



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

**CARACTERIZACIÓN DE FRACCIÓN LIPÍDICA HEXÁNICA Y DE ALCALOIDES
TOTALES EN LAS HOJAS DEL HUIZ (*Solanum lanceolatum* CAV.) OBTENIDOS A NIVEL
LABORATORIO MEDIANTE EXTRACCIÓN SÓLIDO – LÍQUIDO Y LÍQUIDO – LÍQUIDO,
UTILIZANDO UN SOLVENTE ORGÁNICO DE POLARIDAD MEDIA**

Rossemay Verónica Guzmán Blanco

Asesorado por el Ing. César Alfonso García Guerra
Coasesorado por la Inga. Cinthya Patricia Ortiz Quiroa

Guatemala, septiembre de 2013

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**CARACTERIZACIÓN DE FRACCIÓN LIPÍDICA HEXÁNICA Y DE ALCALOIDES
TOTALES EN LAS HOJAS DEL HUIZ (*Solanum lanceolatum* CAV.) OBTENIDOS A NIVEL
LABORATORIO MEDIANTE EXTRACCIÓN SÓLIDO – LÍQUIDO Y LÍQUIDO – LÍQUIDO,
UTILIZANDO UN SOLVENTE ORGÁNICO DE POLARIDAD MEDIA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

ROSSEMARY VERÓNICA GUZMÁN BLANCO

ASESORADA POR EL ING. CÉSAR ALFONSO GARCÍA GUERRA
COASESORADA POR LA INGA. CINTHYA PATRICIA ORTIZ QUIROA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERA QUÍMICA

GUATEMALA, SEPTIEMBRE DE 2013

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Walter Rafael Véliz Muñoz
VOCAL V	Br. Sergio Alejandro Donis Soto
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Orlando Posadas Valdez
EXAMINADORA	Inga. Dinna Lissette Estrada Moreira
EXAMINADORA	Inga. Hilda Piedad Palma Ramos
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 DE FRACCIÓN LIPÍDICA HEXÁNICA Y DE ALCALOIDES
TOTALES EN LAS HOJAS DEL HUIZ (*Solanum lanceolatum* CAV.) OBTENIDOS A NIVEL
LABORATORIO MEDIANTE EXTRACCIÓN SÓLIDO – LÍQUIDO Y LÍQUIDO – LÍQUIDO,
UTILIZANDO UN SOLVENTE ORGÁNICO DE POLARIDAD MEDIA**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Química, con fecha 01 de junio 2011.



Rossemary Verónica Guzmán Blanco



Guatemala 30 de Julio de 2013

Ingeniero
Victor Manuel Monzón
Director
Escuela de Ingeniería Química
Presente.

Respetable Ingeniero Monzón:

Con un cordial saludo me dirigo a usted para informarle que he asesorado y aprobado el informe final de trabajo de graduación titulado **"CARACTERIZACIÓN DE FRACCIÓN LIPÍDICA HEXANICA Y DE ALCALOIDES TOTALES EN LAS HOJAS DEL HUIZ (*Solanum lanceolatum* CAV.) OBTENIDOS A NIVEL LABORATORIO MEDIANTE EXTRACCIÓN SOLIDO – LÍQUIDO Y LÍQUIDO – LÍQUIDO UTILIZANDO UN SOLVENTE ORGÁNICO DE POLARIDAD MEDIA"** elaborado por la estudiante de Ingeniería Química Rossemay Verónica Guzmán Blanco con número de carné 2005-11926. Considero que el Informe Final de Trabajo de Graduación desarrollado por la estudiante Guzmán Blanco, satisface los requisitos exigidos; por lo que solicito se sirva remitirlo para su respectiva revisión.

Agradezco a usted la atención a la presente.

Atentamente,

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"


Ing. Qco. César Alfonso García Guerra
ASESOR

Jefe Sección de Química Industrial
Centro de Investigaciones de Ingeniería
Facultad de Ingeniería
INGENIERO QUIMICO
COLEGIADO No. 145



Guatemala, 22 de agosto de 2013
Ref. EIQ.TG-IF.046.2013

Ingeniero
Víctor Manuel Monzón Valdez
DIRECTOR
Escuela Ingeniería Química
Facultad de Ingeniería

Estimado Ingeniero Monzón:

Como consta en el Acta TG-010-2012-IF le informo que reunidos los Miembros de la Terna nombrada por la Escuela de Ingeniería Química, se practicó la revisión del:

INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADUACIÓN

Solicitado por la estudiante universitaria: **Rossemary Verónica Guzmán Blanco.**

Identificada con número de carné: **2005-11926.**

Previo a optar al título de **INGENIERA QUÍMICA.**

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 DE FRACCIÓN LIPÍDICA HEXÁNICA Y DE ALCALOIDES TOTALES EN LAS HOJAS DEL HUIZ (*Solanum lanceolatum* CAV.) OBTENIDOS A NIVEL LABORATORIO MEDIANTE EXTRACCIÓN SÓLIDO-LÍQUIDO Y LÍQUIDO-LÍQUIDO UTILIZANDO UN SOLVENTE ORGÁNICO DE POLARIDAD MEDIA

El Trabajo de Graduación ha sido asesorado por el Ingeniero Químico: **César Alfonso García Guerra.**

Habiendo encontrado el referido informe final del 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"


Ing. Víctor Manuel Monzón Valdez
COORDINADOR DE TERNA
Tribunal de Revisión
Trabajo de Graduación



C.c.: archivo

PROGRAMA DE INGENIERÍA QUÍMICA
ACREDITADO POR
Agencia Centroamericana de Acreditación de
Programas de Arquitectura y de Ingeniería
Período 2009 - 2015





El Director de la Escuela de Ingeniería Química de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor y de los Miembros del Tribunal nombrado por la Escuela de Ingeniería Química para revisar el Informe del Trabajo de Graduación de la estudiante, **ROSSEMARY VERÓNICA GUZMÁN BLANCO** titulado: "**CARACTERIZACIÓN DE FRACCIÓN LIPÍDICA HEXÁNICA Y DE ALCALOIDES TOTALES EN LAS HOJAS DEL HUIZ (SOLANUM LANCEOLATUM CAV.) OBTENIDOS A NIVEL LABORATORIO MEDIANTE EXTRACCIÓN SÓLIDO-LÍQUIDO Y LÍQUIDO-LÍQUIDO, UTILIZANDO UN SOLVENTE ORGÁNICO DE POLARIDAD MEDIA**". Procede a la autorización del mismo, ya que reúne el rigor, la secuencia, la pertinencia y la coherencia metodológica requerida.

Ing. Víctor Manuel Monzón Valdez
DIRECTOR
Escuela de Ingeniería Química



Guatemala, septiembre 2013

Cc: Archivo
VMMV/ale



El Decano 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 DE FRACCIÓN LIPÍDICA HEXÁNICA Y DE ALCALOIDES TOTALES EN LAS HOJAS DEL HUIZ (*Solanum lanceolatum* CAV.) OBTENIDOS A NIVEL LABORATORIO MEDIANTE EXTRACCIÓN SÓLIDO – LÍQUIDO Y LÍQUIDO – LÍQUIDO, UTILIZANDO UN SOLVENTE ORGÁNICO DE POLARIDAD MEDIA**, presentado por la estudiante universitaria: **Rossemery Verónica Guzmán Blanco**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
Decano



Guatemala, septiembre de 2013

/cc

ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Por su gran amor y misericordia hacia mi persona, por darme un hogar bendecido, lleno de amor, unidad y respeto.
- Mi padre** Gerber Mauricio Guzmán Ruano, por su intachable ejemplo y entrega; sobre todo por renunciar a sus sueños, entregando su vida para hacer de mí una mujer exitosa; gracias papá.
- Mi madre** Lesbia Verónica Blanco Estrada de Guzmán, por sus consejos y esfuerzos, por demostrarme con su ejemplo que las mujeres somos fuertes, capaces de sobresalir en todos los aspectos de la vida.
- Mi hermana** Yolanda Yomara Guzmán Blanco, por su apoyo, cariño y cuidados.
- Mi novio** Rander Manfredo Rosil Ortiz, por su incondicional amor, paciencia, apoyo y por estar conmigo siempre.
- Mi abuela** Gloria Yolanda Estrada Vda. de Blanco, por compartir conmigo sus consejos llenos de sabiduría y guiarme por el camino de la integridad, demostrando con su gran ejemplo que las mujeres virtuosas existen.

AGRADECIMIENTOS A:

- Dios** Por darme fuerza de voluntad y perseverancia para obtener este logro tan grande.
- La Universidad de San Carlos de Guatemala** Por abrir sus puertas y formarme como profesional.
- Mis amigos** Dennis Sazo, Ana Ortiz, Shilone Camposeco y Nathalie Arreaza, por apoyarme en el camino de formación profesional; los quiero mucho.
- Los ingenieros** Williams Álvarez, César García, Cintya Ortiz y Víctor Monzón, gracias por sus consejos y formarme como profesional.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
LISTA DE SÍMBOLOS.....	IX
GLOSARIO.....	XI
RESUMEN.....	XV
OBJETIVOS/HIPÓTESIS.....	XVII
INTRODUCCIÓN.....	XIX
1. ANTECEDENTES.....	1
2. MARCO TEÓRICO.....	5
2.1. Huiz (<i>Solanum lanceolatum</i> CAV.).....	5
2.1.1. Definición.....	5
2.1.2. Familia.....	6
2.2. Alcaloides.....	7
2.2.1. Tipos de alcaloide.....	8
2.3. Variables del proceso extractivo.....	10
2.3.1. Estado de división de la materia.....	10
2.3.1.1. Agitación.....	10
2.3.1.2. Temperatura.....	11
2.4. Extracción de alcaloides.....	11
2.4.1. Método de extracción continua.....	11
2.4.2. Extracción en ampolla.....	12
2.4.3. Extracción por un solvente orgánico en medio alcalino.....	14
2.4.4. Extracción de alcaloides en medio ácido.....	14

2.5.	Alcalinización y extracción de los alcaloides base con un solvente orgánico no miscible	15
2.6.	Purificación de alcaloides	15
2.7.	Identificación de alcaloides.....	16
2.8.	Método de caracterización	16
2.8.1.	Ultravioleta UV	19
2.8.2.	Infrarrojo IR	19
2.8.3.	Espectrometría de masas EM.....	20
2.8.4.	Espectrometría de masas 1H RMN	20
2.8.5.	Espectrometría de resonancia magnética nuclear de carbono 13	21
2.9.	Solventes	21
2.9.1.	Clasificación de los solventes	22
2.9.1.1.	Solventes polares	22
2.9.1.2.	Solventes apolares	23
2.9.1.3.	Solventes orgánicos	23
2.10.	Fracción lipídica	24
2.11.	Proceso de extracción sólido-líquido	26
2.12.	Lixiviación con unidad de extracción soxhlet	31
3.	DISEÑO METODOLÓGICO.....	33
3.1.	Variables	33
3.2.	Delimitación de campo de estudio.....	33
3.2.1.	Universo de estudio	34
3.3.	Recursos humanos disponibles.....	34
3.4.	Recursos materiales disponibles.....	34
3.4.1.	Materia prima	34
3.4.2.	Equipo	35
3.4.3.	Cristalería	35

3.5.	Técnica cualitativa o cuantitativa	37
3.5.1.	Procedimiento para determinación de la extracción y caracterización de fracción lipídica hexánica de las hojas del Huiz (<i>Solanum lanceolatum</i> CAV.)	37
3.6.	Recolección y ordenamiento de la información	38
3.7.	Metodología para la caracterización de fracción lipídica y extracción de alcaloides totales de las hojas del huiz (<i>Solanum lanceolatum</i> CAV.)	41
3.7.1.	Propiedades fisicoquímicas.....	42
3.7.1.1.	Densidad.....	42
3.7.1.2.	Sólidos totales.....	43
3.7.2.	Propiedades fitoquímicas	43
3.7.2.1.	Cromatografía de gas acoplada a espectrometría de masas (CGC/MS/DS)	44
3.7.2.2.	Tamizaje fitoquímico	44
3.7.2.3.	Tinción vacuolar	44
3.8.	Análisis estadístico	45
4.	RESULTADOS.....	57
4.1.	Rendimiento de extracción	57
4.2.	Caracterización fitoquímica.....	69
5.	INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....	75
	CONCLUSIONES.....	81
	RECOMENDACIONES.....	83
	BIBLIOGRAFÍA.....	85

APÉNDICES 87
ANEXOS 127

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Distribución de equilibrio para el sistema soluto-solvente.....	28
2.	Diagrama triangular rectangular para un sistema de lixiviación sólido-líquido.....	30
3.	Diagrama del proceso a realizar en el huiz (<i>Solanum lanceolatum</i> CAV.)	38
4.	Descripción para toma de muestras de huiz (<i>Solanum lanceolatum</i> CAV).....	41
5.	Medición de la densidad con picnómetro y balanza analítica	43
6.	Gráfica de la densidad (g/mL) vs. solvente extractor de la fracción lipídica y alcaloides totales del huiz (<i>Solanum lanceolatum</i> CAV.), utilizando el método de extracción Soxhlet.....	45
7.	Gráfica de la densidad (g/mL) vs. solvente extractor de la fracción lipídica y alcaloides totales del huiz (<i>Solanum lanceolatum</i> CAV.), utilizando el método de extracción por maceración	47
8.	Gráfica de sólidos solubles totales vs. solvente extractor de la fracción lipídica y alcaloides totales del huiz (<i>Solanum lanceolatum</i> CAV.), utilizando el método de extracción Soxhlet	49
9.	Gráfica de sólidos solubles totales vs. solvente extractor de la fracción lipídica y alcaloides totales del huiz (<i>Solanum lanceolatum</i> CAV.), utilizando el método de extracción por maceración.....	51
10.	Gráfica de rendimiento vs. solvente extractor de la fracción lipídica y alcaloides totales del huiz (<i>Solanum lanceolatum</i> CAV.), utilizando el método de extracción soxhlet	53

