), es por esto que se opta por utilizar M2 para la fabricación de bolsas reutilizables y así poder compararlo con los otros dos tipos de materiales ensayados.

4.2.3 Comparación de las propiedades mecánicas del polietileno de baja densidad de las bolsas versus el tejido obtenido a partir del foliolo de la HPAA versus el poliéster de las bolsas reutilizables

Con los resultados obtenidos en el ensayo de tracción, se procedió a realizar la comparación de las propiedades mecánicas de los materiales estudiados (Ver tabla 8), para así determinar si la fibra obtenida es viable para la fabricación de bolsas reutilizables.

Tabla 8 *Comparación de las propiedades mecánicas de las bolsas ensayadas*

Tipo de Bolsa	Plástica	Reutilizable	Reutilizable
Material	Polietileno de baja densidad	Poliéster	Tejido elaborado a partir de la fibra de la HPAA
Color	Blanco	Negro	Amarillo quemado
Dimensiones (Alto x Ancho x Fuelle)	34 x 28,5 x 14,5	40 x 40 x 15	30 x 40 x 10
Dimensión del asa (Alto x Ancho)	15 x 6	73,5 x 2,5	40 x 2
Capacidad	9 kg	10 kg	10 kg
Resistencia a la tracción	1,19 Mpa	3,39 Mpa	2,13 Mpa
Módulo de elasticidad	0,11 Mpa	0,3 Mpa	0,38 Mpa
Fuerza Ruptura	-	19 N	-

De acuerdo a la información reportada en la tabla 8, se deduce que el tejido obtenido a partir de la fibra de la HPAA tiene propiedades superiores con respecto al polietileno de baja densidad, como la resistencia a la tracción, el módulo de elasticidad y la capacidad soportada; argumentando esto que dicho tejido sirve como alternativa para la producción de bolsas reutilizables, que contribuyan a la disminución de la contaminación ambiental.

4.3 Producción de la bolsa reutilizable a partir del tejido de la fibra del foliolo de la HPAA

En el diseño de la bolsa reutilizable a partir del tejido de la fibra del foliolo de la palma de aceite africana se plantea el prototipo y la descripción del producto, las dimensiones a tener en cuenta para su elaboración y la capacidad soportada por la bolsa.

4.3.1 Prototipo de la bolsa reutilizable a partir de la fibra del foliolo de la HPAA

Para la realización del prototipo de la bolsa reutilizable a partir de la fibra de la HPAA se utiliza un *software* de diseño asistido por computador (AutoCAD), modelando el producto en 3D, para ello se configuraron las unidades del *software* a centímetros ya que este viene predeterminado en milímetros, posteriormente se procedió a realizar el diseño de la bolsa a detalle, como se muestra en la figura 26, teniendo en cuenta las dimensiones establecidas del producto.

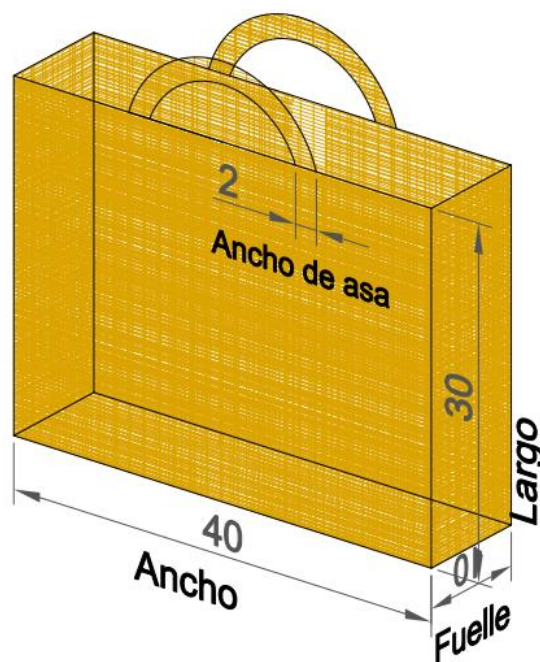


Figura 26 Prototipo de la bolsa reutilizable a partir de la fibra del foliolo de la HPAA

4.3.2 Descripción del producto

La bolsa reutilizable elaborada a partir del foliolo de la HPAA (Figura 27) es un producto único y versátil, ya que está fabricada con materiales 100% naturales, lo que hace que sea amigable con el medio ambiente, ya que mitiga la contaminación ambiental por el excesivo consumo de bolsas plásticas, y así mismo aporta una solución a las grandes cantidades de hoja de palma de aceite africana generadas en el sector palmicultor. Dicho producto permite almacenar cantidades de mercancía y transportarlas de un lugar a otro.



Figura 27 Bolsa reutilizable a partir de la fibra del foliolo de la HPAA

4.3.3 Dimensiones de la bolsa reutilizable

De acuerdo con los trabajos de grados que reposan en la Base de Datos Institucional, se puede encontrar que las medidas o dimensiones de las bolsas pueden variar de acuerdo al criterio de cada autor, es por esto que se optó por las medidas para la bolsa reutilizable a partir del foliolo de la HPAA mostradas en la tabla 9.

Tabla 9 Dimensiones de la bolsa reutilizable elaborada

Medidas (cm)	Ancho	40 cm
	Largo	30 cm
	Fuelle	10 cm
	Ancho de asa	2 cm
	Alto de asas	40 cm

La bolsa reutilizable obtenida a partir de la fibra del foliolo de la HPAA, es de color amarillo quemado y consta de un compartimiento amplio y dos asas.

