Aprovechamiento agroindustrial de la resina de *Dacryodes olivifera* Cuatrec (copal) en la Amazonía del Ecuador

Rusber Vicente Correa Rosillo[1]
agi2015074@uea.edu.ec

Luis Ramón Bravo Sánchez, Ph.D.[1]
lbravo@uea.edu.ec

Universidad Estatal Amazónica, Facultad de Ciencias de la Tierra, Carrera de Ingeniería Agroindustrial (1)

Resumen

El problema solucionado a través de la presente investigación estuvo relacionado con la falta de conocimiento, científicamente fundamentado, sobre las propiedades y posibles usos de la resina de la especie *Dacryodes olivifera* Cuatrec (copal), lo cual no ha permitido que existan productos de alto valor agregado que contribuyan a la economía familiar y a su vez a la protección de la biodiversidad, al darle un uso más racional a la especie arbórea. Se planteó entonces el objetivo de contribuir al aprovechamiento agroindustrial de la resina del copal en la Amazonía del Ecuador a través de una propuesta teórica basada en el conocimiento de sus propiedades beneficiosas. A través del método de investigación bibliográfica empleado y el análisis de la literatura científica más actual, se pudo constatar que esta especie vegetal se ha utilizado desde tiempos inmemoriales en el Ecuador y otros países por sus propiedades medicinales o funcionales y que su resina con base oleosa presenta aceites esenciales y compuestos orgánicos poliméricos que pueden favorecer su aprovechamiento agroindustrial. Por lo tanto, la resina de *D. olivifera* puede ser aprovechada industrialmente a través de la obtención de aceites esenciales, mediante destilación por arrastre con vapor, que pueden tener varios usos en la elaboración de preparados medicinales o funcionales; por otra parte, el residuo polimérico oleoso que se obtendría luego de la destilación de los componentes aromáticos volátiles puede ser aprovechado en la fabricación de lacas y barnices. Ambos productos pueden tener un alto valor agregado y generarían un impacto social y ambiental importante, pues se contribuiría a la conservación de los bosques y a la repoblación forestal.

Palabras Clave: copal, aceites esenciales, lacas y barnices.

Abstract

The problem solved through the present research was related to the lack of scientifically based knowledge, about the properties and possible uses of *Dacryodes olivifera* Cuatrec (copal) species resin, which has not allowed the existence of high-value products up to now, that could contribute to the family economy and in turn to the protection of biodiversity, by giving a more rational use to the tree species. The objective was established in contributing to the agro-industrial use of copal resin in the Ecuadorian Amazon, through a theoretical proposal, based on the knowledge of its valuable properties. Through the bibliographic

research method used and the analysis of the most recent scientific literature, it was found that this plant species has been used since ancient times in Ecuador and other countries for its medicinal or functional properties and that its oil-based resin has essential oils and polymeric organic compounds that can favor its agro-industrial use. Therefore, the resin of *D. olivifera* can be used industrially through the obtaining of essential oils, by steam distillation, which can have various uses in the preparation of medicinal or functional preparations; on the other hand, the residual oily polymer that would be obtained after the distillation of the volatile aromatic components could be used in the manufacture of lacquers and varnishes; both products can have a high added value and at the same time they would generate an important social and environmental impact since they would contribute to the conservation of forests and reforestation.

***Keywords**:* copal, essential oils, lacquers and varnishes

1. INTRODUCCIÓN

La presente investigación se realizó por el interés de conocer, mediante revisión bibliográfica, las alternativas de aprovechamiento de *Dacryodes olivifera* Cuatrec (copal) (Getahun et al., 2014) e identificar posibles tipos de usos agroindustriales, con la finalidad de aprovechar la materia prima disponible y proteger la flora y fauna, sin alterar de manera significativa la población de esta especie en la Amazonía ecuatoriana, a la vez que se brinda una alternativa económica a las personas que se dedican a la sobreexplotación para uso de la especie en el campo maderero.

La planta *D. olivifera* (copal) segrega una resina que es utilizada por el árbol como un mecanismo de defensa contra insectos (Getahun et al., 2014), a la cual se le han dado diversos usos medicinales los cuales no han sido estudiados a fondo (Orta Amaro, 2007) (Cerón et al., 2007). La resina vegetal del copal ha sido utilizada en el pasado con fines ceremoniales y también se le han atribuido usos medicinales (Montúfar López, 2016), sin embargo, en la actualidad son pocas las personas que se dedican a esta actividad de extracción de estas resinas, a pesar de que los precios en los mercados son elevados en comparación con los precios de la madera (Vidal, 2002).