11.	Gráfica de rendimiento vs. solvente extractor de la fracción lipídica y alcaloides totales del huiz (<i>Solanum lanceolatum</i> CAV.), utilizando el método de extracción por maceración	55
12.	Rendimiento de la fracción lipídica hexánica en las hojas del huiz (<i>Solanum lanceolatum</i> CAV.) en función de su extracción, con un solvente de polaridad baja (hexano)	58
13.	Rendimiento de la fracción lipídica hexánica en las hojas del huiz (<i>Solanum lanceolatum</i> CAV.) en función de su extracción, con un solvente de polaridad media (metanol)	60
14.	Gráfica de la densidad vs. ciclos de la extracción sólido-líquido y líquido-líquido de las hojas del huiz (<i>Solanum lanceolatum</i> CAV.), utilizando hexano como solvente	61
15.	Gráfica de los sólidos solubles totales vs. ciclos de la extracción sólido-líquido y líquido-líquido de las hojas del huiz (<i>Solanum lanceolatum</i> CAV.), utilizando hexano como solvente.....	62
16.	Gráfica de la densidad vs. ciclos de la extracción sólido-líquido y líquido-líquido de las hojas del huiz (<i>Solanum lanceolatum</i> CAV.), utilizando metanol como solvente	63
17.	Gráfica de los sólidos solubles totales vs. ciclos de la extracción sólido-líquido y líquido-líquido de las hojas del huiz (<i>Solanum lanceolatum</i> CAV.), utilizando metanol como solvente.....	64
18.	Gráfica de la densidad vs. tiempo de la extracción sólido-líquido y líquido-líquido de las hojas del huiz (<i>Solanum lanceolatum</i> CAV.), utilizando hexano como solvente	65
19.	Gráfica de los sólidos solubles totales vs. tiempo de la extracción sólido-líquido y líquido-líquido de las hojas del huiz (<i>Solanum lanceolatum</i> CAV.), utilizando hexano como solvente.....	66

20.	Gráfica de la densidad vs. tiempo de la extracción sólido-líquido y líquido-líquido de las hojas del huiz (<i>Solanum lanceolatum</i> CAV.), utilizando metanol como solvente	67
21.	Gráfica de los sólidos solubles totales vs. tiempo de la extracción sólido-líquido y líquido-líquido de las hojas del huiz (<i>Solanum lanceolatum</i> CAV.), utilizando metanol como solvente	68
22.	Estudio histológico de segmento foliar para tinción positiva para los alcaloides presentes	73

TABLAS

I.	Fechas aproximadas en la introducción de la instrumentación para la investigación en productos naturales.....	17
II.	Estrategia para la determinación estructuras de un producto natural ...	18
III.	Clasificación del proceso de extracción sólido líquido según resultados obtenidos	26
IV.	Definición de variables de la investigación	33
V.	Recursos físicos disponibles para la extracción y caracterización de fracción lipídica hexánica y alcaloides totales en las hojas del huiz (<i>Solanum lanceolatum</i> CAV.)	36
VI.	Datos del análisis estadístico descriptivo de la densidad vs. solvente extractor de la fracción lipídica y alcaloides totales del huiz (<i>Solanum lanceolatum</i> CAV.), utilizando el método de extracción soxhlet.....	46
VII.	Datos del análisis estadístico descriptivo de la densidad vs. solvente extractor de la fracción lipídica y alcaloides totales del huiz (<i>Solanum lanceolatum</i> CAV.), utilizando el método de extracción por maceración	48

VIII.	Datos del análisis estadístico descriptivo de los sólidos solubles totales vs. solvente extractor de la fracción lipídica y alcaloides totales del huiz (<i>Solanum lanceolatum</i> CAV.), utilizando el método de extracción soxhlet.....	50
IX.	Datos del análisis estadístico descriptivo de los sólidos solubles totales vs. solvente extractor de la fracción lipídica y alcaloides totales del huiz (<i>Solanum lanceolatum</i> CAV.), utilizando el método de extracción por maceración.....	52
X.	Datos del análisis estadístico descriptivo del rendimiento vs. solvente extractor de la fracción lipídica y alcaloides totales del huiz (<i>Solanum lanceolatum</i> CAV.), utilizando el método de extracción soxhlet.....	54
XI.	Datos del análisis estadístico descriptivo del rendimiento vs. Solvente extractor de la fracción lipídica y alcaloides totales del huiz (<i>Solanum lanceolatum</i> CAV.), utilizando el método de extracción por maceración.....	56
XII.	Rendimiento de la fracción lipídica hexánica en las hojas del huiz (<i>Solanum lanceolatum</i> CAV.) en función de su extracción, con un solvente de polaridad baja (hexano)	57
XIII.	Rendimiento de la fracción lipídica en la forma soluble hexánica en función de un solvente de polaridad media (metanol)	59
XIV.	Detección de metabolitos secundarios, utilizando cromatografía en capa fina para los extractos hexánicos y metanólicos.....	69
XV.	Metabolitos secundarios detectados en la fracción lipídica de los extractos hexánicos y metanólicos, utilizando cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas (CGC/MS/DS)	70
XVI.	Aplicaciones industriales de metabolitos secundarios encontrados en la fracción lipídica obtenida.....	72

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
cm	Centímetro
°C	Grados Celsius
g	Gramos
H_i	Hipótesis alternativa
H_o	Hipótesis nula
h	Hora
Hg	Mercurio
m	Metro
μL	Microlitro
μm	Micrómetro
mg	Miligramo
mm	Milímetro

mL	Mililitro
pH	Potencial de hidrógeno
%	Porcentaje
w/v	Relación peso-volumen
p/p	Relación peso-peso

GLOSARIO

Aceite esencial	Fracción líquida volátil generalmente destilable por arrastre con vapor de agua, que contiene las sustancias responsables del aroma de las plantas y que son importantes en la industria cosmética, de alimentos y farmacéutica.
Aceite fijo	El aceite fijo se obtiene de ciertas plantas que, a diferencia de los aceites esenciales, son grasos, densos y no volátiles.
Ácido graso	Molécula orgánica formada por una larga cadena hidrocarbonada, en cuyo extremo hay un grupo carboxilo.
Alcohol	Derivado hidroxilado de un hidrocarburo parafínico o cicloparafínico, en donde el grupo OH está ligado a un átomo de carbono saturado
Constante dieléctrica	Constante que sirve para determinar la capacidad de una mezcla de solventes para inducir un momento dipolar.

Cromatografía	Técnica de separación que presenta distintas variables. En toda separación cromatográfica hay dos fases (sólida, líquida o gas) una móvil y otra estacionaria, que se mueven una respecto de la otra, manteniendo un contacto íntimo. La muestra se introduce en la fase estacionaria y en la móvil se separan los componentes de la mezcla, pero invierten un tiempo diferente en recorrer cada una de las fases con lo que se produce la separación.
Cromatografía de gases	Método físico de separación en el cual los componentes a separar se distribuyen entre dos fases, una fase estacionaria, de gran área superficial, y la otra es un fluido (en este caso un gas) que pasa a través o a lo largo de la fase estacionaria.
Extracción	Separación de los componentes de cualquier sustancia por el contacto con un líquido.
Lixiviación	Operación unitaria en donde se separa un soluto de un sólido que lo contiene, utilizando un solvente.
Maceración	Operación que consiste en sumergir un sólido vegetal en un líquido para extraer de él sus partes solubles.

Secado	Operación unitaria que consiste en la eliminación de un solvente de un sólido o una solución que lo contiene por medios no mecánicos y químicos, sino únicamente térmicos.
Taninos	Sustancias del grupo de los polifenoles que dan color amarillo, naranja y rojizo a los frutos y plantas. Su gusto es amargo y tienen una alta capacidad astringente (unen proteínas entre sí de forma no específica). Los taninos se utilizan en el curtido de pieles de animales porque reaccionan con las proteínas del colágeno, transformando las pieles crudas en cuero.
Metabolitos secundarios	Compuestos químicos sintetizados por las plantas que cumplen funciones no esenciales en ellas, de forma que su ausencia no es fatal para la planta, no tienen un rol directo en el crecimiento o reproducción.
Tamizaje fitoquímico	Técnica que se utiliza para detectar metabolitos secundarios presentes en especies vegetales, cualitativamente y se basa en reacciones químicas con diferentes reactivos, donde la aparición de determinado color o precipitado coloreado indica la presencia de un determinado metabolito.

RESUMEN

El presente trabajo de graduación, tuvo como objetivo la caracterización y extracción de fracción lipídica y alcaloides totales en las hojas del huiz (*Solanum lanceolatum* CAV.), una solanácea que crece en la mayor parte del territorio americano en forma de arbusto.

Se tomaron las hojas de huiz, se secaron a una temperatura de 40 °C durante un tiempo suficiente para llegar a obtener una humedad de 10% v/v; dicha muestra seca se trituró hasta alcanzar un rango de tamaño de partícula entre 1000 a 1200 micrones.

Aplicando las técnicas de extracción soxhlet y maceración dinámica a reflujo, utilizando como solventes hexano y metanol en cada técnica, se obtuvo la fracción extractable de la hoja del huiz. Durante el proceso se monitoreó la cantidad de sólidos totales presentes y densidad. Una vez transcurrido el tiempo de agotamiento, la solución se concentró por destilación al vacío, utilizando un rotaevaporador.

Al realizar el análisis estadístico, se observó la diferencia entre los dos solventes utilizados en las dos técnicas de extracción, siendo el metanol el que proyectó mayor rendimiento, con 12.69 % \pm 0.54 % en soxhlet y 11.48% \pm 0.95% en maceración dinámica. Así también se determinó la presencia de metabolitos secundarios a través de la técnica de cromatografía en capa fina (CCF) y mediante la cromatografía gaseosa acoplada a espectrometría de masas (CGC/MS/DS), se evidenció la presencia de neofitadieno en todas las extracciones.

OBJETIVOS

General

Evaluar el rendimiento, las propiedades fisicoquímicas y fitoquímicas, de la fracción lipídica hexánica y metanólica, así como los alcaloides totales, en las hojas del huiz (*Solanum lanceolatum* CAV.), obtenidos a nivel laboratorio mediante la técnica de extracción tipo soxhlet y hexano, con un solvente de polaridad media (metanol).

Específicos

1. Comparar el rendimiento de la fracción lipídica hexánica en las hojas del huiz (*Solanum lanceolatum* CAV.), en función de su extracción con un solvente de polaridad baja (hexano).
2. Comparar el rendimiento de la fracción lipídica de la forma soluble hexánica, en función de un solvente de polaridad media (metanol).
3. Determinar el rendimiento de los alcaloides totales de mayor presencia en la fracción residual hexánica y metanólica.
4. Identificar qué clase de alcaloides se encuentra en la fracción residual del soxhlet, a través de la cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas.

5. Realizar un estudio histológico de segmento foliar por tinción de los alcaloides presentes.

HIPÓTESIS

Mediante la extracción continua utilizando un soxhlet, hexano y solvente de polaridad media (metanol) a nivel laboratorio es posible determinar el rendimiento, alcaloides totales, y la densidad de la fracción lipídica hexánica que se obtienen de las hojas del huiz (*Solanum lanceolatum* CAV.)

Hipótesis nula:

H₀: Mediante la extracción continua utilizando un soxhlet, hexano y solvente de polaridad media (metanol) a nivel laboratorio, no es posible determinar el rendimiento, alcaloides totales, y la densidad de la fracción lipídica hexánica que se obtienen de las hojas del huiz (*Solanum lanceolatum* CAV.)

$$\mu_{S1} = \mu_{S2} = \mu_{S3}$$

Hipótesis alternativa:

H₁: Mediante la extracción continua utilizando un soxhlet, hexano y solvente de polaridad media (metanol) a nivel laboratorio, si es posible determinar el rendimiento, alcaloides totales, y la densidad de la fracción lipídica hexánica que se obtienen de las hojas del huiz (*Solanum lanceolatum* CAV.)

$$\mu_{S1} \neq \mu_{S2} \neq \mu_{S3}$$

INTRODUCCIÓN

Los vegetales tienen una suma actividad en el ámbito industrial tanto en el campo medicinal, como en el alimenticio y el cosmético; dado que cuentan con un alto enriquecimiento de propiedades fisicoquímicas que son de mucha utilidad para todos estos campos; es por esto que se han desarrollado procesos para optimizar la obtención de dichas propiedades tales como aceites esenciales, alcaloides, oleorresinas entre otros.

