



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Química

**CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA Y FITOQUÍMICA DEL EXTRACTO DE LA HOJA DE
LA ORTIGA (*Chichicaste discocnide mexicana*) PROCEDENTE DE LA CIUDAD DE
ANTIGUA GUATEMALA, SACATEPÉQUEZ, PARA SU POSIBLE UTILIZACIÓN EN LA
PRODUCCIÓN DE INSECTICIDAS**

Jonathan Enrique López Santizo
Asesorado por el Ing. Gerardo Ordoñez

Guatemala, junio de 2021

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA Y FITOQUÍMICA DEL EXTRACTO DE LA HOJA DE
LA ORTIGA (*Chichicaste discocnide mexicana*) PROCEDENTE DE LA CIUDAD DE
ANTIGUA GUATEMALA, SACATEPÉQUEZ, PARA SU POSIBLE UTILIZACIÓN EN LA
PRODUCCIÓN DE INSECTICIDAS**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

JONATHAN ENRIQUE LÓPEZ SANTIZO
ASESORADO POR EL ING. GERARDO ORDOÑEZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO QUÍMICO

GUATEMALA, JUNIO DE 2021

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Christian Moisés de la Cruz Leal
VOCAL V	Br. Kevin Vladimir Armando Cruz Lorente
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
EXAMINADORA	Inga. Mercedes Esther Roquel Chávez
EXAMINADOR	Ing. Pablo Enrique Morales Paniagua
EXAMINADORA	Inga. Adela María Marroquín González
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA Y FITOQUÍMICA DEL EXTRACTO DE LA HOJA DE LA ORTIGA (*Chichicaste discocnide mexicana*) PROCEDENTE DE LA CIUDAD DE ANTIGUA GUATEMALA, SACATEPÉQUEZ, PARA SU POSIBLE UTILIZACIÓN EN LA PRODUCCIÓN DE INSECTICIDAS

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Química, con fecha noviembre del 2018.

Jonathan Enrique López Santizo

Guatemala 17 de agosto de 2020

Ingeniero
Williams Guillermo Álvarez Mejía
Directos de Escuela de Ingeniería Química
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos de Guatemala
Presente

Estimado Ingeniero Álvarez:

Por medio de la presente **HAGO CONSTAR** que he revisado y dado la Aprobación al Informe Final y a los Artículos Científicos del trabajo de graduación titulado **"CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA Y FITOQUÍMICA DEL EXTRACTO DE LA HOJA DE LA ORTIGA (*Chichicaste discocnide mexicana*) PROCEDENTE DE LA CIUDAD DE ANTIGUA GUATEMALA, SACATEPÉQUEZ, PARA SU POSIBLE UTILIZACIÓN EN LA PRODUCCIÓN DE INSECTICIDAS"**, del estudiante de Ingeniería Química Jonathan Enrique López Santizo quien se identifica con CUI No. 3450 96754 0101 y registro académico número 2014-03807.

Sin otro particular me suscribo a usted.

Atentamente,



Gerardo Ordoñez

Asesor

Ingeniero Químico

Colegiado activo No. 1296

**Gerardo Ordoñez
Ingeniero Químico
Colegiado No. 1296**



Guatemala, 11 de febrero de 2021.
Ref. EIQ.TG-IF.006.2021.

Ingeniero
Williams Guillermo Álvarez Mejía
DIRECTOR
Escuela de Ingeniería Química
Facultad de Ingeniería

Estimado Ingeniero Álvarez:

Como consta en el registro de evaluación, correlativo **059-2018**, le informo que reunidos los Miembros de la Terna nombrada por la Escuela de Ingeniería Química, se practicó la revisión del:

INFORME FINAL

Solicitado por el estudiante universitario: **Jonathan Enrique López Santizo**.
Identificado con número de carné: **3450967540101**.
Identificado con registro académico: **201403807**.
Previo a optar al título de la carrera: **Ingeniería Química**.
En la modalidad: **Informe Final, Seminario de Investigación**.

Siguiendo los procedimientos de revisión interna de la Escuela de Ingeniería Química, los Miembros de la Terna han procedido a **APROBARLO** con el siguiente título:

CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA Y FITOQUÍMICA DEL EXTRACTO DE LA HOJA DE LA ORTIGA (*Chichicaste discocnide mexicana*) PROCEDENTE DE LA CIUDAD DE ANTIGUA GUATEMALA, SACATEPÉQUEZ, PARA SU POSIBLE UTILIZACIÓN EN LA PRODUCCIÓN DE INSECTICIDAS

El Trabajo de Graduación ha sido asesorado por:

Gerardo Ordoñez, profesional de la Ingeniería Química

Habiendo encontrado el referido trabajo de graduación **SATISFACTORIO**, se autoriza al estudiante, proceder con los trámites requeridos de acuerdo a las normas y procedimientos establecidos por la Facultad para su autorización e impresión.

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"



Adela María Marroquín González
profesional de la Ingeniería Química
COORDINADOR DE TERNA
Tribunal de Revisión
Trabajo de Graduación

C.c.: archivo

Adela María Marroquín González
Ingeniera Química Col. No. 1446





Guatemala, 24 de mayo de 2021.
Ref. EIQ.095.2021

Aprobación del informe final del trabajo de graduación

Ingeniera
Aurelia Anabela Cordova Estrada
Decana
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos de Guatemala

Revisado el INFORME FINAL DEL TRABAJO DE GRADUACIÓN (TESIS), DENOMINADO **CARACTERIZACIÓN FISCOQUÍMICA Y FITOQUÍMICA DEL EXTRACTO DE LA HOJA DE LA ORTIGA (*Chichicaste discocnide mexicana*) PROCEDENTE DE LA CIUDAD DE ANTIGUA GUATEMALA, SACATEPÉQUEZ, PARA SU POSIBLE UTILIZACIÓN EN LA PRODUCCIÓN DE INSECTICIDAS** del(la) estudiante Jonathan Enrique López Santizo, se conceptúa que el documento presentado, reúne todas las condiciones de calidad en materia administrativa y académica (rigor, pertinencia, secuencia y coherencia metodológica), por lo tanto, se procede a la autorización del mismo, para que el(la) estudiante pueda optar al título de Ingeniería Química.

“Id y Enseñad a Todos”



Ing. Williams G. Álvarez Merlo, M.I.Q., M.U.I.E.
DIRECTOR
Escuela de Ingeniería Química

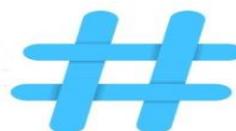
Cc. Archivo
WGAM/mpeca



Agencia Centroamericana de Acreditación de
Programas de Arquitectura y de Ingeniería



Formando Ingenieros Químicos en Guatemala desde 1939



**NO SALGAS
QUÉDATE EN
CASA**

DTG. 237.2021.

La Decana de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Química, al Trabajo de Graduación titulado: **CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA Y FITOQUÍMICA DEL EXTRACTO DE LA HOJA DE LA ORTIGA (*Chichicaste discocnide mexicana*) PROCEDENTE DE LA CIUDAD DE ANTIGUA GUATEMALA, SACATEPÉQUEZ, PARA SU POSIBLE UTILIZACIÓN EN LA PRODUCCIÓN DE INSECTICIDAS**, presentado por el estudiante universitario: **Jonathan Enrique López Santizo**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
DECANA
FACULTAD DE INGENIERÍA
★

Inga. Anabela Cordova Estrada
Decana

Guatemala, junio de 2021.

AACE/asga

ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Por estar a mi lado durante todo mi proceso de formación y ayudarme cada día a ser una mejor persona.
- Mis padres** Por ser una guía y motivación para superarme cada día en todos los aspectos de mi vida, por su amor, paciencia, comprensión y apoyo. Por siempre ser pilares en mi vida.
- Mis hermanos** Fabricio, Fernanda (Tati), Valery y Quetzali López. Por ser una importante influencia en mi vida, por apoyarme, amarme y ser parte de mi formación.
- Mi Tia Ingrid** Por haberme ayudado en conseguir mi materia prima y por el cariño que tiene hacia toda mi familia.
- Mis amigos** Por acompañarme en todo mi proceso de formación y alentarme a siempre seguir adelante.

AGRADECIMIENTOS A:

Universidad de San Carlos de Guatemala	Por ser una importante influencia en mi carrera, y ser parte de mi vida profesional.
Facultad de Ingeniería	Por brindarme de sus conocimientos.
Mi familia	Por apoyarme incondicionalmente y permitirme alcanzar este logro.
Mi asesor	Por apoyarme y brindarme el tiempo necesario para el desarrollo del presente trabajo.
Mis amigos	Por ayudarme en el desarrollo de mi tesis, en el desarrollo de la carrera y mi vida personal.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	IX
GLOSARIO	XI
RESUMEN	XIII
OBJETIVOS.....	XV
HIPÓTESIS.....	XVII
INTRODUCCIÓN.....	XIX
1. ANTECEDENTES	1
2. MARCO TEORICO	5
2.1. Ortiga	5
2.2. Descripción botánica.....	5
2.3. Composición	8
2.4. Agricultura	9
2.5. Habidad.....	10
2.6. Operaciones unitarias	11
2.6.1. Transferencia de masa	13
2.6.2. Lixiviación	13
2.6.2.1. Principios Químicos.....	14
2.6.2.2. Factores que afectan la extracción	15
2.7. Métodos de extracción.....	16
2.7.1. Técnica Soxhlet	16
2.7.2. Variables en el proceso de extracción.....	17
2.7.2.1. Variable independiente: temperatura ...	17

2.7.2.2.	Variable independiente: método extractivo	18
2.7.2.3.	Variable independiente: tamaño de partícula.....	18
2.7.2.4.	Variable independiente: agitación.....	18
2.7.2.5.	Variable independiente: pH.....	18
2.7.2.6.	Variable independiente: naturaleza del solvente	19
2.7.2.7.	Variable independiente: tiempo de extracción	19
2.7.2.8.	Variable independiente: rendimiento de extracción	19
2.8.	Análisis fisicoquímico.....	20
2.9.	Análisis fitoquímico	21
2.9.1.	Alcaloides	21
2.9.2.	Principales Fitocompuestos.....	22
2.9.2.1.	Tricomias (pelos urticantes).....	23
2.10.	Aedes aegypti	23
2.10.1.	Enfermedades que transmite	24
2.10.2.	Distribución geográfica	24
2.10.3.	Ciclo de vida	25
3.	DISEÑO METODOLÓGICO	27
3.1.	Localización	27
3.2.	Variables	27
3.3.	Delimitación del campo de estudio.....	29
3.4.	Recursos.....	29
3.4.1.	Recursos humanos.....	29
3.4.2.	Recursos materiales.....	30

3.4.3.	Equipo.....	30
3.4.4.	Cristalería.....	31
3.5.	Técnica cualitativa o cuantitativa.....	32
3.6.	Recolección y ordenamiento de la información.....	32
3.7.	Tabulación, ordenamiento y procesamiento de la información.....	35
3.8.	Métodos y procedimientos.....	39
3.8.1.	Selección y preparación del material vegetal.....	39
3.8.1.1.	Selección del material vegetal.....	40
3.8.1.2.	Preparación de la materia vegetal	40
3.8.2.	Caracterización del material vegetal	40
3.8.2.1.	Determinación de cenizas	41
3.8.2.2.	Evaluación de presencia de alcaloides por cromatografía de capa fina	41
3.8.3.	Selección de solvente y tiempo de extracción	41
3.8.3.1.	Porcentaje de sólidos extraíbles y tiempo óptimo de extracción	42
3.8.3.2.	Obtención de extractos	42
3.8.3.3.	Porcentaje de alcaloides en la extracción con hexano	43
3.8.3.4.	Porcentaje de alcaloides en las extracciones con etanol.....	43
3.8.3.5.	Determinación de porcentaje de solvente	44
3.8.3.6.	Determinación de densidad.....	44
3.8.3.7.	Determinación de pH.....	45
3.8.3.8.	Preparación de soluciones a evaluar como insecticida.....	45

3.8.3.9.	Preparación de mezclas a evaluar como larvicidas.....	45
3.8.3.10.	Evaluación de la susceptibilidad o resistencia de larvas de Aedes aegypti.....	45
3.8.3.11.	Evaluación de la susceptibilidad o resistencia del Aedes aegypti adulto....	46
3.9.	Procesamiento de la información	47
3.9.1.	Porcentaje de materia extraña	47
3.9.2.	Porcentaje de cenizas	47
3.9.3.	Sólidos extraíbles	47
3.9.4.	Porcentaje de rendimiento.....	48
3.9.5.	Densidad.....	48
3.9.6.	Porcentaje de alcaloides	49
3.9.7.	Porcentaje de mortalidad.....	49
3.10.	Análisis estadístico	49
3.10.1.	Obtención de extractos.....	50
3.10.2.	Evaluación de la actividad Larvicida	50
3.10.3.	Evaluación de la actividad insecticida	51
3.11.	Técnica estadística	51
3.11.1.	Media aritmética	52
3.11.2.	Desviación estándar	52
3.11.3.	Coefficiente de variación	53
4.	RESULTADOS.....	55
5.	INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	65

CONCLUSIONES	69
RECOMENDACIONES.....	71
BIBLIOGRAFÍA.....	73
APÉNDICES	77
ANEXOS	89

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Pelos urticantes que contienen la ortiga	6
2.	Hojas que contiene la ortiga	7
3.	Flores que contiene la ortiga.....	8
4.	Ciclo de crecimiento del zancudo	25
5.	Diagrama de recolección de datos	33
6.	Porcentaje en peso de hojas según tamaño de tamiz.....	55
7.	Tiempo óptimo de extracción de las hojas de ortiga utilizando hexano	57
8.	Tiempo óptimo de extracción de las hojas de ortiga utilizando hexano	58
9.	Cromatografía en capa fina de alcaloides en hoja y extracto de hoja de ortiga.....	63

TABLAS

I.	Variables involucradas en la investigación	28
II.	Delimitación del campo de estudio.....	29
III.	Técnica por utilizar	32
IV.	Formas utilizadas en el diagrama de recolección y ordenamiento de la información.....	34
V.	Nomenclatura utilizada en el diagrama de recolección y ordenamiento de la información.....	34
VI.	Porcentaje de materia extraña de la hoja de ortiga.....	35
VII.	Elección de tamaño de partícula para hojas de Ortiga.....	35

VIII.	Porcentaje de cenizas.....	36
IX.	Tiempo de extracción y solidos extraíbles de hojas de Ortiga.....	36
X.	Cuantificación de alcaloides	37
XI.	Mediciones fisicoquímicas básicas.....	37
XII.	Rendimiento de los extractos de la hoja de Ortiga.....	38
XIII.	Mortalidad de larvas de <i>Aedes aegypti</i>	38
XIV.	Mortalidad de mosquitos.....	39
XV.	Porcentaje de materia extraña en hojas de Ortiga	55
XVI.	Porcentaje de cenizas en las hojas de Ortiga	56
XVII.	Tiempo óptimo de extracción utilizando hexano como solvente.....	56
XVIII.	Tiempo óptimo de extracción utilizando etanol como solvente.....	57
XIX.	Porcentaje de alcaloides en extractos de hojas de ortiga utilizando etanol.....	58
XX.	Porcentaje de alcaloides en extractos de hojas de ortiga utilizando Hexano.....	59
XXI.	Porcentaje de rendimiento de los extractos de las hojas de ortiga utilizando etanol.....	59
XXII.	Porcentaje de rendimiento de los extractos de las hojas de ortiga utilizando Hexano.....	60
XXIII.	Densidad de los extractos de hojas de ortiga.....	60
XXIV.	pH de los extractos de hojas de ortiga	61
XXV.	Prueba presencia de alcaloides.....	61
XXVI.	Prueba presencia de alcaloide en base a referencia	62
XXVII.	Mortalidad de larvas según concentración de extracto.....	62
XXVIII.	Mortalidad de insectos según concentración de extracto.....	63

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
R^2	Coeficiente de correlación
CV	Coeficiente de variación
ρ	Densidad
σ	Desviación estándar
$^{\circ}\text{C}$	Grados centígrados
g	Gramo
\bar{x}	Media aritmética
mg	Miligramo
mL	Mililitro
mm	Milímetro
m	Metro
min	Minuto
%	Porcentaje
pH	Potencial de hidrógeno
μm	Micrómetro
%Me	Porcentaje de materia extraña
%C	Porcentaje de cenizas
%SE	Porcentaje de solidos extraíbles
%R	Porcentaje de rendimiento
%R	Porcentaje de rendimiento
%M	Porcentaje de mortalidad

GLOSARIO

Cuantificar	Acto de convertir determinada información o datos en números o algún tipo de dato en forma de cantidad
Extracción	Técnica la cual consiste en separar de una mezcla de sustancias por disolución cada componente, sirviéndose de uno o más solventes, donde usualmente siempre se obtienen, por lo menos, dos componentes: el extracto y el residuo
Fase	Cada una de las partes macroscópicas de una composición química y propiedades físicas homogéneas que forman un sistema.
Materia prima	Todo aquel elemento que se transforma e incorpora en un producto final.
Viscosidad	Propiedad física de un fluido que define la facilidad de un fluido para fluir cuando se le aplica una fuerza externa.

