Repositorio Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN TARAPOTO - PERU

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-Compartirigual 2.5 Perú.
Vea una copia de esta licencia en http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/

Obra publicada con autorización del autor

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN-TARAPOTO

FACULTAD DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO

CONCURSO DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN PARA TESIS A NIVEL DE PREGRADO 2016

Obtención y evaluación de láminas y enjebados de látex de Shiringa *(Hevea brasiliensis)*, en el distrito de Chazuta – San Martín

Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Agroindustrial

AUTOR:

Francis Murrieta Acuña

ASESOR:

Ing. Dr. Jaime Guillermo Guerrero Marina

Tarapoto – Perú

2019

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN-TARAPOTO

FACULTAD DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO

CONCURSO DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN PARA TESIS A NIVEL DE PREGRADO 2016

Obtención y evaluación de láminas y enjebados de látex de Shiringa *(Hevea brasiliensis)*, en el distrito de Chazuta – San Martín

AUTOR:

Francis Murrieta Acuña

Sustentada y aprobada el 18 de octubre del 2019, por los siguientes jurados:

Ing. Dr. Ricardo Raúl Layza Castañeda	**Ing. Mg. Juan José Salazar Díaz**
Presidente	**Secretario**
Ing. Dr. Milton Segundo Vásquez Ruiz	**Ing. Dr. Jaime Guillermo Guerrero Marina**
Miembro	***Asesor***

Declaratoria de autenticidad

Francis Murrieta Acuña, con DNI N° 70349244, egresado de la Facultad de Ingeniería Agroindustrial, Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, con la tesis titulada: **Obtención y evaluación de láminas y enjebados de látex de Shiringa *(Hevea brasiliensis)*, en el distrito de Chazuta – San Martín**.

Declaro bajo juramento que:

1. La tesis presentada es de mi autoría.
2. La redacción fue realizada respetando las citas y referencias de las fuentes bibliográficas consultadas.
3. Toda la información que contiene la tesis no ha sido auto plagiada;
4. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido alterados ni copiados, por tanto, la información de esta investigación debe considerarse como aporte a la realidad investigada.

Por lo antes mencionado, asumo bajo responsabilidad las consecuencias que deriven de mi accionar, sometiéndome a las leyes de nuestro país y normas vigentes de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto.

Tarapoto, 18 de octubre del 2019.

.....

Bach. Francis Murrieta Acuña

DNI N° 70349244

Formato de autorización NO EXCLUSIVA para la publicación de trabajos de investigación, conducentes a optar grados académicos y títulos profesionales en el Repositorio Digital de Tesis.

1. Datos del autor:

Apellidos y nombres:	MURRIETA ACUÑA, FRANCIS		
Código de alumno :	082126	**Teléfono:**	935863715
Correo electrónico :	fmurrieta1408@gmail.com	**DNI:**	70349244

(En caso haya más autores, llenar un formulario por autor)

2. Datos Académicos

Facultad de:	INGENIERIA AGROINDUSTRIAL
Escuela Profesional de:	INGENIERIA AGROINDUSTRIAL

3. Tipo de trabajo de investigación

Tesis	(X)	Trabajo de investigación	( )
Trabajo de suficiencia profesional	( )		

4. Datos del Trabajo de investigación

Titulo:	OBTENCIÓN Y EVALUACIÓN DE LAMINAS Y ENJEBADOS DE LÁTEX DE SHIRINGA (HEVEA BRASILIENSIS), EN EL DISTRITO DE CHAZUTA - SAN MARTIN.
Año de publicación:	2019

5. Tipo de Acceso al documento

Acceso público *	(X)	Embargo	( )
Acceso restringido **	( )		

Si el autor elige el tipo de acceso abierto o público, otorga a la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, una licencia **No Exclusiva**, para publicar, conservar y sin modificar su contenido, pueda convertirla a cualquier formato de fichero, medio o soporte, siempre con fines de seguridad, preservación y difusión en el Repositorio de Tesis Digital. Respetando siempre los Derechos de Autor y Propiedad Intelectual de acuerdo y en el Marco de la Ley 822.

En caso que el autor elija la segunda opción, es necesario y obligatorio que indique el sustento correspondiente:

6. Originalidad del archivo digital.

Por el presente dejo constancia que el archivo digital que entrego a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, como parte del proceso conducente a obtener el título profesional o grado académico, es la versión final del trabajo de investigación sustentado y aprobado por el Jurado.

7. Otorgamiento de una licencia *CREATIVE COMMONS*

Para investigaciones que son de acceso abierto se les otorgó una licencia *Creative Commons,* con la finalidad de que cualquier usuario pueda acceder a la obra, bajo los términos que dicha licencia implica

https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/

El autor, por medio de este documento, autoriza a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, publicar su trabajo de investigación en formato digital en el Repositorio Digital de Tesis, al cual se podrá acceder, preservar y difundir de forma libre y gratuita, de manera íntegra a todo el documento.

Según el inciso 12.2, del artículo 12º del Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales - RENATI **"Las universidades, instituciones y escuelas de educación superior tienen como obligación registrar todos los trabajos de investigación y proyectos, incluyendo los metadatos en sus repositorios institucionales precisando si son de acceso abierto o restringido, los cuales serán posteriormente recolectados por el Repositorio Digital RENATI, a través del Repositorio ALICIA".**

.....

Firma del Autor

8. Para ser llenado en la Oficina de Repositorio Digital de Ciencia y Tecnología de Acceso Abierto de la UNSM – T.

Fecha de recepción del documento:

27/01/2020

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - REPOSITORIO INSTITUCIONAL - TARAPOTO

.....

Firma del Responsable de Repossitorio Digital de Ciencia y Tecnología de Acceso Abierto de la UNSM – T.

***Acceso abierto**: uso lícito que confiere un titular de derechos de propiedad intelectual a cualquier persona, para que pueda acceder de manera inmediata y gratuita a una obra, datos procesados o estadísticas de monitoreo, sin necesidad de registro, suscripción, ni pago, estando autorizada a leerla, descargarla, reproducirla, distribuirla, imprimirla, buscarla y enlazar textos completos (Reglamento de la Ley No 30035).

** **Acceso restringido:** el documento no se visualizará en el Repositorio.

Dedicatoria

El presente trabajo de investigación está dedicado principalmente a Dios, por ser el inspirador, quien como guía estuvo presente en el caminar de mi vida, bendiciéndome y dándome fuerzas para continuar con mis metas trazadas sin desfallecer, y permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional,

A mis queridos padres, por su amor, paciencia, esfuerzo, trabajo y sacrificio en todos estos años, gracias a ustedes he logrado llegar hasta aquí y convertirme en lo que soy, permitiéndome llegar a cumplir hoy un sueño más, gracias por inculcar en mí el ejemplo de esfuerzo y valentía, de no temer las adversidades.

A todas las personas que me han apoyado y han hecho que este trabajo se realice con éxito en especial a aquellos que me abrieron las puertas y compartieron sus conocimientos.

Francis Murrieta Acuña

Agradecimientos

El presente trabajo agradezco a Dios por brindarme salud, fortaleza y capacidad; por guiarme a lo largo de mi existencia, ser el apoyo y fortaleza en aquellos momentos de dificultad y de debilidad, brindándome paciencia y sabiduría para culminar con éxito mis metas propuestas.

Gracias a mis padres: Cayo Murrieta Pinchi y Mary Acuña Tananta, por ser los principales promotores de mis sueños, por confiar y creer en mis expectativas, por los consejos, valores y principios que me han inculcado.

Agradezco a la Universidad Nacional de San Martín – Oficina de Investigación por el financiamiento del trabajo de investigación.

A los representantes del laboratorio de TEPANAL y del laboratorio de investigación de la facultad de ingeniería agroindustrial por brindarme su espacio y todas las facilidades para obtener materiales que fueron necesarios en los análisis respectivos de mi trabajo de investigación.

A mi asesor de tesis Ing. Dr. Jaime Guillermo Guerrero Marina, y al Ing. Richer Garay Montes, quienes con la enseñanza de sus valiosos conocimientos hicieron que pueda crecer día a día como profesional, gracias a cada una de ustedes por su paciencia, dedicación, apoyo incondicional y amistad.

Todos en conjunto me hicieron ver, que sin importar cuanto tiempo me tome, todo se puede si de verdad se quiere.

Francis Murrieta Acuña

Índice

Pág.

Dedicatoria..... vi
Agradecimientos..... vii
Índice..… viii
Índice de tablas xii
Índice de figuras xiii
Resumen xiv
Abstract..... xv

Introducción..... 1

CAPÍTULO I 3
REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA..... 3
1.1. Generalidades. 3
1.1.1. Características Botánicas..... 3
1.1.1.1. Descripción Botánica. 3
1.1.1.2. Clasificación Taxonómica..... 4
1.1.1.3. Ecología y distribución natural de *Hevea*..... 5
1.1.1.4. Exigencias edafoclimáticas en la producción de Shiringa. 5
1.2. El Látex del caucho natural. 6
1.2.1. Composición Química del Látex. 8
1.2.1.1 Fase Caucho..... 9
1.2.1.2 Fase Acuosa 10
1.2.2. Usos del Caucho. 10
1.3. Aprovechamiento de látex de Shiringa de bosques naturales..... 12
1.3.1. El Mateo o Inventario de Árboles (Estradas). 12
1.3.2. Extracción de látex: rasgado del árbol..... 14
1.3.2.1. Señalización..... 14
1.3.2.2. Ángulo de corte. 14
1.3.2.3. Dirección del corte. 14
1.3.2.4. Profundidad de pica..... 14
1.3.2.5. Tipos de pica o sangría..... 14
1.3.2.6. Longitud de pica o sangría. 15

1.3.2.7. Hora de pica o sangría. 15
1.3.2.8. Recolección del látex emanado. 16
1.3.2.9. Transporte del látex. 16
1.4. Procesos para producir láminas secas de látex. 16
1.4.1. Tamizado 17
1.4.2. Coagulado 17
1.4.3. Laminado 17
1.4.4. Secado. 17
1.4.5. Almacenamiento y embalaje. 18
1.5. Procesos para producir cuero vegetal (enjebado). 18
1.5.1. Mezcla y tamizado de los Insumos en el látex. 18
1.5.2. Acondicionamiento de la tela en el bastidor. 19
1.5.3. Bañado. 19
1.5.4. Secado. 19
1.5.5. Lavado. 20
1.5.6. Almacenamiento. 20
1.6. Mercado del caucho natural. 20

CAPÍTULO II 23
MATERIALES Y MÉTODOS. 23
2.1. Lugar de ejecución. 23
2.2. Ubicación geográfica. 23
2.3. Recolección de muestra. 23
El Látex de Shiringa (*hevea brasiliensis*) 23
2.4. Materiales, equipos y reactivos. 24
2.4.1. Materiales. 24
2.4.2. Equipos. 24
2.4.3. Reactivos e insumos. 24
2.5. Metodología 25
2.5.1 Metodología experimental 25
2.5.1.1 Elaboración del laminado 25
2.5.1.2 Elaboración del enjebado 28
2.5.1.3 Flujograma de la operación experimental 31
2.5.2 Determinación de las propiedades mecánicas. 32

2.5.2.1 Resistencia a la tensión y porcentaje de elongación 32
2.5.2.2 Determinación de resistencia a la rotura..... 32
2.5.2.3 Determinación del porcentaje de elongación..... 33
2.5.2.4 Módulo elástico o módulo de young. 33
2.5.3 Determinación de las propiedades físicas..... 34
2.5.3.1 Determinación del espesor..... 34
2.5.3.2 Determinación del color. 34
2.5.3.3 Permeabilidad al Vapor de Agua (PVA) 35
2.5.3.4 Determinación del porcentaje de impurezas de las láminas y enjebados expresado en porcentaje de masa..... 36
2.5.3.5 Determinación del porcentaje de Perforación. 36
2.5.4 Diseño experimental 37
2.5.4.1 Laminados 37
2.5.4.2 Enjebados..... 38

CAPITULO III 39
RESULTADOS Y DISCUSIONES. 39
3.1. Propiedades físicas del laminado 39
3.1.1. Determinación de Color..... 39
3.2. Determinación de las propiedades mecánicas en las concentraciones de nuevos ácidos de los productos de laminado..... 41
3.2.1 Área transversal 42
3.2.2 Elongación 42
3.2.3 Módulo de Young 43
3.2.4 Porcentaje de perforación 44
3.2.5 Porcentaje de Impurezas 45
3.3. Propiedades físicas del enjebado..... 46
3.3.1 Determinación de Color..... 46
3.4. Propiedades mecánicas del enjebado de caucho 47
3.4.1 Porcentaje de Impurezas del enjebado..... 47
3.4.2 Espesor del enjebado 48
3.4.3 Permeabilidad al Vapor de Agua (PVA). 49
3.4.4 Porcentaje de perforación del enjebado. 51

3.5. Comparación de las características físicas de los productos terminados (laminados y enjebados) en color, elasticidad y contenido de impurezas..... 51

CONCLUSIONES..... 53

RECOMENDACIONES. 54

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 55

ANEXOS 60

Índice de tablas

Pág.

Tabla 1: Exigencias de clima y suelo para el cultivo de la Shiringa 7
Tabla 2: Composición química del látex natural del caucho. 8
Tabla 3: Composición del látex natural 9
Tabla 4: Composición de la fase dispersa del látex natural 10
Tabla 5: Permeabilidad al Vapor de Agua de películas sintéticas 36
Tabla 6: Diseño experimental para los análisis físico-mecánicos laminados 37
Tabla 7: Diseño experimental para los análisis físico-mecánicos de los enjebados 38
Tabla 8 Variación del índice de color de acuerdo a los tratamientos empleados en la producción de laminados 39
Tabla 9 Color de los tratamientos en estudio en escala decreciente de su diferencia de color 40
Tabla 10 Resultados de las variables físicas y mecánicas de los tratamientos que influyen en el laminado 41
Tabla 11 Variación del índice de color de acuerdo a los tratamientos empleados en la producción de enjebados. 47
Tabla 12 Color de los tratamientos en estudio en escala decreciente de su diferencia de color 47
Tabla 13 Comparación física de laminados y enjebados de látex (Hevea brasiliensis) 51

Índice de figuras

Pág.

Figura 1: ***Hevea brasilienses***, llamado comúnmente árbol del caucho, Shiringa. 4
Figura 2: Molécula del caucho natural. 9
Figura 3. Estrada de forma redondeada (a), forma lineal (b) y forma rectangular (c) 13
Figura 4. Tipo de corte: Media espiral 16
Figura 5. Perfil de corte de un tronco de árbol de Shiringa.....16
Figura 6: Producción y consumo mundial del caucho natural.....22
Figura 7: Flujograma definitivo del proceso de obtención de láminas de látex de Shiringa 26
Figura 8. Diagrama de flujo para la elaboración de enjebado a partir del látex de Shiringa 30
Figura 9: Flujograma experimental del proceso de obtención de láminas y enjebados de látex de Shiringa ***(Hevea brasiliensis)*** 31
Figura 10. Función del tipo y concentración del tipo de ácido sobre el área transversal 42
Figura 11: Función del tipo y concentración de ácido sobre el porcentaje de elongación. . 43
Figura 12: Función del tipo y concentración de ácido sobre el módulo de Young 44
Figura 13: Función del tipo y concentración de ácido sobre la perforación del laminado. . 45
Figura 14: Función del tipo y concentración de ácido sobre el porcentaje de impurezas del laminado. 46
Figura 15: Porcentaje de impurezas en enjebados a diferentes concentraciones azufre. 48
Figura 16: Variación del espesor con respecto a las concentraciones de azufre en los enjebados de látex del caucho. 49
Figura 17: Variación de la permeabilidad del agua (PVA) con respecto a la concentración de azufre. 50
Figura 18: Variación de la perforación del enjebado a diferentes concentraciones 50

Resumen

El presente estudio, “Obtención y evaluación de láminas y enjebados de látex de Shiringa ***(Hevea brasiliensis)***, en el distrito de Chazuta – San Martín se desarrolló en la Facultad de Ingeniería Agroindustrial, Laboratorio de Investigación y de Tecnología de Productos Agroindustriales No Alimentarios, de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto. Los objetivos fueron de evaluar las concentraciones de azufre y nuevos ácidos que influyen en la mejora de los productos de laminados y enjebados, analizando y comparando las características físicas de los productos terminados (laminados y enjebados) en color, elasticidad y contenido de impurezas. Las muestras fueron ubicados y extraídos de la Zona Concesión Bristol los vértices del 1 a 4, Este entre 374182 – 375851 y Norte 9277492 – 9277511, en las coordenadas UTM del área total solicitada y concesionada Zona 18, WGS 84 en el distrito de Chazuta. Para evaluar la influencia del tipo de ácido y su concentración en la calidad física y mecánica del laminado se realizó un Diseño Completo Aleatorizado, con arreglo factorial (3*3) con dos factores (tipo de ácido y su concentración) y 3 niveles para el factor tipo de ácido (cítrico, fórmico y acético) y las concentraciones de (1 ml, 3 ml y 5 ml) y para los enjebados se aplicó un Diseño Completo Aleatorizado, teniendo como tratamiento las concentraciones de azufre (0,5 %; 1,0 % y 2,0 %). Las propiedades mecánicas se midieron utilizando un equipo Brookield modelo CT3. Las concentraciones de los ácidos acético, fórmico y cítrico, si influenciaron estadísticamente ($P<0.01$) en el comportamiento de los laminados de látex, el tratamiento que presentó media superior con respecto a las propiedades mecánicas fue el tratamiento T8 (ácido acético a 3 ml. de concentración) y el T7 (ácido acético a 1 ml.), y propiedades físicas el T2 y T3. Las concentraciones de azufre expuestas en el presente trabajo de investigación no influenciaron estadísticamente ($P<0.01$) en las propiedades mecánicas de los enjebados. El laminado y enjebado usando diferentes ácidos (ácidos cítrico, fórmico, acético) y concentraciones de azufre se ven diferenciados estadísticamente en sus características físicas de color, elasticidad e impurezas.

Palabras claves: Laminado, enjebado, propiedades físicas y mecánicas.

Abstract

The present study in its form, “Obtaining and evaluating blankets and rubber latex blankets of Shiringa (Hevea brasiliensis), in the district of Chazuta - San Martín was developed in the Faculty of Agroindustrial Engineering, Laboratory of Research and Non-Food Agroindustrial Products Technology, from the National University of San Martín - Tarapoto. This study aimed at evaluating the concentrations of sulfur and new acids that influence the improvement of products derived from blankets and rubber latex blankets, analyzing and comparing the physical characteristics of finished products in color, elasticity and impurity content. The samples were located and extracted from the Bristol Concession Zone at vertices 1 to 4, located in the East between 374182 - 375851 and North 9277492 - 9277511, at the UTM coordinates of the total area requested and concessioned Zone 18, WGS 84 in the Chazuta district. To evaluate the influence of the type of acid and its concentration on the physical and mechanical quality of the blankets, a Randomized Complete Design was performed, with a factorial arrangement (3 * 3) with two factors (type of acid and its concentration) and 3 levels for the acid type factor (citric, formic and acetic) and the concentrations of (1 ml, 3 ml and 5 ml) and, for the rubber latex blankets, a Randomized Complete Design was applied, which analyzes the concentrations of sulfur (0.5%; 1 , 0% and 2.0%). Mechanical properties were measured using a Brookield CT3 model. The concentrations of acetic, formic and citric acids influenced statistically (P <0.01) in the behavior of rubber latex blankets. The treatments T8 (3 ml acetic acid of concentration) and T7 (acetic acid at 1 ml.) presented higher average with respect to mechanical properties, and the T2 and T3 presented physical properties. The sulfur concentrations, considered in this research work, did not influence statistically (P <0.01) on the mechanical properties of the rubber latex blankets. The blankets and rubber latex blankets using different acids (citric, formic, acetic acids) and sulfur concentrations are statistically differentiated in their physical characteristics of color, elasticity and impurities.

Keywords: Laminated, enjebado, physical and mechanical properties.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN
Dirección
CENTRO DE IDIOMAS

Introducción

La Shiringa (***Hevea brasiliensis*** – Willd). ex Adr. de Juss. Muell. Arg., se ha constituido como el elastómero más consumido en el mundo. El interés por esta especie resurge en los últimos años por sus propiedades insustituibles, tanto físicas como químicas: se caracteriza principalmente por la excelente resistencia a la abrasión y a la deformación, y por su elasticidad, que no se puede obtener de otras sustancias; estas características son particularmente útiles para la manufactura de preservativos y guantes quirúrgicos, así como para los neumáticos de mayor seguridad en vehículos y aviones (Agrocadenas Colombia, 2005).

El Proyecto Especial Huallaga Central y Bajo Mayo (PEHCBM) viene articulando esfuerzos entre la asociación ECOBOSQUES del distrito de Chazuta y la Universidad Nacional de San Martín, con la finalidad de mejorar la calidad y cantidad de derivados del látex de la Shiringa mediante su industrialización. Son 144 hectáreas de tierras que el Gobierno Regional de San Martín entregó a la mencionada asociación en abril del 2015 por un periodo de 40 años, para aprovechamiento forestal distinto a la madera. Por su parte, el PEHCBM continuará con el acompañamiento técnico y está elaborando un proyecto de inversión pública orientado a reforestar con la especie Shiringa en las provincias de Lamas y San Martín (PEHCBM, 2016)**.**

La adquisición de este látex conocido como caucho blanco, por empresas extranjeras, es producto del impulso dado desde el Gobierno Regional de San Martín, a través del PEHCBM, específicamente con el asesoramiento técnico de los especialistas de la Dirección de Desarrollo Agropecuario (PEHCBM, 2014)**.**

El aprovechamiento del látex de Shiringa y su procesamiento para obtener el jebe de caucho para su venta genera ingresos para las comunidades nativas, y contribuye así a la conservación de la selva amazónica. El látex de Shiringa es uno de los productos de los bosques amazónicos, cuyo aprovechamiento no deteriora los ecosistemas forestales amazónicos, al contrario, contribuye a su conservación.