El huiz (*Solanum lanceolatum* CAV.) se localiza en toda la región americana, predominando su existencia en las regiones nacionales como Alta Verapaz, Zacapa, Chiquimula, Jalapa, El Progreso, Guatemala Central, Sacatepéquez, Chimaltenango, Sololá, Quiché, Totonicapán, Quetzaltenango, Huehuetenango, Jutiapa y San Marcos.

El huiz forma parte de la familia de las solanáceas, las cuales son hierbas o arbustos que pertenecen a una familia de plantas leñosas con las hojas alternas simples, sin estípulas, flores generalmente regulares, actinomorfas o ligeramente cigomorfas y hermafroditas; esta familia se caracteriza por contar con abundantes especies que contienen diversos tipos de alcaloides más o menos activos o venenosos, tales como la escopolamina, la atropina, la hiosciamina y la nicotina.

La diversidad estructural y la variedad en la actividad biológica de los alcaloides, los convierte en los más importantes entre las sustancias naturales de interés terapéutico.

El objetivo principal del presente trabajo de investigación es evaluar el rendimiento, las propiedades fisicoquímicas y fitoquímicas de la fracción lipídica y alcaloides totales en las hojas del huiz (*Solanum lanceolatum* CAV.) a nivel laboratorio, a través de la técnica de extracción continua soxhlet y maceración dinámica, utilizando un solvente de polaridad media como: alcohol metílico.

1. ANTECEDENTES

Para la caracterización de fracción lipídica del huiz se tuvieron como base referencias bibliográficas de la Facultad de Ingeniería, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia y la Facultad de Agronomía, de la Universidad de San Carlos de Guatemala, además de artículos científicos publicados por universidades argentinas y chilenas.

En el siglo XIX se lograron verdaderos adelantos en la industria en general, con el sucesivo aporte de remedios procedentes de plantas; el término “alcaloide”, fue acuñado en 1818 por Wilhelm Meissner y se aplicó a los compuestos de origen vegetal con propiedades alcalinas, y que recuerdan la reacción de los minerales con carácter básico.

Los alcaloides presentan notables propiedades fisiológicas y toxicológicas, que se ejercen fundamentalmente sobre el sistema nervioso central, con predominio en alguno de sus niveles.

La presencia de oxígeno en la estructura determina que la sustancia sea un sólido blanco, de sabor amargo y cristalizable. La ausencia de oxígeno en la estructura del alcaloide hace que este sea aceitoso, volátil u odorante.

La mayoría de los alcaloides son insolubles o muy poco solubles en agua, pero se disuelven bien en alcohol, éter, cloroformo u otros solventes orgánicos.

No existe una definición exacta para los alcaloides, pero se pueden considerar como: compuestos orgánicos de origen natural (generalmente vegetal), nitrogenados (el nitrógeno se encuentra generalmente intracíclico), derivados generalmente de aminoácidos, de carácter más o menos básico, de distribución restringida, con propiedades farmacológicas importantes a dosis bajas y que responden a reacciones comunes de precipitación.

Los alcaloides son compuestos nitrogenados que se comportan como bases frente a los ácidos, formando sales, presentan notables propiedades fisiológicas y toxicológicas, que se ejercen fundamentalmente sobre el sistema nervioso central, con predominio en alguno de sus niveles.

En marzo de 2004, el estudiante Henry Del Cid Vásquez, realizó una investigación en el Centro de Investigaciones de la Facultad de Ingeniería de la USAC, quien fue asesorado por la Inga. Telma Maricela Cano Morales, el trabajo de graduación denominado “Extracción a nivel laboratorio, de los pigmentos colorantes del tipo flavonoides contenidos en la flor del subín (*Acacia farnesiana* L. Willd) proveniente de un bosque silvestre guatemalteco”, en el mencionado estudio se utilizaron tres diferentes solventes: metanol, etanol y acetona.

Los resultados obtenidos demostraron que con la acetona se obtiene un mayor rendimiento promedio. Se determinó que cromatográficamente el solvente que ofreció un extracto con el mayor número de pigmentos colorantes del tipo flavonoides fue el metanol, seguido del etanol y por último la acetona. Con los tres análisis, se logró determinar la presencia de flavonoides, tales como hiperósido, rutina, quercetina.

En cuanto a su estado natural, los alcaloides son esencialmente sustancias presentes en todos los órganos de la planta, pueden encontrarse mayoritariamente en hojas (cocaína, nicotina, pilocarpina), en flores (escopolamina, atropina), en frutos (alcaloides del opio, peletiarina, conina), en semilla (piperina, arecolina), en corteza (quinina, tubocurarina) y en la raíz (emetina y cefalina).

En el 2007, Glenda, Luna, elaboró su proyecto de tesis denominado “Análisis fisicoquímico y evaluación de rendimiento de extracción del aceite de semilla de morro (*Crescentia alata HBK*), proveniente de las regiones de Estanzuela, Zacapa y San Agustín Acasaguastlán, El Progreso”, en el cual determinó constantes fisicoquímicas como densidad, viscosidad, punto de ebullición, índice de refracción y solubilidad en distintos solventes. Así también, el perfil de ácidos grasos mediante la técnica de cromatografía de gases con espectrometría de masas.

En el 2008, Lourdes, Ramírez, ejecutó su proyecto de graduación “Evaluación del rendimiento de extracción y caracterización del aceite fijo de café tostado tipo genuino Antigua, obtenido por el proceso de prensado”; para ello realizó la extracción del aceite por prensado mediante un tratamiento térmico por extrusión, así también comparó el rendimiento con la extracción de lixiviación en caliente soxhlet. La caracterización del aceite de café la realizó a través de propiedades organolépticas como olor, color, aspecto y sabor; entre las propiedades físicas menciona el índice de refracción, densidad, pH, solubilidad, viscosidad y humedad.

En el 2009, Adrián, Soberanis, Adrián, realizó el trabajo de graduación “Evaluación de propiedades de la oleoresina de cardamomo (*Elletteria cardamomum*, L. Matton) obtenida a nivel laboratorio, utilizando dos métodos de

lixiviación a tres diferentes temperaturas”, en el cual concluyó que existe una diferencia significativa en el rendimiento porcentual de la oleorresina de cardamomo, obtenida en cada uno de los métodos de extracción en función de la temperatura, así como que el método con mayor rendimiento de oleorresina de cardamomo es la maceración dinámica a 25 °C, ya que este es inversamente proporcional a la temperatura.

En el 2009, Claudia, Montenegro, ejecutó un trabajo de graduación “Estudio experimental de la operación unitaria de separación sólido-líquido a nivel laboratorio, mediante la evaluación de diversos parámetros de interacción influyentes y de respuesta” en el cual se concluyó que el comportamiento de la densidad tiende a un comportamiento constante durante el monitoreo del sistema.

En el 2009, David, Reynoso, realizó un trabajo de graduación “Desarrollo de un tutorial inteligente –SIT-utilizando Visual Basic 6.0 para la fundamentación teórica de las operación unitaria de la lixiviación inducida (sólido-líquido) orientado a materiales biológicos (metabolitos)” en que se concluyó que el monitoreo de la densidad y sólidos solubles totales son fundamentales en el procedimiento de extracción sólido-líquido.

En el 2009, Natalia, Espinal, en su trabajo de graduación hace énfasis en la gran importancia de los análisis fitoquímicos de los extractos obtenidos a nivel laboratorio.

Por lo tanto, se considera que los procedimientos a nivel laboratorio para la extracción de la fracción lipídica son importantes, ya que brindan alternativas de desarrollo, propuestas de producción para empresas guatemaltecas y un valor agregado a los productos que ya se comercializan en Guatemala.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Huiz (*Solanum lanceolatum* CAV.)

Para ampliar el conocimiento sobre la planta de huiz (*Solanum lanceolatum* CAV.), se tiene la información siguiente.

2.1.1. Definición

Trepadoras leñosas, frecuentemente trepan alto, armadas; tallos suavemente tomentosos con tricomas estrellados multiangulados, pediculados, armados con numerosos acúleos recurvados de 1 a 2 mm de largo. Hojas en pares subiguales, ampliamente ovaladas, de 4 a 8 cm. de largo, ápice agudo o acuminado, base obtusa o redondeada, enteras, a veces afelpadas, haz con dispersos tricomas porrectos subsésiles, envés suavemente tomentoso con tricomas multiangulados pediculados, los nervios principales a veces armados; pecíolos de hasta 3 cm. de largo, tomentosos, mayormente armados.

Inflorescencias en racimos amontonados con 4 a 12 flores laterales, con tricomas estrellados sésiles y cortamente pedicelados, inermes (o menuda e inconspicuamente armados), pedúnculo de hasta 1 cm. de largo, a veces bifurcado, pedicelos hasta de 10 mm de largo; cáliz de casi 3 mm de largo, lobulado hasta cerca de la mitad de su longitud, lóbulos angostos, senos redondeados y tomentosos con tricomas multiangulados; corola de 15 mm. de diámetro, blanca o azulada por fuera, profundamente lobulada, lóbulos angostos, por fuera pubescentes, más así distalmente; anteras de 5 mm. de largo.

Fruto tipo baya globosa, de 0,8 s 1 cm. de diámetro, glabra, anaranjada, lustrosa cuando madura, pedicelos fructíferos algo acrescentes, delgados pero expandidos, distalmente erectos y semillas aplanadas, de 3 mm. de diámetro.

2.1.2. Familia

Las solanáceas son muy a menudo hierbas o arbustos; son también una familia de plantas leñosas con las hojas alternas simples, sin estípulas, flores generalmente regulares, actinomorfas o ligeramente cigomorfas, pero con el gineceo situado en posición oblicua respecto del plano mediano de la flor, hermafroditas, solitarias en las axilas de las hojas o en inflorescencias cimosas. Cálices resistentes, 5 partidos o 5 dentados, a veces acrescente, pentalobulada. Tiene cinco estambres insertos en el tubo de la corola y alternos.

Tiene cinco estambres insertos en el tubo de la corola y alternos con los lóbulos (como gajos) de estas anteras biloculares. Sentado (que no tiene soporte) sobre disco bilocular o dividido por falsos tabiques en 3-5 cavidades. Óvulos numerosos, rara vez poco insertos en placenteras parietales, estilo simple, estigma terminal bilobulado. Presentan el fruto en forma de baya o cápsula abayado. Las solanáceas comprenden alrededor de 1.700 especies de los países cálidos o templados. Esta familia se caracteriza por contar con abundantes especies que contiene diversos tipos de alcaloides más o menos activos o venenosos, tales como la escopolamina, la atropina, la hiosciamina y la nicotina.

Se encuentran en plantas como el beleño (*Hyoscyamus albus*), la belladona (*Atropa belladonna*), el estramonio (*Datura stramonium*), la mandrágora (*Mandragora autumnalis*) el tabaco y otras.

Las flores suelen tener anteras dehiscentes por los poros o las anteras como grupo, son conniventes en el ápice. El fruto es generalmente bicarpellato y es una cápsula septicida o una baya con semillas aplanadas; el cáliz está formado por sépalos cognados que persisten e incluso agrandan el fruto.

- Descripción geográfica: común desde México a Costa Rica; 1200-3200 metros de altura. Guatemala, Alta Verapaz, Zacapa, Chiquimula, Jalapa, El Progreso, Guatemala, Sacatepéquez, Chimaltenango, Sololá, Quiché, Totonicapán, Quetzaltenango, Huehuetenango, Jutiapa y San Marcos.
- Propiedades fisicoquímicas del huiz: son sustancias que presentan en su constitución N, heterocitos; de acuerdo con su estructura pueden agruparse en diferentes grupos químicos; todos los alcaloides presentes en las hojas del huiz son activos a la luz polarizada. Presentan una fluorescencia característica bajo la luz UV o IR, dando lugar a espectros característicos.
- Preparación del material vegetal: el material vegetal (raíces, hojas, semillas, cortezas o flores) seleccionados con base en los resultados de las reacciones de precipitación, es secado en estufa a una temperatura menor a 50°C, pulverizado para luego ser desengrasado en soxhlet, con un solvente orgánico.

2.2. Alcaloides

En el siglo XIX se lograron verdaderos adelantos en la farmacología, con el sucesivo aporte de remedios procedentes de plantas.

Este avance había sido precedido por los trabajos del sueco Carl Scheele, quien logró aislar los ácidos orgánicos de las plantas, y del joven boticario Friedrich Wilhelm Sertürner (1783-1841) que con sus audaces y llamativos experimentos descubrió en 1816 el principio activo más importante del opio de la amapola: la morfina.

Los cristales del producto de la amapola dieron lugar al “*principium somniferum*” (que Gay-Lussac llamaría luego “morfina”, por el dios griego Morfeo) que Osler llamó “la medicina de Dios”, porque revolucionó la lucha contra el dolor; al igual que otros compuestos orgánicos obtenidos de las plantas, fue llamada “alcaloide”, término acuñado en 1818 por Wilhelm Meissner y que aplicó a los compuestos de origen vegetal con propiedades alcalinas, que recuerdan la reacción de los minerales con carácter básico.

2.2.1. Tipos de alcaloides

De acuerdo con las características de esta definición, algunos autores han dividido los alcaloides en cuatro clases.