Por otra parte, el proceso de extracción de la materia prima (la llamada piedra de copal) es muy simple y mínimamente invasivo con la planta y la realizan personas nativas de la zonas montañosas de las selvas, como una alternativa de ingresos, causando el mínimo daño e impacto ambiental (García Flores et al., 2021), lo cual, a la vez que genera una rentabilidad muy buena para el productor y el aprovechamiento de este producto, ayudaría a la conservación ambiental pues evitaría la tala del árbol con fines madereros, al reemplazar su uso como madera por el aprovechamiento como fuente de resina; incluso se pudiera fomentar la repoblación forestal de esta especie, si se da a conocer la importancia de este tipo de aprovechamiento. Además, dicho árbol alberga diferentes especies tanto de animales como

plantas que estarían compartiendo su habitada y se favorecen entre sí tanto de su fruto como de su sombra (Román et al., 2012).

En Ecuador, en los últimos 20 años, ha disminuido considerablemente la población de esta especie arbórea por la sobreexplotación maderera que se ha llevado a cabo provocando la desaparición de gran cantidad de especímenes en los bosques (García-Quintana et al., 2020); esto trajo consigo que se tomaran medidas y se ha considerado a dicha especie como protegida (Muñoz Marcillo, 2016).

Teniendo en cuenta los antecedentes planteados, el problema a solucionar en la investigación sería: la falta de conocimiento científicamente fundamentado sobre las propiedades y posibles usos de la resina de copal, que no permite que existan productos de alto valor agregado que contribuyan a la economía familiar y a su vez a la protección de la biodiversidad, al darle un uso más racional a la especie arbórea. A partir de este problema se puede formular el siguiente objetivo general de la investigación: Contribuir al aprovechamiento agroindustrial de la resina de *Dacryodes olivifera* Cuatrec (copal) en la Amazonía del Ecuador a través de una propuesta teórica basada en el conocimiento de sus propiedades beneficiosas.

2. MATERIALES Y MÉTODOS/METODOLOGÍA

Para resolver el problema planteado, que tributa a la línea de investigación universitaria de desarrollo de productos agroindustriales, se dividió el trabajo en dos partes, la primera de ellas encaminada a investigar, a través de la revisión bibliográfica, las propiedades medicinales o funcionales de la resina de copal que pueden favorecer su aprovechamiento agroindustrial. La segunda sección del trabajo estuvo dirigida a proponer teóricamente una vía de aprovechamiento agroindustrial de la resina de copal, teniendo en cuenta que se obtengan productos de alto valor agregado que a su vez generen un impacto social y que la tecnología sea ambientalmente amigable.

Los artículos científicos fueron descargados de bases de datos de prestigio internacional como Medline, PubMed, Science Direct, con el auxilio de motores de búsqueda como Google Scholar y fueron clasificados y analizados según las partes antes mencionadas; para las citaciones bibliográficas en el texto se utilizó la biblioteca Mendeley.

2.1. Propiedades medicinales o funcionales de la resina de copal que pueden favorecer su aprovechamiento agroindustrial

Se encontraron numerosos artículos, tanto del ámbito ecuatoriano como extranjero, con información morfológica y fitoquímica de la especie *D. olivifera*, así como descripciones de diversos usos dados a la resina del copal y que resumen el conocimiento empírico sobre sus propiedades medicinales y funcionales. En la sección de resultados y discusión se describirán y analizarán en detalle dichas publicaciones, dejando claro la importancia de estos antecedentes para el desarrollo de la agroindustria en la Amazonía y el país.