Maceración dinámica	Técnica de extracción en la cual el material vegetal está siendo agitado mecánicamente dentro de una cantidad definida e inmutable de solvente.
Materia vegetal	Cualquiera de las partes de una planta.
pH	Coeficiente que indica el grado de acidez o basicidad de una solución.
Sólidos totales	Contenido total de sólidos disueltos en un solvente específico
Solvente	Componente que se encuentra en mayor proporción en una solución.
Técnica Soxhlet	Técnica de extracción de materia vegetal, en la cual el solvente está constantemente en circulación mediante un sistema de evaporación-condensación.
Vector	Organismo que transmite un agente desde los organismos que lo poseen hasta otros que aún no portan ese agente.

RESUMEN

La presente investigación consiste en caracterizar de forma fisicoquímica y fitoquímica el extracto de la hoja de la ortiga (chichicaste discocnide mexicana), obtenido por maceración dinámica utilizando la técnica soxhlet, así como solventes lixiviantes etanol al 95 % y hexano grado industrial. Para evaluar la actividad insecticida y larvicida contra el vector transmisor del dengue (*Aedes aegypti*).

Se realizó un proceso de selección de materia vegetal y cromatografías de capa fina iniciales para determinar la actividad de alcaloides en las muestras. Se realizaron extracciones de la hoja de ortiga determinando el tiempo óptimo de extracción y rendimiento, utilizando la técnica antes mencionada Soxhlet, ya que por medio de estas se realizaron diluciones de 0,25 %, 1 % y 5 % v/v, utilizando etanol al 70 %. Se tomaron diferentes muestras de larvas tipo 1, 2 y 3, al igual que zancudos proporcionados por el ministerio de salud en el área de entomología. Se les adicionó 1 mL a las muestras verificando el tiempo en que estas tenían reacción a la misma, al igual en espray.

Se determinó que las diluciones realizadas, la que presenta mayor efectividad fue la de 5 % con un valor del 68 % como larvicida y del 42 % como insecticida, las cuales se llevaron a cabo con las extracciones obtenidas de la hoja de la ortiga (chichicaste discocnide mexicana), utilizando como solvente etanol al 75 %, así como análisis de citotoxicidad contra el vector transmisor del dengue (*Aedes aegypti*). El tiempo óptimo de extracción utilizando solventes lixiviantes etanol al 95 % y hexano grado industrial, fue de tres horas y de una hora. Además, su rendimiento respectivamente fue de 0,74 % y 1,363 %. Con

una densidad de 0,905 g/mL y 0,643 g/mL promedio. Y el pH 6,485 y 10,770 promedio.

OBJETIVOS

General

Caracterizar fisicoquímica y fitoquímica del extracto de la hoja de la ortiga (chichicaste discocnide mexicana), obtenido por maceración dinámica con etanol al 95 % y hexano grado industrial, procedente de la ciudad de antigua Guatemala, Sacatepéquez.

Específicos

1. Determinar la cantidad de minerales presentes en la hoja de la ortiga por medio de la técnica de la determinación de cenizas.
2. Identificar si hay alcaloides presentes en la hoja de la ortiga, por medio de una cromatografía de capa fina, como análisis inicial para determinar las concentraciones óptimas de solventes extractores a utilizar.
3. Realizar procesos de maceración dinámica a escala laboratorio, aplicando la técnica soxhlet, para obtener el extracto de la hoja de la ortiga, usando como solventes lixiviantes etanol al 95 % y hexano grado industrial para determinar el tiempo óptimo de extracción y el rendimiento de cada uno.
4. Realizar procesos de maceración dinámica a escala laboratorio, aplicando la técnica soxhlet, para obtener el extracto de la hoja de la ortiga, usando como solventes lixiviantes etanol al 95 % y hexano grado industrial para cuantificar el porcentaje de alcaloides presentes en cada uno.

5. Caracterizar por medio de un análisis fisicoquímico básico los extractos de etanol al 95 % y hexano de la hoja de la ortiga para determinar el pH y densidad.
6. Realizar diluciones con las extracciones obtenidas de la hoja de la ortiga utilizando como solvente etanol al 75 % para determinar la efectividad de actividad larvica e insecticida por medio de un análisis de citotoxicidad contra el vector transmisor del dengue (*Aedes aegypti*).
7. Identificar la presencia Papavarina, metabolitos secundarios, para futuras investigaciones y la aplicación de la hoja de ortiga (chichicaste discocnide mexicana) para productos farmacéuticos.

HIPÓTESIS

Los extractos de la hoja de Ortiga (chichicaste *Discocnide mexicana*) tienen actividad insecticida y larvicida contra el vector transmisor del dengue (*Aedes aegypti*).

Hipótesis nulas:

H0, 1: La base seca, hoja de ortiga, no presenta cantidad de minerales significativos después de la técnica de análisis de cenizas.

H0, 2: La hoja de ortiga no presenta presencia de alcaloides luego del análisis de cromatografía de capa fina.

H0, 3: El rendimiento de extracción, procedentes de la hoja de ortiga, por medio del proceso de maceración dinámica a escala laboratorio, aplicando la técnica soxhlet no presentan variación con el tiempo.

H0, 4: Los extractos procedentes de las hojas de ortiga no presentan presencia de alcaloides.

H0, 5: Las diluciones realizadas a base de los extractos de la hoja de la ortiga no presentan actividad larvicida e insecticida contra el vector transmisor del dengue (*Aedes aegypti*).

H0, 6: Los extractos de la hoja de ortiga no presentan presencia de Papavarina después del análisis de cromatografía de capa fina.

Hipótesis alternativas:

H1, 1: La base seca, hoja de ortiga, no presenta cantidad de minerales significativos después de la técnica de análisis de cenizas.

H1, 2: La hoja de ortiga no presenta presencia de alcaloides luego del análisis de cromatografía de capa fina.

H1, 3: El rendimiento de extracción, procedentes de la hoja de ortiga, por medio del proceso de maceración dinámica a escala laboratorio, aplicando la técnica soxhlet no presentan variación con el tiempo.

H1, 4: Los extractos procedentes de las hojas de ortiga no presentan presencia de alcaloides.

H1, 5: Las diluciones realizadas a base de los extractos de la hoja de la ortiga no presentan actividad larvicida e insecticida contra el vector transmisor del dengue (*Aedes aegypti*).

H1, 6: Los extractos de la hoja de ortiga no presentan presencia de Papavarina después del análisis de cromatografía de capa fina.

INTRODUCCIÓN

La ortiga es una especie cuyas hojas eran ya citadas en los tratados medievales como remedio en los estados asociados a un déficit en la diuresis. Sin embargo, desde hace 20 años sus partes subterráneas (raíces y rizomas) son objeto de interés en el tratamiento de la hiperplasia benigna de próstata (HBP), tal y como han puesto de manifiesto los numerosos trabajos de investigación realizados sobre ellas. Dichas investigaciones han permitido acceder al conocimiento de sus más importantes principios activos y su actuación sobre algunos de los factores implicados en la aparición de la hiperplasia benigna de próstata (HBP).

Por otra parte, los más recientes ensayos clínicos realizados con extractos normalizados de ortiga indican un efecto positivo sobre los síntomas urinarios asociados a la HBP. A ello se añade la gran tolerancia hacia los preparados elaborados con las partes subterráneas, ya que en ensayos a seis meses sólo un 0,7 por ciento de los pacientes mostró efectos secundarios, de escasa gravedad en todos los casos.

La ortiga de la familia de las urticáceas, todas ellas caracterizadas por tener unos tricomas (pelos urticantes) que liberan una sustancia ácida que produce escozor e inflamación en la piel. Esta es una de las "malas hierbas" más habituales, bien conocida por sus cualidades urticantes, ya que antiguamente se conocía también como "la hierba de los ciegos", pues hasta estos la reconocen con solo rozarla. Es una de las plantas que más aplicaciones medicinales posee.

El objetivo de la investigación partió de la idea de la utilización de las malas hierbas, las cuales las personas ven solamente como plantas sin uso. Además de ello también para poder encontrar una manera económica y las posibilidades de poder generar más empleo en utilización de la ortiga como una planta medicinal, farmacología. Por otro lado, la idea de innovar en su posible implementación en un insecticida.

Basado en esto, el propósito y con la finalidad de identificar por medio de un análisis fitoquímico y fisicoquímico, las características básicas de la ortiga, normalmente conocida (Chichicaste *Discoznide mexicana*) obtenido de la ciudad de Antigua Guatemala, Sacatepéquez. Y además de poder dar a conocer por medio del estudio sus componentes activos y propiedades físicas y químicas, para poder darle uso a la planta y mejor aún, mejorar el aprovechamiento de este.

1. ANTECEDENTES

La ortiga es una planta antiquísima que pertenece a la familia de las urticáceas y que es utilizada como remedio desde tiempos inmemorables.

En 1532, el botánico Otto Brunfels decía en su libro *Contrafayt Kreuteerbuch* ¿Qué hay de tan insignificante, de tan despreciable o de tan detestable en una ortiga? ¿Qué hay de más gracioso que un jacinto, un narciso o un lirio? Y, sin embargo, la ortiga los supera a todos. Lonicero escribía de la planta que "quemaba con el primer impacto y después en la segunda era seca". Era eficaz en la estimulación de la menstruación, ayudaba a expulsar los gases, los cálculos y la orina. Se utilizaba también como afrodisíaco y contra los tumores cancerígenos, los forúnculos, las úlceras, las inflamaciones glandulares, las torsiones, las hemorragias nasales por su acción hemostática, los problemas de bazo, de pleura y en neumonía, el asma, la tiña, las afecciones bucales y la epilepsia.

Se dice que los árabes tomaban semillas de ortiga con miel contra la impotencia y los soldados romanos fueron quienes llevaron la ortiga hacia el norte para protegerse del frío. Colocaban la planta en aceite y se frotaban con él. La planta crece aún en las ruinas romanas en el norte de Europa.

En el año 1800, se empleaba con éxito contra la hidropesía, todas las formas de hemorragias y también en erupciones cutáneas. La ortiga jugaba un papel importante y determinante como "remedio simpático" ya que se utilizaba para flagelar las partes afectadas por los reumatismos y para activar la circulación. En la Edad Media se utilizaba la ortiga como herramienta: se

mezclaba la ortiga con la orina del enfermo y si mantenía su color verde, día y noche, se interpretaba como una señal que indicaba una pronta recuperación. En cambio, si se marchitaba, se perdía todo atisbo de esperanza. También hay noticias de que antes de que se introdujera el algodón, la ortiga era la planta textil más importante en Europa.

En 1835, tradicionalmente utilizada por la mujer indígena prehispánica durante todo el embarazo y como remedio para detener la hemorragia durante el parto.

En 1835, la herbolaria Vogel descubrió después de una visita a los nativos americanos, que la ortiga curaba pacientes de escorbuto.

Durante los años de 1993 a 2003, el hombre utiliza las plantas con propósitos medicinales desde tiempos prehistóricos y aún hoy tienen un papel clave en el mantenimiento de la salud de la mayor parte de la población a nivel mundial, pese a los avances de la medicina moderna. Esto si se tienen en cuenta las diversas formas en que se utilizan, que van desde la preparación de decocciones e infusiones en zonas rurales y países pobres, pasando por los productos fitoterapéuticos hasta la obtención de principios activos en países desarrollados para la elaboración de medicamentos. Se estima que en el mundo se utilizan cerca de 10 000 especies vegetales con fines medicinales, la mayor parte en sistemas de medicina tradicional (WHO 1993, Calixto 2000, Cañigueral 2002, Newman et al. 2003).

En el año 2002, en Suiza se han encontrado restos que datan del siglo III a.C., en lugares lacustres de la época neolítica. Los antiguos griegos la llamaron "acalyphe" y los latinos "urtica" que significa "quemar", ya que los pelos de la ortiga pican y queman por el inocuo veneno que desprende la planta al entrar en

contacto con la piel. Dioscórides apreciaba particularmente las virtudes de la planta y describía con todo detalle su empleo.

Del año 2003 al 2005, se descubre que la ortiga también activa todas las secreciones digestivas, estomacales, pancreáticas, hepáticas, intestinales; reduce el ácido úrico, alivia los reumatismos y la ciática y es muy apropiada en los trastornos de la menopausia. Para combatir la incontinencia urinaria de los niños, se hacen pasteles, que actúan con gran eficacia. Además, se emplea contra la fatiga y la anemia, y las tomas a intervalos regulares son revitalizantes.

2. MARCO TEORICO

2.1. Ortiga

La ortiga (Chichicaste) es la honra abierta de la cubierta vegetal de la condición Urtica, en Guatemala sabida como: chichicaste, de la sucesión de las urticáceas, todas ellas se caracterizan por favor ramificaciones urticantes que liberan una manteca que produce forúnculo en la piel o enojo. Es aprendida por componente de las "malas hierbas" más generales, además por su gota uso, proporcionadamente sabida por sus cualidades urticantes. Es entendida asimismo como "la hierba de los ciegos", pues hasta éstos la reconocen con solo tocarla, por sus reacciones. Es una de las vegetaciones que tiene diversas aplicaciones medicinales.

2.2. Descripción botánica

La ortiga es un vigor de gran durabilidad constante, dioico, de óptica salvaje y capaz de asistir hasta 1,5 m de carga.

Es habitual de este manjar besar unos cabellos que tienen la forma de angelitos llenos de una chispa que incomoda al final del residuo, producen bizcocho y vierten su contenido, provocando una erupción intensa y puntos de ardor. Esta molestia se debe al movimiento del ácido fórmico, un ácido sintético del que contiene una gran cantidad. Estos pelos punzantes son muy duros y quebradizos por lo que se presume que la excoiación transmite su actividad en él.

Figura 1. **Pelos urticantes que contienen la ortiga**



Fuente: Etnobotánica.

La relación del hombre con las plantas. <http://www.etnobotanica.net/la-ortiga-verde-planta-que-pica-y-cura/>. consulta: 27 de septiembre de 2018.

El principio es muy importante en los taninos, que confieren una calidad de acción lenta. Contiene una varilla carmesí / roja o amarillenta, cuadrangular, rasgada y ahuecada en la mayor parte de la extremidad. Éste contiene en todas sus ramas pares de y está cubierto de pelos punzantes.

Las hojas son ovaladas, rugosas, dentadas, puntiagudas y alcanzan cm. Son gruesas de color verde y con pétalos enojados. Están en el lado opuesto y también están dispuestas, el tallo del cabello que lo caracteriza.

Figura 2. Hojas que contiene la ortiga



Fuente: Etnobotánica.

La relación del hombre con las plantas. <http://www.etnobotanica.net/la-ortiga-verde-planta-que-pica-y-cura/>. consulta: 27 de septiembre de 2018.

Florece a partir de julio, termina al final del invierno. Las flores son de color amarillo cerdo con ramas amarillas, en panículas colgantes, paralelas y terminales. Son generalmente infantiles y están dispuestos en grupos colgantes de hasta 10 cm. Los otros se encuentran en troncos colgantes largos, los otros en inflorescencias más cortas. Sus frutos son aquenios y secos.

Figura 3. Flores que contiene la ortiga



Fuente: Etnobotánica.

La relación del hombre con las plantas. <http://www.etnobotanica.net/la-ortiga-verde-planta-que-pica-y-cura/>. consulta: 27 de septiembre de 2018.

2.3. Composición

Su sostén químico está constituido por:

- Flavonoides, sales
- Ácidos de origen orgánico y formicas
- Provitamina A y vitamina C
- Mucílago
- Partes de taninos

- Fase urticácea de acetilcolina
- Una inmensa cantidad de clorofila
- Histamina y serotonina.
- Entre otras

La gallardía incluso contiene un sintético llamado secretina, de los mejores estimulantes o más bien de los mejores del manto vegetal intestinal, del hígado y de la irritación, junto con como evacuaciones intestinales. También tiene clorofila y ácidos que contribuyen a su acentuado efecto diurrecatado.