- Alcaloides verdaderos: cumplen estrictamente con las características de la definición de alcaloide: son formados a partir de aminoácidos; tienen siempre un nitrógeno intracíclico, son de carácter básico y existen en la naturaleza normalmente en estado de sal.
- Protoalcaloides: son aminas simples con nitrógeno extracíclico, de carácter básico y son productos del metabolismo de los aminoácidos.
- Pseudoalcaloides: presentan algunas de las características de la definición de alcaloide, pero no son derivados de aminoácidos.

- Alcaloides imperfectos: son derivados de bases púricas, no precipitan con los reactivos específicos para alcaloides.

No son alcaloides los aminoácidos, las betalaínas, los péptidos, los aminoazúcares, las vitaminas nitrogenadas, las porfirinas, algunas bases como la tiamina ampliamente distribuida en los seres vivos y los alquilaminas de bajo peso molecular.

- Alcaloides esteroidales: estos se clasifican en tres grupos.
 - Alcaloides esteroidales C21: son derivados del pregnano, donde el nitrógeno puede ser intra o extracíclico, son característicos de ciertos géneros de Apocynaceae, géneros como Funtumia, Holarrhena, Kibatalia, Malouetia, etc., existen también en el género Pachysandra de la familia Buxaceae.
 - Alcaloides de tipo C24: son derivados del cicloartenol, son específicos de la familia Buxaceae y son dinitrogenados en los carbonos 3 y 20.
 - Alcaloides esteroidales C27: están presentes en las familias solanáceas y liliáceas; en las solanáceas se encuentran los alcaloides esteroidales verdaderos, los cuales son estrechamente aparentados con sampogeninas esteroidales, encontrándose también como glicósidos.

2.3. Variables del proceso extractivo

Las variables que interfieren en el proceso extractivo, independientemente de la escala de producción o del tipo de producto final son:

2.3.1. Estado de división de la materia

La eficiencia del proceso extractivo será mayor cuanto menor sea el tamaño de las partículas, ya que así se obtiene una mayor área de contacto con el disolvente.

En la práctica, la presencia de partículas muy finas dificulta los procesos de percolación, pues se da una compactación y formación de falsas vías, y los procesos de maceración, en donde las partículas pasan al extracto, haciendo necesaria la realización de la etapa adicional de filtración, la cual no siempre es de fácil ejecución.

Por otro lado, la penetración del solvente en fragmentos mayores de la materia prima es lenta y la salida de las sustancias extraíbles es difícil. Por esta razón, se recomienda la utilización de polvos moderadamente gruesos para la gran mayoría de las materias primas.

2.3.1.1. Agitación

La eficiencia del proceso extractivo es función del equilibrio de saturación del solvente. La agitación hace que nuevas cantidades de solvente, pobre en las sustancias extraíbles, entren en contacto con el sólido y un nuevo punto de equilibrio de saturación sea alcanzado.

El movimiento del líquido, con ayuda de bombas para la recirculación del solvente o agitadores mecánicos, desplaza el equilibrio en el sentido de la saturación del solvente, aumentando la eficiencia del proceso.

2.3.1.2. Temperatura

La temperatura contribuye al desplazamiento de la constante de equilibrio de saturación y aumenta la eficiencia del proceso. Sin embargo, muchos principios activos son termolábiles y pueden ser destruidos, total o parcialmente, a temperaturas elevadas.

2.4. Extracción de alcaloides

Los alcaloides están normalmente contenidos en vacuolas y es preciso romper la célula para que se liberen; además, de esta forma se alcanza una superficie de contacto que permite la extracción rápida de los mismos. El objetivo de la extracción es el aislamiento de los tóxicos de la muestra problema, Si la muestra constituye un material sólido, se procederá con el método de extracción continua. En caso de ser una muestra líquida se tiene el método clásico de extracción en ampolla.

Hay varios métodos de generales para la extracción de alcaloides:

2.4.1. Método de extracción continua

Es aplicable a material sólido o semisólido. Permite efectuar una extracción cuantitativa y reduce el tiempo de operación requerido por las técnicas clásicas.

Unos 25 gramos del material se desmenuzan y se procura obtener una papilla homogénea, agregando 1 a 2 gramos de ácido tartárico. La papilla obtenida se mezcla en una proporción 1:2 con sulfato de sodio anhidro, obteniendo una masa homogénea que se deja secar al aire en un lugar templado y a una temperatura menor a 50°C.

El material obtenido se disgrega y deposita en un cartucho de papel de filtro en un extractor Soxhlet.

El extracto se recoge en balón o *erlenmeyer* esmerilado con hexano a reflujo. Se agregan unos 5 mililitros de amoníaco para producir la hidrólisis y liberar así los tóxicos extraíbles en medio alcalino.

2.4.2. Extracción en ampolla

Es aplicable a material líquido o en general, toda sustancia líquida o posible de ser solubilizada fácilmente.

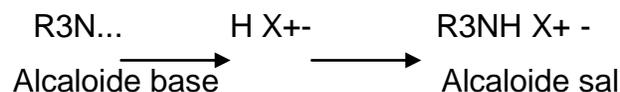
Se agrega bicarbonato de sodio hasta que ocurra la reacción alcalina al papel tornasol. Se procede a la extracción con ampolla de decantación, con tres porciones de 15 mililitros de éter etílico. Se obtienen dos fases: una acuosa y otra orgánica.

La fase acuosa se alcaliniza con hidróxido de amonio y se procede a la extracción con tres porciones de cloroformo. La fase orgánica obtenida luego de reunir los tres extractos, se filtra sobre sulfato de sodio anhidro y se evapora hasta sequedad. Se resuspende con unos mililitros de etanol, constituyendo este el extracto cloroformo alcalino.

La fase orgánica original, la de la primera extracción, se filtra sobre sulfato de sodio anhidro, se evapora hasta casi sequedad, constituyendo éste el extracto éter alcalino.

En el extracto éter alcalino se encontrarán la mayoría de los alcaloides, mientras que en el extracto cloroformo alcalino, a la morfina, estricnina, brucina y atropina.

Se da la siguiente reacción de aislamiento:



Puesto que los alcaloides son compuestos de carácter básico, su solubilidad en los diferentes solventes varía en función del pH, es decir según se encuentre en estado de base o de sal:

- En forma de base, son solubles en solventes orgánicos y no polares como benceno, éter etílico, cloroformo, diclorometano, acetato de etilo.
- En forma de sales, son solubles en solventes polares como el agua y soluciones ácidas e hidroalcohólicas.

El fundamento de la extracción se basa en el carácter básico de los alcaloides y en el hecho de su existencia en las plantas como sales de ácidos orgánicos o como combinaciones solubles de otras sustancias; entre los principales se encuentran: los ácidos tíglicos, 3 metil butírico, benzoico, cinámico, hidroxifenil propiónico, trópico y tricarbónicos, y además con otro tipo de sustancias como taninos y fenoles.

2.4.3. Extracción por un solvente orgánico en medio alcalino

La droga pulverizada y desengrasada se mezcla con una solución alcalina que desplaza los alcaloides de sus combinaciones salinas (aproximadamente 1 Kg de droga con un litro de solución de hidróxido de amonio al 5%, durante aproximadamente 4 horas); las bases liberadas son en seguida solubilizadas en un solvente orgánico de polaridad media.

El solvente orgánico conteniendo los alcaloides bases es separado y concentrado a presión reducida; luego se agita con una solución acuosa ácida, donde los alcaloides se solubilizan en su forma de sales, mientras que otras sustancias que se encuentren en el extracto como pigmentos, esteroides y otras impurezas, restan en la fase orgánica.

Las soluciones acuosas de las sales de alcaloide son nuevamente alcalinizadas y extraídas con un solvente orgánico no miscible; el solvente orgánico es deshidratado sobre una sal anhidra, filtrado y concentrado a presión reducida; el residuo que queda corresponde a los alcaloides totales.

2.4.4. Extracción de alcaloides en medio ácido

Hay que recordar que en su estado natural, los alcaloides se encuentran en forma de sales solubles en soluciones acuosas o hidroalcohólicas.

La droga seca, pulverizada y desengrasada es extraída con agua acidulada o con alcohol o solución hidroalcohólica acidulada; se tendrá de esta manera extractos de alcaloides en forma de sales. En estos casos los extractos pueden ser tratados de diferentes formas.

2.5. Alcalinización y extracción de los alcaloides base con un solvente orgánico no miscible

- Fijación de los alcaloides sobre resinas intercambiadoras de iones, para luego separar por elución con ácidos fuertes.
- Precipitación de los alcaloides en forma de yodomercuriatos con el reactivo de Mayer concentrado; el complejo formado es recuperado por filtración o centrifugación, luego se redisuelve en una mezcla de agua-alcohol-acetona y se separan los alcaloides haciéndolos pasar sobre resinas intercambiadoras de iones. (Esta técnica es particularmente útil para alcaloides amonio cuaternarios).

Fuera de estos métodos generales de extracción existen algunos particulares, dependiendo de los resultados que se quieran obtener.

2.6. Purificación de alcaloides

Consiste en los procedimientos que tienen como finalidad la eliminación de impurezas que puedan enmascarar resultados.

Los extractos cloroformo alcalino y éter alcalino se evaporan a sequedad y se tratan con una porción de ácido sulfúrico diluido a 1/5 v/v; se lava luego con tres porciones de 10 mililitros cada una de solvente; se trata luego con una porción de hidróxido de amonio hasta reacción alcalina, realizándose nuevamente una extracción con tres porciones de 10 mililitros de solvente. El extracto se evapora a sequedad. Las extracciones del extracto éter alcalino se realizan con éter etílico y las del extracto cloroformo alcalino se harán con cloroformo.

2.7. Identificación de alcaloides

El residuo obtenido se redisuelve en etanol absoluto, obteniéndose una muestra adecuada para los análisis de identificación.

Existen reactivos específicos que colorean ciertos grupos de alcaloides:

- El p-dimetilamino benzaldehido para los alcaloides del *ergot* del centeno.
- El sulfato de cerio (IV) y amonio, diferencia los indoles (amarillo), los dihidroindoles (rojo) y los β -anilino acrilatos (azul). Preparando 1% de solución de sulfato de cerio y amonio en una solución al 85% de ácido fosfórico.
- El sulfato cérico y ácido sulfúrico se utilizan para determinar los alcaloides esteroidales, esteroles y saponinas. Ya que se satura una solución al 65% de ácido sulfúrico con sulfato cérico y se procede a calentar por 15 minutos a 120°C.

2.8. Método de caracterización

En cuanto a su estado natural, los alcaloides son esencialmente sustancias presentes en todos los órganos de la planta, pueden encontrarse mayoritariamente en hojas (cocaína, nicotina, pilocarpina), en flores (escopolamina, atropina), en frutos (alcaloides del opio, peletiarina, coniina), en semilla (piperina, arecolina), en corteza (quinina, tubocurarina), en la raíz (emetina y cefalina).

La caracterización puede llevarse a cabo por diversas técnicas cromatográficas (en columna, en papel, en placa delgada, en fase gaseosa), espectrofotométricas (U.V., I.R.), por ensayos biológicos o por reacciones químicas.

Desde el aislamiento de los primeros alcaloides, en la mitad del siglo antepasado, los métodos usados para la identificación y determinación estructural de estas sustancias han cambiado considerablemente. Originalmente se usaron las técnicas de química húmeda o sea las transformaciones químicas para la preparación de derivados o las reacciones de degradación; luego, con la llegada de los métodos instrumentales de análisis, aumentaron considerablemente las investigaciones en productos naturales.

Tabla I. Fechas aproximadas en la introducción de la instrumentación para la investigación en productos naturales

Año	Método instrumental
1800	Química húmeda
1950	Espectroscopia en el ultravioleta y en el infrarrojo
1960	Espectrometría de masas, 1H RMN (60-100 MHz), dicroísmo
1970	Espectroscopia de resonancia magnética nuclear de carbono 13
1980	RMN de alta resolución (300-600 MHz.) correlaciones
1990	Técnicas de acoplamiento cromatografía (CPG, HPLC) – SM RMN

Fuente: ARANGO, Gabriel. Alcaloides y compuestos nitrogenados. p. 17.

Inicialmente, la quimitaxonomía o el origen botánico del compuesto puede dar una importante información para la elucidación estructural de alcaloides, ya que generalmente estas sustancias contienen el mismo núcleo alcaloídico en la misma familia o en familias aparentadas; por ejemplo: si se aíslan alcaloides de familias tales como Apocynaceae, Loganiaceae o Rubiaceae, con mucha probabilidad serían sustancias del tipo indoloterpénico, puesto que se han aislado en estas familias cerca de 2,000 alcaloides de este tipo; así, si se aíslan alcaloides de las familias Annonaceae, Lauraceae, Magnoliaceae, Monomiaceae y Menispermaceae, se encontrarán seguramente alcaloides del tipo isoquinoleico.

Otra estrategia para la elucidación de estructuras es la ayuda que da el conocer las diferentes rutas biogénicas de estas sustancias, pues permite asignar algunos sustituyentes oxigenados en las diferentes posiciones de los núcleos carbonados.

