

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN – TARAPOTO
FACULTAD DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



TESIS

**“PRESERVACIÓN Y CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA DEL
LÁTEX NATURAL DEL CAUCHO (*Hevea brasilienses*) EN EL
DISTRITO DE CHAZUTA REGIÓN SAN MARTÍN”**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO AGROINDUSTRIAL**

**PRESENTADO POR EL BACHILLER:
ELADIO NEIRA CHOQUEHUANCA**

TARAPOTO – PERÚ

2017

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN -TARAPOTO
FACULTAD DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

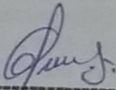
“PRESERVACIÓN Y CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA DEL
LÁTEX NATURAL DEL CAUCHO (*Hevea brasilienses*) EN EL
DISTRITO DE CHAZUTA REGIÓN SAN MARTÍN”

TESIS

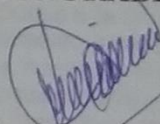
Para Optar el Título Profesional de:
INGENIERO AGROINDUSTRIAL

Presentado por el Bachiller
ELADIO NEIRA CHOQUEHUANCA

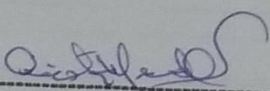
SUSTENTADO Y APROBADO ANTE EL HONORABLE JURADO



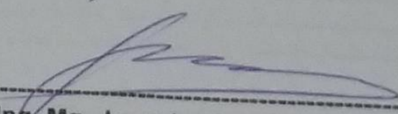
Ing. M.Sc. Alejandro Alberto Cruz Rengifo
PRESIDENTE



Ing. M.Sc. Jaime Guillermo Guerrero Marina
SECRETARIO



Dra. Anita Ruth Mendiola Céspedes
MIEMBRO



Ing. Mg. Juan José Salazar Díaz
ASESOR



Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto
Biblioteca Central y Unidad de Bibliotecas Especializadas

Formato de autorización **NO EXCLUSIVA** para la publicación de trabajos de investigación, conducentes a optar grados académicos y títulos profesionales en el repositorio de tesis digital

1. Datos del autor:

Apellidos y nombres:	NEIRA CHOQUEHUANCA ELADIO	
Código de alumno:	092125	Teléfono: 996571555
Correo electrónico:	ELADICH_18@hotmail.com	DNI: 45225919

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

2. Datos Académicos

Facultad de:	INGENIERIA AEROINDUSTRIAL
Escuela Académico Profesional de:	INGENIERIA AEROINDUSTRIAL

3. Tipo de trabajo de investigación

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

4. Datos del Trabajo de Investigación

Título:	PRESERVACION Y CARACTERIZACION FISICOQUIMICA DEL LATEX NATURAL DEL CAUCHO (HEVEA BRASILIENSIS) EN EL DISTRITO DE CHAZUTA REGION SAN MARTIN
Año de publicación:	2017

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



Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto
Biblioteca Central y Unidad de Bibliotecas Especializadas

<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 por la Biblioteca central o especializada

Fecha de recepción del documento por el Sistema de Bibliotecas:

08 / 11 / 2017



Doc. Alvaro [Signature]
JEFE DE LA UNIDAD DE BIBLIOTECA CENTRAL

Firma de Biblioteca

*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 leer, descargar, reproducir, distribuir, imprimir, buscar y enlazar textos completos (Reglamento de la Ley No 30035).

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

Dedicatoria

Quiero dedicar esta tesis a DIOS ya que gracias a él tengo, sabiduría, inteligencia y salud, he logrado concluir con éxito mi carrera profesional.

A mis hermanos y hermanas que más que hermanos son mis amigos y a toda mi familia en general que es lo mejor y más valioso que DIOS me ha dado.

Mis padres, Ismael y Aquilina, porque ellos han dado razón a mi vida, por sus consejos, su apoyo incondicional y su paciencia, todo lo que soy es gracias a ellos

La vida se encuentra plagada de retos, y uno de ellos es la universidad. Tras verme dentro de ella, me he dado cuenta que más allá de ser un reto, es una base no solo para mi entendimiento del campo en el que me he visto inmerso, sino para lo que concierne a la vida y mi futuro

Agradecimiento

A Dios por darme la vida, la salud y la sabiduría para seguir adelante y sobre todo porque en los momentos más difíciles me dio las fuerzas necesarias para luchar y lograr con mucho éxito esta meta.

Gracias a mi familia en especial a mis padres Ismael y Aquilina, por apoyarme en cada decisión y proyecto, por permitirme cumplir con excelencia en el desarrollo de esta tesis; No ha sido sencillo el camino hasta ahora, pero gracias a sus aportes, su amor, a su inmensa bondad y apoyo, lo complicado de lograr esta meta se ha notado menos. Les agradezco, y hago presente mi gran afecto hacia ustedes, mi hermosa familia

A mi asesor el Ing.Ms.C. Juan José Salazar Díaz, por su esfuerzo y dedicación; sus conocimientos, orientaciones su manera de trabajar, su paciencia y motivación han sido fundamental para mi formación como investigador.

Le agradezco a mi institución UNSM – T especialmente a la facultad de Ingeniería Agroindustrial y a los docentes por las enseñanzas para finalmente pudiera graduarme como un feliz profesional

A mis amigos, compañeros de la promoción 2019 - I, y todas aquellas personas que de una u otra manera han contribuido para el logro de mis objetivos.

A asociación Ecobosque representado por el señor Tomas Fasabi y Julio Saurin del distrito de Chazuta, por sus conocimientos y aportes acerca de esta especie "*Hevea brasiliensis*" más conocido como shiringa, siringa , etc.

ÍNDICE DE CONTENIDO

	Pág.
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Objetivos.....	4
1.1.1. Objetivo general.....	4
1.1.2. Objetivos específicos.....	4
II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	5
2.1. Generalidades del caucho	5
2.1.1. Clasificación taxonómica del caucho natural	6
2.1.2. Características de la especie <i>Hevea brasiliensis</i>	8
2.2. Aspectos agronómicos del caucho natural	8
2.2.1. Clima	8
2.2.2. Suelo	9
2.2.3. Cultivo del caucho	9
2.2.4. Actividades en el bosque para la extracción del látex	10
2.2.4.1. Inventario de árboles (estrada).....	10
2.2.4.2. La pica o sangría : rasgado del árbol.....	11
2.2.4.3. Recolección de látex.....	13
2.2.4.4. Transporte del látex.....	15
2.3. Látex del caucho natural	16
2.3.1. Definición	16
2.3.2. Estructura química	17
2.3.3. Composición química del látex	18
2.4. Propiedades y Características fisicoquímicas del látex natural	20
2.4.1. Propiedades coloidales.....	20
2.4.2. Contenido de sólidos totales (TSC).....	21
2.4.3. Contenido de caucho seco (DRC)	21
2.4.4. Cenizas y materia volátil.....	22
2.4.5. PH	22
2.5. Preservación pre tratamiento del látex natural	22
2.6. Elementos químicos adicionados al látex natural	24
2.6.1. Amoniaco.....	24
2.7. Grupos funcionales	25
2.7.1. Grupos funcionales en hidrocarburos	25
2.7.2. Análisis con Espectroscopia Infrarrojo Por Transformada de Fourier , FTIR	29
2.7.2.1. Espectros IR de hidrocarburos	29

III.	MATERIALES Y MÉTODOS	30
3.1.	Lugar de ejecución	30
3.2.	Equipos, materiales y reactivos	30
3.3.	Metodología	32
3.3.1.	Análisis fisicoquímicos del látex.....	32
3.3.1.1.	Contenido de sólidos totales TSC	32
3.3.1.2.	Contenido de sólidos totales DRC	33
3.3.1.3.	Cenizas.....	33
3.3.1.4.	Materia volátil MV	34
3.3.1.5.	Integridad de grupos funcionales con el FTIR	34
3.3.2.	Análisis estadísticos	34
3.3.3.	Procesamiento de la investigación	35
3.3.3.1.	Sistemas de variables	35
3.3.4.	Preparación de la muestra.....	37
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIONES	38
4.1.	Resultados.....	38
4.1.1.	Caracterización del látex natural " <i>Hevea brasiliensis</i> " sin preservante.....	38
4.1.1.1.	Caracterización para pH	40
4.1.1.2.	Caracterización para densidad	40
4.1.1.3.	Caracterización con el espectrofotómetro infrarrojo FT- IR	41
4.1.2.	Resultado de las características fisicoquímicas con preservante	43
4.1.2.1.	Para PH.....	43
4.1.2.2.	Contenido de sólidos totales o TSC.....	46
4.1.2.3.	Contenido de caucho seco o DRC.....	49
4.1.2.4.	Materia volátil	50
4.1.2.5.	Espectros IR o FTIR del látex natural del caucho.....	51
4.2.	Discusiones	57
V.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	58
5.1.	Conclusiones	58
5.2.	Recomendaciones	59
VI.	BIBLIOGRAFIA.....	60
VII.	ANEXOS.....	65

ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro N° 01: Especies del género hevea identificado en el Perú	7
Cuadro N° 02: Procesos de evolución de la planta del caucho y extracción del látex.	14
Cuadro N° 03: Composición de látex natural	19
Cuadro N° 04: Constituyentes del látex	19
Cuadro N° 05: Propiedades del amoniaco.	24
Cuadro N° 06: Frecuencia de onda para algunos de los grupos funcionales más comunes.	28
Cuadro N° 07: Nomenclatura de los tratamientos de experimento.	35
Cuadro N° 08: Resumen de las cantidades del preservante que se debe agregar para obtener las concentraciones	37
Cuadro N° 09: Características generales obtenidas en el laboratorio	38
Cuadro N° 10: Datos obtenidos del pH sin conservante	40
Cuadro N° 11: Relación de la densidad del látex natural	40
Cuadro N° 12: Datos obtenidos de pH en el tiempo de almacenamiento.....	43
Cuadro N° 13: Distribución para análisis de varianza	44
Cuadro N° 14: Resultados del análisis de varianza.....	45
Cuadro N° 15: Operaciones con el Test Tukey	45
Cuadro N° 16: Interpretación del test de Tukey	46
Cuadro N° 17: Resultados obtenidos en porcentaje del contenido de sólidos totales en un determinado tiempo.	46
Cuadro N° 18: Resultados del análisis de varianza para TSC	47
Cuadro N° 19: Operación con el Test Tukey para TSC.....	48
Cuadro N° 20: Interpretación del test de Tukey	48
Cuadro N° 21: Porcentaje del contenido de caucho seco para cada concentración	49
Cuadro N° 22: Parámetros obtenidos para materia volátil	50
Cuadro N° 23: Análisis de varianza para el contenido de materia volátil	50

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura N° 01: Esquema de una estrada simple de árboles trazados después del inventario.	10
Figura N° 02: Pica del árbol para extracción del látex, con un ángulo de 30° aprox. y un diámetro no menor de 20 cm.	11
Figura N° 03: Forma de picado del árbol con una profundidad no mayor a 5 mm. .	12
Figura N° 04: Altura promedio para la primera pica de la shiringa.	13
Figura N° 05: Procedimientos para obtención del látex en el bosque.	15
Figura N° 06: Extracción del látex natural del caucho o shiringa.....	16
Figura N° 07: Estructura química del caucho natural (poli cis-1,4-isopreno).	17
Figura N° 08: Frecuencia de grupos de un análisis con FTIR.	27
Figura N° 09: Localización geográfica del distrito de Chazuta	30
Figura N° 10: Diagrama de flujo para la conservación y caracterización del látex natural del caucho o shiringa.	36
Figura N° 11: Resultado óptimo de tres parámetros para muestras de látex natural sin preservante.	39
Figura N° 12: Obtención de materia volátil y ceniza respectivamente sin tratamiento o alguno.....	39
Figura N° 13: Espectro FTIR del látex natural de caucho (<i>Hevea brasiliensis</i>) sin Preservante (% transmitancia).	42
Figura N° 14: Variación de pH del látex en el tiempo de preservación.	44
Figura N° 15: Contenido de sólidos totales del látex natural.	47
Figura N° 16: Parámetros obtenidos del análisis de DRC en el laboratorio.	49
Figura N° 17: Espectros IR del látex natural para concentraciones 0.6% y 0.7%. .	52
Figura N° 18: Espectros IR del látex natural para concentraciones 1.0 % y 1.5 %	53
Figura N° 19: Espectros IR para el látex natural preservado a diferentes concentraciones 0.6 %, 0.7% y/o almacenado a 30 días.	55
Figura N° 20: Espectros IR para el látex natural preservado a diferentes concentraciones 1.0 %, 1.5 % y/o almacenado a 30 días.	56

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 01: Fotos de la obtención del látex natural (<i>Hevea brasilienses</i>) y acondicionamiento de muestras.	65
Anexo 02: Fotos de los diferentes análisis en el laboratorio de TEPANAL de la FIAI.	66
Anexo 03: Gráfica para el manejo de shiringa en concesiones forestales.	67
Anexo 04: Medidas de protección y seguridad personal en el uso de Insumos químicos en la producción artesanal de derivados del látex.	68
Anexo 05: Picos del análisis FT-IR de los espectros de la figura 16 y 17 (1, A, B, C, D) a 15 días de almacenamiento.	69
Anexo 06. Picos de los espectros IR para las muestras 0.6, 0.7, 1.0, 1.5 % en concentración del preservante y a 30 días de almacenamiento de las gráficas 18 y 19 Respectivamente.	70

RESUMEN

El látex natural del caucho es la fuente de materia prima de innumerables productos los cuales poseen un gran impacto en el desarrollo económico, industrial, social, ambiental. La calidad de tales productos está sometida a la composición inicial del látex fresco preservado y en especial la cantidad de hidrocarburo presente en él. Este trabajo de investigación, está basado en la preservación y caracterización fisicoquímica del látex natural de caucho "*Hevea Brasilienses*", situado específicamente en el distrito de Chazuta en la Región San Martín. El trabajo se divide en tres fases: la primera es obtener los análisis fisicoquímicos del látex fresco sin preservante: contenido de sólidos totales (TSC), Contenido de caucho seco (DRC), material volátil (MV), cenizas y densidad relativa. En la segunda es ver cómo influye el preservante (amoníaco) a diferentes concentraciones (0.6 %, 0.7%, 1%, 1.5%), en los análisis físicos químicos como: Contenido de sólidos totales (TSC), materia volátil (MV), contenido de caucho seco (DRC) y pH respectivamente. En la tercera es determinar la influencia del preservante en la integridad de los grupos funcionales del látex natural por espectrofotometría infrarrojo. Donde el TSC es de 51.02% aproximadamente, DRC es de 47.23%, el contenido de materia volátil es de 0.16%, y el contenido de cenizas es 0.37%, la densidad relativa asciende a 0.9763, para el pH del látex al momento de hacer la medición estaba en 5.5, teóricamente el pH está entre 7.0 y 7.2

En los análisis fisicoquímicos del látex natural preservado a diferentes concentraciones de NH_3 se obtuvo que dichos resultados no mostraron mucha diferencia significativa en el tiempo de preservación. Excepto el pH que disminuye progresivamente por ser altamente volátil expuesto al aire libre.

En los análisis espectrofotométricos se obtuvo que las diferentes concentraciones (0.6%, 0.7%, 1 % y 1.5%), de NH_3 no alteran su estructura química funcional en el tiempo de preservación del látex natural, es por eso que se recomienda usar el de menor concentración para efecto de disminuir la toxicidad, los costos de preservación y el impacto ambiental.

Palabras Claves: Látex natural, Espectroscopia Infrarrojo, Preservación, Grupos Funcionales.

ABSTRACT

Natural rubber latex is the raw material source of innumerable products which have a great impact on economic, industrial, social and environmental development. The quality of such products is subject to the initial composition of the fresh preserved latex and especially the amount of hydrocarbon present in it. This research work is based on the preservation and physicochemical characterization of natural rubber latex "Hevea Brasilienses", located specifically in the district of Chazuta in the Region San Martín. The work is divided into three phases: the first one is to obtain the physicochemical analyzes of the fresh latex without preservative: total solids content (TSC), dry rubber content (DRC), volatile material (MV), ashes and relative density. In the second one, it is possible to see how the preservative (ammonia) influences different concentrations (0.6%, 0.7%, 1%, 1.5%) in chemical physical analyzes such as: Total solids content (TSC), volatile matter Dry rubber content (DRC) and pH respectively. The third is to determine the influence of the preservative on the integrity of the natural latex functional groups by infrared spectrophotometry. Where the TSC is approximately 51.02%, DRC is 47.23%, the volatile matter content is 0.16%, and the ash content is 0.37%, the relative density is 0.9763, for the pH of the latex at the time of making The measurement was at 5.5, theoretically the pH is between 7.0 and 7.2

In the physico-chemical analyzes of the natural latex preserved at different concentrations of NH_3 , it was obtained that these results did not show much significant difference in the preservation time. Except for the pH that decreases progressively by being highly volatile exposed to the open air.

In the spectrophotometric analyzes it was obtained that the different concentrations (0.6%, 0.7%, 1% and 1.5%) of NH_3 do not alter their functional chemical structure in the time of preservation of natural latex, that is why it is recommended to use the Lower concentration to reduce toxicity, preservation costs and environmental impact.

Keywords: Natural latex, Infrared Spectroscopy, Preservation, Functional Groups.

I. INTRODUCCIÓN

El látex natural del caucho hevea. En el mundo existen aproximadamente 8 millones de hectáreas, produciendo 5.59 millones de toneladas de caucho seco, siendo Tailandia el de mayor producción con 29.8%, Indonesia con 22.5% y Malasia con 19.2% son estos tres países que acaparan el 71.5 % de la producción mundial. Los demás países que tienen el 28.5% restante son China, India, Sri Lanka, Filipinas, Vietnam, Camboya, Liberia, Nigeria, Costa de Marfil, Zaire, Camerún, Brasil y Guatemala. América solo contribuye con el 1% del total de producción mundial **(Santi, 2014)**.

La demanda del caucho natural sigue creciendo en 2005, el consumo mundial de caucho natural correspondía al 39% del consumo total de caucho. El International Rubber Study Group (IRSG) estima que en el año 2020 se consumirán alrededor de 9,5 millones de toneladas de caucho natural, previendo una demanda insatisfecha de 180 mil toneladas **(Gutiérrez, 2009)**.

A raíz de la importancia económica de la shiringa en el Perú, existe un creciente interés a nivel nacional tanto por parte del estado como de empresas nacionales de incrementar la producción de jebe natural a partir de plantaciones tecnificadas. En el mercado nacional, la oferta de caucho natural es insignificante, estimándose la producción anual entre 1.5 y 3 toneladas y la demanda cubierta con 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. La industria nacional de transformación de caucho natural se concentra en Lima, donde los fabricantes de llantas absorben el 75% de la demanda **(Gutiérrez, 2009)**.

El látex natural "*Hevea brasilienses*" es la fuente de materia prima de innumerables productos los cuales poseen un gran impacto en el desarrollo económico, industrial, social, ambiental. La calidad de tales productos está sometida a la composición inicial del látex fresco preservado y en especial la cantidad de hidrocarburo presente en él, conocido en la industria del caucho como "Dry Rubber Content", (DRC, contenido de caucho seco) siendo esta la característica más relevante al momento de su comercialización y no menos relevante el contenido de sólidos totales o TSC entre otras propiedades.

