 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

Diseño de métodos para evaluación de las propiedades físico químicas del látex de caucho natural

PRESENTADO POR

Walter Raúl Mejía Araujo

PARA OPTAR AL TITULO DE

Tecnólogo en Electromecánica

Director: William Urrego Yepes

INSTITUTO TECNOLÓGICO METROPOLITANO

Marzo 2016

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

RESUMEN

La implementación de ensayos con muestras de látex de caucho natural es de vital importancia para los productores de manufacturas a base de este producto natural, ya que por medio de este podrían determinar la calidad del producto y determinar una producción estimada.

Actualmente hay muchas empresas en Medellín que fabrican productos a base de látex de caucho natural, adquiriendo la materia prima sin estar seguro que tan rentable puede ser ya que en los barriles de 250 kilos podría haber el 50% de agua y el otro 50 de caucho o incluso menos. Esto se podría determinar extrayendo muestras significativas y realizando ensayos de laboratorio y así minimizar pérdidas.

El propósito de este proyecto es validar, implementar y desarrollar protocolos de normas ISO para cauchos, para realizar ensayos con látex de caucho natural ya que en Antioquia hay muchos empresarios que trabajan en esta industria.

En el laboratorio del parque i de fraternidad (ITM) contamos con la mayoría de los equipos necesario para realizar dichos ensayos y podríamos pensar en prestar estos servicios a quienes lo necesiten para usarlos a su favor y aumentar sus ganancias.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

RECONOCIMIENTOS

De forma respetuosa y afectiva, quiero expresarle mis más sinceros agradecimientos, al profesor William Urrego profesor e investigador del ITM, ya que durante el desarrollo del proyecto, me brindo un excelente acompañamiento compartiendo todo su conocimiento y guiándome en todo momento para así abordar todos los temas de manera puntual y objetiva.

Por otra parte quiero brindarle mi agradecimiento de manera muy afectiva al empresario Mauricio de Greiff quien me permitió ingresar a su plata, donde conocí todo el proceso y maquinaria necesaria para la elaboración de productos a base de látex de caucho natural.

También quiero extender mis agradecimientos al INSTITUTO TECNOLOGICO METROPOLITANO por permitirnos utilizar los equipos del laboratorio de materiales ubicado en el parque i de la sede de fraternidad, en los cuales pudimos implementar la validación y protocolos de las normas para ensayos con látex de caucho natural.

	<p style="text-align: center;">INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</p>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

ACRÓNIMOS

CPS centipoise (unidad de medida de viscosidad).

Pa-s pascal por segundo.

Rpm revoluciones por minuto.

PID proporcional integral derivativo.

Hp horse power (caballos de fuerza)

Dyn*cm dina por cada centímetro (unidad de medida de fuerza).

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

TABLA DE CONTENIDO

1. Introducción.	7
1.1 justificación.	7
1.2 Objetivos.	7
1.2.1 objetivos generales.	7
1.2.2 Objetivos específicos.	7
2. Marco teórico.	8
2.1 Historia del caucho.	8
2.2 Tipos de alergias al látex	8
2.2.1 Alergias inmediatas.	8
2.2.2 Alergias retardadas.	9
2.2.3 Quien puede ser alérgico.	9
2.2.4 Tratamiento.	9
2.3 El látex y sus diversos procesos.	10
2.3.1 Selección de Arboles Aptos para iniciar la extracción.	10
2.3.2 Herramienta y equipo requerido.	11
2.3.2.1 Regla de madera de 1.20 x 0.5x0.01m.	11
2.3.2.2 Una cuerda de 1.50 m de longitud de fique o poliéster	11
2.3.2.3 Cuchilla para sangría	11
2.3.2.4 Banderola para marcar paneles	11
2.4 Método de extracción del látex de caucho natural.	12
2.5 Obtención de los distintos grados de caucho natural.	12
2.5.1 Concentración por Centrifugado	12
2.5.2 Concentración por cremado	13
2.5.3 Concentrado por evaporación	13
2.6 Proceso de inmersión.	13
2.7 Mercado del látex.	13
2.8 Viscosímetro Brookfield.	14
2.8.1 Tipos de viscosímetros.	14
2.8.1.1 Viscosímetro de lectura dial.	14
2.8.1.2 Viscosímetro digital.	15
2.8.1.3 Viscosímetro digital versátil programable.	16
2.8.2 Cada ensayo llevado a cabo con el viscosímetro debe contar con los siguientes elementos:	16
2.8.2.1 Cuerpo del viscosímetro	16
2.8.2.2 Vástagos intercambiables	16
2.8.2.3 Baño termostático.	17
2.8.2.4 Soporte.	17

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

2.8.2.5 Vasos.	17
2.8.2.6 Termómetro.	17
2.8.2.7 Elección de velocidad y de vástago.	17
2.8.3 Procedimiento operativo.	17
3. Metodología.	18
4. resultados.	19
4.1 Muestreo látex de caucho	20
4.2 Determinación de viscosidad	22
4.3 Determinación de alcalinidad para látex de caucho natural.	26
4.4 Determinación del contenido total de sólidos del látex de caucho natural	29
4.5 Determinación de estabilidad mecánica.	32
4.6 Determinación del contenido de caucho seco.	34
5. conclusiones, recomendaciones y trabajo a futuro.	37
5.1 conclusión general.	37
5.2 Recomendaciones.	37
5.3 Trabajo a futuro.	38
6. referencias.	39

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Justificación.

Actualmente algunas de las empresas dedicadas a la industria del caucho, especialmente aquellas que fabrican productos a base de látex, no aprovechan los beneficios que representa realizar ensayos de laboratorio con muestras representativas de la materia prima, esta situación se presenta ya sea por descuido o porque no conocen laboratorios que presten este servicio, por tanto tienen que adquirir la materia prima con un alto riesgo de que genere pérdidas ya sea por mala calidad o por que el contenido de agua sea mayor que el del caucho.

La finalidad principal de este proyecto es tomar las normas internacionales ISO para látex de caucho natural, traducirlas y validarlas en español, diseñar protocolos e implementarlos en el laboratorio del ITM sede fraternidad donde tenemos equipos para medir viscosidad (viscosímetro brookfield), medidores de PH equipados con electrodo de vidrio, agitadores mecánicos y magnéticos, hornos de calentamiento, etc.

1.2 Objetivos.

1.2.1 Objetivos generales

Desarrollar métodos y protocolos para evaluar las propiedades fisicoquímicas del látex de caucho natural, a través de ensayos de laboratorio, implementando y validando métodos ya establecidos en la norma internacional ISO para cauchos.

