



Artículo original / Original article

Manejo de dos técnicas y dosis de disolventes para mejorar las propiedades de textura, pegajosidad y olor del cuero vegetal en base a látex de shiringa (*Hevea brasiliensis*)

Management of two techniques and doses of solvents to improve the texture, stickiness and odor properties of vegetable leather based on rubber latex (*Hevea brasiliensis*)

Leidith Canal-Lezema¹ ; Lastenia Cutipa-Chavez^{1*} 

¹ Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios, Madre de Dios, Perú

Recibido: 11/11/2021

Aceptado: 30/12/2021

Publicado: 25/01/2022

*Autor de correspondencia: lcutipa@unamad.edu.pe

Resumen: La producción de cuero vegetal en la región de Madre de Dios en base a látex de shiringa es afectado por la escasa aplicación de técnicas y manejo de disolventes para el azufre. El presente estudio tuvo como objetivo evaluar las dosis de disolventes (aceite de castaña, vaselina, sulfuro de carbono y agua) para el azufre y dos técnicas de elaboración de cuero vegetal. Aplicamos un DCA con arreglo factorial (A×B) 4 × 2. Asimismo, efectuamos el ANOVA conforme a los procedimientos GLM del paquete estadístico SPSS para las variables pegajosidad y textura del cuero vegetal, y así determinar significancia entre los tratamientos estudiados. Entre los resultados destaca que la variable textura, fue afectada significativamente por efecto de los factores diluyentes y tipo de secado ($p < 0.05$). Además, la variable pegajosidad fue afectada por el factor tipo de secado ($p < 0.05$), no encontrándose diferencias significativas ($p > 0.05$) en la variable pegajosidad bajo el efecto del factor diluyentes. Se concluye que el mejor solvente para el azufre es la vaselina (de naturaleza apolar) con un porcentaje de solubilidad de 18,8%.

Palabras clave: defumado; olor; pegajosidad; secado al sol; solubilidad; textura

Abstract: The production of vegetable leather in the region of Madre de Dios based on rubber latex is affected by the scarce application of techniques and handling of solvents for sulfur. The objective of this study was to evaluate the doses of solvents (chestnut oil, Vaseline, carbon sulfide and water) for sulfur and two techniques for making vegetable leather. We applied a DCA with factorial arrangement (A×B) 4 × 2. Likewise, we carried out the ANOVA according to the GLM procedures of the SPSS statistical package for the variables stickiness and texture of vegetable leather, and thus determine significance between the treatments studied. Among the results, it stands out that the texture variable was significantly affected by the effect of the diluting factors and type of drying ($p < 0.05$). In addition, the stickiness variable was affected by the type of drying factor ($p < 0.05$), with no significant differences ($p > 0.05$) being found in the stickiness variable under the effect of the diluent factor. It is concluded that the best solvent for sulfur is Vaseline (apolar in nature) with a solubility percentage of 18.8%.

Keywords: faded; odor; stickiness; sun dried; solubility; texture

1. Introducción

En el Perú se inició en 1880 (Ortiz, 1980), motivado por la creciente demanda de Europa y Norteamérica, la fabricación de diversos artículos de jebe (Fung, 2005); y en Madre de Dios, fue a partir del descubrimiento del Istmo de Fitzcarrald en 1893 (Ortiz, 1980). Después del descubrimiento de este portento natural, se intensificó el tráfico de inmigrantes peruanos y extranjeros, iniciándose la intensa actividad comercial del jebe, convirtiéndose en un producto codiciado (Alexiades y Shanley (2004). Consecuentemente, esta actividad trajo consigo la transformación del perfil económico, social y político de la región (Ríos, 2007).

Los antiguos pobladores de la Amazonía Peruana aprovecharon las propiedades del árbol de shiringa (elasticidad, flexibilidad, entre otros) para la fabricación de diversos artículos, entre estas bolas de jebe, bolsas o costales defumados, entre otros productos. Las bolsas defumadas se utilizaban para la recolección del látex, la que paso a ser un material importante para el transporte del látex dentro de las colocaciones shiringueras. Con el tiempo este principio de las bolsas enjebadas y/o defumadas, se fueron perfeccionando, dando lugar al cuero vegetal, la que es empleada para la confección de numerosos productos como ponchos impermeables, bolsos, mochilas, etc.

