

## ESTUDIO DEL LAMINADO Y ENJEBADO DE LÁTEX DE SHIRINGA (*HEVEA BRASILIENSIS*), EN EL DISTRITO DE CHAZUTA, REGIÓN SAN MARTÍN–PERU

Francis Murrieta Acuña<sup>1</sup>, Jaime Guerrero Marina<sup>1</sup>, Juan Salazar Díaz<sup>1</sup>,  
Nino Castro Mandujano<sup>2</sup>

1) Universidad Nacional de San Martín, Jr. Maynas 177, Tarapoto, Perú. Correo electrónico: jjosalazar@unsm.edu.pe; jgguerrero@unsm.edu.pe

2) Departamento de Química Orgánica, Facultad de Química e Ingeniería Química, UNMSM. Av. Germán Amezaga 375, Cercado de Lima, Lima, Perú. Correo electrónico: ocastrom@unmsm.edu.pe

Recibido: Junio de 2020; Aceptado: Septiembre de 2020

### RESUMEN

En la presente investigación, los objetivos fueron evaluar concentraciones de azufre y nuevos ácidos que influyen en la mejora de los productos de laminados y enjebados, analizando y comparando las características físicas de productos terminados (laminados y enjebados) en color, elasticidad y contenido de impurezas. Las muestras fueron ubicados y extraídos de la *Zona Concesión Bristol* los vértices del 1 a 4, en el distrito de *Chazuta Regio San Martin–Perú*. Por otro lado, para evaluar la influencia del tipo de ácido y su concentración en la calidad física y mecánica del laminado se realizó un Diseño Completo Aleatorizado, con arreglo factorial (3·3) con dos factores (tipo de ácido y su concentración) y 3 niveles para el factor tipo de ácido (cítrico, fórmico y acético) y las concentraciones de (1, 3, y 5 mL) y para los enjebados se aplicó un Diseño Completo Aleatorizado, teniendo como tratamiento las concentraciones de azufre (0,5, 1,0, y 2,0%); además, se evaluaron las propiedades mecánicas. En base a los resultados, se observó que las concentraciones de los ácidos acético, fórmico y cítrico, si influenciaron estadísticamente ( $P < 0,01$ ) en el comportamiento de los laminados de látex, el tratamiento que presentó media superior con respecto a las propiedades mecánicas fue el tratamiento T8 (ácido acético a 3 mL de concentración) y el T7 (ácido acético a 1 mL); también se determinó que las concentraciones de azufre expuestas en el presente trabajo de investigación no influenciaron estadísticamente ( $P < 0,01$ ) en las propiedades mecánicas de los enjebados. Finalmente, se concluye que el laminado y enjebado usando diferentes ácidos (ácidos cítrico, fórmico, acético) y concentraciones de azufre se ven diferenciados estadísticamente en sus características físicas de color, elasticidad e impurezas.

**Palabras clave:** Laminado, enjebado, propiedades físicas y mecánicas.

### ABSTRACT

In the present investigation, the objectives were to evaluate concentrations of sulfur and new acids that influence the improvement of laminated and enjebados products, analyzing and comparing the physical characteristics of finished products (laminated and enjebados) in color, elasticity and content of impurities. The samples were located and extracted from the *Bristol Concession Zone*, vertices 1 to 4, in the *Chazuta Regio San Martin–Peru* district. On the other hand, to evaluate the influence of the type of acid and its concentration on the physical and mechanical quality of the laminate, a Complete Randomized Design was carried out, with a factorial arrangement (3·3) with two factors (type of acid and its concentration) and 3 levels for the acid type factor (citric, formic and acetic) and the concentrations of (1, 3, and 5 mL) and for the enjebados a Complete Randomized Design was applied, taking as treatment the sulfur concentrations (0, 5, 1.0, and 2.0%); in addition, the mechanical properties were evaluated. Based on the results, it was observed that the concentrations of acetic, formic and citric acids, did statistically influence ( $P < 0.01$ ) on the behavior of latex laminates, the treatment that presented a higher mean with respect to the properties mechanical were treatment T8 (acetic acid at 3 mL of concentration) and T7 (acetic acid at 1 mL); It was also determined that the sulfur concentrations exposed in the present research work did not statistically influence ( $P < 0.01$ ) on the mechanical properties of the enjebados. Finally, it is concluded that the laminate and enjebado using different acids (citric, formic, acetic acids) and sulfur concentrations are statistically differentiated in their physical characteristics of color, elasticity and impurities.

**Keywords:** Laminated, enjebado, physical and mechanical properties.

### INTRODUCCIÓN

La *Shiringa* (*Hevea brasiliensis* – Willd). ex *Adr. de Juss. Muell. Arg.*, se ha constituido

como el elastómero más consumido en el mundo. El interés por esta especie resurge en los últimos años por sus propiedades insustituibles, tanto físicas como químicas: se caracteriza principalmente por la excelente resistencia a la abrasión y a la deformación, y por su elasticidad, que no se puede obtener de otras sustancias; estas características son particularmente útiles para la manufactura de preservativos y guantes quirúrgicos, así como para los neumáticos de mayor seguridad en vehículos y aviones [1].

El Proyecto Especial *Huallaga Central y Bajo Mayo* (PEHCBM) viene articulando esfuerzos entre la asociación *ECOBOSQUES* del distrito de *Chazuta* y la *Universidad Nacional de San Martín*, con la finalidad de mejorar la calidad y cantidad de derivados del látex de la *Shiringa* mediante su industrialización. Son 144 hectáreas de tierras que el *Gobierno Regional de San Martín* entregó a la mencionada asociación en abril del 2015 por un periodo de 40 años, para aprovechamiento forestal distinto a la madera. Por su parte, el PEHCBM continuará con el acompañamiento técnico y está elaborando un proyecto de inversión pública orientado a reforestar con la especie *Shiringa* en las provincias de *Lamas* y *San Martín* [2].

La adquisición de este látex conocido como caucho blanco, por empresas extranjeras, es producto del impulso dado desde el *Gobierno Regional de San Martín*, a través del PEHCBM, específicamente con el asesoramiento técnico de los especialistas de la *Dirección de Desarrollo Agropecuario* [2].