Además, el árbol de caucho tiene la particularidad de almacenar más CO2 que el promedio de los árboles de la selva amazónica. El látex que se obtiene de la resina de la Shiringa fue empleado desde hace mucho tiempo por los pueblos nativos de América. La

población indígena forraba telas con este látex para impermeabilizarlas, hacía zapatos y pelotas (FiTe03-ElSira-GIZ, 2012).

A través de este trabajo de investigación se requiere mostrar las bondades y ventajas de impulsar este proceso de elaboración de productos artesanales de látex de Shiringa, con el fin de mejorar la calidad de dicho producto.

Los objetivos planteados para la realización del presente trabajo de investigación fueron los siguientes:

Objetivo general:

- Aprovechamiento del látex de Shiringa (***Hevea brasiliensis***) en la elaboración y mejora de los productos laminados y enjebados en el distrito de Chazuta.

Objetivos específicos:

- Evaluar las concentraciones de azufre y nuevos ácidos que influyen en la mejora de los productos de laminado y enjebados.

- Analizar y comparar las características físicas de los productos terminados (laminados y enjebados) en color, elasticidad y contenido de impurezas.

CAPÍTULO I
REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1. Generalidades

El caucho **(*Hevea brasiliensis*)** es originario de la zona ecuatorial de Sudamérica. Las primeras plantas silvestres colonizaron la gran cuenca del río amazonas, cubriendo un vasto territorio, ocupado actualmente por Brasil y los países andinos: Bolivia, Perú, Ecuador, Colombia y Venezuela. Los nativos de la región amazónica le decían al árbol heve, y al látex, cahuchu. (Frederico, 1995) ; (Rojo, 2003).

1.1.1. Características Botánicas

1.1.1.1. Descripción Botánica.

La Shiringa (***Hevea brasiliensis*** Willd.) ex Adr. de Juss. Muell. Arg. Pertenece a la familia *Euphorbiaceae*; es un árbol de fuste recto, casi cilíndrico, de raíz pivotante y ramificada, con copa redonda, globosa y amplia, que llega a alcanzar hasta 40 m de altura; la corteza externa es de color rosado o marrón oscuro, las fisuras que presenta el fuste son longitudinales y paralelas. La corteza interna es de textura suave y fibrosa, de color crema rosada, el sabor es ligeramente dulce. Exuda un látex abundante, lechoso y de color blanco. Los tejidos laticíferos más importantes se presentan en bandas concéntricas en la corteza del tronco y ramas principales, Las hojas son trifoliadas, con pecíolos que miden de 15 a 25 cm de longitud y peciolulos de 10 a 16 mm de largo; posee un par de glándulas o nectarios en la inserción de los peciolulos. El lado superior es verde-oscuro y brillante, y el inferior más claro y opaco. Flores unisexuales dispuestas en panículas axilares. Flores femeninas solitarias, de 10 a 12 mm de largo, cáliz amarillo con lóbulos angostos, corola ausente, ovario súpero; flores masculinas un poco más pequeñas, con cáliz semejante y corola ausente y 10 estambres. Las flores femeninas son más grandes que las masculinas, con un pistilo bien visible y se disponen en la parte terminal de las inflorescencias. Las masculinas son más numerosas, con anteras centrales y colocadas en la base de estas inflorescencias. Cada fruto contiene tres semillas ricas en aceite, son brillantes y con manchas marrones muy vistosas lo que las hace muy ornamentales. La especie fructifica de enero a marzo a lo largo de su distribución natural y su etapa de floración mes de septiembre. El fruto es una cápsula tricarpelar, trilocular, de 3 a 5 cm de diámetro, con una semilla por lóculo, con dehiscencia explosiva que separa el fruto en 3 o 6 partes. Produce los frutos desde los 4 años, cada uno

de los cuales es una gran cápsula dividida en tres lóbulos, mide unos 5-7 cm de diámetro y están sujetos a la planta por largos pedúnculos. Estos frutos son verdes aunque al madurar adquieren tonos marrones. La semilla eclosiona abruptamente del fruto al llegar a su maduración fisiológica. Las semillas tienen la epidermis compacta, en la que hay grupos de células con pigmentos oscuros que se destacan sobre los tejidos inferiores más claro, su fruto es una cápsula de tres celdas, lignificada, dehiscente, con una semilla en cada una. Los tejidos que forman la pared del fruto son tres capas fibrosas con las fibras dirigidas en sentido opuesto. (Anexo A). (Cáceres Sandoval , 2011).

Figura 1: Hevea brasilienses, llamado comúnmente árbol del caucho, Shiringa. (Fuente: Cáceres 2011).

1.1.1.2. Clasificación Taxonómica.

El género Hevea se encuentra distribuida en su mayoría en la cuenca del Amazonas y del río Orinoco y son nueve especies destacadas, las cuales han dado origen a algunas variedades que poseen un látex de mayor calidad y son resistentes a los ataques de insectos en las hojas. Según CONAIBO, (2009), la clasificación taxonómica del caucho natural o Shiringa (***Hevea brasiliensis***) es:

Reino	:	*Plantae*
División	:	*Magnoliophyta*
Clase	:	*Magnoliopsida*
Orden	:	*Malpighiales*
Familia	:	*Euphorbiaceae*
Subfamilia	:	*Malpighiales*
Tribu	:	*Micrandreae*
Sub – tribu	:	*Heveinae*
Género	:	*Hevea*

1.1.1.3. Ecología y distribución natural de ***Hevea***

La clasificación del género Hevea presenta once especies, las que se encuentran circunscritas en América tropical. En el Perú se reportan cinco especies: *Hevea guianensis, Hevea pauciflora, Hevea brasiliensis, Hevea paludosa y una variedad de Hevea guianensis var. Lutea,* está distribuido naturalmente en el departamento de Loreto: en las márgenes de los ríos Clotilde, Yavari y Putumayo; en el departamento de Huánuco: a lo largo de los afluentes del río Huallaga en Tingo María, en San Martin, Yurimaguas, río Paranapura, arroyo Chambira, rio Marañón y pongo de Manseriche. En el departamento de Ucayali y principalmente en el departamento de Madre de Dios, en la provincia de Tahuamanu. Cabe resaltar que no en todos los lugares citados existe Hevea brasiliensis. (IIAP, 2010)

Se cultiva en zonas de vida o se encuentran en formaciones ecológicas por los bosques húmedos de las regiones tropicales y bosque muy húmedo premontano de la región subtropical de altitudes bajas. Este árbol es originario de la cuenca hidrográfica del río Amazonas, donde existía en abundancia y con exclusividad.

1.1.1.4. Exigencias edafoclimáticas en la producción de Shiringa.

a. Clima.

En la Amazonía, habitad natural de la Shiringa, la precipitación varía entre 2000 y 4000 mm, con 1 – 4 meses de sequía. En otras regiones productoras hay registros de su aprovechamiento en áreas con estación seca de hasta cinco meses y precipitación por debajo de 1500 mm. La Shiringa se adapta bien en zonas con temperaturas medias de 25 a 30 ºC. Los límites térmicos más favorables a la fotosíntesis están entre 27 a 30 ºC. Temperaturas ambientales entre 18 y 28 ºC, la producción decrece.

La Shiringa, hasta los dos años de edad, es susceptible a vientos fríos con temperatura menor a 16 ºC. Con referencia a la insolación, una cantidad de luz de 2000 horas por año, o equivalente a 6 horas por día, se considerada ideal para el cultivo. La altura sobre el nivel del mar no debe exceder los 1000 msnm, porque se reduce la producción.

El clima es un aspecto de suma importancia para el cultivo de la Shiringa, en la Amazonía, puesto que la presencia endémica de hongo Microcyclus ulei, patógeno de la enfermedad mal sudamericano de las hojas, ha causado muchos perjuicios a esta actividad.

En las poblaciones nativas o silvestre, no causa mayores daños debido a la baja densidad, en promedio 3 árboles/ha, pero que, en plantaciones, con densidades de 400-600 árboles/ha., y clones susceptibles las puede destruir totalmente o deprimir fuertemente su producción, con mayor incidencia en monoclonales y cultivos puros (IIAP, 2010).

b. Suelo.

Según Gremhule (2000), menciona que, para la heveicultura, se recomiendan suelos con las siguientes características:

Textura bien equilibrada, buena aireación del suelo, buen drenaje, un relieve poco marcado, sin horizonte endurecido, ningún manto o nivel freático a menos de 1 m. de profundidad, rico en materia orgánica y pH entre 4,5 y 5,5.

Los tipos de suelos para el cultivo de la Shiringa deben presentar textura media, entre arcilloso y arenoso, francos arenosos no sujeto a inundaciones, en suelos ácidos, profundidad mínima de 1-1.5 m. con ausencia de napa freática a ese nivel e inexistencia de capas compactadas llamadas corazas. Las corazas vienen a ser capas muy densas de elementos gruesos, tales como cuarzo, oxido ferroso, aluminio que son frecuentes en las regiones tropicales. A pesar de ser una especie tolerante a la acides, la Shiringa se desarrolla mejor y presenta una mayor productividad en condiciones de bases saturadas superior a 40 % (IIAP 2010).

1.2. El Látex del caucho natural

El látex se deriva de procesos de secreción de células vivas. Los tejidos laticíferos más importantes se presentan en bandas concéntricas en la corteza del tronco y ramas principales. El látex de caucho natural es el material primario para la fabricación de diversos elementos utilizados en sectores como medicina, piñatería, industria textil entre otros. La calidad de tales productos está sometida a la composición inicial del látex fresco preservado y en especial la cantidad de hidrocarburos presentes en él, conocido en la industria del caucho como “DryRubber Content” (DCR, Contenido de Caucho Seco) y que es tal vez, la característica más relevante al momento de su comercialización. La clasificación del látex de caucho natural esta especificada en las Normas ASTM en las cuales se presenta un procedimiento a seguir para determinar el DCR del látex, el contenido de solidos totales y de ácidos grasos volátiles (VFA), entre otras propiedades; este método resulta ser largo y tedioso, por lo que se busca una nueva forma de caracterizar el látex, ahorrando tiempo y

facilitando su obtención (Cáceres Sandoval, 2011). En la Tabla 1 se muestra las exigencias de clima y suelo para el cultivo de la Shiringa.

Tabla 1

Exigencias de clima y suelo para el cultivo de la Shiringa

Parámetros técnicos	Condiciones óptimas	Condiciones intermedias	Condiciones severas bajo o sin potencial
Clima:			
Temperatura en °C Promedio anual	25 - 28	20-25 y 28-30	< 20 y > 30
Precipitación anual en mm	2000-3000	1500-2000 3000-4000	< 1500* > 4000
Días de lluvia	125-150	90-125 150-200	< 90 y > 200
Humedad relativa % Promedio anual	80	70-80 80-90	< 70 y > 90
Estación seca, n° de meses secos <100 mm	0-2	2-5	> 5
Vientos máximos Km/hora	<40	40-90	> 90
Brillo solar, Horas/año	1500-2000	800-1500 2000-2500	< 800 > 2500
Suelos:			
Textura	Francos (50% arcilla, 50% limo + arena)	Franco-arenosos (50-70% arena) franco-arcillosos (50-70% arcilla).	Arcillosos (>70%) Arenosos (>70%)
	> 1.50		
Profundidad en m.	4.5 - 5.5	0.8 - 1.50	< 0.8
ph	0 - 15	4 - 4.5 y 5.5 - 6.0	< 4 y 6.0
piedras y gravas %	Bueno	15 - 55	> 55
Drenaje	Nunca	Moderado	Deficiente
Inundación	2 m	Temporal	Frecuente
Nivel freático máximo	0 - 9 %	1.5 - 2.0 m	< 1.5 m
Pendiente en %	0 - 5°	9 - 25 %	> 25 %
O en Grados		5 - 14°	> 14°

Fuente: IIAP, (2010).

1.2.1. Composición Química del Látex

Según Sarabia Ortiz, (2014), menciona la composición del látex es compleja, pues además del agua y del hidrocarburo caucho, el látex contiene pequeñas cantidades de otras sustancias llamadas constituyentes no caucho. Estas se encuentran ya sea en dispersión o en solución en el suero, o bien asociadas a los glóbulos del caucho, (ver *Tabla 2*).

Tabla 2
Composición química del látex natural del caucho.

Componente	Porcentaje
Hidrocarburo de caucho	30 – 36 %
Proteínas	1,5 %
Quebrachitol	0,5 %
Cenizas	0,5 %
Resina	2 %
Agua	60 %

Fuente: Sarabia Ortiz, (2014).

Según Le Bras (1960), menciona que el látex es una dispersión coloidal constituida por partículas de poliisopreno, que corresponde a la fase dispersa del coloide: la fase dispersante es el agua y el agente estabilizante o emulsionante son las proteínas. Los constituyentes del látex natural varían con las condiciones climáticas a las que están expuestas las plantas, así como con la etapa del ciclo biológico por el que estén pasando, por ello no se tiene una determinación puntual de la composición de esta materia prima, sin embargo, existe un margen dentro del cual se ubica una gran parte del látex proveniente del ***Hevea***.

La composición del caucho es relativamente variable según el origen del clon y el método de coagulación y allí constituye aproximadamente el 6%, clasificado como impurezas contienen muchas sustancias que son de vital importancia en la vulcanización y en la protección contra el envejecimiento oxidativo (Santi, 2014).

Se encuentran también algunas proteínas naturales, resinas y azúcares. Estas se encuentran ya sea en dispersión o en solución en el suero, o bien asociadas a los glóbulos del caucho (Ruiz C., 2010).

En la Tabla 3, muestra una constitución promedio proximal del látex fresco según *Le Bras*, en la que se observa que además del hidrocarburo, el agua y las sustancias proteicas, existen otros componentes que afectan las propiedades de esta sustancia natural.

Tabla 3
Composición del látex natural

Constituyente	% en peso
Agua	52 – 70
Hidrocarburo Caucho	27 – 40
Prótidos	1,5 – 2,8
Sustancias solubles en acetona: resinas	1 – 1,7
Azúcares	0,5 – 1,5
Materias minerales	0,2 – 0,9

Fuente: Le Bras, (1960).

Según Caballero y Prada (2005), indica que el color característico del látex varía de acuerdo a su origen, de color de blanco a amarillento; con un contenido de hidrocarburo caucho entre el 30 a 40%, pH ligeramente alcalino, que ágilmente se torna ácido, como consecuencia de la acción de ciertos microorganismos o enzimas presentes en el látex, que provocan coagulación espontanea a las pocas horas de ser sangrado, por lo que se hace necesario un proceso de preservación.

1.2.1.1. Fase Caucho.

En la *Tabla 4*, se encuentra la distribución porcentual de las sustancias presentes en esta fase dispersa del látex, según Blackley (1997); la mayor parte está formada por hidrocarburo caucho (cis – 1,4 poliisopreno), que es una sustancia altamente polimerizada, en la que los monómeros isopreno que lo constituyen están unidos entre sí por los átomos de carbono 1 y 4, tal como se observa en la *figura 2:*

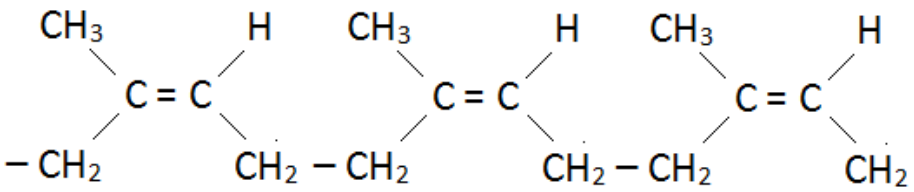


***Figura 2*:** Molécula del caucho natural. (Morrison & Boyd, 1998)

Los prótidos que aparecen en esta fase son exclusivos de una adsorción de estos sobre la superficie de las partículas de caucho; solo un cuarto del total de las proteínas presentes en el látex se cuantifica en la fracción dispersa.

Tabla 4
Composición de la fase dispersa del látex natural

Constituyente	Porcentaje (m/m)
Hidrocarburo caucho	86
Agua	10
Sustancias proteicas	1
Sustancias lipoides	3

Fuente: (Blackley, 1997).

Los lípidos asociados a esta fase comprenden esteroles, ésteres de esteroles y grasas que están disueltas en el hidrocarburo; según el mismo autor este tipo de sustancias comprenden ácidos grasos como el linoleico, oleico, esteárico y palmítico. También existe la presencia de fosfolípidos, que son fuertemente adsorbidas en la superficie de las partículas de caucho y se cree que son intermediarios para que las proteínas sean tomadas con firmeza en la capa superficial del caucho.

1.2.1.2. Fase Acuosa

Esta fase dispersante contiene diferentes especies químicas, entre las que están los carbohidratos, electrolitos, proteínas y aminoácidos. Es el conjunto de los carbohidratos, el que se halla en mayor proporción es el quebrachitoló éter monometímico del inositol, que compone por lo menos el 1% en peso del total del látex del *Hevea*. Otros glúcidos presentes en el suero acuoso son la galactosa, sacarosa, glucosa y fructosa. Cabe citar que cuando el látex no es correctamente preservado, los carbohidratos, en conjunto con los ácidos grasos saturados y los aminoácidos son utilizados como sustratos por microorganismos para producir ácidos grasos volátiles como el fórmico, acético y propiónico, que tienen una acción perjudicial sobre la estabilidad del coloide (Hamilton, 2001).

1.2.2. Usos del Caucho.

Actualmente se fabrican miles de artículos de caucho para usos muy diferentes. El caucho es ampliamente utilizado en la fabricación de neumáticos, llantas, artículos impermeables y aislantes, por sus excelentes propiedades de elasticidad y resistencia ante

los ácidos y las sustancias alcalinas. Es repelente al agua, aislante de la temperatura y de la electricidad. Se disuelve con facilidad ante petróleos, bencenos y algunos hidrocarburos.

Más de la mitad del caucho usado hoy en día es sintético, pero aún se producen varios millones de toneladas de caucho natural anualmente. Desde 1823 se utiliza el caucho como material para fabricar prendas de vestir, quizás sobre la base que este tipo de ropa se forma una "segunda piel". El caucho hipoalergénico puede producirse a partir de guayule (es un arbusto perteneciente a la familia de las asteráceas). El caucho es una propuesta para el futuro como aislante en la industria motora. Las fuentes principales del caucho puro son las láminas y planchas del látex de las plantaciones del árbol Hevea, además del látex no coagulado empleado en algunas industrias. El caucho reciclado, calentado con álcali durante 12 o 30 horas, puede emplearse como adulterante del caucho crudo para rebajar el precio final del producto. La cantidad de caucho reciclado que se puede utilizar dependerá de la calidad del artículo que se quiera fabricar. Comparado con el caucho vulcanizado, el caucho no tratado tiene muy pocas aplicaciones. Se usa en cementos, cintas aislantes, cintas adhesivas y como aislante para mantas y zapatos. El caucho vulcanizado tiene otras muchas aplicaciones.

Por su resistencia a la abrasión, el caucho blando se utiliza en los dibujos de los neumáticos de los automóviles y en las cintas transportadoras; el caucho duro se emplea para fabricar carcasas de equipos de bombeo y las tuberías utilizadas para perforaciones con lodos abrasivos. Por su flexibilidad, se utiliza frecuentemente para fabricar mangueras, neumáticos y rodillos para una amplia variedad de máquinas, desde los rodillos para escurrir la ropa hasta los instalados en las rotativas e imprentas. Por su elasticidad se usa en varios tipos de amortiguadores y mecanismos de las carcasas de máquinas para reducir las vibraciones. Al ser relativamente impermeable a los gases se emplea para fabricar mangueras de aire, globos y colchones.

Su resistencia al agua y a la mayoría de los productos químicos líquidos se aprovecha para fabricar ropa impermeable, trajes de buceo, tubos para química y medicina, revestimientos de tanques de almacenamiento, máquinas procesadoras y vagones aljibes para trenes. Por su resistencia a la electricidad el caucho blando se utiliza en materiales aislantes, guantes protectores, zapatos y mantas, y el caucho duro se usa para las carcasas de teléfonos, piezas de aparatos de radio, medidores y otros instrumentos eléctricos. El coeficiente de rozamiento del caucho, alto en superficies secas y bajo en superficies húmedas, se aprovecha para correas de transmisión y cojinetes lubricados con agua en bombas para pozos profundos.

Para la impermeabilidad de telas y fabricación de tejidos elásticos, Como aislante forrando los cables que conducen electricidad, en la industria del calzado, para las suelas y toda clase de zapatos. Como elásticos o ligas, en la industria de la confección. Como moldes para vaciados diferentes, en la elaboración de juguetes: muñecos, pelotas etc. En la elaboración de bolsas, o para los impermeables de trabajo. Para las máscaras en el teatro o similares, como en los maniquíes de los almacenes, en la fabricación de guantes quirúrgicos y en la fabricación de preservativos o condones.

1.3. Aprovechamiento de látex de Shiringa de bosques naturales.

El trabajo principal del shiringuero está basado en la preparación de las condiciones para extraer el látex de la Shiringa que se encuentra en el bosque donde él tiene permiso para producir. Este trabajo se inicia con el inventario de árboles productores de Shiringa. En base a este inventario, el shiringuero organiza las estradas. Luego, una vez generadas las condiciones para hacerlo, procede a la extracción del látex y luego a su transporte al campamento o centro de trabajo.

1.3.1. El Mateo o Inventario de Árboles (Estradas).

Esta actividad que consiste en seleccionar los árboles de Shiringa en el área seleccionada, dando forma a la estrada, generalmente está compuesta por 100 a 200 árboles en producción, cuya extensión no es posible determinar debido que los arboles de Shiringa se encuentran en estado natural sin aplicación de tecnológica. El incremento en la cantidad de árboles a cosechar para aumentar la producción, dependerá de la habilidad y rapidez del picador, de la topografía del terreno y de la cantidad de árboles en el área seleccionada.