Las características científicamente establecidas de la ortiga son: extractos de cereales hipoglucémicos. Tiene propiedades bactericidas y características y equipos que ayudan en el tratamiento de afecciones de la piel. La ortiga más fuerte es cosmopolita, crece en las regiones altas de Japón en los Andes.

2.4. Agricultura

La ortiga necesita un suelo rico en fosfatos y nitrógeno. Las plantas deben ser cuidadas en un suelo rico y profundo si la tierra de buena calidad es necesario. Además, cuando crecen en suelos ricos, la planta puede expandirse ampliamente y es muy difícil que se pudra. Se dice que, si anualmente se corta la planta tres veces seguidas, por tres años, esto la matará y evitará su producción.

Es una planta muy agradecida para cultivar en el huerto y entre los frutos de baya, ya que mejora la salud de los frutos de baya cercanos y también brinda protección a la fruta de las aves, aunque esto también dificulta la cosecha en la recolección.

La planta puede utilizarse completa, seca o fresca, dependiendo del uso que se le vaya a dar. Para llevar la toma de la hoja para fitoterapia, se procede antes que, de flor, y el secado debe de realizarse lo más rápido posible. Con fines de alimento, se recolectará en cualquier periodo. Por su poder urticante, dar irritación, se deberá de recolectar con el uso de guantes y se cortarán sólo los tallos pequeños y de buena estructura.

Las raíces se toman en primavera y en otoño, antes de que aparezcan las flores. Las hojas viejas o en mal estado no se deben usar debido a que son muy irritantes. La planta se secará a la sombra, en lugar bien ventilado, y bien extendida, para evitar que se pudra. Una vez seca dejará de ser irritante al tacto en gran escala, y se podrá triturar sin el uso de equipo para su conservación.

2.5. Habitad

El lugar ideal de las ortigas son las cercanías de las viviendas, jardines, vallas, bordes de terraplenes, vertederos y terrenos baldíos. Florece en los terrenos contaminados y las zonas con mucho polvo, ya que como planta nitrófila, se encarga de limpiarlos. Es muy complicado encontrar ortigas en regiones o zonas donde la naturaleza todavía es virgen o poco contaminada.

Todavía hay inicios que permiten individualizar, incluso después de mucho tiempo y de olvido, los lugares que fueron habitados en tiempos anteriores, por la contención de ortigas. La ortiga, que es una planta calificada con mucho hierro de primer grado, regulariza el contenido de hierro del suelo que resulta ayudar demasiado para todas las otras plantas que crecen cerca de ella, ya que la cantidad de hierro en la tierra es necesaria para la producción de clorofila, materia colorante de las secciones verdes de las plantas.

La ortiga es considerada en el grupo de plantas fotosensibles. Gracias a su sección fotosintético, puede vivir y desarrollarse en condiciones de luz muy diferentes. Además, es una especie muy rara, que se encuentra en bosques de pinos y robles del centro norte; a una altitud de 700 a 1 000 metros; desde México a Nicaragua.

2.6. Operaciones unitarias

En la sección de química y las demás áreas de estudio relacionados, un proceso de estudio unitario es un paso básico.

Los procesos de operaciones unitarias tienen un cambio físico o químico, como:

- Separación
- Cristalización
- Evaporación
- Filtración
- Polimerización
- Isomerización y otras reacciones.

Las operaciones del dispositivo de ingeniería química se dividen en cinco clases: procesos de derrame de fluidos, procesos de transferencia de riesgo, procesos de transferencia de pasta, procesos termodinámicos, procesos mecánicos.

Los procesos del área de procesos de ingeniería química tienen a su vez que se distribuyen en los siguientes segmentos que tiene los siguientes

rudimentos de más de una categoría: frangollo, filtración, cristalización, oposición química.

también, algunas operaciones unitarias asimismo combinan estos segmentos, como los reactores de depósito de chorreo reactiva.

Una transacción unitaria "pura" es un desarrollo de raptó luego que un desarrollo fabricado / físico compuesto requiere uno al unísono del robo físico, del lanzamiento de la aversión química. Mejor dicho, usualmente obligatorio para poder realizar todos los diseños con reacciones de cationes y normalmente es una disciplina separada llamamiento ingeniería química.

Los procesos unitarios y los procesos son los conocimientos generales de todos los tipos de procesos de industrias químicas y están en los diseños de vegetación químicas, flora y usados.

En ascendiente, los procesos unitarios se diseñan de tratado con el ardor de borde para cada elemento esencial en forma de ecuaciones, resolviendo ecuaciones para parámetros de diseño, seleccionando una opción óptima entre las distintas posibilidades, diseñando el material.

Por estereotipo, la instilación en una línea de plancha observada al comentar los balances de pasta para cada placa, la ganga de vapor-deducido y la operatividad amistades, las entradas e incluyen los caudales máxicos totales, con un subflujo para el integrante.

2.6.1. Transferencia de masa

La transmisión masiva es el flujo neto de un sitio, lo que significa generalmente flujo, fase, fracción u otro.

La transmisión de masa se da en los siguientes procesos, como:

- Absorción
- Evaporación
- Secado
- Precipitación
- Sobre membrana
- Destilación

La transferencia masiva es usada por diferentes valores para diferentes procesos químicos como laboratorios y mecanismos.

La expresión normalizar se usa generalmente para cambios físicos que involucran la sección de ingeniería de flujo químico difusivo y convectivo de manera centralizada desde sistemas físicos.

2.6.2. Lixiviación

La lixiviación, o cavidad sólido-puro, es una transacción unitaria que se da o sucede en la separación de una o varias sustancias (solutos) contenidas en una fase portadora, usualmente desecha/pulverizada, mediante el uso de disolventes líquidos. Se le da por nota a material de excavación a la clase prima formada por la fase portadora sólida inmediato con el soluto o cóctel de solutos. Si el síntoma que es de atención es aquella que se disuelve en el solvente, el

cual da por renombre al proceso oquedad; si lo que se desea efectuar es sacramentar las impurezas y la entidad de espera es el convincente, el recurso se denomina ablución.

en la remadura a esto se le nombra lixiviación, al lavatorio de un unto echa micro pedazos para obtener/tirar de las partes solubles. Se denomina además esta consideración a una de las formas de lograr oro, para ellos se usa la lixiviación con cianuro a la forma de perforación de oro para purificarlo.

2.6.2.1. Principios Químicos

La lixiviación es un desarrollo en el cual se obtendrá por entorno del dialéctico de túnel uno o varios solutos de un sólido, mediante el beneficio de un disolvente puro. Ambas fases entran en extremo plano y el soluto o los solutos pueden mezclarse/lengüetear desde el persuasivo al grado líquido, lo que genera una división de los componentes originales del persuasivo.

La lixiviación está tratando a saco en la solubilidad del soluto en el disolvente que se utiliza para extraerlo. Para que la lixiviación sea efectiva, el soluto debe ser más equiparable a la fase líquida en colchoneta a sus propiedades, que a la etapa sólida en la que se encontraba originalmente. Al ser un equilibrio entre fases, la lixiviación, de la misma manera que la pozo transparente-limpio, pueden ser cuantitativas (>99,9 %) no obstante en la vida en su conjunto únicamente cercanas (100 %); esto quiere manifestar que el período sólido siempre tendrá una porción del soluto.

El proceso se cimienta en cuatro etapas:

- Disolución de los solutos en la fase líquida.

- Separación del sólido inerte (fase portadora).
- Recuperación del disolvente (sólo si es económicamente viable).
- Lavado del sólido inerte para recuperar mayor cantidad de soluto.

2.6.2.2. Factores que afectan la extracción

Hay cuatro posiciones que ayudan a determinar la cantidad de extracción:

- **Tamaño de partícula:** Una cavidad entre compuestos contundente y limpio suele ser más efectivo cuando las fases de contundente y saldo incrementan, por lo que cuanto más irreflexivoñas y homogéneas de ser las partículas de mobiliario de cavidad, más directa será ésta. por el contrario, tamaños excesivamente diminutos pueden efectuar que las partículas se arruinen y formen lodos, dificultando el hueco.
- **Disolvente:** El disolvente licor a utilizar debe ser quiragra glutinosa para poder ser parecido. Para incrementar su inclinación, la necesidad del tipo de polar o polaridad del solvente que estamos usando debe llegar a ser lo mejor pulimentado posible a la del soluto y distinto a la de las impurezas que podrían arraigar.
- **Temperatura:** Como legisla decisivo, la ampliación de la temperatura báculo a la mejor solubilidad en líquidos, acrecentando la cantidad de materia verdura lograda por entorno de la excavación. El puesto cero de temperatura se coloca respecto al oficio de bullicio del disolvente ajado, en los disolventes que son de gran composición orgánica suele ser pequeño a la temperatura de 100 °C, así como la degradación del soluto. La temperatura debe ser afín o cercana o mayor a la oportunidad de alboroto, el disolvente se hará vapor y el soluto regresara a su fase anterior sólida,

no obstante, si la temperatura es mayor a la temperatura de degradación, el soluto tendrá una reacción y el recurso no funcionara.

- **Agitación:** La trepidación ayuda a la transferencia al entregar la audición del soluto en torno al origen del disolvente, además evita el aprendizaje de lodos y el apelmazamiento de partículas sólidas.

2.7. Métodos de extracción

Estos estudios cuantitativos se pueden realizar mediante formas frías por lixiviación.

Los métodos de extracción de lixiviación más utilizados incluyen macerado estático, macerado dinámico, macerado estático, macerado de reflujo dinámico y la técnica Soxhlet.

2.7.1. Técnica Soxhlet

Método extractivo más utilizado y eficiente, además conocido, consiste en dejar agotar el material vegetal utilizado; colocar la materia vegetal de estudio en un dedal de celulosa el cual será colocado al equipo especial necesario para la extracción. Es utilizado, como primera instancia, para determinar el tiempo óptimo de extracción, comúnmente conocido como el tiempo necesario para obtener el mayor rendimiento posible de la materia vegetal.

En este método utilizado, la materia prima al inicio no se encuentra en contacto directo con el solvente, ya que está en un recipiente debajo o inferior. Es necesario colocar fuente de calor para que el solvente alcance su temperatura de ebullición, y de esta manera, alcanzar el intercambio entre solvente y de

materia prima. Al tener contacto los vapores de solvente con la materia vegetal, estos arrastran el aceite, el cual se mezcla con el solvente en el recipiente inferior.

2.7.2. Variables en el proceso de extracción

Son demasiadas las variables que afectan en el proceso extractivo, entre todas estas se pueden mencionar que algunas son variables independientes al proceso, comúnmente conocidas, no dependen del proceso, ya que son todas aquellas que se definen antes de realizar la extracción. Al igual, se pueden mencionar las variables dependientes o respuesta; estas son el resultado que se obtiene luego de haber llevado a cabo el proceso. Se pueden mencionar que las variables independientes afectan en los valores finales de las dependientes.

- Tiempo de extracción
- Materia orgánica
- Tipo de solvente
- Temperatura
- Tamaño de partícula
- Agitación
- Rendimiento de extracción
- Entre otras.

2.7.2.1. Variable independiente: temperatura

La temperatura es una inestable personal, ya que antiguamente de llevar a cabo el cambio de pozo se establece una temperatura de incubencia, la cual debe verificarse a lo desprendido del cambio, porque un sobresalto en esta puede afectar de forma positiva o prohibición en los resultados finales.

2.7.2.2. Variable independiente: método extractivo

El método de extracción es además una inestable independiente, debido a que se establece previo a hacer la foso. Una dialéctica y otro tienen diversas ventajas y desventajas y debe analizarse cuál es el que mejores resultados puede brindar.

2.7.2.3. Variable independiente: tamaño de partícula

El tamaño de partícula es destacado para el método extractivo, ya que influye sin rodeos en los resultados obtenidos. preconcebido a hacer la perforación es debido efectuar una exploración granulométrica y cronometrar el volumen a rendir para el conducto.

2.7.2.4. Variable independiente: agitación

La agitación es igualmente una continuo fragmentario, porque se puede decidir preconcebido a realizar el foso, la celeridad de trepidación deseada. El paisaje de vibración u oscurecimiento de esta, de igual modo el apresuramiento a la cual esta se realice influye a quemarropa en los resultados.

2.7.2.5. Variable independiente: pH

El pH del solvente puede ser destacado para efectuar una buena cavidad, ya que puede conmovier en la solubilidad de determinados compuestos 16 característicos del epítome que se desea obtener. Debe tenerse guarnición con el pH, porque extremos muy ácidos o alcalinos pueden conmovier los enseres hortaliza.

2.7.2.6. Variable independiente: naturaleza del solvente

La naturaleza del solvente es destacada para el hueco, ya que hay ciertos extractos que son incompatibles con algunos solventes, tal es el azar de los aceites fijos, porque estos se componen, primeramente, de ácidos grasos, los cuales son prácticamente insolubles en refresco y por este sumario es obligatorio servirse solventes apolares como el hexano. asimismo, la aglomeración del solvente es notable para el foso, dado que algunos solventes pueden perjudicar la asignatura semilla si son utilizados a concentraciones muy elevadas.

2.7.2.7. Variable independiente: tiempo de extracción

El tiempo de extracción puede ser un fijo mano simpatizante como unilateral, visto que se puede calibrar desde un comienzo la vigencia de cavidad; aunque, si el ecuánime es lograr un fruto helado, el tiempo de mina sería un imprevisto adepto, dado que sería la respuesta a un índice de condiciones establecidas para obtener el máximo lucro potencial.

2.7.2.8. Variable independiente: rendimiento de extracción

El beneficio extractivo es usualmente la fijo respuesta de un recurso de cavidad, ya que regularmente no se tiene principios exactos de la cantidad del sumario planta. Las variables, anteriormente mencionadas, influyen enormemente a la decisión final de la ganancia del pozo; por tópico, teóricamente se conoce que para ganar un mayor provecho extractivo es instintivo una

temperatura elevada, cuidando de no ir en cabeza la temperatura de termolabilidad de la asignatura vegetal.

Igualmente, la dimensión de las partículas influye en el fruto, porque al reducir la prominencia de estas, se aumenta el área nimia, mejorando de esta manera el linde ajuar hortaliza solvente, aunque, debe tenerse guardia, ya que, si las partículas son demasiado críoñas, al asistir en horizonte con el solvente puede amaestrar injuria lo cual sería enemigo al desarrollo de excavación. de igual forma, la vibración es un dato que influye en el fruto final de la mina, debido a experimentalmente se ha comprobado que se obtienen mayores rendimientos cuando se aplica traqueteo y que la ganancia aumenta con creces cuando se incrementa la rapidez de agitación.

2.8. Análisis fisicoquímico

Un análisis fisicoquímico es la verificación y caracterización de un producto con su evaluación de parámetros tanto físico y químico. Tales como:

- Color
- Textura
- Estado
- Apariencia
- pH
- acidez
- alcalinidad
- entre otras.

2.9. Análisis fitoquímico

Consiste en realizar una extracción por el método de maceración a una temperatura de 25 °C, con varios disolventes de diferentes polaridades, por lo general se utiliza hexano o algún compuesto éter/etanol y agua. Por ser tóxico y tener algunos efectos o daños a la salud de estos disolventes, es preciso concentrar los extractos evaporando el disolvente a condiciones de una presión mínima y temperaturas reguladas y controladas hasta alcanzar un estado deseado.

En el caso de los extractos acuosos, se suele concentrar por medio de liofilización. En esta forma los extractos son más estables y fáciles de almacenar y dosificar. Además de extraer la planta con solventes apropiados, se aplican, posteriormente, reacciones de coloración que permiten la evaluación rápida, con reacciones sensibles, reproducibles y de bajo costo.

2.9.1. Alcaloides

Compuestos nitrogenados de origen vegetal. Pueden ser sólidos, solubles en alcohol o insolubles en el agua. Se extraen mediante el agua, alcohol, con álcalis y con disolvente. Son el resultado del metabolismo de los aminoácidos. Su función es reguladora y protege a la planta contra los insectos y parásitos.

En medicina, farmacología y fitoterapia se emplea en estado puro o por infusiones se utiliza su cafeína café, té y en bebidas refrescantes colas.