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

Además, el árbol de caucho tiene la particularidad de almacenar más CO<sub>2</sub> que el promedio de los árboles de la selva amazónica. A través de este trabajo de investigación se requiere mostrar las bondades y ventajas de impulsar este proceso de elaboración de productos artesanales de látex de *Shiringa*, con el fin de mejorar la calidad de dicho producto. En este sentido, la presente investigación tiene por objetivo el aprovechamiento del látex de *Shiringa* (*H. brasiliensis*) en la elaboración y mejora de los productos laminados y enjabados en el distrito de *Chazuta*.

## PARTE EXPERIMENTAL

**Recolección de la muestra.** El presente trabajo de investigación el látex de *Shiringa* (*H. brasiliensis*) fue obtenido de la zona concesionada *Bristol*, se tuvo en consideración aspectos básicos para iniciar el sangrado de una plantación de *Shiringa*. En su etapa de recolección de muestra (látex) se ejecutó en el sector de concesión *Bristol* ubicado en el distrito de *Chazuta*,

caserío *Tununtunumba* provincia y departamento de *San Martín*, a una altitud de 260 m para una buena recolección de caucho se consideran los siguientes parámetros:

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

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

## METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

**a. Elaboración del laminado.** Para la elaboración del laminado se procedió de acuerdo a lo descrito en el diagrama de flujo de la Figura 1.

**b. Elaboración del enjebado.** Para la elaboración del enjebado de *H. brasiliensis* se procedió de acuerdo a lo descrito en el diagrama de flujo de la Figura 2.

**c. Flujograma de la operación experimental.** En la Figura 3, se presenta el flujograma de operaciones que se realizó para la obtención de láminas y enjebado del látex natural (*H. brasiliensis*).

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

**d.1. Laminados.** Según la Tabla 1, para evaluar la influencia del tipo de ácido y su concentración en la calidad física y mecánica del laminado se realizó un Diseño Completo Aleatorizado, con arreglo factorial (3·3) con dos factores (tipo de ácido y su concentración) y 3 niveles para el factor tipo de ácido (cítrico, fórmico y acético) y las concentraciones de (1, 3, y 5 mL) como se muestra en la Tabla 1, los ensayos fueron por realizados por triplicado, con un nivel de significancia de  $\alpha = 0,05$ , la confiabilidad se tomó mediante el coeficiente de variación (CV). Así mismo se realizaron pruebas comparativas de medias de *Tuckey* en función a las variables. Para ello se utilizaron paquetes estadísticos de *Statistica V10.0* y *SAS System for Windows*.

**d.2. Enjebados.** Para evaluar los análisis físicos-mecánicos de los enjebados se aplicó un Diseño Completo Aleatorizado, teniendo como tratamiento las concentraciones de azufre (0,5, 1,0, y 2,0%), como se observa en la Tabla 2, los ensayos se realizaron por triplicado, con un nivel de

significancia de  $\alpha = 0,05$ , la confiabilidad se tomó mediante el coeficiente de variación (CV). Se realizaron pruebas comparativas de medias de *Tuckey* en función a las variables. Se utilizaron paquetes estadísticos de *Statistica V10.0* y *SAS System for Windows*.

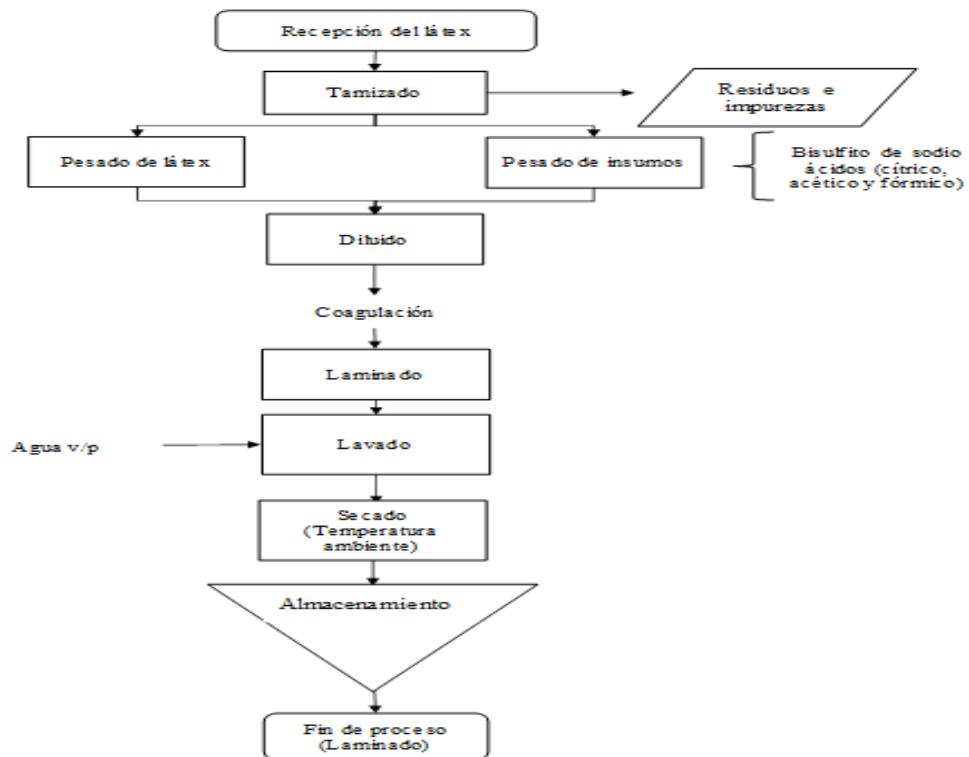


Figura 1. Flujograma definitivo del proceso de obtención de láminas de látex de *Shiringa*.