Para la elaboración de cuero vegetal, la materia prima indispensable es el látex de shiringa (*Hevea brasiliensis*), para luego adicionar agentes conservantes (amoníaco, hidróxidos o sulfito de sodio) que cumple una acción germicida (Peter, 2005). Al látex fresco se adiciona insumos químicos para la elaboración propiamente del cuero vegetal, la mezcla de estos insumos se aplica sobre una tela de algodón, realizando de inmediato el proceso de defumado (exposición de la tela adherida con látex e insumos sobre un horno con una salida reducida que produce abundante humo) (LATEQ. UnB, 2006)

La provincia de Tahuamanu, en especial el distrito de Iberia, es considerado como la zona shiringuera desde antaño (Rengifo et al., 2001) por producir jebe de calidad, producto de rodales naturales de *Hevea brasiliensis*; y en sus mejores épocas produjo el 75% de la producción de jebe del país. Hoy en día la actividad está casi abandonada, ya que el costo actual de jebe natural no cubre los costos de producción.

La escasa aplicación de técnicas y manejo de disolventes para el azufre en la elaboración del cuero vegetal a base de látex de shiringa en la región de Madre de Dios, es uno de los factores. Asimismo, el inadecuado manejo de insumos químicos y tecnologías para la elaboración de cuero vegetal, imposibilita la oferta de productos de buen acabado y competitivo, limitándose únicamente a ferias y mercado local. Además, la baja rentabilidad de la extracción del látex de shiringa nativa de rodales naturales de la provincia de Tahuamanu, precisa trabajar en productos con valor agregado con la finalidad de incrementar la rentabilidad de los productores shiringueros.

En este sentido, el objetivo del presente estudio fue evaluar las dosis de disolventes (aceite de castaña, vaselina, sulfuro de carbono y agua) para el azufre y dos técnicas de elaboración de cuero vegetal en base al látex de shiringa (*Hevea brasiliensis*). Este trabajo pretende obtener productos aceptables por el mercado, el cual contribuirá con el desarrollo del producto competitivo dando valor agregado al látex fresco de shiringa con la finalidad de incrementar la rentabilidad de los productores shiringueros y promover la conservación productiva de los bosques de la provincia de Tahuamanu.

2. Materiales y métodos

Lugar de ejecución

La investigación se realizó en la Estación Experimental María Cristina, localizada a 1,5 km de la ciudad de Iberia. Clima ligeramente húmedo y cálido, correspondiente a la zona de vida Bosque Húmedo Subtropical. La precipitación anual varía entre 1470 a 2225 mm (1647 mm en promedio

anual), la temperatura media anual varía entre 24,3 a 25,1 °C (24,6 °C en promedio) (Pérez-Chaves et al., 2022) y la humedad relativa es de 68,3% (Flores, 1983). Asimismo, registra una sequía temporal entre los meses de abril a agosto.

Métodos

Para la elaboración del cuero vegetal en base al látex de shiringa (*Hevea brasiliensis*) se aplicaron dos métodos: 1) Defumado de tela revestida de látex y 2) Revestimiento de tela secado bajo el sol. La Figura 1 muestra el flujo de cada método aplicado.