Existen innumerables plantas que contienen alcaloides:

- Opio

- Cafeto y té
- Cornezuelo del centeno
- Ruda, cicuta
- Belladona y eléboro

2.9.2. Principales Fitocompuestos

Hojas y garbo fresca: Clorofila a y b, Carotenoides (betacaroteno). Flavonoides, Sales minerales (barrote, calcio, sílice, azufre, potasio, manganeso). Ácidos orgánicos (cafeico, clorogénico, gálico, fórmico, acpudoroso), Provitamina A, Mucílagos, Escopoletósido, Fitoesterol).

Y, incluso, contiene flavonoides (de movimiento antioxidante y antiinflamatoria), sales minerales, ácidos orgánicos, provitamina A y C, mucílago, ácido fórmico, acetilcolina, clorofila, taninos, betún, silicio, acetilcolina, potasio, glucoquininas y una gran cantidad de clorofila (de ahí su color verde caótico e angustiado), histamina y serotonina.

La hoja además posee una enjundia convocatoria secretina, que es uno de los mejores estimulantes de las secreciones estomacales, del páncreas y del desabrimiento, así como de los movimientos peristálticos del intestino.

Asimismo, contiene clorofila y ácidos orgánicos, a los que se debe su acusado efecto diurdecete.

Nutricionalmente es de gran importancia por su riqueza en sales minerales y vitaminas que benefician a todos incluso a las personas que hacen dietas sin sal. Las ortigas contienen vitamina A y C, hierro, ácido salicílico y proteínas.

- En los tricomas (pelos urticantes): Acetilcolina, Histamina, Serotonina.
- Raíces: Taninos, Fitoesteroles, Fenilpropanos, Ligninas, Polifenoles, Monoterpendioles, Aglutinina, Polisacáridos, Escopoletósido.
- Semillas: Mucílagos, Proteínas.
- Aceite: ácido linoleico, Tocoferoles.

2.9.2.1. Tricomas (pelos urticantes)

Por lo principal se está evaluando en la materia orgánica las cuales son acetilcolina y la histamina.

2.10. Aedes aegypti

El zancudo *Aedes aegypti* es el principal insecto que puede transmitir el virus que causa la enfermedad llamada dengue. Las personas se contaminan por medio de picaduras de hembras infectadas, que también se infectan primordialmente al tomar la sangre de personas ya con el virus.

El microorganismo infecta el intestino atmósfera del zanquilargo y mientras se extiende hasta las glándulas salivales en un plazo de entre 8 y 12 días. Tras este plazo de incubación, el zanquilargo puede difundir el germen a las personas al picarlas con fines exploratorios o alimentarios.

Un reciente estudio publicado en el *Journal of Vector Ecology* ha puesto en entredicho los conocimientos que tradicionalmente se tenían sobre las condiciones de reproducción del *Aedes aegypti*. Históricamente se afirmaba que este insecto solo se desarrollaba en agua limpia. También se desarrolla en aguas sucias.

Sin embargo, las observaciones publicadas muestran que se puede encontrar tanto en aguas transparentes, como también en aguas de distintos colores, con materia orgánica y en recipientes muy sucios.

Por lo que la idea de que las larvas del mosquito solo se desarrollan en agua limpia debe revisarse y corregirse, considerando que, con un exceso moderado de alimento en las etapas inmaduras se desarrollan más rápido, y los adultos alcanzan tamaños mayores que en condiciones limitantes de alimentos (aguas limpias). En aguas turbias con bastante materia orgánica este mosquito prospera bien. Las larvas son robustas, dando hembras de mayor tamaño y mayor fecundidad.

2.10.1. Enfermedades que transmite

Son vectores eficaces de arbovirosis de alto impacto sanitario como West Nile virus, Dengue, fiebre amarilla, Chikungunya o Zika, además de algunas filarias, como la *Dirofilaria immitis*.

2.10.2. Distribución geográfica

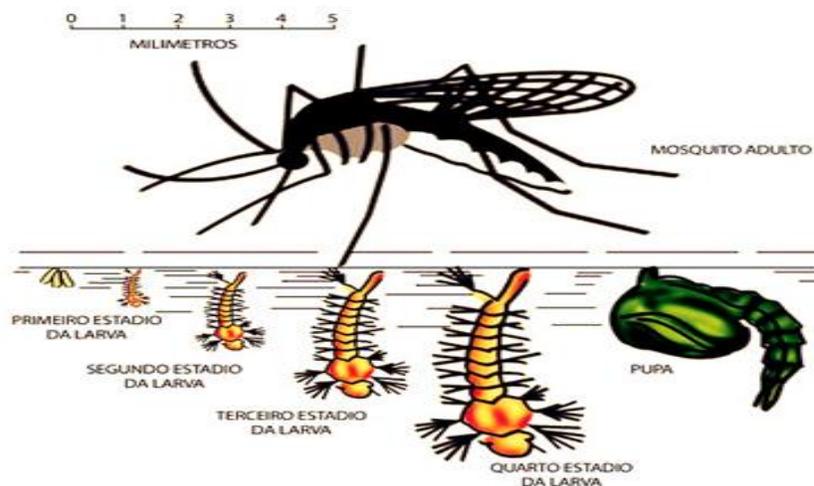
Por lo general los tipos de insectos o zancudos de estructuración Afrotropical (*A. aegypti*), gracias al movimiento humano y a su gran aptitud de familiarización a nuevos hábitats, se han descrito en amplias zonas biogeográficas:

- Paleártica
- Neártica
- Neotropical.

2.10.3. Ciclo de vida

- Huevos: En esta fase la hembra coloca rodeando de 400 huevos en el jugo. Pueden estar solos o juntos con más huevos.
- Larvas: todos los huevecillos que la hembra se transforman en larvas, estas crecen y se desarrollan más o menos de 4 veces previo a ser pupa, tarda aproximadamente de 2 días a 1 semana.
- Pupa: escalón que se antepone al progreso en patilargo. La larva se transforma en pupa y se mantiene en este existido por unos 7 días.
- zancudo: La pupa se abre y deja germinar el zancudo totalmente afiliado, ya madurado. Vive de 1 a 2 meses.

Figura 4. Ciclo de crecimiento del zancudo



Fuente: Plagas Urbanas. *Etapas del ciclo de vida de los mosquitos.*

<http://www.etnobotanica.net/la-ortiga-verde-planta-que-pica-y-cura/>. Consultado: 28 de septiembre de 2018.

3. DISEÑO METODOLÓGICO

3.1. Localización

- Lipronat de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Universidad de San Carlos de Guatemala.
 - Ensayos a realizar: cromatografía de capa fina.

- Laboratorio no.1 de la Facultad de Ingeniería Química, Universidad de San Carlos de Guatemala.
 - Ensayos a realizar: evaluación y realización de muestras de insecticida, medición de pH, entre otros.

- Laboratorio de Química General de la Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala.
 - Ensayos a realizar: porcentajes de ceniza, densidades, tomas de muestras.

- Laboratorio de Entomología, centro de salud de la zona 11.
 - Ensayos a realizar: Recolección, evaluación de Insecticida y larvicida.

3.2. Variables

Estas pueden dividirse en dependientes e independientes.

Tabla I. **Variables involucradas en la investigación**

Variable	Dependiente	Independiente	Variación
Caracterización del material vegetal			
Tipo de materia vegetal		x	Hojas
Porcentaje de cenizas	x		
Presencia de alcaloides	x		
Porcentaje de humedad	x		
Elección de solvente y tiempo de extracción			
Tipo de Solvente		x	Hexano, etanol
Tiempo de extracción	x		
Porcentaje de sólidos extraíbles	x		
Porcentaje de alcaloides	x		
Caracterización del extracto			
pH	x		
Densidad	x		
Rendimiento			
Rendimiento	x		
Evaluación de susceptibilidad o resistencia de larvas y zancudos			
Insecticida y larvicida		x	Soluciones al 0, 0,25, 1 y 5 % del extracto y una solución de control positivo.
Susceptibilidad resistencia de larvas y zancudos	x		

Fuente: elaboración propia.

3.3. Delimitación del campo de estudio

A continuación, se presentan las variables que forman parte del estudio:

Tabla II. **Delimitación del campo de estudio**

Variable	Limitación
Material vegetal	Hoja entre 2 a 11 cm de longitud y 1 a 6 cm de ancho.
Solvente	<ul style="list-style-type: none">• solvente apolar: Hexano• Solvente polar: Etanol
Larvicida e insecticida	<ul style="list-style-type: none">• Control negativo: agua desmineralizada• Control positivo: Larvicida e insecticida comercial• Soluciones de extracto al 0,25, 1 y 5 %

Fuente: elaboración propia.

3.4. Recursos

A continuación, se describen los recursos humanos, materiales y equipo.

3.4.1. Recursos humanos

- Investigador: Jonathan Enrique López Santizo.
- Asesor: Ing. Qui. Gerardo Ordoñez.

3.4.2. Recursos materiales

- Hoja de Ortiga (*chichicaste disconide mexicana*).
- Agua desmineralizada.
- Etanol al 95 %.
- Etanol al 70 % (porcentaje volumen-volumen).
- Hexano Grado Industrial.
- Carbonato de sodio 5 % (v/v).
- Ácido sulfúrico 5 % (v/v).
- Hidróxido de amonio 5 % (v/v).
- Hidróxido de sodio 1 M.
- Metanol 95 %.
- Insecticida y larvicida comercial.

3.4.3. Equipo

- Plancha de calentamiento, Marca CORNING, modelo PC-620, 120 voltios, frecuencia de 60 Hz, potencia 1 113 Watts.
- Secador eléctrico, de contacto directo con flujo transversal, marca PREMLAB.
- Balanza analítica, Marca Adventure, serie G1231202040133, voltaje de 8 – 14,5 voltios, frecuencia de 50-60 Hz, máxima capacidad de 150 gramos, lectura mínima de 0,001.
- Balanza de humedad Marca BOECO.
- Potenciómetro Hanna Instrument.
- Mufla, Barnstead Thermolyne modelo: 1 400 Furnace, temperatura máxima: 1 000 °C 110 V equipo de Calcinación.
- Celda cromatográfica.

- Bomba de vacío Marca Gast, modelo 0523-VAFG588DX, voltaje de 100-115, frecuencia de 50 Hz, potencia de ¼ Hp, revoluciones 1725-1425 rpm.
- Horno de vacío.
- Rotavapor.
- Agitador magnético.

3.4.4. Cristalería

- Tamiz marca VWR Scientific, A. S. T. M. E-11 Especification, de 300 µm No. 50 y 250 µm No. 60, Mesh No. 10, 40, 50 y 80.
- Balones aforados de 50, 100, 500 y 1 000mL.
- Beacker de 100 y 250 mL.
- Erlenmeyer de 100 y 500 mL.
- Probetas graduadas de 25 y 100 mL.
- Varillas de agitación.
- Tubos de ensayo de 1,6 cm de diámetro y 13 cm. de largo 71.
- Gradillas.
- Termómetro de mercurio.
- Frasco pequeños color ámbar para almacenamiento.
- Ampolla de decantación.
- Crisoles de porcelana.
- Balones de fondo redondo de 100 mL.
- Embudo Buchner de 9 cm.
- Condensador Allihn.

3.5. Técnica cualitativa o cuantitativa

A continuación, se clasifican las variables en función del tipo de técnica utilizada.

Tabla III. Técnica por utilizar

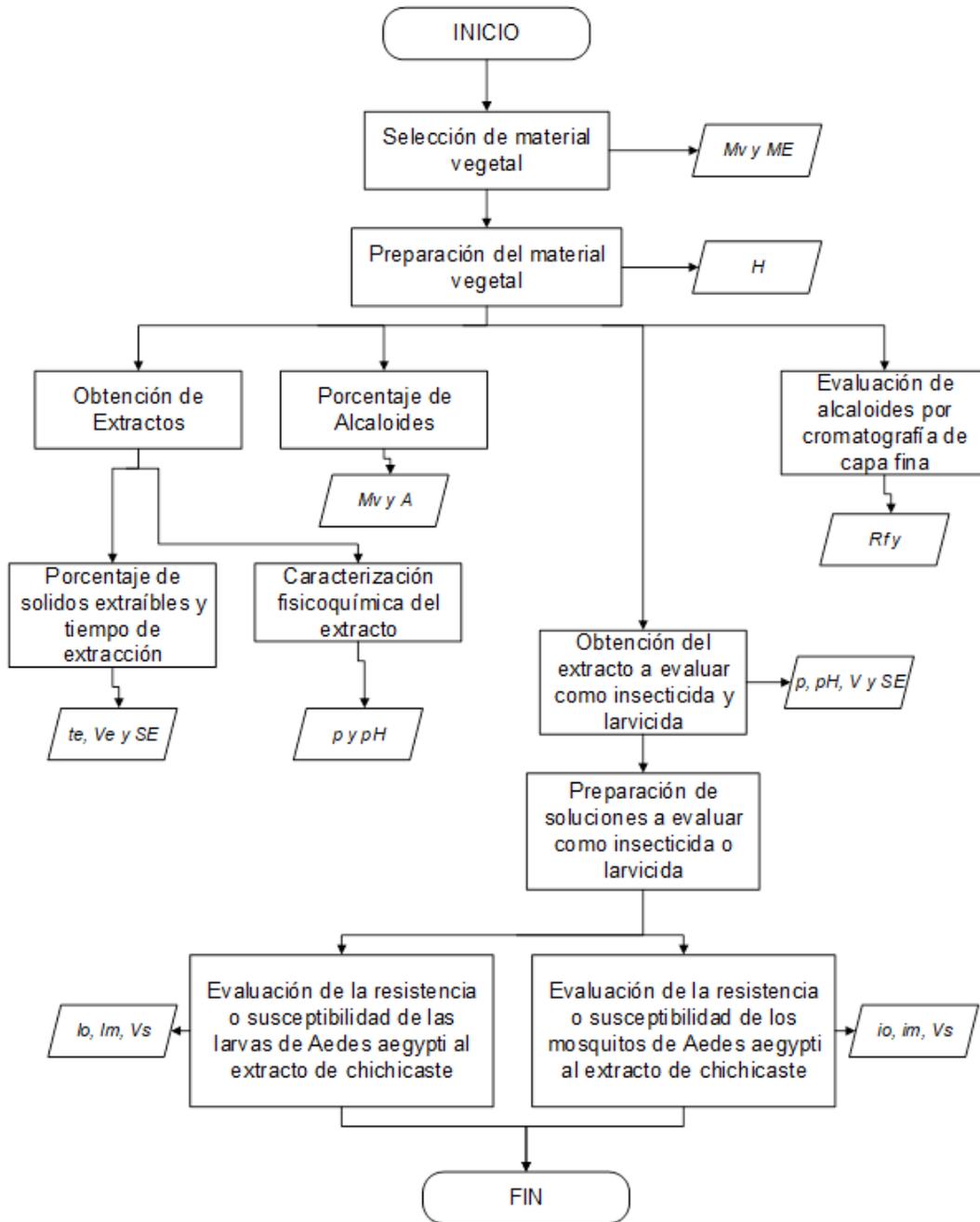
Variable	Cualitativa	Cuantitativa
Caracterización del material vegetal		
Porcentaje de humedad		X
Presencia de alcaloides por cromatografía de capa fina	X	
Elección de solvente y tiempo de extracción		
Tiempo de extracción		X
Porcentaje de sólidos extraíbles		X
cuantificación de alcaloides		X
Caracterización del extracto y evaluación de rendimiento		
pH		X
Densidad		X
Rendimiento		X
Evaluación de susceptibilidad o resistencia de larvas y zancudos		
Susceptibilidad o resistencia de larvas y zancudos		X

Fuente: elaboración propia.

3.6. Recolección y ordenamiento de la información

A continuación, se diagrama el proceso de recolección y ordenamiento de datos.

Figura 5. Diagrama de recolección de datos



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio.

Tabla IV. **Formas utilizadas en el diagrama de recolección y ordenamiento de la información**

Formas	Uso
	Inicio y finalización del procedimiento
	Proceso
	Datos

Fuente: elaboración propia.

Tabla V. **Nomenclatura utilizada en el diagrama de recolección y ordenamiento de la información**

Nomenclatura	Significado	Dimensional
Mv	Masa de materia vegetal	g
ME	Masa de materia extraña	g
H	Humedad	-
Rf	Desplazamiento	cm
λ	Longitud de onda	nm
SD	Masa de solidos depositados	g
p	Densidad	g/mL
pH	Potencial de hidrogeno	-
Te	Tiempo de extracción	h
Ve	Volumen de extracto	mL
Se	Masa de solidos extraíbles	g
Vs	Volumen de solución	mL
vo, vm	Vectores al inicio y muertos respectivamente	-

Fuente: elaboración propia.