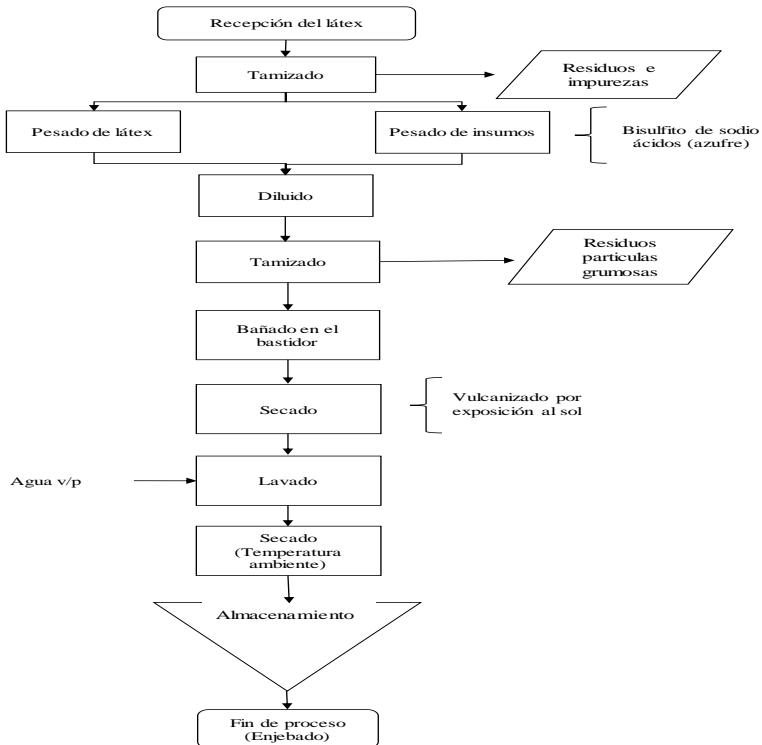


Figura 1. Flujograma definitivo del proceso de obtención de láminas de látex de *Shiringa*.

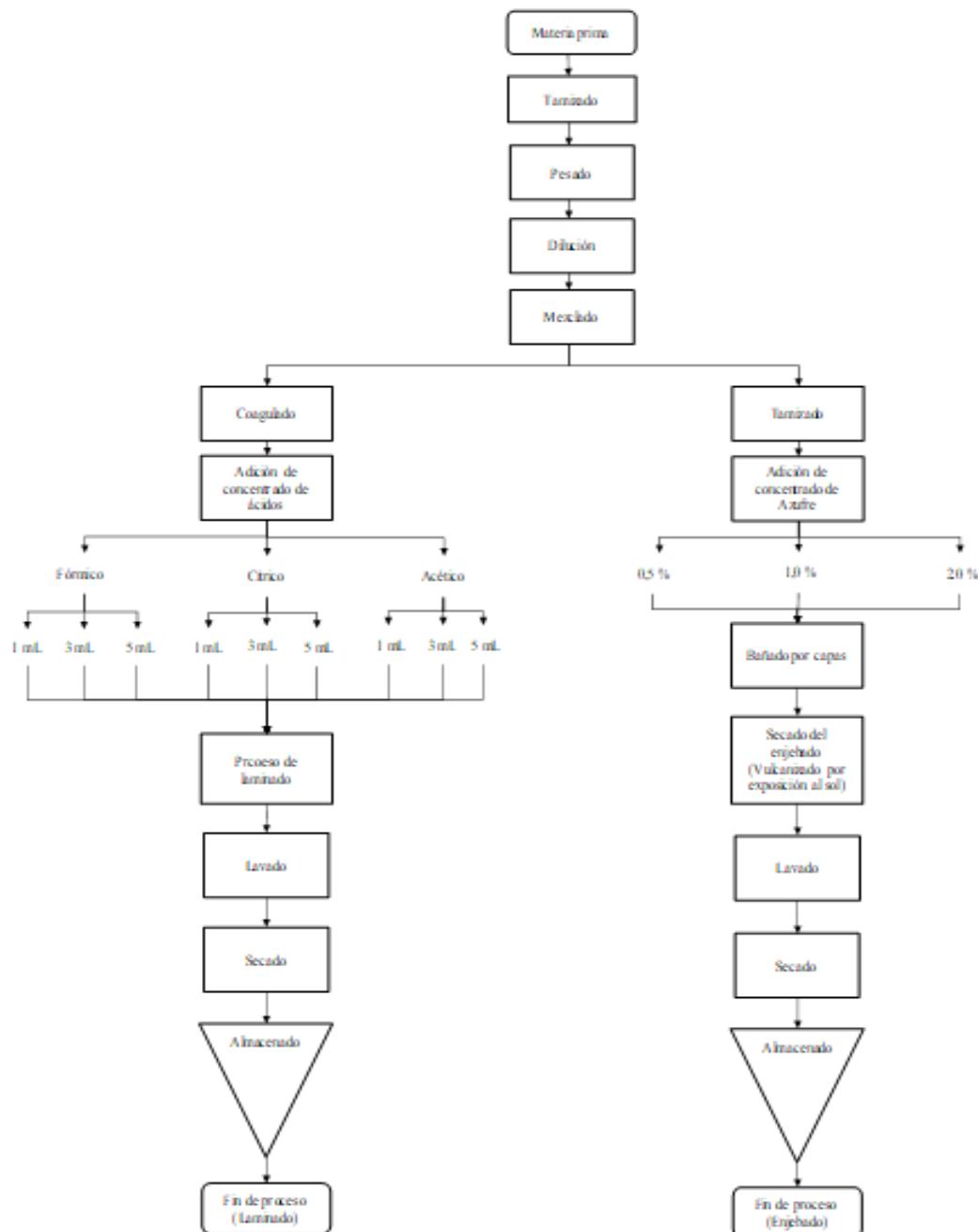


Figura 2. Flujograma experimental del proceso de obtención de láminas y enjabados de látex de *Shiringa* (*H. brasiliensis*).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Propiedades físicas del laminado.

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

Tabla 1. Diseño experimental para el análisis físico–mecánicos laminados.

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

Tabla 2. Diseño experimental para los análisis físico–mecánicos de los enjebados.

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

Tabla 3. Permeabilidad al vapor de agua de películas sintéticas.