Los árboles de caucho *Hevea brasilienses* sembrados y sostenidos técnicamente, están listos para iniciar la explotación entre los 6 y 7 años después de plantados el líquido a extraer, debe ser aprovechado adecuadamente de manera que se regenere una nueva corteza de excelentes condiciones y pueda ser utilizada durante 25 a 30 años **(Bastidas y Cruz, 1998)**.

En el contexto local nuestra Región San Martín en los dos últimos años a través del proyecto Huallaga central y Bajo Mayo viene implementando cultivos de caucho natural de gran envergadura, dado que constituye una alternativa socioeconómica de alto impacto para las regiones que cultivan y para el sector industrial que lo consume.

El Distrito de Chazuta Provincia y Región San Martín cuenta aproximadamente con 250 hectáreas productoras de caucho apto para la extracción del valioso el látex. En la actualidad se continúa con las prácticas de extracción del látex de la shiringa (*Hevea brasilienses*), es decir el látex natural proveniente de los árboles de caucho en el bosque. Los productos finales que produce in situ la Asociación Ecobosque del Distrito de Chazuta son láminas de caucho y enjebados.

El diagnóstico sobre la extracción del látex en la localidad de Chazuta, Provincia y Región San Martín, se resume en el problema central identificado: El látex de Shiringa o caucho natural recién extraído se coagula de manera espontánea pocas horas después de recogerlo de los árboles, lo que supone un proceso no deseado porque hace que la manipulación adicional del látex, tal como la mezcla, transporte, almacenamiento y procesamiento adicional, se vuelva más difícil o casi imposible y, por lo tanto, no atractiva desde un punto de vista económico.

El aprovechamiento del látex natural del caucho o shiringa y su procesamiento para obtener el jebe de caucho para su venta genera ingresos para la comunidad y la población en general, y contribuye así a la conservación de la selva amazónica sin deteriorar los ecosistemas forestales amazónicos al contrario contribuye a su conservación. El látex natural es uno de los productos de los bosques amazónicos cuyas características difieren del lugar de origen **(Santi, 2014)**.

El árbol de caucho tiene la particularidad de almacenar más CO_2 que el promedio de los árboles de la selva amazónica, una hectárea de caucho cultivado fija 1000 toneladas de CO_2 , mientras que una hectárea de eucalipto solo fija 317 toneladas **(Sacramento, 2012)**.

Importancia estratégica del aprovechamiento del látex natural del caucho

- Mejora sensiblemente el desarrollo socioeconómico de los productores.
- Constituye una alternativa ecológica de forestación y reforestación productiva.
- Por sus características fisicoquímicas es un producto insustituible en la gran industria para la fabricación de productos específicos como llantas de avión, trajes espaciales (evitan la radioactividad y el efecto anti gravitatorio), etc.

Al final de su vida productiva los árboles pueden ser aprovechados como madera. Según **(Monroy, 2005)**, la producción de látex de los árboles disminuye de 25 años a 35 años, estos son derribados y reemplazados los árboles derribados son una fuente de materia prima para la obtención de madera aserrada, molduras, parquet, madera contrachapada.

1.1. Objetivos

1.1.1. Objetivo general

- Caracterizar el látex natural del caucho de la especie (*Hevea brasilienses*), y determinar la concentración del anticoagulante para su conservación ubicado en la localidad de Chazuta Región San Martín”.

1.1.2. Objetivo específico

- Determinar las características fisicoquímicas tales como el contenido de sólidos totales (TSC), caucho seco (DRC), cenizas y materia volátil en el látex natural.
- Determinar la influencia de la concentración del anticoagulante en el comportamiento del contenido de sólidos totales, materia volátil y pH. respectivamente.
- Determinar la influencia de las concentraciones del anticoagulante en la integridad de los grupos funcionales para la preservación del látex natural del caucho.

II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. Generalidades del caucho

El caucho (*Hevea brasilienses*) llamado comúnmente árbol del caucho, shiringa, siringa o seringueira, es un árbol de la familia de las *euforbiáceas* de 20 a 30 m de altura (excepcionalmente 45 m). El tronco es recto y cilíndrico de 30 a 60 cm de diámetro, de madera blanca y liviana. Es productora de caucho natural por excelencia, el látex es sintetizado en los vasos lactíferos ubicados en el tejido del floema, por sus especiales características es materia prima básica para la elaboración de llantas radiales y de avión (100% caucho natural), calzado de goma, adhesivos y en la línea médica (preservativos, catéteres, guantes de goma, mamilas, entre otros productos con valor agregado **(Rodríguez, 2009)**).

Este árbol es originario de la cuenca hidrográfica del río Amazonas, donde existía en abundancia y con exclusividad, características que generaron el auge o fiebre del caucho, periodo de la historia sudamericana de mucha riqueza y pujanza para empresarios que se asentaron en la región amazónica y a la vez de desastre para la población indígena que sufrió exterminios y esclavitud, hasta que los ingleses se apoderaron del lucrativo negocio **(Zhang , 2008)**.

Su látex es blanco o amarillento y abundante hasta los 25 años de edad del árbol. De él se fabrica el caucho, después de "sangrar" el tronco mediante incisiones angulares en V. La composición del látex varía en las distintas partes del árbol; generalmente el porcentaje de caucho (hidrocarburo) decrece del tronco a las ramas y hojas. La época del año afecta a la composición del látex, así como el tipo de suelo y la línea o casta del árbol. El caucho es una secreción irreversible o producto de desecho del árbol, y cuanto más se extrae, tanto más la planta regenera **(Martínez, 2005)**.

2.1.1. Clasificación taxonómica del caucho natural

La clasificación taxonómica del caucho natural o shiringa (*Hevea brasilienses*) es la siguiente (Conaibo, 2009).

Reino	:	<i>Plantae</i>
División	:	<i>Magnoliophyta</i>
Clase	:	<i>Magnoliopsida</i>
Orden	:	<i>Malpighiales</i>
Familia	:	<i>Euphorbiaceae</i>
Subfamilia	:	<i>Malpighiales</i>
Tribu	:	<i>Micrandreae</i>
Subtribu	:	<i>Heveinae</i>
Género	:	<i>Hevea</i>
Especie	:	<i>H. brasiliensis</i>

El género *Hevea* comprende aproximadamente nueve especies, la mayoría de la cuenca del Amazonas y del Orinoco, siendo las más importantes *Hevea brasiliensis* y *Hevea benthamiana*, 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.

En el Perú se reportan cinco especies: *Hevea guianensis*; *Hevea nítida*, *Hevea pauciflora*, *Hevea brasiliensis*, *Hevea paludosa* y una variedad de *Hevea guianensis* var. *Lutea*, como se detalla en el Cuadro N° 01.

Cuadro N° 01: Especies del género *hevea* identificado en el Perú

Nombre científico	Nombre común	Ubicación
<i>Hevea nítida</i>	jebe débil muerto	Loreto (Alto Amazonas); ríos Nanay. Putumayo y Huallaga
<i>Hevea pauciflora</i>	Siringa	Loreto (Iquitos, Moco noche, Caballo cocha)
<i>Hevea Plaludosa</i>	Jebe débil Fino	Loreto (Iquitos)
<i>Hevea brasiliensis</i>	Jebe fino	San Martín, Loreto (Iquitos), Madre de Dios
<i>Hevea guianensis</i> (<i>variedad lutea</i>)	Jebe debil de altura	Huánuco, San Martín, Loreto, Cusco, Puno, Junín
<i>Hevea Guianensis</i> <i>variedad guianensis</i>	Shiringa amarilla	Amazonas, Cuzco, Huánuco, Junín, Loreto, Madre de Dios, Pasco, Puno, San Martín, Ucayali.

Fuente: Condori (2015) Ecomusa, manual shiringa.

Existen varias especies que producen látex, pero comercialmente sólo la especie “*Hevea brasiliensis*” tiene importancia comercial. La producción de látex inicia a la edad 6-7 años, cuando el árbol tiene una circunferencia de 50 cm, y disminuye cuando el árbol tiene 25-35 años, resultando más económico el renovarlo que continuar su aprovechamiento **(Sol J., 1993)**.

Los árboles cauchíferos por excelencia son los del género *Hevea*. En el mundo hay, aproximadamente, un millón de *Heveas* que se “sangran” diariamente o en días alternos **(Ortuño, 1980)**.

2.1.2. Características de la especie *Hevea brasilienses*

Según **Condori (2015)**, nos detalla:

- Su fuste es recto.
- Su altura varía entre 20 y 30 metros
- El diámetro de su tronco es de 30 a 90 cm.
- Su madera es blanca.
- Tiene hojas alternas trifoliadas.
- Sus flores son unisexuales, pequeñas y amarillas.
- Su fruto consiste en cápsulas con valvas dehiscentes (que se abren naturalmente) con tres semillas al interior.
- Sus semillas poseen más de 15% de aceite, por ello el proceso germinativo es corto. Su poder germinativo es del 97% bajo sombra; en exposición directa al sol, este poder disminuye hasta el 9% al tercer día.
- En el bosque, la shiringa crece asociada a especies forestales de interés comercial como la catahua, el sapote, la achihua, la castaña, la lupuna, el shihuahuaco y el pashaco.

Se evita rayar el árbol de la shiringa en días lluviosos porque hacerlo cuando llueve favorece el desarrollo de ataques de hongos en las zonas de corte y estos hongos pueden afectar la vida del árbol. También se evita rayar la shiringa en días de lluvia para que el látex no se mezcle con agua (**Condori, 2015**).

2.2. Aspectos agronómicos del caucho natural

2.2.1. Clima

El clima adecuado para el cultivo del caucho en la Amazonía es un aspecto muy importante y controvertido debido a la presencia endémica del *Microcyclus ulei* causante de la Enfermedad Sud Americana de la Hoja (SALD o SALB – South American Leaf Disease , SAL Blight) que no causa mayores daños en las poblaciones nativas o silvestre del hevea debido a su baja densidad (1-15 árboles/ha), pero que en plantaciones las puede destruir en su totalidad o limitar fuertemente su producción a menos que se utilicen clones resistentes a esta enfermedad y otras enfermedades foliares, debido a la alta

densidad (400-600 árboles/ha) requerida para reducir los costos de producción y cosecha **(Fernández, 2003)**.

La temperatura promedio anual debe ser de 25°C o mayor, y la temperatura mínima promedio debe ser 20°C o superior. Altura sobre el nivel del mar no mayor de 500m, la altura sobre el nivel del mar no mayor de 500m. **(Fernández, 2003)**.

La humedad relativa promedio anual no debe ser superior al 80% y evitarse las zonas donde las neblinas se prolongan hasta las primeras horas de la mañana, ya que favorecen el desarrollo de enfermedades fungosas. Las zonas donde se presenten vientos fuertes deben evitarse, ya que debido a la altura de los árboles y a su siembra en hileras, puede haber muchas pérdidas por caídas de árboles o el quiebre de troncos y ramas **(Fernández, 2003)**.

2.2.2. Suelo

Para que pueda soportar un árbol de 20-30 m de altura, hasta los 30 años de edad se requiere suelos con una profundidad mínima de 1.2 a 1.5 m sin presencia de capas de tierra compactada o impermeables, y con la capa freática a mayor profundidad La reacción del suelo debe ser ligeramente ácida, pH 5 a 6.5. Aunque el desarrollo del caucho es satisfactorio en suelos ácidos con pH 4 a 6.5. Los suelos deforestados y recientemente utilizados en agricultura o ganadería no son recomendables debido al proceso de compactación del suelo por efecto de la lluvia y/o el pisoteo del ganado, además de la reducción de la fertilidad natural del suelo y la materia orgánica y a la competencia con las gramíneas y otras malezas. **(Fernández, 2003)**.

2.2.3. Cultivo del caucho

Se debe realizar la toma de análisis químico de muestras de suelo, por lote, en donde se va a realizar el establecimiento del caucho y los cultivos intercalados o arreglos agroforestales, el material vegetal de caucho, se siembran a la distancia tradicional de 7 x 2.8 m. la anterior distancia significa que entre calles hay 7 m y entre plantas 2.8 m lo cual da una densidad de siembra de 510 árboles por hectárea **(Zuleta, 2003)**.

2.2.4. Actividades en el bosque para la extracción del látex

Las actividades que se tiene a tomar en cuenta son:

2.2.4.1. Inventario de árboles (estrada)

Tradicionalmente los shiringueros han inventariado los árboles para iniciar la extracción del látex. A través de esta tarea, se identifican y marcan los árboles productivos de shiringa. Una vez conocida la distribución de tales árboles, se apertura trochas en dirección hacia ellos formando un circuito cerrado. A este sistema de caminos se le denomina estrada. Una estrada generalmente está compuesta por 120 a 150 árboles en producción, la figura 01 nos muestra un esquema de estrada (**Condori, 2015**).

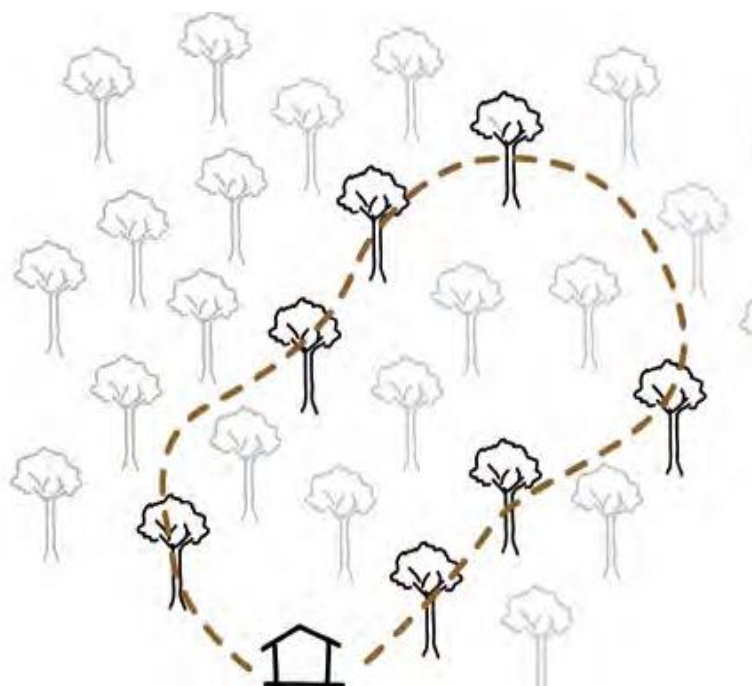


Figura 01. Esquema de una estrada simple de árboles de shiringa trazada después del inventario.

Fuente: Revista Ecomusa, (Condori, 2015)

2.2.4.2. La pica o sangría

La sangría o pica o también llamado rasgado del árbol, es la operación de cosecha o extracción del látex desde una altura de 1.5 m de la corteza del tallo mediante cortes inclinados a 25 o 30° sobre la horizontal en dirección izquierda a derecha para canalizar la producción del látex hacia un envase colocado sobre el árbol donde se recibe el látex. La pica es fundamental en el mantenimiento y conservación de los árboles de caucho, el escurrimiento del látex tiene lugar gracias a la presión interna dentro del árbol la cual disminuye con el tiempo, siendo nula después de 3 a 4 horas (**Sacramento, 2012**).

Antes del picado se limpia bien el fuste del árbol, para evitar que el látex se mezcle con partículas propias del árbol de shiringa.



Figura 02. Pica del árbol para extracción del látex, con un ángulo de 30 ° aprox. un DAP no <20 cm.

El látex se encuentra en vasos laticíferos ubicados en la corteza (3.7° de la vertical hacia la derecha) y en mayor cantidad en la parte más profunda de la corteza. El corte no debe exceder un 1 mm por rayada y la profundidad de incisión de 1 a 2 mm, es decir debe sangrarse hasta 1 a 1.5 mm antes del cambium para evitar dañarlo, la figura 03 se detalla lo mencionado **(Sacramento 2012)**.



Figura 03. Forma de picado del árbol con una profundidad no mayor a 5 mm.

Los árboles del hule se comienzan a explotar cuando el 60% de los árboles tenga 45 cm. o más de circunferencia a 1 m. de altura, 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 como se muestra en la Figura 04 **(Ortiz, 2011)**.

La cantidad de látex producido varía a lo largo del año, y se incrementa paulatinamente y proporcionalmente al desarrollo de la circunferencia del tallo, hasta llegar a una producción estabilizada aproximadamente a los 5 - 10 años de producción y se mantiene relativamente estable durante unos 20 años hasta que sea necesario renovar la plantación. Las características de la producción de cada clon son específicas. **(Fernández, 2003)**.



Figura 04. Altura promedio para la primera pica de la shiringa

Existen factores básicos a considerar para iniciar el sangrado de una plantación de hule, para **Ortiz (2011)** éstos son:

Factores socio-económicos: Se deben considerar entre otros, el precio del hule en el mercado y la disponibilidad de picadores.

Condiciones climáticas: La apertura de los tableros de pica debe realizarse una semana antes de comenzar el periodo de lluvias, lo cual contribuye a disminuir el ataque de enfermedades del tablero de pica.

2.2.4.3. Recolección de látex.

La mayor producción de látex se obtiene en las primeras horas de la mañana 5:30 a 8:30 am., debido a que el árbol está en reposo su actividad fisiológica, solo comienza cuando aparecen los rayos solares. Por lo anterior se recomienda iniciar la sangría, lo más temprano que se pueda (**Santi, 2014**).

Normalmente cada árbol discurre por día entre 200 y 500 ml de látex. Esto varía de acuerdo al diámetro del árbol. Por lo general, un shiringuero extrae alrededor de 25 litros de látex por día de una estrada de aproximadamente 120 árboles (**Condori, 2015**),

La extracción del látex de caucho se realiza de forma análoga a la de la miera, es decir, recogiendo en recipientes apropiados el líquido que escapa por las incisiones practicadas en la corteza del árbol (**Ortuño 1980**).

La plantación de caucho tiene épocas durante el año, donde la persona puede realizar sus trabajos y se debe seguir este procedimiento para tener un buen manejo de la plantación, estos procesos de evaluación de la planta se detalla a continuación en el Cuadro N° 02.

Cuadro N° 02: Procesos de evolución de la planta del caucho y extracción del látex.

Época del año	Actividad del shiringuero
Enero, febrero y marzo	A partir de enero y hasta marzo el árbol de la shiringa expulsa sus semillas. Entre febrero y marzo, el shiringuero da inicio a los trabajos de mantenimiento y limpieza de las estradas (zona de árboles de shiringa recorrida por un camino).
Abril, mayo, junio, julio y agosto	En abril cesan las lluvias y el shiringuero finaliza la limpieza de estradas; paralelamente realiza la selección y primera limpieza de los paños en cada árbol que se trabajarán en el año; luego inicia el aprovechamiento del látex. Esta etapa se le conoce como “zafra grande” por ser la época de mayor producción de látex.
Setiembre	En setiembre la shiringa inicia la etapa de floración. El shiringuero suspende la extracción para no afectar este proceso natural de la especie. Durante este tiempo, el shiringuero trabaja su chacra y al mismo tiempo realiza el mantenimiento de las estradas.
Octubre, noviembre y diciembre	A partir de octubre se reinicia la etapa de aprovechamiento de látex que se conoce como “zafra chica”. En este periodo las lluvias empiezan a afectar la producción. Desde noviembre el árbol de la shiringa empieza a producir sus frutos.

Fuente: Condori (2015), revista Ecomusa

2.2.4.4. Transporte del látex

Una vez finalizado el proceso de recojo del látex, este es llevado al campamento o centro de producción, donde es preservado o procesado de acuerdo al producto que se desee elaborar ya sea artesanalmente o industrialmente, para esta investigación fue trasladado al Laboratorio de No alimentos, Facultad de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional de San Martín.