3.7. Tabulación, ordenamiento y procesamiento de la información previos a los resultados de muestreos generales.

Datos obtenidos de la investigación previa a realizar el insecticida y larvicida. Los cuales son procesos de obtención de datos, relacionados a materia prima.

Tabla VI. Porcentaje de materia extraña de la hoja de ortiga

Corrida	Peso de MP (g)	Peso de materia extraña (g)
1	100,000	2,080
2	100,000	1,650
3	100,000	1,930

Fuente: elaboración propia.

Tabla VII. Elección de tamaño de partícula para hojas de Ortiga

Peso (g)	Peso total (g)	Porcentaje retenido (%)	Numero de tamiz	Tamaño de partícula (um)
80,240	994,920	8,065	70,000	210,000
30,210	994,920	3,036	70,000	210,000
48,120	966,490	4,979	60,000	250,000
122,840	966,490	12,710	50,000	297,000
72,810	966,490	7,533	40,000	400,000
83,650	966,490	8,655	30,000	595,000
34,630	966,490	3,583	20,000	841,000

Fuente: elaboración propia.

Tabla VIII. **Porcentaje de cenizas**

corrida	Peso de muestra (g)	Tara de crisol (g)	Peso final de crisol (g)
1	1,012	16,613	16,765
2	1,002	16,613	16,763
3	1,003	16,613	16,764

Fuente: elaboración propia.

Tabla IX. **Tiempo de extracción y solidos extraíbles de hojas de Ortiga**

Solvente	Volumen de picnómetro	Tiempo de extracción (min)	masa de alícuota (g)	contenido de solvente (g/g)
Hexano	1,054	30,000	0,691	0,995
	1,054	40,000	0,687	1,000
	1,054	50,000	0,676	0,867
	1,054	60,000	0,685	0,867
	1,054	70,000	0,675	0,994
	1,054	80,000	0,668	0,997
	1,054	90,000	0,680	0,994
	1,054	100,000	0,682	0,998
	1,054	110,000	0,739	1,000
	1,054	120,000	0,682	1,000
Etanol	1,054	30,000	0,948	0,989
	1,054	60,000	0,945	0,974
	1,054	90,000	0,945	0,974
	1,054	120,000	0,930	0,972
	1,054	150,000	0,952	0,972
	1,054	180,000	0,954	0,970
	1,054	210,000	0,953	0,973
	1,054	240,000	0,953	0,984

Fuente: elaboración propia.

Tabla X. **Cuantificación de alcaloides**

Solvente	Corrida	Tara de balón (g)	Peso final (g)	Peso final (g)
Etanol	1	308,900	25,000	309,120
	2	308,980	25,000	309,150
	3	308,860	25,000	308,930
	4	308,900	25,000	309,060
Hexano	1	308,900	25,000	312,230
	2	308,980	25,000	311,080
	3	308,860	25,000	311,850
	4	308,900	25,000	312,020

Fuente: elaboración propia.

Tabla XI. **Mediciones fisicoquímicas básicas**

Solvente	Numero	Densidad		Propiedades	
		Peso (g)	Volumen (mL)	Contenido de solvente (%)	pH
Etanol	1	0,941	1,054	98,930	6,700
	2	0,962	1,054	97,440	6,170
	3	0,975	1,054	97,350	6,420
	4	0,939	1,054	97,220	6,650
Hexano	1	0,672	1,054	100,000	11,560
	2	0,680	1,054	100,000	11,280
	3	0,685	1,054	100,000	9,730
	4	0,673	1,054	100,000	10,510

Fuente: elaboración propia.

Tabla XII. Rendimiento de los extractos de la hoja de Ortiga

Solvente	Numero	Tara balón (g)	Peso de materia (g)	Peso Final (g)
Etanol	1	309,500	25,000	312,964
	2	309,500	25,000	310,284
	3	309,500	25,000	311,219
	4	309,500	25,000	310,647
Hexano	1	311,190	25,000	315,484
	2	311,190	25,000	316,312
	3	311,190	25,000	314,671
	4	311,190	25,000	315,283

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIII. Mortalidad de larvas de *Aedes aegypti*

Corrida	Concentración del extracto	Tipo de extracto	
		Hojas	
		Larvas iniciales	Larvas muertas
1	0,25	20	2
	1	20	3
	5	20	3
2	0,25	20	1
	1	20	2
	5	20	3
Corrida	Tipo de control	Larvas iniciales	Larvas muertas
1	Positivo	20	20
	Negativo	20	0
2	Positivo	20	20
	Negativo	20	0

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIV. **Mortalidad de mosquitos**

Corrida	Concentración del extracto	Tipo de extracto	
		Hojas	
		Insectos iniciales	Insectos muertos
1	0,25	15	1
	1	17	2
	5	16	2
2	0,25	16	1
	1	18	1
	5	15	2
Corrida	Tipo de control	Insectos iniciales	Insectos muertos
1	Positivo	15	15
	Negativo	16	0
2	Positivo	18	18
	Negativo	15	0

Fuente: elaboración propia.

3.8. **Métodos y procedimientos**

A continuación, se describen los procedimientos utilizados durante el estudio:

3.8.1. **Selección y preparación del material vegetal**

Se seleccionaron hojas de ortiga, sanas, vivas y representativas de la población.

3.8.1.1. Selección del material vegetal

Se determinó el porcentaje de materia extraña, constituida por toda la materia prima que no cumple con la descripción botánica del *Chichicaste Discocnide mexicana*.

- Pesado de 100 g de materia vegetal y selección de la materia según los siguientes requisitos:
 - Hojas lanceoladas y ova-lanceoladas de 2,2 a 11 cm de longitud y 1,1 – 6,6 cm de ancho.
 - Color verde obscuro/claro.
- Se determinó del porcentaje de materia extraña en la muestra.
- Se eliminó toda la materia extraña presente.

3.8.1.2. Preparación de la materia vegetal

El material se utilizó seco. Esto con el fin de disminuir la actividad de los microorganismos presentes, desacelerando de esta manera la descomposición de la materia vegetal.

- Reducción del tamaño del material, hasta que sea adecuado para la extracción.

3.8.2. Caracterización del material vegetal

A continuación, se describen los métodos utilizados en la evaluación del material vegetal:

3.8.2.1. Determinación de cenizas

El porcentaje de cenizas permite estimar la cantidad de minerales en la materia vegetal. El procedimiento utilizado en la evaluación del porcentaje de cenizas consistió en:

- Se pulverizó de una porción del material vegetal a evaluar.
- Se midió la masa de 1 g del material pulverizado en un crisol previamente tarado.
- Se incineró a una temperatura menor de 450 °C.
- Se taró el crisol conteniendo el material vegetal incinerado.
- Se determinó del porcentaje de cenizas.

3.8.2.2. Evaluación de presencia de alcaloides por cromatografía de capa fina

- Se midió la masa de 1 g de material vegetal seco y molido.
- Se adicionó 1 mL de hidróxido de amonio al 10 % (p/v) y extracción con 5 mL de metanol.
- Se calentó en baño María a 60 °C durante 5 minutos.
- Se filtró y se concentró.
- Se aplicó el extracto en una placa de sílica gel 60 F254.
- Se reveló por exposición sin tratamiento químico a luz UV 254 nm, UV 365 nm y reactivo de Dragendorff.

3.8.3. Selección de solvente y tiempo de extracción

A continuación, se presentan los procedimientos utilizados:

3.8.3.1. Porcentaje de sólidos extraíbles y tiempo óptimo de extracción

- Se midió la masa de 20 g de material vegetal.
- Se colocó el material en un dedal de Soxhlet.
- Se armó el equipo de Soxhlet, utilizando el solvente a evaluar.
- Se tomó 5 mL del extracto en ciclos de tiempo iguales.
- Se midió la densidad del extracto.
- Se determinó el porcentaje de humedad de 1 g de extracto.
- Se retornó el extracto al Soxhlet.
- El tiempo de extracción óptimo, se obtuvo mediante la comparación del porcentaje de sólidos extraíbles a diferentes tiempos.

3.8.3.2. Obtención de extractos

Se realizó extracciones de la hoja de ortiga, por el método de maceración dinámica a temperatura ambiente, por medio de la técnica Soxhlet y se evaluaron tres distintos solventes de diferente polaridad, siendo estos: hexano, etanol (70 % v/v) y agua.

- Se pesó 20 g de material vegetal deshidratado y molido.
- Se agitó durante 30 minutos, con 10 mL de carbonato de sodio al 5 % (v/v). Este paso aplica únicamente cuando se evalúa la extracción con hexano.
- Se adicionó solvente en una relación 1:10.
- Se realizó Maceración dinámica, hasta el agotamiento de la materia vegetal.
- Se repitió cuatro corridas para cada solvente (Hexano y etanol).

3.8.3.3. Porcentaje de alcaloides en la extracción con hexano

- Se pesó 25 g de materia vegetal deshidratado y molido.
- Se agitó durante 30 minutos del material vegetal, con 25 mL de carbonato de sodio al 5 % (v/v).
- Se adicionó hexano: hasta la obtención de una relación 1:10 material: hexano.
- Se aplicó Maceración dinámica: hasta el agotamiento de la materia vegetal cuyo tiempo fue evaluado anteriormente.
- Se Filtró del extracto y concentración mediante rotaevaporación.
- Se agitó el extracto concentrado con una solución de ácido sulfúrico al 5 %, espera de la formación de dos fases.
- Se separó por decantación de la fase acuosa acida.
- Se alcalinizó la fase acuosa acida con hidróxido de amonio hasta un pH de 9,5.
- Se agitó con cloroformo: espera de la formación de dos fases.
- Se separó por decantación la fase orgánica.
- Se concentró mediante rota evaporación.
- Se repitió del procedimiento anterior, al menos por tres corridas.

3.8.3.4. Porcentaje de alcaloides en las extracciones con etanol

- Se pesó de 25 g de materia vegetal deshidratado y molido.
- Se adicionó de solvente hasta obtener una relación 1:10 materia: solvente.
- Se aplicó Maceración dinámica: hasta el agotamiento de la materia vegetal cuyo tiempo fue evaluado anteriormente.
- Se filtró del extracto obtenido.

- Se adicionó de agua y ácido sulfúrico: hasta pH de 3,5.
- Se concentró mediante rotaevaporación: hasta la eliminación del solvente.
- Se agitó con cloroformo del extracto libre de etanol o agua, esperar la formación de dos fases.
- Se separó de la fase acuosa ácida mediante decantación.
- Se alcalinizó de la fase acuosa ácida con hidróxido de amonio hasta un pH de 9,5.
- Se agitó con cloroformo, esperar la formación de dos fases.
- Se separó por decantación la fase orgánica.
- Se evaporó del solvente, mediante rota evaporación.
- Se repitió del procedimiento anterior, al menos por tres corridas.

3.8.3.5. Determinación de porcentaje de solvente

- Se colocó un platillo de aluminio en la balanza de humedad.
- Se taró el platillo y esperar a que la balanza marque cero en el peso.
- Se agregó aproximadamente 1 g del extracto al platillo tarado, sin retirarlo de la balanza.
- Se cerró la balanza y esperar hasta que de una lectura estable.
- Se anotó el porcentaje de solvente que marca la balanza.

3.8.3.6. Determinación de densidad

- Se taró el picnómetro.
- Se llenó el picnómetro con el extracto hasta la línea de aforo.
- Se pesó el picnómetro conteniendo el extracto.

3.8.3.7. Determinación de pH

- Se calibró el potenciómetro con soluciones buffer correspondientes.
- Se lavó el potenciómetro con agua desmineralizada.
- Se determinó el pH del extracto.
- Se lavó el potenciómetro con agua desmineralizada.

3.8.3.8. Preparación de soluciones a evaluar como insecticida

- Se pesó 0,25 g, 1 g y 5 g de extracto concentrado.
- Se aforó a 100 mL con etanol al 70 % (v/v).
- Se agitó hasta la completa dispersión del extracto en el solvente.

3.8.3.9. Preparación de mezclas a evaluar como larvicidas

- Se pesó 0,25 g, 1 g y 5 g de extracto concentrado.
- Se disolvió 25 mL de etanol al 70 %.
- Se mezcló con 99,75 g, 99 g y 95 g de arena de río, respectivamente.
- Se secó al aire, sin ser expuesto a la luz solar por 1 h.

3.8.3.10. Evaluación de la susceptibilidad o resistencia de larvas de *Aedes aegypti*

- Se recolectó larvas de *Aedes Aegypti*, que presenten movimientos serpenteantes y que realicen la respiración en la superficie del agua en forma perpendicular al recipiente.
- Se colocó las larvas en un recipiente.

- Se trasladó 5 grupos de 10 larvas en fase III a recipientes conteniendo agua del criadero.
- Se agregó 1 mL de cada una de las mezclas preparadas con arena-extracto a diferentes grupos de larvas.
- Se agregó 1 mL de larvicida comercial a un grupo de larvas.
- Se agregó 1 mL de arena sin ningún tratamiento previo a un grupo de larvas, que se utiliza como grupo control.
- Se realizó el conteo de mortalidad de larvas, después de 24 horas del vertido.
- Se repitió el procedimiento.

3.8.3.11. Evaluación de la susceptibilidad o resistencia del *Aedes aegypti* adulto

- Se recolectó larvas de mosquito.
- Se trasladó las larvas: utilizando un colador, a un recipiente conteniendo agua del criadero.
- Se agregó entre 10-20 insectos a jaulas de cedazo.
- Se realizó el conteo de los insectos.
- Se roció a los insectos con 10 mL de las tres soluciones insecticidas preparados, a tres diferentes grupos, mediante una bomba atomizadora.
- Se roció a un grupo de insectos con 10 mL de insecticida comercial.
- Se roció a un grupo control de insectos, con 10 mL de etanol al 70 %.
- Se esperó 24 h después del atomizado.
- Se realizó conteo de los insectos muertos.
- Se roció a los insectos sobrevivientes con el insecticida comercial y esperar a que la mortalidad sea total.
- Se repitió este procedimiento.

3.9. Procesamiento de la información

A continuación, se presentan las ecuaciones utilizadas:

3.9.1. Porcentaje de materia extraña

$$\%M_e = \frac{M_e}{M_v} * 100$$

[Ec.1]

Donde:

%ME: porcentaje de materia extraña (porcentaje).

ME: materia extraña (gramos).

Mv: materia vegetal utilizada (gramos).

3.9.2. Porcentaje de cenizas

$$\%C = \frac{SD}{M_v} * 100$$

[Ec.2]

Donde:

%C: porcentaje de cenizas (porcentaje).

SD: sólidos depositados (gramos).

Mv: materia vegetal utilizada (gramos).

3.9.3. Sólidos extraíbles

$$\%SE = (1 - H) * \rho * 100$$

[Ec.3]

Donde:

%SE: sólidos extraíbles (gramos/100 mL).

H: humedad (gramos/gramos).

ρ : densidad (gramos/mililitros).

3.9.4. Porcentaje de rendimiento

$$\%R = \frac{(M_f - M_b)}{M_v} * 100$$

[Ec.4]

Donde:

%R: porcentaje de rendimiento del extracto (porcentaje).

Mf: peso final (balón + extracto) (gramos).

Mb: tara de balón (gramos).

Mv: materia vegetal (gramos).

3.9.5. Densidad

$$\rho = \frac{M_e}{V_e} * 100$$

[Ec.5]

Donde:

ρ : densidad (gramos/mililitros).

Me: masa extracto (gramos).

Ve: volumen de extracto (mililitros).

3.9.6. Porcentaje de alcaloides

$$\%A = \frac{(M_f - M_b)}{M_v} * 100$$

[Ec.6]

Donde:

%A: porcentaje de alcaloides (porcentaje).

Mf: peso final (balón + extracto de alcaloides) (gramos).

Mb: Tara de balón (gramos).

Mv: materia vegetal (gramos).

3.9.7. Porcentaje de mortalidad

$$\%M = \frac{(E_f - E_b)}{E_b} * 100$$

[Ec.7]

Donde:

%M: porcentaje de mortalidad (porcentaje).

Ef: especímenes vivos después de 24 h.

Eb: especímenes vivos al inicio.

3.10. Análisis estadístico

Tipo de diseño: totalmente al azar

3.10.1. Obtención de extractos

Se realizaron dos tratamientos distintos, estos consistieron en la obtención de los extractos de hojas de ortiga para dos solventes de diferente polaridad, de la siguiente forma:

- Tratamiento: extracto de hojas obtenido mediante dos distintos solventes.