Tabla II. **Estrategias para la determinación estructural de un producto natural**

Estrategia	Producto
Quimiotaxonomía	Tipo de alcaloide
Ultravioleta UV	Grupos cromóforos
Espectrometría de masas	Peso molecular, fragmentos conocidos
¹ H RMN	Forma de la molécula, eventualmente
¹³ C RMN	Forma de la molécula, grupos funcionales
Infrarrojo	Grupos funcionales
Biogénesis	Grupos funcionales oxigenados o cadenas carbonatadas

Fuente: ARANGO, Gabriel. Alcaloides y compuestos nitrogenados. p. 17

2.8.1. Ultravioleta UV

El espectro UV de los alcaloides depende de su estructura, naturaleza, número, tipo y posición de los sustituyentes. Hay grupos de alcaloides que careciendo de cromóforos, no absorben en esta región, como es el caso de la mayoría de los alcaloides derivados de aminoácidos alifáticos y algunos derivados del metabolismo terpénico. En forma general, los alcaloides que tienen átomos con electrones solitarios, dobles o triples enlaces aislados (grupos cromóforos) absorben con cierta intensidad en la región de 150 a 200 nm (ultravioleta lejano); si hay conjugación de estos grupos, los máximos de absorción se desplazan hacia la región visible (efecto batocrómico) e incrementan la intensidad de la absorción (efecto hiperacrómico).

2.8.2. Infrarrojo IR

Aunque el IR de los alcaloides carece de absorciones que permitan identificarlos, proporciona importante información sobre la presencia o no de ciertos sustituyentes.

Las absorciones más útiles son entre 3200 y 3700 cm^{-1} en la que absorben los grupos hidroxilos (los fenólicos entre 3650 y 3500 cm^{-1} , los alcohólicos entre 3200 y 3500 cm^{-1}) y grupos amino entre 3200 y 3400 cm^{-1} y en la región entre 1620 y 1780 cm^{-1} absorben los grupos carbonilo. Por ejemplo el alcaloide oxindólico rinchofilina, muestra señales a 3415 cm^{-1} de grupo amino, 1732 y 1706 cm^{-1} de grupo carbonilo, 1643 y 1623 cm^{-1} del sistema aromático; mientras que el alcaloide de tipo carbazol glicozolidol muestra señales a 3500 cm^{-1} de grupo hidroxilo, 3440 cm^{-1} del grupo amino, 1625 y 1600 cm^{-1} del sistema aromático, 1208 cm^{-1} de éter aromático, 815 cm^{-1} del benceno sustituido entre otros.

2.8.3. Espectrometría de masas EM

La gran variedad estructural de los alcaloides dificulta la generalización para la interpretación de los espectros de masas. En general las masas moleculares de los alcaloides son impares si el número de nitrógenos es impar y pares si este es par; así como la señal del pico molecular es generalmente intensa, a menos que no tengan insaturaciones como en el caso de los alcaloides alifáticos.

2.8.4. Espectroscopía de resonancia magnética protónica 1H RMN

La identificación de los alcaloides se hace básicamente gracias a la espectroscopia de RMN protónica.

Tres regiones del espectro son de una importancia particular, la de los protones aromáticos que resuenan entre 6.70 y 7.40 ppm, la de los grupos metilos ligados a heteroátomos entre 3.20 y 4.10 ppm, dependiendo del tipo de heteroátomo (C o N) y la posición en un carbono aromático o alifático y la región de los carbonos alifáticos.

En espectroscopía de RMN, los efectos de los solventes pueden aportar una ayuda suplementaria para determinar la posición de los grupos funcionales (OH, OCH₃ principalmente), midiendo las diferencias en el desplazamiento químico entre los espectros registrados en cloroformo deuterado y en otro solvente como la piridina deuterada, se observan desplazamientos de los protones vecinos sobre todo en *orto* de los grupos funcionales OH y OCH₃.

2.8.5. Espectroscopía de resonancia magnética nuclear de carbono-13 (^{13}C RMN)

Los espectros de RMN en carbono 13 de cierto número de alcaloides, han sido descritos en gran número de artículos de la literatura. En general, es fácil atribuir las señales de los átomos alifáticos (sp^3), pues estas señales se encuentran a campo fuerte. Los carbonos aromáticos no sustituidos resuenan en la región entre 105 y 112 ppm; los carbonos aromáticos *ipso* conteniendo a un grupo oxigenado OH, OCH_3 o OCH_2O son los más desblindados entre 140 y 151 ppm; los carbonos aromáticos sp^2 cuaternarios resuenan entre 119 y 130 ppm. Los carbonos unidos a N hacia 43 ppm, los carbonos de metoxilos entre 56 y 62 ppm y aquellos que son *ortosustituidos*, resonarán a campo más bajo que 60 ppm. Los metilendioxilos resonarán entre 100 y 102 ppm.

2.9. Solventes

Solvente es una sustancia que permite la dispersión de otra sustancia en esta a nivel molecular o iónico. Es el medio dispersante de la disolución. Normalmente, el disolvente establece el estado físico de la disolución, por lo que se dice que es el componente de una disolución que está en igual estado físico que la misma. Usualmente, también es el componente que se encuentra en mayor proporción.

Los disolventes forman parte de múltiples aplicaciones: adhesivos, componentes en las pinturas, productos farmacéuticos, para la elaboración de materiales sintéticos, etc.

Las moléculas del disolvente ejercen su acción al interactuar con las de soluto y rodearlas. Esto se conoce como solvatación.

Solutos polares serán disueltos por disolventes polares al establecerse interacciones electrostáticas entre los dipolos. Los solutos apolares disuelven las sustancias apolares por interacciones entre dipolos inducidos.

El agua es habitualmente denominada el disolvente universal, por la gran cantidad de sustancias sobre las que puede actuar como disolvente.

2.9.1. Clasificación de los solventes

Los solventes tienen la característica de clasificarse en:

2.9.1.1. Solventes polares

Son sustancias en cuyas moléculas la distribución de la nube electrónica es asimétrica; por lo tanto, la molécula presenta un polo positivo y otro negativo separados por una cierta distancia. Hay un dipolo permanente. El ejemplo clásico de solvente polar es el agua. Los alcoholes de baja masa molecular también pertenecen a este tipo. Los disolventes polares se pueden subdividir en:

- Disolventes polares próticos: contienen un enlace del O-H o del N-H. Agua (H-O-H), etanol (CH₃-CH₂-OH) ácido acético (CH₃-C(=O)OH) son disolventes polares próticos.
- Disolventes polares apróticos; son disolventes polares que no tienen enlaces O-H o N-H. Este tipo de disolvente no da ni aceptan protones. La acetona (CH₃-C(=O)-CH₃) y THF o tetrahidrofurano son disolventes polares apróticos.

2.9.1.2. Solventes apolares

En general son sustancias de tipo orgánico y en cuyas moléculas la distribución de la nube electrónica es simétrica; por lo tanto, estas sustancias carecen de polo positivo y negativo en sus moléculas. No pueden considerarse dipolos permanentes. Esto no implica que algunos de sus enlaces sean polares. Todo dependerá de la geometría de sus moléculas.

Si los momentos dipolares individuales de sus enlaces están compensados, la molécula será, en conjunto, apolar. Algunos disolventes de este tipo son: el dietiléter, cloroformo, benceno, tolueno, xileno, cetonas, hexano, ciclohexano; el tetracloruro de carbono es el que disuelve o va a disolver, o también el diablo rojo, etc. Un caso especial lo constituyen los líquidos fluorosos, que se comportan como disolventes más apolares que los disolventes orgánicos convencionales.

2.9.1.3. Solventes orgánicos

Los disolventes más utilizados actualmente, son los orgánicos, que son compuestos volátiles que se utilizan solos o en combinación con otros agentes, sin sufrir ningún cambio químico, para disolver materias primas, productos o materiales residuales, o como agente de limpieza para disolver la suciedad, como disolvente, medio de dispersión, o como modificador de la viscosidad, o agente tenso-activo.

El uso de estos disolventes, libera a la atmósfera compuestos orgánicos volátiles (COVs), que tienen algunos problemas importantes para el entorno. Algunos COVs causan la degradación de la capa de ozono como es el caso de 1,1,1-tricloroetano, tetracloruro de carbono, CFCs, HCFCs.

Entre los solventes orgánicos más destacados están: el metanol, etanol, acetona, cloroformo, tolueno o el xileno, entre otros.

El carácter volátil de los disolventes orgánicos hace que estos se evaporen rápidamente en el aire, alcanzando concentraciones importantes en espacios confinados. Los riesgos mayores para el ser humano se producen por la absorción de los mismos a través de la piel y por inhalación. El contacto directo con la piel permite que el disolvente pase a la sangre, causando efectos inmediatos y a más largo plazo.

2.10. Fracción lipídica

Los aceites y grasas se hallan distribuidos extensamente en los reinos animal y vegetal, desde los organismos más sencillos hasta los más complicados, existiendo en mayor o menor proporción en casi todos los tejidos orgánicos. Las grasas vegetales se encuentran predominantemente en las semillas y en los frutos, pero también existen en las raíces, ramas y hojas en las plantas.

En los organismos animales, las materias grasas se encuentran principalmente en los tejidos celulares próximos a la epidermis (tejidos subcutáneos), la cavidad abdominal, el hígado y el tejido conectivo del cual forman parte los músculos.

Las grasas y aceites constituyen, junto con los carbohidratos y proteínas, los tres grupos de nutrientes más importantes que forman la materia orgánica de las células vivas, químicamente se les agrupa en una clase muy amplia de sustancias denominadas lípidos, de la cual forman parte también las ceras, fosfolípidos y glucolípidos.

Las fracciones lipídicas con frecuencia se encuentran en semillas, donde remplazan a los carbohidratos como material de reserva nutritiva. Como lípidos que son, las grasas constituyen un componente esencial de las membranas biológicas.

Los lípidos constituyen un grupo de biomoléculas estructuralmente muy heterogéneo, pero con características comunes de solubilidad; es decir, son poco o nada solubles en agua, pero solubles en disolventes orgánicos (éter, benceno, cloroformo).

La mayor parte de los lípidos constituyen aceites y grasas que suelen ser productos de reserva y protección en el ser vivo, aunque no se debe olvidar que algunos lípidos complejos forman parte de las membranas biológicas, y de este modo participan activamente en muchos aspectos de la fisiología celular.

La heterogeneidad estructural de los lípidos dificulta cualquier clasificación sistemática.

Aunque rara vez se hallan en estado libre, los llamados ácidos grasos-ácidos carboxílicos de cadena larga, forman parte de la inmensa mayoría de los lípidos. Por esta razón, se procederá en primer lugar al estudio de los ácidos grasos, y luego al de los lípidos propiamente dichos, divididos en dos grandes grupos:

- Lípidos relacionados con ácidos grasos
- Lípidos no relacionados con ácidos grasos

2.11. Proceso de extracción sólido – líquido

Los procesos de extracción varían según:

- Escala de producción
- Naturaleza de materia prima
- Calidad de materia prima
- Naturaleza del solvente

Estos procesos están divididos en dos grupos, los cuales se indican en la siguiente tabla:

Tabla III. **Clasificación del proceso de extracción sólido - líquido según resultados obtenidos**

Proporcionan equilibrio entre la concentración del soluto y el residuo	Lixiviación Maceración estática Maceración dinámica
La materia prima se agota completamente	Percolación Repercolación Extracción en contra corriente

Fuente: http://www.ub.edu/oblq/oblq%20castellano/extraccioncom_tip.html.

Consulta: junio de 2011.

El proceso de extracción sólido – líquido – lixiviación consiste en la eliminación de una fracción soluble, en forma de solución, a partir de una fase sólida permeable e insoluble a la cual está asociada.

La separación implica, normalmente, la disolución selectiva, con difusión o sin ella, pero en el caso extremo de lavado simple, consiste solo en el desplazamiento (con alguna mezcla) de un líquido intersticial por otro, con el que es miscible. El constituyente soluble puede ser sólido o líquido y estar incorporado, combinado químicamente o adsorbido, o bien mantenido mecánicamente, en la estructura porosa del material insoluble.

El sólido insoluble puede ser másico y poroso; con mayor frecuencia es de partículas y estas últimas pueden ser de poros abiertos, de celdas, con paredes celulares selectivamente permeables o con superficies activadas.

Es habitual excluir del estudio de lixiviación la elución de solutos adsorbidos superficialmente. Este proceso será tratado, en lugar de ello, como un caso especial de la operación inversa, la adsorción. Asimismo, se excluye el lavado de trozas de filtros, ya sea *in situ* o mediante la formación de una nueva suspensión y la refiltración.