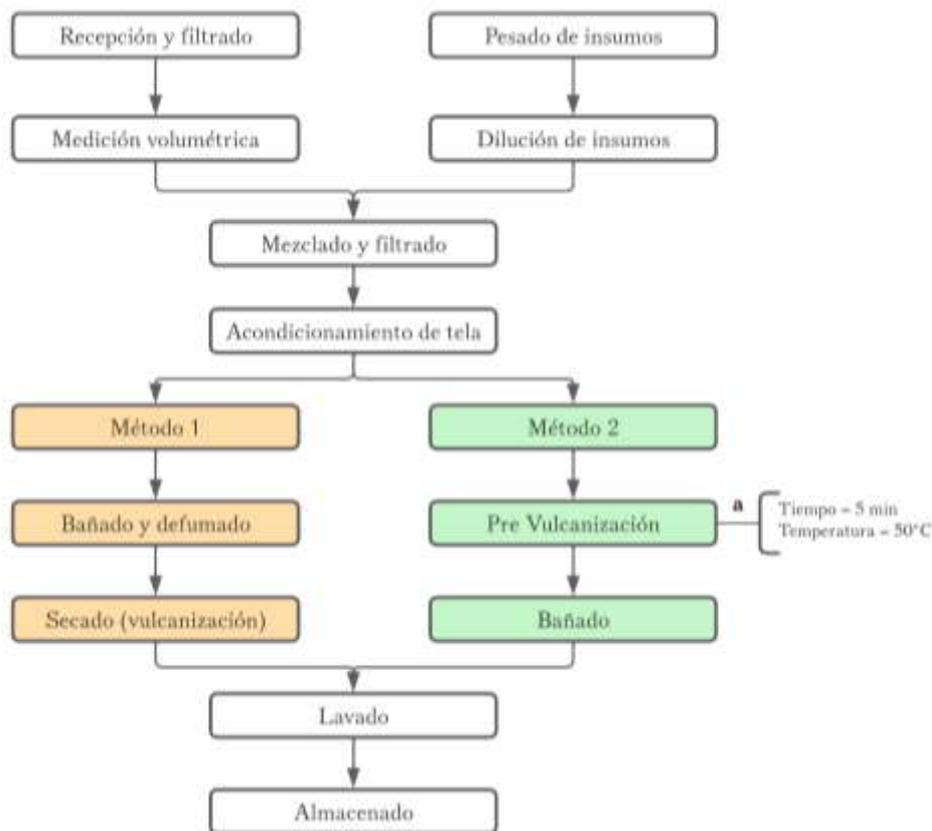


Figura 1. Diagrama de flujo para la elaboración del cuero vegetal en base al látex de shiringa (*Hevea brasiliensis*).

La cantidad de insumos y diluyente empleados se describen en la Tabla 1.

Tabla 1. Insumos y diluyente utilizados

Insumo	Método 1			Método 2		
	Cant. g.	Diluyente	Cant. ml.	Cant. g.	Diluyente	Cant. ml.
Sulfuro de sodio	30	Agua	100	30	Agua	100
Azufre	10,5	Agua	20	10,5	Agua	20
Óxido de zinc	5	Agua	15	10	Agua	20
Bicarbonato de sodio	10	Agua	16	10	Agua	16
Hidróxido de potasio	6,22	Agua	8	6,22	Agua	8

Variable de respuesta

Se realizó la dilución del azufre (soluto) utilizando aceite de castaña, vaselina, sulfuro de carbono y agua (solventes). Para determinar la dilución del azufre, se realizó por diferencia de masas de soluto (determinado por la densidad la solución y solvente). Se añadió azufre en cada uno de los disolventes (aceite, vaselina, agua y sulfuro de carbono), el volumen de los solventes fue de 10

ml, una vez dispersas las partículas de azufre se obtuvo un determinado volumen y peso de cada mezcla.

Se determinaron las densidades de cada disolvente (Ecuación 1). Posteriormente, se realizaron los cálculos para determinar la masa de soluto disuelto en el volumen conocido de solvente cuyos valores se observan en la Tabla 2.

Tabla 2. Densidad de solución (mezcla) y solvente

Disolvente Solvente	Azufre/Aceite	Aceite	Azufre/Vaselina	Vaselina	Azufre/Agua	Agua	Azufre/Sulfuro carbono	Sulfuro carbono
Masa	10,3329	9,098	10,328	8,3837	11,8912	9,9183	12,5255	12,6
Volumen	10,1917	10	10,2033	10	10,1883	10	9,1166	10
Densidad m/v	1,0139	0,9098	1,0122	0,8384	1,1671	0,9918	1,3739	1,26
Diferencia	0,104054411		0,1738		0,17527		0,1139	

Densidad

$$\delta = m/v \quad [\text{Ecuación 1}]$$

Donde:

δ = Densidad

m = masa

v = volumen

Al finalizar la elaboración de cuero vegetal, se determinó la textura con la aplicación de fuerzas de rozamiento cinético (Ecuación 2), para ello se utilizó un bloque de masa (m) que se deslizó por la superficie del cuero vegetal con una velocidad constante y una fuerza normal que tiene a mantener unidades de ambas superficies y una fuerza de fricción F_c , entre el bloque y la superficie (Merwe, 1991).