Películas sintéticas	Condiciones de ensayo (T, HR)	Grosor $\mu\text{m}$	$\text{WVP} \cdot 10^{-10} \text{ g} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{Pa}^{-1}$
HDPE	38°C	0 – 90%	–
LDPE	38°C	0 – 90%	–
Nylon–6	38°C	0 – 90%	–
PET	38°C	0 – 90%	–
PP	38°C	0 – 90%	–

HDPE (Polietileno de alta densidad), LDPE (polietileno de baja densidad), PET (tereftalato de polietileno), PP (polipropileno).

Las mezclas del látex de *Shiringa* con el tipo de ácido con las diferentes concentraciones estudiadas en este trabajo presentaron tonalidad amarillo–marrón. En la Tabla 5, se presenta los colores de los tratamientos de acuerdo a su diferencia de color. Estos colores están basados en la

gráfica de color CIELAB y fueron determinados utilizando el *software online* “EasyRGB” [3].

**Determinación de las propiedades mecánicas en las concentraciones de nuevos ácidos de los productos de laminado.** En la Tabla 6, se muestran los resultados obtenidos de las propiedades físicas y mecánicas; con respecto al área transversal, se observa que existe diferencias altamente significativas entre los tratamientos, prevalece el contenido de ácido acético en todas sus concentraciones (1, 3, y 5 mL), la misma función sucede en la elongación a excepción en el tratamiento T1 (ácido cítrico a 1 mL).

Tabla 4. Variación del índice de color de acuerdo a los tratamientos empleados en la producción de laminados.

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

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

Tabla 5. Color de los tratamientos en estudio en escala decreciente de su diferencia de color.

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

**Elongación.** Según *McHugh y Krochta* (1994), menciona que la deformación por elongación

o alargamiento es la distancia máxima a la que se estira una película antes de romperse, dando como resultado la extensibilidad de la matriz [4].

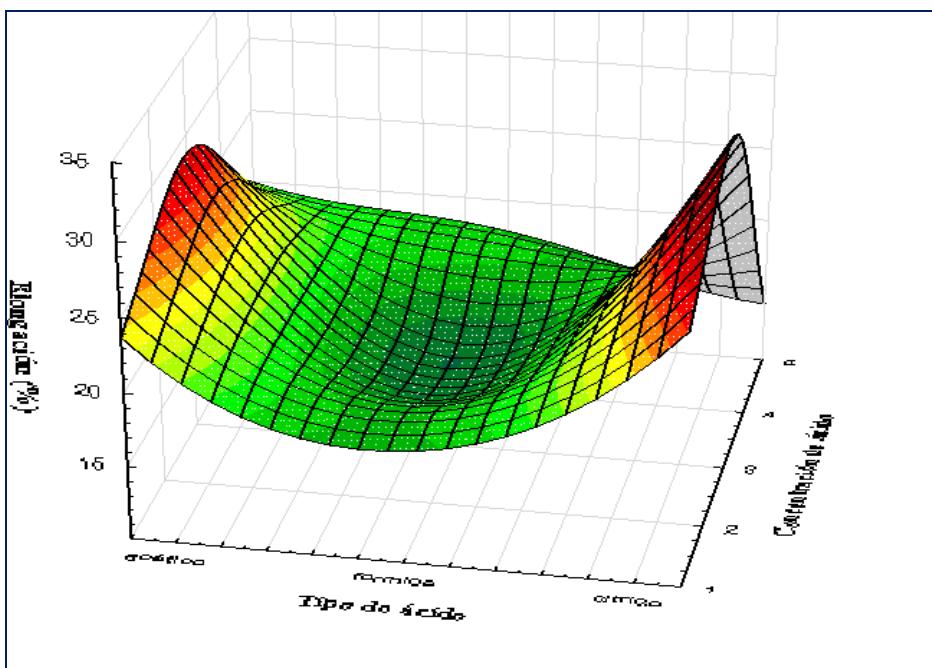


Figura 3. Función del tipo y concentración de ácido sobre el porcentaje de elongación.

En la Figura 4, se observa que, tanto el ácido acético como el cítrico tiene medias mayores que el fórmico y que sus concentraciones no influyen directamente en el proceso de laminado, las estructuras en su composición de estos ácidos podrían ocasionar las diferencias encontradas en este trabajo de investigación. González, (2017), quien determinó la elongación de mezclas de biopelículas indica que la flexibilidad resulta mayoritariamente influenciada por el tipo de goma utilizada en comparación con los iones de los materiales utilizados. De igual manera relacionando a referencia de trabajos en biopelículas podría ser consecuencia de un menor reforzamiento en el entrecruzamiento de las cadenas cortas del ácido fórmico [5].

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

En la Figura 5, se observa que las medias de mayor concentración se encuentran en 5 mL, mientras que el fórmico y acético son los ácidos que intervienen con mayor flexión en la elasticidad de las láminas. El módulo de *Young* o módulo de elasticidad es un parámetro que caracteriza el comportamiento de un material elástico, según la dirección en la que se aplica una fuerza [6].

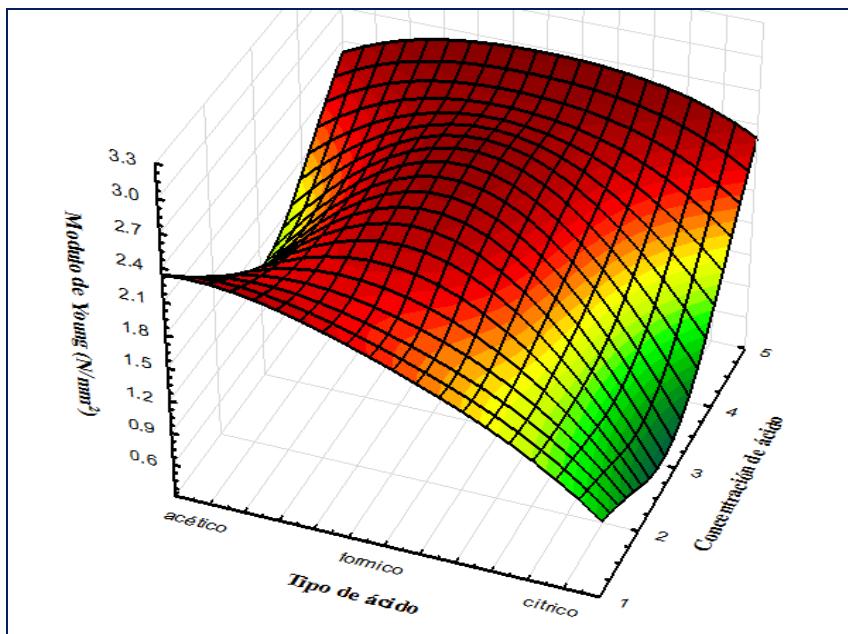


Figura 4. Función del tipo y concentración de ácido sobre el módulo de *Young*.