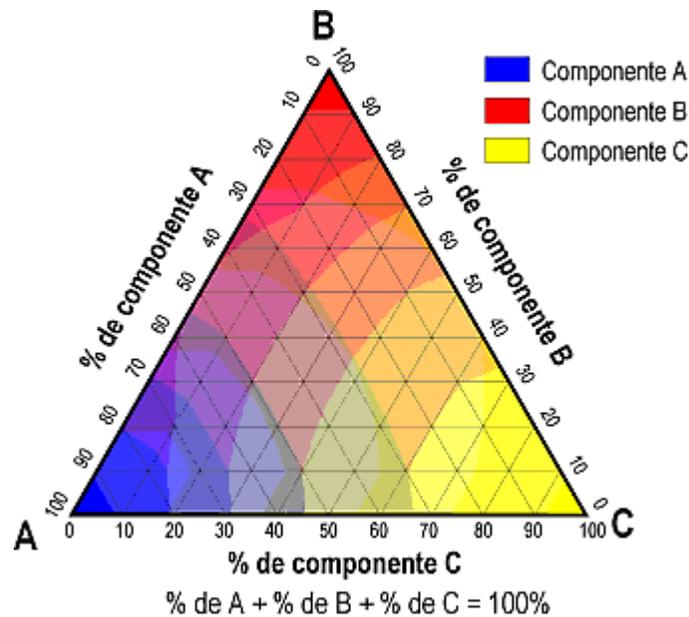
Debido a la gran variedad de aplicaciones y su importancia para diferentes industrias antiguas, la lixiviación tiene otros nombres. Entre los que se encuentran en la ingeniería química están la extracción, la extracción de sólido-líquido, percolación, la infusión, el lavado y la decantación por sedimentación. En relación con los cálculos en la extracción sólido-líquido (lixiviación) por el método de representación gráfica de sistemas ternarios, la mayoría de representaciones gráficas en la extracción sólido-líquido se elaboraron a través de sistemas ternarios, donde existen varios tipos de representación; algunos son:

- Triángulo equilátero
- Triángulo rectángulo

- Distribución de diagramas de equilibrio

A continuación se presenta un diagrama de lixiviación de materiales biológicos, la representación “*marc*” corresponde a la matriz de sólido lixiviada.

Figura 1. **Distribución de equilibrio para el sistema soluto-solvente**



Fuente: prosimternarydiagram.com. Consulta: junio de 2011.

En el triángulo equilátero los vértices representan los componentes puros; sobre cada lado se representan las mezclas binarias de los componentes que se encuentran en los vértices correspondientes a ese lado y cualquier punto del interior representa una mezcla ternaria, de tal modo que la cantidad relativa de cada componente en la mezcla es proporcional a la distancia al lado opuesto a a,b,c. Teniendo en cuenta que la suma de estas distancias es igual a la altura del triángulo, el cociente de cada una por la suma, representará la cantidad relativa del componente respecto de la mezcla.

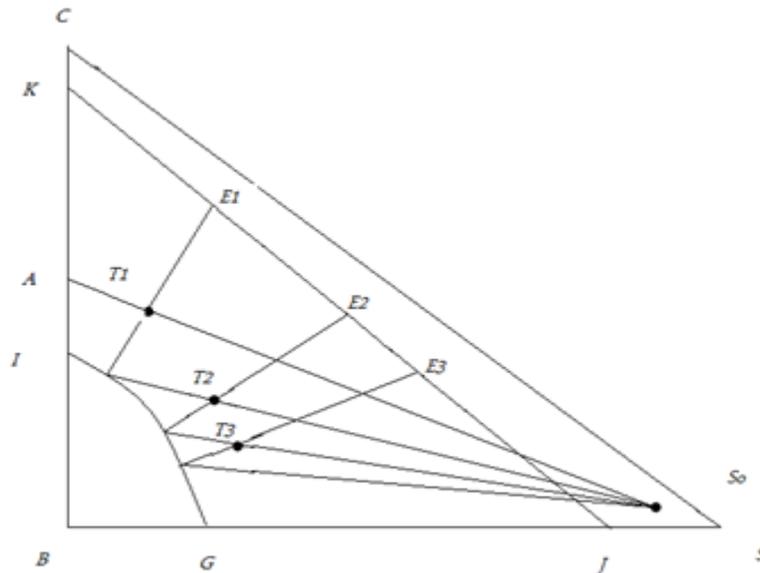
Por otra parte, como los segmentos a, b, c son proporcionales a los segmentos a', b', c' (paralelos a los lados del triángulo) y su suma es igual al lado del triángulo, se pueden tomar con el mismo fin las medidas de los segmentos a', b', c' (paralelos a los lados del triángulo) y su suma es igual al lado de triángulo; se puede tomar con el mismo fin las medidas de los segmentos a', b', c' , con el lado unidad de longitud.

Las unidades de concentración empleadas en este diagrama suelen ser las fracciones en peso o las fracciones molares. En cualquier caso, la suma de concentraciones ha de ser constante para todas las composiciones. Las propiedades de este diagrama que le hacen tan útil para los cálculos de extracción son:

- Las mezclas cuyas composiciones corresponden a puntos sobre una recta paralela, a un lado tienen concentración constante del componente situado en el vértice opuesto.
- Todos los puntos del segmento que unen un vértice con un punto del lado opuesto, representan mezclas de una misma relación constante entre las concentraciones de los componentes situados en los otros dos vértices.

A continuación se muestra un diagrama triangular rectangular. En la figura 2 se representa la gráfica en diagrama triangular rectangular de la operación de extracción sólido-líquido, en serie de “n” etapas de equilibrio, con porciones distintas de un mismo disolvente S_0 .

Figura 2. **Diagrama triangular rectangular para un sistema de lixiviación sólido-líquido**



Fuente: MARTÍNEZ DE LA CUETA, Pedro. Operación de separación en ingeniería química. p.189.

Representación gráfica en diagrama triangular rectangular de la extracción sólido-líquido en serie, en "n" etapas de equilibrio, con porciones distintas de un mismo disolvente.

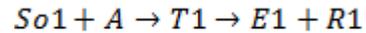
Los vértices B, C y S, representan a los componentes puros: portador (inerte), a extraer y disolver, respectivamente.

Los puntos:

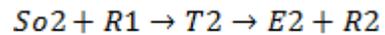
A = representativo de la corriente alimento

So = ídem de la corriente disolvente

$T1$ = Ídem de la mezcla de A y $So1$, que proporcionará las corrientes extracto $E1$, y residual $R1$ en equilibrio. Es decir:



$T2$ = ídem de la mezcla de $R1$, y $So2$., que proporcionará las corrientes extracto $E2$ y residual $R2$ en equilibrio. Es decir:



2.12. Lixiviación con unidad de extracción soxhlet

Es un método de extracción sólido-líquido que hace uso del extractor soxhlet. Este extractor consta de las siguientes partes o unidades principales:

- Condensador
- Unidad de extracción
- Matraz
- Dedal
- Mangueras
- Plancha de calentamiento

3. DISEÑO METODOLÓGICO

3.1. Variables

Para determinar las variables de la investigación, se realizó la siguiente tabla:

Tabla IV. Definición de variables de la investigación

VARIABLE	DEPENDIENTE	INDEPENDIENTE
Método		X
Temperatura	X	
Solvente	X	
Tamaño de partícula		X
Humedad		X
Densidad	X	

Fuente: elaboración propia.

3.2. Delimitación de campo de estudio

Para realizar una efectiva delimitación de campo tomaron en cuenta los siguientes puntos:

3.2.1. Universo de estudio

El estudio se enfocó en la extracción y caracterización de fracción lipídica hexánica y solutos totales en las hojas del huiz (*Solanum lanceolatum* CAV.) mediante el método de extracción continua utilizando un soxhlet.

La materia prima evaluada se obtuvo en la zona 16 de la ciudad capital de Guatemala y los análisis para la caracterización de fracción lipídica se realizaron en la Ciudad Universitaria, campus central, zona 12, ciudad de Guatemala.

3.3. Recursos humanos disponibles

- Investigadora: Rossemary Verónica Guzmán Blanco
- Asesor: Ing. Qco. César Alfonso García Guerra
- Coasesor: Inga. Qca. Cinthya Patricia Ortiz Quiroa

3.4. Recursos materiales disponibles

Para obtener resultados satisfactorios en la parte práctica de la investigación se hizo uso de los siguientes recursos.

3.4.1. Materia prima

- Hoja de huiz (*Solanum lanceolatum* CAV.)
- Metanol
- Hexano

- Cloruro de calcio
- Acido tartárico
- Sulfato de sodio anhidro
- Amoniaco
- Agua destilada

3.4.2. Equipo

- Equipo para la extracción mediante un soxhlet
- Picnómetro de 1,023 mL
- Plancha de calentamiento con sistema de calentamiento de medio a fuerte. Thermolyne, tipo 2200
- Balanza digital marca Sartorius, precisión de 0,001 g, capacidad máxima de 400 g
- Balanza de humedad
- Rotaevaporador
- Secador de bandejas
- Molino de cuchillas
- Cromatógrafo especializado Chemstation Integrator - autoint1.e.
- Campana Labconco, serie 87556
- Horno Thermolyne, modelo 48000
- Termómetro

3.4.3. Cristalería

- *Beackers* con capacidad de 50, 100, 250, 600 y 1000 mL
- Balones aforados de 500 y 1000 mL
- Matraz de cuello corto con esmeril 24/40, de 5000 mL

- Condensadores de reflujo
- Probetas 100 y 250 mL
- Embudo de vidrio
- Varillas de agitación
- Frascos ámbar de tapón de rosca de 200 mL
- *Erlenmeyer* de 50, 100, 250 mL
- Vidrios reloj
- Pipetas serológicas de 5 mL
- Pipetas volumétricas de 5 mL
- Buretas de 25 mL
- Probetas de 10, 50 y 100 mL
- Espátulas

Tabla V. **Recursos físicos disponibles para la extracción y caracterización de fracción lipídica hexánica y alcaloides totales en las hojas del huiz (*Solanum lanceolatum* CAV.)**

LABORATORIO	ACTIVIDAD
Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales -LIEXVE- Sección de Química Industrial, Centro de Investigaciones de Ingeniería, USAC.	<ul style="list-style-type: none"> • Secado de la materia prima. • Medición de humedad de la materia prima. • Extracción de la fracción lipídica. • Medición de los sólidos solubles totales. • Medición de la densidad. • Rotaevaporación de la fracción lipídica. • Medición del índice de refracción
Laboratorio del LIPRONAT, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, USAC.	<ul style="list-style-type: none"> • Tamizaje fitoquímico.
Laboratorio del Departamento de Toxicología, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, USAC.	<ul style="list-style-type: none"> • Cromatografía de gas acoplada a espectrometría de masas.
Laboratorio de Botánica, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, USAC.	<ul style="list-style-type: none"> • Elaboración del corte histológico • Tinción vacuolar

Fuente: elaboración propia.

3.5. Técnica cualitativa y cuantitativa

La investigación contiene ambas técnicas, ya que se analizan tanto características cualitativas mediante un estudio fitoquímico a las hojas del huiz, como características cuantitativas mediante un estudio cromatográfico. En cuanto a la información del estudio, se indicó por medio de hojas de control de las corridas a realizadas, toda la información pertinente, en cuanto a las variables de monitoreo y operación. Una vez reunida toda la información requerida para validar o rechazar la hipótesis estadística en cuanto al análisis de variables, se procedió a analizar la información, para su posterior uso en el desarrollo del escalamiento del proceso.

3.5.1. Procedimientos para determinación de la extracción y caracterización de fracción lipídica hexánica de las hojas del Huiz (*Solanum lanceolatum* CAV.)

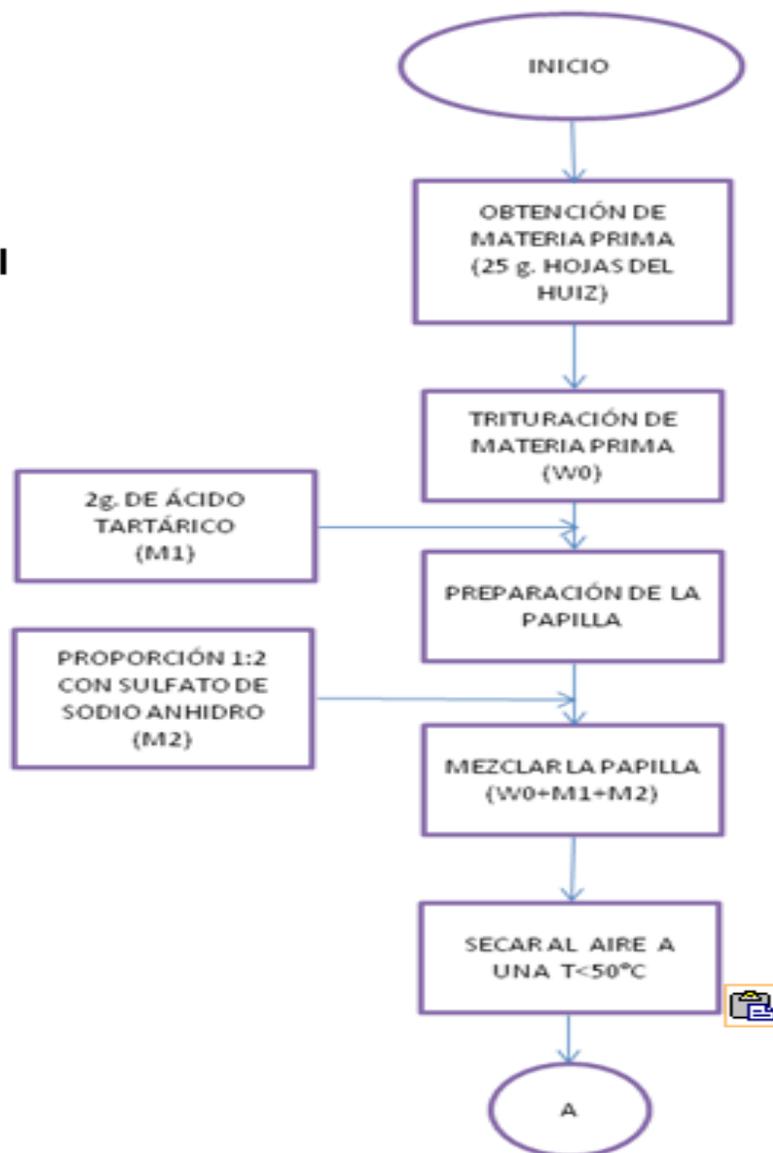
Posteriormente de la selección del tipo de muestra y de establecer las variables de control y de medición que permitió cumplir con los objetivos del presente trabajo de graduación, se hizo necesario fijar ciertas condiciones y características para que el método fuera efectivo y cómodo para la realización del experimento asociado. La determinación de la extracción y caracterización de la fracción lipídica hexánica y alcaloides totales en las hojas del huiz (*Solanum lanceolatum* CAV.) para posteriormente realizar el análisis y verificación que el método seleccionado fuera viable para dicho experimento. La metodología a utilizar es la extracción continua utilizando un extractor soxhlet.