1.2.2 Objetivos específicos

- Implementar métodos ya establecidos por la norma estándar internacional para caucho.
- Desarrollar métodos y protocolos para evaluar las propiedades físico químico del látex de caucho natural.
- Validar los métodos y protocolos implementados.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

2 MARCO TEÓRICO

2.1 Historia del caucho

El descubrimiento del caucho se dio en el segundo viaje hecho por el descubridor de América Cristóbal Colón (1493-96), cuando observó que los nativos de Haití jugaban con una pelota hecha de caucho, cuyo material extraían de un árbol que llamaban “cau-uchu” que significa árbol que llora. También lo empleaban para impermeabilizar su indumentaria y calzado. Por muchos siglos para los europeos el descubrimiento del caucho solo fue un curioso material. Hasta que en el siglo 19 ocurrieron tres sucesos principales que contribuyeron al desarrollo de la industria cauchera. [1]

En 1820 el inglés Thomas Hancock inventó una máquina que llamó el masticador, este invento permitió ablandar, mezclar y reformar el caucho, ese caucho ablandado podía disolverse en solventes. Tres años después en 1823 un hombre llamado Mackintosh decidió innovar y fabricó un impermeable con tales soluciones pero aún no adquirió importancia en la industria ya que con el calor se ablandaba y con el frío se endurecía. [1]

En 1839 fueron solucionados estos problemas con el descubrimiento de la vulcanización, dicho descubrimiento fue hecho por el señor Charles Goodyear, al darse cuenta que al mezclar el caucho con azufre y luego someténdolo a calentamiento, cambiaban las propiedades drásticamente, estas nuevas características del caucho lo hacían más apto para una amplia variedad de artículos en la industria. [1]

Y por último en 1888 se inventó el neumático por John Dunlop. Este invento dio comienzo a la era motorizada. [1]

2.2 Tipos de alergias al látex.

Actualmente se pueden dar dos tipos de alergia conocidas:

2.2.1 Alergia inmediata: Técnicamente conocida como alergia tipo uno y esta mediada por el IgE. [2]

Esta reacción se da ante la proteína del látex de caucho natural, se conoce desde 1979. Su mecanismo es idéntico al de otras alergias a proteínas vegetales y sus síntomas son similares al de la alergia a frutos secos. Se manifiesta con enrojecimiento local, picor e hinchazón en el área de contacto (manos, en el caso de guantes, boca en el caso de chupetes o tetinas); hinchazón de la

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

cara, edema conjuntival, rinitis, asma o incluso urticaria en toda la superficie corporal. En casos graves, se puede llegar a un shock anafiláctico.

Las proteínas responsables de este tipo de alergia permanecen inalteradas tras el proceso de manufacturación del caucho. Las proteínas alergénicas pueden ser liberadas al aire. En los hospitales son aerotransportadas cuando el polvo de talco que se pone en los guantes

Para protegerlos de la humedad se contamina con los alérgenos del látex. [2]

2.2.2 Alergias Retardada: Técnicamente conocida como Tipo IV – Mediadas por células T. Causa eczema/dermatitis con picor y sarpullidos en el área de contacto con el látex. Es una reacción ante los aditivos químicos que se asocian al látex en la fabricación del caucho, como antioxidantes, agentes vulcanizantes, aceleradores, estabilizadores y colorantes. Esta reacción es siempre de carácter local y se limita a la piel. Su manifestación no es siempre de carácter local y se limita a la piel. Su manifestación no es inmediata, los síntomas aparecen entre las 6-48 h posteriores al contacto. Este tipo de alergia se conoce desde hace más de 50 años. [2]

Recientemente se ha descubierto que las proteínas del látex pueden, también, causar este tipo de reacciones, pero la información sobre este tipo de alergia es aún insuficiente. [2]

2.2.3 Quien puede ser alérgico: Cualquier persona que utilice productos de látex puede sensibilizarse. El riesgo de padecer el tipo de alergia inmediata es mayor en individuos atópicos (por ejemplo aquellos con eczema flexural, rinitis alérgica o asma) o los que padezcan de dermatitis en las manos. El personal sanitario es un grupo de riesgo muy importante, aunque existen otras ocupaciones que también están expuestas a este riesgo. Los niños con espina bífida u otros niños que hayan sufrido numerosas operaciones, se exponen al látex con frecuencia, por lo que pueden llegar a sensibilizarse. Existe un cierto riesgo en niños con alergia alimentaria, a los alimentos antes citados, ya que pueden presentar síntomas al hinchar globos. [2]

Adultos que usen preservativos o guantes para realizar las tareas caseras, están también expuestos a este riesgo. Es posible presentar síntomas en la boca y el intestino al ingerir alimentos preparados usando guantes.[2]

La alergia al látex no es muy frecuente, sólo un 1% de la población general padece este tipo de alergia, sin embargo en grupos de mayor riesgo como el personal sanitario la incidencia aumenta del 3-10% y el 50% de niños con espina bífida son sensibles al látex. [2]

2.2.4 Tratamiento: Un buen tratamiento depende del rigor del diagnóstico. Una vez se diagnostica, se debe informar al paciente sobre su enfermedad y sobre cómo evitar los productos que contienen látex. Síntomas leves, como picor, enrojecimiento, ojos llorosos, picor en la nariz o estornudos, pueden ser tratados con antihistamínicos. Si los síntomas aparecen en todo el cuerpo,

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

o se desarrolla asma, se debe acudir a un centro sanitario para recibir tratamiento. Si se es alérgico al látex se debería llevar siempre un antihistamínico. Las personas altamente sensibles deberían contar con epinefrina auto inyectable. Si se es alérgico al látex debería informar de ello a su ginecólogo y su dentista, para que cuando tengan que atenderle lo hagan con materiales libres de este producto. Cualquier personal sanitario debe estar informado de su alergia.

Una premedicación antes de someterse a operaciones quirúrgicas, puede reducir los síntomas de su reacción, pero sólo el uso de materiales totalmente libres de látex, garantiza que esta reacción no aparezca. [2]

2.3 El látex y sus diversos procesos.

El látex es un polímero elástico natural, que surge como una emulsión lechosa de los arboles productores de caucho como es el hevea brasilienses originario de Sudamérica, principalmente del amazonas. También es producida por otras especies de plantas procedentes de asía y áfrica occidental. Aunque también es producido de manera sintética, obtenida a partir de los hidrocarburos saturados..[1,3]

Debido a la plaga existente en la zona del amazonas que es el la principal zona de cultivos de caucho en Colombia, la producción de látex de caucho es limitada ya que esta plaga afecta las plantaciones de manera negativa, este fenómeno no ocurre en otras regiones tropicales, como malasia e indonesia. El hevea brasilienses se adapta mejor y presenta mejor crecimiento en terrenos menores a los 300 metros de altura sobre el nivel del mar, generalmente se adapta a cualquier tipo de suelo y tienen un promedio de 20 metros de altura, aunque lo primordial es que tengan troncos más robustos. Es esencial un clima cálido con distribución de lluvias y temperaturas uniformes. .[1]

El hevea tiene una vida útil de 25 a 30 años con un rendimiento que puede llegar a más de 2500 kilogramos de caucho por año y por hectárea. [1]

Por supuesto este rendimiento depende de la estimulación y fertilización de los cultivos. El límite de rendimiento teórico se ha estimado en 9000 kg/año/Ha.[1]

La distribución de los arboles es de 260-400 árboles por hectárea aunque los mismos tienen un periodo improductivo de seis a siete años antes de estar “maduros” la producción. Este periodo podría disminuirse hasta cuatro años utilizando técnicas avanzadas de agronomía. [1]

2.3.1 Selección de Arboles Aptos para iniciar la extracción. El árbol de caucho Hevea, se puede comenzar a aprovechar, cuando el tronco alcance como mínimo 45 cm de circunferencia a 1.20 mts de altura desde el suelo y adquiera un espesor de corteza de 6 mm. [3]

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Los árboles se seleccionan midiendo los tallos con la ayuda de un metro, marcando aquellos que se ajusten a las medidas requeridas.