Todas las actividades para obtener el látex se resumen en cuatro fases tal como lo muestra la Figura 05.

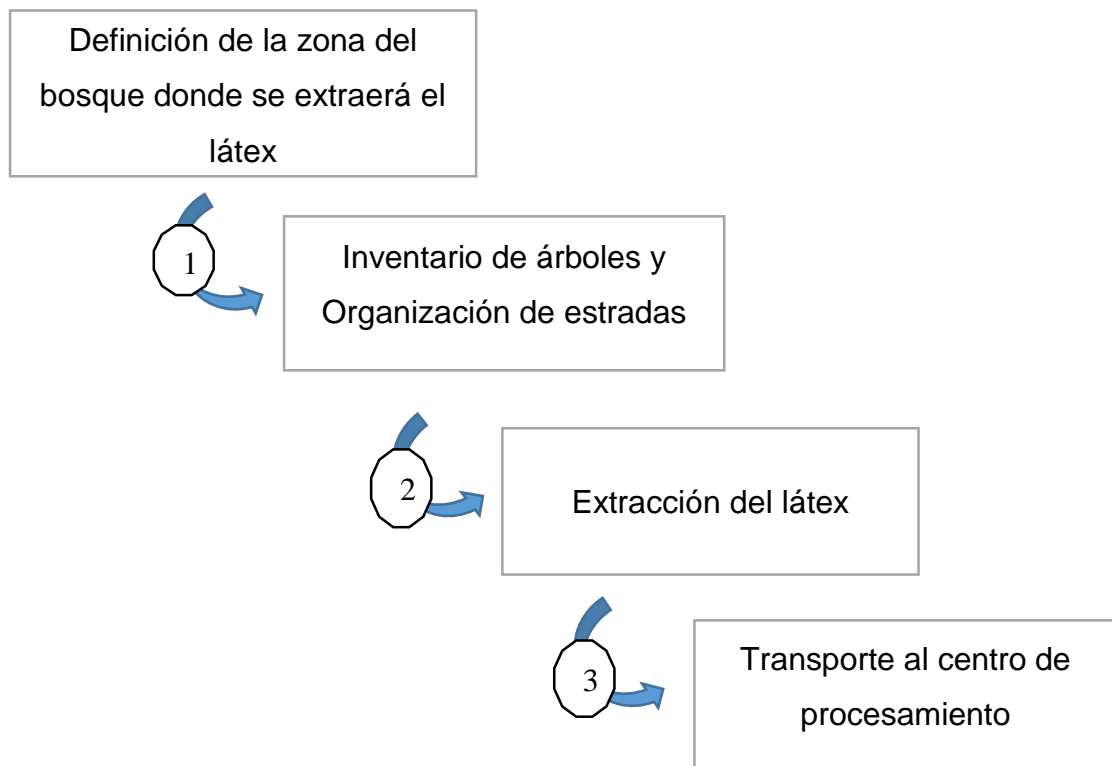


Figura 05. Procedimientos para obtención del látex en el bosque

2.3. Látex del caucho natural

2.3.1. Definición

El látex natural es una sustancia lechosa que proviene del sistema laticífero de diferentes plantas, entre las que se encuentra el árbol *Hevea brasilienses*, el látex se obtiene al rayar y remover la corteza del árbol para que este bote del debido a la presión existente dentro de los vasos laticíferos del tronco (Cáceres, 2011).

Es aquel producto extraído de los árboles de caucho o hule natural (*Hevea brasilienses*), cuya función es actuar como protector bajo el tejido subcutáneo de dicho árbol. Es una dispersión coloidal de una sustancia polimérica (cis -1,4-polisopreno) en medio acuoso (Sandoval, 2015).

El látex es recolectado en una taza amarrada al tronco del árbol por debajo de la incisión de la corteza (ver figura 06). El contenido de la taza es vaciado en un recipiente que se lleva a la planta de beneficio para ser sometido a diferentes procesos, de acuerdo a la presentación que se le quiera dar, ya sea líquido (látex) o caucho seco.



Figura 06. Extracción del látex natural del caucho o shiringa

Fuente: Elaboración propia

El caucho natural conocido comúnmente como “látex”, es una emulsión que se obtiene sangrando la corteza del árbol, a través de una incisión fina alrededor del tallo. El sangrado se comienza a partir del cuarto o quinto año de edad y puede continuarse durante 25 a 30 años (**Naranjo, 2013**).

El látex de caucho se encuentra en forma de suspensión acuosa de aspecto lechoso, denominado látex, que circula por un sistema vascular especial de la planta, desarrollando una acción de drenaje de sustancias residuales. El látex de caucho es un líquido poco viscoso y de aspecto lechoso, constituido por una suspensión acuosa coloidal de partículas de caucho de 0.5 a 3.4 μ de diámetro. Aparte del agua y del caucho se encuentran también algunas proteínas naturales y azúcares (**Ortuño, 1980**).

El color del látex de *hevea*, según las condiciones climáticas y la estación del año es gris, amarillo o rosado. El látex de los árboles que han tenido un periodo de descanso es amarillo y da caucho de ese color. Después de algunos días de sangrado, vuelve a su color natural (**textos científicos, 2005**).

2.3.2. Estructura química

Ortuño (1980), químicamente, el caucho natural es un polímero del metil- butadieno iso C_5H_8 . La estructura química del poli-isopreno componente mayoritario entre 93% y 95% (**Colonna, 2010**), coincidiendo así con lo que dice **López (2004)**, que su estructura química es de un 92 % cis -1-4-poli (isopreno) tal como lo muestra la figura 07.

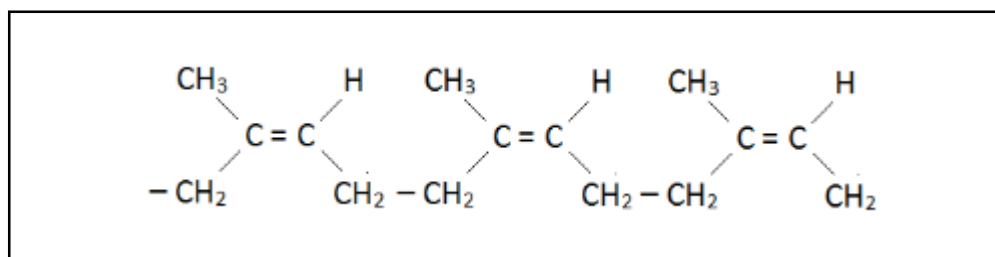


Figura 07. Estructura química del caucho natural (poli cis-1,4-isopreno)

Fuente: Quimtube (2016).

El látex de caucho natural, obtenido de los árboles *Hevea brasiliensis*, es un sistema heterogéneo que comprenden partículas esféricas compuestas de macromoléculas de cis-1,4-poliisopreno que se encuentra dispersa de forma estable en el medio acuoso gracias a diferentes sustancias naturales emulsionantes (proteínas, fosfolípidos, aminoácidos, carbohidratos, etc.) **(López y justo 2013)**.

El caucho natural es una sustancia orgánica formada por moléculas gigantes que están entrelazadas entre sí. Dichas moléculas son gigantes porque el caucho se va formando a través de monómeros cuales representan eslabones que están enlazados por cadenas moleculares, es decir son polímero de muchas unidades encadenadas de un hidrocarburo elástico, el isopreno C₅H₈ que surge como una emulsión lechosa conocida como el látex en la savia de varias plantas, pero que también puede ser producido sintéticamente. **(Santi, 2014)**.

2.3.3. Composición química del látex

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 **(Sarabia, 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)**.

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, La composición del caucho es relativamente variable según el origen del clon y el método de coagulación **(Santi, 2014)**.

El cuadro 03 muestra la composición del látex natural

Cuadro N° 03: Composición de látex natural

Contenido	%
Agua	58.5
Total de contenidos sólidos, distribuidos en los siguientes compuestos	41.5
contenido de hule seco	36.1
sustancias proteínicas	1.4
lípidos neutros	1.0
Fosfolípidos	0.6
Cenizas	0.5
Carbohidratos	1.6
otros compuestos nitrogenados	0.3

Fuente: Sandoval, 2015 Universidad de San Carlos de Guatemala

El látex natural de shiringa está constituida por partículas de poliisopreno, que corresponden a la fase dispersa del coloide, la fase dispersante es el agua y el agente estabilizante o emulsionante son las proteínas que representan un promedio de 1.5 a 2.8 % de los constituyentes del látex el cuadro N° 04 muestra una constitución promedio del látex fresco (**Cáceres, 2011**).

Cuadro N° 04: Constituyentes del látex

Constituyentes	%
Agua	52-70
Hidrocarburo de caucho	27-40
Proteínas	1.5-2.8
Sustancias solubles en acetona: resinas, lípidos.	1.0-1.5
Azucares	0.5- 1.5
Materias minerales	0.2- 0.9
Materia Volátil	0.3 - 1.0

Fuente: Santi, 2014

El látex puede variar de color de blanco a amarillento dependiendo su origen; con un contenido de hidrocarburo caucho entre el 30 a 40%. Y un pH ligeramente alcalino, que rápidamente se vuelve ácido, como consecuencia de la acción de ciertos microorganismos o enzimas presentes en el látex, que provocan coagulación espontánea a las pocas horas de ser sangrado, por lo que se hace necesario un proceso de preservación (**Caballero y Prada 2005**). “El punto isoeléctrico de la suspensión está en el pH 4,5 por la que esta se coagula al agregar ácidos”. Además de caucho y agua, el látex presenta una gran variedad de sustancias químicas llamadas constituyentes no caucho, que presentan del 7 – 8% de los sólidos totales en el látex normal y cerca del 3% en el caso del látex centrifugado (**Ortuño, 1980**).

2.4. Propiedades y Características fisicoquímicas del látex natural

Existen diferentes parámetros que permiten tener un control de calidad del látex de campo, que a continuación se detallan.

2.4.1. Propiedades coloidales

El látex es un sistema coloidal, es decir, una suspensión o emulsión de partículas las cuales se caracterizan por su movimiento, carga eléctrica y la manera en la cual la luz es transmitida a través de la solución y reflejada de ella.

La fase dispersante o suero, contiene los constituyentes no caucho solubles en el agua, proteínas, azúcares, aminoácidos, sales minerales, enzimas, etc. Es heterogénea, aunque se considera como única fase dispersante, ya que sus constituyentes tienen grado de dispersión más diluido que el de las partículas.

La fase dispersa está compuesta por las partículas de caucho, cuyas dimensiones varían según el origen del látex y las condiciones de recolección.

El punto isoeléctrico de los proteínas del látex es del alrededor de 4.7 (rango de 4 a 5), para valores de pH mayores a 4.7 las partículas de caucho tienen una carga negativa y para pH menores a 4.7 la carga es positiva. Las partículas de látex fresco cuyo pH es próxima a 7 está cargadas negativamente, lo que determina una fuerza de repulsión entre las partículas asegurando así la dispersión de estas en el suero (**Caballero y Prada, 2015**).

2.4.2. Contenido de sólidos totales (TSC)

El contenido de sólidos totales es el porcentaje en peso del látex que no es volátil a cierta temperatura a la intemperie, y es la medida total del látex y otros sólidos.

Los sólidos incluyen toda la materia, excepto el agua contenida en los materiales líquidos. En ingeniería es necesario medir la cantidad del material sólidos contenido en una gran cantidad de sustancias líquidas y semilíquidas.

Los sólidos totales se definen como la materia que permanecen como residuo después de evaporación y secado a 103 °C. El valor de los sólidos totales incluye material disuelto y no disuelto **(Torres y Espino, 2006)**.

El contenido de sólidos del caucho fresco de árboles de media edad oscila entre 32 y 38%. En los árboles jóvenes desciende hasta 20%, y en árboles viejos y en los que no han sido sangrados mucho tiempo, la cifra se eleva hasta 45%. Aunque, aproximadamente, 90% de los sólidos son de hidrocarburo del caucho, se hallan también enzimas, proteínas, azúcares, tanino, alcaloides, sales minerales y algunos componentes de la corteza. Algunas de estas sustancias distintas del hidrocarburo del caucho son las que motivan a la estabilización de las partículas coloidales del mismo en el agua. Otras afectan el color y otras cooperan a los caracteres físicos del caucho contenido en el látex **(Textos científicos, 2005)**.

2.4.3. Contenido de caucho seco (DRC)

El contenido de hidrocarburo de caucho (%(DRC) presentes en el látex, es el parámetro, más importante que se desea conocer desde el punto de vista comercial y su determinación debe ser realizada al látex fresco. El método aproximado para estimar la cantidad de hidrocarburo caucho, es utilizando un densímetro graduado en términos del DRC conocido como Metrolac (5, 15). Debido a la viscosidad del látex, no es posible realizar una determinación directa con el Metrolac, por lo que se requiere tomar una muestra del látex y diluirla con dos volúmenes de agua para determinar el contenido de DRC **(Caballero y Prada, 2005)**.

El DRC es el porcentaje en peso del látex el cual es coagulado con ácido acético en condiciones definidas. La diferencia entre el contenido total de sólidos y la cantidad del caucho seco se representa en los sólidos solubles que no son caucho.

La calidad del látex de campo es determinada por la cantidad de caucho seco. El DRC de campo varía en un amplio rango. Dependiendo de factores como tipos de clones, intensidad de picado, clima, los años del árbol y las condiciones del suelo. El DRC puede variar de 20 a 40 %. Para un procesamiento óptimo se requiere un DRC mínimo de 30 % **(Marroquí, 2015)**.

2.4.4. Cenizas y materia volátil

Para determinar estos datos se debe seguir una metodología descrita por la norma ISO 248 e ISO 247 para ambas características respectivamente **(Camacho et al; 2014)**.

Se tomaron de cada muestra laminada pesos aproximados entre 10 y 10,5 gramos, las cuales fueron cortadas en tiras para luego ser introducidas en crisoles y llevadas a la mufla a 550°C por 3 horas hasta quedar cenizas las muestras **(Camacho et al; 2014)**.

El contenido de materia volátil depende del proceso de secado. Se determina por medio de la pérdida de peso que sufre una muestra de caucho natural de peso conocido cuando se somete a secado en una estufa.

2.4.5. pH

Esta propiedad tiene una gran influencia sobre la estabilidad del látex. Actualmente, para su medición se ha generalizado el empleo de electrodo de vidrio, el cual permite obtener medidas rápidas y sensibles. El pH del látex fresco es casi neutro, pero puede pasar rápidamente a una condición ligeramente ácida con un pH de 5.8. Un látex preservado con amoníaco es de alrededor de 10.3 **(Andrade y Prada, 2005)**.

2.5. Preservación pre tratamiento del látex natural

Cuando fluye del árbol, el látex es casi neutro, pero la acción de enzimas y bacterias lo vuelve ácido y entonces el látex tiende a coagularse. Para evitar la coagulación y conservar el látex en su estado coloidal estable, se le añaden conservadores lo antes posible después que ha sido obtenido del árbol.

Una vez que el látex deja el árbol, se contagia de bacterias generadores de ácido que causan una coagulación prematura y posteriormente una putrefacción; por esta razón se busca preservar la colecta. El preservante comúnmente empleado es el amoníaco en concentración de 16 a 20 ml/L y se añade tan pronto se complete la etapa de recolecta, el amoníaco hace veces de bactericida y de álcali, manteniendo básico el pH del látex (**Cáceres, 2011**).

Para producir látex en estado líquido es necesario utilizar algunas sustancias con propiedades anticoagulantes como el formaldehído, el sulfito sódico o el amoníaco, pero el más conocido y utilizado es el amoníaco (3 a 4 g de amoníaco por litro de látex), aumentando el pH de la dispersión coloidal (**Sarabia, 2014**).

Según **Velásquez (2014)**, uno de los estabilizantes de látex más utilizados en el proceso convencional de beneficio del caucho es el amonio (normalmente en la forma de amoníaco), que además posee características favorables como ser bactericida, debido a su alta volatilidad, su concentración en el látex puede variar con cortos tiempos de almacenamiento, afectando las propiedades del producto final (Kongkaew, Loykulant, and Chaikumpollert, 2012; Singh *et al.*, 2014). Es común también encontrar el sistema de estabilización compuesto por amoníaco de baja concentración, tetrametiltriuran disulfito (TMTD) y óxido de zinc (ZnO) (De and White, 2001), que si bien es de más fácil manipulación que el amoníaco tradicionalmente usado, no elimina totalmente las dificultades asociadas al uso de amoníaco. Otras alternativas de sustancias estabilizantes para que lo sustituyan, tales como el formol, el sulfito o bisulfito de sodio, cianuro de sodio y soda cáustica, aunque ninguno de ellos es tan efectivo como el amoníaco (Wisniewski and Rohnelt, 1947). Se han venido desarrollando otros compuestos como los fenoles alcalinizados, sales ácidas sulfuradas, sales ácidas estéricas, mezclas de ácido cinámico, alcohol butílico, ácido sulfúrico y formaldehído, entre otros (Kongkaew *et al.*, 2012; Booten, Hashim, and Singh, 2011). Como sustancia anticoagulante, generalmente se utiliza amoníaco entre el 3% y 5%; (**Morales, 2008**).

El estudio realizado por **Quesada (2012)**, sobre la caracterización de dos parámetros del látex natural de *Hevea brasiliensis*. Una hora después de iniciada la labor de sangría se colecta una muestra de 50 ml. se mantiene en estado líquido con la aplicación de 0.5mL de NH_3 , [5% v/v] y refrigerado a 4°C, hasta el momento del análisis

El látex normal recibido se filtra mientras se vierte a los tanques de homogenización, de donde se toma una muestra del látex para caracterizarlo (porcentaje de DRC) y determinar si es apto para ser centrifugado. Luego, al látex homogenizado se le adiciona amoníaco en solución al 25 % para garantizar su preservación durante el proceso y se pasa a los tanques de sedimentación donde permanece en reposo (**Caballero y Prada, 2005**).

2.6. Elementos químicos adicionados al látex natural

A continuación se presentan los químicos adicionados al látex

2.6.1. Amoníaco.

Es el compuesto químico utilizado para preservar el látex natural “*Hevea brasilienses*” y es uno de los estabilizantes más utilizado en el proceso convencional de beneficio del látex natural del caucho, además posee características favorables como ser bactericida y desactivador de los iones de magnesio (**Peláez, et al., 2014**).

2.6.1.1. Definición

El amoníaco es un componente formado por hidrogeno y nitrógeno con formula química NH_3 , generalmente se encuentra en forma gaseosa. Sin embargo, también puede contenerse en forma líquida en tanques cilíndricos, siendo un líquido corrosivo e incoloro (**Sandoval, 2015**).

2.6.1.2. Propiedades

A continuación el cuadro 05 nos muestra las propiedades del amoníaco

Cuadro N° 05: Propiedades del amoníaco.

Nombre	Formula	Peso formula	Punto de fusion	Punto de ebullición (°C)	Solubilidad en 100 partes
Amoníaco	NH_3	17.03	-77.7	-33.4	Agua a 0° 89.9 Agua a 96° 7.4

Fuente: Sandoval, 2015.

2.6.1.3. Efecto del amoniaco en el látex

El amoniaco se utiliza principalmente como preservante del látex para prevenir la coagulación del mismo durante la transportación y almacenamiento, es decir que el amoniaco previene la coagulación prematura del látex.