El mateo se realiza con dos o tres personas que inician la selección tratando de mantener la hilera en una sola dirección hasta seleccionar la mitad de los árboles que se desea tener en la estrada, para luego dar vuelta o giro de 180º con dirección al punto de inicio de la estrada. Una vez formada la estrada, se procede a marcar los árboles y a medir sus diámetros. El diámetro para un árbol de Shiringa a ser picado, no debe ser menor de 15 cm. Se mide a la altura del pecho, aproximadamente a 1.30 metros de altura.

El diámetro se puede medir con una forcípula, en caso de no tenerla se puede medir la circunferencia con una simple cinta métrica. Para poder sangrarlo, el árbol debe tener por lo menos 45 cm de diámetro. (FiTe03-ElSira-GIZ, 2012).

Una “estrada” es un sistema de caminos. La palabra estrada procede de la voz latina *strata*, que significa tierra pisada, por donde se anda.

a. Redondeado.

Se obtiene esta forma de estrada cuando existen espejos de agua o cochas grandes y los árboles de caucho crecen por lo general en la orilla o cuando el matero comienza a expandirse por un lado en el que existe mayor densidad de árboles, como se muestra en la figura 3 (a).

b. Lineal.

Esta forma de estrada tiene un solo sentido tal como se muestra en la figura 3 (b). Cuando el picador entra a la estrada tiene que esperar hasta que el último árbol picado termine de expulsar todo el látex (FiTe03-ElSira-GIZ, 2012).

c. Rectangular.

Es la forma ideal que debe tener la estrada donde el picador entra en la mañana y termina de picar el último árbol llegando al mismo lugar donde empezó (campamento), como se muestra en la figura 3 (c).

Así tiene tiempo para realizar otras labores hasta que termine de sangrar el látex de todos los árboles picados, para luego empezar la recolección del látex de los árboles que picó por la mañana.

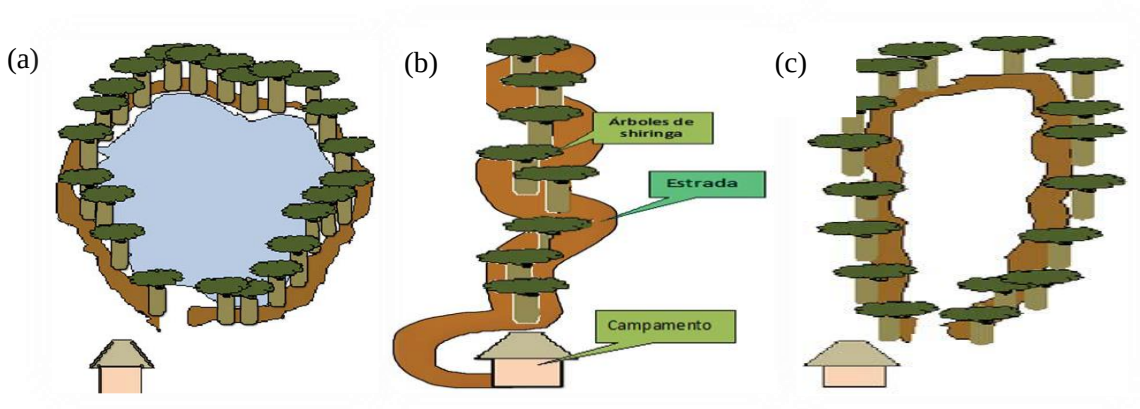


Figura 3. Estrada de forma redondeada (a), forma lineal (b) y forma rectangular (c). (Fuente: FiTe03-ElSira-GIZ, 2012).

1.3.2. Extracción de látex: rasgado del árbol.

1.3.2.1. Señalización.

La señalización de los árboles shiringueros es uno de los pasos más importantes dentro del proceso de extracción de látex de Shiringa, debido a que es la guía para realizar las picas posteriores. La señalización se realiza con la ayuda de una banderola de aluminio direccionada con el ángulo exacto. El panel de sangrado es la cara del árbol que se demarca para extraer el látex. Hay que tratar de que el panel quede frente a la salida del sol, debido a que los rayos del sol del atardecer son dañinos para la cicatriz de la pica (FiTe03-ElSira-GIZ, 2012).

1.3.2.2. Ángulo de corte.

Por experiencia se sabe que el ángulo de corte debe estar entre los 30 a 35 grados, esto con la finalidad de tener un drenaje de velocidad media (FiTe03-ElSira-GIZ, 2012).

1.3.2.3. Dirección del corte.

La dirección que debe tomar el corte en el panel es de izquierda a derecha, debido a que los tubitos o vasos laticíferos están orientados de derecha a izquierda. Por lo tanto, al realizar el corte de derecha a izquierda tendremos menor número de tubos laticíferos cortados, por lo que se recomienda realizar el corte del lado contrario a la dirección que siguen los tubos laticíferos (FiTe03-ElSira-GIZ, 2012).

1.3.2.4. Profundidad de pica.

El consumo de corteza no debe exceder un milímetro por rayada y la profundidad de incisión de uno a dos milímetros. Dicho de otra manera, debe sangrarse hasta 1 a 1.5 mm. antes del cambium (FiTe03-ElSira-GIZ, 2012).

1.3.2.5. Tipos de pica o sangría.

Entre las diversas formas que pueden tener los cortes de extracción de látex se distinguen los siguientes tipos más comunes de sangría:

a. Espiral completa.

Se le llama así al corte prolongado que se realiza alrededor de todo el fuste y cuya forma es de un espiral abierto. La indicación del corte es de 30 grados. El punto final del corte está exactamente por debajo del punto inicial en una distancia que depende del grosor del árbol. Este tipo de sangría solamente es recomendable para:

- Sistemas de sangrado en plantaciones con un descanso mínimo de 03 días.
- Para árboles seleccionados en la entresaca antes de eliminarlos.
- Para árboles gruesos en las estradas silvestres que no sean picados con frecuencia.

b. Media espiral.

El corte llamado “media espiral” se realiza en un solo panel de sangría, el cual tiene un ángulo de 30 grados que va de izquierda a derecha. El uso de un panel permite la regeneración de la corteza de un panel anteriormente trabajado, lo cual permite extraer látex de un árbol por un período mayor de años. Este tipo de corte es el más recomendable porque permite la utilización racional del látex por mucho más tiempo. (FiTe03-ElSira-GIZ, 2012).

c. Espiral reducida.

Este tipo de sangría también se realiza alrededor de todo el fuste en la forma de un espiral casi cerrado. El ángulo de inclinación del corte es de aproximadamente 15 grados, en consecuencia, es parecido a un anillado. La producción de látex que proporciona este tipo de sangrado es similar a la espiral completa, pero es todavía más perjudicial para el árbol. En consecuencia, sólo se utiliza para aprovechar al máximo un árbol destinado a ser sacado de la plantación. (FiTe03-ElSira-GIZ, 2012).

d. Sangrado en “V”.

Este tipo de corte se realiza en forma de una “V”. En la intersección de ambos lados se junta el látex, lugar donde se colocan la canaleta y la tishelina siguiendo la caída del látex. (FiTe03-ElSira-GIZ, 2012).

1.3.2.6. Longitud de pica o sangría.

La producción de látex está en función de la longitud de la pica, siendo la más recomendable la media espiral o semi espiral. (FiTe03-ElSira-GIZ, 2012).

1.3.2.7. Hora de pica o sangría.

Tradicionalmente el shiringuero realiza el rasgado o corte del árbol durante las primeras horas de la mañana, entre 5 y 7 am. Para ello, inicia el corte en el árbol 1 de la estrada y va avanzando a lo largo de ella hasta llegar al árbol final de la misma (que puede ser por ejemplo el árbol 120). Para luego regresar después de un tiempo aproximado de 2

horas para iniciar el recojo del látex. La sangría no debe durar más de tres horas. (FiTe03-ElSira-GIZ, 2012).

Figura 5. Tipo de corte: Media espiral (Fuente: FiTe03-ElSira-GIZ, 2012)

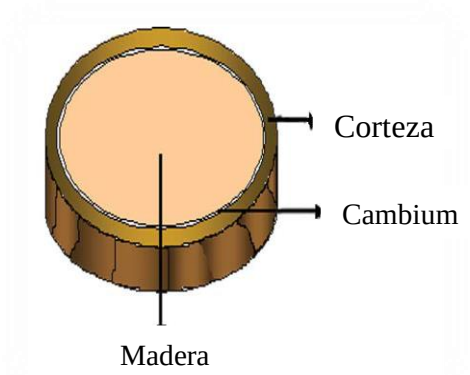


Figura 4. Perfil de corte de un tronco de árbol de Shiringa. (Fuente: FiTe03-ElSira-GIZ, 2012)

1.3.2.8. Recolección del látex emanado.

La recolección del látex se realiza luego de 3 a 4 horas transcurridas desde la pica y se recoge en bolsas enjebadas fabricadas con lianas o "tamshi" por los mismos caucheros. El látex no debe permanecer mucho tiempo sin procesar, pues se forman coágulos a partir de las 6 horas. (FiTe03-ElSira-GIZ, 2012).

Sobre la zona de corte por donde discurre el látex, se coloca una canaleta de metal para direccionar el látex hacia la tishela, que es un recipiente de plástico o de aluminio para recibir el látex, por lo general con una capacidad de 300 cm^3. (Condori Yajahuanca, 2015).

1.3.2.9. Transporte del látex.

Una vez finalizado el proceso de recojo del látex, este es llevado al campamento o centro de producción, donde es procesado de acuerdo al producto que se desee elaborar. (Condori Yajahuanca, 2015).

1.4. Procesos para producir láminas secas de látex.

Según (Condori Yajahuanca, 2015) "Guía Técnica para el aprovechamiento y comercialización de látex de Shiringa de bosques naturales" menciona que la lámina seca defumada o ahumada, llamada RSS (por sus siglas en inglés: *Ribbed smoke sheets*), es un tipo de presentación del caucho natural sólido procesado tipo hoja. En esta categoría, para la comercialización y exportación del látex existen diversas clases, siendo las más comunes la RSS1 (látex de mejor calidad) y la RSS4 (látex de calidad inferior).

1.4.1. Tamizado

Durante este proceso, el látex fresco recién llegado al campamento es separado de las impurezas. Para ello, se filtra el látex hacia otro envase haciendo uso de un cernidor o de telas de malla, donde quedan acumulados los residuos e impurezas (como coágulos, insectos, hojas y flores, entre otros), (Condori Yajahuanca, 2015).

1.4.2. Coagulado

Para llevar a cabo el coagulado, se pone en una bandeja 1 litro de látex y agua. El agua se añade en una cantidad que va en proporción a la condición del látex, es decir, si es muy líquido o más bien espeso. Por ejemplo, 1 litro de látex muy líquido (fino) se mezcla con 1 litro de agua, mientras que 1 litro de látex con mayor espesor (medio o grueso) se mezcla con 2 litros de agua. Luego se revuelve y mezcla con la paleta, para proceder después a agregar los insumos químicos (ácidos: cítrico, acético y fórmico).

Después se revuelve para que todo se mezcle. Durante ese proceso se forman burbujas, las cuales deben ser retiradas con la ayuda de la paleta a fin de obtener una lámina libre de poros, ya que estos pueden afectar el proceso de laminado. Una vez realizada esta limpieza, se procede a dejar reposar el látex por un lapso de 4 a 6 horas hasta que la mezcla coagule. Cuando se observa que el agua nuevamente ha recobrado su transparencia y el coágulo de látex se separa hacia la parte inferior de la bandeja, entonces el látex está listo para ser laminado. (Condori Yajahuanca, 2015).

1.4.3. Laminado

Una vez que el látex ha coagulado, se retira el coágulo de la bandeja con mucho cuidado, tomándolo desde uno de los extremos. Luego, se pasa por la prensa laminadora, repitiendo esta operación por cinco veces. En cada repetición se debe graduar el espesor que dará la máquina laminadora, hasta llegar a un espesor de 1.5 a 2.0 mm. En el momento de realizar este proceso, se debe tener mucho cuidado para lograr un espesor uniforme y evitar que la lámina se desgarre o se rompa. Es recomendable realizar este trabajo entre dos personas a fin de que una se encargue de pasar la lámina y la otra de girar el timón de la laminadora. Después del laminado, se procede a lavar la lámina con agua limpia, (Condori Yajahuanca, 2015).

1.4.4. Secado.

Finalizado el laminado, las láminas son colgadas sobre cuerdas evitando que un extremo tenga contacto con el otro. El oreado debe realizarse en un área con techo donde

corra aire, lo cual ayuda al secado natural de la lámina. Una manera de acelerar el secado de láminas es mediante el uso de un horno artesanal construido con madera. Este horno debe contar con conductos subterráneos internos que realicen la combustión con humo. Dentro de él se colocan las láminas colgadas en sogas delgadas. Una vez prendido el horno, el humo que se desprende en el interior de la cámara se impregna en las láminas, lo cual ayuda al secado final. La temperatura del secado en el horno debe ser de 45-50 ºC y este proceso se realiza durante 4 horas, en las cuales se va volteando las láminas a fin de obtener un secado uniforme, hasta que ellas tomen una coloración ámbar o caramelo, (Condori Yajahuanca, 2015).

1.4.5. Almacenamiento y embalaje.

Las láminas secas deben ser almacenadas en un lugar cerrado sobre tarimas de madera que ayuden a evitar el contacto directo con la humedad del suelo, para luego ser transportadas al centro de acopio principal. En este lugar, las láminas de látex deben ser clasificadas y separadas en función de la calidad obtenida y se pesan en bloques de 30 kg. Luego son embaladas haciendo uso de plástico transparente *field*. Una vez que se tiene los bloques de láminas listos, se procede a realizar los trámites administrativos ante la autoridad forestal para la comercialización respectiva, (Condori Yajahuanca, 2015).

1.5. Procesos para producir cuero vegetal (enjebado).

Según (Condori Yajahuanca, 2015) “Guía Técnica para el aprovechamiento y comercialización de látex de Shiringa de bosques naturales” menciona que el cuero vegetal es un producto elaborado a partir del látex natural aplicado sobre telas de algodón y secado bajo métodos naturales de ahumado y de secado al sol directo. Este producto posee la apariencia del cuero animal, por ello toma el nombre de cuero vegetal, y representa una excelente alternativa para dar valor agregado al látex natural extraído de bosques naturales. El cuero vegetal se utiliza principalmente en la elaboración de bolsos, mochilas, capas impermeables, uniformes impermeables y productos artesanales.

1.5.1. Mezcla y tamizado de los Insumos en el látex.

Una vez filtrado el látex, tras haber obtenido y diluido los insumos, se procede a mezclarlos con el látex en el siguiente orden:

a. Agregar el azufre al látex en un recipiente y someter a calor hasta llegar a 50 °C; remover con una cuchara de madera en batido constante.

b. Revolver hasta conseguir homogeneidad con la mezcla inicial de látex y azufre.
c. Finalizada la mezcla de los insumos con el látex, filtrar o tamizar toda la mezcla a fin de eliminar partículas mal diluidas, (Condori Yajahuanca, 2015).

1.5.2. Acondicionamiento de la tela en el bastidor.

En primer lugar, se elabora un bastidor. Para ello se prepara un marco de madera. Las medidas recomendadas son: 100 x 140 cm. Luego, se debe coser en él la tela de algodón de las medidas 80 x120 cm, utilizando hilo y aguja.

Se recomienda planchar previamente la tela para evitar arrugas en la superficie. Luego se debe humedecer la superficie de la tela donde se colocará el látex, (Condori Yajahuanca, 2015).

1.5.3. Bañado.

Luego de tener lista la mezcla de látex con los insumos y el bastidor preparado, se procede a realizar el bañado o enjebado de la tela con la ayuda de una brocha, esponja o espátula que permita dispersar el látex de forma uniforme por toda la tela dentro del bastidor. El bañado de la tela con el látex mezclado con los químicos se realiza por capas, cada una de las cuales debe secar durante cierta cantidad de minutos. Por ejemplo, para una plancha de cuero vegetal de 80 x 120 cm el proceso es el siguiente:

a. Primera capa de látex: se dispersa 400 ml de látex sobre la tela de algodón del bastidor. Tras ello, este se lleva a la zona de secado por un lapso de 10 a 20 minutos.
b. Segunda capa: el bastidor retorna al área de bañado y esta vez se aplica 300 ml de látex sobre la tela. Todas las capas se aplican sobre el mismo lado de la tela de algodón. Nuevamente se lleva al área de secado por 10 minutos.
c. Tercera capa: el bastidor retorna al área de bañado y se aplica otra capa de 200 ml de látex. Otra vez se lleva al área de secado por 10 minutos.
d. Cuarta capa (final): en el área de bañado, se aplica la última capa de látex, esta vez de 100 ml, y se retorna el bastidor al área de secado por 15 minutos, (Condori Yajahuanca, 2015).

1.5.4. Secado.

Para la elaboración de cuero vegetal se puede usar uno de los dos siguientes tipos de secado:

Secado a humo: Se utiliza un buyón o defumadero (es decir, un horno artesanal de barro en forma de cono). El bastidor con la tela enjebada con látex es colocado frente a la zona más estrecha del buyón, por donde sale el humo del horno. Al contacto del humo con la tela enjebada, se inicia el proceso de vulcanizado. El bastidor debe ser colocado de tal forma que el humo impregne toda la tela de manera uniforme. En esta forma de secado, la tela enjebada debe permanecer en el buyón el tiempo señalado, de acuerdo a la colocación de las capas de bañado de látex (primera, segunda, tercera o cuarta). El secado al humo, como se ha dicho, permite obtener colores similares a los del cuero animal (marrones), (Condori Yajahuanca, 2015).

Secado al sol: El bastidor de tela enjebada es colocado en una zona donde pueda recibir la iluminación directa del sol. Para este tipo de secado se recomienda aprovechar las horas de mayor intensidad del sol, es decir, de 11 am a 3 pm. Se debe señalar que en este tipo de secado es común tener problemas con insectos que se impregnan en la tela, generando imperfecciones que la afectan. Para evitarlo, se recomienda utilizar cajas cerradas con tapas de aluminio, colocando el bastidor al interior según como se va colocando las capas de bañado de látex, hasta que seque totalmente, (Condori Yajahuanca, 2015).

1.5.5. Lavado.

Finalizado el secado de la manta de látex, se procede a lavarla con abundante agua. Se recomienda agregar enjuagues de ropa o 1 tapita de vinagre blanco. Luego se deja secar completamente, (Condori Yajahuanca, 2015).

1.5.6. Almacenamiento.

Una vez que la manta está completamente seca, se espolvorea de forma uniforme fécula de maíz o mandioca sobre la superficie de la parte enjebada. Esto evita que se adhieran unas mantas a otras y también impide la presencia de mohos. Luego, las mantas de cuero vegetal se almacenan en un lugar fresco y seco, (Condori Yajahuanca, 2015).

1.6. Mercado del caucho natural.

La producción mundial de caucho se aproxima a los 18 millones de toneladas de las cuales 12 millones son de caucho sintético que se producen fundamentalmente en los Estados unidos, Japón, Francia, Alemania e Italia. Los restantes 6 millones son de caucho natural que se obtiene de 30 países tropicales. En el mundo existe alrededor de 8 millones

de hectáreas sembradas de caucho. El continente asiático el 90% del área, en la cual se obtiene el 94% de la producción mundial. Malasia es el principal productor seguido de Indonesia y Tailandia, estos tres países dominan el 75% del mercado internacional.

Las siembras en Latinoamérica están alrededor de las 270 mil hectáreas cuya producción es el 1.5% de la producción mundial. La mayor área lo tiene Brasil que tiene 200 mil hectáreas, luego esta Guatemala con 30 mil hectáreas, Ecuador con 12 mil hectáreas y Colombia con 9 mil hectáreas, los otros productores son en su orden México, Bolivia, Venezuela y Perú. La producción mundial de caucho natural presenta una tasa de crecimiento anual del 3.3%, mientras que la demanda lo está haciendo a una tasa del 3.5%, crecimiento que es más notorio en los países en vías de desarrollo, debido a su expansión de la industria básicas de caucho (Prohaciendo, 2010).

Según (Rossmann, 2012), menciona que la industria nacional de procesamiento de caucho se halla concentrada en Lima y además de los productores de llantas que absorben el 75% de la demanda de caucho natural, hay un grupo importante de pequeñas y medianas empresas que utilizan caucho natural en relativamente bajos volúmenes con tecnología sencilla y que requieren en general calidades de caucho inferiores a las requeridas por los fabricantes de llantas. En la última década (2001 a 2010) la importación de caucho natural en el Perú ha variado de 6,000 a 10,000 TM anuales.

En el mercado nacional, la oferta de caucho natural es insignificante, estimándose la producción anual entre 1,5 y 3 toneladas y la demanda está cubierta con las importaciones de insumos y productos acabados entre 5 mil y 10 mil toneladas anuales, de las cuales el 25% corresponde a láminas secas y hojas crepé, previéndose su incremento por el ciclo expansivo de la economía. En la siguiente figura N° 6, se muestra los países que mayor producen y consumen el caucho natural. Se calcula que la producción mundial de caucho natural solo aumentará en 3,2% por año. China es el mayor importador mundial de caucho natural y los envíos de caucho natural no dejan de crecer. Las previsiones a la baja en relación con el petróleo crudo afectan adversamente a la demanda y los precios del caucho natural, ya que el caucho sintético utilizado como alternativa al caucho natural es más rentable. Los tres mayores productores mundiales de caucho natural son Tailandia, Indonesia y Malasia.