Es importante tener en cuenta, que la decisión de iniciar el aprovechamiento, depende también de la cantidad de árboles por hectárea, que reúnan los requisitos mínimos. Se considera que cuando el 40% o el 50% de los troncos clasifican dentro de las medidas mínimas requeridas, se puede iniciar un aprovechamiento rentable. [3]

2.3.2 Herramienta y equipo requerido. Cada nuevo productor de caucho debe disponer de su herramienta, y equipo propio y adecuado, para iniciar el aprovechamiento del cultivo. [3]

2.3.2.1 Regla de madera de 1.20 x 0.5x0.01m: Permite trazar las líneas verticales que dividen el tronco del árbol en 2 caras o paneles, e indican donde comienza la sangría en el extremo superior izquierdo y donde termina en el extremo inferior derecho. Generalmente se utiliza, la regla que sostiene la banderola.[3]

2.3.2.2 Una cuerda de 1.50 m de longitud de fique o poliéster: Se debe hacer un nudo en la mitad del cordel (a 75 cm. de longitud) para facilitar la división de los paneles.[3]

2.3.2.3 Cuchilla para sangría: Es la herramienta más importante, no solo en el momento de la iniciación del aprovechamiento, sino, a lo largo de la vida útil del árbol. Debe ser construida con buen material. [3]

(Acero templado) y mantenerse bien afilada, para facilitar su utilización, evitar daños y consumos excesivos de corteza. [3]

2.3.2.4 Banderola para marcar paneles

Dimensiones: La banderola consta de una (1) lámina en forma romboidal de 62.5 cm de base y de 18 cm. de ancho, con agujeros gula (cada 3 cms.) para el trazado del panel y una regla de madera de 1.20 cm. de longitud. [3]

Se construye con un pedazo de lámina de aluminio liso (calibre 33) pegada a una regla de madera y sirve para marcar la dirección e inclinación del corte de sangría.

Debe tener una inclinación de 33° con relación a la horizontal. [3]

2.4 Método de extracción del látex de caucho natural.

El método para la obtención del látex, consiste en realizar una incisión de forma diagonal desde la mitad o un tercio del tronco. Para ello se emplea una herramienta llamada faca seringueira o jebong o simplemente cuchilla para sangría que tiene forma de gancho y afilado en el extremo que es la que abre la corteza del árbol. De este modo el material lechoso fluye a través de la incisión hasta ser almacenado en un recipiente ubicado en la parte inferior del tronco. Además es recomendable

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

el empleo de compuestos de amonio y tiuram en el corte para prevenir la coagulación del látex exudado. [4]

La cantidad de látex extraído por cada incisión es de aproximadamente 30 mililitros, aunque esto varía según la especie de la planta productora de caucho. Una vez el árbol ha dejado de emanar el fluido se debe esperar un día para cubrir el corte con un pedazo de la corteza de la base del tronco. Cuando el corte realizado para extraer el látex llega hasta el suelo se debe esperar el tiempo necesario para que se renueve la corteza en su totalidad. Cuando el árbol cumple los 25 años de edad dejan de producir látex suficiente y por ende son talados. [4]

Una vez el látex ha sido extraído, esta sustancia es sometida a procesos de tamización, y tratada con ácido para favorecer la concentración o aglutinamiento de las partículas en suspensión del caucho en el látex (el caucho aparece como una dispersión coloidal en el látex). Con posterioridad es prensado mediante la utilización de rodillos, de manera que se forman capas de caucho natural con un grosor de 0,6 centímetros que serán secadas con aire o humo antes de salir al mercado. [4]

2.5 Obtención de los distintos grados de caucho natural.

Después de la recolección del látex existen dos formas de preservar el fluido recolectado según el producto que se quiera fabricar.[1]

Uno de ellos es preservarlo de forma líquida adicionándole algunos químicos, ya que inicialmente el látex solo tiene un 30% de contenido de caucho. Con la adición de dichos químicos el contenido de caucho es elevado al 60% o más y de esta manera se asegura que no va transportar más agua que caucho hasta el lugar donde se va procesar el producto. [1]

La concentración puede realizarse de tres formas diferentes:

2.5.1 Concentración por Centrifugado: Este método es el más usado con el 90% de la producción y encuentra una amplia gama de productos que incluye artículos fabricados por el método de inmersión. Consiste en agregarle 0.5% de amoniaco, luego se vierte en una máquina que realiza el centrifugado extrayendo el agua y quedado el látex, produciendo así el concentrado y además nata de látex. Esta nata no se desperdicia ya que se coagula, se seca y luego es comercializada como caucho de nata. [1]

2.5.2 Concentración por cremado: En este proceso se provoca la aglomeración de partículas en el látex utilizando productos especiales, como el laginato de amonio.

Básicamente se agrega el látex en un recipiente, se agregan los químicos en la medida estipulada y luego del tiempo necesario el látex concentrado al tener menor densidad se va a la superficie del recipiente quedando el agua en el fondo del tanque. [1]

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

2.5.3 Concentrado por evaporación: Este es el tercero y menos utilizado, consiste en evaporar el látex líquido en evaporadores a altas temperaturas. Tiene un contenido de caucho alto al rededor del 64% y se preserva con hidróxido de potasio y jabón. [1]

2.6 Proceso de inmersión.

En este proceso se puede fabricar una amplia gama de productos, entre los que se encuentran las bombas, fajas, guantes, etc.

El primer paso es obtener el concentrado de látex, los moldes deben estar a la temperatura adecuada antes de ser sumergido en el tanque de coagulante que contiene sales minerales, luego son transportados hacia el tanque que contiene el concentrado, en este proceso de inmersión es importante manejar los tiempos de inmersión ya que de esto depende el calibre o espesor del producto, para esto las maquinas son automatizadas garantizando la uniformidad en toda la producción. Los moldes se llevan a un horno de secado cuya fuente de calor es dado por la combustión de gas licuado de petróleo, el producto es transportado por el interior del túnel por un periodo de 15 minutos a una temperatura de 110 grados centígrados para evaporar los residuos de agua. Después pasa al túnel de vulcanización que tiene las mismas características del horno de secado pero aquí los rodillos trasportadores llevan el látex por un periodo de una hora a una temperatura de 110 grados que es controlado por un sistema de control realimentado PID.

2.7 Mercado del látex.

El caucho natural es utilizado como materia prima en diferentes sectores industriales. Con él se fabrican llantas y neumáticos de automotores, guantes quirúrgicos y de aseo, mangueras, empaques para automotores, condones, bandas transportadoras, suelas de calzado, productos comestibles, pegantes, borradores, cubiertas aislantes de electricidad, pinturas y lacas. Según datos avalados, el 67% del caucho natural es utilizado para la producción de llantas, el 11% en guantes y productos que requieren látex centrifugado y el 22% en otros artículos (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2009).[5]

Adicionalmente, en el estudio de Mejía Cáceres (2010), se encuentra que la semilla del caucho contiene aceites con los que se produce pinturas y barnices, su pulpa es utilizada para alimento animal y la madera resultante al final de su etapa productiva³ es muy apropiada para la fabricación de enchapes y muebles de alta calidad, aunque en Colombia es básicamente utilizada como combustible. [5]

2.8 Viscosímetro Brookfield

El viscosímetro Brookfield tiene como principio la visco simetría rotacional; donde se mide la viscosidad a partir del par de torsión necesario para mover a una velocidad constante el husillo inmerso en la muestra de fluido a estudiar.[6]

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

El par de torsión es directamente proporcional a la resistencia viscosa ejercida sobre el eje inmerso en la muestra y por lo tanto a la viscosidad del fluido.[6]