La metodología en mención es aplicable a material sólido o semisólido, permitiendo efectuar una extracción cuantitativa y reducir el tiempo de operación requerido por las técnicas clásicas.

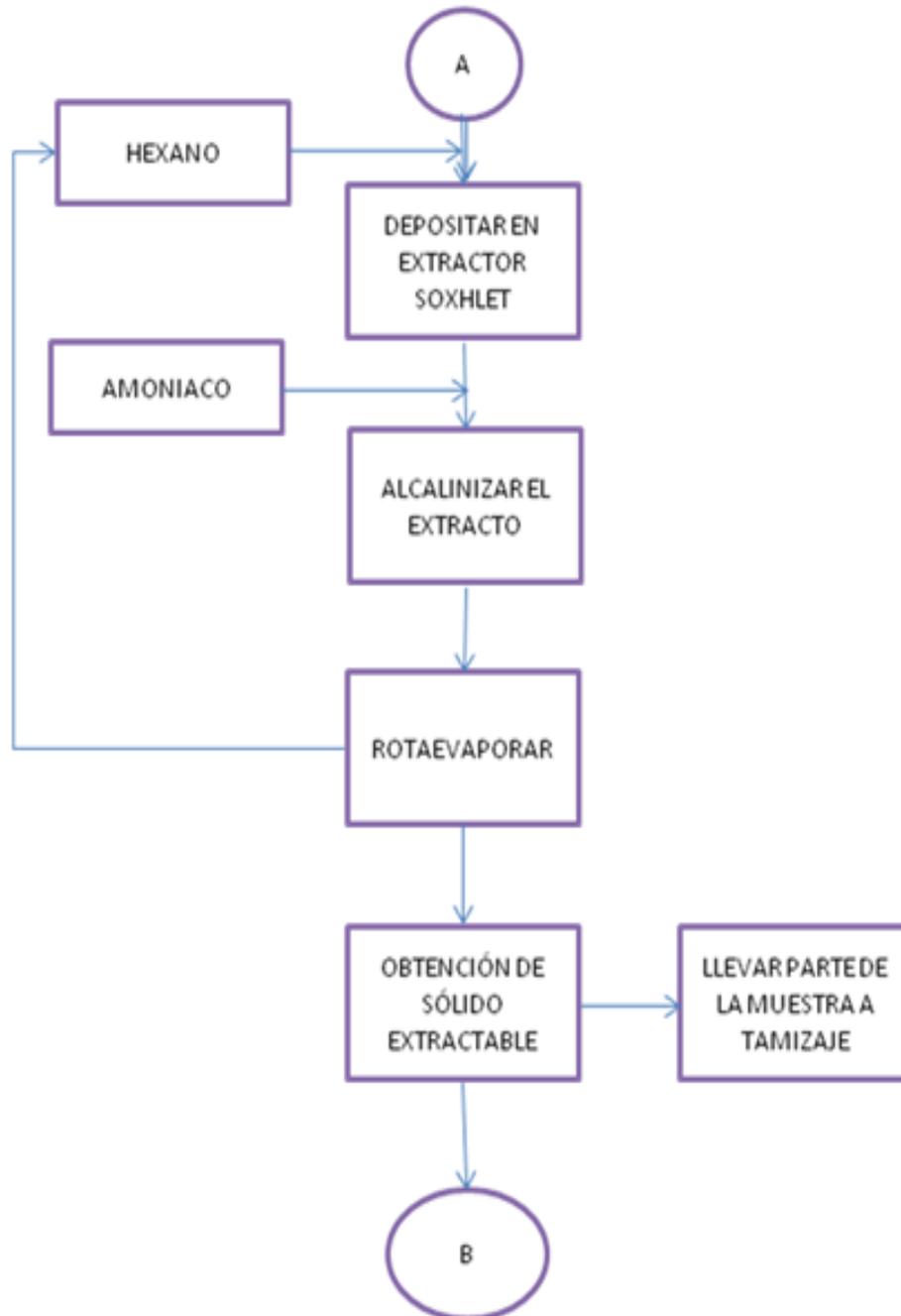
3.6. Recolección y ordenamiento de la información

En el siguiente diagrama se presenta el proceso de extracción en la hoja de huiz.

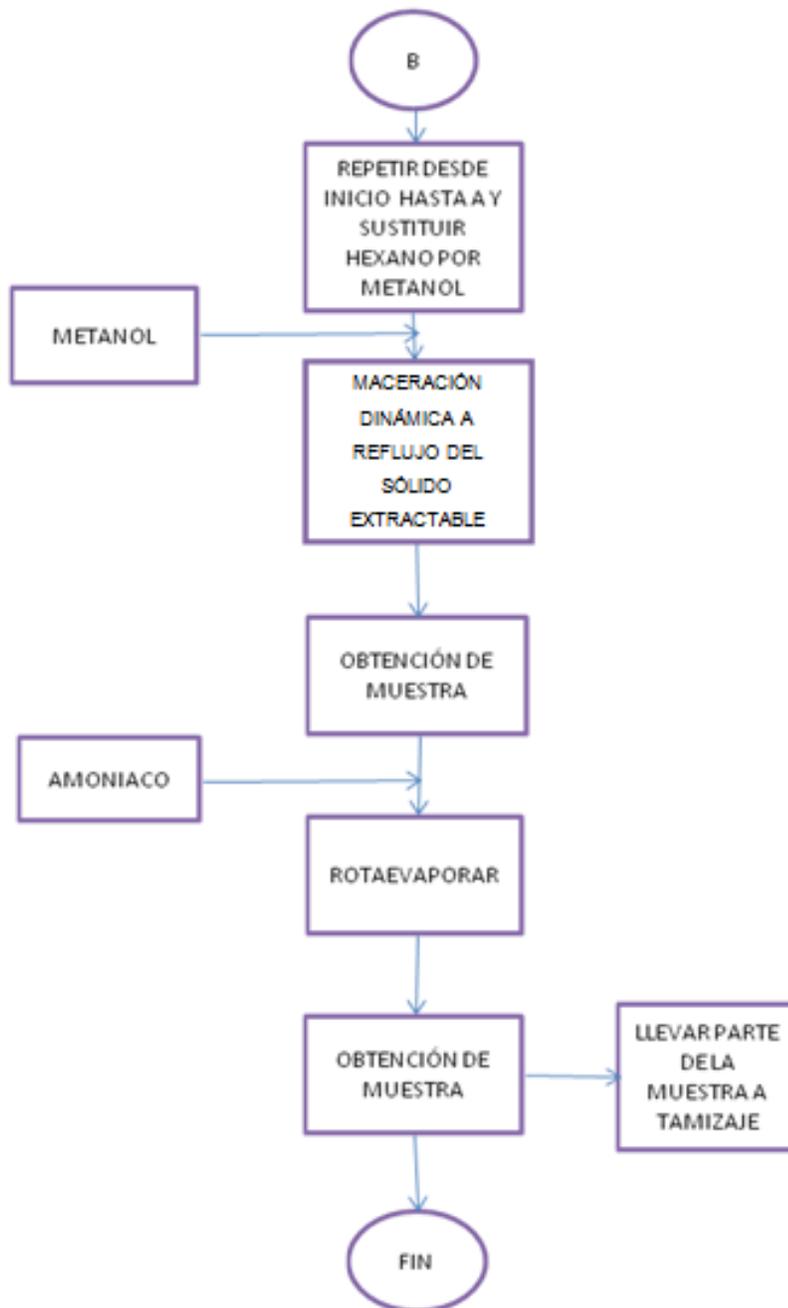
Figura 3. Diagrama del proceso a realizar en la extracción de la fracción lipídica en las hojas de huiz (*Solanum lanceolatum* CAV.)



Continuación de la figura 3.

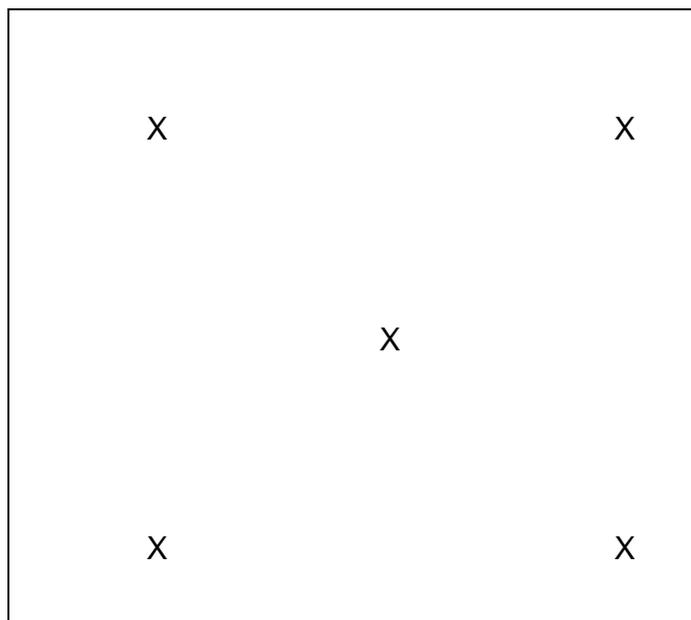


Continuación de la figura 3.



Fuete: elaboración propia

Figura 4. **Descripción para toma de muestras de huiz (*Solanum lanceolatum* CAV.)**



Fuente: elaboración propia

De cada punto marcado con X tomar una muestra de aproximadamente 0,5 kg.

3.7. Metodología para la caracterización de fracción lipídica y extracción de alcaloides totales de las hojas de huiz (*Solanum lanceolatum* CAV.)

Para realizar una metodología efectiva se evaluaron tanto las propiedades fisicoquímicas como las fitoquímicas.

3.7.1. Propiedades fisicoquímicas

Las propiedades fisicoquímicas que se determinaron son:

3.7.1.1. Densidad

- Se armó el sistema de extracción soxhlet;
- Se midió la densidad del solvente antes de iniciar el procedimiento de extracción soxhlet;
- Fue colocada una manguera dentro del equipo de extracción soxhlet conectada a una jeringa para extraer alícuotas de 2 mL;
- Al extraer cada alícuota se consideró un tiempo determinado para que la temperatura de la misma descendiera a una temperatura ambiente de aproximadamente 25°C;
- Se determinó la densidad con un picnómetro de 1,023 mL;
- Se repitió el proceso hasta que la densidad de la alícuota permaneciera constante;
- De la misma manera se obtuvo la densidad en el sistema de extracción con maceración.

Figura 5. **Medición de la densidad con picnómetro y balanza analítica**



Fuente: laboratorio de investigación de extractos vegetales, T-5, Facultad de Ingeniería.

3.7.1.2. Sólidos solubles totales

Se realizaron los pasos siguientes:

- El sistema de extracción soxhlet fue armado en el laboratorio;
- El dedal limpio se pesó, luego, la corcholata limpia;
- Se colocó una manguera dentro del sistema de extracción soxhlet, conectada a una jeringa para extraer alícuotas de 2 mL;
- La alícuota fue depositada en una corcholata;
- Se secó la muestra en un horno a 30°C;
- Se pesó la corcholata con la muestra seca;
- De la misma manera se procedió con el sistema de extracción por maceración.

3.7.2. Propiedades fitoquímicas

Al obtener las muestras de los extractos vegetales se procedió a realizar un análisis fitoquímico de los mismos para ello acudimos a las siguientes técnicas:

3.7.2.1. Cromatografía de gas acoplada a espectrometría de masas (CGC/MS/DS)

Un sistema de cromatografía de gas acoplado a espectrometría de masas consta de un gas de arrastre, un puerto de inyección de la muestra, una columna, el horno que contiene a la columna, y un sistema espectrométrico de masas (fuente de ionización, analizador de masas y un detector).

La muestra se volatiliza en el puerto de inyección y se inyecta con exactitud y precisión en la cabeza de la columna cromatografía.

3.7.2.2. Tamizaje fitoquímico

Indica qué tipo de metabólicos secundarios se encuentran en el material. El tamizaje fitoquímico consiste en la extracción de la planta con solventes apropiados y la aplicación de reacciones de coloración.