2.2. Vías de aprovechamiento agroindustrial de los derivados del copal

Sobre la base de la investigación bibliográfica, se exploraron los usos, basados en propiedades importantes, que permitirían la industrialización de los derivados de la especie; específicamente, se dedica un epígrafe de la discusión de resultados a la obtención y aprovechamiento de aceites esenciales, tanto de la resina, como de otras artes de la planta, para luego discutir el uso tan vez más interesante o prometedor, que pudiera conllevar a lograr un mayor valor agregado, que es la fabricación de lacas y polímeros a partir de la resina.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Características morfológicas, usos tradicionales y fitoquímica de *Dacryodes olivifera* Cuatrec (copal)

3.1.1 Características botánicas de la especie *D. olivifera* y usos ancestrales

Los bosques tropicales o zonas húmedas son hogar de al menos 36 especies de *D. olivifera* de la familia burserácea, la cual incluye al menos 15 especies que no están descritas; su nombre común es anime, copal, copal rosado. En Ecuador se lo encuentra en las zonas de los andes puede llegar a tener entre 35 m a 1.2 m de altura por diámetro, posee una corteza grisácea que se desprende en láminas, su madera es blanda y liviana de olor suave, posee una resina que el árbol utiliza como método de defensa, la cual es una oleorresina. En la tabla 1 se aprecia la descripción taxonómica de la planta.

TABLA 1 *Dacryodes olivifera* Cuatrec (copal)

Características	Descripción
Reino	Plantae
Filo	Tracheophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Sapindales
Familia	Burseraceae
Genero	Dacryodes Vahl
especie	***Dacryodes olivífera* Cuatrec**

Fuente: Adaptado de (Hassler, 2021)

La resina del copal era utilizada como un tipo de incienso por los antiguos mesoamericanos; este copal desde la antigüedad se lo ha utilizado no solo por sus características aromáticas sino también por sus propiedades curativas ya sea quemado o untado sobre la piel, también conocido como mirra se la utilizaba para quitar el dolor de cabeza y curar también la llamada estrangulación del útero y en términos poco convencionales curaban las enfermedades producidas por el resfrío y la humedad, también era utilizada como tipo de pomada para ayudar en el tratamiento de fracturas (ORTA

AMARO, 2007).

3.1.2 Composición metabólica (fitoquímica) de la resina de *D. olivifera*.

Las resinas naturales son mezclas de varios tipos de metabolitos, de gran viscosidad al momento de su secreción por los árboles, constituidas por esencias destilables, ácidos resinosos no destilables y otros compuestos orgánicos; son más abundantes en las coníferas, y en árboles de la familia *Burceraceae* (copales). Se caracterizan por una elevada estabilidad química, debido a que no son atacadas fácilmente por ácidos y bases; en general poseen estructura amorfa y se vuelven pegajosas cuando se calientan a temperaturas relativamente altas (Rojas Rodríguez, 2019).

Las resinas de las diferentes especies de copal son mezclas orgánicas de componentes complejos los cuales son insolubles en agua; son químicamente diferentes y se asemejan entre sí por la composición de tipos de compuestos orgánicos (ORTA AMARO, 2007). Básicamente se compone de terpenos, alcoholes y éteres, de fórmula global aproximada: $C_{10}H_{16}O$. Naturalmente, la resina, una vez segregada por el árbol, como mecanismo de defensa por la acción de insectos o cualquier lesión mecánica, se endurece por la pérdida gradual de sus componentes volátiles, tales como alcoholes, compuestos aromáticos, y aceites esenciales, sufriendo un proceso de polimerización (Alvarado et al., 2013).

Se ha descrito que estos compuestos pueden proporcionar alivio a diferentes enfermedades de tipo respiratorio y también de origen antinflamatorio, aunque esta resina se dice que posee una alta toxicidad al ingerirla. En la tabla 2 se observan varios componentes químicos del copal y su toxicidad.

TABLA 2 Acción terapéutica y toxicidad de los componentes orgánicos de la resina de *D. olivifera*

COMPONENTES	ACCIÓN TERAPÉUTICA	TOXICIDAD / IRRITACIÓN CUTÁNEA
Alcoholes	antisépticos, antivirales, bactericidas	Baja
Aldehídos	antifúngicos, antinflamatorios, sedantes, desinfectantes	Moderada
Ésteres	antifúngicos, antimicrobianos, sedantes, antiespasmódicos	Baja
Cetonas	anticatarrales o	Alta

	expectorante	
Lactonas	expectorantes y antinflamatorias	Moderada alta
Óxidos	expectorantes	Moderada
Fenoles	antisépticos, bactericidas, desinfectantes, estimulantes	Moderada Alta
Terpenos	antiinflamatorios, antisépticos, antivirales, antibacteriales	Generalmente Alta

Fuente: Adaptado de (ORTA AMARO, 2007)

En la resina de copal se han identificado sesquiterpenoides y monoterpenoides mediante técnicas analíticas como: cromatografía en capa delgada, espectroscopía infrarroja, las cuales permiten identificar grupos funcionales, difracción de rayos x, a través del grado de ordenamiento de estructura molecular y microscopía electrónica de barrido (ORTA AMARO, 2007). En otra literatura consultada se encontró que es posible obtener resinas y aceites esenciales de varias especies de copal, mediante la hidrodestilación asistida por microondas (Cruz-Cruz et al., 2017).