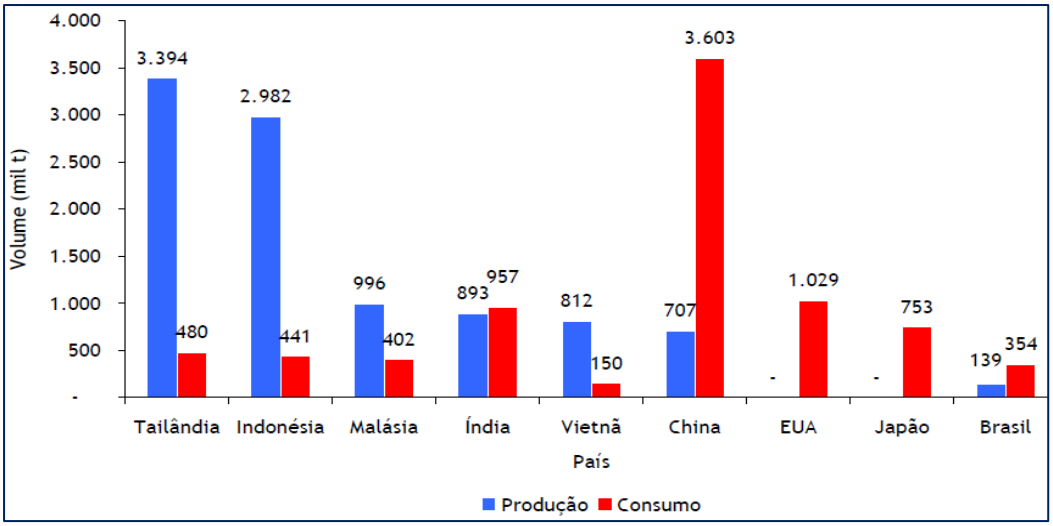


Figura 6: Producción y consumo mundial del caucho natural. (Fuente: Rossmann, 2012)

Según (USAID-PERÚ & Centro María Elena Moyano, 2013), menciona que en los últimos años se han realizado una serie de esfuerzos de pequeña escala y muy dispersos relacionados con el caucho natural en diversas parte del país: se han trabajado en mejoramiento del material genético, se han demostrado la validez de estrategias de manejo comunitario con pueblos nativos, se han realizado experiencias primarias para la articulación de la cadena productiva y lo más importante se ha construido un importante bagaje de conocimientos que en conjunto, constituyen los recursos suficientes para pensar en un gran programa nacional.

Que el caucho natural en sí mismo y en sus múltiples asociaciones, constituye un elemento nuevo para contribuir a mitigar el cambio climático, mejorar sustantivamente la economía rural amazónica y ampliar los marcos de eficacia y sostenibilidad del desarrollo alternativo y que el tema caucho natural, por su potencial aporte a resolver demandad del mercado nacional e internacional, tiene una envergadura más grande que la región y, por tanto, resulta justo y necesario reflexionar y generar sinergias en este ámbito.

Paradójicamente, el habitad del ***Hevea brasiliensis***, la Amazonía es coincidente con los espacios donde se libran batallas importantes para el fututo del Perú y de la humanidad: de un lado la estrategia de desarrollo alternativo y, del otro, el plan de adaptación al cambio climático y de las oportunidades de captura de carbono.

Por ello, el foro nacional del caucho, tiene una connotación política, en el sentido de interesare en la provocación de grandes decisiones y sólidos compromisos, motivados por la razonable validez de los razonamientos que le sirven de sustento.

CAPÍTULO II
MATERIAL Y MÉTODOS

2.1. Lugar de ejecución.

El presente trabajo de investigación en su etapa de recolección de muestra (látex) se ejecutó en el sector de concesión Bristol ubicado en el distrito de Chazuta, caserío Tununtunumba provincia y departamento de San Martín, a una altitud de 260 m.s.n.m. Los análisis fisicoquímicos y mecánicos se desarrollaron en los Laboratorio de Investigación y de Tecnología de Productos Agroindustriales No Alimentarios – TEPANAL de la Facultad de Ingeniería Agroindustrial.

2.2. Ubicación geográfica.

La ubicación de intervención se encuentra en el rango de los vértices del 1 a 4, Este entre 374182 – 375851 y Norte 9277492 – 9277511, en las coordenadas UTM del área total solicitada y concesionada Zona 18, WGS 84 (PEHCBM, 2016).*(Anexo B).*

2.3. Recolección de muestra.

El Látex de Shiringa (***hevea brasiliensis***) fue obtenido de la zona concesionada Bristol, *(Anexo C)* se tuvo en consideración aspectos básicos para iniciar el sangrado de una plantación de Shiringa:

Edad.- Para su aprovechamiento en promedio se requiere de 6 a 7 años para que los árboles de una plantación alcancen el desarrollo productivo, sin embargo, una plantación bien cultivada puede iniciar a producir a los 5 años, en los meses o época de estación seca. La ubicación de los árboles a extraer está en las laderas de los cerros, en lugares planos con un tipo de suelo arenoso. La edad de la muestra estuvo en promedio aproximadamente de 50 años.

Altura-Grosor.- Los árboles nativos de la especie cuentan con 40 m. de altura aproximadamente con un diámetro mayor de 45 cm. en dicha zona. Se comienzan a explotar cuando el 60% de ellos tengan 45 cm. o más, de circunferencia a 1 m. de altura del DAP, con un espesor de la corteza mínimo de 6 mm., lo que quiere decir que no es la edad del árbol la que se toma en cuenta, sino el desarrollo de éste. Para saberlo, a partir del año 4 se deben tomar datos de circunferencia. El grosor de la especie que fue explotado el látex estaba entre 60 a 85 cm. En el *Anexo D* se muestra la identificación de la especie certificada.

2.4. Materiales, equipos y reactivos.

2.4.1. Materiales.

- Látex de Shiringa de la especie ***Hevea Brasiliensis***
- Agua destilada
- Cernidor de mango acero inoxidable de 0.1 mm, de malla.
- Vaso de precipitación de 100 ml, 250 ml. y 1000 ml
- Pipeta de 10 ml.
- Probeta graduada de 50 ml.
- Paleta o espátula
- Cuerdas para colgar las láminas
- Bastidor de madera
- Cuchara.
- Tela de algodón
- Hilo y aguja
- Canaleta de aluminio
- Cuchilla de metal

2.4.2. Equipos.

- Prensa laminadora con rodillo metálico con graduación Marca WEI NOU, ITEM: WN 16195 -150.
- Balanza de presión marca Denver Instrumental XL-6100 máx. 6100 g. e=0,1.
- Balanza analítica marca AND GH-200 máx. 220 g. min 10 mg. e=1 mg d=0,1.
- Cocina con agitador magnético Marca Stuart Scientific volt. 8220 Load: 3 amp.
- Colorímetro, marca Chroma Meter CR-400 Konica Minolta Sensing, INC.
- Texturometro, marca Brookfield, modelo CT3, USA.
- Vapometro, marca Thwing-Albert Instrument, USA.
- Micrómetro marca Nicayo, Japón.
- Campana de Desecación

2.4.3. Reactivos e insumos.

- Ácido cítrico, Dropaksa.
- Ácido fórmico 98 - 100% ACS, Reag Ph Eur Merck KGaA.
- Ácido acético Glacial 100% ASC, ISO MERCK.

- Azufre en polvo.
- Bisulfito de sodio. Dropaksa.
- Amoniaco 98-100% ASC, REAG- PH EUR – MERCK KGaA
- Sílica Gel

2.5. Metodología

2.5.1 Metodología experimental

2.5.1.1 Elaboración del laminado

Para la elaboración del laminado se procedió de acuerdo a lo descrito en el diagrama de flujo de la *figura 7*.

Descripción del proceso de obtención del laminado a partir del látex *Hevea brasiliensis*

a. Materia Prima.

La materia prima utilizada en el presente trabajo de investigación fue el látex de Shiringa la especie *Hevea brasiliensis*, de apariencia lechosa, recolectado de la Zona Concesionada Bristol del distrito de Chazuta provincia y departamento de San Martín localizado a una altitud de 260 m.s.n.m.

b. Tamizado o Cernido.

Para realizar el tamizado o cernido se utilizó un cernidor con mango de acero inoxidable, con orificios de diámetro 0.1 mm. Por esta razón, es indispensable filtrar el látex, para eliminar algunos residuos como coágulos, insectos, flores, hojas, trozos de corteza etc. ya que es un factor que disminuye su calidad final.

c. Pesado de Látex

Esta operación se realizó en una balanza de precisión de marca DERVER INSTRUMENTAL XL – 6100, donde se puso el látex cernido a un vaso de precipitación de 250 ml. para luego ser pesado.

d. Pesado de los Insumos

Consiste en poner el bisulfito de sodio y los ácidos (cítrico, acético y fórmico) en un vaso de precipitación de 100 ml. esta operación se realizó en una balanza analítica Marca AND GH-200.

e. Dilución de Insumos.

Utilizando un vaso de precipitación de un litro y agua destilada se realizó la dilución del bisulfito de sodio.

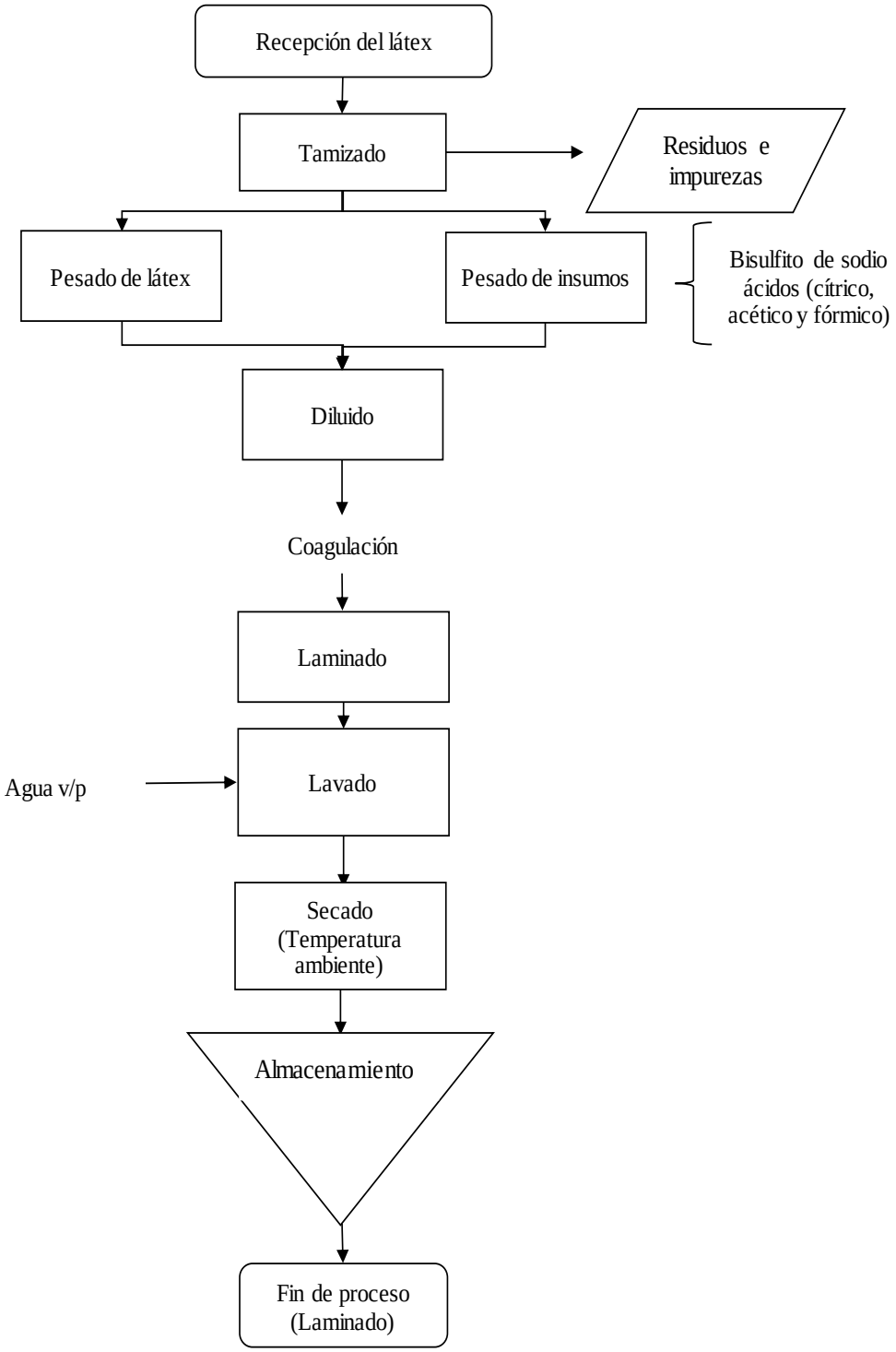


Figura 7: Flujograma definitivo del proceso de obtención de láminas de látex de Shiringa

f. Diluido

Se tomó en un vaso de precipitación de 250 ml., el látex diluido en agua y se añadió en el mismo el bisulfito de sodio (diluido en agua) más el ácido (cítrico, fórmico acético), después de la adición del otro, con la ayuda de una espátula se mezclaron todos los insumos y el látex hasta obtener una homogeneidad de la mezcla.

g. Coagulado

Este proceso consiste en poner la mezcla homogénea en un envase de plástico que servirá como molde, luego se procede a dejar reposar por un lapso de 2 a 4 horas hasta que la mezcla coagule. Durante ese proceso se forman burbujas, las cuales deben ser retiradas con la ayuda de una paleta a fin de obtener una lámina libre de poros, ya que estos pueden afectar el proceso de laminado.

h. Laminado

Se puso la lámina coagulada en la laminadora y se pasa las veces que sea necesario, en cada repetición se debe graduar el espesor que dará la máquina, hasta obtener una lámina de 1,5 a 2 mm de espesor.

i. Lavado

Este proceso es manual, utilizando abundante agua potabilizada del caño, con la finalidad de eliminar restos de ácido que hayan quedado sobre las mismas.

j. Secado

Este proceso se realizó en un área con techo donde fluya aire, las láminas y enjebados son colgadas en cuerdas de 2 cm de separación entre ellas evitando que un extremo tenga contacto con el otro, lo cual ayuda al secado natural a temperatura ambiente.

k. Almacenamiento

Las láminas fueron almacenadas en un lugar cerrado sobre tarimas de madera evitando el contacto directo con la humedad del suelo, temperatura ambiente, se cubrieron con un plástico de polietileno transparente, para evitar la adhesión de impurezas en la superficie, durante su almacenamiento y manipuleo.

2.5.1.2 Elaboración del enjebado

Para la elaboración del enjebado de ***Hevea brasiliensis*** se procedió de acuerdo a lo descrito en el diagrama de flujo de la *figura 8*.

Descripción del proceso de obtención de enjebado a partir del látex *Hevea brasiliensis*

a. Materia Prima.

La materia prima utilizada en el presente trabajo de investigación fue el látex de Shiringa la especie *Hevea brasiliensis*, de apariencia lechosa, recolectado de la Zona Concesionada Bristol del distrito de Chazuta provincia y departamento de San Martín localizado a una altitud de 260 m.s.n.m.

b. Tamizado o Cernido.

Para realizar el tamizado o cernido se utilizó un cernidor con mango de acero inoxidable, con orificios de diámetro 0.1 mm. Por esta razón, es indispensable filtrar el látex, para eliminar algunos residuos como coágulos, insectos, flores, hojas, trozos de corteza etc. ya que es un factor que disminuye su calidad final.

c. Pesado de Látex.

Esta operación se realizó en una balanza de precisión de marca DERVER INSTRUMENTAL XL-6100, previamente tarado, donde se puso el látex cernido a un vaso de precipitación de 250 ml. para luego ser pesado.

d. Pesado de los Insumos.

Consiste en poner el azufre y bisulfito de sodio en un vaso de precipitación de 100 ml. para cada uno de los insumos, esta operación se realizó en una balanza analítica Marca AND GH-200.

e. Dilución de Insumos.

Utilizando un vaso de precipitación de un litro y agua destilada se realizó la dilución del bisulfito de sodio, y se prepararon las diferentes concentraciones de azufre.

f. Diluido.

Se añadió en un vaso de precipitación de 250 ml el bisulfito de sodio (ya diluido en agua); luego, se agregó el azufre (ya diluido en agua), con la ayuda de una espátula se mezclaron todos los insumos y el látex hasta obtener una homogeneidad de la mezcla, esta operación se hizo manualmente.

Pero antes el azufre es llevado a una temperatura de 50 °C, para ello puso el azufre y agua destilada en un vaso de precipitación, se utilizó una cocina con agitador magnético Marca STUART SCIENTIFIC, en batido constante.

g. Tamizado o Cernido.

En este proceso se utilizó un cernidor con mango de acero inoxidable 0.1 mm. para separar las partículas grumosas y se puso en un vaso de precipitación de 250 ml.

h. Bañado en el bastidor.

Esta operación es manual que consiste en bañar a la tela en el bastidor con el látex utilizando una cuchara, este proceso se realiza capa por capa (primera, segunda y tercera), cada una se debe secar durante un tiempo de 10 a 15 min. a la temperatura de mayor intensidad del sol.

i. Secado

Se procede al secado al sol, donde el bastidor con la tela enjebada es colocado en una zona donde pueda recibir la iluminación directa del sol. Es recomendable aprovechar las horas de mayor intensidad del sol, hasta que seque totalmente.

j. Lavado.

Este proceso es manual, utilizando abundante agua potabilizada del caño, con la finalidad de eliminar restos azufre que hayan quedado sobre las mismas. Es recomendable utilizar enjuagues de ropa.

k. Secado.

Este proceso se realizó en un área con techo donde existe flujo de aire, los enjebados son colgados en cuerdas de 2 cm de separación entre ellas evitando que un extremo tenga contacto con el otro, lo cual ayuda al secado natural a temperatura ambiente.

l. Almacenamiento.

Antes de realizar el almacenado se espolvorea de forma uniforme con fécula de maíz o mandioca sobre la superficie enjebada. Luego, los enjebados se almacenan en un lugar fresco y seco, sobre tarimas de madera evitando el contacto directo con la humedad del suelo a temperatura ambiente.

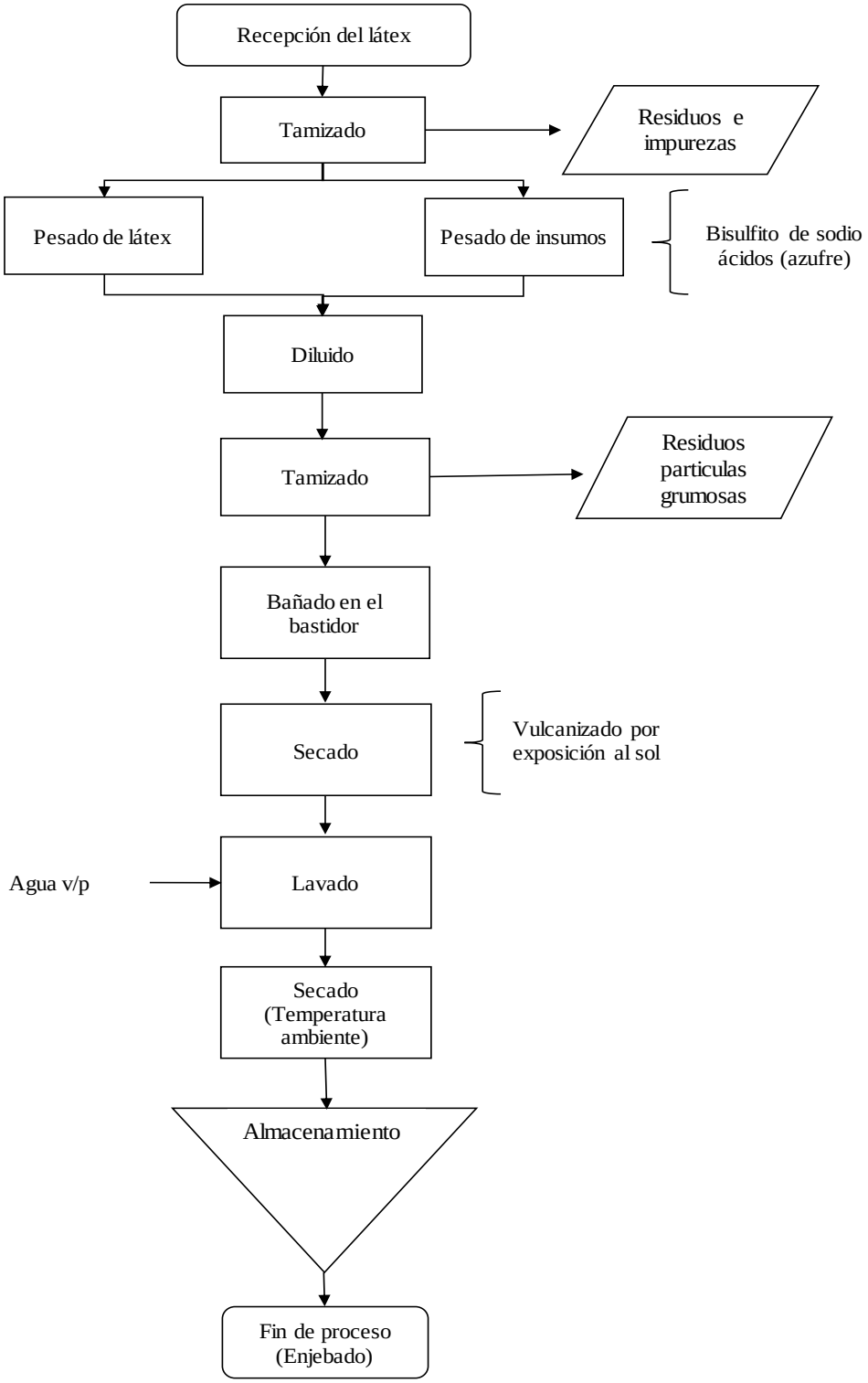


Figura 8. *Diagrama de flujo para la elaboración de enjebado a partir del látex de Shiringa*

2.5.1.3 Flujograma de la operación experimental

En la *figura 9*, se presenta el flujograma de operaciones que se realizó para la obtención de láminas y enjebado del látex natural ***(Hevea brasiliensis)***.

