

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL**



**“RENDIMIENTO FÍSICO Y CARACTERIZACIÓN QUÍMICA DEL  
ACEITE DE *Toxicodendron striatum* (RUIZ & PAV.) Kuntze  
USANDO DOS METODOLOGÍAS, JAÉN 2023”**

**TESIS**

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

**PRESENTADO POR**

**Bach. CARMEN MIREYA SANDOVAL GUERRERO**

**ASESOR**

**Ing. M. Sc VITOLY BECERRA MONTALVO**

**Jaén – Perú**

**2024**



## CONSTANCIA DE INFORME DE ORIGINALIDAD

1. Investigador:  
Carmen Mireya Sandoval Guerrero  
DNI: 71203629  
Escuela Profesional/Unidad UNC:  
Ingeniería Forestal
2. Asesor:  
Ing. M. Sc. Vitoly Becerra Montalvo  
Facultad/Unidad UNC:  
Ingeniería Forestal
3. Grado académico o título profesional  
 Bachiller       Título profesional       Segunda especialidad  
 Maestro       Doctor
4. Tipo de Investigación:  
 Tesis       Trabajo de investigación       Trabajo de suficiencia profesional  
 Trabajo académico
5. Título de Trabajo de Investigación:
6. Rendimiento físico y caracterización química del aceite de *Toxicodendron striatum* (ruiz & pav.) kuntze usando dos metodologías, Jaén 2023.
7. Fecha de evaluación: 30/12/2024
8. Software antiplagio:  TURNITIN       URKUND (OURIGINAL) (\*)
9. Porcentaje de Informe de Similitud: 8 %
10. Código Documento: oid: 3117:419060020
11. Resultado de la Evaluación de Similitud:  
 APROBADO     PARA LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES O DESAPROBADO

Fecha Emisión: 30/12/2024

Firma y/o Sello  
Emisor Constancia

  
Ing. M. Sc. Vitoly Becerra Montalvo  
DNI: 27727452



## ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

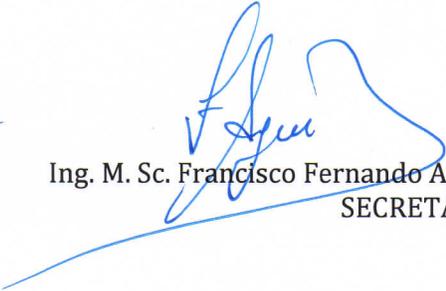
En la ciudad de Jaén, a los **veinticinco** días del mes de **octubre** del año dos mil veinticuatro, se reunieron en el **Ambiente de la Sala de Docentes de Ingeniería Forestal- Filial Jaén**, los miembros del Jurado designados por el Consejo de Facultad de Ciencias Agrarias, según Resolución de Consejo de Facultad N° 299-2024-FCA-UNC, de fecha 187 de julio 2024, con el objeto, de evaluar la sustentación del trabajo de Tesis titulado: **"RENDIMIENTO FÍSICO Y CARACTERIZACIÓN QUÍMICA DEL ACEITE DE *Toxicodendron striatum* (Ruíz & Pav.) USANDO DOS METODOLOGÍAS, JAÉN 2023"**, ejecutado por la Bachiller en Ciencias Forestales, **Doña CARMEN MIREYA SANDOVAL GUERRERO**, para optar el Título Profesional de **INGENIERO FORESTAL**.

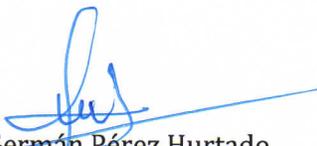
A las **quince** horas y **cero** minutos, de acuerdo a lo estipulado en el Reglamento respectivo, el Presidente del Jurado dio por iniciado el evento, invitando al sustentante a exponer su trabajo de Tesis y, luego de concluida la exposición, el jurado procedió a la formulación de preguntas. Concluido el acto de sustentación, el Jurado procedió a deliberar, para asignarle la calificación. Acto seguido, el Presidente del Jurado anunció la **APROBACIÓN** por **UNANIMIDAD** con el calificativo de **quince (15)**; por tanto, la Bachiller queda expedita para el inicio de los trámites, para que se le otorgue el Título Profesional de Ingeniero Forestal.

A las **quince** horas y **cincuenta** minutos del mismo día, el Presidente del Jurado dio por concluido el acto.

Jaén, 25 de octubre de 2024.

  
Ing. M. Sc. Segundo Medardo Tafur Santillán  
PRESIDENTE

  
Ing. M. Sc. Francisco Fernando Aguirre De Los Ríos  
SECRETARIO

  
Ing. M. Sc. Germán Pérez Hurtado  
VOCAL

  
Ing. M. Sc. Vitoly Becerra Montalvo  
ASESOR

## **DEDICATORIA**

A mis padres María Cruz Guerrero Carrero y Gerardo Sandoval Torres que fueron mi primer motivo para lograr mis sueños y metas, que me inculcaron amor, valentía y perseverancia desde muy pequeña para no rendirme en este corto pero arduo camino.

## **AGRADECIMIENTO**

A mi asesor el ing. M.SC Vitoly Becerra Montalvo por su paciencia, acompañamiento y consejos, sin él este momento no sería posible, a mis padres por creer en mí, a mis hermanos por su apoyo cuando los necesite y por su puesto a mí, me agradezco por no rendirme cuando quise hacerlo, por actuar con responsabilidad cuando pude optar, por no serlo, por no desconfiar de mis capacidades; por haber aprendido tanto y hoy ser la mujer que soy.

# ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA .....	ii
AGRADECIMIENTO .....	iii
ÍNDICE DE CONTENIDO .....	iv
ÍNDICE DE TABLAS .....	vi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	vii
RESUMEN .....	viii
ABSTRACT.....	ix
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN .....	10
CAPITULO II. REVISIÓN BIBLIOGRAFICA.....	12
2.1. Antecedentes de la investigación .....	12
2.2. Bases teóricas.....	14
2.2.1. Descripción de la especie.....	14
2.2.2. Descripción dendrológica de la especie .....	14
2.2.3. Métodos de extracción de los aceites de especies forestales.....	15
2.2.4. Rendimiento de la extracción de los aceites .....	18
2.2.5. Aceites de <i>Toxicodendrum striatum</i> (Ruiz & Pav.) Kuntze.....	18
2.3. Definición de términos básicos .....	19
CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO .....	21
3.1. Localización de la Investigación.....	21
3.2. Tipo y diseño de la investigación.....	21
3.2.1. Materiales experimentales.....	22
3.2.2. Factores, variables (independientes), niveles y tratamientos en estudio.....	22
3.2.3. Diseño experimental y arreglo de las factoriales .....	23
3.2.4. Croquis del experimento .....	23
3.2.5. Evaluaciones a realizar de la variable dependiente.....	24
3.2.6. Procedimiento .....	25
3.2.7. Tratamiento y análisis de datos.....	26

CAPITULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	27
4.1. Resultados .....	27
4.1.1. Extracción del aceite de <i>Toxicodendron striatum</i> (Ruiz & Pav.) Kuntze. ....	27
4.1.2. Caracterización química del aceite <i>Toxicodendron striatum</i> (Ruiz & Pav.) Kuntze extraído. ...	30
4.1.3. Rendimiento físico y caracterización química del aceite de <i>Toxicodendron striatum</i> (Ruiz & Pav.) Kuntze, según tipo de muestra y método de extracción .....	31
4.2 Discusión.....	35
CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	38
5.1. Conclusiones .....	38
5.2. Recomendaciones .....	38
CAPITULO VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	39
CAPITULO VII. ANEXO .....	44

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Factores, variables independientes, niveles y tratamientos en estudio .....	22
Tabla 2. Croquis del experimento.....	24
Tabla 3. Caracterización fitoquímica de las muestras de <i>Toxicodendron striatum</i> (Ruiz & Pav.) Kuntze .....	30
Tabla 4. Presencia de sustancias grasas (aceites) de las muestras de <i>Toxicodendron striatum</i> (Ruiz & Pav.) Kuntze .....	31
Tabla 5. Análisis de varianza ANOVA de los tratamientos en estudio sobre rendimiento del aceite de <i>Toxicodendron striatum</i> (Ruiz & Pav.) Kuntze.....	34
Tabla 6. Prueba de Tukey para los tratamientos (método de extracción) en el rendimiento del aceite de <i>Toxicodendron striatum</i> (Ruiz & Pav.) Kuntze.....	34

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Método de extracción por prensado.....	16
Figura 2. Método de extracción por arrastre con vapor .....	17
Figura 3. Método Soxhlet .....	17
Figura 4. Fórmula estructural del urushiol.....	18
Figura 5. Mapa de ubicación de la parcela de muestreo .....	21
Figura 6. Etapas del proceso de extracción.....	25
Figura 7. Extracción del aceite de <i>Toxicodendron striatum</i> (Ruiz & Pav.) Kuntze con dos métodos, usando muestras de hojas .....	27
Figura 8. Extracción del aceite de <i>Toxicodendron striatum</i> (Ruiz & Pav.) Kuntze con dos métodos, usando muestras de tallo.....	28
Figura 9. Extracción del aceite de <i>Toxicodendron striatum</i> (Ruiz & Pav.) Kuntze con dos métodos, usando muestras de raíz.....	29
Figura 10. Rendimiento de la extracción de aceite a partir de hojas por los métodos ensayados.....	31
Figura 11. Rendimiento de la extracción de aceite a partir de tallo por los métodos ensayados .....	32
Figura 12. Rendimiento de la extracción de aceite a partir de raíces por los métodos ensayados .....	33
Figura 13. Rendimiento físico del aceite de <i>Toxicodendron striatum</i> (Ruiz & Pav.) Kuntze por tratamiento de estudio.....	35

## RESUMEN

La presente investigación se realizó en la ciudad de Jaén, y tuvo como objetivo determinar el rendimiento físico y caracterización química del aceite de *Toxicodendron striatum* (Ruiz & Pav.) Kuntze usando dos metodologías; considerando que esta especie es muy conocida por sus efectos tóxicos y farmacológicos localmente. La investigación fue de diseño experimental, del tipo factorial, ensayándose los factores metodología de extracción y partes de la planta, en un modelo 3\*2; se realizaron cinco repeticiones por cada combinación de los factores, midiéndose la cantidad de aceite obtenido, para posteriormente realizarse el análisis fitoquímico de los mismos. La técnica utilizada fue la observación directa y los instrumentos fueron fichas quía de recolección de datos. Como resultado se obtuvo que el método de extracción continua fue el que produjo la mayor producción de aceite, mientras que las muestras de hojas generaron el mismo resultado; como análisis de los factores se tuvo que la combinación de extracción continua con solventes orgánicos de muestras de hojas, genera el mayor rendimiento físico con 6,96 %. En cuanto a la caracterización química, se determinó que el aceite contiene varias sustancias, estando en concentración alta los fenoles, flavonoides, núcleos esteroidales y triterpenos, y carbohidratos; mientras que, en menor concentración, los aminoácidos, alcaloides y taninos, así como otras sustancias lipídicas; el análisis fitoquímico estableció que las muestras de tallo y raíz tienen mayor concentración de las sustancias mencionadas.

**Palabras clave:** aceite, hojas, extracción continua, arrastre de vapor, extractivos.

## ABSTRACT

The present research was carried out in the city of Jaén, and its objective was to determine the physical yield and chemical characterization of *Toxicodendron striatum* (Ruiz & Pav.) Kuntze oil using two methodologies, considering that this species is well known for its toxic and pharmacological effects locally. The research was of experimental design, of the factorial type, testing the factors extraction methodology and parts of the plant, in a 3\*2 model; five repetitions were carried out for each combination of the factors, measuring the amount of oil obtained, to later carry out the phytochemical analysis of the same. The technique used was direct observation and the instruments were data collection cards. As a result, the continuous extraction method was the one that produced the highest oil production, while the leaf samples generated the same result; as an analysis of the factors, the combination of continuous extraction with organic solvents of leaf samples generated the highest physical yield with 6,96 %. As for the chemical characterization, it was determined that the oil contains several substances, being in high concentration phenols, flavonoids, steroidal nuclei and triterpenes, and carbohydrates; while in lower concentration, amino acids, alkaloids and tannins, as well as other lipid substances; the phytochemical analysis established that the stem and root samples have higher concentration of the mentioned substances.

**Key words:** oil, leaves, continuous extraction, vapor entrainment, extractives.

# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN

El aceite que se extrae de *Toxicodendron striatum* (Ruiz & Pav.) Kuntze es de color amarillento o en otros casos incoloro, se puede encontrar en hojas, tallo y raíz; este contiene urushiol, el mismo que ha sido determinado por National Fire Protection Assotiation (NFPA) como “peligroso para la salud” (Moreno, 2008).

López (2004), refirió que los aceites esenciales están compuestos naturalmente por sustancias aromáticas, responsables de la esencia de las flores; son pieza fundamental en la aromaterapia por sus propiedades que presentan, también se ven empleados en perfumería, cosmética, farmacia, alimentación, licorería, etc.