Fuerza de rozamiento cinético

$$F_c = \mu_c N \quad [\text{Ecuación 2}]$$

Donde:

F_c = Fuerza de rozamiento cinético

μ_c = Coeficiente de rozamiento cinético

N = Fuerza normal entre las dos superficies

Se determinó el coeficiente de fricción cinética con regresión lineal (Ecuación 3), para lo cual se tomó los datos obtenidos de las fuerzas de rozamiento aplicadas a la superficie del cuero vegetal. La regresión permitió determinar la existencia de relación entre las variables en estudio (Ibáñez, 2000).

Coeficiente de regresión

$$\delta = \frac{\sum XY - \frac{(\sum X)(\sum Y)}{n}}{\sum X^2 - \frac{(\sum X)^2}{n}} \quad [\text{Ecuación 3}]$$

Para determinar la pegajosidad, se aplicó la fuerza de rozamiento estático (Ecuación 4), para luego hallar el coeficiente de fricción estático (Ecuación 5). Se utilizó un bloque de masa (m), en el que se aplicó una fuerza que aumentase gradualmente mientras el cuerpo se mantuviera en reposo (Merwe, 1991).

Fuerza de rozamiento estático

$$F_s = \mu_s N$$

Donde:

F_s = Fuerza de rozamiento estático

μ_s = Coeficiente de rozamiento estático

N = Fuerza normal entre las dos superficies

Coeficiente de rozamiento estático

$$\mu_c = \frac{F_s}{N} = \frac{\text{Fuerza de rozamiento estático}}{\text{Fuerza normal entre las superficies}}$$

Con respecto a la determinación de aceptabilidad del olor del cuero vegetal, se realizaron encuestas a panelistas (30 individuos) de una zona urbana y rural. El instrumento fue validado por cuatro investigadores del Instituto de Investigaciones de la Amazonia peruana (IIAP).

Diseño experimental y análisis estadístico

Se aplicó un Diseño Completamente al Azar (DCA), con arreglo factorial ($A \times B$) 4×2 , siendo los factores cuatro niveles de diluyentes (agua, aceite de castaña, vaselina y sulfuro de carbono) y dos tipos de secado del cuero vegetal (al sol y defumado). En el segundo factor, se consideró seis repeticiones, totalizando 12 repeticiones por tratamiento que corresponde al efecto de los diluyentes (Tabla 3).

Tabla 3. Distribución de tratamientos en función a los factores $A \times B$

Tratamientos	Descripción
T-1	$A1 \times B1$ = Aceite \times Secado al sol
T-2	$A1 \times B2$ = Aceite \times Defumado
T-3	$A2 \times B1$ = Vaselina \times Secado al sol
T-4	$A2 \times B2$ = Vaselina \times Defumado
T-5	$A3 \times B1$ = Sulfuro de carbono \times Secado al sol
T-6	$A3 \times B2$ = Sulfuro de carbono \times Defumado
T-7	$A4 \times B1$ = Agua \times Secado al sol
T-8	$A4 \times B2$ = Agua \times Defumado

El análisis estadístico se efectuó mediante el Análisis de Varianza (ANOVA) conforme a los procedimientos GLM del paquete estadístico SPSS para las variables pegajosidad y textura del cuero vegetal, y así determinar significancia entre los tratamientos en estudio. En función a la significancia del ANOVA, se efectuó una prueba de Tukey para determinar el tratamiento que mejor respuesta presenta, respecto al factor Diluyentes, así como un ajuste por comparaciones múltiples, consistente en Diferencia Mínima Significativa, para el factor Tipo de Secado.

3. Resultados y discusión

3.1. Dilución del azufre

En la determinación de diferencia de masa de soluto (azufre) en los solventes, se trabajó con volúmenes de 10 ml para cada uno de ellos (aceite, vaselina, agua, sulfuro de carbono). Posteriormente, se añadió azufre a cada solvente hasta conseguir la máxima solubilidad, y luego se realizó la medición de masa y volumen de la mezcla o solución obtenida (azufre y el solvente empleado), haciendo seis repeticiones.