En la Figura 5, se observa que las medias de mayor concentración se encuentran en 5 mL, mientras que el fórmico y acético son los ácidos que intervienen con mayor flexión en la elasticidad de las láminas. El módulo de *Young* o módulo de elasticidad es un parámetro que caracteriza el comportamiento de un material elástico, según la dirección en la que se aplica una fuerza [6].

**Porcentaje de perforación.** Los tratamientos en estudio, los factores y la interacción entre los factores existe una diferencia altamente significativa, esto es corroborado con el coeficiente de determinación al 97,08%, coeficiente de variación 5,086 y la media de 50,19.

En la Figura 6, se observa que desde las concentraciones 3 y 5 mL son las que sobresalen en promedio en la presente investigación, mientras que el ácido acético y cítrico se encuentran por encima del ácido fórmico, esto posible ya que el este ácido es uno de los más simples solo contiene un átomo de carbono, posiblemente impida esta propiedad en la rigidez y elasticidad del laminado. Además, por su estructura están concentraciones muestran una textura blanca coincidiendo con este resultado lo mencionado por Bohórquez [7].

**Porcentaje de impurezas.** La Figura 7, presenta que el ácido cítrico obtuvo la media de mayor porcentaje de impurezas con respecto al ácido acético y fórmico, esto es posible porque la estructura química del ácido cítrico es de cadena larga.

Se observa que todas las variables de la fuente de variación son altamente significativas estadísticamente, con un coeficiente de variación de 83,83%, una media de 0,061% y coeficiente de variación de 8,29.

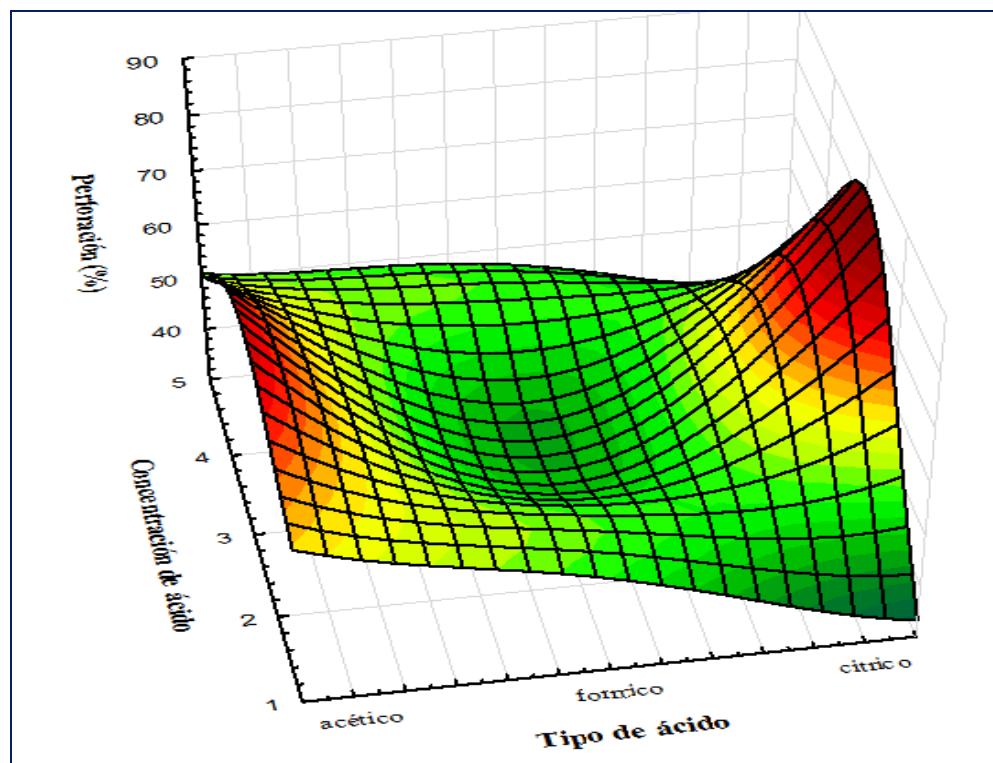


Figura 5. Función del tipo y concentración de ácido sobre la perforación del laminado.