Moreno (2008), identifico un cuadro clínico de dermatitis alérgica en un paciente que había tenido contacto con la corteza de *Toxicodendron striatum* (Ruiz & Pav.) Kuntze, optó por determinar el origen de las lesiones, ya que en el ambiente popular es muy conocida esta enfermedad, pero no en la medicina.

El aceite esencial de *Schinus molle* L., extraído de hojas y frutos fue utilizado como controlador de *Sitophilus oryzae*. L. (gorgojo de arroz); dando como resultado repelencia en dos diferentes concentraciones de aceite de las hojas, mientras que el de frutos tuvo efecto antialimentario fuerte (Benzi et al., 2009).

El desconocimiento de aceites vegetales de origen forestal se debe precisamente a que los proyectos priorizan a las especies nativas de alto valor comercial (Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana [IIAP], 2012). Dejando de lado especies forestales que aún están por descubrir.

La falta de conocimiento de aceites vegetales que provienen de especies forestales trae como consecuencia la pérdida de los individuos por deforestación, el origen de enfermedades producidas por estos árboles que afectan la salud de las personas y al mismo tiempo la posible cura de otra.

Este proyecto contribuirá a la obtención de información cualitativa y cuantitativa del aceite de *Toxicodendron striatum* (Ruiz & Pav.) Kuntze, permitiendo así conocer su importancia de esta especie dentro del campo forestal y la salud; de tal manera que se pueda

dar algún uso favorable más adelante. Por ende, se formuló como pregunta investigativa ¿Cuál es el Rendimiento físico y la caracterización química del aceite de *Toxicodendron striatum* (Ruiz & Pav.) Kuntze usando dos metodologías, Jaén 2023?

Con el propósito de realizar la presente investigación se formuló como objetivo general: Determinar el Rendimiento físico y caracterización química del aceite de *Toxicodendron striatum* (Ruiz & Pav.) Kuntze usando dos metodologías, Jaén 2023.

Así mismo se planteó los siguientes objetivos específicos: Realizar la extracción del aceite de *Toxicodendron striatum* (Ruiz & Pav.) Kuntze con dos métodos de extracción y usando muestras de hojas, tallos y raíz, Caracterizar químicamente el aceite de *Toxicodendron striatum* (Ruiz & Pav.) Kuntze extraído, Determinar el mejor método de extracción y la muestra más adecuada para el aceite de *Toxicodendron striatum* (Ruiz & Pav.) Kuntze expresado en su rendimiento físico y caracterización químico.

## CAPITULO II

### REVISIÓN BIBLIOGRAFICA

#### 2.1. Antecedentes de la investigación

Aguilar (2018) en su trabajo de investigación a nivel de tesis de pregrado titulado: “Análisis de rendimiento de las hojas de *Cinnamomum zeylanicum*, (canela) en la extracción de aceite esencial por arrastre con vapor, provenientes de dos zonas de Ucayali”; planteó el objetivo de señalar el rendimiento del aceite extraído mediante dos tiempos de arrastre de las hojas de *Cinnamomum zeylanicum* de dos zonas (p.2), utilizó el método de arrastre de vapor, obtuvo mayor rendimiento la muestra del km 10 de la carretera Federico Basadre en 80 minutos de arrastre de vapor sobre la del km 44 (p.34), el rendimiento promedio es de 16,7845 % y 2,5072 % respectivamente (p.38).

Este estudio va a servir como referencia para la utilización de las hojas en la extracción de aceite de *Toxicodendron striatum* (Ruiz & Pav.) Kuntze para las muestras del rendimiento físico, además porque se va a utilizar el mismo método de extracción, ya que es uno de los más utilizados para este tipo de investigaciones.

Diaz (2018) realizó su investigación para obtener el título en “Aceites esenciales con potencial económico en tres especies del género Piper procedentes de la selva central del Perú”, tuvo como objetivo aportar información de los aceites de tres especies del género Piper que son de interés económico (p.2), se empleó el método de destilación por arrastre con vapor de agua, rendimiento de *Piper aducum* Linnaeus (1,87 %, 1,65 % y 1,21 %), *Piper glabribaccum* Trelease (0,33 %, 0,19 % y 0,12 %) y *Piper reticulatum* Linnaeus (0,26 %, 0,14 % y 0,11 %) (p.50), *Piper aducum* Linnaeus es la especie de mayor rendimiento y abundancia (p.67).

Esta investigación contribuirá en la búsqueda de generar información para de alguna forma poder enriquecer el conocimiento que ya se tiene de los aceites y de esta manera llegar a darle el uso correspondiente de acuerdo con su rendimiento y los beneficios que podría llegar a brindar por sus componentes.

Castro (2018) para obtener el título efectuó su proyecto de tesis en “Rendimiento de aceites esenciales de *Schinus molle* l. según tiempo de secado solar, de los frutos, la mejorada-huancavelica”, el objetivo planteado fue precisar el mejor tiempo de secado solar para un aceite de mayor rendimiento (p.11), por medio del método de arrastre de

vapor, gracias a que se trabajó con dos, tres y cuatro horas se obtuvo que el menor rendimiento de aceite es el de dos horas y el mayor es el de tres (p.64), los valores en volumen del rendimiento de aceite son de 4,4 ml en dos horas, 22,4 ml en tres horas y 18 ml en cuatro horas de exposición al sol (p.69).

De acuerdo con los resultados que brinda esta investigación, se rescata que el secado parcial que se realiza a los materiales de donde se va a extraer el aceite, debe tener cierto tiempo de secado porque afecta a la cantidad de aceite que puede contener, de manera que a mayor tiempo se reduce la cantidad de aceite.

Puecas et al. (2022) trabajaron en la investigación del “Rendimiento de aceite esencial a partir de madera de *Bursera graveolens*: Aprovechamiento de astillas, viruta y aserrín”, se estableció el objetivo de utilizar madera seca de *Bursera graveolens* y señalar su rendimiento de aceite (p.131), se llevó a cabo la destilación a través de arrastre de vapor, los valores de las cinco muestras de 2,90 kg cada una determinan el rendimiento del aceite de palo santo (astillas de 2 cm: 26 ml, astillas de 1 cm: 35,05 ml, astillas de 0,5 cm: 36,15 ml, viruta: 39,90 ml y aserrín: 42,13 ml)(p.135), la calidad de sitio y el contenido de humedad dependen del rendimiento (p.136).

La sección anterior contribuye con el empleo de diferentes tratamientos previos que se realizaron a cada una de las muestras para la obtención del aceite; teniendo en cuenta que a menor tamaño de las muestras y con la misma proporción de madera, se consigue mayor rendimiento de aceite como resultado.

Pilco (2015) llevo a cabo su estudio en la “Optimización del proceso de extracción de aceite de Ungurahua (*Oenocarpus bataua*) en función del rendimiento”, se optó por el objetivo de disponer indicadores para mejorar el desarrollo de extracción del aceite de Ungurahua *Oenocarpus bataua* (p.8), se usó el solvente hexano para la extracción, obteniéndose así al mejor tratamiento de extracción de aceite : a0b1c2 (fruto entero, 50 °C, relación solvente: unguurahua de 8:1 con un valor de 90,54 %) (p.45), el mayor porcentaje de rendimiento del aceite fue de 90,54 % lo cual se debe a la aplicación de mayor cantidad de solvente (p.66).

Esta indagación ofrece la seguridad de llevar a cabo la extracción de aceite mediante la utilización de otra metodología que es el uso de solventes, la cual se tomara

como base para la extracción de aceite de esta investigación y por los resultados que se han arrojado se muestra que el rendimiento de aceite es alto.

Iñiguez et al. (2014) su indagación se basó en “Caracterización química de aceites esenciales y extractos de madera de dos especies de pinos del bosque La Primavera”, el objetivo principal fue caracterizar químicamente los extraíbles de Pinos del Occidente de México (p.43), a través del método de arrastre de vapor en agua destilada, se obtuvo un rendimiento de 0,25 % que es un valor considerable dentro de los parámetros (p.45), se consiguió para *Pinus devoniana* 0,25 % y *Pinus oocarpa* 0,32 % en rendimiento de aceite en madera seca y también los extractos tuvieron datos parecidos en cuanto a su rendimiento con un promedio de 1,24 % (p.42).

El artículo anterior ofrece información precisa de la utilización de las partes de los troncos de las dos variedades de Pinos, los cuales se han usado para realizar el proceso de la extracción de aceite; además de emplear madera seca en el desarrollo de la separación de los productos no maderables de los Pinos.

## **2.2. Bases teóricas**

### **2.2.1. Descripción de la especie**

#### **Taxonomía**

Trópicos (2022), clasifica taxonómicamente a la especie *Toxicodendron striatum* (Ruiz & Pav.) Kuntze de la siguiente manera:

Clase: Equisetopsida C. Agardh.

Subclase: Magnoliidae Novák ex Takht.

Superorden: Rosanae Takht.

Orden: Sapindales Juss. ex Bercht. y J. Presl.

Familia: Anacardiaceae R. Br.

Género: *Toxicodendros*.

Especie: *Toxicodendron striatum* (Ruiz & Pav.).

### **2.2.2. Descripción dendrológica de la especie**

Es un árbol que puede llegar a tener un tamaño de 20 m, la corteza de su tronco es de color gris, el follaje que lo conforma es ralo y tiene un color verde oscuro brillante con copa de forma aparasolada. Sus hojas son lisas, compuestas alternas y con

terminación en punta. Posee flores que son de color blanco unisexuales, se encuentran ambas en el mismo árbol. Los frutos son drupas que tienen una forma esférica y las semillas adquieren un color crema. La exudación del árbol al realizar cualquier corte en alguna de sus partes es acuosa y causa alergia (Montoya, s.f.).

### **Hábitat**

Según Pérez y Condit (s.f.) el árbol se desarrolla en bosques de montañas o muy húmedos, a una altura media o alta, pero *Toxicodendron striatum* (Ruiz & Pav.) Kuntze no se ha encontrado en los bosques secos de la vertiente del pacífico; además esta especie incrementa su población en los meses de junio a octubre produciendo flores y frutos.

### **Distribución de la especie**

Esta especie se desarrolla generalmente en los bosques tropicales húmedos con inclinaciones leves. Se ha encontrado en las tres cordilleras de Colombia, también en la Sierra Nevada de Santa Marta a unos 900 y 2300 m snm.; en Colombia se le llama puerco duque y en nuestro país Perú como maico (Wikipedia, 2022).

### **Usos y efectos en la salud humana**

Se identificó un cuadro clínico de dermatitis alérgica en un paciente que había tenido contacto con la corteza del árbol de *Toxicodendron striatum* (Ruiz & Pav.) Kuntze, esta enfermedad causada por esta especie es bien conocida en Colombia y Perú, en el ámbito rural; sin embargo, no está reportada como etiología en la medicina moderna (Moreno, 2008).

#### **2.2.3. Métodos de extracción de los aceites de especies forestales**

##### **Método de Enfleurage o Enflorado**

Es comúnmente empleado en el proceso de extracción del aceite de las flores; en el cual, se utiliza grasa para la captación de la esencia (debido a que la esencia se disuelve en la grasa) mediante contacto. Para el desprendimiento que es complicado y a la vez costoso de la combinación de grasa y esencia, se aprovecha al alcohol en alta temperatura, el cual dará resultados cuando baje a temperatura ambiente; sin embargo, el rendimiento del aceite que se obtendrá será bajo (Rodríguez et al., 2012).

## Extracción con Solventes

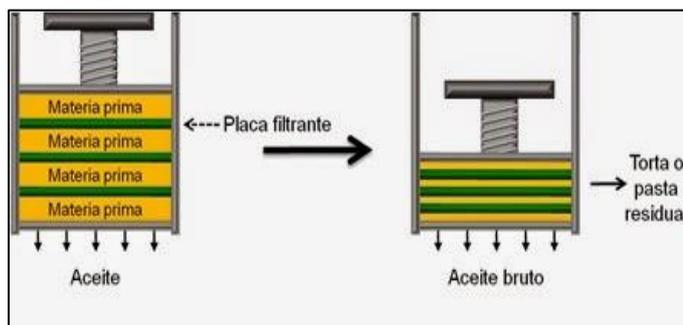
Ingeniería química (IQR, 2020) describe que el solvente (alcohol o cloroformo) taparía al elemento básico que mantendría un secado y triturado previo, de esta manera se extraerá la esencia. Con destilación a baja presión se mueve el solvente y cuando baje la temperatura del producto, este tendrá una consistencia dura, el cual después de enjuagarlo se calentará con alcohol y de esta manera se desintegren los aceites; para quitar la cera que aún queda en los aceites se enfría con alcohol y se filtra con destilación al vacío a baja temperatura, pero es reciente y costoso.

## Extracción por Prensado

Este método es utilizado desde la antigüedad mediante el sistema Expeller, pero hoy en día las industrias utilizan las prensas continuas y se recurre a este método cuando la materia prima contiene alta cantidad de aceite. El aceite será de gran calidad y se obtiene por una fuerte presión ejercida sobre la materia en uso, además el rendimiento será recíproco con la fuerza de las prensas (El pequeño agroindustrial, 2014).