3.2 Vías de aprovechamiento agroindustrial de la resina de *D. olivifera*

3.2.1 Obtención y aprovechamiento de aceites esenciales a partir de la resina de *D. olivífera*.

Los aceites esenciales son descritos como fracciones líquidas de compuestos volátiles que transmiten los aromas característicos de las plantas, dichos compuestos se pueden encontrar en hojas, corteza, frutos y exudados resinosos de las mismas (Aziz et al., 2018) y son generalmente destilables por varios métodos, siempre y cuando se ajusten a la naturaleza de las esencias de los cuerpos aromáticos de donde proceden. Dependiendo de su naturaleza, los aceites esenciales pueden ser parcialmente o escasamente solubles en agua, por lo que se pueden utilizar alternativamente: la hidrodestilación (Ruiz Benitez, 2020), la extracción por arrastre con vapor saturado (Pérez Vázquez, 2018), o también se pueden extraer con disolventes orgánicos volátiles (De León, 2008), o mediante fluidos supercríticos (Fornari et al., 2012) (Baldino et al., 2020).

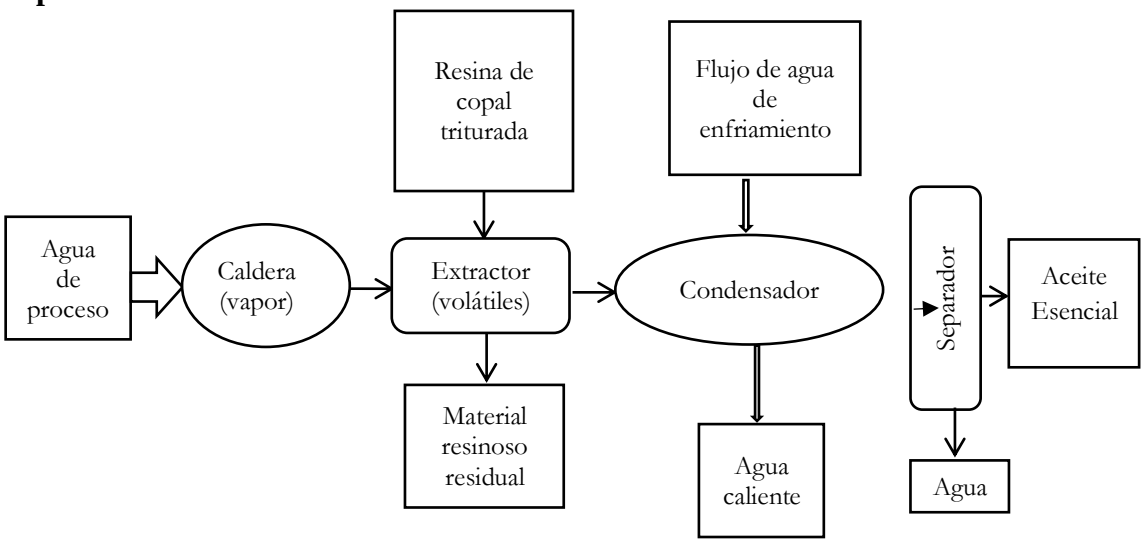
Para la extracción por hidrodestilación, se sumerge en agua la muestra vegetal fresca y cortada en trozos pequeños y se eleva la temperatura hasta la ebullición, calentando a fuego directo, y el vapor generado llega a un serpentín de condensación cerrado, en el cual la

esencia que fue arrastrada es condensada y recolectada a partir de la separación de la fracción acuosa de la oleosa. Este tipo de destilación es recomendada para hojas y frutos, por el rendimiento obtenido en dependencia de la parte utilizada de la planta (Ruiz Benitez, 2020). Este método es utilizado a nivel industrial para la elaboración de perfumes y esencias para fines terapéuticos.