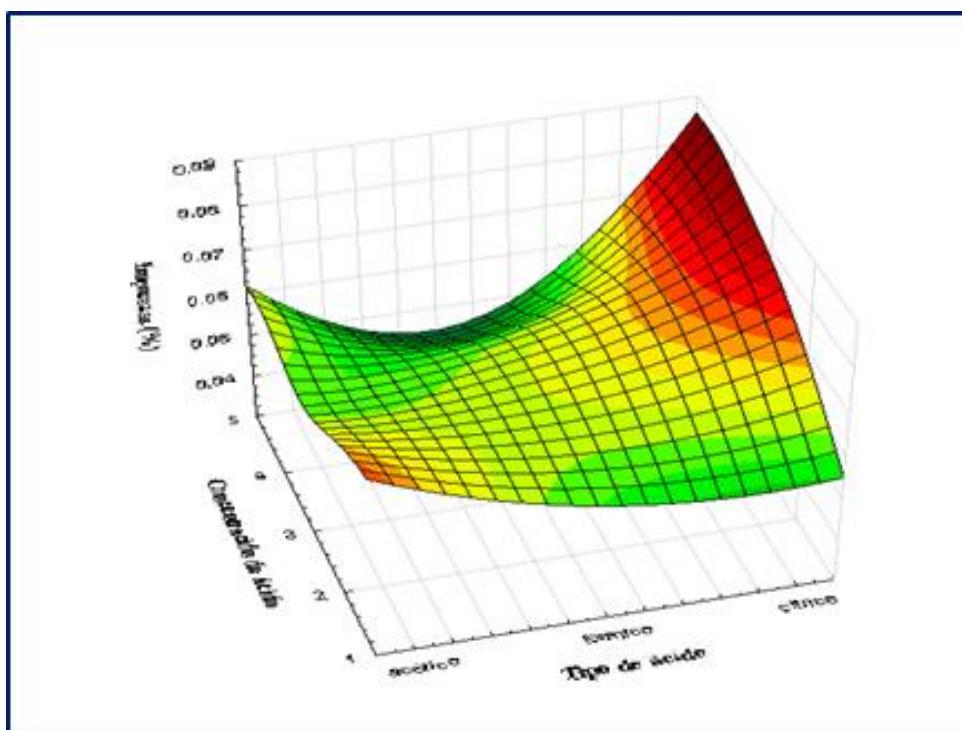


Figura 6. Función del tipo y concentración de ácido sobre el porcentaje de impurezas del laminado.

Tabla 6. Resultados de las variables físicas y mecánicas de los tratamientos que influyen en el laminado.

Tratamientos	Área transversal mm <sup>2</sup>	Porcentaje Elongación	Módulo de Young N/mm <sup>2</sup>	Porcentaje Perforación	Impureza (%) /10 <sup>-2</sup>
t1	37,63ED	24,20BAC <sup>2/</sup>	1,25DC	34,73D	5,44BC
t2	37,397E	28,35A	1,09D	73,56A <sup>1/</sup>	7,42A <sup>2/</sup>
t3	41,36DC	14,25E	2,43A	36,77D	7,62A <sup>1/</sup>
t4	42,12C	17,67ED	1,96BAC	48,58C	5,72BC
t5	41,36DC	14,64E	2,45A <sup>2/</sup>	40,15D	6,33BA
t6	43,60BC	18,12ED	2,64A <sup>1/</sup>	47,81C	4,53C
t7	47,98A <sup>1/</sup>	21,40BDC <sup>3/</sup>	2,36BA	56,89B <sup>3/</sup>	6,88BA <sup>3/</sup>
t8	45,10BAC <sup>3/</sup>	24,93BA <sup>1/</sup>	1,63BDC	63,68B <sup>2/</sup>	5,84BC
t9	46,43BA <sup>2/</sup>	19,22EDC	2,44A <sup>3/</sup>	49,54C	5,59BC

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

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

La adición de ácido acético o ácido fórmico en el látex reduce el pH hasta alcanzar el punto isoeléctrico, donde la carga eléctrica se anula. Consecuentemente, se disminuyen las repulsiones electrostáticas entre las partículas [8].

**Propiedades físicas del enjabado.** Según *Vignoni* (2006), menciona que El IC\* puede variar de acuerdo a sus propias características del material por sus características de variación puede utilizarse como variable de control de la calidad organoléptica de alimentos como es decir si el IC\* es negativo (- 40 a - 20), se relaciona con los colores que van desde el azul violeta al verde profundo [9].

En la Tabla 7, podemos observar que efectivamente el IC\*, se encuentra en el intervalo de -58,94 a -72,82; esta información se corrobora en la Tabla 8, donde se muestra las tonalidades del color de los tratamientos empleados en esta investigación varían desde el verde egipto a verde mosqué de acuerdo al *software online* “EasyRGB” [3]

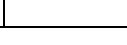
**Espesor del enjabado.** Con respecto al espesor en la Figura 9, se encuentran dentro de los

rangos de 0,23 y 0,25, resultados que se encuentran dentro de los establecido por la norma ASTM (1998), este método de prueba cubre la determinación de las propiedades de tracción de los plásticos en forma de láminas delgadas, incluida las películas menos de 1,0 mm, siendo esta prueba aplicable para nuestras muestras. El ANOVA del espesor, puso de manifiesto que la concentración de azufre no influyó significativamente sobre el espesor ( $P < 0,05$ ). Siendo la concentración que más influye sobre el espesor por su alto porcentaje de contribución sobre la varianza del espesor (1%).

Tabla 7. Variación del índice de color de acuerdo a los tratamientos empleados en la producción de enjebados.

Tratamientos	<i>L</i> *	<i>a</i> *	<i>b</i> *	<i>IC</i>
t1	33,8A	-25,62A	-7,25 <sup>a</sup>	-60,30A
t2	34,46A	-15,62A	-7,91 <sup>a</sup>	-58,94A
t3	32,99A	-16,29A	-6,89 <sup>a</sup>	-72,82A

Tabla 8. Color de los tratamientos en estudio en escala decreciente de su diferencia de color.

Tratamiento	$\Delta E$	Color
t1	3,80	
t2	0,81	
t3	1,80	

## PROPIEDADES MECÁNICAS DEL ENJEBADO DE CAUCHO

**Porcentaje de impurezas del enjebado.** Estadísticamente la Figura 8, nos expresa que todos los tratamientos no se diferencian significativamente, en las concentraciones de azufre no influenciaron en el rendimiento de las impurezas.

**Permeabilidad al vapor de agua (PVA).** En la Figura 10, se muestra los valores de PVA de los enjebados encontrándose en el intervalo de  $5,98 \cdot 10^{-7}$  hasta  $6,58 \cdot 10^{-7}$   $\text{g} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{Pa}^{-1}$ . La Tabla 3 se presenta valores de PVA de diversas películas sintéticas hechas principalmente de polietileno de alta densidad, polietileno de baja densidad; polietileno de tereftalato y polipropileno.