### Figura 1

*Método de extracción por prensado*



*Fuente:* Tomado del Pequeño Agroindustrial (2014).

## Extracción por Arrastre con Vapor

Casado (2018) explica que a través del vapor de agua se lleva a cabo la desunión de los componentes volátiles de la materia en uso, lo cual hace que este método sea el más utilizado en la obtención de aceite; durante la ejecución del método por medio del componente principal se coloca una corriente de vapor, el mismo que atraerá consigo el aceite. Luego del enfriamiento de los vapores se destila la extracción acuosa y orgánica, las cuales por su disimilitud de densidad se disgregan por decantación.

**Figura 2**

*Método de extracción por arrastre con vapor*



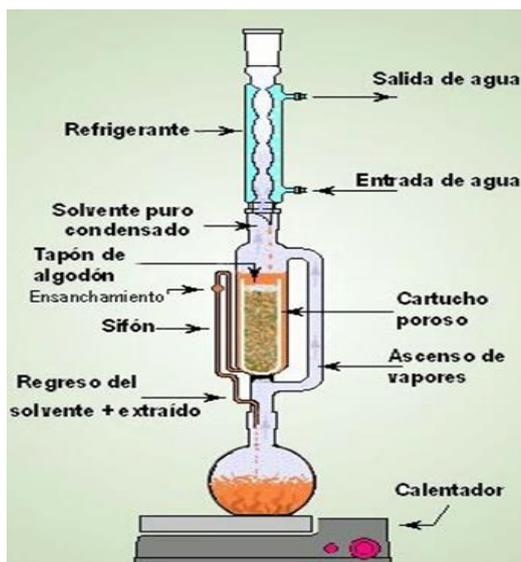
*Fuente: Tomado de Ingeniería química [IQR]. (2020).*

### **Método Soxhlet**

Utilizado para el desprendimiento de sólido-líquido del ejemplar. El inicio de esta técnica haciendo pequeños tamaños la muestra hasta que se convierta en polvo, para ponerla en la cámara del extractor, el cual posee un cartucho poroso. El diluyente tiene que estar en alta temperatura en el matraz el mismo que descenderá gota por gota sobre el cartucho en el cual se encuentra la muestra para realizar la separación. El diluyente junto con la extracción pasara al sifón para volver al matraz una vez que alcancen el máximo nivel. Este proceso se repetirá (Ciencias ambientales, 2004).

**Figura 3**

*Método Soxhlet*



*Fuente: Elaborado a partir de "Laboratorio de toma y tratamiento para el análisis de muestras". (2017).*

#### 2.2.4. Rendimiento de la extracción de los aceites

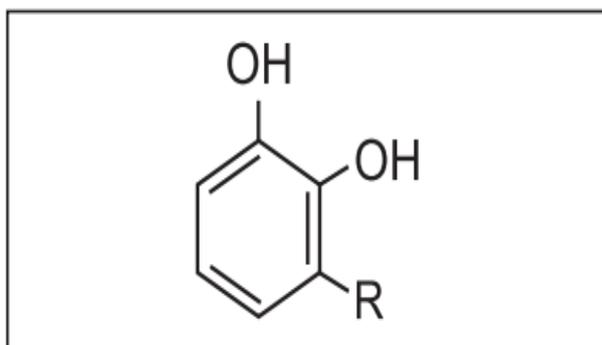
Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA, 2012) manifiesta que en general las plantas contienen de 0,01 a 10 % de aceite en su interior. Pero existen factores que pueden incrementar su contenido de aceite, como extraer la materia prima después de la lluvia o al medio día (ya que a esta hora el agua del rocío de la madrugada que se reposa en las plantas se elimina y empieza la deshidratación que se prolonga hasta antes de la humedad relativa de la noche).

#### 2.2.5. Aceites de *Toxicodendrum striatum* (Ruiz & Pav.) Kuntze

Cardenas (s.f.) menciona que el urushiol, es un aceite que se encuentra presente en las hojas, raíz y tallo del árbol *Toxicodendron striatum* (Ruiz & Pav.) Kuntze; también es el causante de la dermatitis que se puede presentar en algunas personas que son sensibles a este compuesto, tan solo un nanogramo es el responsable de desatar consecuencias, pero cuando se llega a tener contacto directo con la planta son 100 ng los que perjudican.

#### Figura 4

Formula estructural del urushiol



Fuente: Tomado de Moreno, M. (2008).

#### 2.2.6. Importancia de los aceites en la industria, medicina, alimentos

Cada uno de los aceites esenciales que son extraídos de las plantas o árboles (hojas, frutos, flores, tallos, raíz, semillas) tienen cualidades y aportaciones distintas; por ejemplo, en medicina (se utiliza como antiséptico, sedante, colerético), en cosmética (los aceites se protegen de la luz solar), uso terapéutico, perfumería, gastronomía, entre otros (González, 2020).

### **2.3. Definición de términos básicos**

#### **Aceite vegetal:**

“Aceites vegetales” (s.f.) lo define como una molécula orgánica que contiene ácidos grasos de varios tipos, se pueden extraer de las semillas, hojas, tallos o raíces de las plantas. La particularidad y la cantidad de los lípidos que puede contener en su composición, determinan el uso y los beneficios que brinda este aceite.

#### **Aceite volátil**

Estos aceites en su composición contienen una mixtura de terpenos con un estearopteno; son los responsables del olor característico y de otras propiedades de las plantas aromáticas. Como su nombre lo dice, son aceites que se disipan con celeridad por la existencia de los terpenos en su constitución (Descriptores en ciencias de la salud, 2020).

#### **Aceite esencial**

Es fundamental para la industria de la cosmética, de los alimentos y la farmacéutica; se encuentran en las plantas y de ellas se obtiene generalmente por arrastre con vapor de agua; están compuestos hasta por 100 elementos los cuales le dan las características, propiedades y olores únicos a cada uno de ellos (Universidad de Antioquia, 2003).

#### **Destilación por arrastre de vapor**

Es un procedimiento que se realiza para el desprendimiento de algún elemento que es parte de una composición; este método se emplea para sustancias que no se mezclan con el agua, ya que esta es la encargada de la separación cuando se encuentra en altas temperaturas (De química, 2022).

#### **Destilación fraccionada**

Salgado et al. (s.f.) mencionaron que este método es utilizado para desunir dos líquidos que son parte de alguna solución y se separan en un punto de ebullición, el resultado de una destilación exitosa con este método es que exista una variedad en los puntos de ebullición del compuesto. Existe la destilación simple y la fraccionada, las cuales se aplican de acuerdo con su diferencia en los puntos de ebullición, de 80 °C a más y entre 25 °C a 80 °C respectivamente.

### **Extracción continua**

Es también llamada extracción sólido-líquido, consiste en separar uno o más componentes de una mezcla sólida utilizando un solvente líquido. Esto se hace en dos fases. El solvente entra en contacto con el sólido y los componentes solubles (soluto) migran al solvente. Este proceso se puede realizar a temperatura ambiente o en temperatura elevada (Métodos de separación de mezclas, 2019).

### **Extractivos vegetales**

Nutrinews (2015) lo manifiesta como compuestos producidos por extracción de sustancias fisiológicamente activas presentes en tejidos vegetales utilizando solventes (alcohol, agua, mezclas de estos u otros solventes selectivos) y métodos de extracción apropiados. La misma planta puede producir una gama diferente de sustancias dependiendo de las partes, solventes y técnicas de extracción utilizadas.

### **Dermatitis**

Se presenta en la piel como una irritación, la cual puede ser contraída por diferentes formas; causa picazón y junto con esto la piel se reseca, además puede llegar a formarse costras. Existen tres clases de dermatitis: la atópica, seborreica y por contacto, pero lo más importante es que no es contagiosa (Mayo clinic, 2021).

### **Análisis fitoquímico**

Sampietro et al. (1997) indicaron que las plantas tienen numerosos metabolitos primarios y secundarios que permiten el crecimiento, la reproducción, la defensa y la supervivencia; para ello existe el análisis fitoquímico que permite conocer los principios de acción y evaluar la complejidad de sus vías biosintéticas, de degradación y mecanismos de regulación.

### **Rendimiento físico de extracción**

El rendimiento es la relación porcentual que existe entre la masa final del aceite obtenido dividido entre la masa inicial del material vegetal procesado (Perdomo y Palomares, 2015).

# CAPÍTULO III

## MARCO METODOLÓGICO

### 3.1. Localización de la Investigación

Las muestras de *Toxicodendrum striatum* (Ruiz & Pav.) Kuntze, se obtuvieron de una parcela agrícola en el caserío La Laguna del distrito de Las Pirias, provincia de Jaén en la región Cajamarca, ubicada en las coordenadas UTM 17M 735825 m E, 9377285 m S.

#### Figura 5

*Mapa de ubicación de la parcela de muestreo*



*Fuente:* Google earth 2024.

*Nota:* Elaborado con información de Google Earth 2024.

### 3.2. Tipo y diseño de la investigación

#### Tipo de investigación

La investigación según el propósito es aplicada, esto debido a que los resultados que se obtengan, luego de la validación estadística y la discusión científica, pueden ser utilizados para solucionar la realidad problemática que dio origen a la investigación.

Según el enfoque, la investigación realizada es cuantitativa, esto debido a que los datos obtenidos luego de la aplicación de la metodología, fueron numéricos y pasibles de análisis estadístico descriptivo e inferencial, que permitieron contrastar y validar la hipótesis.

De acuerdo al nivel, la investigación fue explicativa, ya que buscó explicar la influencia que tuvo las variables independientes tipo de extracción y tipo de muestra, sobre la variable dependiente que fue el rendimiento físico del aceite obtenido.

**Diseño:** el diseño es experimental, ya que se manipuló las variables independientes para medir su influencia en la variable dependiente.

Se utilizó un diseño factorial de dos factores del tipo A\*B, siendo los factores los siguientes:

Factor A: Partes de la planta.

Factor B: Procesos de extracción.

### 3.2.1. *Materiales experimentales*

Materiales, equipos e instrumentos: machete, bolsas negras, libreta de apuntes, laptop, cámara fotográfica, GPS, estufa.

Otros materiales experimentales: muestra, solventes, agua destilada.

Materiales de escritorio y otros para elaboración de informes.

### 3.2.2. *Factores, variables (independientes), niveles y tratamientos en estudio*

**Factores o Variables:**

**Variable independiente:** Proceso de extracción. Parte de la planta.

**Niveles y tratamientos de estudio:** Extracción por arrastre de vapor y extracción continua con solventes orgánicos. Muestra de hojas, corteza y raíz.

**Tabla 1**

*Factores, variables independientes, niveles y tratamientos en estudio*

	<b>Variables independientes</b>	<b>Niveles</b>	<b>Tratamientos</b>
FACTOR A	Partes de la planta	A1: Hojas	A1 * B1 A1 * B2 A2 * B1 A2 * B2 A3 * B1 A3 * B2
		A2: Tallo	
		A3: Raíz	
FACTOR B	Procesos de extracción	B1: Método de extracción por arrastre de vapor	
		B2: Extracción continua con solventes orgánicos	

*Fuente.* Elaboración propia

*Nota:* Por cada tratamiento se realizarán cinco (5) repeticiones.

### **3.2.3. *Diseño experimental y arreglo de las factoriales***

#### **Diseño experimental**

En la presente investigación se usará un diseño factorial de tipo A\*B, en donde el factor A es las partes de la planta y el factor B son los procesos de extracción que se utilizaran.

#### **Arreglo factorial**

El arreglo factorial incluye, a todas las combinaciones posibles entre los distintos niveles de los factores involucrados en el experimento. Esta investigación se considera un diseño factorial A\*B de 3 \* 2 niveles, que son los niveles de las partes de la planta y los procesos de extracción. La descripción de los niveles son los siguientes:

#### **Factor A: Partes de la planta**

A1: Hojas. Las hojas que componen el follaje del árbol son ralas, tienen una textura lisa, son compuestas y alternas, además la terminación de estas es en punta. El color que poseen es un verde oscuro brillante.

A2: Tallo. Se consideran porciones de ramas del cual se obtendrá muestra de madera y corteza.

A3: Raíz. Se tomarán como parte de estudio, las raíces secundarias de la planta, las mismas que se podrá obtener de manera no destructiva.

#### **Factor B: Procesos de extracción**

B1: Método de extracción por arrastre de vapor.

B2: Extracción continua con solventes orgánicos.

### **3.2.4. *Croquis del experimento***

El croquis del experimento se puede observar en la tabla 2.

**Tabla 2**

*Croquis del experimento*

<b>Factor A</b>	<b>A1</b>	<b>A2</b>	<b>A3</b>
<b>Factor B</b>			
<b>B1</b>	A1B1	A2B1	A3B1
<b>B2</b>	A1B2	A2B2	A3B2

*Fuente.* Elaboración propia

*Nota:*

FACTOR A: Partes de la planta. En total 3 niveles.

FACTOR B: Procesos de extracción. Se usarán 2 métodos.