2.7. Grupos funcionales

2.7.1. Grupos funcionales en hidrocarburos

El grupo funcional es el grupo de átomos que caracterizan a una función química y que tienen propiedades características bien definidas.

Estos hidrocarburos son compuestos orgánicos formados únicamente por átomos de carbono e hidrógeno. La estructura molecular consiste en un armazón de átomos de carbono a los que se unen los átomos de hidrógeno.

2.7.1.1. Características de los grupos funcionales

El grupo funcional es un conjunto de estructuras submoleculares, caracterizadas por una conectividad y composición elemental específica que contiene reactividad química específica a la molécula que los contiene. Estas estructuras reemplazan a los átomos de hidrógeno perdidos por las cadenas hidrocarbonadas saturadas **(Beyer y McMurry, 2005)**.

Un determinado grupo funcional se comporta de manera totalmente similar en todas las moléculas que lo contienen, por lo que el comportamiento químico de los compuestos que contienen un determinado grupo funcional en general siempre es predecible y ello da pie a agrupar a los compuestos orgánicos en categorías o familias que presentan similares propiedades fisicoquímicas en base a la presencia de un determinado grupo funcional.

2.7.1.2. Tipos de grupos funcionales en hidrocarburos

Estos compuestos orgánicos están constituidos solo por C e H, se pueden clasificar en Alifáticos y Aromáticos. Los primeros a su vez se dividen en alcanos, alquenos y alquinos mientras que los segundos se dividen en benceno y árenos.

- **Alcanos.**

Los alcanos son la primera clase de hidrocarburos simples y se caracterizan por poseer sólo enlaces sencillos de carbono-carbono. C –C y C- H. La fórmula general de los alcanos es $C_nH_{(2n+2)}$. Existen cuatro primeros alcanos que en relación a su nomenclatura se designan con los nombres comunes Metano, etano, propano, butano, y los superiores se designan con un prefijo que indica el número de C seguidos del sufijo ano.

- **Alquenos.**

Los alquenos son hidrocarburos de primer grado de oxidación su estructura está formado por moléculas que contienen por lo menos un par de carbonos de enlace doble. C = C. se nombran con el sufijo eno.

- **Alquinos.**

Los alquinos son la tercera clase de hidrocarburos simples y son moléculas que contienen por lo menos un par de enlaces de carbono, que en este caso será triple. $C \equiv C$, pertenecientes al segundo grado de oxidación, se nombran con el sufijo ino

El cuadro 06, muestra una lista detallando la frecuencia aproximada (o el número de onda) a la que un grupo funcional, como C=O, C=C, C—H, C=C, o O—H, absorbe radiación el espectro IR.

2.7.1.3. Frecuencias de grupo

La frecuencia aproximada (o el número de onda) a la que un grupo funcional, como C=O, C=C, C-H, C=C, o O-H, absorbe radiación en el IR, se puede calcular a partir de las masas de los átomos y de la constante de fuerza del enlace entre ellos.

La mayoría de las frecuencias de grupo están:

- En el intervalo de 3.600 cm^{-1} a 1.250 cm^{-1} .
- Otras en la región de la huella dactilar al como lo demuestra la figura 08

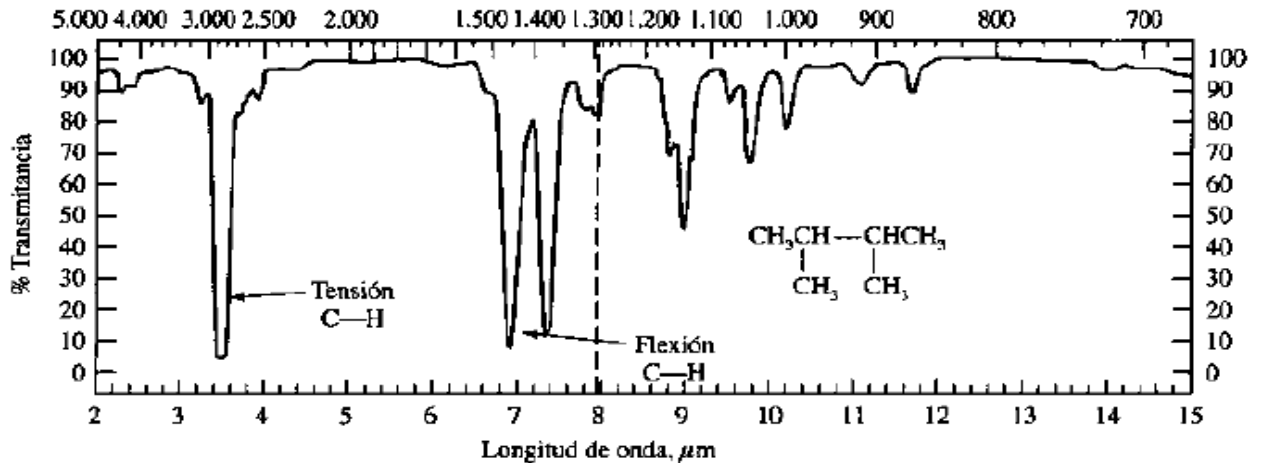


Figura 08. Frecuencia de grupos de un análisis con FTIR

De la figura 08 se determina:

- La vibración de tensión del grupo C-O-C aproximadamente al 1200 cm^{-1} .
- vibración de tensión del enlace C-C entre 700 y 800 cm^{-1} .

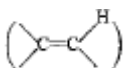
En la misma figura tiene un pico en el intervalo de 2900 cm^{-1} . A 3000 cm^{-1} .

- corresponde a una vibración de tensión del enlace C-H
- generalmente indica la presencia de uno o más grupos alcanos.

Los picos alrededor de 1.375 cm^{-1} . y 1.450 cm^{-1} son :

- Frecuencias de grupo características de los grupos C-H
- resultan de las vibraciones de flexión en la molécula

Cuadro N° 06: Frecuencia de onda para algunos de los grupos funcionales más comunes.

Enlaces	Tipo de compuestos	Intervalo de frecuencia, cm^{-1}	Intensidad
C – H	Alcanos	2850 – 2970	Fuerte
		1340 - 1470	Fuerte
C – H	Alquenos 	3010 – 3095	Media
		675 - 995	Fuerte
C – H	Alquinos (- C ≡ C – H)	3300	Fuerte
C – H	Anillos aromáticos	3010 – 3100	Media
		690 - 900	Fuerte
O – H	Alcohol y fenoles (monómeros)	3590 – 3650	Variable
	Alcoholes y fenoles (unidos por puentes de hidrogeno)	3200 – 3600	Variable a veces ancha
	Ácidos carboxílicos (monómeros)	3500 – 3650	Media
	Ácidos carboxílicos (unidos por puentes de hidrogeno)	2500 - 2700	Ancha
N – H	Aminas, amidas	3300 - 3500	Media
C = C	Alquenos	1610 - 1680	Variable
C = C	Anillos aromáticos	1500 - 1600	variable
C ≡ C	Alquinos	2100 - 2250	Variable
C – N	Aminas, amidas	1180 - 1360	Fuerte
C ≡ N	Nitrilos	2210 - 2280	Fuerte
C – O	Alcohol, cetonas, ácidos carboxílicos, esterés	1050 - 1300	Fuerte
C = C	Aldehídos, cetonas, ácidos carboxílicos, esterés	1690 - 1760	Fuerte
NH_2	Nitro derivados	1500 – 1570	Fuerte
		1300 - 1370	Fuerte

Fuente: Elaboración propia

2.7.2. Análisis con Espectroscopia Infrarrojo Por Transformada de Fourier , FTIR

El espectrofotómetro infrarrojo por transformada de Fourier, FTIR permite determinar los grupos funcionales de los compuestos existentes en la muestra, utilizando la radiación de la región infrarroja del espectro electromagnético. Las moléculas al absorber dicha energía, responden con distintos movimientos a específicas frecuencias, dependiendo de sus enlaces y su configuración estructural.

Este método es usado para caracterizar químicamente el látex de caucho natural debido a la gran utilidad que tiene en el reconocimiento de grupos funcionales de compuestos orgánicos (**Cáceres, 2011**).

La espectroscopia infrarroja se emplea fundamentalmente para la asignación funcional. Las bandas de absorción características de casi todos los grupos funcionales se encuentran entre 4.000 y 800 cm^{-1} . Los espectros de infrarrojo se representan como graficas de absorbancia frente a número de onda.

Las absorciones de los enlaces hidrógeno-X (X=O, N, C) dominan la región de número de ondas elevado en el espectro de infrarrojo, según el orden O-H, N-H, C-H. Como todos los compuestos orgánicos contienen muchos enlaces C-H las absorciones del infrarrojo debidas a su presencia no son muy útiles para dilucidar la estructura de un compuesto desconocido. En cambio, las absorciones de O-H y N-H constituyen un buen diagnóstico de la presencia de alcoholes y aminas.

2.7.2.1. Espectros IR de hidrocarburos

Los alcanos, alquenos, alquinos y aromáticos tienen espectros infrarrojos con frecuencias de absorción que son características para cada clase de hidrocarburo. Aunque es casi imposible identificar un hidrocarburo a partir de su espectro IR solamente, si se puede determinar su tipo o clase (**Oquendo, 2014**).

Los hidrocarburos solo tienen enlace carbono – carbono y carbono – hidrogeno. Estos enlaces tienen frecuencias de absorción infrarroja que son características para cada clase de hidrocarburo.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar de ejecución

El trabajo de investigación se realizó en los Laboratorios de la Facultad de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional de San Martín (UNSM - T), Ciudad Universitaria, Distrito de Morales Provincia y Región San Martín (ver anexo 2).

Para el análisis espectrométrico IR se utilizó el FT-IR (Espectroscopia de Transformada de Fourier) y se llevó a cabo en el Laboratorio de Ingeniería Química de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

La recolección de la materia prima látex natural de la especie *Hevea brasilienses* se realizó en el sector "Bristol" a 3 horas de caminata del Distrito de Chazuta Región San Martín a 41 km de Tarapoto (ver figura 09). La altitud de dicho sector es de 260 msnm aprox. y T° promedio de 27 °C. La principal actividad económica del distrito es la agricultura, con respecto al caucho *Hevea brasiliensis* en esta zona se encuentra en un bosque primario o natural.

La cantidad fue de 4 litros de látex, esta cantidad se obtiene de la extracción de 50 - 70 árboles aproximadamente equivalente a una jornada laboral, la muestra fue extraída con el apoyo de la Asociación Ecobosque de dicho distrito (ver anexo 01).

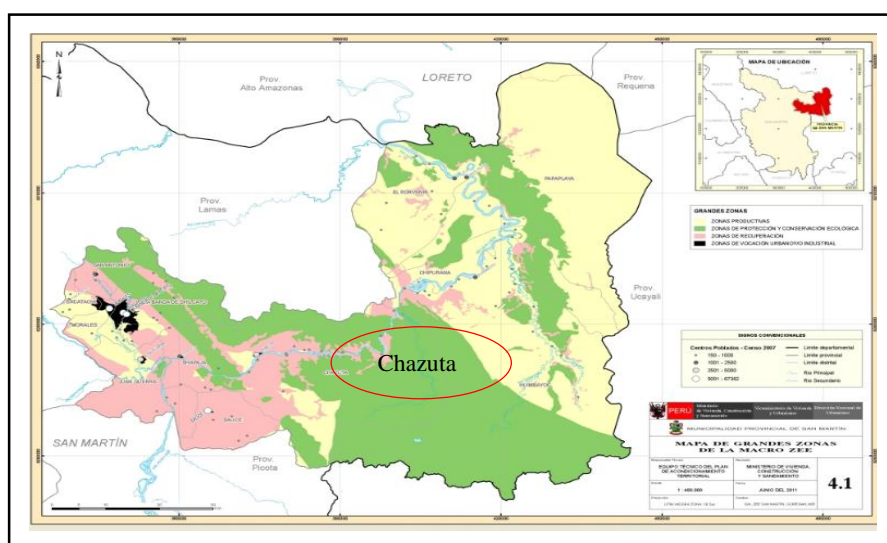


Figura 09: Localización geográfica del distrito de Chazuta en la Provincia San Martín.

Fuente: MPSM (2011).

3.2. Equipos, materiales y reactivos

3.2.1. Equipos de laboratorio

- Balanza analítica, marca AND, modelo GH-200. (Digital precisión).
- Estufa, Marca FRAVILL, modelo ED080.
- Baño maría, marca MEMMERT
- Mufla Thermolyne 1500 Furnace.
- pH metro digital de mesa Metrohm 827 pH Lab. Swiss Made..
- Espectrofotómetro de infrarrojo con transformada de Fourier. Marca SHIMADZU-FTIT 84005 (Transmitancia).

3.2.2. Materiales de laboratorio

- Matracas erlenmeyer de 150, 250 mL.
- Vasos de precipitación de 50, 80, 100, 250 y 1000 mL.
- Pipetas graduadas de 5 y 10 mL.
- Fiolas
- Probetas graduadas de 10, 100, 250, 500 y 1000mL.
- Pinzas.
- Espátulas.
- Gradillas.
- Set de Tamizadores ASTM.

3.2.3. Reactivos

- Ácido acético al 50%.
- Termómetro de mercurio de -20 a 150 grados centígrados, escala 1.
- Amoniacó al 30%.
- Ácido acético al 2%
- Ácido cítrico.

3.3. Metodología

Para la realización del proyecto se realizó varios análisis que determinan la calidad del látex natural de caucho, siendo estos parámetros relevantes para la adquisición de caucho en láminas por la industria nacional e internacional. La metodología con la que se realizó el proyecto fue cuantitativa, experimental y comparativa, debido a que se observó y cuantifico en un tiempo de preservación, y cómo varían cada una de las variables a analizar en el tiempo de preservación.

3.3.1. Análisis fisicoquímicos del látex.

Las muestras fueron evaluadas periódicamente para analizar el comportamiento de las variables críticas de control: PH, TSC, Materia volátil, DRC e integridad de compuestos con el FTIR en el tiempo de almacenamiento.

Se realizó la caracterización fisicoquímica del látex natural con los procedimientos que se presentan a continuación.

3.3.1.1. Contenido de sólidos totales TSC

La metodología para determinar el TSC se encuentra detallada en la norma ASTM D1076-88 (Cornish *et al.*, 1988). Se procedió con la siguiente secuencia:

- ✓ Se vertió en una caja Petri 2.0 ±0.5 g de látex.
- ✓ Se colocó el plato en un horno y se calentó a 100 °C ± 2 °C por 3 h, hasta que la muestra se oscureció.
- ✓ Se enfrió en un desecador y luego se pesó. Se devolvió el plato al horno por 15 minutos con una temperatura de secado 100 °C ± 2 °C, se enfrió en un desecador y se pesó. Se repitió el procedimiento de secado por intervalos de 15 minutos, hasta que la pérdida de masa entre pesos sucesivos fue menor que 1 mg (**Cáceres, 2011**).

3.3.1.2. Contenido de caucho seco o DRC según ISO 125: 2011

La metodología para determinar el DRC lo detalla la norma ASTM D 1076-88

- ✓ Se pesó 10 ± 1 g de látex en una caja Petri de 100 mm de diámetro y 50 mm de profundidad, se vertió 20 ml de agua por el borde interior del contenedor y se agito con cuidado.
- ✓ Se añadió en un periodo de 5 minutos 75 ± 5 ml de ácido acético al 2 %, hasta que se coaguló, se agitó mientras se agregaba el ácido.
- ✓ Se presionó suavemente la lámina de látex coagulado que se formó debajo del suero.
- ✓ Se colocó en un vidrio de reloj sobre el recipiente y luego se calentó en un baño de vapor durante 15 a 30 minutos.
- ✓ Se recuperó los residuos de látex coagulado en el recipiente.
- ✓ Se sumergió el látex coagulado en agua varias veces para quitar todo el ácido restante.
- ✓ Se presionó el látex coagulado para eliminar el agua y obtener una lámina uniforme que no excedió 2 mm de espesor.
- ✓ Se secó la lámina a una temperatura de $70 \text{ °C} \pm 2 \text{ °C}$ por 16 horas. Se enfrió en un desecador y se pesó. Se repitió el procedimiento de secado hasta que la pérdida fue menor de 5 mg después de calentar durante 15 minutos **(Marroquín, 2015)**.

3.3.1.3. Cenizas

La metodología para la determinación de cenizas está descrita en las norma ISO 248 para látex de caucho laminado.

Se tomaron de cada muestra laminada pesos aproximados entre 10 y 10.5 gramos, las cuales fueron cortadas en tiras para luego ser introducidas en crisoles y llevadas a la mufla a 550°C por 3 horas hasta lograr cenizas de las muestras **(Camacho et al; 2014)**.

3.3.1.4. Materia volátil

La metodología para determinar materia volátil esta descrita en la norma ISO 249 para látex de caucho laminado.

Se tomaron de cada muestra laminada pesos aproximados entre 10 y 10,5 gramos, luego fueron llevados al horno las respectivas fracciones por 1 hora a 110°C. Se sacaron para ser pesados, seguidamente se llevaron de nuevo al horno por 30 minutos para nuevamente ser sacadas y pesadas. Este proceso se repitió hasta lograr una diferencia de peso inferior a 1mg (**Camacho et al; 2014**).

3.3.1.5. Integridad de grupos funcionales con el FTIR

El látex natural, se analizó con un espectrofotómetro de infrarrojo con transformación de Fourier (FTIR). Esto permitió monitorear la integridad de los grupos funcionales presentes en la muestra en el tiempo de preservación. Para analizar la muestra líquida se hizo de manera directa, sin mezcla alguna, colocando dos gotas equivalente a 0.5 µl de la muestra entre dos placas de KBr o NaBr, las cuales conforman parte de la llamada celda de muestras líquidas. El agua fue retirada de la muestra, ya que tiene una fuerte absorción en la región infrarroja (**Martínez, 2015**).

- ✓ Se hicieron 9 mediciones con el FTIR una como testigo sin preservante y las siguientes con preservante de amoníaco tal como se muestras en las gráficas 13, 17,18, 19, 20.
- ✓ Esta caracterización por FTIR se efectuó en la unidad de servicios de análisis químico de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

3.3.2. Análisis estadístico

Para la investigación se utilizó un diseño completamente al azar D.C.A. con 4 tratamientos, 3 repeticiones para un total de 12 ensayos para cada medición como lo muestra el cuadro 07

Cuadro N° 07: Nomenclatura de los tratamientos de experimento.

Concentración (A)				Tiempo (B)		
0.6 %	0.7%	1 %	1.5%	0- 10 días	11- 29 días	30- 50 días
a_1	a_2	a_3	a_4	b1	b2	b3

Fuente: Elaboración propia

Los tratamientos constituyen las interacciones entre los factores A y B, producto de la combinación de los niveles de ambos factores: a_1b_1 , a_1b_2 , a_1b_3 , a_2b_1 , a_2b_2 , a_2b_3 , a_3b_1 , a_3b_2 , a_3b_3 , a_4b_1 , a_4b_2 , a_4b_3 , es decir $4 \times 3 = 12$ tratamientos.

Los datos fueron analizados mediante Análisis de Varianza (ANVA) y sometidos a la prueba de TUKEY ($P < 0.05$) para determinar la naturaleza de las diferencias entre tratamientos.

3.3.3. Procesamiento de la investigación

En primera instancia se realizó un recorrido por el bosque de la comunidad, para la ubicación de manchales de caucho o shiringa seguido de la organización de grupos de trabajo para realizar actividades de mapeo, limpieza, construcción de campamentos, señalización y preparación de árboles (**Sacramento, 2012**).