4.3.4 Capacidad soportada por la bolsa reutilizable

Para verificar la capacidad soportada por la bolsa reutilizable a partir de la fibra del foliolo de la HPAA, se procedió a realizar un experimento con una báscula tipo reloj, y como peso unos kg de azúcar, los cuales permitieron demostrar la capacidad soportada de la bolsa obtenida. Al realizar la prueba se demostró que la bolsa soporta una capacidad de 6,5 kg (Figura 28) debido a que llegó a su máxima capacidad, pero se estima que puede soportar hasta aproximadamente 10 kg, ya que la fibra es bastante resistente y al momento de realizar la prueba, la bolsa quedó en perfecto estado.







Figura 28 *Capacidad soportada por la bolsa reutilizable a partir de la fibra del foliolo de la HPAA*


4.4 Descripción del proceso productivo de la bolsa reutilizable a partir de la fibra del foliolo de la HPAA

En la tabla 10 se describe a detalle las diferentes etapas involucradas en la fabricación de la bolsa reutilizable a partir de la fibra del foliolo de la HPAA.

Tabla 10 Descripción del proceso productivo de la bolsa reutilizable

Actividad	Descripción	Imagen
Corte de la hoja	Con ayuda de un palín o barretón de cosecha se procede a realizar la poda de la palma de aceite africana y se traslada al área de extracción de la fibra.	
Separación de foliolos	Se retiran los foliolos del raquis de la HPAA con ayuda de un machete.	
Remojo de materia prima (foliolos)	Los foliolos son almacenados en abundante agua por un día, dichos foliolos pueden dejarse en remojo hasta 15 días sin perder la calidad del mismo.	
Desfibrado manual	Se procede a obtener la fibra mediante un desfibrado manual, para ello se debe realizar movimientos ascendentes y descendentes en la superficie del foliolo hasta obtener la fibra deseada (color verdoso).	

Actividad	Descripción	Imagen
Secado natural de la fibra	Después de obtenida la fibra se deja secar a temperatura ambiente de manera extendida sobre una cuerda.	
Retiro de residuos	Posteriormente con ayuda de los dedos se retira los residuos de la fibra.	
Hilado de la fibra	Cuando la fibra este completamente limpia se procede a hilar de forma artesanal, dicho procedimiento consta en torcer una cantidad de fibra con las yemas de los dedos en forma continua hasta obtener las hebras de hilo.	
Aplicación del aglutinante	Luego se procede a engomar cada hebra de hilo con un aglutinante a base de almidón de fécula de maíz, para que se adhieran mejor las fibras y tener mayor resistencia al elaborar el tejido.	
Secado natural del aglutinante	Seguidamente se deja secar cada hebra de hilo a temperatura ambiente.	
Realización del tejido (Urdimbre y trama)	Después de obtenida la fibra hilada se procede a elaborar un tejido plano, para ello se coloca inicialmente un conjunto de hilos de forma longitudinal conocido como urdimbre, los cuales deben estar rígidos y fijos. Y posteriormente con ayuda de una aguja punta roma se procede a realizar la trama del tejido en dirección transversal, para ello cada hebra de hilo debe pasar uno por encima y uno por debajo de la urdimbre.	
Aseguramiento de extremos del tejido	Una vez elaborado el tejido plano se procede a amarrar los extremos de cada tejido para que estos no tiendan a deformarse en la confección de la bolsa.	

Actividad	Descripción	Imagen
Confección del producto	Consiste en unir todas las partes del tejido y así darle forma a la bolsa. Esta actividad se realizó en una máquina plana de marca Yamata modelo FY20U43 de ajuste liviano, con aguja cabo grueso número 90/14 y un hilo calibre 75 (100% poliéster) de color 310.	

En relación a lo anteriormente mencionado se plantea el diagrama de flujo del proceso productivo de la bolsa reutilizable a partir de la fibra del foliolo de la HPAA.

4.4.1 Diagrama de flujo del proceso productivo de la bolsa reutilizable

En la figura 29 se evidencia la secuencia cronológica de las operaciones e inspecciones a tener en cuenta para la producción de una bolsa reutilizable a partir de la fibra del foliolo de la HPAA, con sus respectivos tiempos.