### **3.2.5. Evaluaciones a realizar de la variable dependiente**

**Variable dependiente:** Aceite esencial de *Toxicodendrum striatum* (Ruiz & Pav.) Kuntze.

Se evaluó:

#### **Rendimiento físico**

Expresado en volumen de aceite por peso seco de la muestra, en relación volumen/peso.

Se obtuvo el aceite de la planta *Toxicodendrum striatum* (Ruiz & Pav.) Kuntze utilizando tres de sus partes: hojas, tallo y raíz; aplicando dos métodos diferentes: extracción por arrastre de vapor y extracción continua con solventes orgánicos; para de esta manera determinar el rendimiento de aceite.

#### **Caracterización química del aceite obtenido.**

La caracterización química del aceite extraído se realizó en el Laboratorio de Química Farmacéutica de la Facultad de Farmacia y Bioquímica, de la UNMSM, donde se obtuvo una descripción del aceite según influencia de los factores estudiados. Esta caracterización fue solamente cualitativa a través de un análisis fitoquímico.

### 3.2.6. Procedimiento

La implementación de la investigación se realizó según el siguiente detalle:

**Obtención de las muestras.** Las muestras se obtuvieron del árbol *Toxicodendrum striatum* (Ruiz & Pav.) Kuntze, y estuvieron constituidas por hojas, tallos y raíces de la planta.

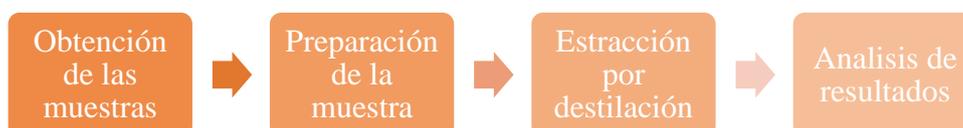
**Preparación de la muestra.** La muestra primero se seccionó en porciones pequeñas, la cual se secó en la estufa a 60 °C para eliminar un porcentaje de agua que posee. Después se procedió a pesar la cantidad de muestra sacada de la estufa, para cada uno de los tratamientos, las cuales se conservaron hasta su procesamiento.

**Extracción por destilación.** Se realizó la extracción de cada uno de los tratamientos según el arreglo factorial y de las repeticiones. Al aceite obtenido se le midió su volumen con bastante precisión por cada repetición y tratamiento; después se procedió a tener una muestra del aceite por cada tratamiento para su análisis químico correspondiente.

**Análisis de los resultados.** Los resultados obtenidos fueron expresados en volumen de aceite obtenido por cada tratamiento y repetición, el cual sirvió para calcular su rendimiento; así mismo se realizó un análisis químico del aceite en el Laboratorio de Química Farmacéutica de la Facultad de Farmacia y Bioquímica, de la UNMSM, el cual describió su calidad. Los resultados fueron tratados estadísticamente e interpretados.

#### Figura 6

*Etapas del proceso de extracción*



Fuente. Elaboración propia.

### **3.2.7. *Tratamiento y análisis de datos***

Los datos tabulados en una tabla de Excel fueron tratados con estadística descriptiva para elaborar las tablas y gráficos que permitieron entender mejor los resultados. Las evaluaciones de los rendimientos del aceite extraído de las hojas, tallo y raíz fueron analizadas con un ANOVA y la prueba de significación de Tukey, con el objetivo de validar estadísticamente los resultados mostrados en la estadística descriptiva.

## CAPITULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

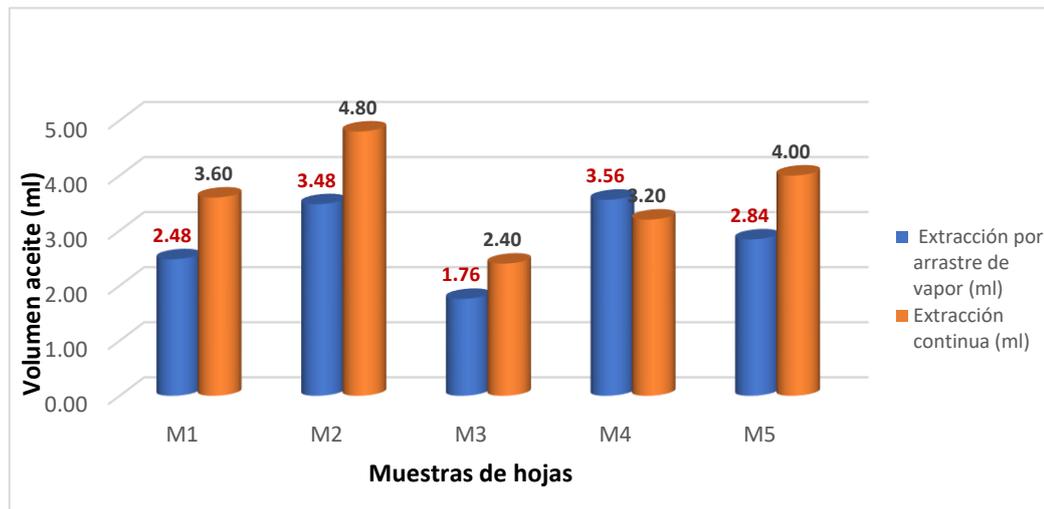
#### 4.1. Resultados

##### 4.1.1. Extracción del aceite de *Toxicodendron striatum* (Ruiz & Pav.) Kuntze.

###### a. Muestras de hojas

###### Figura 7

Extracción del aceite de *Toxicodendron striatum* (Ruiz & Pav.) Kuntze con dos métodos, usando muestras de hojas



Fuente: Elaborado en base a los resultados de la extracción de aceite (ml) de la muestra de hojas.

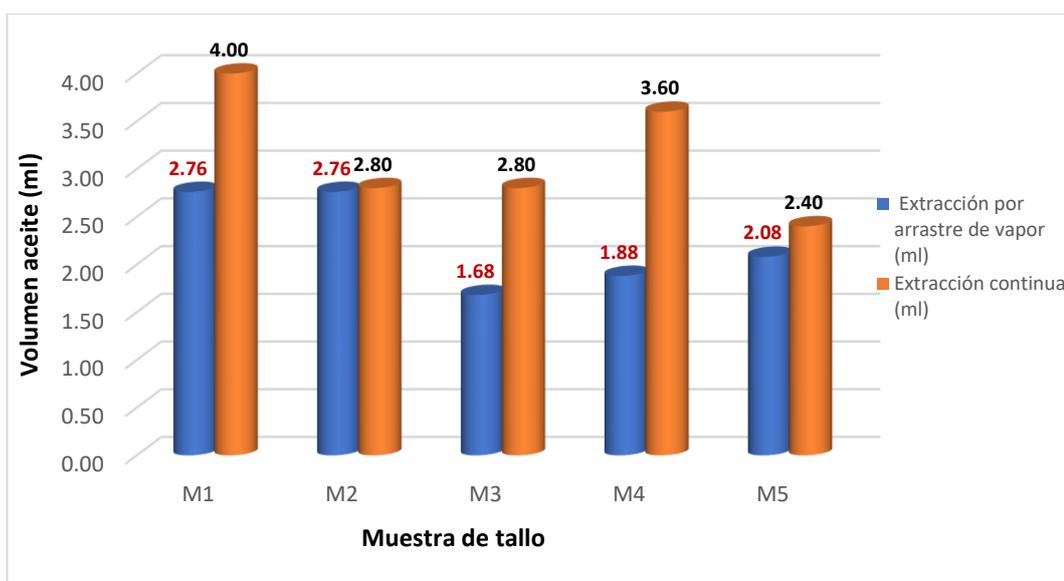
Nota: M, hace alusión a la repetición de la muestra de hoja, los valores son los encontrados por cada método de extracción. Fuente: Elaborado en base a los resultados de la extracción de aceite (ml) de la muestra de hojas.

Como puede verse en la figura 7, el volumen del aceite *Toxicodendron striatum* (Ruiz & Pav.) Kuntze de la muestra de hojas, en extracción por arrastre de vapor oscila entre 1,76 ml y 3,56 ml, mientras que por extracción continua los valores se encuentran entre 2,40 ml y 4,80 ml, pudiéndose ver que el proceso de extracción continua produjo mayor volumen de aceite extraído que el proceso por arrastre de vapor.

## b. Muestras de tallo

**Figura 1**

*Extracción del aceite de *Toxicodendron striatum* (Ruiz & Pav.) Kuntze con dos métodos, usando muestras de tallo*



*Fuente:* Elaborado en base a los resultados de la extracción de aceite (ml) de la muestra de tallo.

*Nota:* M, hace alusión a la repetición de la muestra de tallo, los valores son los encontrados por cada método de extracción. Fuente: Elaborado en base a los resultados de la extracción de aceite (ml) de la muestra de tallo.

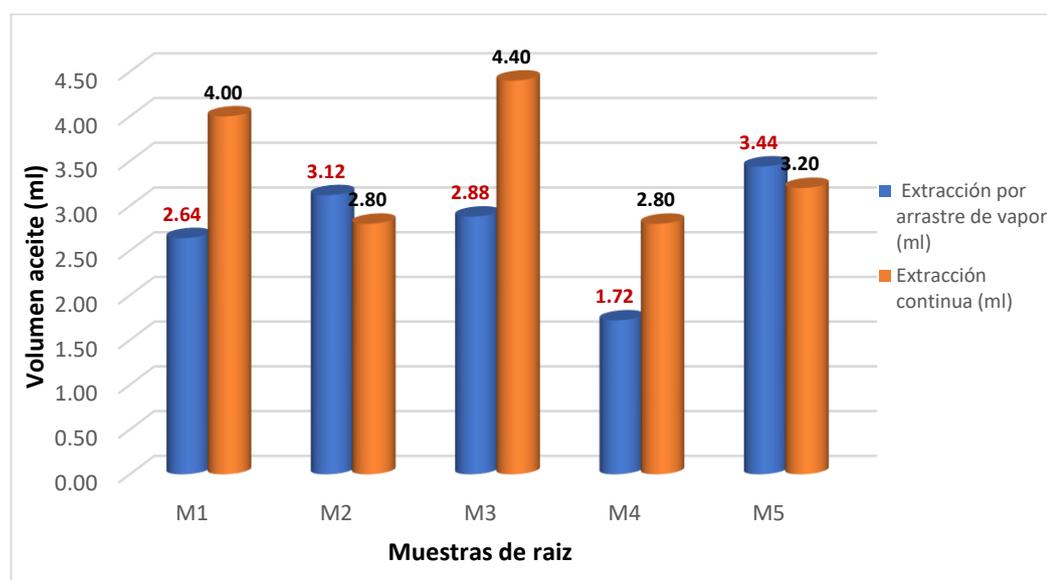
De acuerdo a la figura 8, el volumen del aceite *Toxicodendron striatum* (Ruiz & Pav.) Kuntze de la muestra de tallo, en extracción por arrastre de vapor oscila entre 1,68 ml y 2,76 ml, mientras que por extracción continua los valores se encuentran entre 2,40 ml y 4,00 ml, determinándose así, que el proceso de extracción continua produjo mayor volumen de aceite extraído que el proceso por arrastre de vapor.

Las muestras de tallo difieren de las muestras de hoja, ya que similar peso se obtiene con un menor volumen de material, esto permitió mejorar el proceso de extracción en ambos métodos ensayados, muy a pesar que el rendimiento no hay tenido los mismos rendimientos.

### c. Muestras de raíz

**Figura 9**

*Extracción del aceite de *Toxicodendron striatum* (Ruiz & Pav.) Kuntze con dos métodos, usando muestras de raíz*



*Fuente:* Elaborado en base a los resultados de la extracción de aceite (ml) de la muestra de raíz.

*Nota:* M, hace alusión a la repetición de la muestra de raíz, los valores son los encontrados por cada método de extracción. *Fuente:* Elaborado en base a los resultados de la extracción de aceite (ml) de la muestra de raíz.

Como puede apreciarse en la figura 9, el volumen del aceite *Toxicodendron striatum* (Ruiz & Pav.) Kuntze de la muestra de raíz, en extracción por arrastre de vapor oscila entre 1,72 ml y 3,44 ml, mientras que por extracción continua los valores se encuentran entre 2,80 ml y 4,40 ml, mostrándose que el proceso de extracción continua produjo mayor volumen de aceite extraído que el proceso por arrastre de vapor.