La investigación en estudio constó de procesos que se llevaron a cabo para la conservación y caracterización del látex natural de caucho. (Ver figura 10)

3.3.3.1. Sistema de variables

Variables independientes: Concentraciones del conservante (% amoniaco), tiempo de preservación.

Variables dependientes : Características fisicoquímicas (contenido de sólidos totales o TSC, caucho seco o DRC, materia volátil, cenizas, densidad, integridad de compuestos por FTIR , Ph.).

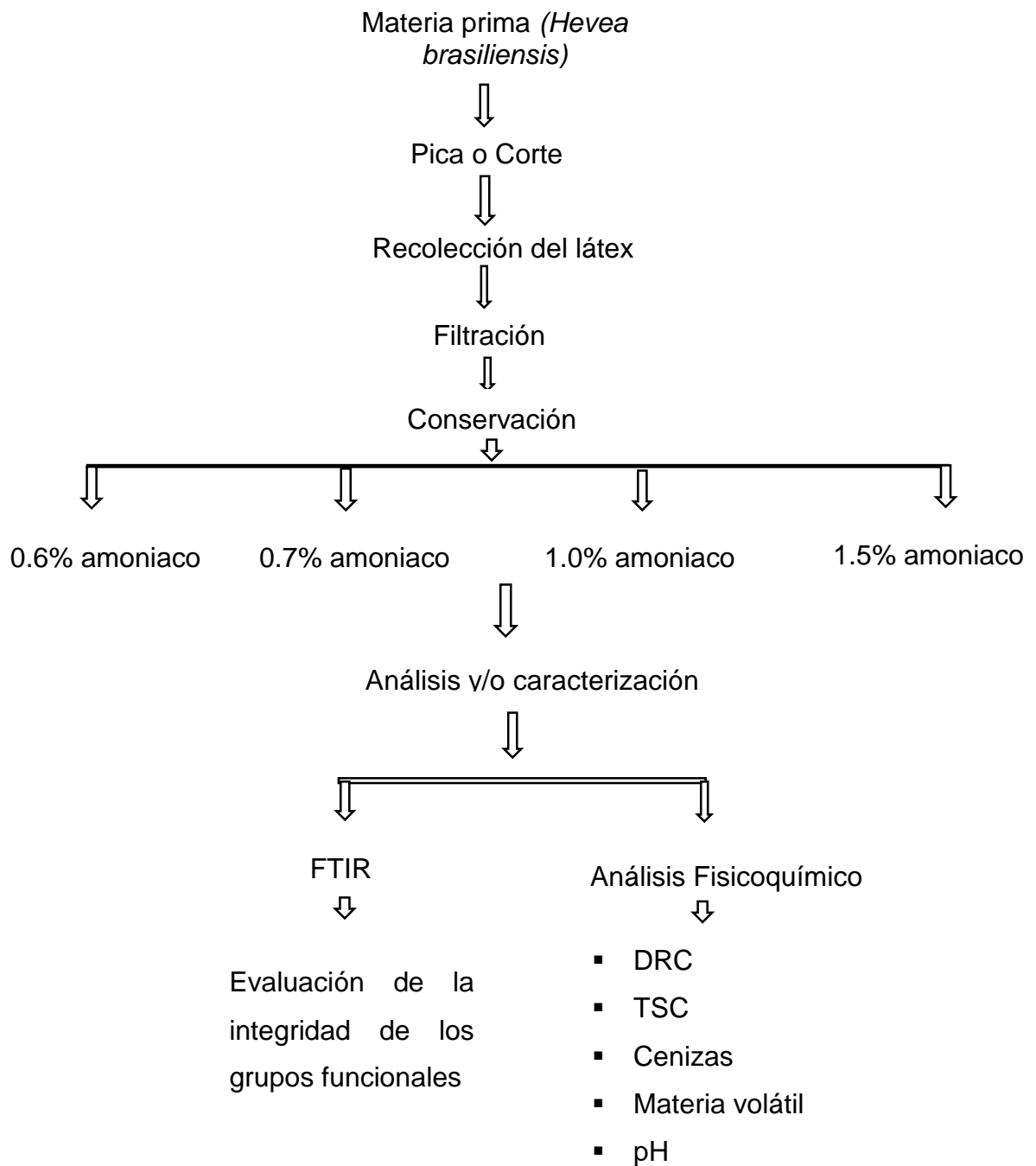


Figura 10. Diagrama de flujo para la conservación y caracterización del látex natural del caucho o shiringa.

Fuente: Elaboración propia.

3.3.4. Preparación de la muestra

Después de la extracción del látex de la shiringa, fue previamente filtrado mediante un tamiz de 400 μm , luego fue transferido a 4 envases de vidrio, donde se agregó a cada uno 350 mL de látex, se tomó una muestra testigo, seguidamente se adiciono, 0.6 %, 0.7 %, 1 %, 1.5 % de amoniaco (solución acuosa de NH_3 30 % v/v), estos ensayos se realizaron por triplicado para cada medición, se hicieron tres evaluaciones como mínimo.

Las cantidades del conservante de NH_3 que se agregaron a cada envase están en función a la siguiente formula. El cuadro 08 detalla las cantidades agregadas a cada envase.

$$\frac{A \%}{B \%} (C \text{ ml}) = D \text{ ml}$$

- A: Concentración requerida del preservante- NH_3
- B: Concentración del NH_3 equivalente a 30 %
- C: cantidad de látex natural 350 ml
- D: Cantidad de preservante a agregar

Cuadro N° 08. Resumen de las cantidades del preservante que se adiciono a Cada muestra.

Concentración NH_3	Látex (ml)	Preservante NH_3 ml
0.60%	350	7
0.70%	350	8.2
1.00%	350	11.7
1.50%	350	17.5

Fuente: Elaboración propia.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. Resultados

4.1.1. Caracterización del látex natural de caucho “*Hevea brasiliensis*” sin preservante

Los resultados obtenidos para el látex natural sin preservante como contenido de caucho seco o DRC, contenido de sólidos totales o TSC, Materia volátil, cenizas se muestran en el cuadro 09.

Cuadro N° 09: Características generales obtenidas en el laboratorio.

Propiedades Evaluadas	Caracterización Evaluada (%)	Bibliografía (%)
Agua	48.08	52 - 70
Contenido de sólidos totales TSC	51.02	41.5
Contenido de caucho seco DRC	47.23	27 - 40
Cenizas	0.37	0.5
Materia Volátil	0.162	0.14 – 0.58

Fuente: Elaboración Propia

El látex del caucho natural se divide en dos grandes grupos, estos son, agua y contenido de sólidos totales, dentro de este segundo parámetro se encuentran las sustancias como, caucho seco, materia volátil, cenizas, carbohidrato, refiere Sandoval (2015).

Para el contenido de Materia volátil, los datos de la bibliografía se recogió como referencia el promedio de datos de una investigación de Camacho et al (2014), que consta de 5 análisis y obtuvo como resultado (0.14%, 0.38%, 0.14%, 0.22%, 0.58%) siendo este promedio 0.29% de materia volátil, esto sirvió para hacer una comparación con los dato obtenido en el laboratorio que es de 0.162 %.

La figura 11, muestra parámetros como contenido de caucho seco o DRC, contenido de sólidos totales o TSC y agua.

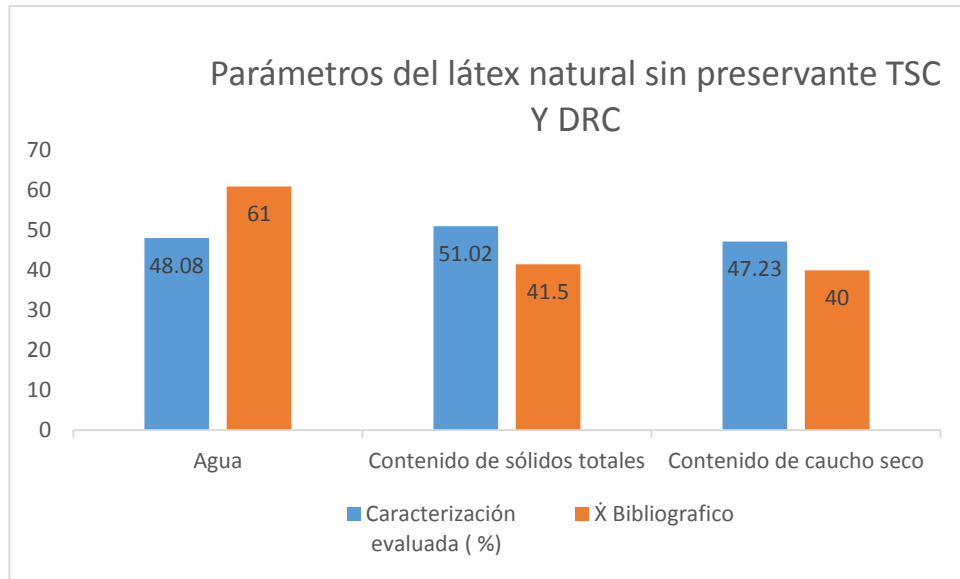


Figura 11. Resultado óptimo de tres parámetros para muestras de látex natural sin preservante.

El contenido de materia volátil y cenizas respectivamente se grafica detalladamente en la figura 12.

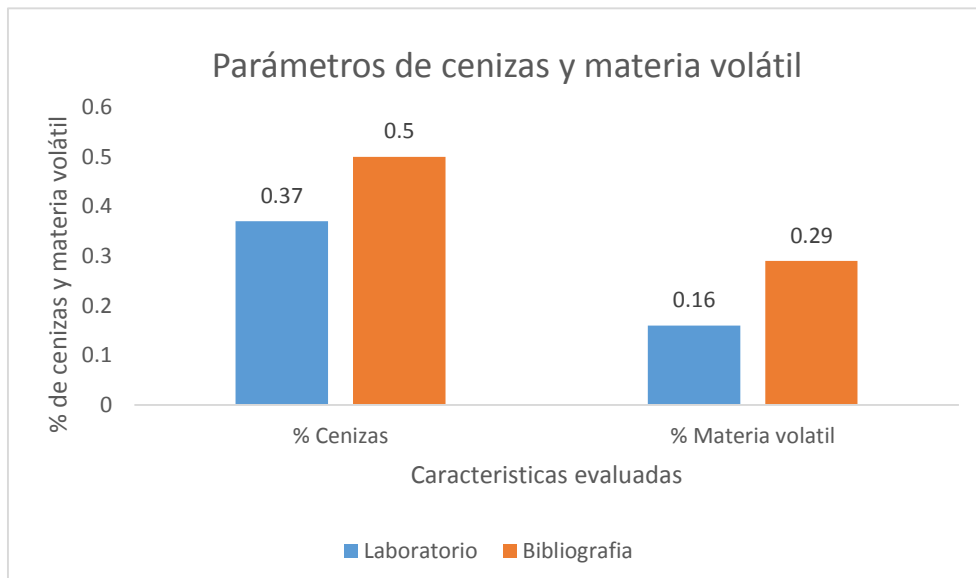


Figura 12. Obtención de materia volátil y ceniza respectivamente sin tratamiento (sin preservante)

4.1.1.1. Caracterización para pH

El látex al momento de medir el pH se obtuvo un valor de 5.5 (ver cuadro 10), esto significa 1.7 menos que lo que indica Gonzales (2011), el látex es un compuesto de características neutras con un pH de 7.0 a 7.2, pero cuando es expuesto al aire por tiempos de entre 12 a 24 horas, el pH del látex baja hasta un valor de 5 y allí se presenta la coagulación espontánea. El látex natural extraído permaneció aproximadamente 6 horas sin preservante es por ello la diferencia del pH así lo afirma también Andrade y Prada (2005) “el pH del látex fresco es casi neutro, pero puede pasar rápidamente a una condición ligeramente ácida con un pH de 5.8.” Un látex preservado con amoníaco es de alrededor de 10.3

El intervalo de pH de 5.05 a 4.77 está el punto isoeléctrico en que se efectúa la coagulación del caucho. Dicho intervalo se denomina también primera zona de sólido.

Cuadro N° 10: Datos obtenidos del pH sin conservante

Fuentes	pH
Laboratorio FIAI	5.5
Bibliografía	7.0 – 7.2

Fuente: elaboración propia

4.1.1.2. Caracterización para densidad

Se obtuvo una densidad relativa en el laboratorio de la FIAI de 0.9763. Según Bastidas y Cruz (2009), menciona que la densidad del látex está comprendida entre 0.973 y 0.979 (Cuadro 11), resultante de los pesos específicos del suero (1.02) y las partículas de caucho en suspensión (0.91).

Cuadro 11. Relación de la densidad del látex natural

Fuentes	Densidad Relativa
Laboratorio FIAI	0.9763
Bibliografía	0.973 – 0.979

Fuente: Elaboración propia

4.1.1.3. Caracterización con el espectrofotómetro infrarrojo FTIR

La figura 13 muestra una caracterización cualitativa del látex natural "*Hevea Brasiliensis*" se hizo con la finalidad de reconocer la estructura química de los grupos funcionales presentes en el látex natural sin preservación. Así como también se detallara más adelante, IR con preservante. Esta técnica permitió confirmar la existencia de ciertos grupos funcionales siendo estos los constituyentes mayoritarios de la estructura química del látex natural de caucho (Colonna, 2010).

Los picos 837.11 y 1647.21 cm^{-1} obtenidos del espectro IR (ver figura 13), pertenecen al polímero del isopreno respectivamente, estos picos aparecen debido al estiramiento de los dobles enlaces C=C perteneciente a los alquenos, además como podemos apreciar también aparecen bandas pertenecientes a los alcanos conformados por enlaces simples C-H.

El espectro IR de sustancias proteicas contiene bandas de adsorción o también denominadas "amidas", el espectro infrarrojo nos da 3302 cm^{-1} , perteneciente a este grupo (ver figura 13).

Los carbohidratos como la glucosa, fructuosa y sacarosa están representados entre los picos 1200 y 900 cm^{-1} respectivamente, esta región se observa más de una vibración según Cáceres (2011), cuando una absorción involucra más de una vibración o movimiento no puede ser fácilmente asignada a un grupo funcional específico por lo tanto pertenecen a los carbohidratos.

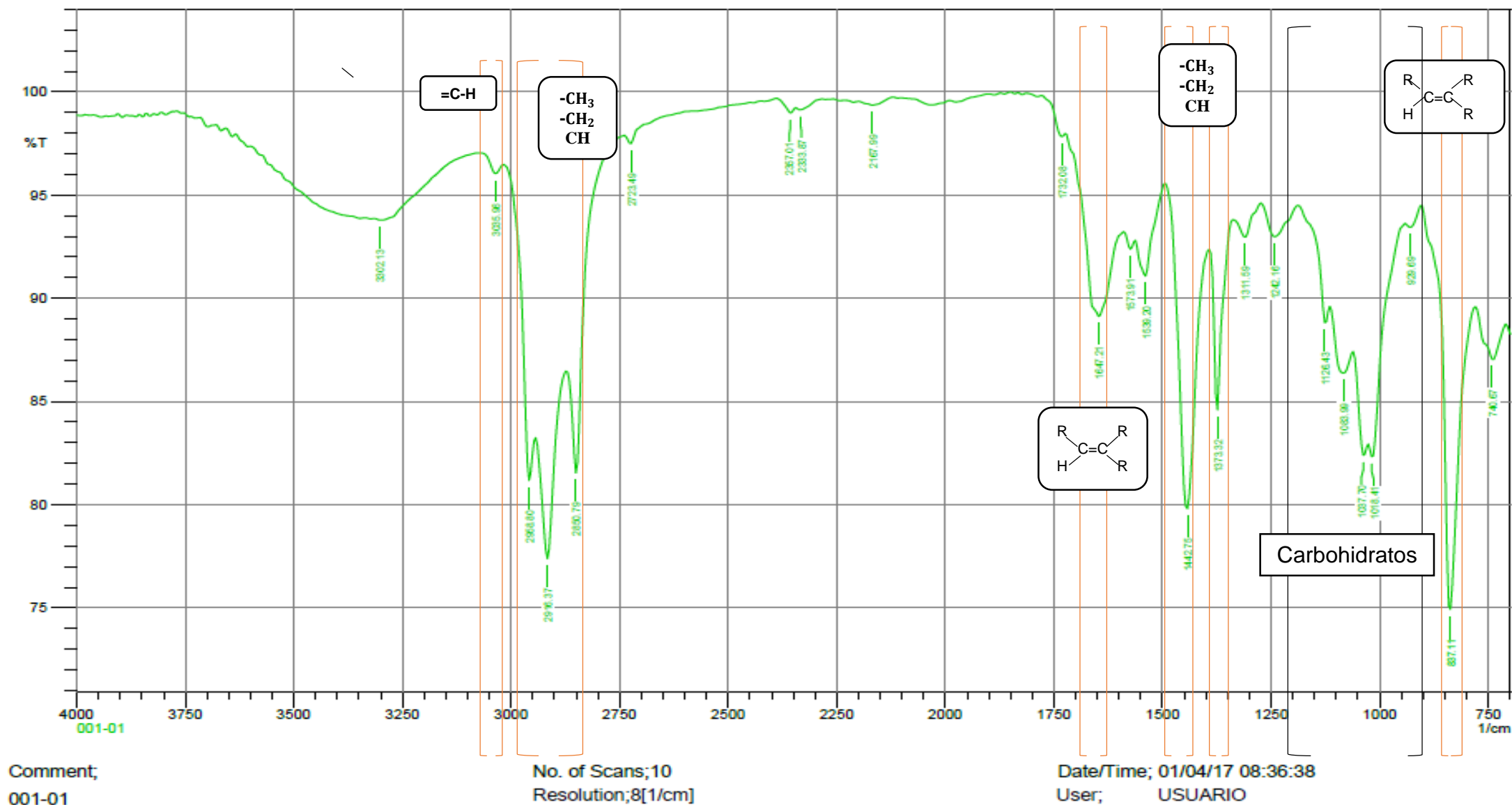


Figura 13. Espectro FTIR del látex natural de caucho (*Hevea brasiliensis*) sin preservante (% Transmitancia y Numero de onda)

4.1.2. Resultado de las características fisicoquímicas con preservante

4.1.2.1. Para pH

El látex extraído del árbol de caucho, como fue mencionado anteriormente tiende a coagularse rápidamente. Se usó un preservante conocido como amoniaco, siendo el mejor conservador por sus buenas características que esta puede dar a un producto final del caucho en sí. Peláez et al; (2014), el estabilizante más utilizado en el proceso convencional de beneficio de caucho es el amoniaco, que además posee características favorables como ser bactericida y desactivador de los iones de magnesio. El pH se midió desde el momento que se agregó preservante al látex hasta un tiempo determinado.

Como detalla el cuadro 12, un látex con preservante de amonio contiene aproximadamente 10.3, esto va a depender de la cantidad de amoniaco que se agregue al látex. Andrade y Prada (2005); a más amoniaco obviamente el pH asciende y viceversa, durante el tiempo que duro la investigación se puede apreciar un descenso mínimo en cada fecha establecida en la medición , esto se debió que al momento de sacar látex para realizar los respectivos análisis el amoniaco se fugaba, este conservante es altamente volátil.