Número de réplicas por tratamiento: 3

Número de observaciones: 16

3.10.2. Evaluación de la actividad Larvicida

Se realizaron dos tratamientos distintos, estos consistieron en la aplicación de los extractos de hojas y frutos:

- Tratamiento: extracto de hojas contra tres grupos de larvas

Además, se evaluaron dos grupos de control, de la siguiente forma:

- Control positivo: aplicando un insecticida comercial contra un estadio de larvas.
- Control negativo: aplicando agua reposada, contra un estadio de las larvas.

Número de réplicas por tratamiento: 1

Cada uno de los tres tratamientos de los extractos en mención se evaluó contra dos grupos de larvas, empleando tres dosis distintas. Además, se evaluaron dos grupos control con una réplica.

Número de observaciones: 16

3.10.3. Evaluación de la actividad insecticida

Se realizaron dos tratamientos distintos. Estos consistieron en la aplicación de los extractos de hojas de las hojas de la ortiga.

- Tratamiento: extracto de hojas contra tres grupos de insectos

Además, se evaluaron dos grupos de control, de la siguiente forma:

- Control positivo: se utilizando un insecticida comercial contra un grupo de insectos.
- Control negativo: se utilizando agua reposada, contra un grupo de insectos.

Número de réplicas por tratamiento: 2.

Cada uno de los tres tratamientos de los extractos en mención se evaluó contra dos grupos de insectos, empleando tres dosis distintas. Además, se consideraron dos grupos control con una réplica.

Número de observaciones: 16

3.11. Técnica estadística

A continuación, se presentan las ecuaciones utilizadas:

3.11.1. Media aritmética

Proporciona un valor promedio de los datos de una serie de repeticiones. Esta será utilizada para obtener un promedio de los datos de peso de materia extraña, porcentaje de cenizas, tiempo de extracción, alcaloides totales, porcentaje de rendimiento, densidad y pH.

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n}$$

[Ec.8]

Donde

\bar{x} : Media de los datos experimentales.

x_i : Sumatoria de los valores obtenidos en todas las repeticiones.

n: número de repeticiones.

3.11.2. Desviación estándar

Es una medida de la variabilidad de una serie de datos. Esta será utilizada en los datos de peso de materia extraña, peso de cenizas, tiempo de extracción, porcentaje de rendimiento, alcaloides totales, densidad y pH.

$$S = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

[Ec.9]

Donde

\bar{x} : Media de los datos experimentales.

x_i : Dato experimental de la repetición "i".

n: número de repeticiones.

3.11.3. Coeficiente de variación

Es una medida, en porcentaje, de la variabilidad de una serie de datos. Será determinado en los datos de peso de materia extraña, peso de cenizas, tiempo de extracción, porcentaje de rendimiento, alcaloides totales, densidad y pH.

$$C_v = \frac{S}{\bar{x}} * 100$$

[Ec.10]

Donde

CV: coeficiente de variación.

\bar{x} : Media de los datos experimentales.

S: Desviación estándar.

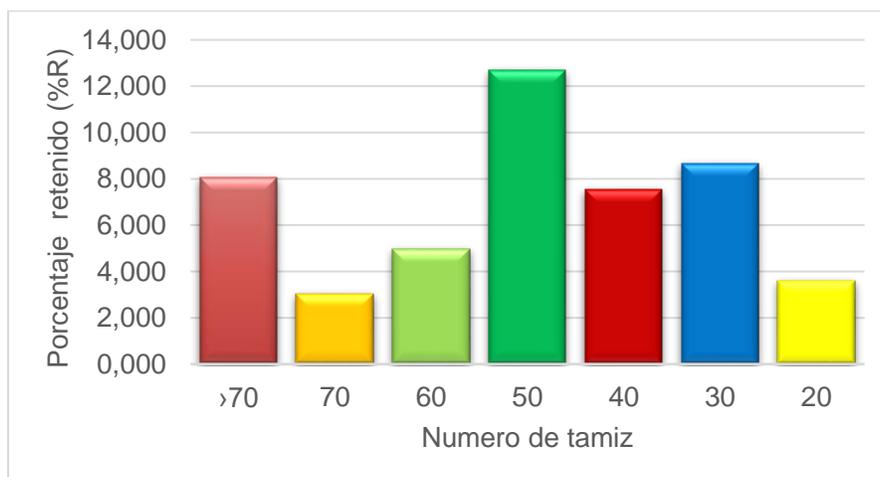
4. RESULTADOS

Tabla XV. **Porcentaje de materia extraña en hojas de Ortiga**

Corrida	Porcentaje de materia extraña (%)
1	2,080
2	1,650
3	1,930
Media (%)	1,887
Desviación estándar (%)	0,095
Coefficiente de Variación (%)	5,049

Fuente: elaboración propia.

Figura 6. **Porcentaje en peso de hojas según tamaño de tamiz**



Fuente: elaboración propia.

Tabla XVI. **Porcentaje de cenizas en las hojas de Ortiga**

Corrida	Porcentaje de ceniza (%)
1	0,152
2	0,150
3	0,151
Media (%)	0,151
Desviación estándar (%)	1,33E-06
Coefficiente de Variación (%)	0,001

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVII. **Tiempo óptimo de extracción utilizando hexano como solvente**

Solvente	Tiempo de extracción (min)	Porcentaje de solidos extraíbles (%)
Hexano	30	0,361
	40	0,000
	50	8,535
	60	8,654
	70	0,404
	80	0,171
	90	0,393
	100	0,149
	110	0,000
	120	0,000

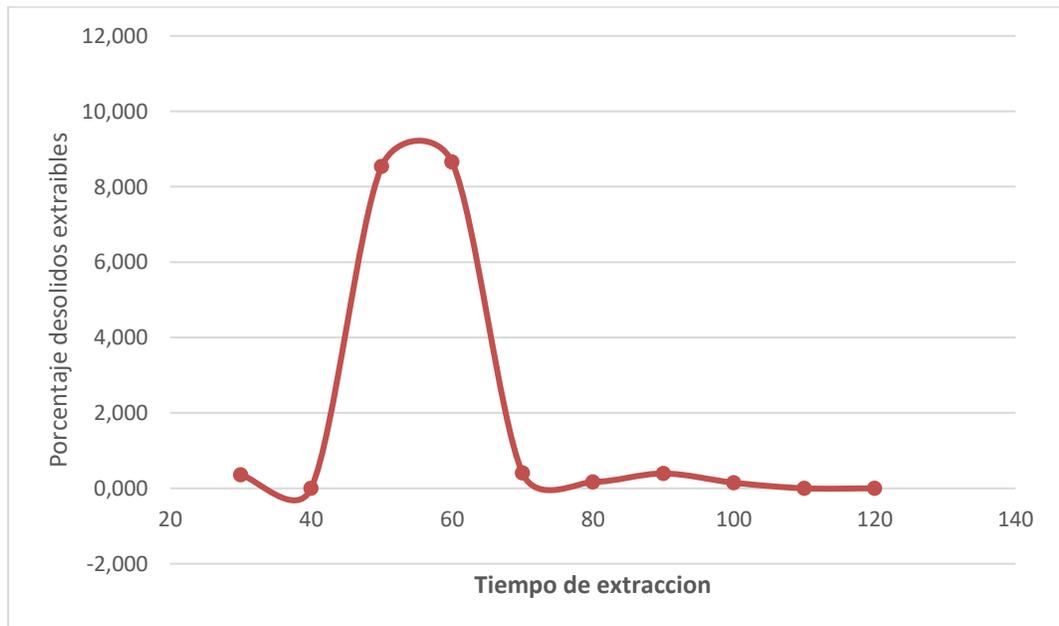
Fuente: elaboración propia.

Tabla XVIII. **Tiempo óptimo de extracción utilizando etanol como solvente**

Solvente	Tiempo de extracción (min)	Porcentaje de solidos extraíbles (%)
Etanol	30	0,962
	60	2,295
	90	2,375
	120	2,453
	150	2,538
	180	2,733
	210	2,459
	240	1,438

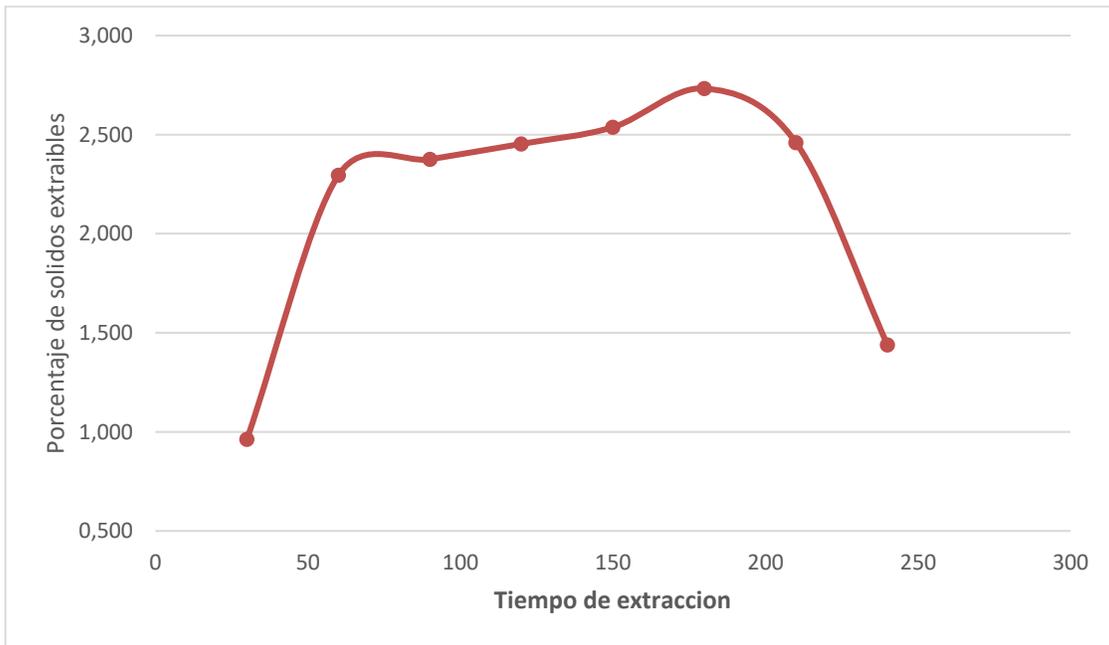
Fuente: elaboración propia.

Figura 7. **Tiempo óptimo de extracción de las hojas de ortiga utilizando hexano**



Fuente: elaboración propia.

Figura 8. Tiempo óptimo de extracción de las hojas de ortiga utilizando hexano



Fuente: elaboración propia.

Tabla XIX. Porcentaje de alcaloides en extractos de hojas de ortiga utilizando etanol

Solvente	Numero	Diferencia de peso (g)	Porcentaje de alcaloides (%)
Etanol	1	0,150	0,600
	2	0,112	0,448
	3	0,089	0,356
	4	0,171	0,684
Media (%)			0,522
Desviación Estándar (%)			0,065
Coficiente de variación (%)			12,521

Fuente: elaboración propia.

Tabla XX. **Porcentaje de alcaloides en extractos de hojas de ortiga utilizando Hexano**

Solvente	Numero	Diferencia de peso (g)	Porcentaje de alcaloides (%)
Hexano	1	0,194	0,776
	2	0,261	1,044
	3	0,211	0,844
	4	0,187	0,748
Media (%)			0,853
Desviación Estándar (%)			0,054
Coefficiente de variación (%)			6,274

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXI. **Porcentaje de rendimiento de los extractos de las hojas de ortiga utilizando etanol**

Solvente	Corrida	Diferencia de pesos (g)	Rendimiento de la reacción (%)
Etanol	1	0,226	0,904
	2	0,223	0,892
	3	0,131	0,524
	4	0,160	0,640
Media (%)			0,740
Desviación Estándar (%)			0,107
Coefficiente de variación (%)			14,413

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXII. **Porcentaje de rendimiento de los extractos de las hojas de ortiga utilizando Hexano**

Solvente	Corrida	Diferencia de pesos (g)	Rendimiento de la reacción (%)
Hexano	1	0,287	1,148
	2	0,412	1,648
	3	0,341	1,364
	4	0,323	1,292
Media (%)			1,363
Desviación Estándar (%)			0,132
Coefficiente de variación (%)			9,721

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXIII. **Densidad de los extractos de hojas de ortiga**

Solvente	Etanol	Hexano
Corrida	(g/mL)	(g/mL)
1	0,893	0,637
2	0,912	0,645
3	0,925	0,650
4	0,891	0,639
Media (%)	0,905	0,643
Desviación Estándar (%)	0,001	0,000
Coefficiente de Variación (%)	0,090	0,016

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXIV. **pH de los extractos de hojas de ortiga**

Solvente	Etanol	Hexano
Corrida	pH	pH
1	6,700	11,560
2	6,170	11,280
3	6,420	9,730
4	6,650	10,510
Media (%)	6,485	10,770
Desviación Estándar (%)	0,177	2,033
Coefficiente de Variación (%)	2,728	18,880

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXV. **Prueba presencia de alcaloides**

Muestra	Mayer's	Dragendorff	Wagner	Testigo
Material vegetal	+ Turbidez	+ Turbidez	+ Turbidez	Líquido traslúcido
Extracto	+ Turbidez	+ Turbidez	+ Turbidez	Líquido traslúcido

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXVI. **Prueba presencia de alcaloide en base a referencia**

Muestra		Banda	cm	Color	Rf
Hoja de ortiga	Etanol	1	1,9	Amarillo	0,22
		2	3,4	Amarillo	0,39
		3	4,2	Anaranjado	0,48
		4	5,0	Anaranjado	0,57
		5	5,7	Anaranjado	0,65
		6	8,2	Amarillo	0,94
	Hexano	1	1,8	Amarillo	0,21
		2	3,1	Amarillo	0,36
		3	4,2	Anaranjado	0,48
		4	5,0	Anaranjado	0,57
		5	5,7	Anaranjado	0,65
		6	6,5	Amarillo	0,75
		7	7,5	Anaranjado	0,86
		8	8,0	Amarillo	0,92

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXVII. **Mortalidad de larvas según concentración de extracto**

Concentración del extracto	Media de mortalidad (%)	Desviación estándar (%)	CV (%)
0.25%	2	2,000	100,000
1%	4	0,500	14,286
5%	7	2,000	28,571
Negativo	0	0	0
Positivo	20	0	0

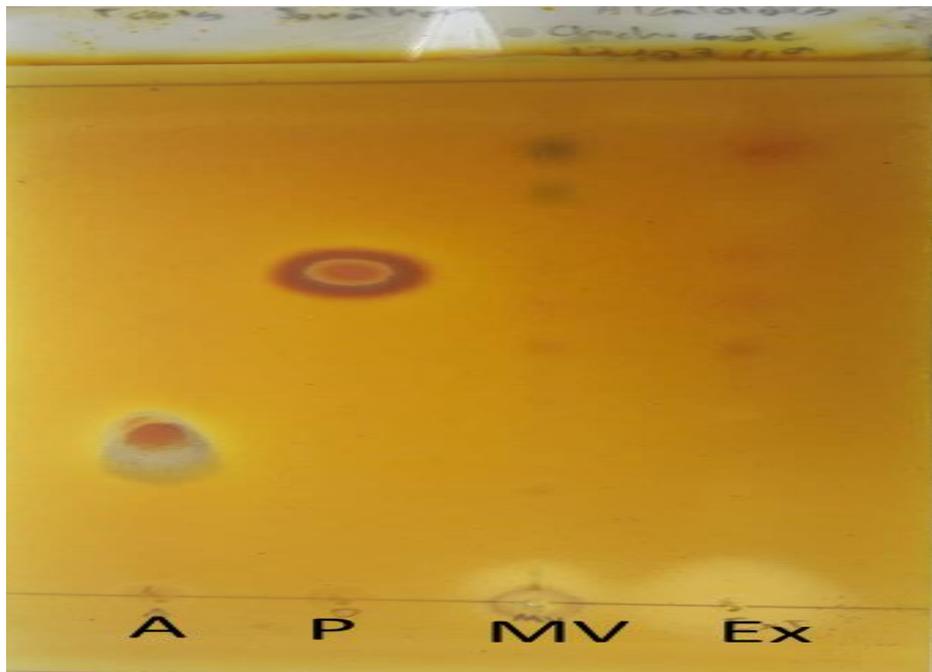
Fuente: elaboración propia.