#### 4.1.2. Caracterización química del aceite *Toxicodendron striatum* (Ruiz & Pav.)

*Kuntze extraído.*

**Tabla 3**

*Caracterización fitoquímica de las muestras de Toxicodendron striatum (Ruiz & Pav.) Kuntze*

Compuesto	Hojas (A)		Tallo (B)		Raíz (C)	
	Resultado nominal	Resultado signo	Resultado nominal	Resultado signo	Resultado nominal	Resultado signo
<b>a. Determinación de flavonoides</b>						
Reacción de Shinoda	Positivo	++	Positivo	+++	Positivo	+++
<b>b. Determinación de alcaloides</b>						
Reacción de Dragendorff	Positivo	++	Positivo	++	Positivo	+
Reactivo de Mayer	Positivo	++	Positivo	+	Positivo	+
<b>c. Determinación de núcleos esteroidales y triterpenos</b>						
Reacción de Liebermann y Burchard	Positivo	++	Positivo	+++	Positivo	+++
<b>d. Determinación de taninos</b>						
Reacción de gelatina	Positivo	+	Positivo	++	Positivo	+++
<b>e. Determinación fenoles</b>						
Cloruro férrico	Positivo	+++	Positivo	+++	Positivo	+++
<b>f. Determinación de aminoácidos</b>						
Reacción de ninhidrina	Positivo	+	Positivo	++	Positivo	++
<b>g. Determinación de hidratos de carbono</b>						
Reacción con fenol	Positivo	++	Positivo	+++	Positivo	+++
Reacción con Molisch	Positivo	++	Positivo	+++	Positivo	+++
<b>h. Determinación de lípidos</b>						
Reacción con todo	Positivo	+	Positivo	+	Positivo	+

*Nota:* Una cruz significa baja presencia, dos cruces mediana y tres cruces presencia alta del compuesto. Fuente: Elaborado en base a los reportes de Laboratorio de Química Farmacéutica de la Facultad de Farmacia y Bioquímica, de la UNMSM 2024.

Como puede verse en la tabla 2, el aceite de *Toxicodendron striatum* (Ruiz & Pav.) Kuntze, tiene en su composición diversas moléculas, las mismas que difieren ligeramente de acuerdo a la muestra de la planta obtenida; sin embargo, las moléculas encontradas, se encuentran presentes en todas las muestras. El análisis fitoquímico, da como resultado presencia del aceite en la muestra analizada, que cumple la función de solvente de las otras moléculas encontradas.

**Tabla 4**

*Presencia de sustancias grasas (aceites) de las muestras de Toxicodendron striatum (Ruiz & Pav.) Kuntze*

Muestra	Presencia
Hoja	Bajo
Tallo	Bajo
Raíz	bajo

*Fuente:* Elaborado en base a los reportes de Laboratorio de Química Farmacéutica de la Facultad de Farmacia y Bioquímica, de la UNMSM 2024.

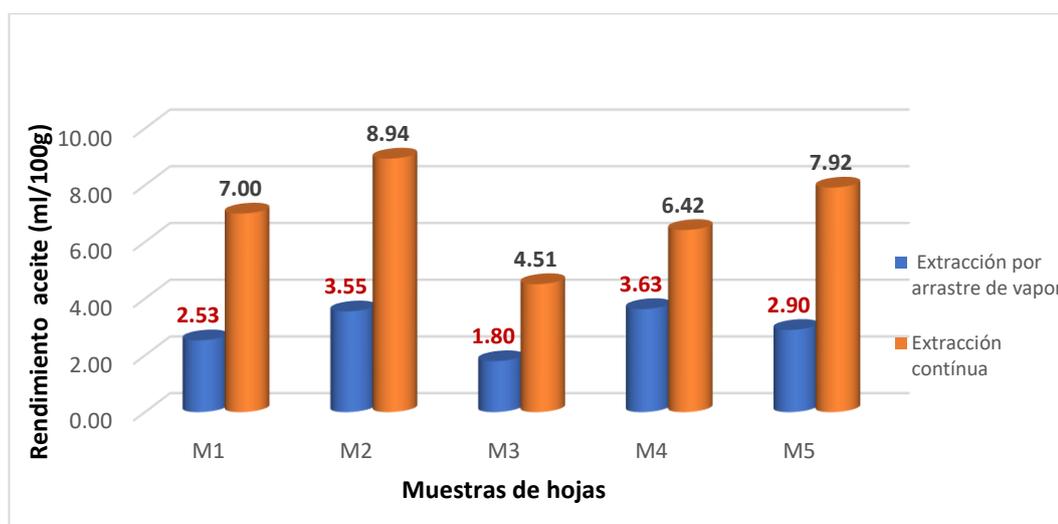
*Nota:* Determinación por el método reacción con yodo de hojas, tallo y raíz.

Como puede verse en la tabla 3, el rendimiento obtenido en la caracterización química de la muestra es bajo, aunque este análisis es cualitativo, nos da una idea que la presencia del aceite en las muestras son escasas. Los ensayos de extracción realizados, cuyos resultados se muestran en los siguientes ítems validan lo obtenido en el análisis fitoquímico.

#### 4.1.3. Rendimiento físico y caracterización química del aceite de *Toxicodendron striatum* (Ruiz & Pav.) Kuntze, según tipo de muestra y método de extracción

**Figura 10**

*Rendimiento de la extracción de aceite a partir de hojas por los métodos ensayados*



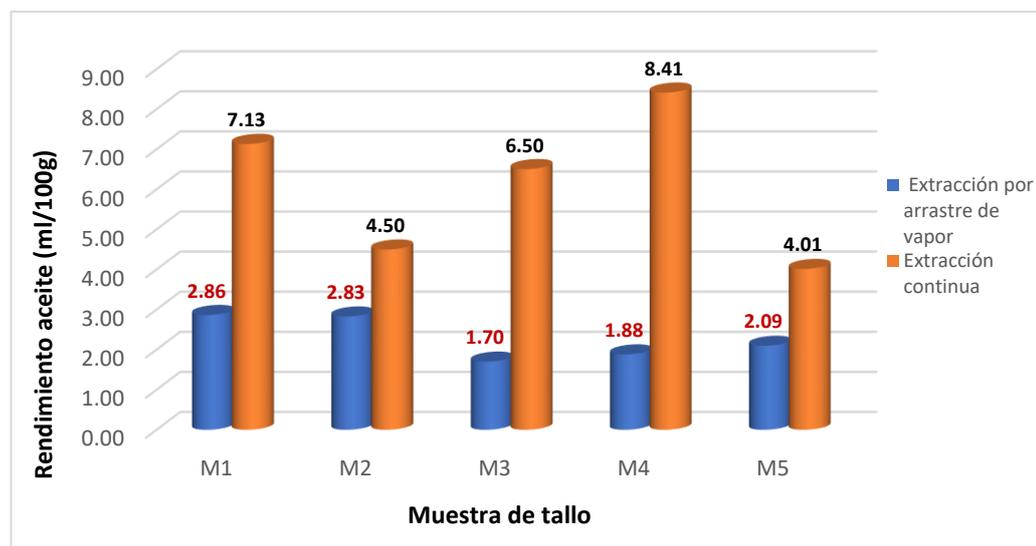
*Fuente:* Elaborado en base a los resultados del rendimiento físico del aceite (ml/100g) de la muestra de hojas.

*Nota:* La figura muestra que el arrastre de vapor es mayor en la muestra M4 y menor en la muestra M3. Entre tanto la extracción continua es alta en la muestra M2 seguido por M5 indicando que no hay correlación entre el rendimiento físico de aceite en muestras de hojas.

Se observa en la figura 10, que el rendimiento físico del aceite *Toxicodendron striatum* (Ruiz & Pav.) Kuntze de la muestra de hojas, en extracción por arrastre de vapor se encuentra entre 1,82 ml/100 g y 3,62 ml/100 g, mientras que por extracción continua los valores están entre 4,51 ml/100 g y 8,94 ml/100 g; teniéndose así, que el proceso de extracción continua produjo mayor rendimiento físico de aceite extraído que el proceso por arrastre de vapor.

**Figura 11**

*Rendimiento de la extracción de aceite a partir de tallo por los métodos ensayados*



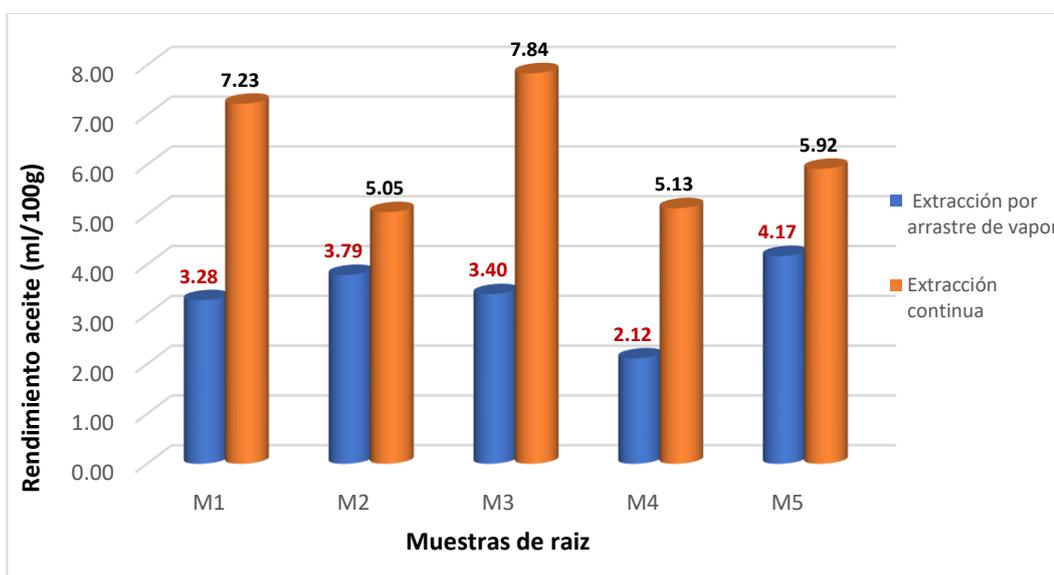
*Fuente:* Elaborado en base a los resultados del rendimiento físico del aceite (ml/100g) de la muestra de tallo.

*Nota:* La figura muestra que el arrastre de vapor es mayor en la muestra M1 y menor en la muestra M3. Entre tanto la extracción continua es alta en la muestra M4 seguido por M5 indicando que no hay correlación entre el rendimiento físico de aceite en muestras de tallo.

En la figura 11 se muestra, que el rendimiento físico del aceite *Toxicodendron striatum* (Ruiz & Pav.) Kuntze de la muestra de tallo, en extracción por arrastre de vapor se encuentra entre 1,70 ml/100 g y 2,86 ml/100 g, mientras que por extracción continua los valores están entre 4,01 ml/100 g y 8,41 ml/100 g; por lo que, el proceso de extracción continua produjo mayor rendimiento físico de aceite extraído que el proceso por arrastre de vapor.

**Figura 12**

*Rendimiento de la extracción de aceite a partir de raíces por los métodos ensayados*



*Fuente:* Elaborado en base a los resultados del rendimiento físico del aceite (ml/100g) de la muestra de raíz.

*Nota:* La figura muestra que el arrastre de vapor es mayor en la muestra M5 y menor en la muestra M4. Entre tanto la extracción continua es alta en la muestra M3 seguido por M2 indicando que no hay correlación entre el rendimiento físico de aceite en muestras de raíz.

En la figura 12 se observa que, el rendimiento físico del aceite *Toxicodendron striatum* (Ruiz & Pav.) Kuntze de la muestra de raíz, en extracción por arrastre de vapor se encuentra entre 2,12 ml/100 g y 4,17 ml/100 g, mientras que por extracción continua los valores están entre 5,05 ml/100 g y 7,84 ml/100 g; de lo cual se puede descifrar que el proceso de extracción continua produjo mayor rendimiento físico de aceite extraído que el proceso por arrastre de vapor.

**Tabla 5**

*Análisis de varianza ANOVA de los tratamientos en estudio sobre rendimiento del aceite de Toxicodendron striatum (Ruiz & Pav.) Kuntze*

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Tratamientos	102.1889	5	20.4378	13.3597	0.000002773	2.6207*
Error	36.7155	24	1.5298			
Total	138.9044	29				

**$\alpha = 0.05$**

*Nota:* \*Valor indica que si hay diferencia estadística significativa.