A través de cálculos se determinó la masa de soluto soluble (azufre) en los solventes, lo que permitió visualizar la diferencia de masa de soluto (azufre), además el porcentaje de solubilidad del azufre. De tal forma, se observó que el solvente más adecuado fue la vaselina seguido del agua, aceite y sulfuro de carbono (ver Anexo 1).

Considerando que el látex de shiringa está compuesto aproximadamente de 60% de agua (polar) y tomando en cuenta la polaridad de los solventes, el agua es miscible para el látex y no la vaselina, aceite y sulfuro de carbono que son apolares.

3.2. Textura

La Tabla 4 muestra que la variable independiente (textura), dependió estrechamente de la técnica o método de secado y el diluyente utilizado para la elaboración de cuero vegetal ($p < 0.05$).

Tabla 4. Coeficiente de fricción cinético por cada tratamiento y método de elaboración.

Tratamientos							
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
Secado							
S	D	S	D	S	D	S	D
0,27	0,41	0,48	0,42	0,84	0,36	0,47	0,48
0,35	0,37	0,25	0,33	0,51	0,36	0,56	0,31
0,36	0,40	0,42	0,27	0,63	0,40	0,61	0,41
0,54	0,39	0,34	0,40	0,34	0,49	0,48	0,54
0,54	0,28	0,28	0,37	0,42	0,43	0,54	0,38
0,35	0,42	0,51	0,37	0,42	0,45	0,37	0,41
\bar{x}							
0,40	0,38	0,38	0,36	0,53	0,42	0,50	0,42

Nota: S=Secado al sol; D=Defumado

En la Figura 2 se detalla las variaciones de los tratamientos con su respectivo método de elaboración de cuero vegetal. Se observó que en los tratamientos 1, 2, 3 y 4, el coeficiente de fricción fue menor, con una textura completamente liza; a comparación de los tratamientos 5, 6, 7 y 8, esto dado a que los tratamientos 1, 2, 3 y 4, estuvieron compuestos por diluyentes como el aceite y la vaselina respectivamente; y en la superficie del cuero vegetal presentaron cierta aceitosidad. Puesto que la textura del producto no fue la más deseada, la calidad del producto final no fue óptima. En los tratamientos 5, 6, 7 y 8; la superficie resultó libre de estas sustancias, contando con una mejor textura.

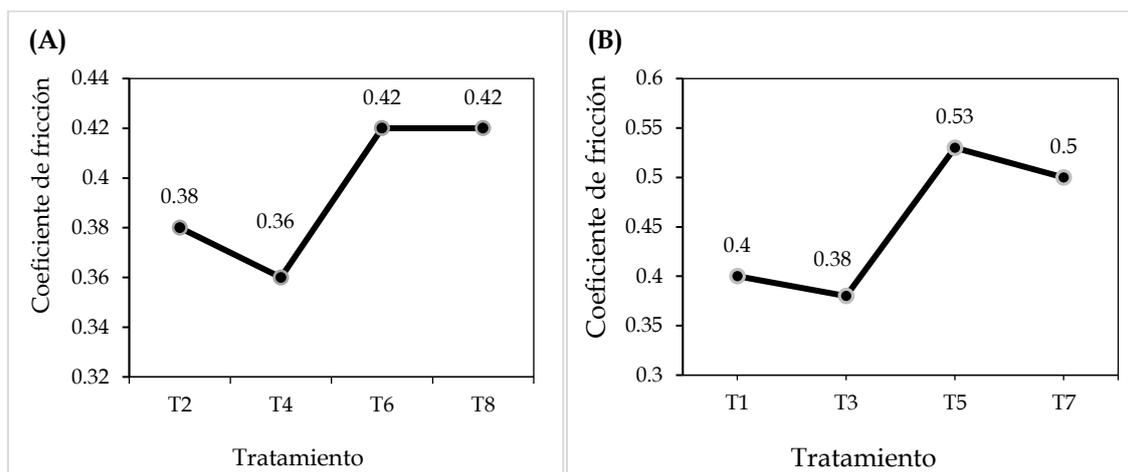


Figura 2. Variación del coeficiente de fricción por cada tratamiento en el método de secado por defumado (A) y en el método de secado bajo el sol (B).