Cuadro N° 12: Datos obtenidos de pH en el tiempo de almacenamiento y/o Preservación

[] NH ₃	Biblio grafía	día 3	día 8	día 13	día 17	día 21	día 29	día 41	día 50	Promedio
0.60%	10.3	10.23	10.2	10.16	10.13	10.07	10.03	9.99	9.9	10.10
0.70%		10.28	10.25	10.2	10.16	10.11	10.09	10.06	10.01	10.15
1.00%		10.42	10.38	10.35	10.33	10.26	10.22	10.2	10.1	10.28
1.50%		10.6	10.57	10.53	10.49	10.47	10.44	10.4	10.2	10.46
Promedio										10.25

Fuente: Elaboración propia

La figura 14 detalla gráficamente el comportamiento del pH en el transcurrir del tiempo.

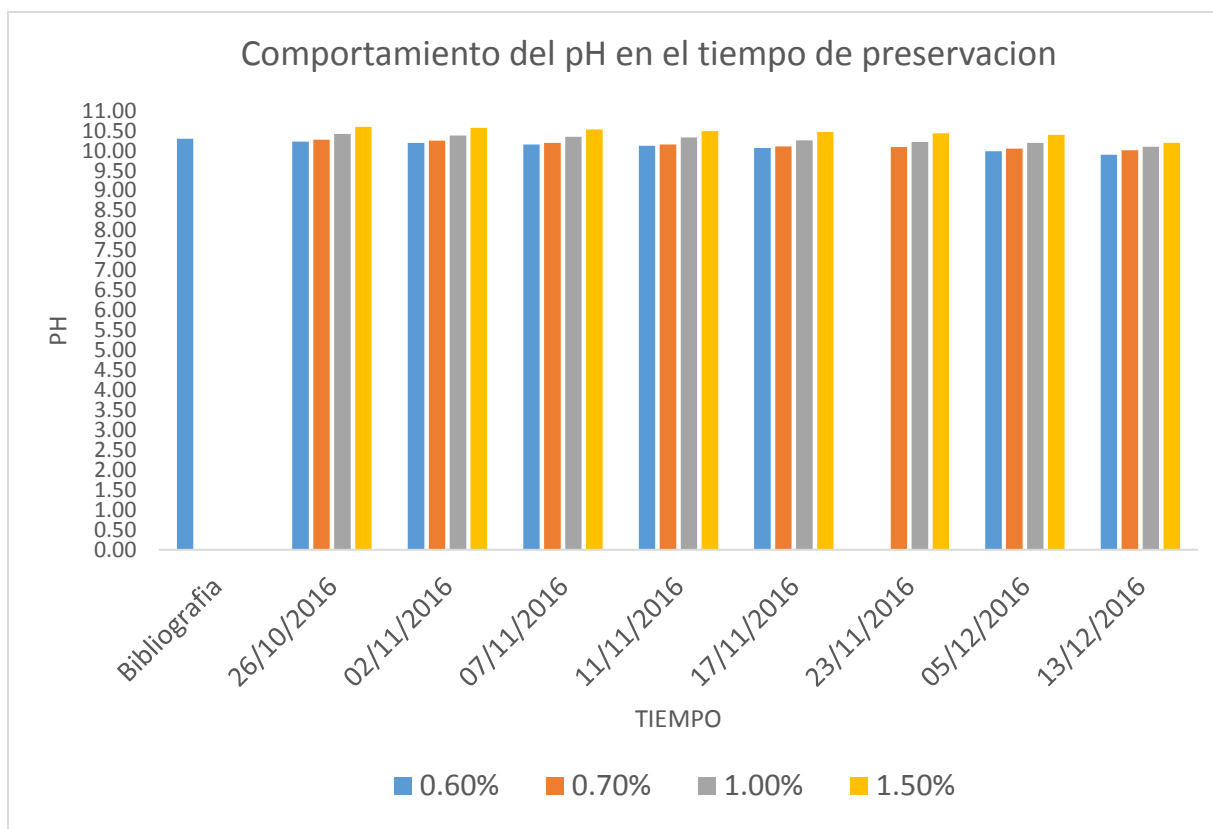


Figura 14. Variación de pH del látex en el tiempo de preservación

A continuación se presente el análisis estadístico para el parámetro del pH

Cuadro N° 13: Distribución para análisis de varianza

Tiempo	Análisis de varianza para el pH			
	A= 0.6%	B=0.7%	C=1.0%	D=1.5%
10 días	10.2	10.24	10.39	10.59
	10.19	10.26	10.37	10.56
	10.2	10.24	10.38	10.57
25 días	10.14	10.17	10.34	10.5
	10.11	10.15	10.32	10.48
	10.13	10.15	10.32	10.49
40 días	9.99	10.05	10.21	10.41
	9.98	10.06	10.19	10.39
	9.99	10.07	10.21	10.39
Promedio	10.10	10.15	10.30	10.49

Fuente. Elaboración propia

Cuadro N° 14: Resultados del análisis de varianza

Origen de las variaciones	SC	GL	CM	F	Probabilidad P – valor	Valor crítico para F
Concentración vs Tiempo	0.80	3	0.27	38.80	<0.0001	2.90
Error	0.22	32	0.0069			
Total	1.02	35				

$R^2 = 0.78 \%$ $CV = 0.81 \%$

Del cuadro 14, puede verse los siguientes resultados

1. Valor calculado F de 38.80. este valor resulta ser superior al valor tabular de F de 2.90
2. Valor p de < 0.0001

De acuerdo a estos resultados se tiene evidencia suficiente para realizar el análisis de Tukey ($F_c > F_{tab}$; o valor p < 0.05), es decir que de los cuatro concentraciones al menos una presenta diferencias entre sí.

Cuadro N° 15: Operaciones con el Test Tukey

Descripción	Abreviatura	Valor
Dif Honestamente Sig.	HSD	0.105
Tabla de tukey (q)	Multiplicador	3.79
Cuadrado error medio	Mse	0.0069
Tamaño de cada grupo	n°	9

Grupos	n	Suma	Medias	Varianza (E.E.)
A= 0.6%	9	90.93	10.10	0.01 A
B=0.7%	9	91.39	10.15	0.01 A
C=1.0%	9	92.73	10.30	0.01 B
D=1.5%	9	94.38	10.49	0.01 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Según el cuadro 16 la concentración 0.6 % y 0.7 % del preservante no existe mucha diferencia, y además estos parámetros serian usadas como un mejor resultado por la misma que tiene menos amoniaco.

Cuadro N° 16: Interpretación del test de Tukey

Grupos	Diferencia	HSD (comparador)	Conclusión
A contra B	0.05	0.105	no existe diferencia
A contra C	0.20	0.105	si existe diferencia
A contra D	0.38	0.105	si existe diferencia
B contra C	0.15	0.105	si existe diferencia
B contra D	0.33	0.105	si existe diferencia
C contra D	0.18	0.105	si existe diferencia

Fuente: elaboración propia

4.1.2.2. Contenido de sólidos totales o TSC

A partir de los datos obtenidos (ver cuadro 17) se puede inferir que los resultados para TSC son los óptimos según Cáceres (2011), en su estudio Termogravimétrico TGA obtiene un aproximado de 48.48 de TSC del látex, y utilizando la Norma ASTM le dio un resultado de 47.14% dándole por error 2.48% entre el análisis TGA y procedimientos de las normas ASTM. A demás se puede decir que a menos concentración de amoniaco en el látex se obtiene mayor cantidad de solidos totales.

La diferencia en relación a lo que detalla Cáceres (2011) es de aproximadamente 1.5 %, en contenido de sólidos totales.

Cuadro N° 17: Resultados obtenidos en porcentaje del contenido de sólidos totales en un determinado tiempo.

Concentración	día 3	día 8	día 13	día 17	día 21	día 29	día 41	día 50	Promedio
0.60%	50.21	50.1	49.86	49.69	49.99	49.82	50.32	49.96	49.99
0.70%	49.97	48.1	49.95	49.58	49.87	49.71	49.38	49.43	49.50
1.00%	49.67	49.5	49.24	49.36	49.34	49.64	49.05	49.36	49.40
1.50%	48.73	48.7	48.61	48.81	48.82	49.27	48.64	48.81	48.80
									Promedio 49.42

Fuente: Elaboración propia

La figura 15 detalla el comportamiento del contenido de sólidos totales del látex natural en el tiempo de preservación.

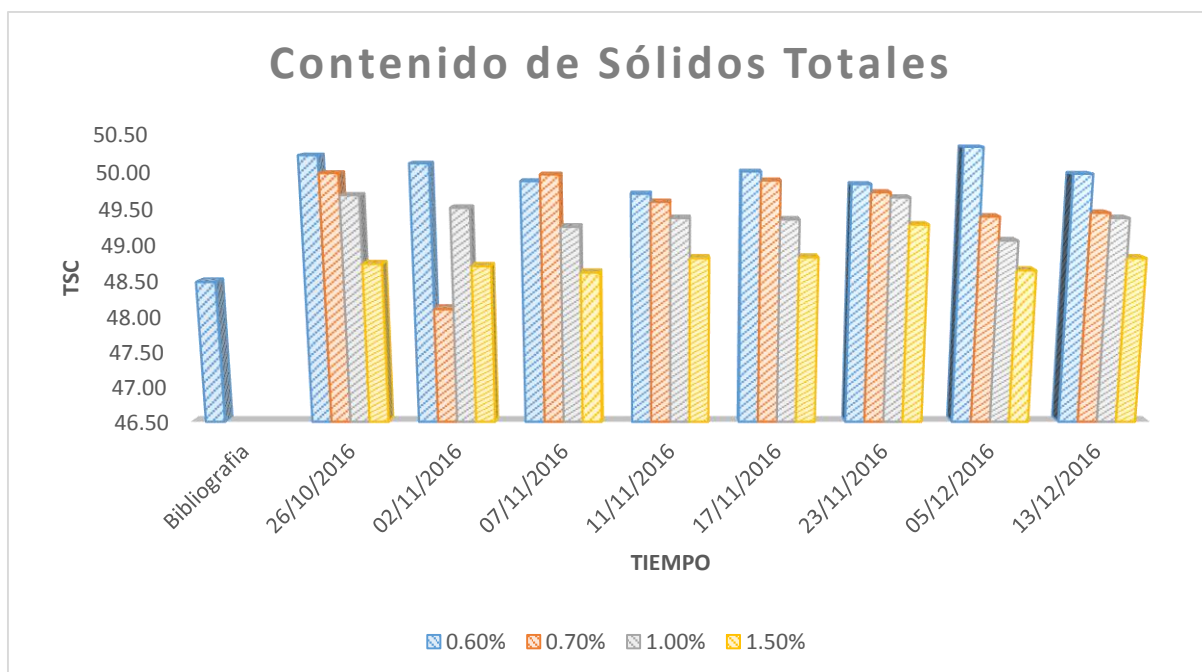


Figura 15. Contenido de sólidos totales del látex natural

A continuación se presenta cuadros de análisis de varianza para determinar básicamente que concentraciones son las que causan mayor diferencia en los resultados obtenidos.

Cuadro N° 18: Resultados del análisis de varianza para TSC

Origen de las variaciones	SC	GL	CM	F	Probabilidad (p-valor)	Valor crítico para F
Concentración vs Tiempo	8.35	3	2.78	8.46	0.00028	2.90
Error	10.53	32	0.33			
Total	18.88	35				

$R^2 = 0.44\%$ $CV = 1.16\%$

Del cuadro puede verse los siguientes resultados

1. Valor calculado F de 8.46 este valor resulta ser superior al valor tabular de F de 2.90
2. Valor p de 0.00028

De acuerdo a estos resultados se tiene evidencia suficiente para realizar el análisis de tukey ($F_c > F_{tab}$; o valor $p < 0.05$), es decir que de los cuatro concentraciones al menos una presenta diferencias entre sí.

Cuadro N° 19: Operación con el Test Tukey para TSC

Descripción	Abreviatura	Valor
Dif Honestamente Sig.	HSD	0.725
Tabla de tukey (q)	Multiplicador	3.79
Cuadrado error medio	Mse	0.33
Tamaño de cada grupo	n°	9

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza (E-E)
D	9	438.62	50.03	0.100 A
B	9	441.13	49.01	1.121 A
C	9	443.74	49.30	0.062 A B
A	9	450.26	48.74	0.034 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Según el cuadro 20 la concentración 0.6 % y 1,0 % del preservante no existe mucha diferencia, pero se debería optar por el de menor concentración siempre teniendo en cuenta que se debe usar el de menor preservante, para no contaminar el medio ambiente.

Cuadro N° 20: Interpretación del test de Tukey

	Diferencia	HSD (comparador)	Conclusión
A contra B	1.01	0.725	Si existe diferencia
A contra C	0.72	0.725	No existe diferencia
A contra D	1.29	0.725	Si existe diferencia
B contra C	0.29	0.725	No existe diferencia
B contra D	0.28	0.725	No existe diferencia
C contra D	0.57	0.725	No existe diferencia

Fuente: Elaboración propia

4.1.2.3. Contenido de caucho seco o DRC

A continuación se presenta cuadros de los resultados para el contenido de caucho seco.

Como se puede ver el cuadro 21 encontramos una mayor cantidad de caucho seco en comparación con la bibliografía encontrada, esto hace indicar que las muestras obtenidas son extraídas de plantaciones silvestres, como dice Santi (2014), estas características difieren del tipo de suelo, clima, altitud, edad del árbol.

Cuadro N° 21: Porcentaje del contenido de caucho seco para cada concentración

[] NH ₃	Biblio grafía	día 3	día 8	día 13	día 17	día 21	día 29	día 41	día 50	Promedio
0.60%		46.1	46.3	46	44.4	46	46.5	46	45.9	45.90
0.70%	43.73 -	45.8	45.9	45.3	44.5	46.1	46.5	45.9	45.8	45.73
1.00%	44.46%	45.6	45.7	43.5	44	45.9	46	45.8	44.7	45.15
1.50%		44	44.1	40.1	42.7	45.3	45.6	45.4	44.2	43.93
Promedio										45.18

Fuente: elaboración propia

En la figura 16 se grafica la tendencia de caucho seco en el tiempo de preservación

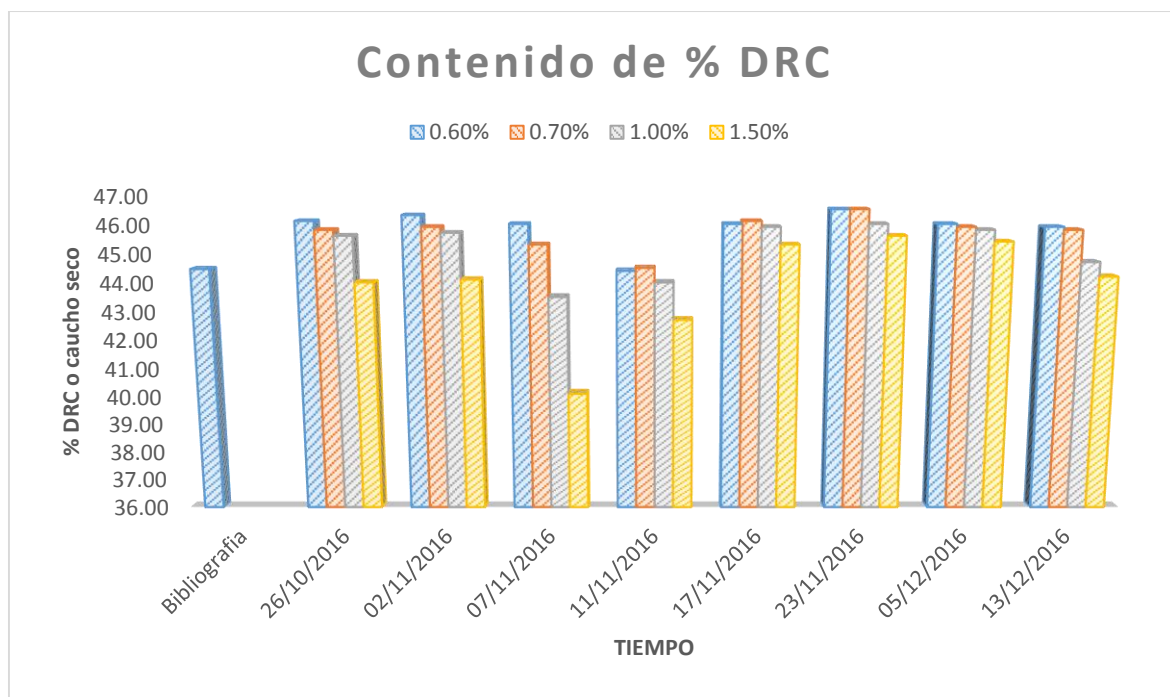


Figura 16. Parámetros obtenidos del análisis de DRC en el laboratorio

4.1.2.4. Materia volátil

En el cuadro 22 se detalla a continuación los resultados obtenidos durante el tiempo de preservación del látex natural (*Hevea brasiliensis*).

Los datos son relativamente similares a los resultados obtenidos por Camacho et al; (2014), en su estudio obtuvo resultados de 0.29 aproximadamente.

Cuadro N° 22: Parámetros obtenidos para materia volátil

Concentración	día 3	día 8	día 13	día 17	día 21	día 29	día 41	día 50	Promedio
0.60%	0.16	0.24	0.17	0.27	0.14	0.15	0.19	0.19	0.19
0.70%	0.22	0.26	0.17	0.66	0.16	0.12	0.23	0.21	0.25
1.00%	0.24	0.26	0.24	0.52	0.38	0.13	0.21	0.25	0.28
1.50%	0.26	0.27	0.2	0.34	0.39	0.09	0.28	0.26	0.26
Promedio									0.25

Fuente: Elaboración propia

A continuación se presenta el análisis de varianza para los análisis de materia volátil. Con ello se podrá inferir si es que existe una diferencia significativa entre las cuatro concentraciones.

Cuadro N° 23: Análisis de varianza para el contenido de materia volátil

Origen de las variaciones	SC	GL	CM	F	Probabilidad (p- valor)	Valor crítico para F
Concentración vs tiempo	0.105	3	0.03	1.74	0.18	2.90
Error	0.639	32	0.02			
Total	0.744	35				

$R^2 = 0.14\%$ $CV = 45.64\%$

Del cuadro puede verse los siguientes resultados

1. Valor calculado F de 1.74 este valor resulta ser inferior al valor tabular de F de 2.90
2. Valor p de 0.00028

De acuerdo a estos resultados, no se tiene evidencia suficiente ($F_c < F_{tab}$; o valor $p > 0.05$), para afirmar que si existe evidencia. Esto conlleva a concluir que las cuatro concentraciones no presentan diferencia entre sí en cuanto al porcentaje de materia volátil y al no presentar diferencia optamos por el de menor concentración.

4.1.2.5. Espectros IR del látex natural del caucho

En la figura 17 se observan tres gráficas 1, A y B, el número uno representa a un IR del látex natural sin preservante, esta gráfica permitió comparar las diferencias de los espectros IR del látex preservado a diferentes concentraciones y tiempo de almacenamiento respectivamente.

La gráfica del centro (B), es el resultado de los espectros IR para látex natural preservado al 0.6% de concentración y a unos 15 días aproximadamente de almacenamiento. Como se puede observar los espectros coinciden con la gráfica A, esto permite, afirmar que no ha cambiado en nada su estructura fisicoquímica, ya que sus grupos funcionales y picos espectrofotométricos (ver anexo 5) permanecen idénticos.