Estos equipos son de muy fácil manejo ya que no requiere de un conocimiento avanzado para operarlo y no necesita de alguna técnica especializada para su instalación. Son equipos muy versátiles ya que cuentan con una amplia gama de viscosidades, clasificadas según el modelo del viscosímetro, la selección del modelo se da según el producto a ensayar y la precisión de la medida deseada. [6]

2.8.1 Tipos de viscosímetros.

Actualmente encontramos tres tipos de viscosímetros que nos ofrecen una amplia gama de viscosidades, cubriendo una necesidad específica. [6]

2.8.1.1 Viscosímetro de lectura dial.



Figura 1. Viscosímetro de lectura dial [6]

Este es un instrumento de medida robusto. Requiere de una tabla de conversión para transformar su lectura en unidades cent poise (cps). Este instrumento puede realizar determinaciones reproducibles de viscosidades en 30 segundos. [6]

Un nuevo modelo cuenta con un impulso electrónico que elimina el mecanismo de transmisión de inducción sistemática. Al tener un menor movimiento de partes brinda una segura operación silenciosa. [6]

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

2.8.1.2 Viscosímetro digital.

A diferencia del viscosímetro de lectura dial, este se caracteriza por ser más sofisticado ya que cuenta una pantalla de fácil lectura; permite obtener cómodamente datos en % (brookfield), convertibles fácilmente en unidades cent poise (cps) y una señal de salida de 0 a 10 mili voltio (mv) o de 0 a 1 voltio para su conexión a un registrador de papel. [6]

Este instrumento posibilita la elaboración de perfiles reológicos de un fluido. Elemento que resulta de gran valor en los procesos de control de calidad. En la pantalla podemos tener la lectura en unidades cent poise, % (Blookfield), la velocidad en (rpm), y la aguja utilizada en el ensayo. [6]



Figura 2. Viscosímetro brookfield digital [6]

2.8.1.3 Viscosímetro digital versátil programable.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22



Figura 3. Viscosímetro brookfield digital versatil programable[6]

Este viscosímetro es a un más sofisticado que el anterior. Con solo apretar un botón para ajustarlo al parámetro necesario, tiene la posibilidad de obtener datos de forma rápida y precisa, de forma automática. [6]

Puede conectarse a un computador para el procesado rápido de datos de viscosidad y posibilita tener una copia impresa, conectándolo a un registrador, impresora o a una computadora. Además de sus características tradicionales, es programable por el usuario, para el cálculo de las condiciones de contorno de cualquier husillo, puesta automática a cero y establece de forma automática el rango necesario, mantiene la información en pantalla y en la salida, las condiciones por encima y por debajo del rango. [6]

2.8.2 Cada ensayo llevado a cabo con el viscosímetro debe contar con los siguientes elementos:

2.8.2.1 Cuerpo del viscosímetro: El cual lo constituye un motor eléctrico y en algunos un dial de lectura. [6]

2.8.2.2 Vástagos intercambiables: Estos vástagos vienen enumerados de tal forma que el número menor indica el mayor grosor del vástago. Disminuyendo el grosor a medida que aumenta su valor, esta numeración va de 1 a 7. En la parte superior del vástago traen una señal que indica el nivel de inmersión en la muestra a ensayar. [7]

2.8.2.3 Baño termostático: Este es para mantener la muestra a ensayar a una temperatura de ensayo. [7]

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

2.8.2.4 Soporte: En este se sostiene el equipo de medida y permite el desplazamiento vertical. [2]

2.8.2.5 Vasos: Estos vasos son de vidrio con un diámetro entre 90 a 92 mm y una altura entre 160 a 162 mm. [7]

2.8.2.6 Termómetro: Instrumento alargado para medir temperatura.

2.8.2.7 Elección de velocidad y de vástago: Se elegirá la relación viscosidad/vástago, en función del valor de la viscosidad a medir, de la precisión deseada y del gradiente de velocidad ensayado. [7]

Es necesario hacer la elección de tal forma que la lectura en el dial esté comprendida entre el 20 y el 95 % de la escala. Para una mejor precisión, se aconseja utilizar el intervalo entre 46 y 95 %. [7]

2.8.3 Procedimiento operativo.

Se debe montar el viscosímetro con su dispositivo de protección sobre su soporte. Luego se llena el vaso con el producto que se desea ensayar que en este caso sería el látex. Teniendo cuidado de no producir burbujas. Este producto debe someterse al baño de agua para que por medio de la transferencia de calor se obtenga la temperatura de ensayo en el producto. [7]

Después que el látex alcance la temperatura de ensayo se procede a sumergir el vástago en el líquido a medir hasta la señal que indica en nivel de inmersión. Bajar el viscosímetro hasta su soporte y fijar el vástago al eje, por último se debe comprobar el movimiento vertical y la temperatura de ensayo. [7]

Después de realizar todas las indicaciones anteriores, podemos poner el motor en marcha, ajustándolo a la velocidad adecuada. Luego desbloqueamos la aguja y la dejamos que gire hasta que se estabilice sobre el dial. Generalmente esto tarda entre 5 y 10 segundos. Se bloquea la aguja y se toma nota de la lectura, lo ponemos nueva mente en marcha y nuevamente se toma la lectura. Se continúa repitiendo el proceso hasta que dos lecturas consecutivas no difieran en más o menos 3%, salvo otra indicación. Por ultimo tomamos el valor medio de las dos últimas lecturas. [7]

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

3 METODOLOGÍA

Inicialmente tomamos las norma internacionales ISO para látex de caucho natural, luego efectuamos la validación de estas normas en español donde se describe puntualmente la características de los equipos a utilizar en cada uno de los ensayos, los químicos o reactivos en cantidades específicas y la metodología a utilizar. Partiendo de la norma ISO para látex de caucho natural procedemos a diseñar los protocolos para efectuar la implementación de ensayos de laboratorio, estos ensayos son el contenido de caucho seco, determinación de alcalinidad, determinación de viscosidad, determinación del contenido total de sólidos, muestreo y determinación de estabilidad mecánica. Este último ensayo solo lo trabajamos teóricamente ya que en el laboratorio de materiales del ITM del parque I ubicado en la sede de Boston no contamos con el equipo necesario para realizar el ensayo antes mencionado.

Poco tiempo después de iniciar la implementación del primer protocolo, cuyo ensayo fue el muestreo, tuvimos la oportunidad de conocer a don Mauricio de greiff, ingeniero químico y empresario. Quien nos permitió ingresar a su planta productora de manufactura a base de látex de caucho natural.

En esta empresa ubicada en el km 16 vía las palmas pude conocer el proceso al que se somete el látex antes de empezar la producción, ya que el látex es traído del campo en forma natural sin añadirle químicos. Muchas veces se compra ese producto sin saber qué cantidad de caucho seco puede traer una caneca de 250 kilos de látex, debido a que en algunos casos luego de hacer el proceso de cremado el contenido de agua supera el contenido de caucho.