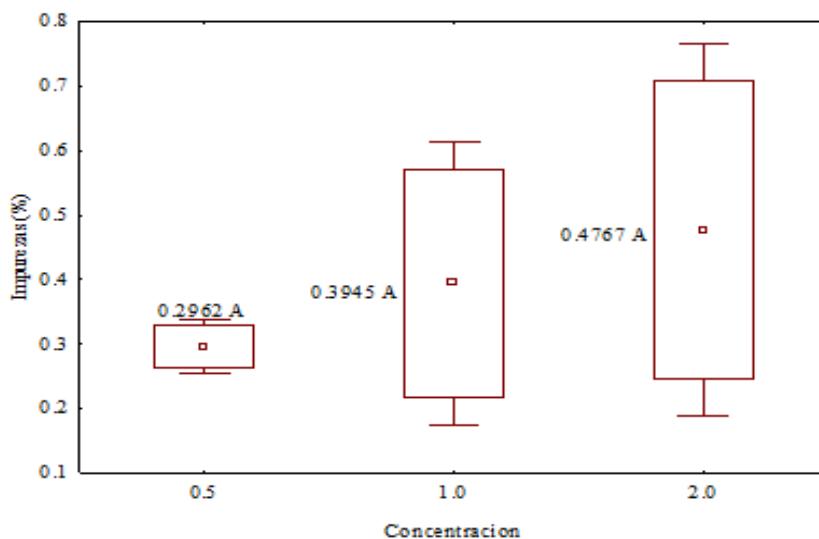


Figura 7. Porcentaje de impurezas en enjabados a diferentes concentraciones azufre.

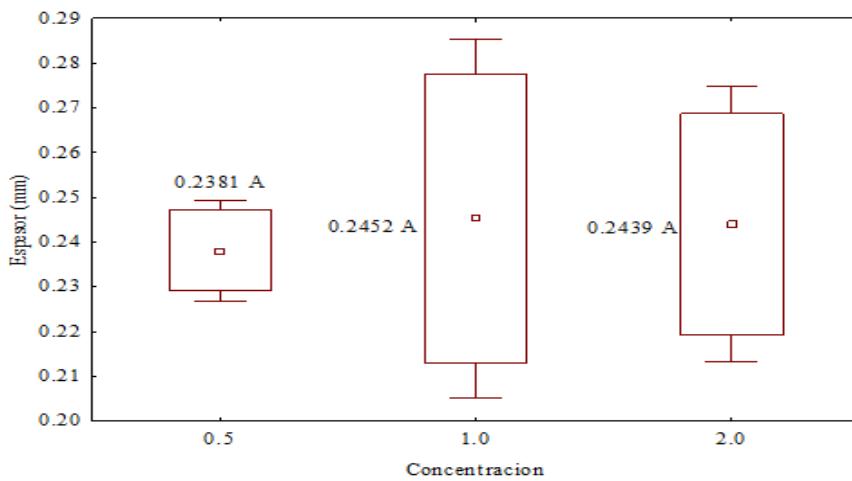


Figura 8: Variación del espesor con respecto a las concentraciones de azufre en los enjabados de látex del caucho.

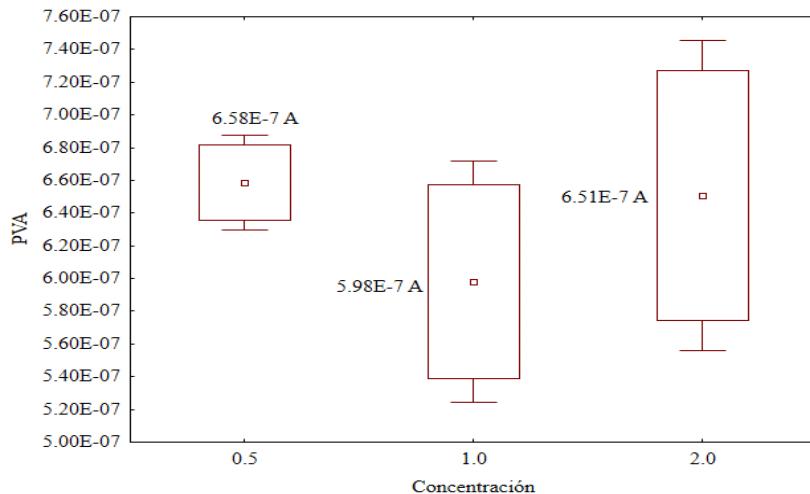


Figura 9. Variación de la permeabilidad del agua (PVA) con respecto a la concentración de azufre.

**Porcentaje de perforación del enjebado.** Según Vicentini (2003), nos indica que la perforación mide la fuerza necesaria (N) para que una sonda perfore perpendicularmente una película. Esta fuerza está en función al desplazamiento, cuanto mayor sea en llegar a un punto establecido la fuerza de ruptura también será mayor [10].

Partiendo de esta premisa el comportamiento estructural del enjebado es mucho más elástico que las biopelículas u otros materiales; alcanzó una media hasta de 26% de perforación, esto también se ve reflejado en la Figura 10, donde se observa que las concentración de azufre no se diferencian estadísticamente entre ellas ( $P < 0,01$ ), muestra que el coeficiente de determinación ( $R^2$ ) es 0,7383, mostro que el 86% de la variación de los datos se ajustaron al modelo, coeficiente de variación de 3,16 y la media de 26,61%.

**Comparación de las características físicas de los productos terminados (laminados y enjebados) en color, elasticidad y contenido de impurezas.** En la Tabla 9, se observa la diferencia entre algunas características físicas de los laminados y enjebados; claramente se observa que existe diferencias significativas en cuanto a los tratamientos de laminados y que las interacciones de las concentraciones de ácidos han influenciado en las variables de color, perforación e impurezas.

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

Tabla 9. Comparación física de laminados de látex (*Hevea brasiliensis*).

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

Tabla 9. Comparación física de enjebados de látex (*Hevea brasiliensis*).

Tratamientos		Enjebados		
		$\Delta E$	Perforación (%)	Impurezas (%)
<i>T1</i>	Azufre 0,5%	3,0	25,4A	0,2962A
<i>T2</i>	Azufre 1,0%	0,8	27,35A	0,3945A
<i>T3</i>	Azufre 2,0%	1,8	27,07A	0,4767A

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

Finalmente podemos mencionar que el nivel de impacto al usar las concentraciones de ácido fórmico en grandes cantidades es peligroso presentando irritaciones en la piel y corrosivo para el tracto respiratorio y su punto de inflamación es a 49°C, pero en bajas concentraciones es aceptable para la salud [11].