Tabla XXVIII. **Mortalidad de insectos según concentración de extracto**

Concentración del extracto	Media de mortalidad (%)	Desviación estándar (%)	CV (%)
0,25%	1	0,000	0,000
1%	2	0,500	33,333
5%	2	0,000	0,000
Negativo	0	0,000	0,000
Positivo	16,5	4,500	0,273

Fuente: elaboración propia.

Figura 9. **Cromatografía en capa fina de alcaloides en hoja y extracto de hoja de ortiga.**



Fuente: Laboratorio de Investigación de Productos Naturales –LIPRONAT-. Edificio T-10, Laboratorio 106, USAC.

5. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

El objetivo de la presente investigación es: caracterizar fisicoquímica y fitoquímica del extracto de la hoja de la ortiga (*chichicaste discocnide mexicana*), obtenido por maceración dinámica con etanol al 95 % y hexano grado industrial, procedente de la ciudad de Antigua Guatemala, Sacatepéquez.

Como primera instancia se debió tratar la materia prima como lo fue la sección de evaluación de humedad, % de cenizas, granulometría, entre otras.

El análisis de la humedad de la materia prima muestra no solo el contenido de agua, sino de toda materia volátil que se elimina por calentamiento, esto conduce a la pérdida de peso de la muestra. Se muestra que la hoja de ortiga tiene una humedad menor al 10 %, siendo este dato de utilidad como parámetro de calidad. Además, tuvo que disminuir más su cantidad de agua como mínimo al 5 % para poder ser trabajada en la extracción.

Para asegurar la uniformidad de la materia vegetal utilizada se determinó el contenido de materia vegetal extraña en 100 gramos muestra. Obteniéndose como resultado 1,887 % para hojas, como puede observarse en la tabla XV. Esto confirma que la materia vegetal pertenece a la especie *chichicaste Discocnide mexicana* y la materia vegetal utilizada se encuentra en el mismo rango de edad y de calidad.

Los lotes de materia vegetal, que fueron caracterizados con contenido de materia extraña, se molieron y tamizaron para escoger el tamaño de partícula a utilizarse en la investigación. Esto se realizó mediante la comparación de

cantidad retenida y tamaño de tamiz; escogiéndose según los resultados de la figura seis, se escogió los tamices 50 para mantener un parámetro estándar y poder realizar mediciones para caracterización y primeras experimentaciones de la hoja de ortiga. Además, el pretratamiento a la materia prima como lo es el proceso de granulometría ejerce una gran variante. Ya que implica la sección de transferencia de calor y más, ya que cuando existe una mayor área de contacto entre el medio y el entorno el proceso se desarrollará con mayor eficiencia y más rendimiento.

Para la determinación de minerales en la materia vegetal se evaluó el porcentaje de cenizas, cuyos resultados se resumen en la tabla XVI. En la cual se puede observar que el contenido de minerales el cual da un resultado de 0,151 %. Por lo que su nivel de minerales es muy bajo en sus propiedades inorgánicas, como lo son sus minerales.

Mediante la relación de humedad y densidad se determinó el porcentaje total de sólidos extraíbles en función del tiempo, para los extractos de las hojas de ortiga. Según las figuras 19 y 20 se eligieron tiempos de extracción de 180 minutos para los extractos etanoicos. Para los extractos con hexano de 60 minutos para extractos con hexano. Los menores tiempos de extracción se dan para los extractos con hexano, el cual a su vez es el solvente que presenta el mayor porcentaje de sólidos extraíbles.

Según la investigación previa referente a la especie vegetal de la ortiga (chichicaste discocnide mexicana), son los alcaloides presentes los que proveen de efectos tóxicos a esta familia de plantas. Por lo cual, como parte del estudio de investigación, se evaluó cualitativamente mediante cromatografía de capa fina la presencia de alcaloides en los extractos. Estos resultados se resumen en la tabla XXVII, en la cual se observa que tanto para extractos etanoicos y de hexano

hay presencia de alcaloides. La cromatografía en capa fina es una técnica de detección cualitativa de metabolitos secundarios en la cual se visualizan bandas las cuales comparadas con estándares se puede inferir la presencia de metabolitos características o marcadores químicos presentes en las especies. Se analizó el material vegetal de hoja de ortiga, con el extracto obtenido a partir del mismo con los dos solventes. En la CCF de alcaloides ambas muestras presentaron bandas color anaranjado lo que indica que las dos tienen alcaloides, la cual se visualiza en la figura 7.

Además, también se realizó una prueba macrométrica, la cual se basó en la capacidad que tienen los alcaloides en estado de sal (extractos ácidos), de combinarse con el yodo y metales pesados como bismuto, mercurio, tungsteno formando precipitados. La determinación de alcaloides se realizó utilizando tres reactivos que indican la presencia de alcaloides, ambas muestras dieron positivo para alcaloides al presentar turbidez con todos los reactivos. Esto solo como comparativo.

Se evaluó el porcentaje de rendimiento de cada uno de los extractos, obteniéndose según la tabla XXIII y XXIV, el mayor rendimiento estuvo en el extracto con solvente hexano, con un valor del 1,363 %. Lo que indica que las hojas de ortiga tienen mayor contenido de compuestos apolares afines a compuestos orgánicos. En comparación con los otros dos solventes, lo que implica que estas especies tienen mayor contenido de componentes apolares que polares. Por eso se refleja una cantidad baja de % de alcaloides en las dos muestras como se ve en las tablas XXI y XXII.

Se caracterizaron los extractos obtenidos, mediante la determinación de la densidad, humedad y pH. Como se observa en la tabla XXV y XXVI, los extractos

acuosos presentaron mayor densidad comparado con el otro solvente. Estos datos fueron pautas importantes para la evaluación de estos en la citotoxicidad.

Se agregó soluciones a muestras de larvas diferentes. Esto con el objetivo de evaluar el efecto como larvicida que posee el extracto contra larvas de la especie *Aedes aegypti*. Obteniéndose como resultado, según la tabla XXIX, que el extracto si contiene actividad larvicida. El que dio mayor resultado en la prueba fue el extracto con hexano, en comparación con el extracto con etanol.

Finalmente se prepararon tres soluciones a diferente concentración para cada uno de los extractos. Para lo cual se utilizó como solvente etanol al 70 %. Estos extractos se aplicaron a diferentes grupos de insectos adultos de *Aedes aegypti* con el objetivo de evaluar el efecto insecticida. Como se resume en la tabla XXX, de la misma forma que para la evaluación como larvicida.

Con base en los resultados que se presentan, en las tablas XXIX y XXX. Se estableció que el extracto de las hojas de ortiga es más eficaz como larvicida que como insecticidas. Aunque sí presentan una moderada actividad insecticida.

CONCLUSIONES

1. Se determinó la cantidad de minerales presentes en la hoja de la ortiga por medio de la técnica de la determinación de cenizas.
2. Se estableció que sí hay presencia de alcaloides en las hojas de ortiga (chichicaste discocnide mexicana) por medio del análisis cromatográfico de capa fina, como análisis inicial para iniciar la investigación.
3. Se comprobó que el tiempo óptimo de extracción utilizando solventes lixiviantes etanol al 95 % y hexano grado industrial, fue de tres horas y de una hora. Además, su rendimiento respectivamente fue de 0,74 % y 1,363 %. Realizar procesos de maceración dinámica a escala laboratorio, aplicando la técnica soxhlet, para obtener el extracto de la hoja de la ortiga (chichicaste discocnide mexicana).
4. Se determinó que la cantidad de alcaloides presentes en el extracto de hoja de ortiga (chichicaste discocnide mexicana), utilizando solventes lixiviantes etanol al 95 % y hexano grado industrial es del 0,740 % y 0,853 %. Realizar procesos de maceración dinámica a escala laboratorio, aplicando la técnica soxhlet, para obtener el extracto de la hoja de la ortiga.
5. Se estableció que la densidad de los extractos de la hoja de ortiga utilizando solventes lixiviantes etanol al 95 % y hexano grado de 0,905 g/mL y 0,643 g/mL promedio. Y el pH 6,485 y 10,770 promedio. Realizando un análisis fisicoquímico básico.

6. Se comprobó que, de las diluciones realizadas, la que presenta mayor efectividad fue la de 5 % con un valor del 68 % como larvicida y del 42 % como insecticida. Las cuales se llevaron a cabo con las extracciones obtenidas de la hoja de la ortiga (chichicaste discocnide mexicana), utilizando como solvente etanol al 75 %, realizando análisis de citotoxicidad contra el vector transmisor del dengue (*Aedes aegypti*).

7. Se determinó la presencia Papavarina, metabolitos secundarios, para futuras investigaciones y la aplicación de la hoja de ortiga (chichicaste discocnide mexicana) para productos farmacéuticos.

RECOMENDACIONES

1. Evaluar los extractos utilizando otros solventes con polaridad intermedia, tal como acetona y metanol.
2. Evaluar la incidencia que tienen otros parámetros tales como saponinas, taninos y otros, sobre el efecto insecticida y larvicida.
3. Hacer una aplicación en campo, para verificar el efecto que tienen los extractos de la planta en general Ortiga sobre especímenes del zancudo transmisor de la enfermedad de dengue (*Aedes Aegypti*).
4. Evaluar otros métodos de extracción, tal como maceración dinámica con calentamiento, evaluando sus tiempos óptimos de extracción en base a relaciones mayores, como lo es: 2:10, 2:10. Aumentando la cantidad de materia vegetal.
5. Evaluar la hoja de la ortiga (chichicaste discocnide mexicana) como medio medicinal. Contiene propiedades relajantes y buenas para la salud. Se evaluó la presencia de Papavarina, la cual dio positiva en la prueba de cromatografía de capa fina.

BIBLIOGRAFÍA

1. ARANGO A, Gabriel J. *Alcaloides y compuestos nitrogenados*. 3a ed. Medellín: Universidad de Antioquía, 2008. 597 p.
2. BARAEM P, Ismail. *Ash Content Determination, In: Food Analysis Laboratory Manual. Food Science Text Series. Springer, Cham*. 1a ed. EEUU: CENGAGE Learning, 2008. 432 p.
3. BRUNETON, Jean. *Farmacognosia. Fitoquímica. Plantas medicinales*. 2a ed. Acribia: Zaragoza, 2001. 773 p.
4. CARTER, Farid and Neda. *Evaluation and Determination of Minerals Content in Fruits*. EEUU: International Journal of Plant, Animal and Environmental Sciences. 2014. 115 p.
5. CIRILO, Nelson. *Plantas nuevas para la flora de Honduras*. 3a ed. Honduras: Ceiba, 1979. 298 p.
6. CONABIO. *Catálogo taxonómico de especies de México*. 2a ed. Mexico: 2009. 1 021 p.
7. COURTNEY, Simons. *Determination of Ash Content*. Food Science Toolbox. [en línea]. <<https://www.cwsimons.com>>. [Consulta: 29 de octubre de 2017].

8. DE LA LLANA PARRA, Rossana Mireya. *Tamizaje FITOQUÍMICO del colpalchi (Croton reflexifolius HBK)*. Trabajo de graduación de Ing. Química, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2001. 187 p.
9. FULLER J. Harry. *Botánica*. 1a ed. México: Interamericana, 1974. 235 p.
10. GUDIÉL, Luis. *Evaluación fitoquímica y actividad antioxidante de Polypodium triseriale SW. (calahuala)*. Trabajo de graduación de Lic. Química Farmacéutica, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Universidad de San Carlos de Guatemala: 2009. 164 p.
11. GUEST Post. *Estimation of Ash Content in Food*. [en línea]. <<https://www.discoverfoodtech.com>>. [Consulta: 08 de agosto de 2017].
12. IDÁRRAGA PIEDRAHITA, Álvaro, ORTIZ, Rosa del Carmen; CALLEJAS POSADA, Ricardo; MERELLO, Mary. *Manual de plantas*. 1a ed. Medellín, Colombia: Universidad de Antioquia, 2011. 462 p.
13. LOZA, Angélica; QUISPE, Merly; VILLANUEVA, Juan; P. PELÁEZ, Pedro. *Development of functional cookies with wheat flour, banana flour (Musa paradisiaca), sesame seeds (Sesamum indicum) and storage stability*. *Scientia Agropecuaria*, 8(4), 315-325. [en línea]. <<https://www.dx.doi.org/10.17268/sci.agropecu.2017.04.03>>. [Consulta: 27 de marzo de 2018].
14. MATIAS, Elvira. *Caracterización fitoquímica y cuantificación por espectrofotometría UV de flavonoides totales en extractos de*

rizomas y fronda de Polypodium triseriale. Trabajo de graduación de Lic. Química Farmacéutica, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2008. 61 p.

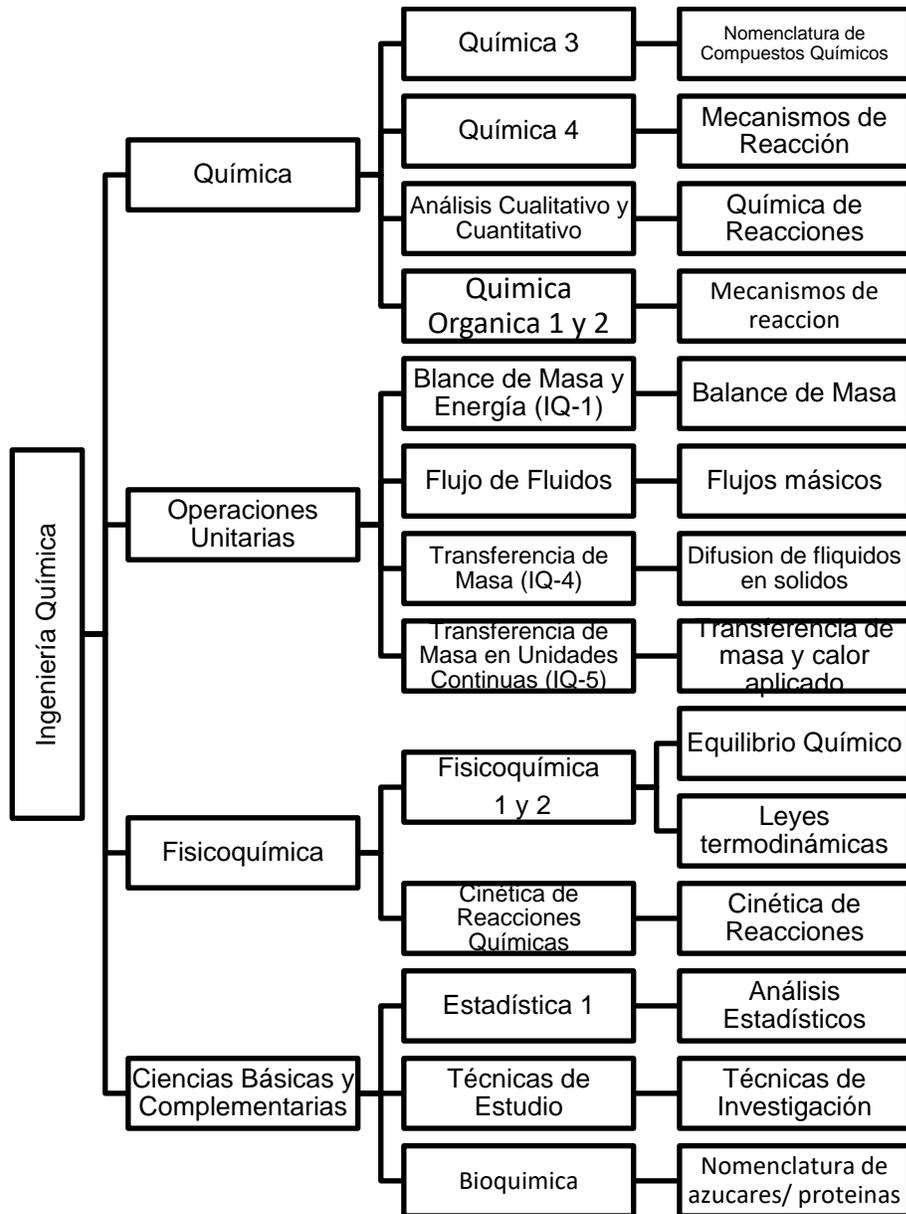
15. McCLEMENTS, Julian. *Analysis of Ash and Minerals*. [en línea]. <<https://www.people.umass.edu>>. [Consulta: 15 de junio de 2018].
16. MILLER, James N.; MILLER, Jane C. *Estadística y quimiometría para química analítica*. 4a ed. Madrid: Pearson Educación, 2002. 296 p.
17. MORALES, J. Francisco. *Manual de Plantas de Costa Rica*. 1a ed. Costa Rica: Loasaceae, 2007. 778 p.
18. PALOMINO, Olga. *Métodos analíticos para la identificación de Plantas Medicinales. Apuntes del curso de la Asociación Española de Farmacéuticos de la Industria*. España: AEFI, 2001. 225p.
19. PET Central. *The Importance of Ash Level in Pet Food*. [en línea]. <<https://www.petcentral.chewy.com>>. [Consulta: 16 de junio de 2017].
20. POOL, Amy; W.D., Stevens; ULLOA, Carmen; MONTIEL, Olga M. *Flora de Nicaragua*. 1a ed. Missouri: Monogr. Syst., 2001. 148 p.
21. QUER, Pío Font. *Plantas medicinales. El Dioscórides renovado*. 1ra ed. Península: Labor, 1961. 958 p.
22. RÍOS TELLO, Mildred Julissa. *Tamizaje fitoquímico preliminar del fruto, semilla y corteza de Hylocereus undatus (pitaya o pitahaya)*.