Al realizar ensayos de las muestras tomadas del látex con anticipación de la compra de la materia prima, podríamos solucionar problemas ya mencionados anteriormente, ya que el empresario tendría plena seguridad de la inversión que se está haciendo. Implementar la determinación de viscosidad de una muestra representativa ayudaría a mejorar la calidad del producto y aumentaría la producción ya que en el caso del proceso de inmersión al tener la viscosidad adecuada disminuiría el tiempo de inmersión. También conocimos cada uno de los equipos electromecánicos involucrados en el proceso de producción de productos a base de látex, que inicia con la máquina que hace la inmersión que tiene un circuito de mando con inversión de giro, hornos de secado y vulcanización que tienen un controlador de tempera PID, la máquina de lavado y por último la máquina de secado que comprende un sistema de combustión y una tómbola girada por un moro de aproximadamente 3 hp.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Protocolos ensayos de laboratorio

4.1 Muestreo látex de caucho (ISO123-1974)

Objetivo

Preparar muestras Para realizar pruebas de laboratorio con el látex de caucho que contiene agentes conservantes y que ha sido sometido a algún proceso de concentración. [8]

Nota:

El látex de caucho sintético puede formar una piel cuando se expone al aire. Por ello, la muestra se debe mantener en un recipiente cerrado, esto se da especialmente si hay espuma en el látex ya que la espuma tiende a la piel rápidamente, en particular con el látex sintético. No se debe llenar el recipiente y tampoco se deben utilizar contenedores de polietileno u otros materiales que puedan ser atacados por monómeros residuales presentes en el látex sintético. Durante el manejo y análisis de la muestra, se tendrá cuidado de no generar espuma o de introducir aire. [8]

Si la determinación de contenido de coagulo en el látex de caucho es superior al 0.005%(m/m) del látex, el látex antes de ser sometido a ensayos que no sean para determinar el contenido de coagulo; se debe filtrar a través de nylon o gasa de acero inoxidable. [8]

Si piel o materias extrañas están presentes en el látex, esto se deberá consignar en el acta de prueba. Y las muestras se deberán agitar cuidadosamente antes de filtrar o realizar ensayos . [8]

Equipos.

Un tubo de vidrio de diez a quince mm de diámetro interior y abierto en ambos extremos.

Nailon O gasa de acero inoxidable con una abertura media de 189+/-15 micrómetros.

Un tambor equipado con tapón o un tambor de tipo de cabeza abierta.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Un agitador accionado por motor con una hélice de acero Inoxidable plegable de dos hojas de 110 mm de diámetro mínimo cuando está completamente abierto. Montado en un eje de acero inoxidable lo suficiente mente largo para que la hélice sea distante aproximadamente una décima parte de la altura del látex desde el fondo del tambor.[8]

Procedimiento.

Método A:

Si el tambor está equipado con un tapón Y contiene al menos dos por ciento de espacio de aire, se pondrá de lado y se hará girar de un lado hacia otro con cuidado por un tiempo mínimo de diez minutos. Luego gire el tambor con el fin de soportarlo sobre el extremo que fue inicialmente superior, y déjelo reposar por 15 minutos, luego repita la operación de laminación por un tiempo mínimo de diez minutos.

Si el tambor contiene menos de dos por ciento de espacio de aire, transferir el contenido a un recipiente más grande y se agita a fondo, preferiblemente por medio de un embolo de disco de acero inoxidable perforado. (Normalmente alrededor de diez minutos debería ser suficiente).

Si el tambor es de tipo de cabeza abierta, retire el cabezal del extremo y agite el contenido fuertemente. Preferiblemente por medio de un embolo de disco por no menos de diez minutos. [8]

Método B:

Agitar los contenidos por medio de un agitador accionado por motor. Adecuado para el tiempo necesario para dispersar la crema excesiva. Se debe evitar la agitación y exposición innecesaria del látex al aire. Luego haga funcionar el agitador a la velocidad mínima de 100 rev/min.

Si es deseado se puede utilizar dos hélices en el mismo eje, en cuyo caso inferior deberá cumplir los requisitos mencionados anterior mente. [8]

Muestra de eliminación.

Después de mezclar, tomar una muestra rápidamente. Insertando el tubo de vidrio Insertándolo limpio y seco, hasta que alcance la parte inferior del recipiente. Luego cierre el extremo superior del

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

tubo y transferir el contenido a una botella de muestra limpia y seca. Repita la operación hasta que se haya obtenido suficiente látex.

Alternativamente un tubo de metal especialmente construido puede ser utilizado, donde los extremos se puede cerrar y abrir por control remoto. [8]

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

4.2 Determinación de viscosidad (ISO 1652-1974)

Objetivo

Determinar la viscosidad tanto de caucho natural como sintético por medio de un viscosímetro. [9]

Equipos

Se especifican dos instrumentos:

1. El instrumento *L* es aplicable para viscosidades de hasta 2000 m pa-s (2000 cps).
2. El instrumento *R* es aplicable para viscosidades por encima de 200 m pa-s (200 cps).

El Viscosímetro consiste en un motor eléctrico síncrono que acciona a una velocidad de rotación constante. Un eje al que se puede unir husillos de diferentes formas y dimensiones.

El instrumento *L* utiliza un par de resorte de 67,37 +/- 0,07 ONU-M (673,7 +/- 0,77dyn*cm) en la totalidad de la escala.

El instrumento *R* utiliza un par de resorte de 718,7 +/- 0,7 un*m (7,187 +/- 0,7 dyn*cm) en la totalidad de su escala.

Los husillos se harán con precisión de acuerdo con la figura y las dimensiones indicadas en la tabla 1. [9]

Un nivel de burbuja o nivel burbuja se incorporaran a la carcasa del motor para indicar con el husillo unido eje del motor, cuando el cabezal es vertical.

Una guarda se utilizara para proteger el husillo en funcionamiento. Este consistirá en una barra rectangular de la sección de aproximadamente 9,5* 3 mm, con las esquinas redondeadas, doblado en forma de u.

Los extremos superiores de las patas verticales de la guarda se fijaran de forma segura a la carcasa del motor, la parte horizontal de la guarda deberá unirse a las patas verticales de la guardia de tal manera que el protector sea desmontable para su limpieza. La parte horizontal de la guarda deberá unirse a las patas de la guarda vertical a través de radios internos de aproximadamente 6 mm.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

La distancia perpendicular entre las caras interiores de las dos patas verticales de la guarda, cuando la guarda está conectada correctamente a la carcasa del motor será de $31,8 \pm 0,8$ mm con el instrumento *L* y $76,2 \pm 0,8$ mm con el instrumento *R*. La distancia perpendicular entre la cara superior de la parte horizontal de la guarda y la parte inferior del eje del husillo, cuando la guarda está conectada correctamente a la carcasa del motor o cuando el eje está unido al eje del motor, no deberá ser inferior a 10 mm con el instrumento *L* y no menos de 4,5 mm con el instrumento *R*. [9]

Vaso de vidrio (beaker). De 85 mm diámetro interno y una capacidad mínima de 600 mililitros.

Baño de agua controlado a 25 grados centígrados.

Muestreo

El muestreo se llevará a cabo de acuerdo con uno de los métodos especificados en la norma ISO 123. [9]

Preparación de la muestra

Inicialmente se debe determinar el contenido total de sólidos según la norma ISO 124. Luego si es necesario, ajustar la presión al valor requerido mediante la adición de agua destilada o agua de pureza equivalente. Después Añadir el agua lentamente y se agita la mezcla suavemente durante 5 minutos, teniendo cuidado de no incluir aire en el látex.

Si el látex contiene aire ocluido y tiene una viscosidad menor de aproximadamente 200 mPa.s (200cP). Eliminar el aire permitiendo que el látex este en reposo durante de 24 horas.

Si el látex contiene aire ocluido y ningún otro componente, y tiene una viscosidad mayor de aproximadamente 200mPa.s (200cP). Eliminar el aire al someter el látex al vacío hasta que cese la forma de espuma.