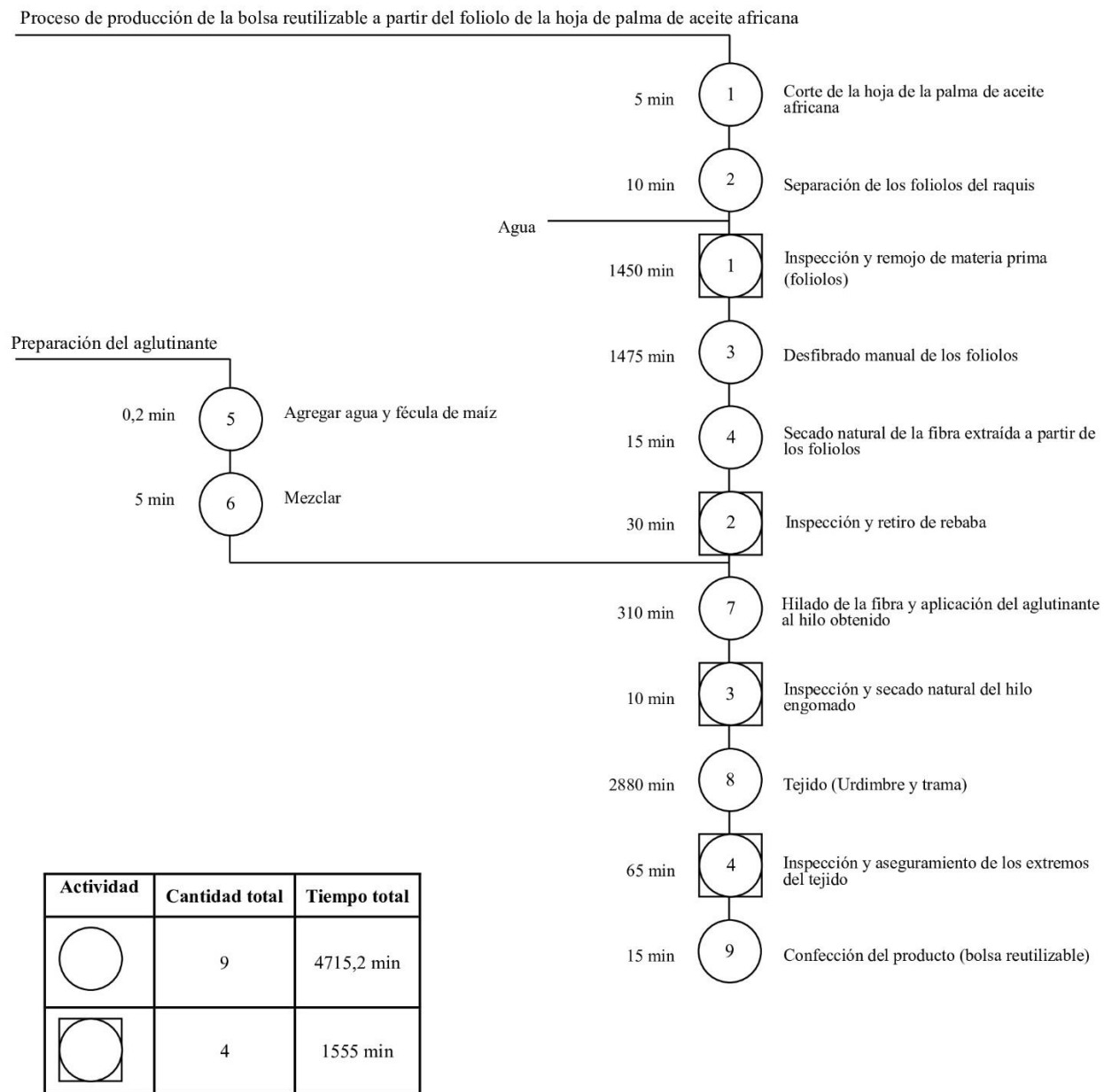


Figura 29 Diagrama de flujo del proceso productivo de la bolsa reutilizable a partir de la fibra del foliolo de la HPA

De acuerdo a la figura 29, se observa que este proceso consta de 9 operaciones y 4 actividades combinadas, es decir, actividades que se realizan simultáneamente. Dicho proceso productivo tiene una duración total de 6.270,2 minutos equivalentes a 13 días de trabajo de 8 horas diarias. Cabe mencionar que el tiempo incurrido en la elaboración de una bolsa reutilizable

es bastante elevado, ya que es realizado de forma artesanal por una persona, llevando a cabo las actividades de manera secuencial.

4.4.2 Requerimiento de materia prima para la elaboración de la bolsa reutilizable

El requerimiento de materia prima consiste en identificar qué materiales son necesarios para elaborar un producto; es por ello que en la tabla 11, se reporta la cantidad de materia prima necesaria para elaborar una bolsa reutilizable a partir del residuo de la HPAA. Es importante señalar que las cantidades mencionadas son de referencia, ya que todas las hojas de la palma de aceite africana no son uniformes con respecto a su tamaño y masa, por lo que varían la cantidad de foliolos y la longitud de la misma.

Tabla 11 *Requerimiento de materia prima para la elaboración de la bolsa reutilizable*

Producto	Bolsa
Cantidad de fibra	118 gr
Cantidad de foliolos	Entre 100 a 118 foliolos
Cantidad de hoja	Entre media hoja a una hoja

Así mismo, para la preparación del aglutinante se requieren 150 gramos de fécula de maíz y 300 mililitros de agua.

4.4.3 Requerimiento de maquinaria, equipos y herramientas necesarias para la elaboración del producto

El requerimiento de maquinaria, equipos y herramientas necesarios para la elaboración del producto es una parte importante del proceso de fabricación, ya que estos permiten crear

productos con alta calidad, eficiencia y seguridad. En la tabla 12 se plantea la maquinaria, equipos y herramientas necesarios para la producción de una bolsa reutilizable a partir del residuo de la HPAA de forma artesanal.