El ácido acético es un ácido débil ya que su obtención es producto de las fermentaciones que confiere características organolépticas a los alimentos y por ello es utilizado en procesos industriales como la síntesis de acetato de celulosa. Sin embargo, su manipulación debe estar prevenida por su flamabilidad en ambientes que excede los 39°C (102°F) [12].

El ácido cítrico como principal característica cuenta con un alto poder a degradarse, y además no es tóxico, excelente reactivo para la investigación, en obtener ácidos orgánicos mediante la biotecnología, sino también en distintas síntesis orgánicas y no es nocivo para el ser humano y su obtención no perjudica al medio ambiente [13].

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

El azufre tiene efectos dañinos en animales principalmente al cerebro, atacando directamente al sistema nervioso. Estudios indican que causan daños fetales y efectos congénitos. Las madres pueden incluso transmitirles envenenamiento por azufre a sus hijos a través de la leche materna [14].

## CONCLUSIONES

Se lograron obtener laminados y enjebados del látex de *Shiringa* (*H. brasiliensis*) obtenido

de la Zona de Concesión Bristol, en las cuales se tiene que las concentraciones de ácidos (acético, fórmico y cítrico), si influenciaron estadísticamente ( $P < 0,01$ ) en el comportamiento de los laminados de látex. El tratamiento que presento media superior con respecto a las propiedades mecánicas fue el tratamiento T8 (ácido acético a 3 mL de concentración) y el T7 (ácido acético a 1 mL de concentración). Los mejores tratamientos con respecto a las propiedades físicas (< impurezas) destaco el T4, T5 y T6 en promedio de todos los tratamientos.

Además, las concentraciones de azufre expuestas en el presente trabajo de investigación no influenciaron estadísticamente ( $P < 0,01$ ) en las propiedades mecánicas de los enjebados, sin embargo, en términos de rendimiento de impurezas y disminución de costos el tratamiento de azufre al 0,5% (T1) presentó buenas características.

**Agradecimientos.** Un agradecimiento a los responsables del *Laboratorio de Investigación y de Tecnología de Productos Agroindustriales No Alimentarios* – TEPANAL de la *Facultad de Ingeniería Agroindustrial de la UNSM*, por permitirnos usar sus ambientes para realizar los análisis fisicoquímicos y mecánicos.

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] AGROCADENAS Colombia “La Cadena del Caucho en Colombia: Una Mirada Global de su Estructura y Dinámica” 1991–2005. Bogotá–Colombia: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Recuperado el 30 de 05 de 2016, de [http://agronet.gov.co/www/docs\\_agronet/200511215190\\_caracterizacion\\_caucho.pdf](http://agronet.gov.co/www/docs_agronet/200511215190_caracterizacion_caucho.pdf).
- [2] PEHCBM (2016) “Proyecto Especias Huallaga Central y Bajo Mayo. Buscan mejorar producción de los derivados de la shiringa”, *Diario Voces*. Recuperado el 16 de 05 de 2016, de [www.diariovoces.com.pe/58365/ buscan-mejorar-produccion-derivados-Shiringa#ixzz47nkyGkg5](http://www.diariovoces.com.pe/58365/ buscan-mejorar-produccion-derivados-Shiringa#ixzz47nkyGkg5)
- [3] Logicol SRL (12 de Noviembre de 2014). EasyRGB. Obtenido de EasyRGB Web Site: <http://www.easyrgb.com/>
- [4] McHugh TH, Krochta JM “Sorbitol vs glycerol–plasticized whey protein edible films: integrated oxygen permeability and tensile property evaluation”, *J. Agricultural & Food Chem.*, **42**, 841 (1994)
- [5] González, R. (2017). Incidencia de los Iones Divalentes y Monovalentes en las Propiedades Físico Mecánicas y de Barrera en Biopelículas a Base de Goma Gelana, *Información Tecnológica*, **28**(2), 6774
- [6] Callister Jr, William D “Fundamentals of Materials Science and Engineering” 2<sup>a</sup> edición, USA. John Wiley & Sons, 2005. ISBN 9780471470144
- [7] Bohórquez AL, Sierra G, Gallego J “Efecto de la variación de la concentración de ácido fórmico y ácido acético en el proceso de coagulación del látex proveniente del caucho natural *Hevea brasiliensis*”, *Momentos de Ciencia*, **10** (2013)
- [8] Tamara AMC, Pineda HR, Bohorquez AL “Análisis y caracterización fisicoquímica del látex de caucho especie *Hevea Brasiliensis*”, *Revista Tumbaga*, **1**(9), (2014)
- [9] Vignoni L, Césari R, Forte M, Mirábile M “Determinación de Índice de Color en Ajo Picado”, *Información Tecnológica*, **17**(6), 63 (2006)
- [10] Vicentini NM “Elaboração E Caracterização De Filmes Comestíveis À Base De Fécula De Mandioca Para Uso Em Pós-Colheita”. Tese de Doutorado. Faculdade de Ciencias Agronomicas – Unesp, Botucatu–Brasil, 2003
- [11] Sigma Aldrich 2019a. Especificaciones técnicas Ácido Fórmico. Recuperado de <https://www.sigmaaldrich.com/catalog/product/sigald/f0507?lang=en&region=US>
- [12] Sigma Aldrich 2019b. Especificaciones técnicas Ácido acético. Recuperado de <https://www.sigmaaldrich.com/catalog/product/sigald/a6283?lang=en&region=US>
- [13] Muñoz–Villa A, Sáenz–Galindo A, López–López L, Cantú–Sifuentes L, Barajas–Bermúdez L “Ácido Cítrico: Compuesto Interesante Citric Acid: Interesting Compound”, *Revista Científica de la Universidad Autónoma de Coahuila*, **6**(12) (2014)
- [14] Lenntech (02 de diciembre 2019). “Propiedades químicas del Azufre – Efectos del Azufre sobre la salud – Efectos ambientales del Azufre”. Recuperado de [https://www.lenntech.es/periodica/elementos\\_s.htm#Nombre](https://www.lenntech.es/periodica/elementos_s.htm#Nombre)