En este trabajo se realizó una comparación con las cualidades del cuero animal, ya que guarda similitud en cuanto a su apariencia; por ello Lambe et al. (1997), indican que el coeficiente de fricción cinético del cuero animal es de 0,4. Es importante entonces que el coeficiente de fricción de la superficie sea bajo.

3.3. Pegajosidad

Los resultados de coeficiente de fricción estática, obtenidos mediante regresión lineal (Tabla 5); reflejan el grado de pegajosidad de cada método de secado por cada tratamiento. El método de secado bajo el sol presentó mayor grado de pegajosidad a comparación del método de defumado.

El método de defumado se expone al humo a una temperatura aproximada de 80°C, la cual contribuye en el proceso de vulcanizado (en esta etapa existe una reacción química que enlazan las moléculas de látex con el azufre, a mayor temperatura existe una mejor reacción), obteniendo un producto libre de pegajosidad. A comparación del método de secado bajo el sol, este se somete a temperatura ambiente la cual es insuficiente para logra un vulcanizado óptimo.

Tabla 5. Coeficiente de fricción estático por cada tratamiento y método de elaboración.

Tratamientos							
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
Secado							
S	D	S	D	S	D	S	D
0,35	0,44	0,44	0,47	0,79	0,36	0,46	0,51
0,36	0,34	0,31	0,45	0,60	0,37	0,59	0,46
0,41	0,39	0,54	0,43	0,96	0,38	0,59	0,41
0,76	0,35	0,50	0,47	0,33	0,51	0,36	0,52
0,50	0,40	0,52	0,39	0,48	0,43	0,46	0,37
0,37	0,41	0,42	0,51	0,48	0,40	0,47	0,40
\bar{x}							
0,46	0,39	0,46	0,46	0,61	0,41	0,49	0,44

Nota: S=Secado al sol; D=Defumado

Al existir una escasa información sobre el coeficiente de fricción estático del cuero vegetal, realizamos una comparación con los coeficientes de fricción. Lambe et al. (1997) afirman que el coeficiente de fricción estático del cuero animal es de 0,5 y cinético es de 0,4. Friedenthal (2004) señala que, la vulcanización es un proceso de conversión de las moléculas de látex en una estructura llamada entrecruzamiento; a través de este el látex cambia de un estado plástico a un estado elástico. Para ello es necesario agentes vulcanizantes (azufre, donadores de azufre, peróxido), a media que los enlaces o puentes de vulcanización se forman, esto aplicando presión y altas temperaturas, el vulcanizado se vuelve rígido.

3.4. Olor

Según las encuestas realizadas a los panelistas de la zona urbana, con respecto a las muestras de cuero vegetal defumado, 37% afirmaron que el que olor fue moderado, 27% olor excesivo-moderado, 10% olor excesivo- aceptable, 10% olor aceptable, 10% olor excesivo y 7% olor moderado aceptable. Con respecto a la muestra de cuero vegetal secado al sol, afirmaron un 40% que el olor fue moderado, 20% olor excesivo, 17% olor excesivo-moderado, 7% olor moderado aceptable, 13% olor aceptable y un 3% olor bajo. A los panelistas se les pregunto si toleraría usar prendas elaboradas de cuero vegetal, ellos afirmaron que estos productos son aceptables para utilizar como artículos (botas, ponchos y artículos artesanales). Cabe resaltar que para este segmento de panelistas el producto fue nuevo.

En la zona rural (encuesta realizada en la localidad de Iberia), con respecto a la muestra de cuero vegetal defumado, 30% señalaron que el olor fue moderado, 27% olor moderado aceptable, 17% olor aceptable y 13% olor excesivo. Con respecto a las muestras de cuero vegetal secados al sol se obtuvo un 30% de olor aceptable, 23% olor moderado, 20% olor moderado aceptable, 13% olor excesivo-aceptable, 10% olor excesivo-moderado y 3% olor excesivo. Los panelistas de esta zona afirmaron que utilizarían en diferentes prendas de vestir e incluso en artículos artesanales.