Tabla 12 *Requerimiento de maquinaria, equipos y herramientas necesarias para la elaboración del producto*

Nombre	Cantidad	Descripción
Palín o barretón de cosecha	1	Necesario para realizar la poda de la HPAA
Machete	1	Requerido para separar los folíolos del raquis de la HPAA
Recipiente plástico de 50 litros	1	Requerido para dejar en remojo los folíolos retirados del raquis
Set 3 Cuchillo mesero	1	Requerido para realizar el proceso de desfibrado del folíolo
Tabla de cocina	1	Requerida como superficie plana para realizar el proceso de desfibrado del folíolo
Cuerda para colgar (5 metros)	1	Requerida para realizar el proceso de secado de la fibra obtenida
Carrete vacío de plástico para hilo	3	Requerido para envolver el hilo hilado
Olla de aluminio de 3,3 litros	1	Requerida para preparar el aglutinante a base de almidón de fécula de maíz
Telar tradicional 30x40	1	Requerido para elaborar el tejido a partir de la fibra de la HPAA
Aguja de tejer curva	1	Necesaria para realizar la trama en el tejido
Set 3 Cucharas metálicas	1	Necesaria para mezclar el aglutinante
Gramera digital	1	Requerida para realizar el pesaje de la fibra obtenida
Maquina plana de coser de ajuste liviano	1	Requerida para realizar la confección de la bolsa obtenida a partir de la fibra de la hoja HPAA

Cabe destacar que para la producción de bolsas reutilizables a partir de la fibra obtenida de la HPAA, se realizó toda la etapa productiva de forma artesanal, incurriendo esto en que el

tiempo de producción fuera bastante elevado, ya que todas las actividades realizadas fueron ejecutadas por una sola persona de manera secuencial, pero dicho tiempo se puede reducir hasta una cuarta parte, si se trabajara con más operarios en las actividades más demoradas, es decir, dos o tres trabajadores en el área de desfibrado manual de los foliolos y tres empleados en el área del tejido plano; aunque lo ideal sería desarrollar maquinaria para estas dos operaciones, ya que son actividades que demandan la mayor cantidad de tiempo, y así se podría agilizar el proceso productivo.

Por otro lado, la producción de la bolsa reutilizable a partir del foliolo de la HPAA, se muestra como un producto innovador, ya que después de una amplia revisión literaria, no se encontró ningún trabajo que diera esta misma aplicación a este residuo agroindustrial, puesto que la mayoría de los trabajos se enfocan en obtener pulpa de celulosa, como Soloi y Hou (2019), Kassim et al. (2016), Angarita M. et al. (2009), Wan Rosli et al. (2007), Wan Rosli et al. (2004). Así mismo, este proyecto se presenta como una alternativa de negocio para los palmicultores y/o madres cabeza de hogar de la región del Zulia, ya que podrían crear una cooperativa o asociación para elaborar bolsas reutilizables y otros productos a partir del foliolo de la HPAA. Actualmente este tipo de producto tienen gran aceptación por los consumidores que cada día buscan productos que sean amigables con el medio ambiente, prueba de eso fue el interés y el acogimiento que tuvo el proyecto cuando se presentó en eventos científicos como: la VIII Semana Internacional de Ciencia, Tecnología e Innovación, XI Congreso Brasileiro de Engenharia de Produção, VIII Encuentro Regional de Semilleros de Investigación y XXV Encuentro Nacional y XIX Encuentro Internacional de Semilleros de Investigación (Anexo 2).

Conclusiones

La obtención de la fibra a partir del foliolo de la hoja de palma de aceite africana es un proceso que consta de varias etapas, desde el corte de la hoja hasta el hilado de la fibra; requiriendo un tiempo total de 55 horas aproximadamente. La fibra obtenida tiene una longitud promedio de 82 ± 5 cm y una masa de 2 g; siendo esta una alternativa para la fabricación de bolsas reutilizables y el residuo resultante del desfibrado manual podría servir como abono para el cultivo o para plantas caseras, aportando beneficios al suelo.

Con base en el ensayo de tracción realizado en el tejido obtenido a partir de la fibra de la hoja de palma, con y sin aglutinante, así como en el poliéster y el polietileno de baja densidad, se pudo determinar la resistencia a la tensión, el módulo elástico y la fuerza de ruptura de cada material. Los resultados indican que el tejido obtenido a partir de la fibra de la hoja de palma con aglutinante, presenta mejores propiedades mecánicas que el tejido sin aglutinante y el polietileno de baja densidad, lo que lo hace viable para la fabricación de bolsas reutilizables. Demostrando esto, que es posible utilizar materiales alternativos y amigables con el medio ambiente, en lugar de los plásticos convencionales, lo que contribuye a la disminución de la contaminación ambiental.

La producción de la bolsa reutilizable elaborada a partir del foliolo de la HPA, es un producto único y versátil que contribuye a la protección del medio ambiente, al reducir la contaminación por el excesivo consumo de bolsas plásticas. Además, su capacidad soportada es de aproximadamente 10 kg, siendo una excelente alternativa sostenible y resistente para transportar cantidades de mercancía de un lugar a otro.

Así mismo, la bolsa reutilizable obtenida a partir de la fibra del foliolo de la HPAA es un producto innovador, puesto que se evidenció que en la literatura no hay trabajos en los que hayan utilizado este residuo agroindustrial para la elaboración de un producto; por ende, se presenta como una opción ecológica y viable para la producción de bolsas reutilizables y otros productos a partir de la fibra de la HPAA, ya que la materia prima es de fácil adquisición y hasta el momento no se ha dado un aprovechamiento a este residuo que se genera en grandes cantidades.

Recomendaciones

Con la obtención de la fibra a partir de los foliolos de la hoja de palma de aceite africana se da paso a nuevas investigaciones, como la de realizar el diseño y fabricación de una máquina desfibadora para el foliolo de la HPAA.

Generar nuevos productos a partir del tejido de la fibra obtenida del foliolo de la HPAA como: bolsos, canastas, sombreros, alpargatas, tapetes y camino de mesa.