Los espectros IR de la gráfica C, corresponde al látex natural con preservante al 0.7 % de concentración, e igual tiempo de almacenamiento que el anterior, los resultados de los espectros IR nuevamente detallan que los grupos funcionales como son los alcanos y alquenos compuestos mayoritarios del látex **Colonna (2010)**, permanecen idénticos, como lo muestra la gráfica B.

La gráfica D de la figura 18, corresponde al látex natural preservado a 1.5 % de concentración de amoniaco y a 15 días de almacenamiento, los picos del FT-IR coinciden para los tres gráficas, esto demuestra que a estas ciertas concentraciones y tiempo de almacenamiento la estructura fisicoquímica de los compuestos presentes en el látex aún se mantienen en una forma normal, es decir el látex aún mantiene sus características en buen estado el anexo 05 detalla la coincidencia de los picos de estos dos espectros IR.

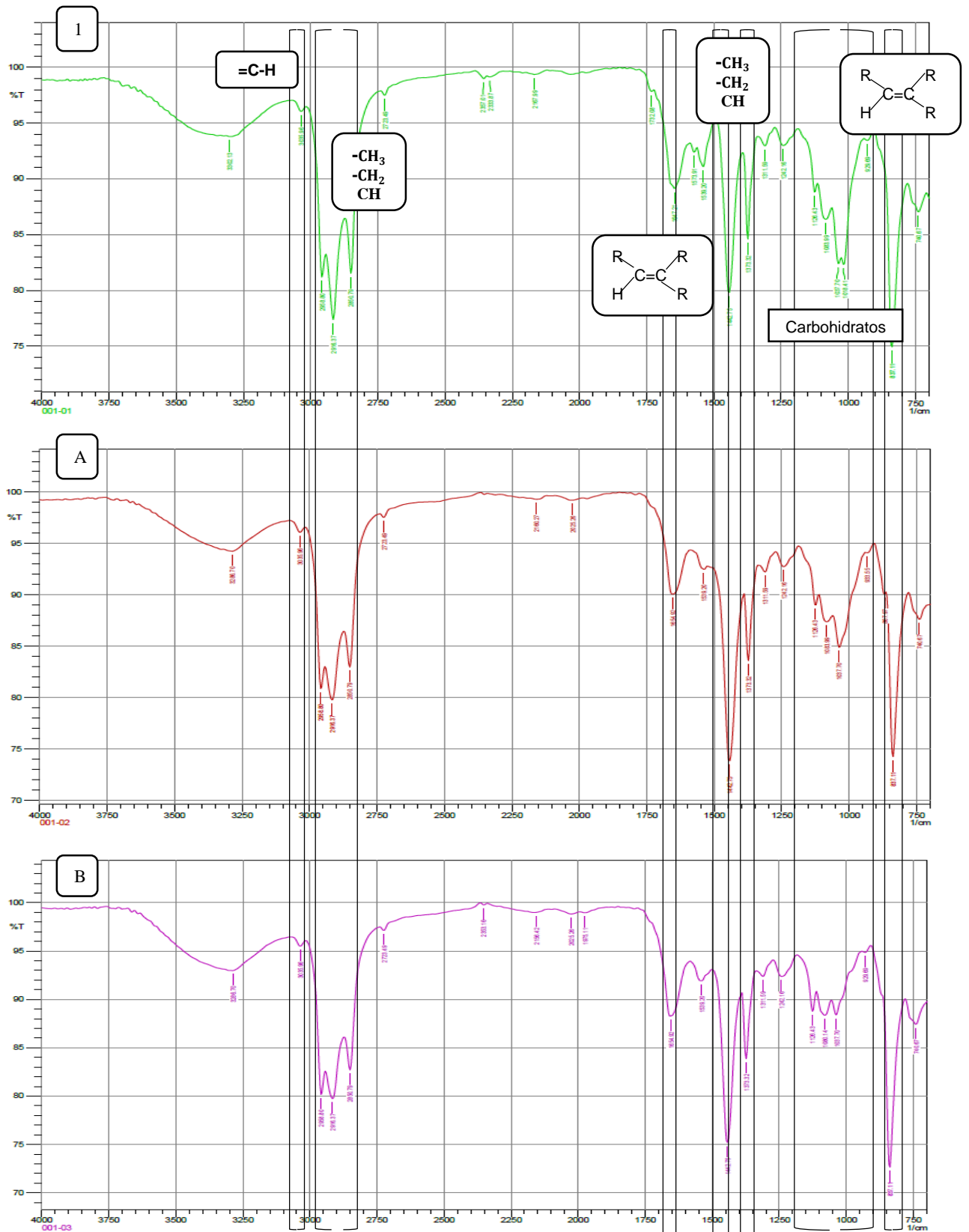


Figura 17. Espectros IR del látex natural del caucho para concentraciones 0.5% y 0.6%

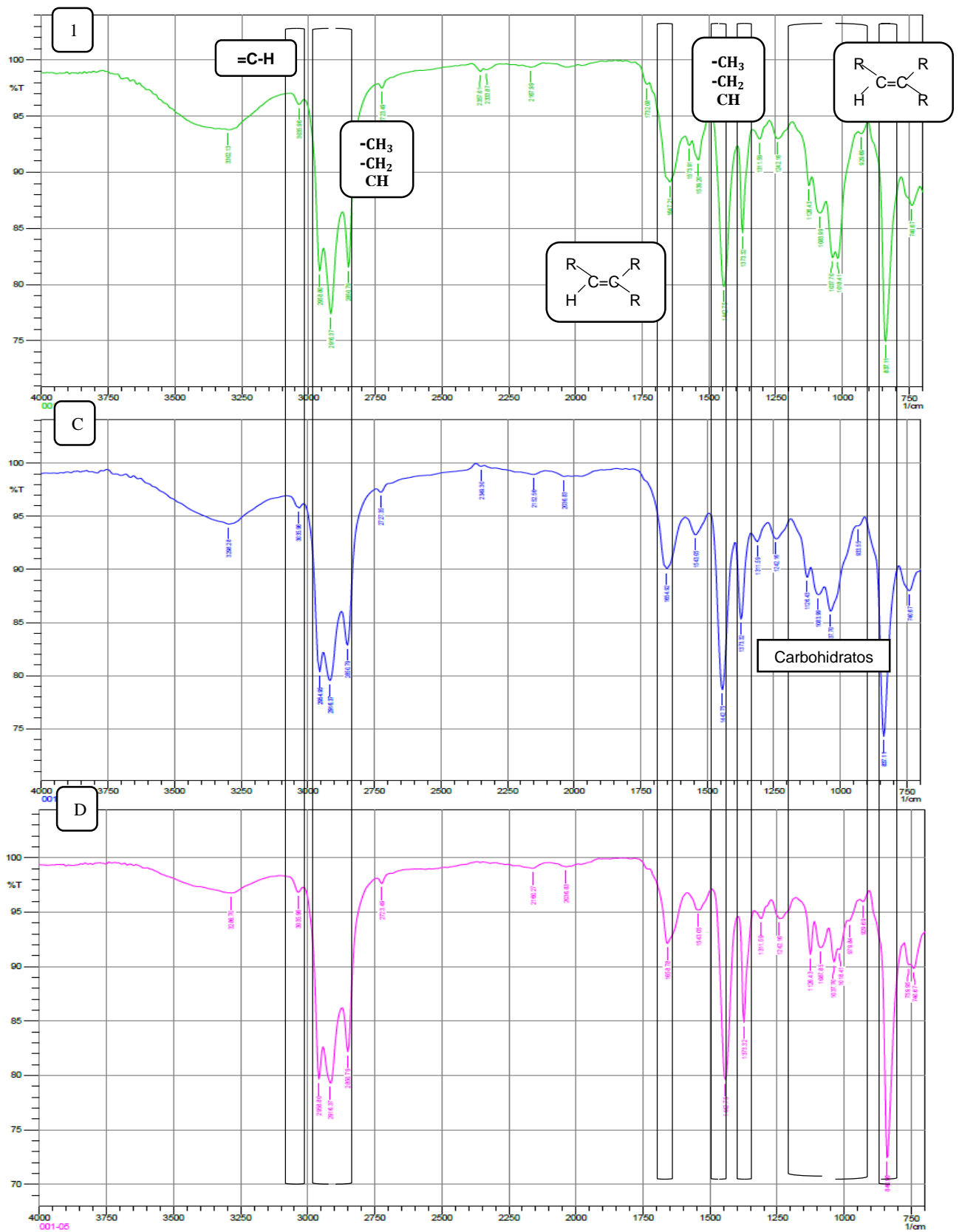


Figura 18. Espectros ir del látex natural para concentraciones 1.0 % y 1.5 %

Las gráficas que se muestran a continuación son espectros IR a las mismas concentraciones pero a 30 días de almacenamiento. Se analizó los grupos funcionales de cada concentración.

La figuras 19, representa a un látex conservado a 30 días en concentraciones de 0.6 y 0.7 % respectivamente, la gráfica E y F presentan picos similares en función a la gráfica 1, esto nos demuestra que los grupos funcionales existentes en el látex aún se mantienen estables.

La figura 20, las gráficas G y H están a una concentración de 1.0 % y 1.5 % del preservante respectivamente y a 30 días. Los análisis con el FT-IR dan espectros con picos que al igual que las anteriores graficas sigue permaneciendo estable su estructura. Los picos del anexo 06 coinciden en la mayoría de los puntos.

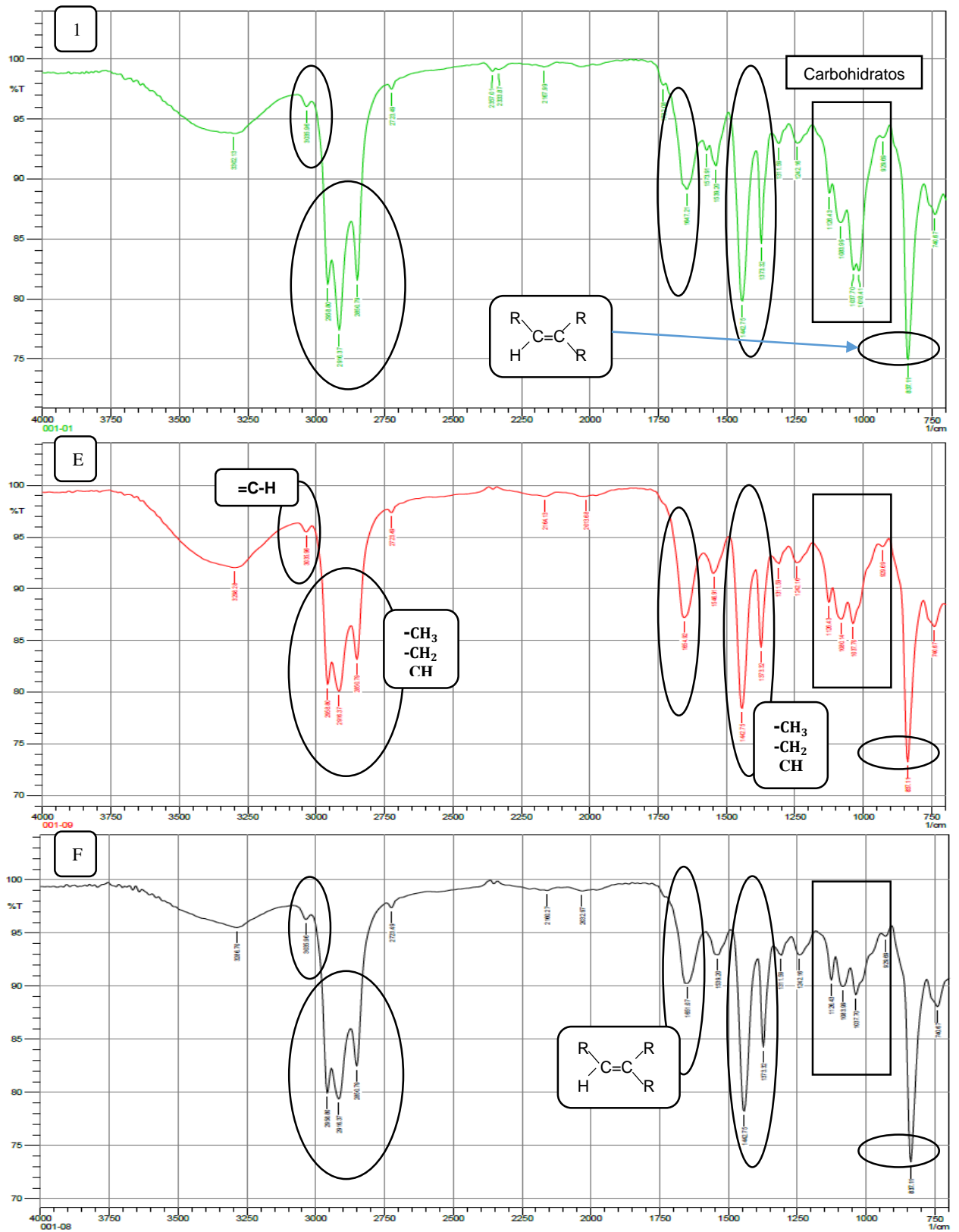


Figura 19. Espectros IR para el látex natural preservado a diferentes concentraciones 0.6 %, 0.7% y/o almacenado a 30 días.

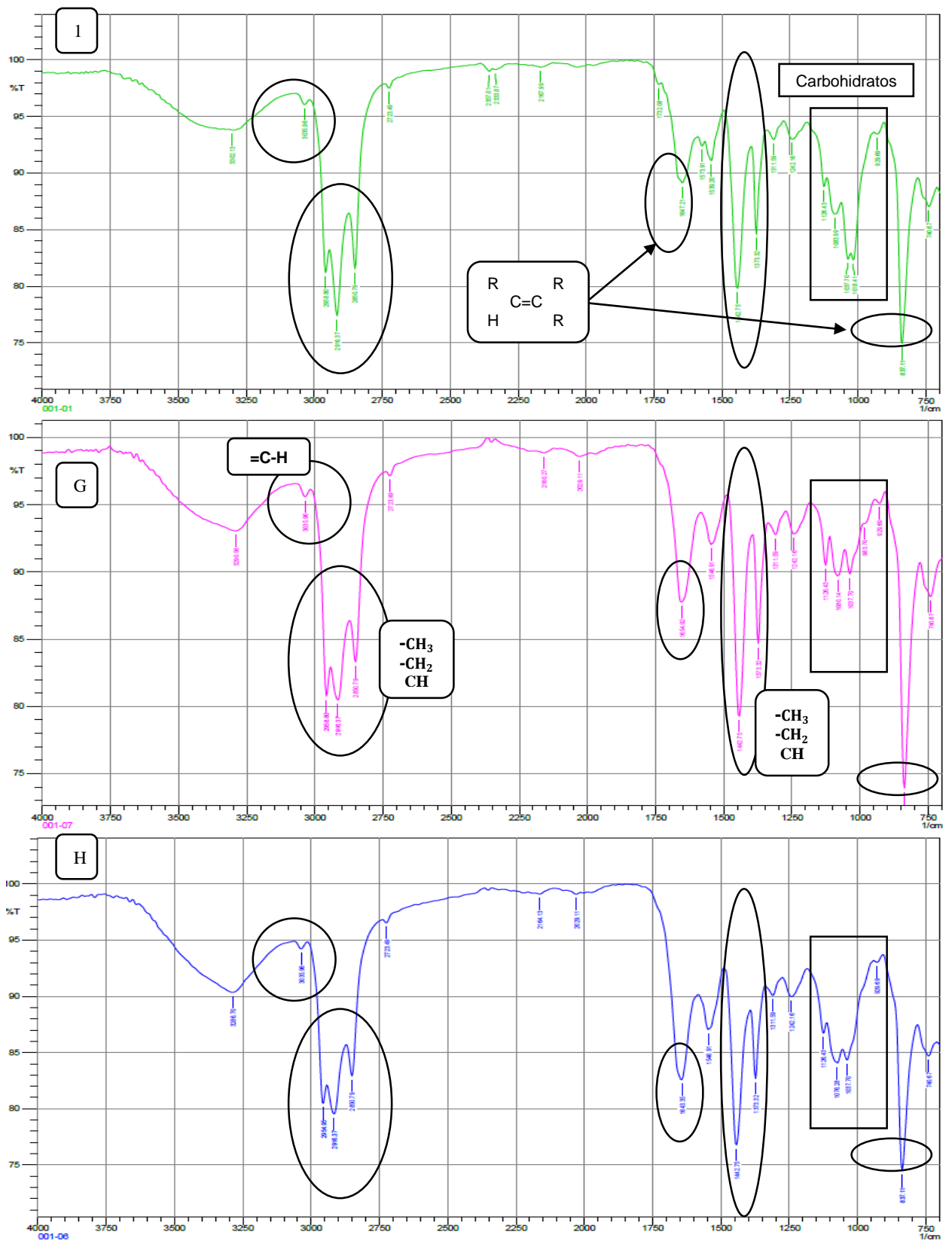


Figura 20. Espectros IR para el látex natural preservado a diferentes concentraciones 1.0 %, 1.5 % y/o almacenado a 30 días.

4.2. Discusiones

Los datos obtenidos en la caracterización del látex natural sin preservante, difieren de la bibliografía ya sea para el contenido de sólidos totales, contenido de caucho seco materia volátil y cenizas, esta diferencia en los resultados obtenidos, es debido a lo que dice Marroquí (2015), los parámetros del látex van a depender mucho del tipo de clima, intensidad de picado, edad del árbol, condiciones del suelo, etc. A esto también hace referencia Santi (2014), la composición del látex natural de caucho es relativamente variable según el origen del clon y el método de coagulación.

La influencia del preservante con amoníaco en las características fisicoquímicas, tales como TSC, Materia volátil permanecen similares a las características encontradas en el látex sin preservante excepto, el pH que al momento de agregar el preservante a diferentes concentraciones tiende a subir aproximadamente a 10.3 tal como lo señala Andrade y Prada (2005). Pero a medida que pasa el tiempo tiende a disminuir por la exposición al aire nos dice Gonzales (2011).

La integridad de la estructura química del látex representada por los grupos funcionales se mantiene estables ya sea sin o con preservante, este análisis realizado con el espectrofotómetro IR nos permitió confirmar que el látex se preserva con normalidad independientemente del tipo de concentración. Cáceres (2011), detalla que los picos 837.05 y 1647.10 cm^{-1} pertenecen al polímero del isopreno componente mayoritario de la estructura del látex natural, este parámetro permanece igual en todos los espectros IR realizados (ver anexo 5 y 6).

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

Se determinó que el Contenido de Sólidos Totales (TSC) es de 51.02 %, Contenido de Caucho Seco (DRC) es de 47.23 %, Cenizas 0.37%, Materia Volátil es de 0.162% y la densidad relativa es de 0.9763.

Se determinó que la utilización de diferentes concentraciones del preservante NH_3 (0.6%, 0.7 %, 1.0 %, 1.5 %) no influyen de forma significativa en el Contenido de Sólidos Totales (TSC), Caucho Seco (DRC) y la Materia Volátil, ya que los resultados obtenidos en la investigación se mantienen constantes en el tiempo de preservación, excepto el pH que va descendiendo en milésimas, esto es debido a que el preservante es altamente volátil.

Se determinó con el Espectrofotómetro Infrarrojo FT-IR, que la integridad de los grupos funcionales permanece similar en el tiempo de preservación, es decir las diferentes concentraciones del preservante no influyen en la estructura química del látex natural.