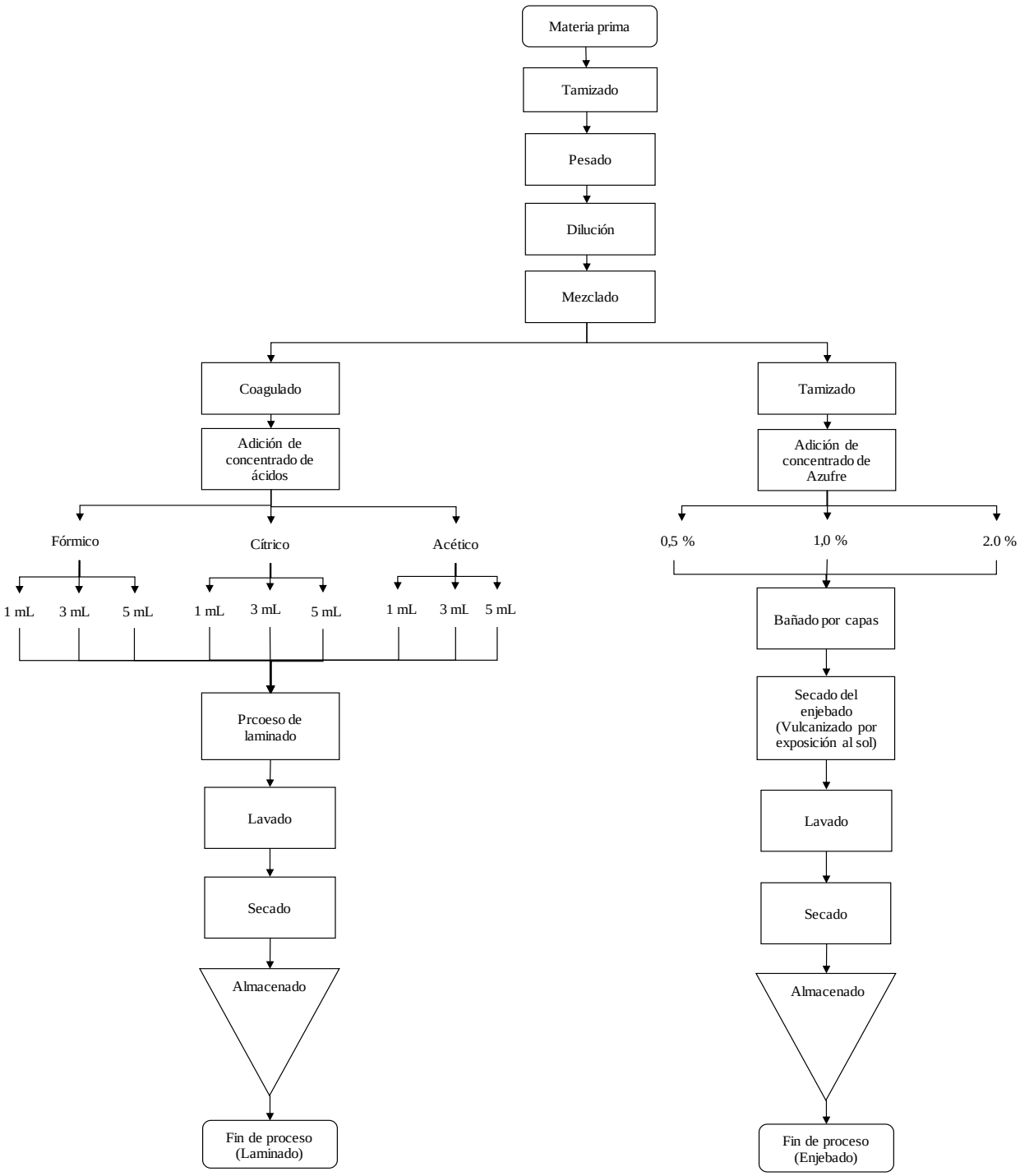


Figura 9: Flujograma experimental del proceso de obtención de láminas y enjebados de látex de Shiringa (**Hevea brasiliensis**)

2.5.2 Determinación de las propiedades mecánicas.

2.5.2.1 Resistencia a la tensión y porcentaje de elongación

Propiedades mecánicas (Resistencia a la tensión y porcentaje de elongación) La evaluación de las propiedades mecánicas se realizó de acuerdo a la norma ASTM D882. Método de prueba estándar para propiedades de tracción de láminas de plástico transparente. Este método de ensayo cubre la determinación de propiedades mecánicas de los plásticos en forma de láminas delgadas, incluyendo la película (menos de 1,0 mm o 0,04 pulgadas de grosor). Para esta determinación se prosiguió la metodología descrita por Mayhuire y Cuadros (2017), lo que se describe a continuación.

Preparación de la muestra

Se cortaron tiras rectangulares de 20 mm de ancho por 90 mm de largo que fueron rotuladas y almacenadas.

Posteriormente se toman las medidas de las probetas tales como: espesor, tres mediciones por cada muestra utilizando un micrómetro digital; el largo y ancho de las probetas se determinan con un vernier digital.

Las muestras o probetas se sujetan en las quijadas para ensayos de tracción del texturómetro Broockfield modelo CT3 a una distancia de 50mm entre quijadas. El ensayo de tracción se ejecuta a una velocidad del cabezal de 0,8 mm/s hasta que la muestra se rompa.

La operación del Texturómetro y el almacenamiento de los resultados en computador son realizados por el programa Texture PRO CT. El software señalaba los valores de elongación y tensión al momento de la ruptura y calcula el módulo de Young.

La elasticidad es la propiedad de los materiales de deformarse reversiblemente ante fuerzas exteriores y retomar su forma original luego de la ausencia de estas fuerzas. Para hallar la elasticidad en las láminas de látex resultantes de los ensayos hechos, se midieron a cada una de ellas aplicándoseles diferentes pesos para ver su estiramiento hasta cuando esta llegaba a su punto de rotura.

2.5.2.2 Determinación de resistencia a la rotura.

La prueba de resistencia a la rotura se realizó con la finalidad de determinar cuan resistente es la lámina formulada con cada uno de los tres tipos de ácido.

Para ello los valores fueron calculados mediante la siguiente fórmula:

$$\varphi = (F) / (A)$$

Donde:

$\boldsymbol{\varphi}$: Resistencia a la rotura [MPa]

F: Fuerza o peso para deformar a la lámina [N]

A: Área transversal [m^2]

2.5.2.3 Determinación del porcentaje de elongación

El resultado de esta evaluación nos indicará la capacidad que tiene el material para deformarse antes de llegar al punto de ruptura del mismo. El porcentaje de elongación se obtiene restando la longitud final de la lámina menos la longitud inicial del mismo y el resultado se divide entre la longitud inicial y se multiplica por cien.

$$\%\ \text{de Elongación} = \frac{\text{Lf} - \text{Li}}{\text{Li}} * 100$$

Dónde:

Lf = Longitud final [cm]

Li = Longitud inicial [cm

2.5.2.4 Módulo elástico o módulo de young.

Se define como módulo de elasticidad la razón o cociente entre un esfuerzo y su respectiva deformación unitaria, esta razón es constante y característica para cada material dado siempre que no sobrepase el límite elástico.

$$\text{Módulo elástico} = \frac{\text{esfuerzo}}{deformación}$$

Para la deformación unitaria, el esfuerzo es una función lineal de la deformación, esto corresponde a lo que conocemos como la ley de Hooke.

Para las deformaciones unitarias longitudinales este módulo elástico se le denomina “Modulo de Young” (Y).

$$\gamma = \frac{\text{esfuerzo de tension}}{\text{deformacion unitaria por tension}} \qquad \text{O bien} \qquad \gamma = \frac{\frac{F}{A}}{\frac{\Delta L}{L_\circ}}$$

Las unidades para expresar el módulo de Young son: N/m^2, DINA/cm^2, p.s.i, etc

2.5.3 Determinación de las propiedades físicas.

2.5.3.1 Determinación del espesor

El espesor de las láminas y enjebados fue determinado mediante un micrómetro digital (MITUTOYO) con 0-25 mm de amplitud y graduación de 0,001 mm. El espesor final fue el promedio de 3 mediciones hechas alrededor del perímetro y una en el centro. La permeabilidad al vapor de agua se calculó usando el espesor promedio de cada película replicada (Martelli, Moore, Silva Paes, Gandolfo, & Laurindo, 2006).

2.5.3.2 Determinación del color.

El Color es un haz de radiaciones luminosas con distribución espectral cuya medida depende de las condiciones que lo rodean, como son el observador, el iluminante, la geometría de iluminación-observación y el intervalo de medida, el color es una característica de gran importancia en nuestra valoración física y de calidad del producto. Cuando el deterioro del color es visualmente extenso el producto resulta inaceptable, por lo que industrialmente, el color puede ser una característica determinante para el éxito comercial de innumerables productos. Debido en ello se vuelve cada día más imprescindible su control, lo que supone medir y comparar el color (x-Rite, 2002).

La determinación de color de los laminados se realizó usando un colorímetro triestímulo (Chromameter tipo CR-400, Minolta Sensing), con iluminante D65, ángulo de visión de 10° y una celda de medida con un abertura de 30 mm, usando los parámetros de color CIELab: L* (Luminosidad), desde negro (0) hasta blanco (100); a* (Componente Verde-Rojo), desde verde (-) hasta rojo (+); y b* (Componente azul-amarillo), desde azul (-) hasta amarillo (+) (Paschoalick, Garcia, Sobral, & Habitante, 2003). Para la medición de las películas, éstas se colocaron encima de la superficie de un plato blanco estándar. El color de las películas fue expresado como la diferencia de color (ΔE*):

$$\Delta E^* = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2}$$

Donde ΔL*, Δa* y Δb* son los diferenciales entre los parámetros de color de las muestras y los parámetros de color del blanco estándar.

2.5.3.3 Permeabilidad al Vapor de Agua (PVA)

La determinación de la permeabilidad al vapor de agua de los enjebados se realizó mediante el método ASTM E 96-95 (ASTM, 2000) con algunas modificaciones (Salgado, Molina Ortiz, Petruccelli, & Mauri, 2010).

El proceso comprendió inicialmente a sellar cada muestra de los enjebados sobre una abertura circular de 0,003167 m^2 en un vapómetro (Thwing Albert-Instrument, USA), las cuales se colocaron en un desecador a 24°C. Para mantener una gradiente de humedad relativa de 100% a través del enjebado, se adicionó agua destilada (100% HRv) en el interior del vapómetro con sílica anhidra (0% HRd) en el desecador.

Cuando las condiciones estacionarias fueron alcanzadas (cerca de 2 horas aproximadamente), se realizaron ocho mediciones del peso a lo largo de 5 horas. Los cambios en el peso del vapómetro se registraron y graficaron en función al tiempo. La pendiente de cada línea se calculó por regresión y la velocidad de transmisión de vapor de agua (VTVA) fue calculada a partir de la pendiente (g H_2O/s). La PVA (g H_2O/Pa.s.m) fue calculada como:

$$\mathrm{PVA} = \frac{\mathrm{VTVA}}{\mathrm{Pv}^{\mathrm{H2O}}.(\mathrm{HRv} - \mathrm{HRd}).\mathrm{A}} \ .\mathrm{d}$$

Donde $P_v^{H_2O}$= presión de vapor del agua a saturación (3003.68 Pa) a la temperatura del ensayo (24 °C). HRv = HR en el vapómetro, HRd = HR en el desecador, A = área de permeación y d = espesor de la película (m). Cada valor de PVA representó el valor promedio de dos repeticiones de cada tratamiento.

En la *tabla 5*, se observa el comportamiento al vapor de agua algunas películas sintéticas.

Tabla 5

Permeabilidad al Vapor de Agua de películas sintéticas

Película	Condiciones de Ensayo (T, HR)		Grosor (µm)	WVP (10^{-10} g m^{-1} s^{-1} Pa^{-1})
Películas sintéticas				
HDPE	38°C	0-90%	-	0,003
LDPE	38°C	0-90%	-	0,011
Nylon-6	38°C	0-90%	-	0,081
PET	38°C	0-90%	-	0,014
PP	38°C	0-90%	-	0,005

HDPE, Polietileno de alta densidad; LDPE, polietileno de baja densidad; PET, Polietileno Tereftalato; PP, Polipropileno. (Fuente: Delassus, 1997).

2.5.3.4 Determinación del porcentaje de impurezas de las láminas y enjebados expresado en porcentaje de masa.

$$\% \text{ impurezas} = m_1 / m_o \times 100$$

Donde:

m_0 = masa en gramos de la toma para el ensayo.

m_1 = masa en gramos de las impurezas.

2.5.3.5 Determinación del porcentaje de Perforación.

Consiste en determinar la fuerza y la distancia que requiere un material para romperse. Las películas se cortaron en 40 mm de longitud y 15 mm de ancho (Muñoz 2014), estas fueron colocadas en el soporte diseñado para este propósito basado en especificaciones del fabricante del texturómetro. Al texturómetro se le acopló una sonda de 2 mm de diámetro y la velocidad fue de 0.1 m/s. Se utilizó la fórmula para calcular la resistencia a la perforación (h) de la película.

$$\text{Resistencia a la perforación (h)} = Fp / L$$

Donde:

Fp= pico de fuerza antes de la ruptura

L= espesor de la película

Elongación

Mediante este análisis se puede determinar tres propiedades: tensión, deformación y módulo de elasticidad (Vicentini 2003) y está basado en la norma ASTM 828-95 (ASTM 1995). Se

cortaron muestras de 40 mm de longitud y 15 mm de ancho y el texturómetro se calibró con velocidad de 0.1cm/s. La distancia entre las mordazas fue de 30 mm. El módulo de elasticidad se calculó con la siguiente ecuación (Farias *et al.* 2012):

$$\text{Módulo de elasticidad} = Ts / h$$

Donde:

Ts = Fuerza de tensión

h = deformación

2.5.4 Diseño experimental

El diseño experimental comprendió dos etapas; la primera en la elaboración de los laminados y segundo los enjebados.

2.5.4.1 Laminados

Para evaluar la influencia del tipo de ácido y su concentración en la calidad física y mecánica del laminado se realizó un Diseño Completo Aleatorizado, con arreglo factorial (3*3) con dos factores (tipo de ácido y su concentración) y 3 niveles para el factor tipo de ácido (cítrico, fórmico y acético) y las concentraciones de (1 ml, 3 ml y 5 ml) como se muestra en la *Tabla 6*, los ensayos fueron por realizados por triplicado, con un nivel de significancia de α=0.05, la confiabilidad se tomó mediante el coeficiente de variación (CV). Así mismo se realizaron pruebas comparativas de medias de Tuckey en función a las variables. Para ello se utilizaron paquetes estadísticos de Statistica V10.0 y SAS System for Windows.

Tabla 6

Diseño experimental para los análisis físico-mecánicos laminados

Tratamiento	Tipo de ácido	Concentración de ácido
t1	cítrico	1 ml.
t2	cítrico	3 ml.
t3	cítrico	5 ml.
t4	fórmico	1 ml.
t5	fórmico	3 ml.
t6	fórmico	5 ml.
t7	acético	1 ml.
t8	acético	3 ml.
t9	acético	5 ml.

2.5.4.2 Enjebados

Para evaluar los análisis físicos-mecánicos de los enjebados se aplicó un Diseño Completo Aleatorizado, teniendo como tratamiento las concentraciones de azufre (0,5%; 1,0% y 2,0 %), como se observa en la *tabla 7* los ensayos se realizaron por triplicado, con un nivel de significancia de α=0.05, la confiabilidad se tomó mediante el coeficiente de variación (CV). Se realizaron pruebas comparativas de medias de Tuckey en función a las variables. Se utilizaron paquetes estadísticos de Statistica V10.0 y SAS System for Windows.

Tabla 7

Diseño experimental para los análisis físico-mecánicos de los enjebados

Tratamiento	Concentración de azufre
t1	0,5%
t2	1,0%
t3	2,0%

CAPÍTULO III
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Propiedades físicas del laminado

3.1.1. Determinación de Color

El color fue evaluado mediante la determinación del índice de color IC* donde L, a, y b son los parámetros del sistema color CIELAB. El parámetro *L* proporciona un valor de la Luminancia o brillo de la muestra. El parámetro *a* indica la zona de variación entre el rojo y el verde del espectro. El parámetro *b* se refiere a la zona de variación entre el amarillo y el azul del espectro.

Según Vignoni *et al.*, (2006), menciona que el IC* por sus características de variación puede utilizarse como variable de control de la calidad organoléptica de alimentos como es decir si el IC* es positivo (+2 a +20), se relaciona con los colores que van desde el amarillo pálido al naranja intenso.

En la *Tabla 8*, podemos observar que efectivamente el IC*, se encuentra en el rango de 3,29 a 6,56; donde se muestra las tonalidades del color de los tratamientos empleados en esta investigación.

Tabla 8
Variación del índice de color de acuerdo a los tratamientos empleados en la producción de laminados

Tratamientos	L*	a*	b*	IC*
t1	58,54A	10,16D	54,69BA	3,29C
t2	57,22A	11,93BCD	60,15A	3,47C
t3	50,42B	15,19A	44,92C	6,56A
t4	55,76A	10,62CD	56,88A	3,31C
t5	57,71A	11,13BCD	49,07C	3,85CB
t6	56,96A	12,95BA	46,49C	4,89B
t7	55,76A	10,95BCD	56,88A	3,40C
t8	57,37A	12,46BC	49,74BC	4,26CB
t9	56,96A	12,95BA	46.49C	4,89B

Medias seguidas de la misma letra en la columna no se diferencian por la prueba de tukey al 5% de probabilidad

Las mezclas del látex de Shiringa con el tipo de ácido con las diferentes concentraciones estudiadas en este trabajo presentaron tonalidad amarillo-marrón. En la tabla 9, se presenta los colores de los tratamientos de acuerdo a su diferencia de color.

Estos colores están basados en la gráfica de color CIELAB y fueron determinados utilizando el software online “EasyRGB” (Logicol SRL, 2014).

Tabla 9
Color de los tratamientos en estudio en escala decreciente de su diferencia de color

Tratamiento	Tipo de ácido	Concentración de ácido	ΔE	Color
t1	cítrico	1 ml.	1,6912	
t2	cítrico	3 ml.	2,7171	
t3	cítrico	5 ml.	2,4162	
t4	fórmico	1 ml.	6,0954	
t5	fórmico	3 ml.	2,4218	
t6	fórmico	5 ml.	1,8499	
t7	acético	1 ml.	5,7944	
t8	acético	3 ml.	3,1883	
t9	acético	5 ml.	2,4457	

Katayama (2017), menciona que el color del látex de la shiringa se encuentra entre blanco, blanco amarillo a amarillo, sin embargo las concentraciones utilizadas en el presente trabajo manifiestan un cambio brusco en la coloración inicial de la muestra lo que podrían alterar las características físico química del producto final, tal como lo dice Kongkaew et al., (2012) y Intapun, (2009), donde menciona que por la influencia de las sustancias químicas que entran en contacto con el caucho durante las etapas iniciales del proceso de beneficio sobre las propiedades del producto final es un asunto prácticamente inexplorado, a pesar de que se conoce que este tipo de aditivos pueden afectar dichas características. Los valores de ΔE* de los tratamientos se encuentran en el rango de 1,69 – 6,09.

3.2. Determinación de las propiedades mecánicas en las concentraciones de nuevos ácidos de los productos de laminado.

En la *Tabla 10*, se muestran los resultados obtenidos de las propiedades físicas y mecánicas; con respecto al área transversal, se observa que existe diferencias altamente significativas entre los tratamientos, prevalece el contenido de ácido acético en todas sus concentraciones (1 ml, 3 ml y 5 ml), la misma función sucede en la elongación a excepción en el tratamiento T1 (ácido cítrico a 1 ml.).

Tabla 10

Resultados de las variables físicas y mecánicas de los tratamientos que influyen en el laminado

Tratamientos	Área transversal ($mm^{2)}$	Elongación (%)	Módulo de Young (N/mm^2)	Perforación (%)	Impureza (%) $/10^{-2}$
t1	37,63ED	24,20BAC$^{2/}$	1,25DC	34,73D	5,44BC
t2	37,397E	28,35A	1,09D	73,56A$^{1/}$	7,42A$^{2/}$
t3	41,36DC	14,25E	2,43A	36,77D	7,62A$^{1/}$
t4	42,12C	17,67ED	1,96BAC	48,58C	5,72BC
t5	41,36DC	14,64E	2,45A$^{2/}$	40,15D	6,33BA
t6	43.60BC	18,12ED	2,64A$^{1/}$	47,81C	4,53C
t7	47,98A$^{1/}$	21,40BDC$^{3/}$	2,36BA	56,89B$^{3/}$	6,88BA$^{3/}$
t8	45,10BAC$^{3/}$	24,93BA$^{1/}$	1,63BDC	63,68B$^{2/}$	5,84BC
t9	46,43BA$^{2/}$	19,22EDC	2,44A$^{3/}$	49,54C	5,59BC

$^{1/, 2/, 3/}$ Mejores tratamientos de acuerdo a las variables estudiadas.

Medias seguidas de la misma letra en la columna no se diferencian por la prueba de tukey al 5% de probabilidad.

Mientras que el ácido fórmico prevalece en el módulo de Young en los tratamientos T5 y T6, pero estadísticamente iguales que el T9. La perforación en los T7 y T8, están sometidas por el ácido acético a diferencia del T2 (ácido cítrico a 3ml), por otro lado, donde se obtuvieron los mayores porcentajes de impurezas fueron en los tratamientos T2, T3 y T7.