Realizar un estudio de factibilidad para la producción de bolsas reutilizables a partir de la fibra de los foliolos de la HPAA, con el fin de conocer la viabilidad del producto en el mercado.

Crear una propuesta de negocio en el Municipio del Zulia, para las madres cabeza de hogar que quieran conformar una asociación o cooperativa, para elaborar bolsas reutilizables a partir de la fibra de los foliolos de la hoja de palma de aceite africana.

Bibliografía

- Acevedo, S., Giraldo, L., y Moreno, J. C. (2016). Caracterización textural y química de carbones activados preparados a partir de cuesco de palma africana (*Elaeis Guineensis*) por activación química con CaCl_2 y MgCl_2 . *Revista Colombiana de Química*, 44(3), 18-24.
<https://doi.org/10.15446/rev.colomb.quim.v44n3.55606>
- Álvarez Huamán, D., Escobar Meza, K., Garcilazo Silva, P. A., Sánchez Quispe, E., Valles Gaspar, J. Y., y Sánchez Romero, J. F. (2019). *Fabricación de bolsas ecológicas para habitantes de la provincia de Huancayo con impacto social positivo de acción por el clima* [Iniciativa empresarial, Universidad Continental]. Archivo digital.
<https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/7497>
- Angarita Martínez, J., Díaz Durán, D., y Lozano U., L. (2009). Fibra de palma africana (*Elaeis Guineensis*) para mejorar las propiedades mecánicas del cartón reciclado. *Revista ION: Investigación, Optimización y Nuevos Procesos en Ingeniería*, 22(1), 63-71.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7833770>
- Arias, F. G. (2012). El proyecto de Investigación. Introducción a la Metodología Científica (6.^a ed.). Editorial Episteme.
- Armas-Ruiz, D., Ruiz-Galarza, S., Piovan, M. T., Carrión-Matamoros, L. y Narváez-Muñoz, C. (2016). Caracterización de propiedades mecánicas de las fibras; Instituto Politécnico Nacional. *Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica*, 20(1). 21-31.
<https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/51101>
- Arteaga V., J., Arenas C., E., López R., D., Sánchez L., C., y Zapata B., Z. (2012). Obtención de biocombustibles producto de la pirolisis rápida de residuos de palma africana (*Elaeis*

- guineensis Jacq.). *Biotecnología en el sector agropecuario y agroindustrial*, 10(2), 144-151.
- ASTM international. (2012). *Standard Test Method for Tensile Properties of Plastics (ASTM D638-02a)*. <https://www.astm.org/d0638-02a.html>
- Baca U., G., Cruz V., M., Cristóbal V., M. A., Baca C., G., Gutiérrez M., J. C., Pacheco E., A. A., Rivera G., A. E., Rivera G., I. A., y Obregón S., M. G. (2014). *Introducción a la ingeniería industrial* (2.^a ed.). Grupo Editorial Patria.
- Bibo, R. (2019, 31 de julio). Contaminación por plástico, una crisis con salida. *El espectador*. <https://www.elespectador.com/noticias/medio-ambiente/contaminacion-por-plastico-una-crisis-con-salida/>
- Borrero, C. A. (2019, 8 de septiembre). *Cultivo de la Palma de Aceite (Parte I)*. InfoAgro.com. https://www.infoagro.com/documentos/cultivo_palma_aceite_parte_i_.asp
- BYS Industria Plástica S.A de C.V (s.f). *Bolsa tipo camiseta*. <http://www.bysindustriplastica.com/project/bolsa-tipo-camiseta/>
- Callister, W. D. y Rethwisch, D. G. (2016). *Materials Science and Engineering*. 9th Edition (P. Molera Solá, y M. Salán Ballesteros, Trad., 2^a. ed.). Editorial Reverté. (Trabajo publicado en 2011)
- Castillo-Quiroga, M. A., López-Borda, F. L., Moreno-Arias, C. C., y Olmedo-Ávila, J. A. (2017). *Viabilidad para producir y comercializar bolsas de fique para abastecer el mercado de los principales supermercados de cadena en Bogotá* [Tesis de pregrado, Universidad Católica de Colombia]. Archivo digital. <https://repository.ucatolica.edu.co/entities/publication/20cfe385-fd8e-414a-aca9-71c90f7474be>

Decreto 1076 de 2015. (2015, 26 de mayo). Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible.

Diario Oficial No. 49.523.

<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=78153>

Decreto 2811 de 1974 (1974, 18 de diciembre). Presidencia de la Republica. Diario Oficial No

34.243. http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/decreto_2811_1974.html

Diaz Lozano, Y. (2017). *Análisis del cobro del impuesto de bolsas plásticas en Colombia a través de la experiencia de otros países* [Artículo de especialización, Universidad Militar Nueva Granada]. Archivo digital.

<https://repository.unimilitar.edu.co/handle/10654/17168>

Eljarrat, E. (2019, 8 de mayo). La contaminación química del plástico, una amenaza silenciosa.

The conversation. <https://theconversation.com/la-contaminacion-quimica-del-plastico-una-amenaza-silenciosa-116669>

Embalajes terra (2016, 28 de noviembre). *Bolsas de plástico*.