Para la extracción con disolventes volátiles, el material vegetal seco y molido, se pone en contacto con disolventes orgánicos como etanol, cloroformo o éter de petróleo, entre otros. La función de estos disolventes no solo es solubilizar esencias sino también grasas y ceras; se obtiene una mezcla con un alto grado de partículas suspendidas, que debe ser decantada o filtrada para separar el extracto de las impurezas insolubles, posteriormente se elimina el disolvente por medio de una evaporación al vacío y se obtiene el aceite esencial y se recupera el disolvente para su posterior reutilización en una nueva destilación (De León, 2008).

La extracción por arrastre de vapor es un método simple que consiste en pasar el vapor por el material vegetal que se apila en columnas o canastas, con el fin de arrastrar los compuestos aromáticos y aceites esenciales; este proceso es utilizado principalmente en la extracción de aceites esenciales porque el aceite con la acción térmica del vapor abandona fácilmente el material vegetal, una vez destilado se separa el del agua a una temperatura muy inferior a la de ebullición y se aplica fundamentalmente para hojas y frutos (Pérez Vázquez, 2018). Este método es el que se propone para la separación de la fracción volátil de la resina y la fabricación de un producto bioactivo medicinal, paliativo o cosmético. En la figura 1 se ofrece un diagrama de flujo de elaboración propia, del posible proceso a establecer, sobre la base de algunos esquemas encontrados en la investigación bibliográfica (Salcedo Bandwolf, 2012).

FIGURA 1. Proceso para la obtención de aceites esenciales a partir de la resina de copal.



3.2.2 Obtención de lacas y polímeros a partir de la resina de *D. olivifera* como vía de

aprovechamiento agroindustrial.

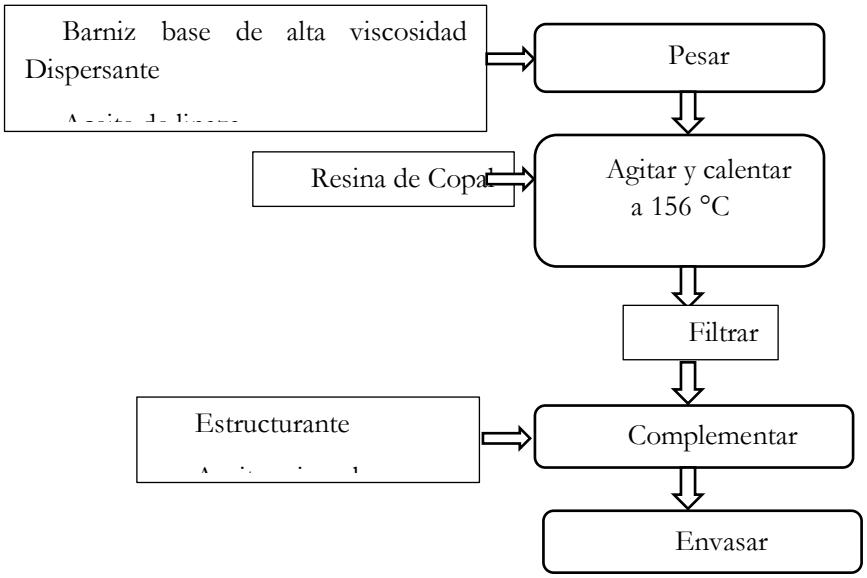
En la antigüedad se recurría a los copales y los ámbares, que se mezclaban con aceites de linaza, y proporcionaban barnices más brillantes que, al ser básicamente blancos se aplicaban en fondos claros, en cambio, los de tonalidades más oscuras se empleaban en barnices de origen graso al oro o barnices para fondo oscuro. Los barnices de base oleosa que poseían una parte de copal, tenían un papel destacado en la comunidad europea en el siglo XVIII y se empleaban en superficies de mobiliario con excelentes resultados en cuanto a acabados de muebles de alta calidad (Herrero et al., 2004).

Las resinas naturales, como la proveniente de *D. olivifera*, son polímeros bioactivos, los cuales, por su escasa solubilidad en agua, impiden su adsorción y pueden llegar a limitar el crecimiento de microorganismos, por lo tanto, si su aprovechamiento en el campo industrial se demostrara y fuera económicamente viable, sería de gran utilidad para conservar diferentes tipos de madera, y de esa forma se resolverían problemas relacionados con su durabilidad y además, sería un proceso ambientalmente sustentable, debido a que el aprovechamiento de la materia prima se puede lograr sin la necesidad de talar los árboles para obtenerla, evitando así la explotación indiscriminada de esta especie maderable (Antonio Quiroz Carranza & Alberto Magaña Alejandro, 2015).