4. Conclusiones

Se concluye que el mejor solvente para el azufre es la vaselina (de naturaleza apolar) con un porcentaje de solubilidad de 18,8%. Sin embargo, el látex es de naturaleza polar por el contenido aproximadamente del 60% de agua, lo que ocasiona que la mezcla resultante es inmisible. El agua es el siguiente solvente con mayor solubilidad para el azufre con un porcentaje de solubilidad de 16.6%, dada su naturaleza polar de ambos son totalmente miscibles, conllevando a que el agua sea el mejor solvente para el azufre.

Financiamiento

El trabajo de investigación no recibió financiamiento.

Conflicto de intereses

Las autoras declaran que no incurren en conflicto de intereses.

Contribución de autores

C-L, L.: conceptualización, análisis formal, investigación, escritura (preparación del borrador final).

C-C, L.: metodología, investigación, curación de datos, redacción (revisión y edición).

Referencias bibliográficas

- Alexiades, M. N., & Shanley, P. (2004). Productos forestales, medios de subsistencia y conservación: estudios de caso sobre sistemas de manejo de productos forestales no maderables: introducción. En *Productos forestales, medios de subsistencia y conservación: estudios de caso sobre sistemas de manejo de productos forestales no maderables*. (pp. 1-22). Bogor, Indonesia, CIFOR. <https://hdl.handle.net/10568/18945>
- Flores, M. (1983). *La explotación del caucho en el Perú. Producción de caucho y jébe*. Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo de la Educación.
- Friedenthal, E. (2004). *Tecnología básica del caucho*. Cursos del centro de investigación y desarrollo tecnológico de la industria del caucho (CITIC - INTI).
- Fung, L. (2005). *Introducción a la ciencia y tecnología del caucho*. Pre- Jornadas VIII Latinoamericanas y VI Iberoamericanas de Tecnología del Caucho.
- Ibáñez, V. (2000). *Aplicaciones Estadísticas en Ganadería*. Universitaria. Puno, Perú.
- Lambe, T., William, R. V., & Whitman. (1997). *Mecánica de Suelos*. Instituto Tecnológico de Massachusetts.
- LATEQ. UnB. (2006). *Conservación del látex*. Laboratorio de Tecnología Química- LATQ de la Universidad de Brasil - UnB.
- Merwe, V. (1991). *Física General*. «Fuerza. Leyes de Newton del movimiento». McGraw- Hill.
- Ortiz, D. (1980). *Monografía del Purus, reseña histórica de una importante región fronteriza de la selva del Perú*. Imprenta Grafica 30.
- Pérez-Chaves, P., Ruokolainen, K., Van doninck, J., & Tuomisto, H. (2022). Impact of spatial configuration of training data on the performance of Amazonian tree species distribution models. *Forest Ecology and Management*, 504, 119838. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2021.119838>
- Peter, H. (2005). *Información general y cálculo básico en la heveicultura (3ra ed)*. Servicaucho.

Rengifo, G., Carpio, A., & Blanco, J. (2001). *Historia de Iberia*. Congresista Eduardo S.

Ríos, A. (2007). *Masacre en territorio indígena en el tiempo del caucho, explotador por los españoles: como principal explotadores Julio Cesar Arana, familia Loaiza y otros en el río putumayo con sus afluentes río igaraparaná y el río caraparaná*.

Anexo 1. Resultado de las dosis de dilución de los disolventes

Unidades	Solución	Soluto	Solvente	Solución	Soluto	Solvente	Solución	Soluto	Solvente	Solución	Soluto	Solvente
	Aceite/Azufre	Azufre	Aceite	Azufre/Vaselina	Azufre	Vaselina	Azufre/Agua	Azufre	Agua	Azufre/Sulfuro de carbono	Azufre	Sulfuro de carbono
Masa (g)	10,3329	1,2349	9,0980	10,3281	1,9444	8,3837	11,8912	1,9729	9,9183	13,5275	0,9275	12,6000
Volumen (ml)	10,1917		10,000	10,2033		10,000	10,1883		10,000	9,1167		10,000
Densidad (g/ml)	1,0139		0,9098	1,0122		0,8384	1,1671		0,9918	1,4838		1,2600
Solubilidad (%)	11,9510			18,8259			16,5913			6,8563		