<https://www.embalajesterra.com/blog/bolsas-de-polietileno-propiedades-usos/>

Estatutos de la Federación Nacional de Cultivadores de Palma de Aceite - Fedepalma. (2021, julio). <https://web.fedepalma.org/normatividad>

Federación Nacional de Cultivadores de Palma de Aceite., F. (2021, 30 de junio). *La palma de aceite en el departamento Norte de Santander [2021]*.

<http://repositorio.fedepalma.org/handle/123456789/141262>

Fedepalma. (2020, 09 de noviembre). “*Anuario Estadístico 2020. Principales cifras de la agroindustria de la palma de aceite en Colombia y en el mundo 2015-2019*”.

<https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/anuario/issue/view/1505>

- Federación Nacional de Cultivadores de Palma de Aceite, Fedepalma y Corporación Centro de Investigación en Palma de Aceite, Cenipalma. (2012). *Guía de prácticas agrícolas en el cultivo de palma de aceite ya establecido*. URN: ISBN:9789588616582
- Flores, K. F. (2020). *Rediseño de material de empaque biodegradable para chocolate Bean to Bar* [Trabajo de pregrado, Universidad Privada del Norte]. Archivo digital.
<https://hdl.handle.net/11537/26327>
- Granados Mujica, C. (2010). *Evolución del sector palmicultor*. Bucaramanga: Universitaria de Investigación y Desarrollo. ISBN: 978-958-8283-94-4
- Guevara A., G. P., Verdesoto A., A. E., y Castro M., N. E. (2020). Metodologías de investigación educativa (descriptivas, experimentales, participativas, y de investigación-acción). *Revista científica mundo de la investigación y el conocimiento*, 4(3), 163-173.
[https://doi.org/10.26820/recimundo/4.\(3\).julio.2020.163-173](https://doi.org/10.26820/recimundo/4.(3).julio.2020.163-173)
- Hermida, É. (2011). *Guía didáctica, capítulo 9, polímeros*. Instituto Nacional de Educación Tecnológica. <https://www.inet.edu.ar/index.php/material-de-capacitacion/guias-didacticas/>
- Jiang, L., Amarasekara, A. S., Jackson, Q. D. y Deping, W. (2021). Mechanical Properties of the Woven Natural Fiber Reinforced Sheet Stocks Used for the Laminated Object Manufacturing (LOM) Rapid Prototyping Process [Conferencia]. *Thirty-Sixth Technical Conference on Composite Materials*, Texas, USA. <https://www.dpi-proceedings.com/index.php/asc36/>
- Kassim , A., Mohd Aripin, A., Ishak, N., Zainulabidin, M., y Abang Zaidel, D. (2016). Oil palm leaf fibre and its suitability for paper-based products. *Engineering and applied sciences*, 11(11), 7364-7369.

Ley 99 de 1993. (1993, 22 de diciembre). Congreso de la Republica. Diario oficial No. 41.146.

http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/ley_0099_1993.html

Ley 1819 de 2016 (2016, 29 de diciembre). Congreso de la Republica. Diario Oficial No. 50.101.

http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/ley_1819_2016.html

López S. R., F., Mendizábal M., E., (2015). *Introducción a la ciencia de los polímeros*.

https://www.researchgate.net/publication/286457627_Introduccion_a_la_ciencia_de_los_polimeros

Manene C., L. M. (2013, 15 de octubre). *Diagramas de flujo. Su definición, utilización y ventajas*

(parte 1). Actualidad empresa. <https://actualidadempresa.com/diagramas-de-flujo->

[definicion-objetivo-](https://actualidadempresa.com/diagramas-de-flujo-definicion-objetivo-)

[ventajas/#:~:text=Un%20diagrama%20de%20flujo%20es,pict%C3%B3rica%20de%20un](https://actualidadempresa.com/diagramas-de-flujo-ventajas/#:~:text=Un%20diagrama%20de%20flujo%20es,pict%C3%B3rica%20de%20un)

[%20procedimiento%20administrativo.](https://actualidadempresa.com/diagramas-de-flujo-ventajas/#:~:text=Un%20diagrama%20de%20flujo%20es,pict%C3%B3rica%20de%20un%20procedimiento%20administrativo.)

Martínez Niño, P. A., y Ballesteros Ramos, C. G. (2019). *Plan de negocios para el diseño,*

fabricación y comercialización de bolsas ecológicas [Tesis de pregrado, Universidad

Libre]. Archivo digital. <https://repository.unilibre.edu.co/handle/10901/18775>

Medina R., A. C., y Contreras J., J. A. (2019). *Análisis mecánico de la estructura fibrilar de la*

mata de plátano como una alternativa en la fabricación de bolsas [Tesis de pregrado,

Universidad Francisco de Paula Santander]. Archivo digital

<http://alejandria.ufps.edu.co/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=54045>

Mora R., L., Álvarez G., E. y Hernández G., J. R. (2009). Determinación de propiedades

mecánicas de las fibras de *Bambusa Vulgaris* a utilizar en tableros prensados. *Revista*

Ingeniería de Construcción, 24(2). 153-166. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718->

[50732009000200003](http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50732009000200003)

Mott, R. L. (1996). *Applied strenght of materials* (R. Navarro, Trad., 3^a. ed.). Pearson Educacion.

(Trabajo publicado en 1996)

Murillo H., W. J. (2008). *La investigación científica*. Monografías.

<https://www.monografias.com/trabajos15/invest-cientifica/invest-cientifica>

Navarrete Diaz, I. J. (2015). *Que aspectos positivos conlleva el manejo de bolsas biodegradables*

[Tesis de pregrado, Universidad Militar Nueva Granada]. Archivo digital.