Los residuos obtenidos después de la destilación de los aceites esenciales a partir de la resina, una vez despojados de los compuestos aromáticos volátiles, se pueden aprovechar dando el tratamiento adecuado para incorporarlo a lacas o mezclándolos con otros tipos de materiales para ser utilizados en la protección de instrumentos de madera que llevan un cuidado especial (Vincent, 2008).

Se propone entonces el aprovechamiento y uso de la resina, a través de la fabricación de una laca a partir de los polímeros resinosos que quedan como desecho de la extracción de aceites esenciales. Dicha laca es una mezcla de compuestos que se utiliza en la decoración y impermeabilización de objetos de madera con base de una variedad de sustancias combinadas para elaborar barnices (Bosch et al., 2008), (Pinillos Herrero et al., 2009). En la figura 2 se ofrece un diagrama de flujo, basado en lo hallado en la literatura (Gallego et al., 2009), que describe el proceso a proponer.

FIGURA 2. Proceso para la obtención de barnices a partir de la resina de copal.



4. CONCLUSIONES

A través de la revisión bibliográfica se pudo constatar que la especie *Dacryodes olivifera* Cuatrec (copal), ha sido utilizada desde tiempos ancestrales en el Ecuador y en otras partes del mundo por sus propiedades beneficiosas y que su resina con base oleosa presenta aceites esenciales y compuestos orgánicos poliméricos que pueden favorecer su aprovechamiento agroindustrial.

La resina de *Dacryodes olivifera* Cuatrec (copal) puede ser aprovechada industrialmente a través, de la obtención de aceites esenciales, mediante destilación por arrastre con vapor, los cuales pueden tener diversos usos en la elaboración de preparados medicinales o funcionales.

El residuo polimérico oleoso que se obtendría luego de la extracción de los aceites esenciales puede ser aprovechado en la fabricación de lacas y barnices

Los productos propuestos pueden tener un alto valor agregado y a la vez generarían un impacto social y ambiental importante pues se contribuiría a la conservación de los bosques y a la repoblación forestal.

REFERENCIAS

Alvarado, G. E., Brenes, J., & Brenes, J. (2013). La presencia de ámbar y sub-ámbar (copal) en costa rica: el caso de San Cristóbal de Savegre. *Revista Geológica de América Central*, *49*, 63–72.

Antonio Quiroz Carranza, J., & Alberto Magaña Alejandro, M. (2015). Natural resins of Mexican plant species: current and potential end-uses. *Madera y Bosques*, *21*(3), 171–183.

Aziz, Z. A. A., Ahmad, A., Setapar, S. H. M., Karakucuk, A., Azim, M. M., Lokhat, D., Rafatullah, M., Ganash, M., Kamal, M. A., & Ashraf, G. M. (2018). Essential Oils:

Extraction Techniques, Pharmaceutical And Therapeutic Potential - A Review. *Current Drug Metabolism*, *19*(13), 1100–1110. https://doi.org/10.2174/1389200219666180723144850

Baldino, L., Scognamiglio, M., & Reverchon, E. (2020). Supercritical fluid technologies applied to the extraction of compounds of industrial interest from Cannabis sativa L. and to their pharmaceutical formulations: A review. *The Journal of Supercritical Fluids*, *165*(1 Novembrer), 104960. https://doi.org/10.1016/J.SUPFLU.2020.104960

Bosch, - D Francisco, Mª, R.-D., Galcerán, T., Luis, H.-D., Polo, M., Roberto, D.-D., Pilar, S.-D., & Picazo, R. (2008). Estudio analítico de materiales empleados en barnices, aglutinantes y consolidantes en obras de arte mediante métodos cromatográficos y espectrométricos. [Universitat de València]. In *TDX (Tesis Doctorals en Xarxa)*. http://www.tdx.cat/handle/10803/10257

Cerón, C. E., Herbario, C. R., & Paredes, A. (2007). Parches De Bosque Y Etnobotánica Shuar En Palora, Morona Santiago-Ecuador. *Cinchonia*, *8*(1), 66–83. https://revistadigital.uce.edu.ec/index.php/CINCHONIA/article/view/2344

Cruz-Cruz, M., Montserrat Antonio-Gómez, V., Rodríguez-Ortiz, G., Guadalupe Vásquez-Barranco, I., Lagunes-Rivera, L., & Hernández-Santiago, E. (2017). Resina Y Aceites Esenciales De Tres Especies De Copal Del Sur De Oaxaca, México 1 Resin And Essential Oils Of Three Bursera Species From Southern Oaxaca, Mexico. *Revista Mexicana de Agroecosistemas*, *4*(1), 12–23.