Debe tenerse en cuenta la presencia de coágulos, colar cuidadosa mente el látex a través de un tamiz con aberturas cuadradas con lados de aproximadamente 500 micrómetros. [9]

Procedimiento

Verter el látex en el vaso de vidrio. Luego colocar el vaso en el baño de agua a una temperatura de 25 grados centígrados y agitar el látex hasta que su temperatura alcance los 25 ± 2 grados

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

centígrados. Inmediatamente fijar el husillo de forma segura al eje del motor y adjuntar la guarda de forma segura a la carcasa del motor o al viscosímetro. Inserte con cuidado el eje y la guarda en el látex de tal manera que se evite que el aire quede atrapado. Hasta que la superficie o el látex se encuentre en el punto medio de la ranura del eje del husillo. El husillo se coloca verticalmente en el látex y en el centro del vaso de vidrio.

La velocidad de rotación se seleccionara de la siguiente manera según el instrumento utilizado.

Instrumento L: 60+/-0.2 rev/min.

Instrumento R: 20+/-0.2 rev/min.

Luego encienda el motor del viscosímetro y debe tomar la lectura de equilibrio a la división de escala de unidad más cercana de acuerdo con las instrucciones del fabricante. Pueden transcurrir de 20 a treinta segundos antes de que alcance la lectura de equilibrio.

Utilice el número de usillo más bajo capaz de registrar la viscosidad.

Informe de prueba

El informe del ensayo debe incluir los siguientes datos

- La referencia del método utilizado.
- Los resultados y el método de expresión usado.
- El instrumento utilizado (*L* o *R*)
- El número del cabezal.
- El contenido de solidos totales (diluido si es necesario).
- Cualquier característica inusual señalada durante la determinación.

Cualquier operación no incluida en esta norma internacional, o considerada como opcional. [9]

Tabla 1

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO		Código	FDE 089
			Versión	03
			Fecha	2015-01-22

Husillo (eje)	A	B	C	D	E	F
NUMERO	+/-1.3	+/-0.03	+/-0.03	+/-0.06	+/-1.3	+/-0.15
L1	115.1	3.18	18.84	65.10	----- ---	31.8
L2	115.1	3.18	18.2	6.36	25.4	50.0
L3	115.1	3.18	12.70	1.55	25.4	50.0
R1	133.3	3.18	56.26*	22.48**	27.0	51.1
R2	133.3	3.18	46.93	1.57	27.0	49.2
R3	133.3	3.18	34.69	1.65	27.0	49.2

*Espesor de pared de aproximadamente 6mm

**Espesor de pared de aproximadamente 1mm

Tabla 2

Husillo Número	FACTOR
L1	X 1
L1 o L2	X 5
L3 O R2	X 20
R3	X 50

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

4.3 Determinación de alcalinidad para látex de caucho natural. (ISO 125-1983)

Objetivo.

Determinar la alcalinidad del látex de caucho natural, que contiene agentes conservantes y que ha sido sometido a algún tipo de proceso de concentración. [10]

Nota:

Este método no es necesariamente adecuado para látex proveniente de fuentes naturales distintas al *hevea brasiliensis*, o látex de caucho sintético, látex compuesto, látex vulcanizado o dispersiones artificiales de caucho.

Se debe llevar a cabo la toma de muestras de acuerdo con uno de los métodos especificados en la norma ISO 123. [10]

Reactivos.

Solución estabilizadora: Solución 5% (m/m) de un estabilizador no iónico de óxido de etileno tipo condensado. Antes de usar, el pH de la solución deberá ser ajustado al valor 6.0 +/- 1

Los siguientes reactivos deben ser de alcalinidad analítica reconocida.

Ácido sulfúrico, $c(\text{H}_2\text{SO}_4)=0,05 \text{ mol/dm}^3$ o **Ácido clorhídrico** $c(\text{HCl})=0.1 \text{ mol/dm}^3$ solución volumétrica estándar.

Rojo de metilo, 0,1% solución en etanol del 95% de pureza mínima.

No se requiere esta solución cuando se usa la valoración electrométrica

NOTA:

Estas concentraciones del ácido clorhídrico y sulfúrico deben ser expresada en moles por decímetro cubico a conformidad con la norma ISO.

Equipos.

Se requiere el siguiente aparato cuando se utiliza la valoración electrométrica.

Medidor de PH; equipado con electrodo de vidrio y la célula calomelanos saturados y capaces de ser leída a 0.02 por unidad.

Un electrodo de vidrio; de un tipo adecuado para su uso en soluciones de pH hasta 12,0.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Un agitador mecánico; cuyo motor tenga puesta a tierra y paleta no metálica o un agitador magnético. [10]

Procedimientos.

Calibrar el medidor de PH mediante el método especificado en la norma ISO 976.

Para aproximadamente 200 cm³ de agua contenida en un vaso de vidrio de 400 cm³, se debe añadir 10 cm³ de la solución no iónica de tipo condensado de dióxido de etileno. Con un peso de 10mg agregue por diferencia de una botella de un peso entre 5 y 10 gramos de látex y agite fuertemente. Introducir los electrodos y con agitación continua, añadir desde la bureta, ácido sulfúrico o solución de ácido clorhídrico, hasta que el pH se reduzca a un valor de 6,0+/-0,05. Luego añadir gota a gota el ácido usado hasta acercarse al punto final.

Como una alternativa o una titulación electrométrica, utilice rojo de metilo, como indicador visual, tomando como punto final el cambio de color rojo a rosa. [10]

Expresión de los resultados.

Calcular la alcalinidad de látex como se especifica en A o B sea apropiado.

- A. Si el látex se conserva con amonio. Calcular la alcalinidad como gramos de amonio (NH₃) por 100 gramos de látex como se expresa en la siguiente formula:

$$\text{Alcalinidad como (NH}_3\text{)} = \frac{F_1 * c * V}{m}$$

Donde:

- F₁ es el factor 1,7 para ácido clorhídrico. ó para ácido sulfúrico 3,4.
- c es la concentración actual, expresada en moles de HCl o H₂SO₄ por decímetro cubico.
- V es el volumen en centímetros cúbicos, del ácido usado.
- m es la masa, en gramos, de la porción de ensayo.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Los resultados de las determinaciones por duplicado no deberán diferir por más del 0,02 la unidad, donde la alcalinidad real está por encima de 0,5 unidades, o no deben diferir por más de 0,01 la unidad donde la alcalinidad real es 0,5 unidades o menos.

- B. si el látex se conserva con hidróxido de potasio, calcular su alcalinidad como gramos de hidróxido de potasio, por 100 gramos de látex, como se expresa en la siguiente formula.

$$\text{Alcalinidad (como KOH)} = \frac{F_2 * c * V}{m}$$

Donde:

F_2 es el factor. 5,6 Para ácido clorhídrico o 11,22 para ácido sulfúrico.

c, V, m. Son como se definió en A. [10]

Informe de prueba.

El informe de ensayo deberá incluir la siguiente información.

- A. La referencia de esta norma internacional.
- B. Los resultados y la forma en que se expresa.
- C. Cualquier operación no incluida en esta norma internacional o considerada como opcional.

[10]

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

4.4 Determinación del contenido total de sólidos del látex de caucho natural (ISO 124-1974)

Objetivo.

Determinar el contenido total de sólido del látex de caucho natural, que contiene agentes conservantes y que han sido sometido a algún tipo de concentración. Este método también es aplicable para látex de caucho sintético. [11]

Nota:

Este método no es necesariamente adecuado para látex provenientes de fuentes naturales distintas al árbol hevea brasiliensis, látex compuesto, látex vulcanizado o dispersiones artificiales de caucho.