La adición de ácido acético o ácido fórmico en el látex reduce el pH hasta alcanzar el punto isoeléctrico, donde la carga eléctrica se anula. Consecuentemente, se disminuyen las repulsiones electrostáticas entre las partículas (Tamara et al., 2014)

3.2.1 Área transversal

En la *Figura 10*, se observa que el ácido acético es el predominante de mayor área transversal en los tratamientos y alcanza en el punto más alto en 49,02 mm^2. Además, las concentraciones no influyen en esta propiedad.

La cantidad de ácido requerida para el proceso de coagulación del látex, depende del estado de madurez de los árboles, de las condiciones climáticas, el tipo de suelo y la línea ó casta del árbol según y los árboles jóvenes dan un látex inestable y durante la sangría se debe añadir al mismo algo de amoníaco para asegurar su estabilidad hasta su manufactura (Bohórquez, 2013).

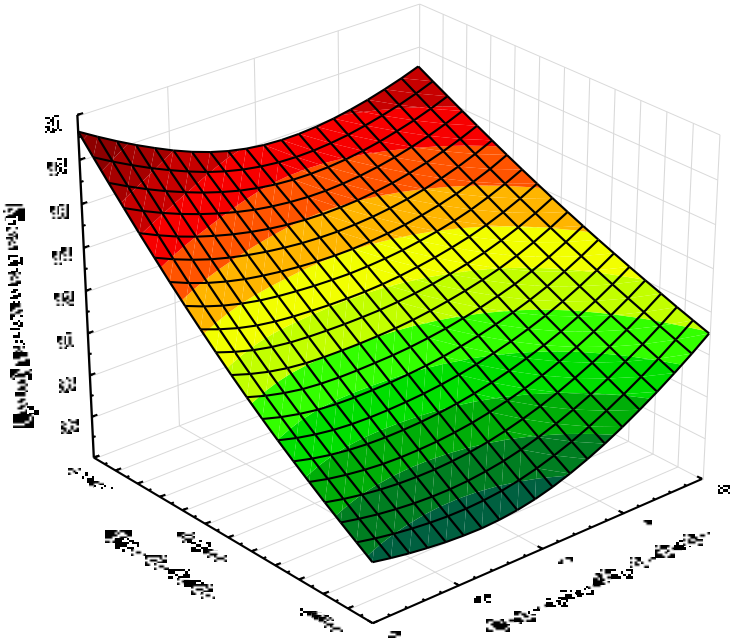


Figura 10. Función del tipo y concentración del tipo de ácido sobre el área transversal

El área transversal de las láminas de caucho es perpendicular al eje de corte, por tal motivo es que los tipos de ácidos y sus respectivas concentraciones y su interacción son diferentes estadísticamente en un P<0,0001, obteniéndose una media de 42,55 mm^2, coeficiente de determinación 0,9104 y coeficiente de variación de 3,09 (*Anexo E*).

3.2.2 Elongación

Según McHugh *et al.* (1994), menciona que la deformación por elongación o alargamiento es la distancia máxima a la que se estira una película antes de romperse, dando como resultado la extensibilidad de la matriz.

En esta propiedad de acuerdo a lo mostrado en el *Anexo F*, se observa que existe una diferencia estadística altamente significativa en todos los factores en estudio (Tipo y concentración de ácidos), con un coeficiente de variación 8,78; media de 20,32% y coeficiente determinación 0,9057.

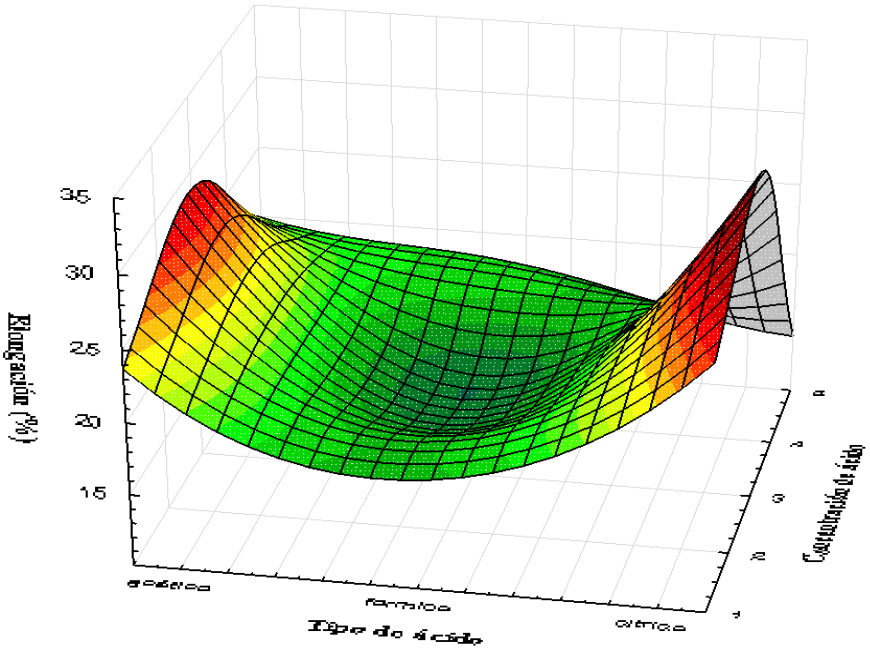


Figura 11: Función del tipo y concentración de ácido sobre el porcentaje de elongación.

En la Figura 11, se observa que, tanto el ácido acético como el cítrico tiene medias mayores que el fórmico y que sus concentraciones no influyen directamente en el proceso de laminado, las estructuras en su composición de estos ácidos podrían ocasionar las diferencias encontradas en este trabajo de investigación.

González *et al.*, (2017b) quienes determinaron la elongación de mezclas de biopelículas indica que la flexibilidad resulta mayoritariamente influenciada por el tipo de goma utilizada en comparación con los iones de los materiales utilizados.

De igual manera relacionando a referencia de trabajos en biopelículas podría ser consecuencia de un menor reforzamiento en el entrecruzamiento de las cadenas cortas del ácido fórmico.

3.2.3 Módulo de Young

Los tratamientos y los factores estudiados en la esta variable (módulo de Young), todos mostraron diferencia altamente significativa, a excepción de la interacción tipo, concentración de ácido que destacado significativa. El coeficiente de determinación alcanzó 85,63%, media de 2,03 y coeficiente de variación 13,40 (*Anexo G*).

En la *Figura 12*, se observa que las medias de mayor concentración se encuentran en 5mL, mientras que el fórmico y acético son los ácidos que intervienen con mayor flexión en la elasticidad de las láminas. El módulo de Young o módulo de elasticidad es un parámetro que caracteriza el comportamiento de un material elástico, según la dirección en la que se aplica una fuerza. (Callister, Jr., William D., 2005).

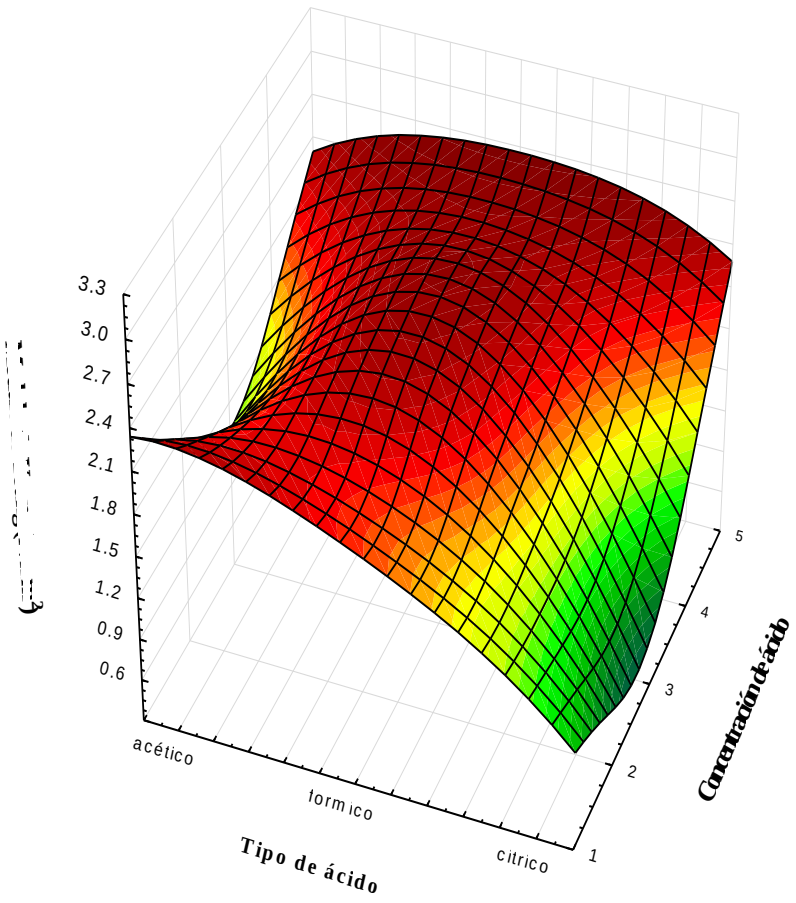


Figura 12: Función del tipo y concentración de ácido sobre el módulo de Young

3.2.4 Porcentaje de perforación

Se puede apreciar en el *Anexo H*, que los tratamientos en estudio, los factores y la interacción entre los factores existe una diferencia altamente significativa, esto es corroborada con el coeficiente de determinación al 97,08%, coeficiente de variación 5,086 y la media de 50,19.

En la *Figura 13*, se observa que desde las concentraciones 3 ml. y 5 ml son las que sobresalen en promedio en la presente investigación, mientras que el ácido acético y cítrico se encuentran por encima del ácido fórmico, esto posible ya que el este ácido es uno de los más simples solo contiene un átomo de carbono, posiblemente impida esta propiedad en la rigidez y elasticidad del laminado. Además, por su estructura están concentraciones muestran una textura blanca coincidiendo con este resultado lo mencionado por Bohórquez *et al.*, (2013).

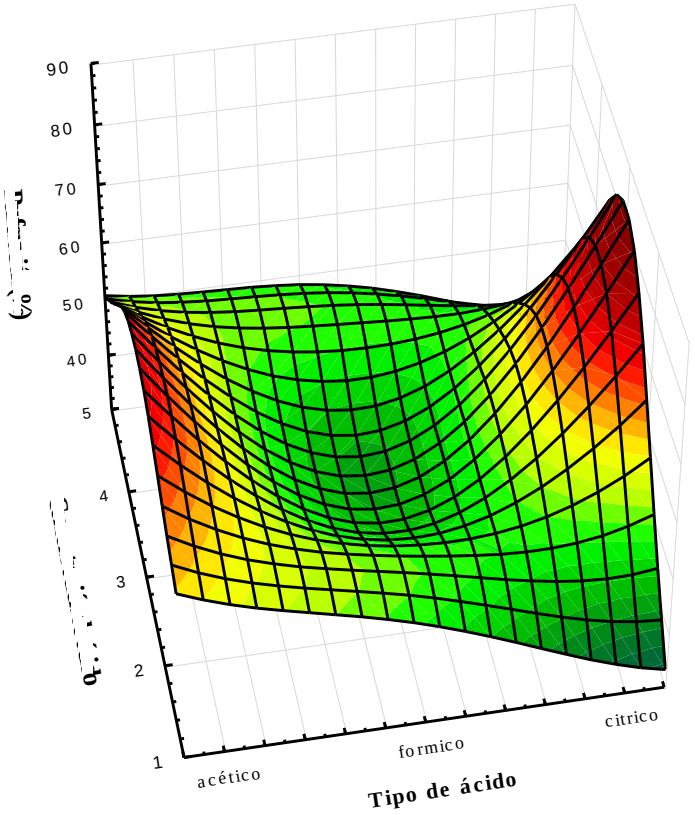


Figura 13: Función del tipo y concentración de ácido sobre la perforación del laminado.

3.2.5 Porcentaje de Impurezas

La *Figura 14*, presenta que el ácido cítrico obtuvo la media de mayor porcentaje de impurezas con respecto al ácido acético y fórmico, esto es posible porque la estructura química del ácido cítrico es de cadena larga. En el *Anexo I*, se observa que todas las variables de la fuente de variación son altamente significativas estadísticamente, con un coeficiente de variación de 83,83%, una media de 0,061% y coeficiente de variación de 8,29.

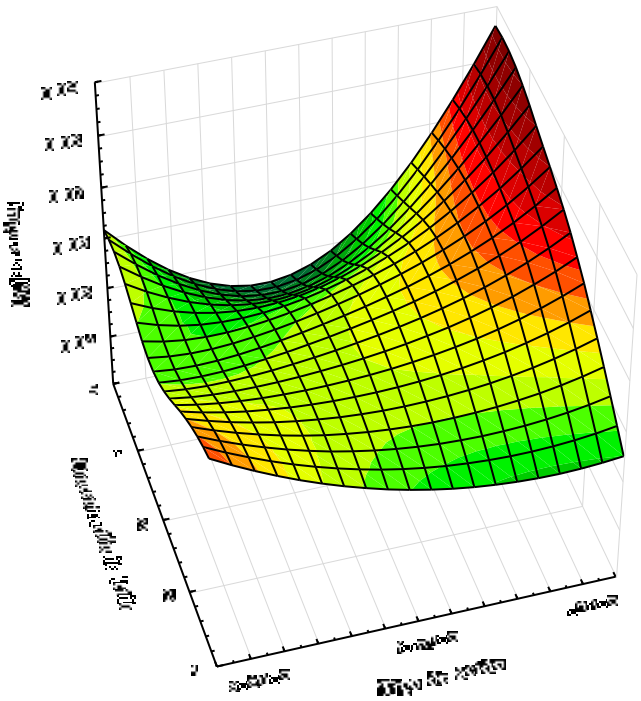


Figura 14: Función del tipo y concentración de ácido sobre el porcentaje de impurezas del laminado.

3.3. Propiedades físicas del enjebado

3.3.1 Determinación de Color

Según Vignoni et al., (2006), menciona que El IC* puede variar de acuerdo a sus propias características del material por sus características de variación puede utilizarse como variable de control de la calidad organoléptica de alimentos como es decir si el IC* es negativo (-40 a -20), se relaciona con los colores que van desde el azul violeta al verde profundo.

En la *Tabla 11*, podemos observar que efectivamente el IC*, se encuentra en el rango de -58.94 a -72.82; esta información se corrobora en la *Tabla 12*, donde se muestra las tonalidades del color de los tratamientos empleados en esta investigación varían desde el verde egipto a verde mosque de acuerdo al software online “EasyRGB” (Logicol SRL, 2014).

Tabla 11
Variación del índice de color de acuerdo a los tratamientos empleados en la producción de enjebados.

Tratamientos	L*	a*	b*	IC
t1	33.8A	-25.62A	-7.25A	-60.30A
t2	34.46A	-15.62A	-7.91A	-58.94A
t3	32.99A	-16.29A	-6.89A	-72.82A

Medias seguidas de la misma letra en la columna no se diferencian por la prueba de tukey al 5% de probabilidad.

Tabla 12
Color de los tratamientos en estudio en escala decreciente de su diferencia de color

Tratamiento	ΔE	Color
t1	3.80	
t2	0.81	
t3	1.80	

3.4. Propiedades mecánicas del enjebado de caucho

3.4.1 Porcentaje de Impurezas del enjebado

Estadísticamente la *Figura 15*, nos expresa que todos los tratamientos no se diferencian significativamente, en las concentraciones de azufre no influenciaron en el rendimiento de las impurezas. (*Anexo J*).

Asociación Americana de Análisis y Materiales – ASTM (1998), menciona que un aumento en el porcentaje de agua en especial de minerales e impurezas, modifica las propiedades del caucho, teniendo que hacerse tratamientos térmicos previos para eliminar y mitigar dicho aumento, antes de llevarse a cabo un uso específico. En nuestra investigación se realizó esta recomendación es por ello la mínima cantidad de impurezas.

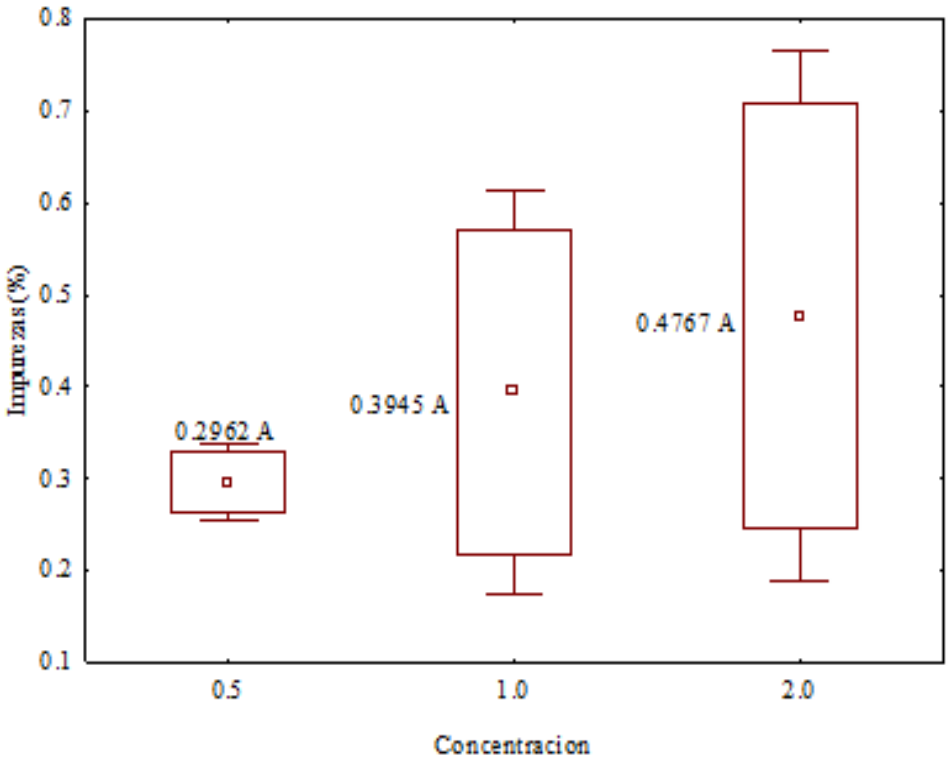


Figura 15: Porcentaje de impurezas en enjebados a diferentes concentraciones azufre.

3.4.2 Espesor del enjebado

Con respecto al espesor en la *Figura 16*, se encuentran dentro de los rangos de 0.23 y 0.25, resultados que se encuentran dentro de los establecido por la norma ASTM (1998), este método de prueba cubre la determinación de las propiedades de tracción de los plásticos en forma de láminas delgadas, incluida las películas menos de 1.0 mm, siendo esta prueba aplicable para nuestras muestras. El ANOVA del espesor (*Anexo K*) puso de manifiesto que la concentración de azufre no influyó significativamente sobre el espesor (P<0,05). Siendo la concentración que más influye sobre el espesor por su alto porcentaje de contribución sobre la varianza del espesor (1%).

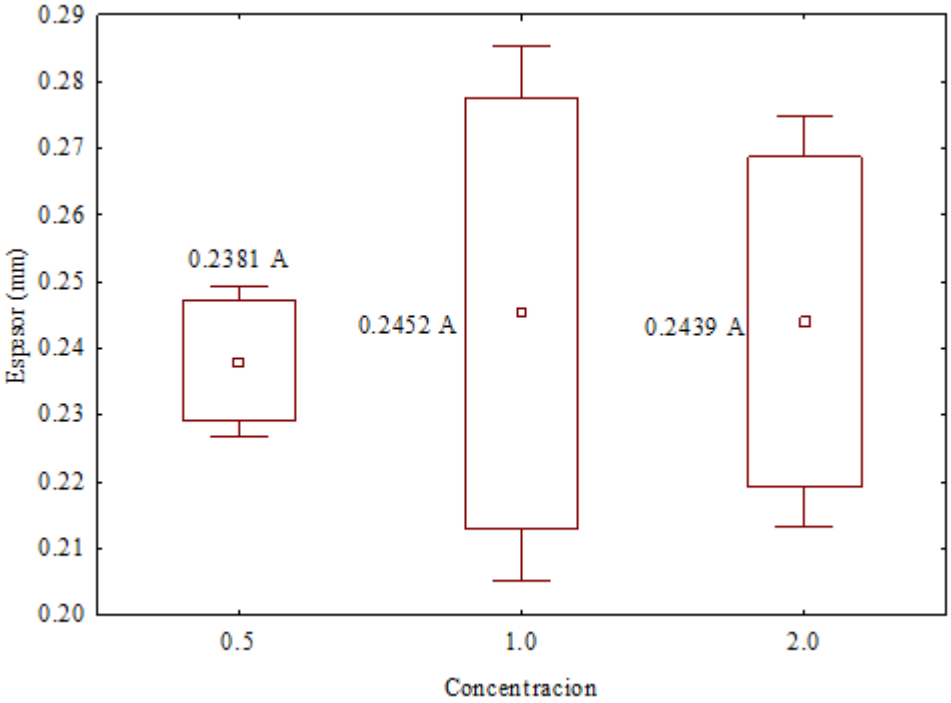


Figura 16: Variación del espesor con respecto a las concentraciones de azufre en los enjebados de látex del caucho.

3.4.3 Permeabilidad al Vapor de Agua (PVA).

En la *figura 17* se muestra los valores de PVA de los enjebados encontrándose en el rango de $5.98x10^{-7}$ g m^{-1} s^{-1} Pa^{-1} hasta $6.58x10^{-7}$ g m^{-1} s^{-1} Pa^{-1}. La tabla 5 se presenta valores de PVA de diversas películas sintéticas hechas principalmente de polietileno de alta densidad, polietileno de baja densidad; polietileno tereftalato y polipropileno.