<https://repository.unimilitar.edu.co/handle/10654/6351>

Perdomo Sánchez, J. L., y Cárdenas Buitrago, A. J. (2020). *Desarrollo de un producto a partir*

de la fibra del rastro de la piña tipo nativa en la reserva Miramar en el municipio de

Dibulla, La Guajira [Tesis de pregrado, Universidad de la Salle]. Archivo digital.

https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_industrial/143/

Pineda, J. (2020). *Impacto Ambiental de las Bolsas de Plástico*. Encolombia.

<https://encolombia.com/medio-ambiente/interes-a/bolsas-de-plastico/>

Plan nacional para la gestión sostenible de los plásticos de un solo uso. (2021, 27 de junio).

Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible.

<https://www.minambiente.gov.co/documento-entidad/plan-nacional-para-la-gestion-sostenible-de-los-plasticos-de-un-solo-uso/>

Proyecto ley 80 de 2019. (2019, 31 de julio). Congreso de la República de Colombia.

<http://leyes.senado.gov.co/proyectos/index.php/textos-radicados-senado/p-ley-2019-2020/1543-proyecto-de-ley-080-de-2019>

Química General. Material de enseñanza. (s.f). *Polímeros*.

<http://corinto.pucp.edu.pe/quimicageneral/contenido/82-polimeros.html>

- Quintero López, L., y Torrez Pérez, Y. (2019). Análisis de residuos sólidos de palma africana, como alternativa de aprovechamiento de energías renovables en el departamento del Cesar. *Ingenierías USBMed*, 10(1), 8-18.
- Real Academia Española. (2020). *Ecológico*, ca. <https://dle.rae.es/ecol%C3%B3gico>
- Real Academia Española. (2020). *Fibra*. <https://dle.rae.es/fibra>
- Resolución 1083 de 1996. (1996, 4 de octubre). Ministerio del medio ambiente. <https://www.fao.org/faolex/results/details/en/c/LEX-FAOC029149>
- Resolución 668 de 2016. (2016, 28 de abril). Ministerio de medio ambiente y desarrollo. Diario Oficial No. 49.859. <https://www.minambiente.gov.co/documento-normativa/resolucion-668-de-2016/>
- Romero Millán, M., Cruz Domínguez, M., y Sierra Vargas, F. (2016). Efecto de la temperatura en el potencial de aprovechamiento energético de los productos del pirólisis del cuesco de palma. *Tecnura: Tecnología y Cultura Afirmando el Conocimiento*, 20(48), 89-99.
- Rubio, M. H. (2010). *Conveniencia de las bolsas de polietileno entre sus alternativas* [Tesis de pregrado, Instituto Tecnológico de Buenos Aires (ITBA)]. Archivo digital. <https://ri.itba.edu.ar/entities/proyecto%20final%20de%20grado/ba704ad2-42fa-48c5-976f-36ea2c4f366e>
- Sánchez Ibarido, W., y Estupiñan Reina, E. (2019). *Plan de empresa para la creación de "Fibras de Coco", empresa dedicada a la producción y comercialización de fibras y sustrato a partir de la estopa de coco* [Tesis de pregrado, Universidad Autónoma de Occidente]. Archivo digital. <https://red.uao.edu.co/handle/10614/10996>

- Sathawong, S., Sridach, W., y Techato, K. (2018). Recovery of Kraft Lignin from OPEFB and Using for Lignin–Agarose Hydrogel. *Journal of Polymers and the Environment* volume, 26(1), 3307–3315. <https://doi.org/10.1007/s10924-018-1218-3>
- Senai. (2015). *Manual técnico têxtil e vestuário (04)*. Senai mix desing. <https://textil.sp.senai.br/3905/manuais-tecnicos>
- S.M.P Descartables. (s.f.). *Bolsa arranque*. <https://www.smpdescartables.com/products/bolsa-arranque-alta-densidad-1-5-kg-x-1-u>
- Soloi, S., y Hou, E. (2019). The Potential of Oil Palm Leaf Fibre in Paper-making Industry. *Journal of physics: Conference series*, 1358(1). doi:10.1088/1742-6596/1358/1/012005
- Wan Rosli, W., Zainuddin, Z., Asro, R., y Law, K. (2004). Effect of pulping variables on the characteristics of oil-palm frond-fiber. *Bioresource Technology*, 93(3), 233-240. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2003.11.016>
- Wan Rosli, W., Zainuddin, Law, K., y Asro, R. (2007). Pulp from oil palm fronds by chemical processes. *Industrial Crops and Products*, 25(1), 89-94. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2006.07.005>
- Zorrilla A., L. S., (1993). *Introducción a la metodología de la investigación* (11 ed.). Ediciones cal y arena. <https://edicionescalyarena.com.mx/libros/introduccion-a-la-metodologia-de-la-investigacion/>

Anexos

Anexo 1 *Entrevista al propietario de la parcela El Bambi*

1. ¿Qué edad tiene el cultivo de palma de aceite africana?

Tiene 13 años y sé que puede durar entre 25 a 30 años, dependiendo del cuidado que se le tenga a la planta.

2. ¿Cada cuánto tiempo le realizan la poda a la palma de aceite africana?

La poda se realiza una vez al año, generalmente en el mes de octubre, en la cual se cortan entre 10 a 15 hojas, pero cada quince días se cortan entre 1 a 3 tres hojas para extraer el fruto.