Llevar a cabo la toma de muestras de acuerdo a uno de los métodos especificados en la norma ISO 123. [11]

Equipos.

- Un plato de fondo plano sin labios; De 6 mm de diámetro junto con una tapa para ello. [11]
- Un horno de modo que el calentamiento se haga de manera horizontal. [11]
- Un desecador. [11]

Procedimiento.

Para un látex de caucho natural proceder mediante calentamiento a presión atmosférica y para látex sintético proceder mediante calentamiento a presión reducida o calentamiento a presión atmosférica. [11]

Calentamiento a presión atmosférica.

Pesar con precisión de 1mg, un plato de fondo plano sin labios de 6mm de diámetro, junto con una cubierta para ello. Luego pesar 2.0+/-0.5 gramos de la mezcla de látex y verterla sobre el plato, coloque la tapa y pesar con una precisión de 1 mg. agitar suavemente el contenido del plato para asegurar que el látex cubra la parte inferior. Si es deseado, se puede añadir aproximadamente 1 ml de agua destilada o agua de pureza equivalente. Y mezclar bien con el látex por turbulencia.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Coloque el plato, sin tapar, en un horno de modo que sea horizontal y calentar a 70+/-2 grados centígrados o 100+/- 2 grados centígrados hasta que la muestra haya perdido su blancura, o durante 16h o 2 h, respectivamente. Enfriar en un desecador, coloque la tapa y pesar. Devuelva el plato al descubierto, al horno durante 30 min si la temperatura de secado es de 70+/- 2 grados centígrados, o durante 15 minutos si la temperatura de secado es de 100+/- 2 grados centígrados. Enfriar en un desecador. Colocar la tapa y pesar de nuevo. Repetir el procedimiento de secado por intervalos de 30 o 15 min, según sea apropiado, hasta que la pérdida de masa entre pesadas sucesivas se de menos de 1 mg. [11]

Calentamiento a presión reducida.

Pesar con precisión de 0,5 mg, un plato de fondo plano sin labios de unos 60mm de diámetro, junto con una cubierta para ello. Vierta la mezcla en el plato 1,0+/- 0,2 g de látex, reemplace la tapa y pesar con precisión 0,5 mg. Retire la tapa, añadir 1 ml, de agua destilada o agua de pureza equivalente y mezclar por turbulencia para asegurar que el látex cubra todo el fondo del plato.

Coloque el plato, en un horno de vacío sin tapa, de modo que sea horizontal. Reducir la presión, lentamente para evitar la formación de espuma y salpicaduras, y se calienta a 125 +/- 2 grados centígrados por 45 o 60 min a una presión inferior a 20 kpa. Enfrié el plato en un desecador reemplazar la tapa y pesar. Repetir el procedimiento de secado por intervalos de 15 min hasta que la pérdida de masa entre pesadas sucesivas sea menor que 0.5 mg. [11]

Expresión de resultados.[11]

Calcular el contenido de solidos totales (TSC), como un porcentaje de la masa, que está dado por la fórmula:

$$\frac{m_1}{m_0} \times 100$$

Donde:

M₀ es la masa en gramos de la porción de ensayo.


M₁ es la masa en gramos de hoja seca.

Informe de prueba. [11]

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

En informe de ensayo debe incluir los siguientes datos.

- Referencia a esta norma internacional.
- Los resultados los resultados y la forma en que se expresan.
- Cualquier operación no incluida en esta norma internacional o considerada como opcional.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

4.5 Determinación de estabilidad mecánica (ISO 35-1982).

Objetivo.

Determinar estabilidad mecánica del látex de caucho natural que contiene agentes conservantes y que ha sido sometido a algún tipo de proceso de concentración. Este método también es aplicable para látex de caucho natural vulcanizado.

Nota: este método no es adecuado para látex conservado con hidróxido de potasio, látex provenientes de fuentes distintas al hevea brasiliensis, látex compuesto o látex de caucho sintético [12]

Reactivos.

Se utilizara agua destilada libre de carbonato o agua de pureza equivalente donde se especifica agua-carbonato.

- Solución de amoníaco. Que contiene 1,6% (m / m) de amoniaco (NH_3) para su uso con látex que tiene una alcalinidad de al menos 0,30% (calculado en relación al látex).
- solución de amoníaco. Que contiene 0,6% (m / m) de amoníaco (NH_3) para su uso con látex que tiene una alcalinidad de menos de 0,30% (calculado en relación al látex).

Equipos. [12]

- Contenedor de látex.
- Equipo de agitación.
- Medios de calentamiento (baño de agua o tubo doblado de una forma adecuada para la inserción en el látex).
- Tela de alambre de acero inoxidable.

Procedimiento.

Se debe diluir 100 gramos de látex en un vaso de vidrio a 55,0 +/- 0,2 % de contenido total de sólidos con la solución de amoniaco correspondiente ya mencionado en los reactivos. Rápidamente se debe

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

calentar el látex a unos 37 o 38 grados centígrados, utilizando uno de los medios de calentamiento (baño de agua o tubo doblado de una forma adecuada para la inserción en el látex).

Filtrar inmediatamente el látex diluido y calentado a través de la tela metálica y pesar 80,0 +/- 0,5 gramos de látex. Luego se debe filtrar en el recipiente contenedor de látex, Compruebe que la temperatura del látex es de 35 +/- 1 grados centígrados y coloque el recipiente en posición y para ser agitado, asegurando que la frecuencia de rotación del agitador es de 14 000 +/- 200 min⁻¹ (233 +/- 3 s⁻¹) durante toda la prueba, hasta llegar al punto final.

La llegada del punto final está precedida por una marcada disminución en la profundidad del vórtice alrededor del eje de agitación.

El punto final se debe determinar tomando muestras del látex mientras se está agitando a intervalos de 15 segundos y extendiéndolo sobre una superficie adecuada. Esa superficie puede ser la palma de la mano, la tela metálica o la superficie del agua.

El punto final se da por la primera aparición de floculo y lo confirmaremos cuando la cantidad de floculo aumente notable mente.

Expresar el tiempo de estabilidad mecánica del látex como el número de segundos entre el comienzo de agitación y el punto final. [12]

El informe del ensayo debe incluir los siguientes datos [12]

- Identificación y tipo de látex ensayado.
- La referencia del método utilizado.
- El tiempo de estabilidad mecánica del látex, citado a los 15 segundos más cercanas.
- El método utilizado para detectado el punto final (es decir, el agua, la palma de la mano o tela de alambre).
- Cualquier característica inusual observada durante la determinación.
- cualquier operación no incluida en esta norma internacional o en las normas internacionales de los que se hace referencia.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

4.6 Determinación del contenido de caucho seco (ISO 126-1982).

Objetivo.

Determinar el contenido de caucho seco de látex natural, que ha sido sometido algún tipo de concentración

Nota: Este método no es adecuado para látex provenientes de fuentes distintas al hevea brasiliensis, látex compuestos, látex vulcanizado o dispersiones artificiales de caucho sintético. [13]

Reactivos.

Durante el análisis, se utilizara exclusivamente reactivos de grado analítico reconocido y solo agua destilada o de pureza equivalente.

Ácido acético: 20 g/dm³ solución acuosa (para usar con látex preservado con amoniaco).

Ácido acético. 50g/dm³ solución (para usar con látex conservado con hidróxido de potasio).

Equipos.

Aparatos de laboratorios ordinarios.

- **Plato** elaborado preferiblemente de vidrio, aproximadamente de 100 mm de diámetro y 50 mm de profundidad. [13]

Procedimiento.