De León, M. (2008). Comparación Del Rendimiento Del Aceite Esencial De Dos Especies De Eucalipto *(Eucalyptus citriodora Hook y Eucalyptus camaldulensis Dehnh),* Aplicando El Método De Hidrodestilación A Nivel Laboratorio. Universidad de San Carlos de Guatemala.

Fornari, T., Vicente, G., Vázquez, E., García-Risco, M. R., & Reglero, G. (2012). Isolation of essential oil from different plants and herbs by supercritical fluid extraction. *Journal of Chromatography A*, *1250*(10 August), 34–48. https://doi.org/10.1016/J.CHROMA.2012.04.051

Fuentes, A. F. (2009). Identidad Taxonómica Y Aspectos Sobre La Historia Natural Y Usos Del; Copal De Los Yungas; En Bolivia Taxonomic Identity And Aspects Of The Natural History And Uses Of The Copal De Los Yungas; In Bolivia. *Kempffiana*, *5*(2), 3–19.

Gallego, S. Á., Gustavo, I., & Aristizábal, M. (2009). Optimización Del Proceso De Producción De Barnices Para La Fabricación De Tintas Base Aceite *Presentado por*. EAFIT-Medellín-Colombia.

García-Quintana, Y., Arteaga-Crespo, Y., Torres-Navarrete, B., Robles-Morillo, M., Bravo-Medina, C., & Sarmiento-Rosero, A. (2020). Ecological quality of a forest in a state of succession based on structural parameters: A case study in an evergreen Amazonian-Andean forest, Ecuador. *Heliyon*, *6*(7), e04592. https://doi.org/10.1016/J.HELIYON.2020.E04592

García Flores, A., Valle Marquina, R., & Monroy Martínez, R. (2021). El patrimonio biocultural de la selva baja caducifolia, Sierra de Huautla, Morelos: The biocultural heritage of the deciduous lowland forest, Sierra de Huautla, Morelos. *Inventio*, *17*(41), 2448–9026. https://doi.org/10.30973/inventio/2021.17.41/3

Getahun, A., Hernández, V., Gering, E., & Velasco, C. (2014). Resina de copal en la Amazonía ecuatoriana: oportunidades económicas para las comunidades de la Reserva

de Biosfera Sumaco, Ecuador Ecuador Antisuyupi kupal wiramanta: Reserva de Biosfera Sumaco, Ecuador ayllu llaktakunapak kullkiyarinami kan. *Huellas Del Sumaco*, *12*(Diciembre).

Hassler, M. (2021). Synonymic Checklists of the Vascular Plants of the World. In *World Plants*. https://doi.org/10.15468/VUEQRX

Herrero, F., Nieco, A., & Camacho, M. (2004). *La resina: Herramienta de conservación de nuestros pinares* (año 2009. Cesefor (ed.)).

Montúfar López, A. (2016). Copal de Bursera Bipinnata. Una resina mesoamericana de uso ritual Copal of Bursera Bipinnata. A Ritual Mesoamerican Resin. *Trace*, *70*(julio), 45–77.

Muñoz Marcillo, J. (2016). Estudio de la biodiversidad vegetal y topográfica: Caso de estudio, finca Murocomba, Valencia, Ecuador. *Revista Interamericana de Ambiente y Turismo - RIAT*, *12*(2), 150–160. https://doi.org/10.4067/riat.v12i2.353

Orta Amaro, M. N. (2007). Copal: Microestructura, Composicion Y Algunas Propiedades Relevantes. Instituto Politecnico Nacional Escuela Superior De Ingenieria Quimica E Industrias Extractivas.

Pérez Vázquez, J. (2018). *Obtención de aceite esencial de salvia officinalis mediante dos procesos de extracción* [Benemérita Universidad Autónoma de Puebla]. https://doi.org/10.16/CSS/JQUERY.DATATABLES.MIN.CSS

Pinillos Herrero, F. M., Picardo Nieto, Á., Allué-Andrade Camacho, M., Soria Ballesteros, E., & Sanz Crespo, A. (2009). *La resina: Herramienta de conservación de nuestros pinares* (Cesefor (ed.); 2nd ed.). Gráficas Ochoa Soria, S.L.