**Tabla 6**

*Prueba de Tukey para los tratamientos (método de extracción) en el rendimiento del aceite de Toxicodendron striatum (Ruiz & Pav.) Kuntze.*

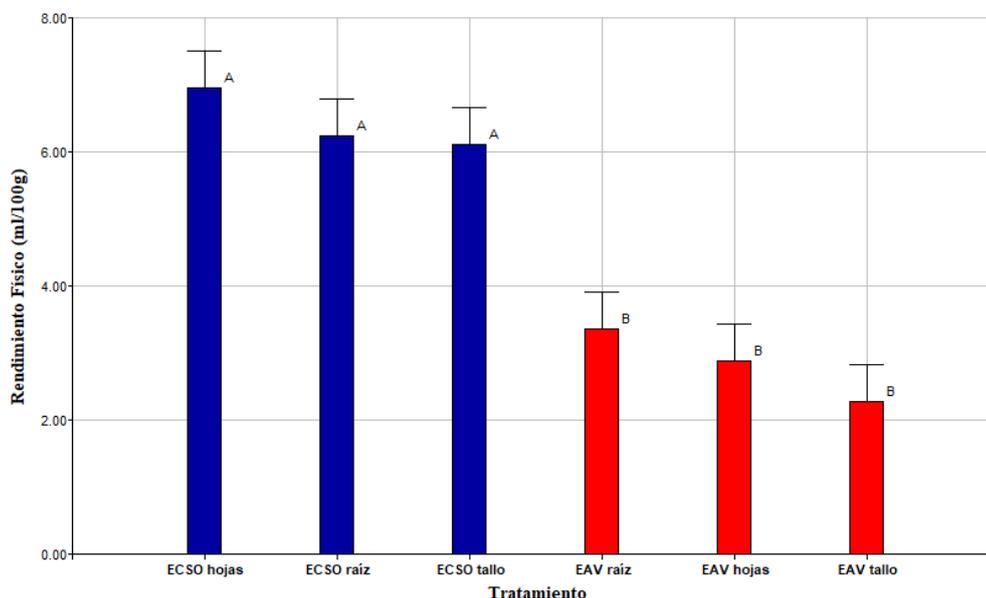
<b>Tratamientos</b>	<b>Medias</b>	<b>N°</b>	<b>E. E</b>	
<b>ECSO hojas</b>	6,96	5	0,55	A
<b>ECSO raíz</b>	6,23	5	0,55	A
<b>ECSO tallo</b>	6,11	5	0,55	A
<b>EAV raíz</b>	3,35	5	0,55	B
<b>EAV hojas</b>	2,88	5	0,55	B
<b>EAV tallo</b>	2,27	5	0,55	B

Test: Tukey Alfa= 0.05 DMS= 2.41905, Error: 1.5303, gl: 24

*Nota:* ECSO: extracción continua con solventes orgánicos. EAV: extracción por arrastre de vapor.

**Figura 13**

*Rendimiento físico del aceite de Toxicodendron striatum (Ruiz & Pav.) Kuntze por tratamiento de estudio*



*Nota:* Medidas con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

En la tabla 5 y figura 13 se puede determinar que el tipo de extracción del aceite influye significativamente en el rendimiento físico del aceite *Toxicodendron striatum* (Ruiz & Pav.) Kuntze. Esto quiere decir, que la extracción continua con solventes orgánicos aplicado en hojas, raíz y tallo dará como resultado un alto rendimiento físico; mientras que de la extracción por arrastre de vapor en el mismo tipo de muestras se obtiene un rendimiento físico bajo. Por lo que se determina, que el mejor método de extracción para el rendimiento físico del aceite es la extracción continua con solventes orgánicos.

## 4.2 Discusión

Luego de la obtención de los resultados, se puede afirmar que, la extracción continua con solventes orgánicos, genera un mayor rendimiento físico de aceite, obteniéndose un 6,96 %; sin embargo. Se demuestra además que, de acuerdo al tipo de muestra y al método de extracción el rendimiento físico de aceite varía, siendo mejor la muestra de hoja.

El método más apropiado para realizar la obtención de aceite y la muestra más adecuada para conseguir un alto rendimiento físico de aceite, es mediante la extracción continua con solventes orgánicos, utilizando hojas, teniéndose, así como lo muestran los resultados un 6,96 % de rendimiento físico de aceite, seguido de un 6,23 % obtenido de la raíz y un 6,11 % proveniente del tallo.

Se determinó también que, por medio del método de extracción por arrastre de vapor, se logró un porcentaje de rendimiento de aceite físico menor al porcentaje alcanzado por el método de extracción continua con solventes orgánicos. El rendimiento físico de aceite obtenido por el método de extracción por arrastre de vapor es de 3,35 % en raíz, 2,88 % en hojas y 2,27 % en tallo.

Al analizar el resultado obtenido de los dos métodos de extracción evaluados, podemos ver, que el que ha producido un mayor rendimiento físico de aceite es el método de extracción continua con solventes orgánicos; así mismo, de las tres muestras que fueron utilizadas para realizar la extracción, la que tuvo una mayor influencia fue la muestra de las hojas con un 6,96 %. Estos resultados son similares a los obtenidos por Pilco (2015), quien obtuvo el mejor tratamiento al utilizar la extracción continua con solventes orgánicos, y por ende el mejor porcentaje de rendimiento de aceite.

En cuanto a la caracterización química del aceite se realizó un análisis fitoquímico del aceite obtenido de las muestras de hoja, tallo y raíz, en un laboratorio especializado, se obtuvo como resultado que el aceite obtenido es una mezcla compleja, rica en fenoles, flavonoides, núcleos esteroidales y triterpenos, carbohidratos; una concentración media de alcaloides y taninos; y, un bajo contenido de aminoácidos y otros lípidos; todos estos compuestos disueltos en el aceite extraído. Igual procedimiento utilizado en Colina (2016) y Huanca (2021), quienes para el análisis de la composición química de los aceites extraídos en sus investigaciones también utilizaron el análisis fitoquímico de los mismos que permite obtener una descripción cuali cuantitativa de los compuestos presentes en el aceite.

Los métodos de extracción si influyen en el rendimiento físico del aceite, esto se vio demostrado con el análisis de varianza, que establece que, si hay diferencia en el rendimiento físico estadísticamente significativa, esto lo demuestra su  $\alpha = 0.000002$ , que es menor a la probabilidad de diseño que fue  $\alpha = 0,05$ , de esta manera queda validada parcialmente la hipótesis planteada que establece que existe influencia del método de

extracción sobre el rendimiento físico. Sin embargo, los resultados arrojaron en el análisis de varianza y la prueba pos hoc de Tukey que las muestras obtenidas de la planta ni influyen significativamente en el rendimiento físico del aceite; similar resultado obtuvo Puestas et al. (2022), en su investigación ensayo diversos tipos de muestra de la planta, obteniendo rendimientos físicos de la extracción de aceite diferentes.

Los resultados obtenidos en la presente investigación son válidos porque se siguió meticulosamente la metodología experimental planteada con una correcta utilización de los instrumentos de recolección de datos; al mismo tiempo los datos fueron procesados y analizados con estadística inferencial que permitió validar la hipótesis determinando el mejor método de producción como el de extracción continua y las muestras más ricas en aceite de la especie fueron las hojas. Así mismo, estos resultados se encuentran alineados tanto metodológica como analíticamente con los obtenidos por otros investigadores que estudiaron las variables y dimensiones de la presente investigación. Tomando en cuenta lo descrito anteriormente, los resultados obtenidos de la presente investigación son confiables y pueden ser utilizados para responder o aplicarse en la realidad problemática que dio origen a la investigación.

## CAPITULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1. Conclusiones

Se realizó la extracción del aceite de *Toxicodendron striatum* (Ruiz & Pav.) Kuntze, obteniéndose como resultado que el método de extracción continua produjo mayor volumen de aceite extraído sobre el método de arrastre por vapor, así mismo se obtuvo que la mayor producción de aceite se da cuando la muestra es de hojas.

Se realizó la caracterización química de la muestra de aceite, encontrándose que se trata de un aceite con sustancias diluidas, que están compuesta con un alto contenido de fenoles, flavonoides, núcleos esteroidales y triterpenos, carbohidratos; una concentración media de alcaloides y taninos; y, un bajo contenido de aminoácidos y otros lípidos.

Se determinó el mejor método de extracción y la muestra más adecuada, obteniéndose que el método de extracción continua usando muestras de hojas, generó el máximo rendimiento físico, con un valor de 6,96 %. La caracterización química demuestra que el aceite proveniente de las muestras de tallo y raíz son las que tienen más concentración de sustancias extractivas.

#### 5.2. Recomendaciones

Se recomienda a la Universidad Nacional de Cajamarca promover la investigación en sustancias extractiva de especies forestales, para incrementar el valor agregado de los recursos forestales del bosque.

Se recomienda continuar con la investigación en la extracción y purificación del aceite de *Toxicodendron striatum* (Ruiz & Pav.) Kuntze para viabilizar su comercialización a nivel local, nacional o internacional.

Las empresas o industrias locales farmacéuticas pueden tomar como referencia los resultados de la presente investigación para realizar el procesamiento farmacotécnico con el objeto de darle una aplicación en la salud humana.

## CAPITULO VI

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- “Aceites vegetales”. (s.f.). *Aceites vegetales*. BUNGE.  
<https://es.bungenorthamerica.com/products/categories/96-aceites-vegetales>
- Aguilar Vargas, M. (2018). *Análisis de rendimiento de las hojas de Cinnamomum zeylanicum, (canela) en la extracción de aceite esencial por arrastre con vapor, provenientes de dos Zonas de Ucayali* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Ucayali]. Repositorio UNU.  
<http://repositorio.unu.edu.pe/bitstream/handle/UNU/4009/000003602T-FORESTAL.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Benzi-Verónica, Stefanazz-Natalia and Ferrero-Adriana, (2009). Biological activity of essential oils from leaves and fruits of pepper tree (*Schinus molle* l.) to control rice weevil (*Sitophilus oryzae* l.). *Chilean journal of agricultural research*, 69(2):154-159.
- Cardenas, A. (s.f.). *Toxicodendron striatum*. Calameo.  
<https://es.calameo.com/read/005986867050d86b21280>
- Casado-Villaverde, I. (2018). *Optimización de la extracción de aceites esenciales por destilación en corriente de vapor* [Tesis de pregrado, Universidad de Politécnica de Madrid]. Repositorio UPM.  
[https://oa.upm.es/49669/1/TFG\\_IRENE\\_CASADO\\_VILLAVERDE.pdf](https://oa.upm.es/49669/1/TFG_IRENE_CASADO_VILLAVERDE.pdf)
- Castro Quispe, B. (2018). *Rendimiento de aceites esenciales de Schinus molle l. según tiempo de secado solar, de los frutos, la Mejorada-Huancavelica* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Centro del Perú]. Repositorio UNCP.  
[https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/5529/T010\\_45237568\\_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/5529/T010_45237568_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Ciencias ambientales. (2004). Determinación del contenido graso de leche en polvo: extracción soxhlet.  
[https://www.upo.es/depa/webdex/quimfis/docencia/TAQ/curso0405/TAQP5\\_0405.pdf](https://www.upo.es/depa/webdex/quimfis/docencia/TAQ/curso0405/TAQP5_0405.pdf)

- Colina Ramos, A. (2016). *Análisis fitoquímico, determinación cualitativa y cuantitativa de flavonoides y taninos, actividad antioxidante, antimicrobiana de las hojas de "Muehlenbeckia hastulata (J.E.Sm) I.M. Johnst" de la zona de Yucay (Cusco)* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos]. Repositorio UNMSM. <https://core.ac.uk/download/pdf/323351821.pdf>
- De química. (2022). Destilación por arrastre de vapor. <https://www.dequimica.info/destilacion-arrastre-vapor>
- Descriptores en ciencias de la salud [DeCS/MeSH]. (2020, 14 de enero). Aceites volátiles. <https://decs.bvsalud.org/es/ths/resource/?id=22585#Details>
- Díaz, R. (2018). Aceites esenciales con potencial económico en tres especies del género Piper procedentes de la Selva Central del Perú [Tesis, Universidad Nacional Agraria La Molina]. <https://hdl.handle.net/20.500.12996/3659>
- El Pequeño Agroindustrial. (2014, 9 de julio). *Extracción de Aceite: Prensado*. <http://elpequeñoagroindustrial.blogspot.com/2014/07/extraccion-de-aceite-prensado.html>
- González, S. (2020, 30 de julio). *Aceites esenciales: usos e importancia*. Tecnosoluciones. <https://tecnosolucionescr.net/blog/232-aceites-esenciales-sus-usos-e-importancia>
- <https://biblioteca.inia.cl/handle/20.500.14001/34905?show=full>
- Huanca Miranda, C. (2021). *Estudio fitoquímico del aceite esencial de la Aloysia aloysioides Loes & Moldenke y su evaluación de la actividad antibacteriana y antifúngica* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos]. Repositorio UNMSM. <https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/17432>
- Ingeniería química [IQR]. (2020, 31 de agosto). *Principales métodos de extracción de aceites esenciales*. <https://www.ingenieriaquimicareviews.com/2020/08/extraccion-aceites-esenciales-principales-metodos.html#Extraccion-con-solvets-volatil>

- Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana. (2012). *Priorización de especies maderables nativas para fuente de semillas en Molinopampa, Amazonas – Perú*. <http://www.iiap.org.pe/upload/publicacion/publ1414.pdf>
- Iñiguez-Guillen, R., Esqueda-Reyes, H., Escoto-García, T., Guillermo-Ochoa, H., Rodríguez-Rivas, A. y Contreras-Quiñones, H. (2014). Caracterización química de aceites esenciales y extractos de madera de dos especies de pinos del bosque La Primavera. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 6(28), 42-57. [https://www.scielo.org.mx/pdf/r\\_emcf/v6n28/v6n28a4.pdf](https://www.scielo.org.mx/pdf/r_emcf/v6n28/v6n28a4.pdf)
- Lopez-Luengo, M. (2004). Los aceites esenciales. *OFFARM*, 23(7), 88-91. <https://www.elsevier.es/es-revista-offarm-4-pdf-13064296>
- Mayo clinic. (2021, 14 de diciembre). Dermatitis. <https://www.mayoclinic.org/es-es/diseases-conditions/dermatitis-eczema/symptoms-causes/syc-20352380>
- Métodos de separación de mezclas. (2019, 29 de enero). Extracción. [https://metodosdeseparaciondemezclas.win/extraccion/#:~:text=La%20extracci%C3%B3n%20continua%2C%20tambi%C3%A9n%20llamada,soluble%20\(soluto\)%20al%20solvente.](https://metodosdeseparaciondemezclas.win/extraccion/#:~:text=La%20extracci%C3%B3n%20continua%2C%20tambi%C3%A9n%20llamada,soluble%20(soluto)%20al%20solvente.)
- Moreno, M. V. (2008). Dermatitis por *Toxicodendron striatum* (“manzanillo”). *Acta Médica Colombiana*, 33(3), 135-138. Recuperado a partir de <http://www.actamedicacolombiana.com/ojs/index.php/actamed/article/view/1770>
- Nutrinews. (2015). Extractos vegetales I aplicación para la reducción de estrés. <https://nutrinews.com/extractos-vegetales-i-aplicacion-para-la-reduccion-del-estres/>
- Perdomo Acevedo, D. y Palomares, B. (2015). *Extracción y evaluación de rendimientos de los aceites esenciales del árbol Aniba perutilis hemsley (comino) mediante el método de arrastre con vapor* [ Tesis de pregrado, Universidad Nacional Abierta y a Distancia CEAD Florencia]. Repositorio UNAD. <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/3456/17685012.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Perez, R. y Condit, R. (s.f.). *Toxicodendron striatum (Ruiz & Pav.) Kuntze*. Smithsonian. <https://panamabiota.org/stri/taxa/index.php?taxon=70502&clid=59>

- Pilco Saca, G. (2015). *Optimización del proceso de extracción de aceite de Ungurahua (Oenocarpus bataua) en función del rendimiento* [Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Ambato]. Repositorio UTA.  
<https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/9366/1/AL%20558.pdf>
- Puecas, M., Herrera, E., Moscol, J. y Solís, J. (2022). Rendimiento de aceite esencial a partir de madera de *Bursera graveolens*: Aprovechamiento de astillas, viruta y aserrín. *Manglar*, 19(2), 131-136.  
<https://erp.untumbes.edu.pe/revistas/index.php/manglar/article/view/314>
- Rhus striata. (2022, 20 de septiembre). *Wikipedia, La enciclopedia libre*. Fecha de consulta: 17:24, noviembre 29, 2022 desde  
[https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Rhus\\_striata&oldid=146067323](https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Rhus_striata&oldid=146067323).
- Rhus striata. (2022, 20 de septiembre). *Wikipedia, La enciclopedia libre*. Fecha de consulta: 23:40, noviembre 29, 2022 desde  
[https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Rhus\\_striata&oldid=146067323](https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Rhus_striata&oldid=146067323).
- Rodriguez, M., Alcaraz, L. y Real, S. *Procedimientos para la extracción de aceite esenciales en plantas aromáticas*. Proyecto Sagarpa- Conacyt. (2012). Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. I. México. DF. 47 pag.  
[https://cibnor.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1001/540/1/rodriguez\\_m.pdf](https://cibnor.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1001/540/1/rodriguez_m.pdf)
- Salgado, A. F., Burbano, L. V. y Serna, J. D. (s.f.). Destilación fraccionada de una mezcla. <https://www.studocu.com/en-gb/document/university-of-northampton/mathematical-modelling/articulo-destilacion-fraccionada/3088796>
- Sampietro, A., Isla, M., Quiroga, E. y Vattuone, M. (1997). Importancia del estudio fitoquímico en la formación del profesional farmacéutico. *Acta farmacéutica Bonaerense*, 16(4), 245-249. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/7145>
- Sistema Nacional de Aprendizaje SENA. (2012). *Introducción a la industria de los aceites esenciales extraídos de las plantas medicinales y aromáticas*.  
[https://repositorio.sena.edu.co/sitios/introduccion\\_industria\\_aceites\\_esenciales\\_plantas\\_medicinales\\_aromaticas/index.html#](https://repositorio.sena.edu.co/sitios/introduccion_industria_aceites_esenciales_plantas_medicinales_aromaticas/index.html#)
- Tropicos.org. Jardín Botánico de Misuri. 02 de noviembre de 2022  
<https://tropicos.org/name/1300289>.

Universidad de Antioquia. (2003). Aceites esenciales. [http://www.med-informatica.com/OBSERVAMED/Descripciones/AceitesEsencialesUdeA\\_esencias2001b.pdf](http://www.med-informatica.com/OBSERVAMED/Descripciones/AceitesEsencialesUdeA_esencias2001b.pdf)

## CAPITULO VII

### ANEXO

#### ANEXO 01. Matriz de consistencia de la investigación

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	METODOLOGÍA
<p><b>General:</b> ¿Cuál es el Rendimiento físico y la caracterización química del aceite de <i>Toxicodendron striatum</i> (Ruiz &amp; Pav.) usando dos metodologías, Jaén 2022?</p>	<p><b>General:</b> Determinar el Rendimiento físico y caracterización química del aceite de <i>Toxicodendron striatum</i> (Ruiz &amp; Pav.) usando dos metodologías, Jaén 2022.</p> <p><b>Específico 01:</b> Realizar la extracción del aceite de <i>Toxicodendron striatum</i> (Ruiz &amp; Pav.) con dos métodos de extracción y usando muestras de hojas, tallos y raíz.</p> <p><b>Específico 02:</b> Caracterizar químicamente el aceite de <i>Toxicodendron striatum</i> (Ruiz &amp; Pav.) extraído.</p> <p><b>Específico 03:</b> Determinar el mejor método de extracción y la muestra más adecuada para el aceite de <i>Toxicodendron striatum</i> (Ruiz &amp; Pav.) expresado en su rendimiento físico y caracterización químico.</p>	<p><b>General:</b> Es posible determinar el rendimiento físico y la caracterización química del aceite de <i>Toxicodendron striatum</i> (Ruiz &amp; Pav.) siguiendo dos metodologías apropiadas para el proceso.</p>	<p><b>Independiente</b> Metodología de extracción.</p> <p><b>Dependiente</b> Aceite esencial de <i>Toxicodendrum striatum</i>.</p>	<p>Diseño experimental aleatorio del tipo factorial A*B. Factor A: partes de la planta. Factor B: procesos de extracción.</p>

## ANEXO 02. Constancia de identificación de la especie

**LEIWER FLORES FLORES**  
**ESPECIALISTA EN DENDROLOGÍA**  
C.I.P. N° 56894  
Cel. 918217105  
Email: lflores@unc.edu.pe

LEIWER FLORES FLORES, CON REGISTRO C.I.P. N° 56894 - ESPECIALISTA EN DENDROLOGÍA.

### CERTIFICA:

La identificación de la muestra de un árbol proveniente del caserío La Laguna, distrito Las Pirias, provincia Jaén, departamento Cajamarca, con fines de investigación de la tesis titulada: **“RENDIMIENTO FÍSICO Y CARACTERIZACIÓN QUÍMICA DEL ACEITE DE *Toxicodendron striatum* (RUIZ & PAV.) USANDO DOS METODOLOGÍAS, JAÉN 2023”**, solicitada por la Bach. **Carmen Mireya Sandoval Guerrero**. La muestra fue estudiada, identificada y ordenada para grupos taxonómicos de Gimnospermae y Angiospermae, de acuerdo al Sistema de Clasificación APG IV - 2016, se presenta a continuación:

Categorías -Clados	Sistema APG IV - 2016
División	Angiospermae L.
Clase	Equisetosida C. Agardh
Subclase	Magnoliidae Novák ex Takht.
Superorden	Rosanae Takht.
Orden	Sapindales Juss. ex Bercht. y J. Presl
Familia	Anacardiaceae R. Br.
Género	<i>Toxicodendron</i> Mill.
Especie	<i>Toxicodendron striatum</i> (Ruiz & Pav.) Kuntze

Jaén, 28 de febrero del 2024.

Ing. M. Cs. Leiver Flores Flores  
Especialista en Dendrología  
C.I.P. N° 56894

### ANEXO 03. Instrumentos de recolección de datos

<b>PESO DE LA MUESTRA SECA SIN SOBRE</b>			
	<b>TALLO</b>	<b>HOJAS</b>	<b>RAÍZ</b>
<b>M1</b>	46,08 g	21,41 g	40,35 g
<b>M2</b>	52,26 g	23,7 g	40,44 g
<b>M3</b>	33,05 g	23,18 g	41,13 g
<b>M4</b>	32,79 g	19,84 g	39,6 g
<b>M5</b>	49,8 g	20,53 g	39,05 g

N°	<b>HOJA</b>		<b>TALLO</b>		<b>RAIZ</b>	
	<b>Extracción por arrastre de vapor (ml)</b>	<b>Extracción continua (ml)</b>	<b>Extracción por arrastre de vapor (ml)</b>	<b>Extracción continua (ml)</b>	<b>Extracción por arrastre de vapor (ml)</b>	<b>Extracción continua (ml)</b>
<b>M1</b>	2,48	3,60	2,76	4,00	2,64	4,00
<b>M2</b>	3,48	4,80	2,76	2,80	3,12	2,80
<b>M3</b>	1,76	2,40	1,68	2,80	2,88	4,40
<b>M4</b>	3,56	3,20	1,88	3,60	1,72	2,80
<b>M5</b>	2,84	4,00	2,08	2,40	3,44	3,20

N°	<b>Peso muestra hoja (g)</b>		<b>Peso muestra tallo (g)</b>		<b>Peso muestra raíz (g)</b>	
	<b>Extracción por arrastre de vapor</b>	<b>Extracción continua</b>	<b>Extracción por arrastre de vapor</b>	<b>Extracción continua</b>	<b>Extracción por arrastre de vapor</b>	<b>Extracción continua</b>
<b>M1</b>	98,00	51,41	96,35	56,08	80,40	55,35
<b>M2</b>	98,00	53,70	97,65	62,26	82,33	55,44
<b>M3</b>	98,00	53,18	98,80	43,05	84,61	56,13
<b>M4</b>	98,00	49,84	100,00	42,79	81,32	54,60
<b>M5</b>	98,00	50,53	99,30	59,80	82,54	54,05

N°	<b>Rendimiento físico hoja (ml/100g)</b>		<b>Rendimiento físico tallo (ml/100g)</b>		<b>Rendimiento físico raíz (ml/100g)</b>	
	<b>Extracción por arrastre de vapor</b>	<b>Extracción continua</b>	<b>Extracción por arrastre de vapor</b>	<b>Extracción continua</b>	<b>Extracción por arrastre de vapor</b>	<b>Extracción continua</b>
<b>M1</b>	2,53	7,00	2,86	7,13	3,28	7,23
<b>M2</b>	3,55	8,94	2,83	4,50	3,79	5,05
<b>M3</b>	1,80	4,51	1,70	6,50	3,40	7,84
<b>M4</b>	3,63	6,42	1,88	8,41	2,12	5,13
<b>M5</b>	2,90	7,92	2,09	4,01	4,17	5,92
<b>Promedio</b>	<b>2,88</b>	<b>6,96</b>	<b>2,27</b>	<b>6,11</b>	<b>3,35</b>	<b>6,23</b>

	T1	T2	T3	T4	T5	T6
N°	EAV hojas (ml/100g)	ECSO hojas (ml/100g)	EAV tallo (ml/100g)	ECSO tallo (ml/100g)	EAV raíz (ml/100g)	ECSO raíz (ml/100g)
M1	2,53	7,00	2,86	7,13	3,28	7,23
M2	3,55	8,94	2,83	4,50	3,79	5,05
M3	1,80	4,51	1,70	6,50	3,40	7,84
M4	3,63	6,42	1,88	8,41	2,12	5,13
M5	2,90	7,92	2,09	4,01	4,17	5,92
<b>Promedio</b>	<b>2,88</b>	<b>6,96</b>	<b>2,27</b>	<b>6,11</b>	<b>3,35</b>	<b>6,23</b>

Tratamiento	Rendimiento Físico (ml/100g)
EAV hojas	2,53
EAV hojas	3,55
EAV hojas	1,80
EAV hojas	3,63
EAV hojas	2,90
ECSO hojas	7,00
ECSO hojas	8,94
ECSO hojas	4,51
ECSO hojas	6,42
ECSO hojas	7,92
EAV tallo	2,86
EAV tallo	2,83
EAV tallo	1,70
EAV tallo	1,88
EAV tallo	2,09
ECSO tallo	7,13
ECSO tallo	4,50
ECSO tallo	6,50
ECSO tallo	8,41
ECSO tallo	4,01
EAV raíz	3,28
EAV raíz	3,79
EAV raíz	3,40
EAV raíz	2,12
EAV raíz	4,17
ECSO raíz	7,23
ECSO raíz	5,05
ECSO raíz	7,84
ECSO raíz	5,13
ECSO raíz	5,92

## ANEXO 04. Resultados y procesamiento estadístico

### CONSTANCIA

Mediante la presente se hace constar que la Bachiller Srta. Carmen Mireyra Sandoval Guerrero ha desarrollado el trabajo experimental de la tesis:

“RENDIMIENTO FÍSICO Y CARACTERIZACIÓN QUÍMICA DEL ACEITE DE *Toxicodendron striatum* (RUIZ & PAV.) USANDO DOS METODOLOGÍAS, JAÉN 2023”

Actividad Hojas del extracto etanolico *Toxicodendrum striatum*

En el Laboratorio de Química Farmacéutica de la Facultad de Farmacia y Bioquímica, de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, habiendo realizado obtención del extracto etanolico 50% y acetona 50 % de las hojas, tamizaje fitoquímico, bajo la supervisión del Mg. Q.F. Juan Roberto Pérez León Camborda durante el mes diciembre del año 2023.