5.2. Recomendaciones

- Para conservar el látex natural se recomienda utilizar la menor concentración 0.6 % del preservante de NH_3 , ya que sus propiedades fisicoquímicas (Integridad de grupos funcionales, Contenido de sólidos totales, Caucho seco, Materia volátil), permanecen estables, además de ser menos tóxico, tener bajo costo y causar menor impacto al ambiente.
- Se recomienda hacer análisis para determinar el número de ácidos grasos, estabilidad mecánica y cantidad de nitrógeno, durante la preservación, usando como preservante menor concentración de NH_3 adicionado con óxido de zinc (ZnO), para posible eliminación de olor no característico del látex después del mes de preservación.
- Elaborar o semielaborar productos a partir del látex natural con las concentraciones realizadas en la investigación y hacer comparaciones de estudio.

VI. BIBLIOGRAFÍA

- BASTIDAS JESUS y CRUZ P. CIRO A. (1998). Aprovechamiento del cultivo y beneficio del látex del caucho natural. Programa Nacional de Transferencia de Tecnología Agropecuaria – ASOHECA. Caquetá - Colombia.
- BEYER y McMURRY JHON (2005). Química orgánica, clasificación de grupos funcionales para fines de nomenclatura, 6° Edición Cengage Learning. ISBN: 9706863540. Observatorio Agro cadenas Colombia; La Cadena del Caucho en Bogotá Colombia. [On line]. Disponible en: (http://www.agronet.gov.co/www/docs_agronet/200511215190_caracterizacion_caucho.pdf).
- BEYER HANS (1987). Manual de química orgánica. . ISBN: 8429170669. Pág. 210. [On line]. Disponible en: (https://www.ecured.cu/Grupo_funcional).
- CABALLERO ANDRADE A. M. y PRADA ARDILA, L. A. (2005). Diseño básico de una planta procesadora de látex de caucho natural para diferentes capacidades de producción. Bucaramanga, Colombia: Universidad Industrial de Santander.
- CACERES SANDOVAL ANGELICA PATRICIA (2011). Estudio de caracterización fisicoquímica de látex natural proveniente de *hevea brasilienses* por medio de termogravimetría. Universidad Industrial de Santander Facultad de Ingenierías Fisicoquímicas, Escuela de Ingeniería Química –Bucaramanga.
- COLONNA P. (2010). La química verde. Pág. 211 – 235 en: J.S. Beuve y L.V. Frédéric (eds).
- CAMACHO TAMARA ANA MILENA, REYES PINEDA HENRY, LOZANO BOHORQUER ALEJANDRO (2014). Análisis y caracterización fisicoquímica del látex de caucho especie (*Hevea brasiliensis*), Revista Tumbaga, Universidad de la Amazonia Caquetá Colombia.
- COMERCIO, D. E. (13 de 07 de 2014). El caucho renace en la selva peruana y desplaza a la coca. [On line]. Disponible en: (pe/peru/san-martin/caucho-renace-selva-y-desplaza-coca-noticia-1742592).

- CONAIBO (2009). Catalogo taxonómico de especies de México. 1. In Capital Nat.Mexico. CONAIBO, México City.
- CONDORI YHAHUANCA EDITH A. (2015). Guía técnica para aprovechamiento y comercialización de látex de shiringa de bosques naturales. Revista Ecomusa Edición Nova Print SAC Lima Perú.
- FERNANDEZ PANIAGUA CARLOS (2003). Plantación modelo de caucho en la Amazonía. Programa para el desarrollo de la Amazonia PROAMAZONIA - Tamaya Eimport- Perú.
- GONZALES MÓNICA (2011). Látex “la guía” [On line]. Disponible en: (<http://quimica.laguia2000.com/general/latex-2>).
- GUTIÉRREZ MORALES LUIS W. (2009). Evaluación económica del aprovechamiento del jebe silvestre, en Madre de Dios. Servicios generales “Imagen Amazonia”, IIAP Iquitos.
- LE BRAS JEAN (1960). Fundamentos de ciencia y tecnología del caucho. Editorial Gustavo Gil S.A. España p 53 – 72.
- LÓPEZ CARRAQUERO FRANCISCO (2004). Fundamentos de polímeros. Universidad de Los Andes, Facultad de Ciencias, Departamento de Química, Escuela Venezolana p 55.
- LOPEZ VALENTIN JUAN y JUSTO ESPADA BRASERO (2013). Caracterización de látex elastomérico a través de rmm de bajo campo. N° publicación WO2013060914 A1 [On line]. Disponible en: (<https://www.google.com/patents/WO2013060914A1?cl=es>).
- MARROQUIN DE LEON, K. M. (2015). Estandarización de las variables fisicoquímicas del látex de campo previo al proceso de centrifugación para la obtención de látex concentrado con especificaciones técnicas internacionales. Universidad de San Carlos de Guatemala.
- MARTÍNEZ COVALEDA HÉCTOR J. (2005). Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural

- MONROY. (2005). Productividad y caracterización tecnológica de *hevea brasiliensis* Muell. Arg. Veracruz, México.
- MPSM (2011). Plan de acondicionamiento territorial. Municipalidad Provincial de San Martín. Aprobado con Ordenanza Municipal N° 050- 2011 - MPSM
- NARANJO OSORIO LILIANA MARÍA (2013). Estudio sobre el mercado del caucho natural para la fabricación de materia prima y productos en la planta de Santa Clara en Tarazá, Antioquia universidad EAFIT Escuela de Administración y Finanzas Medellín.
- ORTIZ HERNANDEZ ELIAS (2011). Paquete tecnológico del hule (*Hevea brasiliensis* Muell Arg.) Campo experimental El Palmar, Tezonapa, Veracruz México, p 22
- ORTUÑO VIAN (1980). Introducción a la química industrial, Editorial Alhambra S.A. Madrid España, pág. 427 – 437.
- OQUENDO JAVIER (2014). Química orgánica de los hidrocarburos, “Espectros IR de Hidrocarburos” Instituto Universitarios de Nuevos Profesionales Caracas Venezuela [On line]. Disponible en: (https://www.youtube.com/watch?v=9_3jPwF-ejE).
- PELAEZ GABRIEL, VELASQUEZ RESTREPO SANDRA MILENA, GIRALDO VASQUEZ DIEGO HERNAN (2014). Aditivos para el procesamiento del caucho natural y su aplicación en pequeñas plantaciones de caucho, informe técnico, gobernación de Antioquia Colombia.
- QUESADA, A. Y. (2012). Caracterización de dos parámetros del látex de clones *hevea brasiliensis*. Colombia.
- QUIMTUBE (2016). Polímeros de adición: caucho natural y caucho sintético. [On line]. Disponible en: (<http://www.quimitube.com/polimeros-de-adicion-el-caucho-natural-y-el-caucho-sintetico>)
- RODRÍGUEZ, L. y CADENA, C. (2009). Estudio de Factibilidad para la producción de caucho "*Hevea brasiliensis*". Tesis. Universidad San Francisco de Quito,

Provincia de Los Ríos; Cumbayá; Pág. 1-4 [On line]. Disponible en: (repositorio.usfq.edu).

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.

SACRAMENTO CRISTIAN (2012). Aprovechamiento del caucho silvestre por las comunidades nativas de la selva amazónica del Perú. Proyecto Biodiversidad "El Sira". Ficha Técnica 3 / FiTe03-EISira-GIZ. Lima Perú.

SANDOVAL HERNANDEZ, K. A. (2015). Determinación del comportamiento de las variables críticas de control numero de KOH, ácidos grasos volátiles VFA y tiempo de estabilidad mecánica MST en función al tiempo de almacenamiento y químicos adicionados en látex natural centrifugado. Guatemala, Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala.

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* en Magdalena Medio Colombiano. (U. N. Colombia, Ed.) Colombia.

SOL J., C. S. (1993). Establecimiento de dos hectareas de un banco de germoplasma de hule " *hevea brasiliensis* Muell Arg", sexta reunion científica, forestal y agropecuaria. Tabasco.

TEXTOS CIENTIFICOS (2005). Caucho natural. [On line]. Disponible en: (<https://www.textoscientificos.com/caucho/natural>).

TORRES MOLINARES CECIBEL y ESPINO KLEVEER (2006). Procedimientos para la medición de sólidos totales. Universidad Técnica de Panamá, Centro de Investigación Hidráulica e Hidrotecnias Rev. Pág. 1. Universidad Tecnológica de la Selva Ocasingo Chiapas México.

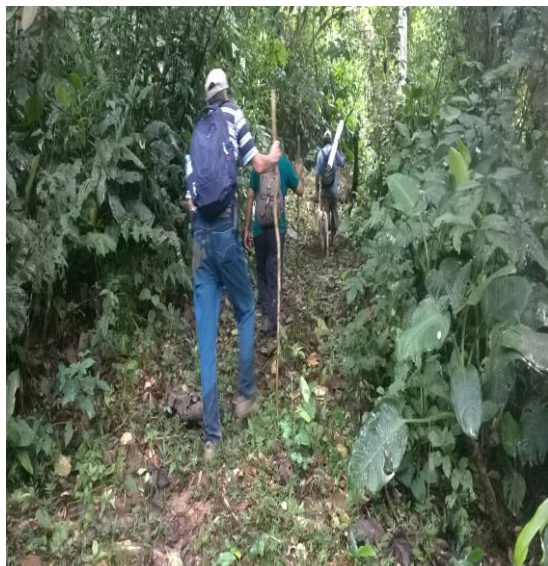
VELASQUEZ, P. Y. (2014). Aditivos para el aprovechamiento del caucho natural y su aplicación e epqueñas plantciones de caucho. Antioquía, Colombia.

ZHANG, J., HUSS, V.A.R., SUN, X., CHANG, K. & PAN, D. (2008). Morphology and phylogenetic position of a trebouxiophycean green algae (Chlorophyta) growing on the rubber tree, *Hevea brasiliensis*, with the description of a new genus and species. *Eur. J. Phycol.* 43(2): 185 – 193

ZULETA JULIO CESAR (2003). Primer encuentro de técnicos especialistas en el cultivo del caucho natural en Villavicencio Colombia “FEDECAUCHO”. [Online]. Disponible en: (http://www.conectarural.org/sitio/sites/default/files/documentos/Caucho%20Natural_FEDECAUCHO.pdf).

VII. ANEXOS

Anexo 01. Fotos previas en la obtención del látex natural (*Hevea brasiliensis*) y acondicionamiento de muestras. (Imagen 1 al 4).



1. Camino al sector Bristol a 4 horas del distrito de Chazuta juntamente con mi asesor de tesis Ing. Juan Salazar



2. Extrayendo látex natural de la planta de caucho junto con los representantes de la asociación ecobosque.



3. Látex recién extraído del árbol de shiringa



4. testigo y Cuatro envases con sus respectivas muestras de látex, diferentes concentraciones

Anexo 02. Fotos de los diferentes análisis en el laboratorio de TEPANAL de la FIAI



Realizando pesos para obtención de DRC



Muestras de látex en la estufa

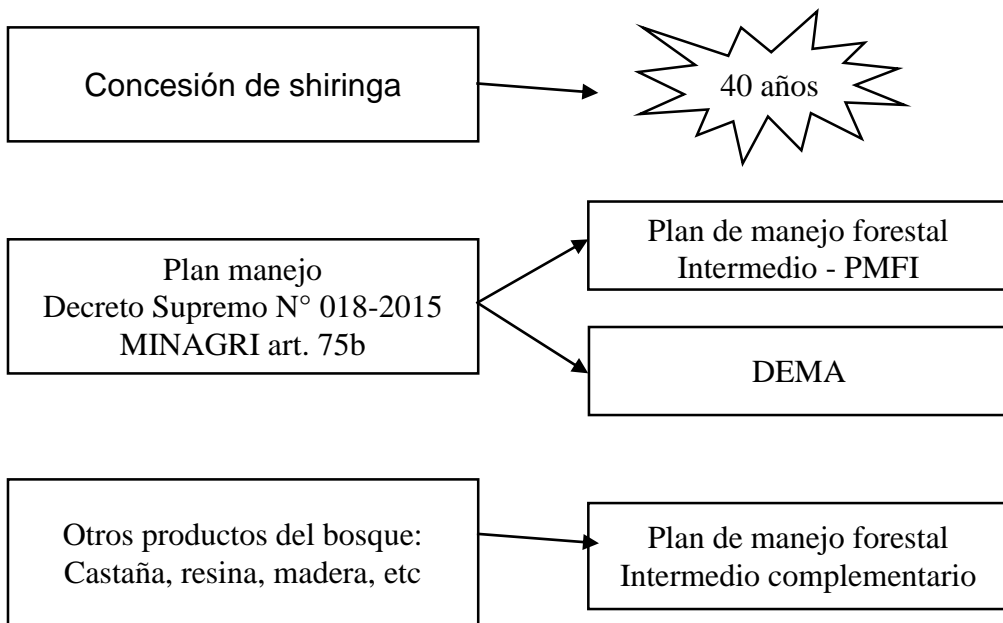


Calibrando el pH metro para el análisis respectivo



Presencia de coloración amarillenta del látex al promediar tres semanas de almacenamiento

Anexo 03. Gráfica del manejo de shiringa en concesiones forestales



Fuente: Condori 2015

Anexo 04. Medidas de protección y seguridad personal en el uso de insumos químicos en la producción artesanal de derivados del látex

Actividades	Recomendación
Manipulación directa de insumos químicos	<ul style="list-style-type: none"> • Usar mascarilla para evitar su inhalación. • Utilizar guantes de jebe para evitar el contacto directo de la piel con el insumo químico que se esté usando. • Usar mandil impermeable para evitar tener contacto con las aguas residuales mezcladas con los insumos químicos. • Nunca utilizar cucharas metálicas al manipular los insumos químicos sólidos; solo usar cucharas medidoras de plástico
Almacenamiento de insumos químicos	<ul style="list-style-type: none"> • Nunca almacenar los insumos químicos sólidos en bolsas de uso doméstico (como: bolsas de alimentos, de compras, etc.). • Nunca colocar los insumos o disponerlos en frascos metálicos o en envases desechados de insecticidas o de productos agropecuarios. • Colocar los insumos en frascos de plástico de alta densidad con tapa hermética. Como alternativa, se puede usar frascos reciclados de productos alimenticios limpios y secos; también se puede optar por envases de vidrio de color ámbar con tapa plástica hermética. • Etiquetar los frascos con la siguiente información: nombre del insumo químico y fecha de producción o de compra. • Los insumos químicos nunca deben estar expuestos directamente a los rayos solares. • Almacenar los insumos químicos de forma separada respecto a cualquier otro tipo de productos. • Evitar el contacto directo de los insumos químicos con la humedad. • Almacenar los insumos químicos en un lugar distante a las áreas de uso doméstico, como cocina, comedor, sala, dormitorios y en sitios donde los menores de edad no tengan acceso.
Disposición de aguas residuales	<ul style="list-style-type: none"> • Se debe recoger el agua que se libera al momento del laminado o del lavado, cuidando que el envase sea lo suficientemente amplio para evitar derrames. De esta manera se impide que los animales domésticos tengan contacto con esta agua o la beban, dado que podría hacerles daño y por efecto acumulativo podría ocasionarles la muerte. • El agua debe ser dispuesta (eliminada) en una zona lejana a las fuentes de agua natural y de uso doméstico. Para esto, se recomienda implementar áreas de dispersión de los residuos líquidos en zonas de bajo índice de permeabilidad (como lo son las zonas arcillosas), en las cuales se debe poner restos de carbón, hollín o cal para neutralizar los efectos dañinos de dichos residuos líquidos.

Fuente: Ecomusa, Condori 2015

Anexo 05. Picos del análisis FT-IR de los espectros de la figura 16 y 17 (1, A, B, C, D) a 15 días de almacenamiento.

espectros de la muestra 1 presenta los siguientes picos cm^{-1}	espectros de la muestra A presenta los siguientes picos cm^{-1}	espectros de la muestra B presenta los siguientes picos cm^{-1}	espectros de la muestra C presenta los siguientes picos cm^{-1}	espectros de la muestra D presenta los siguientes picos cm^{-1}
740.67	740.67	740.67	740.67	740.67
837.11	837.11	837.11	837.11	759.95
929.69	867.97	929.69	933.55	840.96
1018.41	933.55	1037.70	1037.70	929.69
1037.70	1037.70	1080.14	1083.99	979.84
1083.99	1083.99	1126.43	1126.43	1018.41
1126.43	1126.43	1242.16	1242.16	1037.70
1242.16	1242.16	1311.59	1311.59	1087.85
1311.59	1311.59	1373.32	1373.32	1126.43
1373.32	1373.32	1442.75	1442.75	1242.16
1442.75	1442.75	1539.20	1543.05	1311.59
1539.20	1539.20	1654.92	1654.92	1373.32
1573.91	1654.92	1975.11	2036.83	1442.75
1647.21	2025.26	2025.26	2152.56	1543.05
1732.08	2160.27	2156.42	2349.30	1658.78
2167.99	2723.49	2353.16	2727.35	2036.83
2333.87	2850.79	2723.49	2850.79	2160.27
2357.01	2916.37	2850.79	2916.37	2723.49
2723.49	2958.80	2916.37	2954.95	2850.79
2850.79	3035.96	2958.80	3035.96	2916.37
2916.37	3286.70	3035.96	3298.28	2958.80
2958.80		3286.70		3035.96
3035.96				3286.70
3302.13				

Fuente: Datos obtenidos del laboratorio de la UNMSM lima

FT – IR USAC 001-01, 001-02 (A), 001-03(B), 001-04(C), 001-05(D).

Anexo 06. Picos de los espectros IR para las muestras 0.6, 0.7, 1.0, 1.5 % en concentracion del preservante y a 30 días de almacenamiento de las gráficas 18 y 19 Respectivamente.

Espectros de la muestra 1 presenta los siguientes picos cm^{-1}	Espectros de la muestra E presenta los siguientes picos cm^{-1}	Espectros de la muestra F presenta los siguientes picos cm^{-1}	Espectros de la muestra G presenta los siguientes picos cm^{-1}	Espectros de la muestra H presenta los siguientes picos cm^{-1}
740.67	740.67	740.67	740.67	740.67
837.11	837.11	837.11	837.11	837.11
929.69	929.69	929.69	929.69	929.69
1018.41	1037.70	983.70	1037.70	1037.70
1037.70	1076.28	1037.70	1083.99	1080.14
1083.99	1126.43	1080.14	1126.43	1126.43
1126.43	1242.16	1126.43	1242.16	1242.16
1242.16	1311.59	1242.16	1311.59	1311.59
1311.59	1373.32	1311.59	1373.32	1373.32
1373.32	1442.75	1373.32	1442.75	1442.75
1442.75	1546.91	1442.75	1539.20	1546.91
1539.20	1643.35	1546.91	1651.07	1654.92
1573.91	2029.11	1654.92	2032.97	2013.68
1647.21	2164.13	2029.11	2160.27	2164.13
1732.08	2723.49	2160.27	2723.49	2723.49
2167.99	2850.79	2723.49	2850.79	2850.79
2333.87	2916.37	2850.79	2916.37	2916.37
2357.01	2954.95	2916.37	2958.80	2958.80
2723.49	3035.96	2958.80	3035.96	3035.96
2850.79	3286.70	3035.96	3286.70	3298.28
2916.37		3290.56		
2958.80				
3035.96				
3302.13				

Fuente: Datos obtenidos del laboratorio de la UNMSM lima

FT – IR USAC 001-01, 001-02 (E), 001-03(F), 001-04(G), 001-05(H).