Rojas Rodríguez, G. (2019). *Evaluación de dos estimulantes de baja toxicidad, en la resinación de Pinus pringlei Shaw*. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

Román, F., Rivieth, D. L., Sautu, A., Deago, J., & Hall, J. (2012). *Guía para la propagación de 120 especies de árboles nativos de Panamá y el Neotrópico*. Yale School of Forestry & Environmental Studies.

Ruiz Benitez, M. L. (2020). *Métodos físicos de separación obtención de extractos e hidrodestilación* [Ediciones Universidad Simón Bolívar]. https://bonga.unisimon.edu.co/handle/20.500.12442/7991

Salcedo Bandwolf, A. (2012). Introduccion A La Industria De Los Aceites Esenciales Extraidos De Las Plantas Medicinales Y Aromaticas. In *SENA-Bogotá*. SENA-Bogotá. https://repositorio.sena.edu.co/sitios/introduccion_industria_aceites_esenciales_plantas_medicinales_aromaticas/#

Vidal, C. E. (2002). Informe De Mercadeo Incienso Y Copal.

Vincent, J. (2008). Estudio analítico de materiales empleados en barnices, aglutinantes y consolidantes en obras de arte mediante métodos cromatográficos y espectrométricos. In *TDX (Tesis Doctorals en Xarxa)*. Universitat de València.

ANEXO
MARCO TEÓRICO

La resina de *Dacryodes olivifera* Cuatrec (copal) se utilizaba en la antigüedad en los llamados rituales espirituales y de sanación; se destaca su uso en festividades de culto al dios sol, agua, fuego o viento y este está asociado al humo aromático producido por la combustión, al exponerlo al fuego directo. También se consideraba como un alimento divino y permitía la conexión entre deidades y humanos. Por otra parte, se han descrito otros usos para el copal como la aplicación física y en sahumerios (Montúfar López, 2016) (García, Flores et al., 2021).

En el año 2013 la "Rainforest Alliance" realizó un inventario para determinar lo población de esta especie forestal, llegando a establecerla como la segunda especie más abundante en las comunidades donde llevaron a cabo el estudio. La resina de copal es un producto de la industria forestal no maderable; una de las reservas más notables de copal es la del Zumaco, situada en los bosques de la Amazonía ecuatoriana.

Las resinas de *D. olivifera* son comercializadas en el Ecuador a pequeña escala a pesar de su gran potencial para poder entrar en el mercado internacional, no solo como materia prima sino como productos elaborados; las comunidades que las obtienen y distribuyen dependen de otros tipos de cultivo para su supervivencia, a pesar del valor que esta materia prima puede tener y la consiguiente repercusión en la economía de las comunidades y qué mejor si es una fuente de ingresos que afecte a la flora y fauna, sino que, por el contrario fomente la reforestación de esta especie que han sido explotadas indiscriminadamente (Getahun et al., 2014).

El aprovechar especies vegetales con el fin de generar un ingreso y satisfacer necesidades, es común entre los pueblos y nacionalidades rurales de cualquier parte del mundo; dichas actividades de aprovechamiento de estos recursos naturales aún se denominan como actividades secundarias porque se trata de recolectar una materia prima que no siempre se va a encontrar en el campo y tampoco con gran abundancia, por la misma razón muy pocas personas se dedican esta actividad y esto hace que los precios, en el caso de las resinas tengan más relevancia en el mercado por su escasez generando una rentabilidad aceptable para que las personas que puedan desarrollar esta actividad se puedan beneficiar y además no causar un impacto ambiental significativo como lo es la extracción de madera (Antonio Quiroz Carranza & Alberto Magaña Alejandro, 2015).

Al evaluar la producción de resinas y valorar el aprovechamiento industrial de esta especie en general, este estudio adquiere diferente enfoque, ya que con la investigación bibliográfica se genera información sustentada para fomentar un aprovechamiento de resinas, de una manera sustentable, al investigar las formas de aprovechamiento que genere una mejor rentabilidad, a través de diferentes productos como aceites esenciales, inciensos, lacas y barnices, entre otros tipos de usos que se le pueden describir al analizar su composición química (Fuentes, 2009).