Se expide la presente a pedido del interesado para los fines que viera por conveniente.

Lima ,4 de enero del 2024

  
J. ROBERTO PEREZ LEÓN C.  
QUÍMICO FARMACÉUTICO  
CQFP. 00431 DIRECTOR TÉCNICO --

## CONSTANCIA

Mediante la presente se hace constar que la Bachiller Srta. Carmen Mireyra Sandoval Guerrero ha desarrollado el trabajo experimental de la tesis:

“RENDIMIENTO FÍSICO Y CARACTERIZACIÓN QUÍMICA DEL ACEITE DE *Toxicodendron striatum* (RUIZ & PAV.) USANDO DOS METODOLOGÍAS, JAÉN 2023”

Actividad Tallo del extracto etanolico *Toxicodendrum striatum*

En el Laboratorio de Química Farmacéutica de la Facultad de Farmacia y Bioquímica, de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, habiendo realizado obtención del extracto etanolico 50% y acetona 50 % del tallo, tamizaje fitoquímico, bajo la supervisión del Mg. Q.F. Juan Roberto Pérez León Camborda durante el mes diciembre del año 2023.

Se expide la presente a pedido del interesado para los fines que viera por conveniente.

Lima ,4 de enero del 2024

  
.....  
J. ROBERTO PEREZ LEÓN C.  
QUÍMICO FARMACÉUTICO  
COFR. 00431 DIRECTOR TÉCNICO

## CONSTANCIA

Mediante la presente se hace constar que la Bachiller Srta. Carmen Mireyra Sandoval Guerrero ha desarrollado el trabajo experimental de la tesis:

“RENDIMIENTO FÍSICO Y CARACTERIZACIÓN QUÍMICA DEL ACEITE DE *Toxicodendron striatum* (RUIZ & PAV.) USANDO DOS METODOLOGÍAS, JAÉN 2023”

Actividad Raíz del extracto etanolico *Toxicodendrum striatum*

En el Laboratorio de Química Farmacéutica de la Facultad de Farmacia y Bioquímica, de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, habiendo realizado obtención del extracto etanolico 50% y acetona 50 % de la raíz, tamizaje fitoquímico, bajo la supervisión del Mg. Q.F. Juan Roberto Pérez León Camborda durante el mes diciembre del año 2023.

Se expide la presente a pedido del interesado para los fines que viera por conveniente.

Lima ,4 de enero del 2024

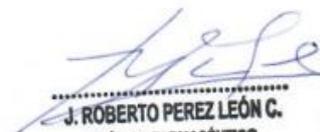
  
J. ROBERTO PEREZ LEÓN C.  
QUÍMICO FARMACÉUTICO  
CQFP. 00431 DIRECTOR TÉCNICO

TABLA Resultados Toxicodendron striatum A

<b>A) Determinación de flavonoides</b>		
Reacción de Shinoda:	positivo	++
<b>B) Determinación de alcaloides</b>		
Reacción de Dragendorff	positivo	++
Reactivo de Mayer	positivo	++
<b>C) Determinación de núcleos esteroidales y triterpenos</b>		
Reacción de Liebermann y Burchard	positivo	++
<b>D) Determinación de taninos</b>		
Reacción de Gelatina	positivo	+
<b>E) Determinación de fenoles</b>		
Cloruro férrico	positivo	+++
<b>F) Determinación de aminoácidos</b>		
Reacción de ninhidrina	positivo	+
<b>G) Determinación de hidratos de carbono</b>		
Reacción con fenol	positivo	++
Reacción con Molisch	positivo	++
<b>H) Determinación de lípidos</b>		
Reacción con Iodo	positivo	+

  
**J. ROBERTO PÉREZ LEÓN C.**  
 QUÍMICO FARMACÉUTICO  
 COFP. 00431 DIRECTOR TÉCNICO

TABLA Resultados Toxicodendron striatum B

<b>A) Determinación de flavonoides</b>		
Reacción de Shinoda:	positivo	+++
<b>B) Determinación de alcaloides</b>		
Reacción de Dragendorff	positivo	++
Reactivo de Mayer	positivo	+
<b>C) Determinación de núcleos esteroidales y triterpenos</b>		
Reacción de Liebermann y Burchard	positivo	+++
<b>D) Determinación de taninos</b>		
Reacción de Gelatina	positivo	++
<b>E) Determinación de fenoles</b>		
Cloruro férrico	positivo	+++
<b>F) Determinación de aminoácidos</b>		
Reacción de ninhidrina	positivo	++
<b>G) Determinación de hidratos de carbono</b>		
Reacción con fenol	positivo	+++
Reacción con Molisch	positivo	+++
<b>H) Determinación de lípidos</b>		
Reacción con Iodo	positivo	+

  
 J. ROBERTO PEREZ LEÓN C.  
 QUÍMICO FARMACÉUTICO  
 COFP. 00431 DIRECTOR TÉCNICO

TABLA Resultados Toxicodendron striatum C

<b>A) Determinación de flavonoides</b>		
Reacción de Shinoda:	positivo	+++
<b>B) Determinación de alcaloides</b>		
Reacción de Dragendorff	positivo	+
Reactivo de Mayer	positivo	+
<b>C) Determinación de núcleos esteroidales y triterpenos</b>		
Reacción de Liebermann y Burchard	positivo	+++
<b>D) Determinación de taninos</b>		
Reacción de Gelatina	positivo	+++
<b>E) Determinación de fenoles</b>		
Cloruro férrico	positivo	+++
<b>F) Determinación de aminoácidos</b>		
Reacción de ninhidrina	positivo	++
<b>G) Determinación de hidratos de carbono</b>		
Reacción con fenol	positivo	+++
Reacción con Molisch	positivo	+++
<b>H) Determinación de lípidos</b>		
Reacción con Iodo	positivo	+

  
**J. ROBERTO PEREZ LEÓN C.**  
 QUÍMICO FARMACÉUTICO  
 CQFP. 00431 DIRECTOR TÉCNICO

Nueva tabla : 12/02/2024 - 08:30:48 p. m. - [Versión : 30/04/2020]

**Análisis de la varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Rendimiento Físico (ml/100..	30	0.74	0.68	26.69

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	102.23	5	20.45	13.36	<0.0001
Tratamiento	102.23	5	20.45	13.36	<0.0001
Error	36.73	24	1.53		
Total	138.95	29			

**Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=2.41905**

Error: 1.5303 gl: 24

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
ECSO hojas	6.96	5	0.55	A
ECSO raíz	6.23	5	0.55	A
ECSO tallo	6.11	5	0.55	A
EAV raíz	3.35	5	0.55	B
EAV hojas	2.88	5	0.55	B
EAV tallo	2.27	5	0.55	B

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

**Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=2.41905**

Error: 1.5303 gl: 24

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
ECSO hojas	6.96	5	0.55	A
ECSO raíz	6.23	5	0.55	A
ECSO tallo	6.11	5	0.55	A
EAV raíz	3.35	5	0.55	B
EAV hojas	2.88	5	0.55	B
EAV tallo	2.27	5	0.55	B

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

## ANEXO 05. Panel fotográfico



Foto 01 y 02. Obtención de las muestras de hojas



Foto 03. Obtención de las muestras de tallo



Foto 04. Obtención de las muestras de raíz



Foto 05 y 06. Preparación de las muestras de hojas



Foto 07. Preparación de las muestras de tallo



Foto 08. Preparación de las muestras de raíz



Foto 09 y 10. Extracción continua con solventes orgánicos de hojas



Foto 11 y 12. Extracción continua con solventes orgánicos del tallo



Foto 13. Extracción continua con solventes orgánicos de la raíz



Foto 14. Medición del aceite obtenido de extracción continua con solventes orgánicos



Foto 15. Muestras obtenidas por extracción continua con solventes orgánicos

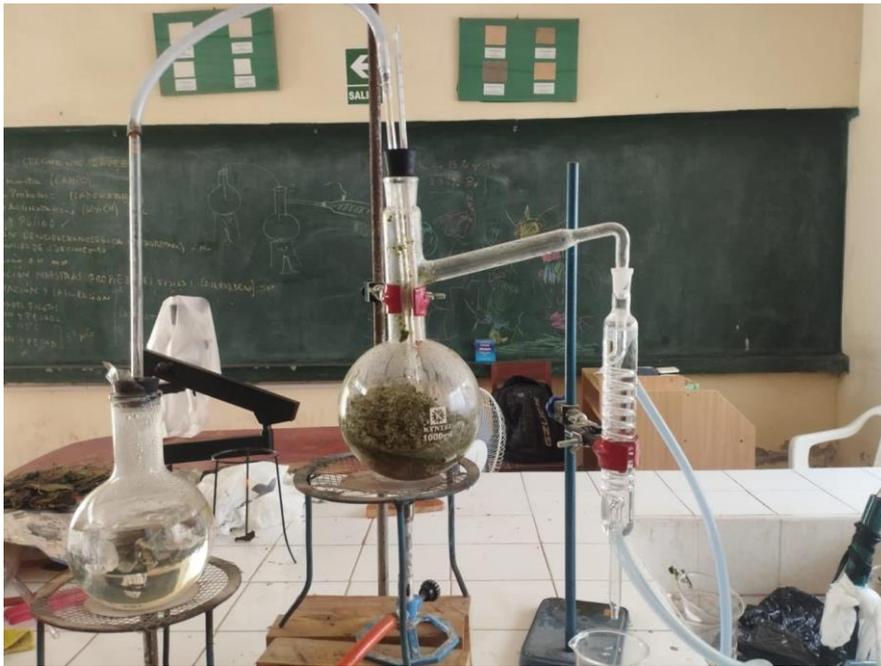


Foto 16. Extracción por arrastre de vapor de hojas



Foto 17. Extracción por arrastre de vapor de tallo



Foto 18. Extracción por arrastre de vapor de raíz



Foto 19. Medición de aceite obtenido de la extracción por arrastre de vapor



Foto 20. Muestras obtenidas por extracción con arrastre de vapor

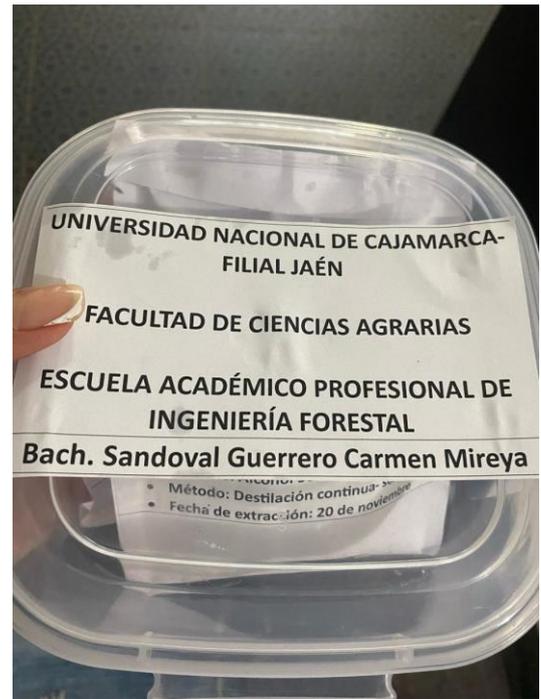
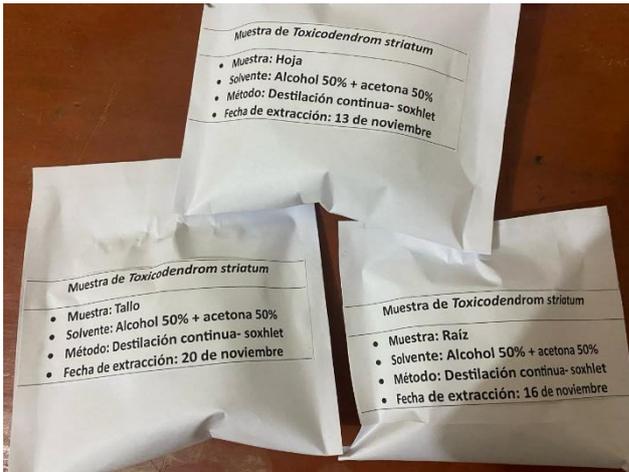


Foto 21 y 22. Preparación de muestras para análisis fitoquímico de la extracción continua con solventes orgánicos