Trabajo de graduación de Ing. Química, Facultad de Ingeniería,
Universidad de San Carlos de Guatemala: 2001. 128 p.

23. SCHAUENBERG, Paul; PARIS, Ferdinand. *Guía de las plantas medicinales*. 1a ed. Barcelona, España: Omega, 1980. 1 125 p.
24. TREYBAL, Robert. *Operaciones de transferencia de masa*. 4a ed. México: McGraw-Hill, 2001. 845 p.
25. WAGNER, Hildebert; BLADT, Sabine; Zgainski, Eva Maria. *Plant drug analysis: a thin layer chromatography atlas*. 1a ed. Germany: Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 1984. 1 123 p.
26. WEIGEND, M. Bernal, R. & E. Forero. 1a ed. Colombia, Bogotá: Universidad Nacional de Colombia, 2001. 129 p.
27. WHEAT Quality & Carbohydrate Research. *Flour Analysis*. [en línea]. <<https://www.ndsu.edu>>. [Consulta: 27 de marzo de 2018].
28. WHITTEN, Kenneth, DAVIS Raymond, PECK Larry; STANLEY, George. *Química*. 8a ed. Alemania: CENGAGE Learning, 1998. 1 248 p.
29. WINGROVE, Allan. et. Al. *Química orgánica*. 3a ed. México: HARLA, 1984. 1 569 p.

APÉNDICES

Apéndice 1. Requisitos académicos



Fuente: elaboración propia.

Apéndice 2. **Recolección de materia prima, hoja de ortiga**



Fuente: elaboración propia.

Apéndice 3. **Selección de materia vegetal**



Fuente: elaboración propia.

Apéndice 4. Preparación de muestras de materia vegetal para secado



Fuente: elaboración propia.

Apéndice 5. Secado de bandejas de la hoja de ortiga



Fuente: elaboración propia.

Apéndice 6. **Extracción de hojas de ortiga utilizando etanol y hexano**



Fuente: elaboración propia.

Apéndice 7. **Determinación de cenizas**



Fuente: elaboración propia.

Apéndice 8. Filtración de extractos a través de mesh 20



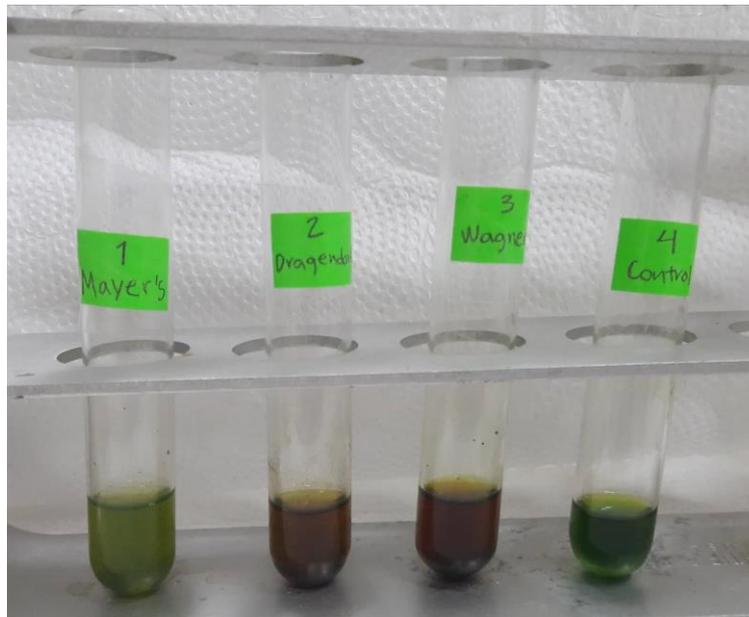
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 9. Concentración mediante rotaevaporación del extracto de las hojas de ortiga después de la filtración



Fuente: elaboración propia.

Apéndice 10. **Determinación de alcaloides en extracto utilizando etanol**



Fuente: elaboración propia.

Apéndice 11. **Determinación de alcaloides en extracto utilizando Hexano**



Fuente: elaboración propia.

Apéndice 12. **Extractos de las hojas de ortiga, con etanol y hexano**



Fuente: elaboración propia.

Apéndice 13. **Recolección de larvas Aedes aegypti**



Fuente: elaboración propia.

Apéndice 14. **Diferentes tipos de larvas *Aedes aegypti***



Fuente: elaboración propia.

Apéndice 15. **Insectos provenientes de los diferentes tipos de larvas
*Aedes aegypti***



Fuente: elaboración propia.

Apéndice 16. **Toma de agua de cría de larvas, preparación**



Fuente: elaboración propia.

Apéndice 17. **Grupo de larvas *Aedes aegypti***



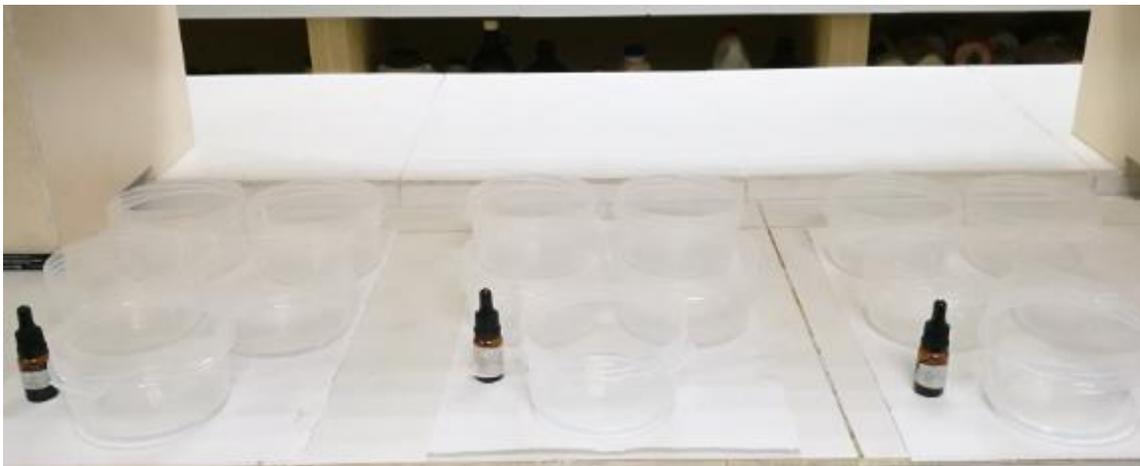
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 18. **Preparación de muestras a evaluar como insecticida a diferentes concentraciones**



Fuente: elaboración propia.

Apéndice 19. **Preparación de muestras**



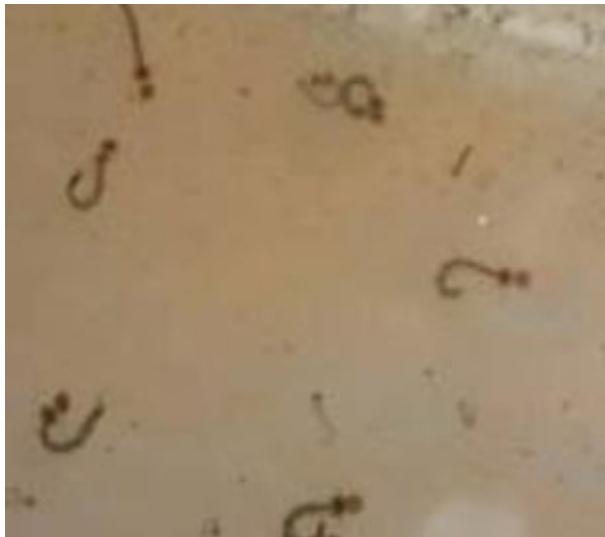
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 20. **Dosificación de larvicida/insecticida a diferentes concentraciones**



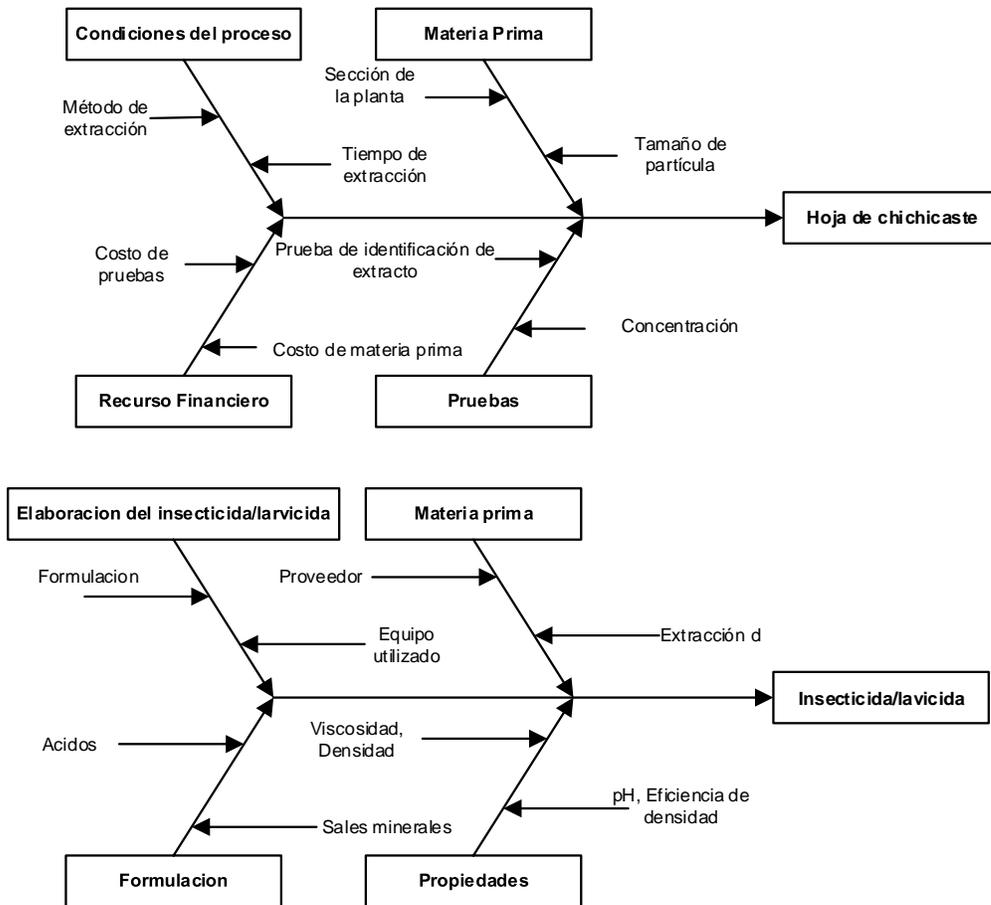
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 21. **Conteo de mortalidad**



Fuente: elaboración propia.

Apéndice 22. Diagrama de Ishikawa



Fuente: elaboración propia.

ANEXO

Anexo 1. Informe de resultados de extracciones, humedad hoja de ortiga.



Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia
Laboratorio de Investigación de Productos
Naturales -LIPRONAT-

3/7

Informe No. 001-080719

INFORME DE RESULTADOS

Actividad solicitada: Obtención de extractos de hoja de chichicaste (*Chichicaste discolorida* mexicana) y determinación de alcaloides.

Solicitante: Jonathan López

Fecha de solicitud: Julio de 2019

MÉTODOS

Determinación de humedad

Para la determinación del porcentaje de humedad se pesaron 0.5 g del material vegetal en la balanza de humedad, se distribuyó uniformemente en todo el platillo y se calentó por 10 minutos a 100°C (Gudiel, 2009).

Obtención de extractos

Se pesó 20 g de material vegetal y se colocó dentro de un dedal, se armó el equipo de Soxhlet colocando el dedal dentro de éste, como solvente se usó 400 mL de hexano, y se realizó la extracción por un tiempo de 3 horas (Anexo 1). Posteriormente se eliminó el solvente por medio del rotavapor a 335 mbar a una temperatura de 40°C, cuando se separó la mayor parte de hexano, se trasvasó a un cristizador y se puso en la desecadora por un día para eliminar completamente el solvente, luego se pesó y se calculó el porcentaje de rendimiento. El procedimiento se realizó once veces.

$$\% \text{ Rendimiento} = \frac{\text{Peso final} - \text{Tara}}{\text{Peso de material vegetal}} \times 100\%$$

Determinación de alcaloides (Gudiel, 2009).

Para el ensayo macroscópico se pesó 1 g de material vegetal y 0.1 g del extracto, se disolvieron en 5 mL de metanol y se agregaron 2 gotas de solución de hidróxido de amonio al 10 por ciento (p/v), luego se añadió 12.5 mL de metanol a 60°C y se filtró. El filtrado se acidificó con ácido clorhídrico 2N. La solución resultante se dividió en 4 tubos, por muestra, se evaluó con los reactivos de Mayer, Dragendorff y Wagner, y se observó la existencia de precipitado o turbidez (Anexo 2 y 3).

RESULTADOS

En la tabla 1 se presenta el dato de humedad con el que se trabajó la hoja de chichicaste para la obtención de los extractos.

Tabla 1 Determinación de humedad.

Material vegetal	Porcentaje de humedad
Hoja de chichicaste	9.33

Fuente: Datos experimentales obtenidos en el Laboratorio de Investigación de Productos Naturales –LIPRONAT–, laboratorio 106, edificio T10, USAC.

En la tabla 2 se presentan los datos de rendimiento de la obtención de los extractos de hoja de chichicaste.

Tabla 2 Obtención de extractos de hoja de chichicaste.

No.	Porcentaje de rendimiento	Promedio	Desviación
1	1.44	1.38 %	0.11
2	1.38		
3	1.33		
4	1.39		
5	1.50		
6	1.44		
7	1.52		
8	1.33		
9	1.28		
10	1.12		
11	1.45		

Nota: % Porcentaje.

Fuente: Datos experimentales obtenidos en el Laboratorio de Investigación de Productos Naturales –LIPRONAT–, laboratorio 106, edificio T10, USAC.

En la tabla 3 se presentan los resultados de la determinación de alcaloides en el material vegetal y en el extracto de hoja de chichicaste por el ensayo macroscópico.

Tabla 3 Determinación de alcaloides.

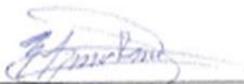
Muestra	<u>Mayer's</u>	<u>Dragendorff</u>	Wagner	Testigo
Material vegetal	+	+	+	Líquido translúcido
Extracto	+	+	+	Líquido translúcido

Nota: + Presencia de alcaloides.

Fuente: Datos experimentales obtenidos en el Laboratorio de Investigación de Productos Naturales –LIPRONAT–, laboratorio 106, edificio T10, USAC.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Baccou, J., Lambert, F. & Sauvaire, J. (1977). Spectrophotometric method for the determination of total steroidal saponin. *Analyst*, 102.
- Lurssen, L. (2001). *Cuantificación de saponinas esteroidales en Yucca elephantipes (flor de izote)*. (Tesis de licenciatura). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.
- Santizo, D. (2013). *Aislamiento y cuantificación gravimétrica de saponinas esteroidales contenidas en Yucca elephantipes (izote)*. (Tesis de licenciatura). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.



Lorena Rochac
Analista



Licda. Nercida Marroquin
Supervisora analista

Laboratorio de Investigación de Productos Naturales (LIPRONAT)

Queda prohibida la reproducción total o parcial de este informe de resultados sin previa autorización.

-----FIN-----

Fuente: Laboratorio de Investigación de Productos Naturales, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Universidad de San Carlos de Guatemala.