Gennadios (1994), menciona que se debe tener en cuenta las condiciones de ensayo, ya que tanto de la gradiente de humedad relativa como de la temperatura de ensayo influyen sobre la PVA de las películas. De acuerdo a esta premisa, se puede afirmar que los enjebados a las concentraciones de azufre 0,5%; 1,0% y 2,0% presentaron mejor barrera al vapor de agua que las películas hechas a base polietileno de alta densidad, polietileno de baja densidad; polietileno tereftalato y polipropileno.

El ANOVA del PVA del enjebado *(Anexo L)* manifestó que la concentración de azufre no influyó significativamente sobre el PVA ($P<0,05$). Siendo la concentración que sobresalió en su alto porcentaje de contribución sobre la varianza del PVA al (0,5%).

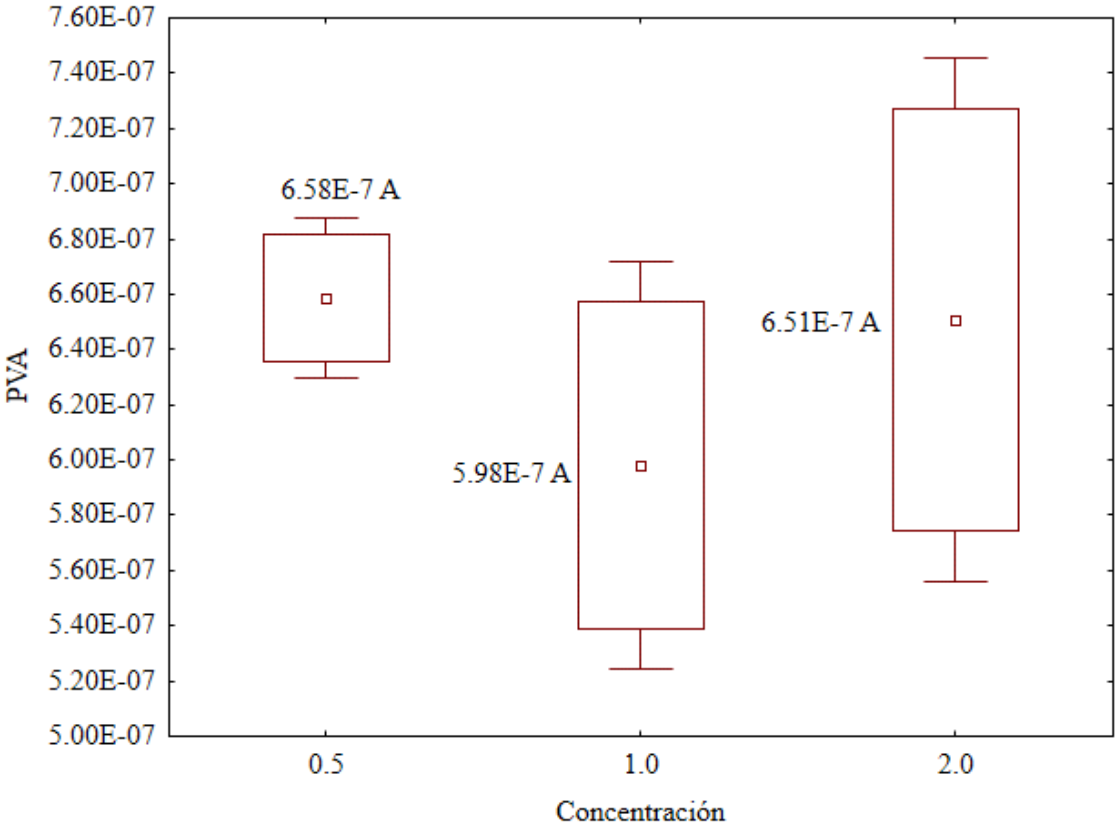


Figura 17: Variación de la permeabilidad del agua (PVA) con respecto a la concentración de azufre.

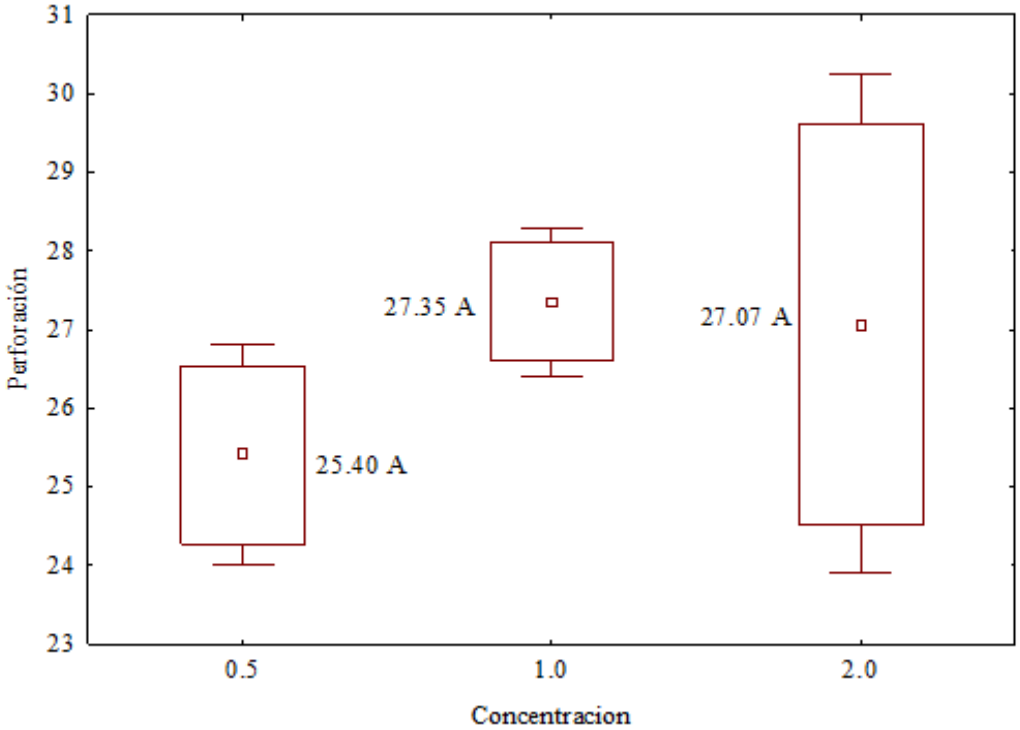


Figura 18: Variación de la perforación del enjebado a diferentes concentraciones

3.4.4 Porcentaje de perforación del enjebado.

Según Vicentini 2003, nos indica que la perforación mide la fuerza necesaria (N) para que una sonda perforé perpendicularmente una película. Esta fuerza está en función al desplazamiento cuanto mayor sea en llegar a un punto establecido la fuerza de ruptura también será mayor.

Partiendo de esta premisa el comportamiento estructural del enjebado es mucho más elástico que las biopelículas u otros materiales; alcanzó una media hasta de 26 % de perforación, esto también se ve reflejado en la *figura 19*, donde se observa que las concentración de azufre no se diferencian estadísticamente entre ellas ($P<0.01$), en el *Anexo M*, se muestran que el coeficiente de determinación (R^2) es 0.7383, mostro que el 86% de la variación de los datos se ajustaron al modelo, coeficiente de variación de 3.16 y la media de 26.61%.

3.5. Comparación de las características físicas de los productos terminados (laminados y enjebados) en color, elasticidad y contenido de impurezas.

En la *Tabla 13*, se observa la diferencia entre algunas características físicas de los laminados y enjebados; claramente se observa que existe diferencias significativas en cuanto a los tratamientos de laminados y que las interacciones de las concentraciones de ácidos han influenciado en las variables de color, perforación e impurezas.

Tabla 13
Comparación física de laminados y enjebados de látex (Hevea brasiliensis)

Tratamientos		Laminados			Tratamientos		Enjebados		
		ΔE	Perforación (%)	Impureza (%) /10^{-2}			ΔE	Perforación (%)	Impurezas (%)
T1	cítrico 1%	16,912	34,73D	5,44BC	T1	Azufre 0,5%	3,0	25,4A	0,2962A
T2	cítrico 3%	27,171	73,56A	7,42A					
T3	cítrico 5%	24,162	36,77D	7,62A/					
T4	fórmico 1%	60,954	48,58C	5,72BC	T2	Azufre 1,0%	0,8	27,35A	0,3945A
T5	fórmico 3%	24,218	40,15D	6,33BA					
T6	fórmico 5%	18,499	47,81C	4,53C					
T7	acético 1%	57,944	56,89B	6,88BA/	T3	Azufre 2,0%	1,8	27,07A	0,4767A
T8	acético 3%	31,883	63,68B	5,84BC					
T9	acético 5%	24,457	49,54C	5,59BC					

Medias seguidas de la misma letra en la columna no se diferencian por la prueba de tukey al 5% de probabilidad

Las concentraciones de azufre (0,5%; 1,0% y 2,0%), claramente no influenciaron significantemente en las variables del enjebado. Claro está que al comparar ambos productos terminados existen diferencias significativas ya que los tratamientos fueron diferentes.

Finalmente podemos mencionar que el nivel de impacto al usar las concentraciones de ácido fórmico en grandes cantidades es peligroso presentando irritaciones en la piel y corrosivo para el tracto respiratorio y su punto de inflamación es a 49°C, pero en bajas concentraciones es aceptable para la salud (*Sigma Aldrich 2019a*).

El ácido acético es un ácido débil ya que su obtención es producto de las fermentaciones que confiere características organolépticas a los alimentos y por ello es utilizado en procesos industriales como la síntesis de acetato de celulosa. Sin embargo su manipuleo debe estar prevenida por su flamabilidad en ambientes que excede los 39 °C (102 °F). (*Sigma Aldrich 2019b*).

El ácido cítrico como principal característica cuenta con un alto poder a degradarse, y además no es tóxico, excelente reactivo para la investigación, en obtener ácidos orgánicos mediante la biotecnología, sino también en distintas síntesis orgánicas y no es nocivo para el ser humano y su obtención no perjudica al medio ambiente (*Muñoz-Villa, et al., 2014*)

Puede provocar irritaciones en los ojos y garganta de los animales, cuando la toma tiene lugar a través de la inhalación del azufre en su fase gaseosa. El azufre se aplica extensivamente en las industrias y es emitido al aire, debido a las limitadas posibilidades de destrucción de los enlaces de azufre que se aplican.

El azufre tiene efectos dañinos en animales principalmente al cerebro, atacando directamente al sistema nervioso. Estudios indican causan daños fetales y efectos congénitos. Las madres pueden incluso transmitirles envenenamiento por azufre a sus hijos a través de la leche materna (Lenntech 2019)

CONCLUSIONES

Se lograron obtener laminados y enjebados del látex de Shiringa (*Hevea brasiliensis*) obtenido de la Zona de Concesión Bristol

- Las concentraciones de ácidos (acético, fórmico y cítrico), si influenciaron estadísticamente (P<0.01) en el comportamiento de los laminados de látex. El tratamiento que presento media superior con respecto a las propiedades mecánicas fue el tratamiento T8 (ácido acético a 3 ml de concentración) y el T7 (ácido acético a 1 ml de concentración). Los mejores tratamientos con respeto a las propiedades físicas (<impurezas) destaco el T4, T5 y T6 en promedio de todos los tratamientos. Los valores de ΔE* con respecto al color, se encuentran en el rango de 1,69 – 6,09 presentando tonalidad amarillo - marrón. Las concentraciones de ácidos (acético, fórmico y cítrico), si influenciaron para la obtención de laminados.

- Las concentraciones de azufre expuestas en el presente trabajo de investigación no influenciaron estadísticamente (P<0.01) en las propiedades mecánicas de los enjebados, sin embargo en términos de rendimiento de impurezas y disminución de costos el tratamiento de azufre al 0.5% (T1) presentó buenas características. Los valores de ΔE* con respecto al color, se encuentran en el rango de 0,81 – 3,80 presentando tonalidad verde egipto a verde mosque. Las concentraciones de azufre (0,5%, 1% y 2%), si influenciaron para la obtención de enjebados.

- El laminado y enjebado por sus diferentes ácidos y concentraciones (ácidos cítricos, fórmico, acético y azufre) se ven diferenciados estadísticamente en sus características físicas de color, elasticidad e impurezas.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda utilizar una concentración de 1 ml. de ácido acético para la elaboración de laminados y de 0,5 % de azufre para la elaboración de enjebado, ambos por contar con buenas características mecánicas y físicas.

- Caracterizar el perfil reológico de las concentraciones de los ácidos acético, fórmico y cítrico para productos del laminado y concentraciones de azufre para productos de enjebado.

- Es importante buscar alternativas que en el proceso de beneficio sean más benévolas con nuestro medio ambiente, permitiéndonos ser competitivos, pero a la vez sostenibles con nuestro entorno, con miras a una mejor calidad de vida de nuestras generaciones futuras.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGROCADENAS Colombia. (2005). La Cadena del Caucho en Colombia: Una Mirada Global de su Estructura y Dinámica 1991-2005. Bogotá-Colombia: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Recuperado el 30 de 05 de 2016, de http://agronet.gov.co/www/docs_agronet/200511215190_caracterizacion_caucho.pdf

ASTM (American Society for Testing Material) 1995. Annual Book of ASTM Standars. D828-95a ed. Philadelphia.

ASTM. (1998). Designation D 882-98: Standard Test Method for Tensile Properties of Thin Plastic Sheeting. Annual Book of ASTM Standards. Philadelphia, PA, USA: American Society for Testing and Materials.

Blackley, D. C. (1997). Polymer Latices: Sciencie and Techology. Types of Latices. Chapman & Hall., 2,, p. 78 - 114. Reino Unido.

Blackley, D. C. (1997). Polymer Latices: Sciencie and Techology. Types of Latices. Chapman & Hall., 2,, p. 78 - 114. Reino Unido.

Bohórquez, A. L., Sierra, G., & Gallego, J. (2013). Efecto de la variación de la concentración de ácido fórmico y ácido acético en el proceso de coagulación del látex proveniente del caucho natural Hevea brasiliensis. Momentos de Ciencia, 10(1).

Bohórquez, A. L., Sierra, G., & Gallego, J. (2013). Efecto de la variación de la concentración de ácido fórmico y ácido acético en el proceso de coagulación del látex proveniente del caucho natural Hevea brasiliensis. Momentos de Ciencia, 10(1).

Cáceres Sandoval , A. P. (2011). Estudio de caracterización fisicoquímica de látex natural proveniente de hevea brasiliensis por medio de termogravimetria. Universidad Industrial de Santander, Facultad de Ingeniería Fisicoquímica, Escuela de Ingeniería Química. Bucaramanga, Colombia.

Cáceres Sandoval , A. P. (2011). Estudio de caracterización fisicoquímica de látex natural proveniente de hevea brasiliensis por medio de termogravimetria. Universidad Industrial de Santander, Facultad de Ingeniería Fisicoquímica, Escuela de Ingeniería Química. Bucaramanga, Colombia.

Callister, Jr., William D (2005), Fundamentals of Materials Science and Engineering (2ª edición), United States of America: John Wiley & Sons, p. 199, ISBN 9780471470144

Cáseres Sandoval, A. P. (2011). Tesis: Estudio de caracterización fisicoquimica de latex natural proveniente de hevea brasiliensis por medio de termogravimetria. Bucaramanga, Colombia.

CONAIBO (2009). Catalogo taxonómico de especies de méxico. 1. In Capital Nat.Mexico. CONAIBO, México City.

Condori Yajahuanca, E. A. (2015). Guía técnica para el aprovechamiento y comercialización de látex de shiringa de bosques naturales. Madre de Dios, Perú.

De Leon, H. P. (2005). Informacion General y Cálculos Básicos en la Heveicultura. (S. S.A, Ed.) Guatemala.

Delassus, P. (1997). Barrier polymers. En A. L. Brody, & K. S. Marsh, The Wiley Encyclopedia of packaging technology (págs. 71-77). New York: Wiley.

Delassus, P. (1997). Barrier polymers. En A. L. Brody, & K. S. Marsh, The Wiley Encyclopedia of packaging technology (págs. 71-77). New York: Wiley

Farias MG, Fakhouri FM, Carvalho WP, Ascheri LR. 2012. Caracterizacao físico-química de filmes comestíveis de amido adicionado de acerola (Malphigia emarginata D.C.). Quim. Nova 35:546-552. [Consultado 2019 mayo 23]. http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010040422012000300020&lng=en&nrm=iso&tlng=pt

FiTe03-ElSira-GIZ. (2012). Aprovechamiento del Caucho Silvestre por la Comunidades Nativas en la Selva Amazónica del Perú. Proyecto Biodiversidad y Cambio Climáti co en la Reserva Comunal “El Sira”. Pasco, Perú.

Frederico, J. (1995). Rubber growig soils in Sao Paulo, Brazil. Indian J. Nat. Rubber. En A. A.. Sao Pablo, Brazil.

Gennadios, A., Bradenburg, A. H., Park, J. W., Weller, C. L., & Testin, R. F. (1994). Water vapor permeability of wheat gluten and soy protein isolate films. Industrial Crops and Products, 189-195.

González, R. (2017). Incidencia de los Iones Divalentes y Monovalentes en las Propiedades Físico Mecánicas y de Barrera en Biopelículas a Base de Goma Gelana, Información Tecnológica, 28(2), 6774 (2017b).

Gremhule. (2000). Manual practico del cultivo de hule. Guatemala C. A.

Hamilton., R. (agosto de 2001). "Diagnosis of natural rubber latex allergy". En: Journal of Allergy and Clinical Immunology,. Vol. 110, , Edición 1.

http://bibliotecadigital.agronet.gov.co/jspui/bitstream/11348/4051/1/El%20cultivo%20del%20caucho.pdf.

IIAP. (2010). “Obtención de clones de shiringa (Hevea brasiliensis) de alta productividad y tolerancia al mal sudamericano de las hojas en la región de Madre de Dios. En El cultivo de la shiringa . Madre de Dios, Perú.

Intapun, J. (2009). Study of the Effects of biological Maturation fo Coagula of Hevea Brasiliensis Latex on Dry Rubber Properties. Tesis doctoral, Montpellier SupAgro, Doctoral School “Process Sciences - Food Sciences”.

Katayama, N. G. V., & Zavaleta, T. V. (2017). Prospección e identificación de árboles plus de shiringa (Hevea spp.), en rodales naturales de la provincia de Tahuamanu, Perú. Biodiversidad Amazónica, 2(2).

Kongkaew, C., Loykulnant, S., and Chaikumpollert, O. (2012). Patente nº 254424. India.

Le Bras, J. (1960). Fundamentos de ciencia y tecnologia del caucho. p. 53 - 72. España: Gustavo Gili, S.A,.

Lenntech, 2019 (02 de diciembre 2019). Propiedades químicas del Azufre - Efectos del Azufre sobre la salud - Efectos ambientales del Azufre. Recuperado de https://www.lenntech.es/periodica/elementos/s.htm#Nombre

Logicol S.R.L. (12 de Noviembre de 2014). EasyRGB. Obtenido de EasyRGB Web Site: http://www.easyrgb.com/

Martelli, S. M., Moore, G., Paes, S. S., Gandolfo, C., & Laurindo, J. B. (2006). Influence of plasticizers on the water sorption isotherms and water vapor permeability of chicken feather keratin films. LWT-Food Science and Technology, 39(3), 292-301.

Mayhuire, A., & Cuadros Huamani, Y. B. (2017). Formulación y evaluación físico mecánica de películas biodegradables en base a residuos cítricos y celulosa bacteriana.

McHugh TH, Krochta JM. 1994. Sorbitol vs glycerol-plasticized whey protein edible films: integrated oxygen permeability and tensile property evaluation. J Agricultural and Food Chem. 42: 841-845. eng. doi: 10.1021/jf00040a001

Morrison, R. T., & Boyd, R. N. (1998). Química Orgánica. p.1233. México: Addison Wesley Longman.

Muñoz Garrido JM. 2014. Evaluación, caracterización y optimización de un bioplástico a partir de la combinación de almidón de maíz, yuca y glicerol en sus propiedades físicas y de barrera [Tesis]. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano-Honduras. 30p.

Muñoz-Villa, A., Sáenz-Galindo, A., López-López, L., Cantú-Sifuentes, L., & Barajas-Bermúdez, L. (2014). Ácido Cítrico: Compuesto Interesante Citric Acid: Interesting Compound. Revista Científica de la Universidad Autónoma de Coahuila, 6(12).

Paschoalick, T. M., Garcia, F. T., Sobral, P. D. A., & Habitante, A. M. Q. B. (2003). Characterization of some functional properties of edible films based on muscle proteins of Nile Tilapia. Food Hydrocolloids, 17(4), 419-427.

PEHCBM. (2014). Recuperado el 27 de 05 de 2016, de pehcbm.gob.pe: http://www.pehcbm.gob.pe/frmnoticias.aspx?id=345.

PEHCBM. (2016). Buscan mejorar producción de los derivados de la shiringa. Diario Voces. Recuperado el 16 de 05 de 2016, de ww.diariovoces.com.pe/58365/buscan-mejorar-produccion-derivados-shiringa#ixzz47nkyGkg5

Prohaciendo. (2010). El Cultivo de Caucho. Colombia. Recuperado el 31 de Mayo de 2016, de:http://bibliotecadigital.agronet.gov.co/jspui/bitstream/11348/4051/1/El%20cultivo%20del%20caucho.pdfRojo, G. (2003). Predicción de la producción de látex en plantaciones comerciales de hule (Hevea brasiliensis MÜLL. ARG.) . Oxaca, México.

Rossmann, H. (2012). El cultivo de caucho en Brasil promover, comercializar y la industria. Revista Lateks

Ruiz C., T. (2010). Estudio experimental para la implementación de un proceso de producción de caucho natural. Bucaramanga, Colombia: Universidad de Santander. Obtenido de repositorio.uis.edu.co/jspui/handle/123.