3. ¿Qué hacen con las hojas podadas del cultivo?

Estas son almacenadas cerca al cultivo en pequeños arrumes, donde se espera que se descompongan por sí mismas.

4. ¿Qué tipo de hojas son podadas de la palma?

Siempre se cortan las hojas de abajo y las que presenten alguna enfermedad o se vean secas.

Anexo 2 Participación en eventos científicos

En septiembre de 2021 se participó en la VIII International Week Of Science, Technology and Innovation, con la “Propuesta para la producción de bolsas reutilizables a partir del residuo de la hoja de la palma de aceite africana (*Elaeis Guineensis*) de la región del Zulia, Norte de Santander”



CERTIFICATION

The chairman of 8th International Week of Science, Technology, and Innovation (8 IWSTI) certifies that research work titled:

PROPOSAL FOR THE PRODUCTION OF REUSABLE BAGS FROM THE RESIDUE OF THE AFRICAN OIL PALM LEAF (*ELAEIS GUINEENSIS*) FROM THE ZULIA REGION (NORTH OF SANTANDER)

Corresponding to the authors: Anny Jasbleidy Avendaño Avendaño, Dora Cecilia Rodríguez Ordoñez, John Wilmer Parra LLanos, was presented at the 8th IWSTI conference, held in oral remote presentation.

For its constancy, is signed in San José de Cúcuta, Colombia, September 24 of 2021.

Byron Medina Delgado
Chairman 8th IWSTI
E-mail: semana_cyt@ufps.edu.co

Torcoroma Velásquez Pérez
Co-Chairman 8th IWSTI
E-mail: semana_cyt@ufps.edu.co

En diciembre de 2021 se participó en el XI Congreso Brasileiro de Engenharia de Produção (ConBrepo), con un artículo de revisión titulado “Aprovechamiento de residuos agroindustriales como una alternativa para producir bolsas reutilizables en Colombia”



En el mes de mayo de 2022 se participó en el VIII Encuentro Regional de Semilleros de Investigación (RedCOLSI) como investigación en curso, titulado “Producción de bolsas reutilizables a partir del residuo de la hoja de la palma de aceite africana (*Elaeis Guineensis*) de la región del Zulia, Norte de Santander”



Hacia el mes de octubre de 2022 se participó en el XXV Encuentro Nacional y XIX Encuentro Internacional de Semilleros de Investigación (RedCOLSI) como investigación en curso, titulado “Producción de bolsas reutilizables a partir del residuo de la hoja de la palma de aceite africana (*Elaeis Guineensis*) de la región del Zulia, Norte de Santander”



XXV ENCUENTRO NACIONAL Y XIX ENCUENTRO INTERNACIONAL DE
SEMILLEROS DE INVESTIGACIÓN
FUNDACIÓN REDCOLSI
Del 12 al 15 de octubre de 2022

LA FUNDACIÓN RED COLOMBIANA DE SEMILLEROS DE INVESTIGACIÓN RedCOLSI

Hace constar que,

ANNY JASBLEIDY AVENDAÑO


Con número de identificación **1090509404**

Participó en calidad de **PONENTE**

Con el proyecto **PRODUCCIÓN DE BOLSAS REUTILIZABLES A PARTIR DEL RESIDUO DE LA HOJA DE LA PALMA DE ACEITE AFRICANA (ELAEIS GUINEENSIS) DE LA REGIÓN DEL ZULIA, NORTE DE SANTANDER.**


LUZ MERY HERRERA GALEANO
Coordinadora Nacional de RedCOLSI


MARTHA LUCIA MONSALVE PERDOMO
Secretaría Nacional de RedCOLSI


DANIEL CARVAJAL TABARES
Coordinador Nodo Antioquia RedCOLSI

ORGANIZA:  ANFITRIONES:   INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA DIGITAL DE ANTIOQUIA  POLITÉCNICO COLOMBIANO JAIME ESCALA CADAVID  UNIVERSIDAD EAFIT  Universidad de Medellín  ALIANZA INTERNACIONAL



XXV ENCUENTRO NACIONAL Y XIX ENCUENTRO INTERNACIONAL DE
SEMILLEROS DE INVESTIGACIÓN
FUNDACIÓN REDCOLSI
Del 12 al 15 de octubre de 2022

LA FUNDACIÓN RED COLOMBIANA DE SEMILLEROS DE INVESTIGACIÓN RedCOLSI

Hace constar que el proyecto,

Producción de bolsas reutilizables a partir del residuo de la hoja de la palma de aceite africana (elaeis guineensis) de la región del Zulia, Norte de Santander.


De la institución **Universidad Francisco de Paula Santander**

Participó en el XXV Encuentro Nacional y XIX Encuentro Internacional de Semilleros de Investigación, obteniendo reconocimiento

MERITORIO


LUZ MERY HERRERA GALEANO
Coordinadora Nacional de RedCOLSI


MARTHA LUCIA MONSALVE PERDOMO
Secretaría Nacional de RedCOLSI


DANIEL CARVAJAL TABARES
Coordinador Nodo Antioquia RedCOLSI

ORGANIZA:  ANFITRIONES:   INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA DIGITAL DE ANTIOQUIA  POLITÉCNICO COLOMBIANO JAIME ESCALA CADAVID  UNIVERSIDAD EAFIT  Universidad de Medellín  ALIANZA INTERNACIONAL