Pesar 5 gr de látex en el plato, con una tolerancia de +/- 1 g. Luego verter el agua suficiente hasta el borde inferior de la capsula para reducir el contenido total de solidos de la laringe a 20+/-1%. Gire con cuidado el plato en una superficie lisa para diluir el látex homogénea mente y proceder según corresponda.

- Látex preservado con amoniaco. añadir durante un periodo de 5 min. 75+/-5 cm³ de la solución de ácido acético. (20 g/dm³). Verter debajo del borde interior del plato y gira lentamente mientras se añade el ácido. Presione suavemente la lámina coagulada de goma debajo de la superficie del ácido. Coloque un vidrio de reloj en el plato y caliente en un

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

baño de vapor por 15 o 30 min. Si el suero sigue siendo lechoso, añadir 5 cm³ de 95%(v/v) de etanol.

- Látex conservado con hidróxido de potasio. Añadir 25 +/- 5 cm³ de la solución de ácido acético (50g/dm³). Mezclar el látex diluido por medio de una varilla de vidrio delgado y lavar todo el látex adherido en el plato con agua.
- Presione el caucho coagulado para expulsar el agua y obtener una lámina uniforme que no exceda de 2 mm de espesor. Un método adecuado es colocar el caucho coagulado con cuidado en un vaso sobre una placa de vidrio y con un tapón de vidrio de unos 45 mm de diámetro, o un pequeño rodillo, para presionar primero alrededor de la circunferencia y luego trabajar hacia el centro.

Enjuague la hoja de caucho en agua corriente durante al menos 5 minutos, en el caso de látex preservado con amoníaco. O durante al menos dos horas en el caso de látex conservado con hidróxido de potasio. Deje que la hoja se enjuague, gotee durante unos pocos minutos antes de transferirse a la estufa de secado. Y por último secar la hoja a una temperatura de 70 +/- 2 grados centígrados hasta que no tenga manchas blancas en un gran vidrio de reloj. Gire cuidadosamente más de dos o tres veces durante las primeras operaciones de secado. [13]

Expresión de resultados.

Calcular el contenido de caucho seco (DRC), expresado como porcentaje en masa, que está dado por la fórmula:

$$DRC = \frac{m_1}{m_0} \times 100$$

Donde:

M₀ es la masa en gramos de la porción de ensayo.

M₁ es la masa en gramos de la lamina seca.

Informe de prueba.

En informe de ensayo debe incluir los siguientes datos.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

- Identificación y tipo del látex ensayado
- Referencia del método usado.
- El contenido de caucho seco (DRC) del látex.
- La temperatura de secado, si fue usada una temperatura diferente que $70+/-2^{\circ}$ C.
- Cualquier característica inusual notada durante la determinación.
- Cualquier operación no incluida en este estándar internacional.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

5 CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y TRABAJO FUTURO

5.1 conclusión general.

Fueron desarrollados los protocolos de ensayo con base a las normas internacionales ISO para caucho. Los protocolos fueron inicialmente implementados en el laboratorio de materiales ubicado en el parque i en fraternidad.

Podemos concluir que al realizar este tipo de ensayos se podría garantizar para el empresario, en un alto porcentaje, la inversión a la hora de comprar la materia prima (látex). El ITM cuenta con todos los equipos adecuados para realizar este tipo de ensayo, aunque carece del equipo para medir estabilidad mecánica, cuenta con el personal capacitado para ejecutar estos ensayos.

- Los protocolos para ensayos de laboratorio y validados en el laboratorio de materiales, permite disminuir el riesgo de pérdida a la hora de adquirir la materia prima que en este caso es el látex.
- Se garantizaron los parámetros y condiciones descritos por la norma internacional ISO para caucho, al momento de desarrollar en implementar los protocolos.
- Concluimos que al determinar la alcalinidad del el látex, esta se encuentra relacionada con el pH y por medio de este se podría garantizar que el látex no se va a descomponer en el almacenamiento.
- Determinar la viscosidad del látex, puede establecer la calidad de la inmersión o calidad del producto, y saber que volumen de producción se puede sacar.
- Determinar el contenido de caucho puede establecer qué porcentaje de caucho contiene la muestra representativa y así mismo el tanque que lo contiene.

5.2 Recomendaciones.

- Se recomienda conocer las normas internacionales antes de implementar los protocolos en el laboratorio.
- Para que los resultados sean estandarizados se recomienda cumplir a cabalidad con las especificaciones de los equipos y reactivos a utilizar.
- Se recomienda desarrollar protocolos para realizar ensayos con otras normas ISO.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

5.3 Trabajo a futuro.

- Implementar protocolos en el laboratorio de las normas ISO que no fueron incluidas en esta investigación y extender los servicios al público que lo requiera.
- Este estudio nos puede servir para abordar otros temas en el futuro que no fueron tratados en este. Tales como es el proceso de moldeo por inyección, moldeo por comprensión.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

REFERENCIAS

- [1] Esteban Friedenthal (1993), seminario internacional: formulación y compuestos de caucho – ICIPC- MEDELLIN.
- [2] Natural rubber látex allergy. K. Turjanmaa, H. Alenius, S. Mäkinen-Kiljunen, T. Reunala, T. Palosuo. Allergy(1996), alergias al látex y sus derivados. 51:593-602. Instituto UCB de alergias Avenida Barcelona, 239 08750 molins rei (Barcelona)
- [3] Jesús Bastidas, Ciro A, cruz p, Elena E Salazar, danni Gonzales (1998). Aprovechamiento del cultivo y beneficio del látex de caucho natural. Asoheca
- [4] LATEX. Obtención y tratamiento
<https://es.wikipedia.org/wiki/L%C3%A1tex>
- [5] Lina María naranjo Osorio (2013). Estudio sobre el mercado del caucho natural para la fabricación de materia prima y productos en la planta de santa clara , Taraza (Antioquia)
- [6] LABEQUIM S.A DE C.V. instrumentos para laboratorio.
<http://www.instrumentacion.com.mx/HTML/VISCOSIMETROS.htm>
- [7] METODOS DE ENSAYO. Determinación de viscosidad método de brookfield.
http://www.matematicasy poesia.com.es/metodos/melweb08_Brookfield.htm
- [8] Norma ISO 123- muestreo (First edición 1984). ISO standards hanbook 22 volumen 1
- [9] Norma ISO 1652- determinación de viscosidad (First edición 1984). ISO standards hanbook 22 volumen 1.
- [10] Norma ISO 125- determinación de alcalinidad (First edición 1984). ISO standards hanbook 22 volumen 1.
- [11] Norma ISO 124 - determinación del contenido total de solidos (First edición 1984). ISO standards hanbook 22 volumen 1.
- [12] Norma ISO 126- determinación estabilidad mecánica (First edición 1984). ISO standards hanbook 22 volumen 1.
- [13] Norma ISO 126- determinación de contenido de caucho seco (First edición 1984). ISO standards hanbook 22 volumen 1.

FIRMA ESTUDIANTES Walter Mejia Araujo

FIRMA ASESOR W. H. Lopez

FECHA ENTREGA: 08/03/2016

FIRMA COMITÉ TRABAJO DE GRADO DE LA FACULTAD _____

RECHAZADO___ ACEPTADO___ ACEPTADO CON MODIFICACIONES___

ACTA NO. _____

FECHA ENTREGA: _____

FIRMA CONSEJO DE FACULTAD _____

ACTA NO. _____

FECHA ENTREGA: _____