Salgado, P. R., Ortiz, S. E. M., Petruccelli, S., & Mauri, A. N. (2010). Biodegradable sunflower protein films naturally activated with antioxidant compounds. Food Hydrocolloids, 24(5), 525-533.

Santi Loor Franklin Nelson (2014). Actividad del pH de la solución de ácido orgánico en la obtención de chipas del látex del caucho (Hevea brasiliensis) en la Parroquia Patricia Pilar. Quevedo - los Ríos - Ecuador - Universidad Técnica Estatal de Quevedo.

Sarabia Ortiz, A. (2014). Comparación de dos métodos de coagulación del látex (Hevea brasiliensis). Trabajo presentado como requisito para optar al título de: Especializacion en cultivos perennes industriales. Magdalena, Colombia.

Sarabia Ortiz, A. (2014). Comparación de dos métodos de coagulación del látex Hevea brasiliensis en Magdalena Medio Colombiano. (U. N. Colombia, Ed.) Colombia.

Sigma Aldrich 2019a. Especificaciones técnicas Ácido Fórmico. Recuperado de https://www.sigmaaldrich.com/catalog/product/sigald/f0507?lang=en&region=US

Sigma Aldrich 2019b. Especificaciones técnicas Ácido acético. Recuperado de https://www.sigmaaldrich.com/catalog/product/sigald/a6283?lang=en&region=US

Tamara, A. M. C., Pineda, H. R., & Bohorquez, A. L. (2014). Análisis y caracterización fisicoquímica del látex de caucho especie Hevea Brasiliensis. Revista Tumbaga, 1(9).

USAID-PERÚ, & Centro de Promoción de la Equidad María Elena Moyano. (2013). "Caucho al Siglo 21, Dignidad Amazónica". Bases para una política de reconstrucción de la cadena productiva del caucho natural e innovaciones en adaptación al cambio climático y desarrollo alternativo. Perú.

Vicentini NM. 2003. Elaboração E Caracterização De Filmes Comestíveis À Base De Fécula De Mandioca Para Uso Em Pós-Colheita [Tese de Doutorado]. Faculdade de Ciencias Agronomicas- Unesp, Botucatu-Brasil. 198 p.

Vignoni L., Césari R., Forte M y Mirábile M. (2006). Determinación de Índice de Color en Ajo Picado. Información Tecnológica-Vol. 17 N°6, pág.: 63-67

x-Rite. (2002). Guía para entender la comunicacion del color. Revista cientifica - Michigan-USA

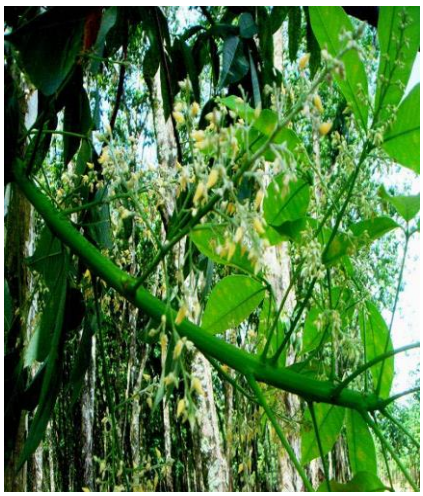
ANEXOS

Anexo A: *Características de la especie Hevea brasiliensis.*

Árbol de Shiringa ***(Hevea brasiliensis)***

Tronco.

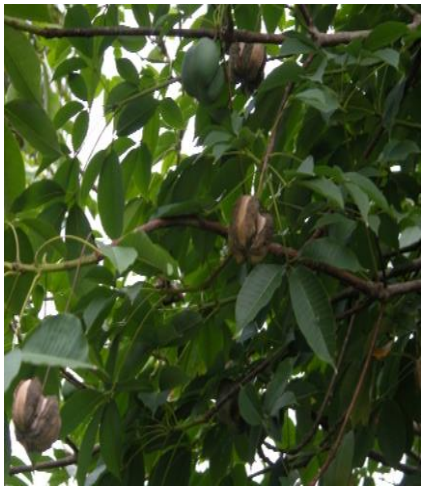
Hojas.



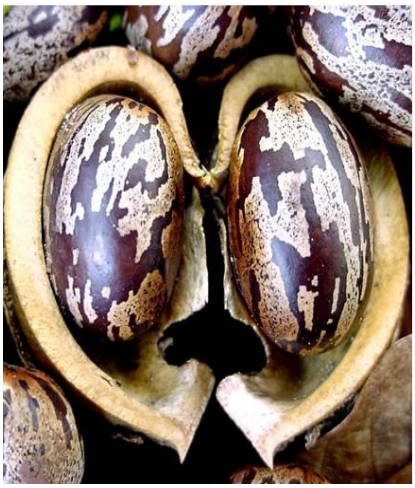
Floración.

Las Flores.

Fruto.

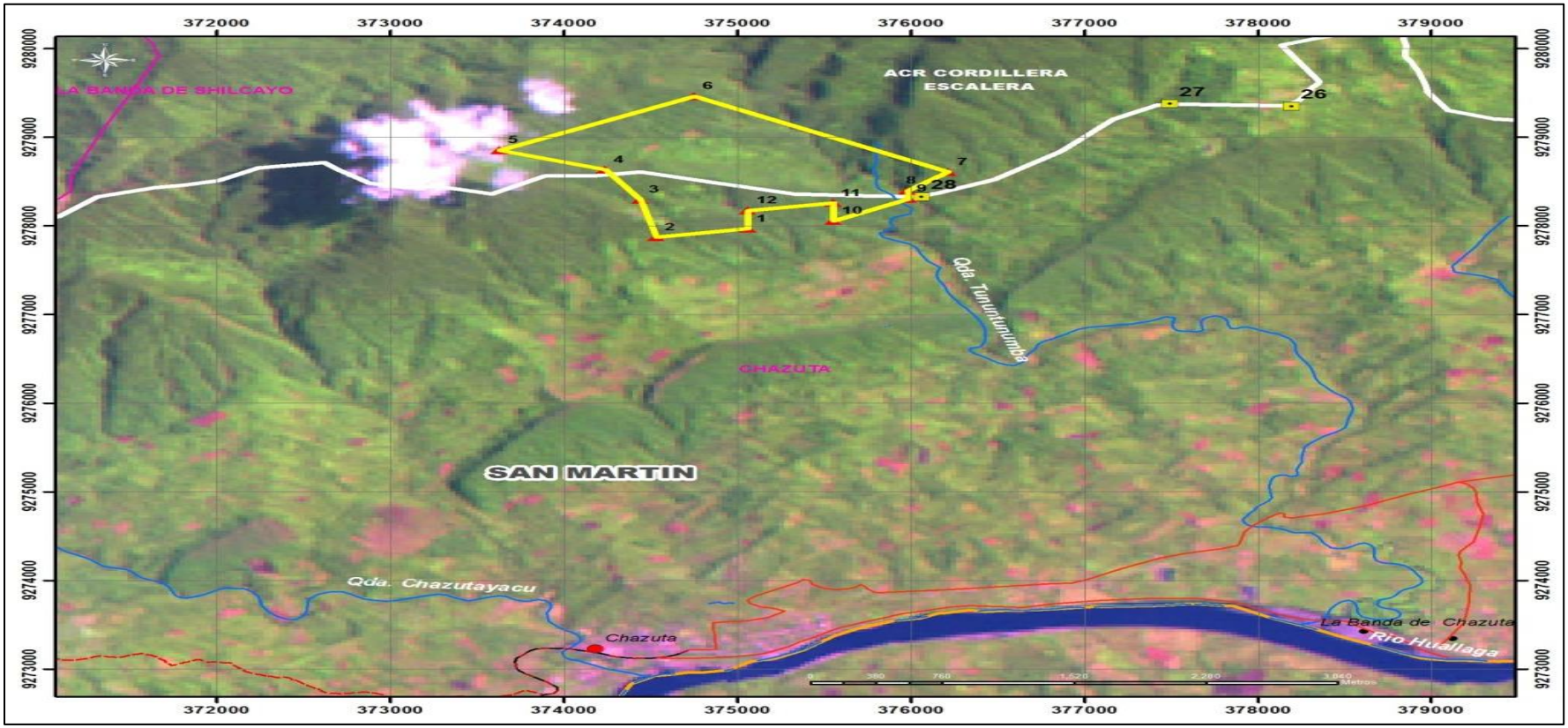


Fructificación



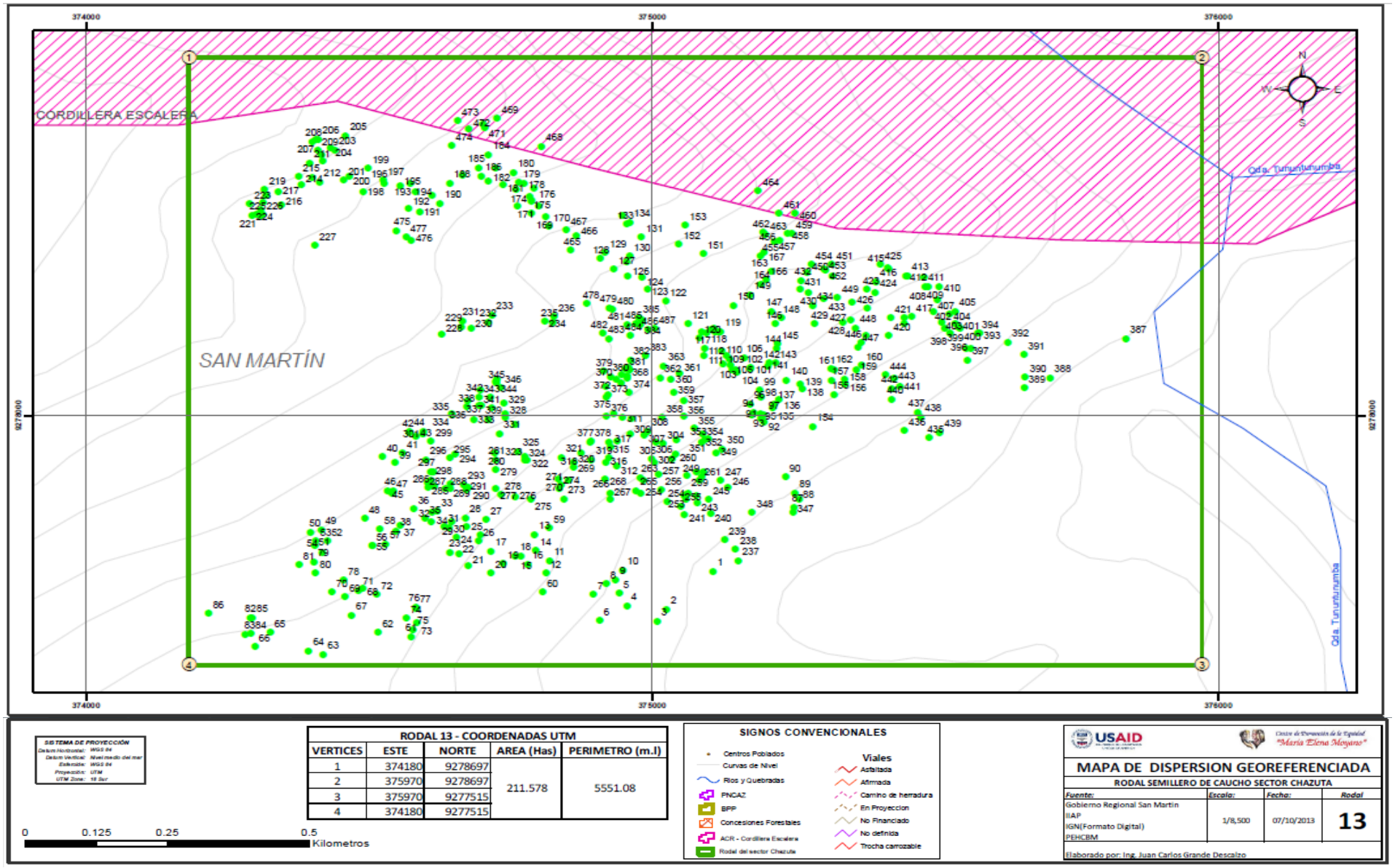
Semilla

Anexo B: *Fotografía satelital del área concesionada de producción de Shiringa*



MAPA DE UBICACIÓN

Anexo C: *Mapa de dispersión georeferenciada (Rodales semilleros de caucho de la zona concesionada Bristol de Chazuta)*



RODAL 13 - COORDENADAS UTM				
VERTICES	ESTE	NORTE	AREA (Has)	PERIMETRO (m.l)
1	374180	9278697	211.578	5551.08
2	375970	9278697		
3	375970	9277515		
4	374180	9277515		

Anexo D: *Identificación Certificada de la especie:* ***Hevea brasiliensis****.*

UNAP

Centro de Investigación de
Recursos Naturales
Herbarium Amazonense — AMAZ

INSTITUCIÓN CIENTÍFICA NACIONAL DEPOSITARIA DE MATERIAL BIOLÓGICO
CÓDIGO DE AUTORIZACIÓN AUT-ICND-2017-005

CONSTANCIA N.º 20-2019-AMAZ-UNAP

El Coordinador del Herbarium Amazonense (AMAZ) del CIRNA, de la Universidad Nacional de la Amazonia Peruana

HACE CONSTAR:

Que, la muestra botánica presentada por **FRANCIS MURRIETA ACUÑA,** egresado de la **Facultad de Ingeniería Agroindustrial** de la **Universidad Nacional de San Martin** - Tarapoto pertenece al proyecto de tesis de pre grado titulado **"Obtención y Evaluación de láminas y enjebados de látex de shiringa (*Hevea brasiliensis*), en el distrito de Chazuta – San Martín"** ha sido **DETERMINADA** en este centro de investigación y enseñanza **Herbarium Amazonense-AMAZ** del **CIRNA-UNAP** como se indica a continuación:

N°	FAMILIA	ESPECIE
01	EUPHORBIACEAE	***Hevea brasiliensis*** **(Willd. ex A. Juss.) Müll. Arg.**

A los trece días del mes de noviembre del dos mil diecinueve, se expide la presente constancia al interesado para los fines que se estime conveniente.

Atentamente,

Richard J. Huaranca Acostupa
Coordinador Herbarium Amazonense

UNIVERSIDAD LICENCIADA
RESOLUCIÓN Nº 012-2019-SUNEDU/CD
Lima, 1 de febrero de 2019

Anexo E: *Variable dependiente: área transversal del laminado*

Fuente	DF	Suma Cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Tratamiento	8	317.5020314	39.6877539	22.87	<.0001
a	2	267.6731603	133.8365801	77.11	<.0001
b	2	28.3221665	14.1610833	8.16	0.0030
a*b	4	21.5067046	5.3766761	3.10	0.0419
Error	18	31.2418667	1.7356593		
Total corregido	26	348.7438981			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	área trans Media
0.910416	3.096167	1.317444	42.55081

Anexo F: *Variable dependiente: Elongación del laminado*

Fuente	DF	Suma cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	8	550.7624270	68.8453034	21.62	<.0001
a	2	164.0024019	82.0012009	25.75	<.0001
b	2	141.9790866	70.9895433	22.29	<.0001
a*b	4	244.7809386	61.1952346	19.22	<.0001
Error	18	57.3150330	3.1841685		
Total correcto	26	608.0774600			

R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	elongación Media
0.905744	8.782342	1.784424	20.31831

Anexo G: *Variable dependiente: Modulo de Young del laminado*

Fuente	DF	Suma cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	8	7.92425119	0.99053140	13.41	<.0001
a	2	2.80007893	1.40003947	18.96	<.0001
b	2	3.12553256	1.56276628	21.16	<.0001
a*b	4	1.99863969	0.49965992	6.77	0.0017
Error	18	1.32940609	0.07385589		
Total correcto	26	9.25365728			

R-cuadrado	Coef. Var.	Raíz MSE	Modulo Young Media
0.856337	13.40114	0.271764	2.027920

Anexo H: *Variable dependiente: Perforación del laminado*

Fuente	DF	Suma cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	8	3905.373815	488.171727	74.91	<.0001
a	2	608.820161	304.410080	46.71	<.0001
b	2	1097.655010	548.827505	84.22	<.0001
a*b	4	2198.898644	549.724661	84.36	<.0001
Error	18	117.297060	6.516503		
Total correcto	26	4022.670874			

R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	perforación Media
0.970841	5.086106	2.552744	50.19054

Anexo I: *Variable dependiente: Impurezas del laminado*

Fuente	DF	Suma cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	8	0.00242600	0.00030325	11.66	<.0001
a	2	0.00076788	0.00038394	14.77	0.0002
b	2	0.00019745	0.00009872	3.80	0.0421
a*b	4	0.00146067	0.00036517	14.05	<.0001
Error	18	0.00046794	0.00002600		
Total correcto	26	0.00289394			

R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	Impurezas Media
0.838303	8.289559	0.005099	0.061507

Anexo J: *Variable dependiente: Impurezas del enjebado*

Fuente	DF	Suma cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Rep	2	0.02104351	0.01052175	1.92	0.2603
Trto	2	0.04901750	0.02450875	4.47	0.0955
Error	4	0.00046794	0.00002600		
Total correcto	8	0.09198174			

R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	Espesor Media
0.761684	19.02334	0.074028	0.38914

Anexo K: *Variable dependiente: Espesor del enjebado*

Fuente	DF	Suma cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Rep	2	0.00056616	0.00028308	3.76	0.1207
Trto	2	0.00008691	0.00004345	0.58	0.6024
Error	4	0.00046794	0.00002600		
Total correcto	8	0.00095440			

R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	Espesor Media
0.684269	3.580643	0.008679	0.24240

Anexo L: *Variable dependiente: Permeabilidad al vapor de agua del enjebado*

Fuente	DF	Suma cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Rep	2	1.689322E-16	8.44661E-17	0.07	0.9326
Trto	2	6.505358E-15	3.252679E-15	2.74	0.1783
Error	4	4.75508E-15	1.18877E-15		
Total correcto	8	1.142937E-14			

R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	Espesor Media
0.583960	5.422910	3.44785E-8	6.35794E-7

Anexo M: *Variable dependiente: Perforación del enjebado*

Fuente	DF	Suma cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Rep	2	1.34709578	0.67354789	0.95	0.4596
Trto	2	6.65339828	3.32669914	4.69	0.0893
Error	4	2.83547286	0.7088682		
Total correcto	8	10.83596692			

R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	Espesor Media
0.738328	3.164064	0.841943	26.60954

Anexo N: *Especificaciones del caucho natural (característica contenido de impurezas) norma ISO 2000.*

CARACTERÍSTICA	CV	L	5	10	20	50	MÉTODO
	verde	verde	verde	Café	Rojo	Amarillo	
Contenido de suciedad % máx.	0.05	0.05	0.05	0.10	0.20	03.50	ISO 249

Fuente: (De Leon, 2005).

Anexo Ñ: *Especificación de los cauchos compactos de Tailandia*

CARACTERÍSTICA	TTR 5L *	TTR 5*	TTR 10	TTR 20	TTR 50
Impurezas, Contenido máx. % de peso	0.05	0.05	0.10	0.20	0.50

* Calidad off látex

Fuente: (De Leon, 2005).

Anexo O: *Especificación de los cauchos compactos de indonesia (S.I.R)*

CARACTERÍSTICA	Caucho "Off Látex"			Coágulo del espuma de látex	Cauchos secundarios y varios coágulos.	
	SIR 3 CV	SIR 3L	SIR 3WF	SIR 5	SIR 10	SIR 20
Contenido de Impurezas, máx. y del peso	0.03	0.03	0.03	0.05	0.1	0.2

Fuente: (De Leon, 2005).

Anexo P: *Especificación de los cauchos compactos de Singapur (S.S.R) Cauchos "Off Látex"*

CARACTERÍSTICA	SSR 5*	SSR 10	SSR 20	SSR 50
Impurezas, Contenido máx. % de peso	0.05	0.10	0.20	0.50

Fuente: (De Leon, 2005).

Anexo Q: *Especificación de los cauchos compactos de china (S.C.R) según el estándar chino GB 8081-87*

CARACTERÍSTICA	SCR 5L	LIMITES			
		SCR 5	SCR 10	SCR 20	SCR 50
Contenido de Impurezas % máx. GB 8081-87	0.05	0.05	0.10	0.20	0.50

Fuente: (De Leon, 2005).

LEYENDA:

CV = Caucho de Viscosidad Constante.

TTR = Caucho Técnico de Tailandia.

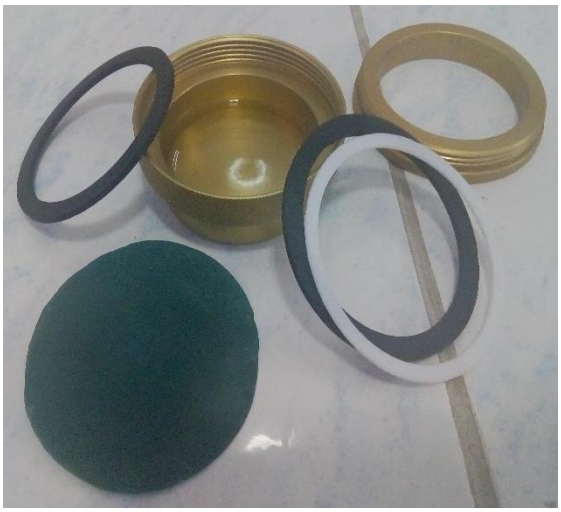
SIR = Caucho Estándar de Indonesia.

SSR = Caucho Estándar de Singapur

SCR = Caucho Estándar de China.

Anexo R: *Colorímetro digital CR-400*

Anexo S: *Vapómetro (Thwing Albert-Instrument, USA),*



Anexo T: *Secado a medio ambiente del enjebado y laminados.*

Anexo U: *Texturómetro Broockfield modelo CT3*