El método permite determinar la presencia de los principales grupos de compuestos químicos.

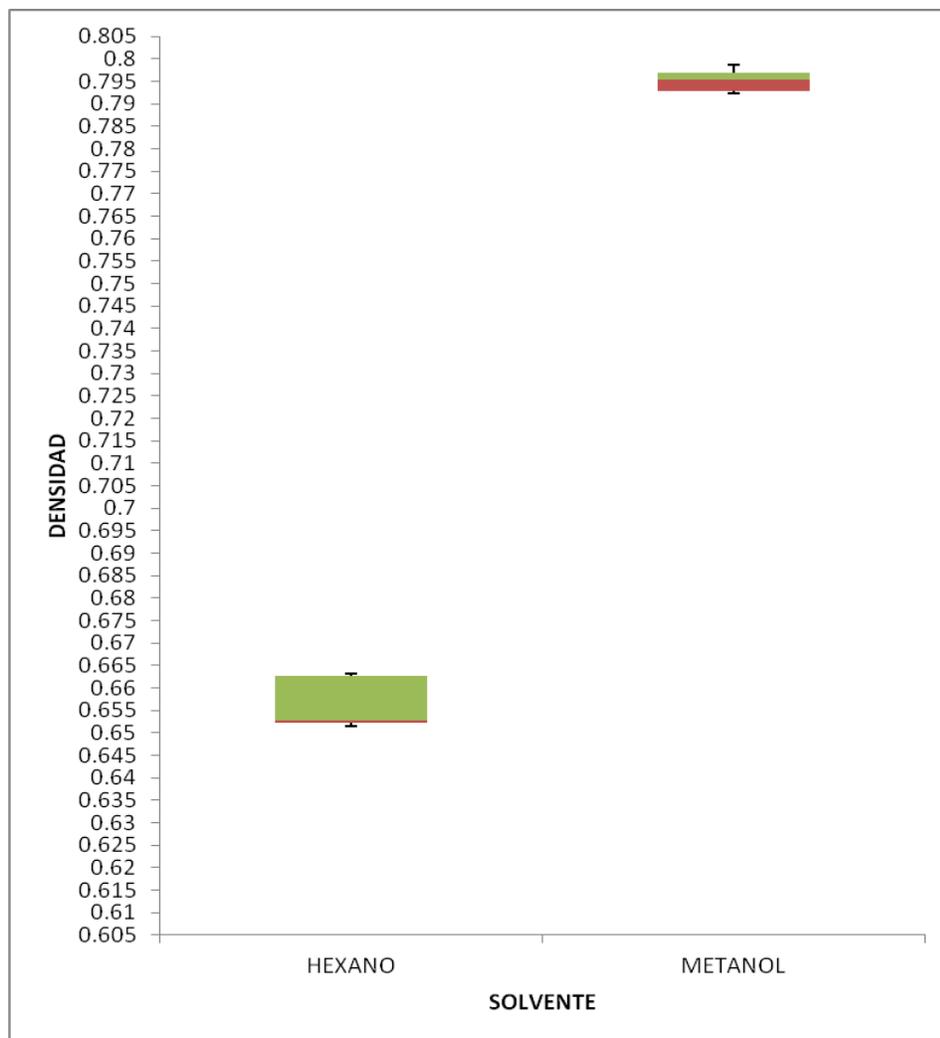
3.7.2.3. Tinción vacuolar

Mediante el método de tinción vacuolar, utilizando el reactivo de Dragendorf, se realizó la determinación de alcaloides, con la cual se obtuvieron resultados positivos en alcaloides de tropano ya que la muestra obtuvo una coloración marrón.

3.8. Análisis estadístico

En las siguientes gráficas podemos realizar un análisis estadístico.

Figura 6. **Gráfica de densidad (g/mL) vs. solvente extractor de la fracción lipídica y alcaloides totales del huiz (*Solanum lanceolatum* CAV.) utilizando el método de extracción soxhlet**



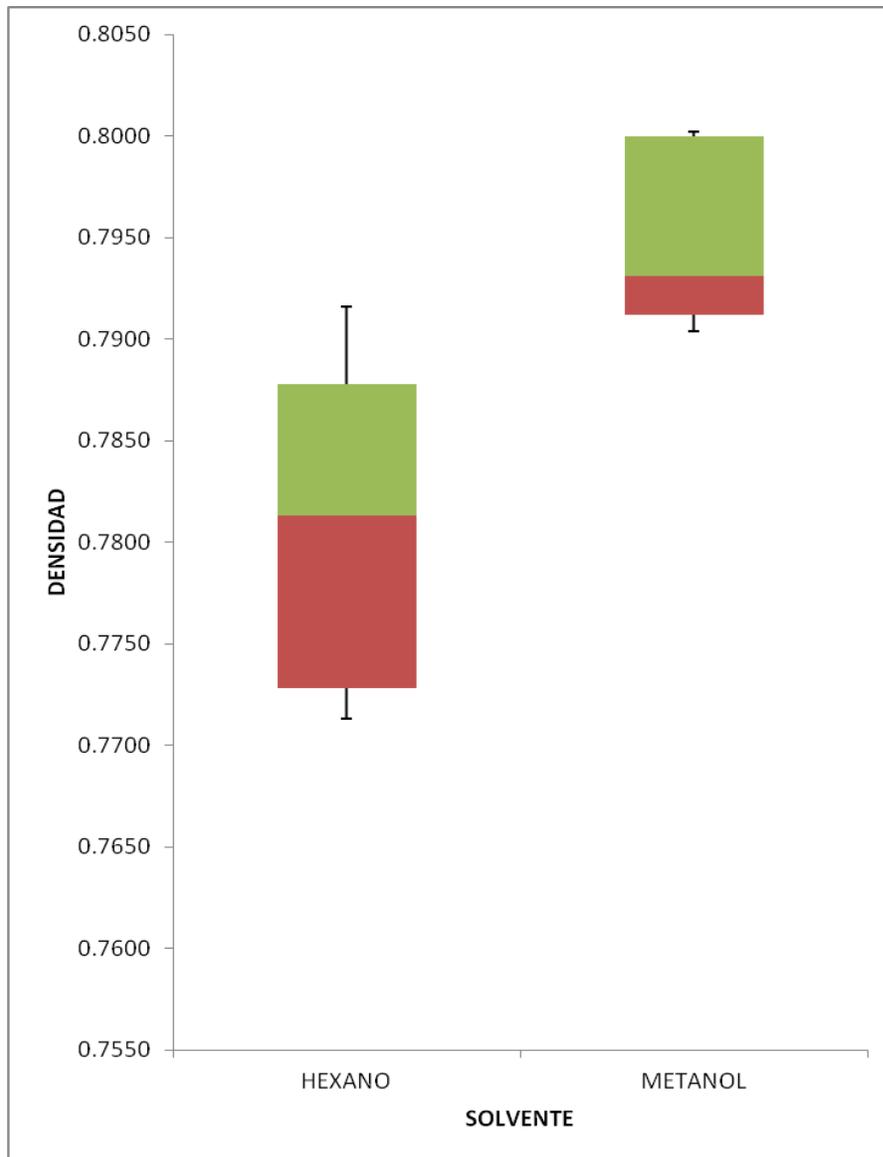
Fuente: elaboración propia. Datos obtenidos a partir del análisis experimental.

Tabla VI. **Datos del análisis estadístico descriptivo de la densidad vs. solvente extractor de la fracción lipídica y alcaloides totales del huiz (*Solanum lanceolatum* CAV.), utilizando el método de extracción soxhlet**

		SOLVENTE	
VARIABLE	Mínimo	HEXANO	METANOL
	Primer cuartil	0,6522	0,7928
	Mediana	0,0006	0,0026
	Tercer cuartil	0,0099	0,0014
	Máximo	0,0004	0,0020
	Mínimo	0,0006	0,0004
	Curtosis	-3,2833	-1,7155
	Desviación estándar	1,6084	1,0250
	Media	0,6565	0,7952
	Coeficiente de variación	2,4501	1,2889

Fuente: elaboración propia. Datos obtenidos a partir del análisis experimental.

Figura 7. Gráfica de densidad (g/mL) vs. solvente extractor de la fracción lipídica y alcaloides totales del huiz (*Solanum lanceolatum* CAV.), utilizando el método de extracción por maceración dinámica a reflujo



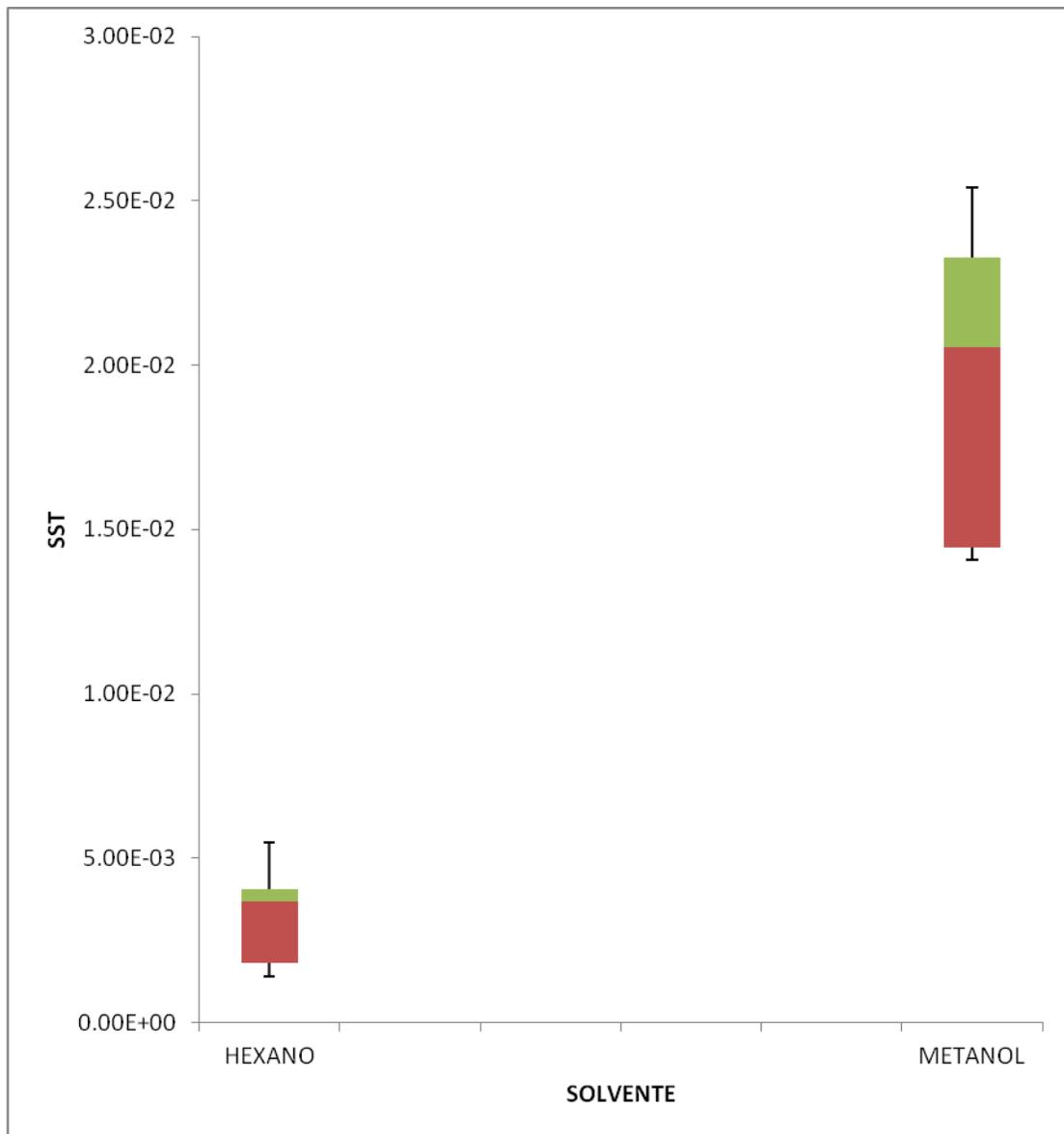
Fuente: elaboración propia. Datos obtenidos a partir del análisis experimental.

Tabla VII. **Datos del análisis estadístico descriptivo de la densidad vs. solvente extractor de la fracción lipídica y alcaloides totales del Huiz (*Solanum lanceolatum* CAV.), utilizando el método de extracción por maceración dinámica a reflujo**

		SOLVENTE	
		HEXANO	METANOL
VARIABLE	Mínimo		
	Primer cuartil	0,7728	0,7912
	Mediana	0,0085	0,0019
	Tercer cuartil	0,0065	0,0069
	Máximo	0,0038	0,0002
	Mínimo	0,0015	0,0008
	Curtosis	-2,5030	-3,1137
	Desviación estándar	1,3407	1,5957
	Media	0,7810	0,7950
	Coeficiente de variación	1,7167	2,0073

Fuente: elaboración propia. Datos obtenidos a partir del análisis experimental.

Figura 8. **Gráfica de sólidos solubles totales vs. solvente extractor de la fracción lipídica y alcaloides totales del huiz (*Solanum lanceolatum* CAV.), utilizando el método de extracción soxhlet**



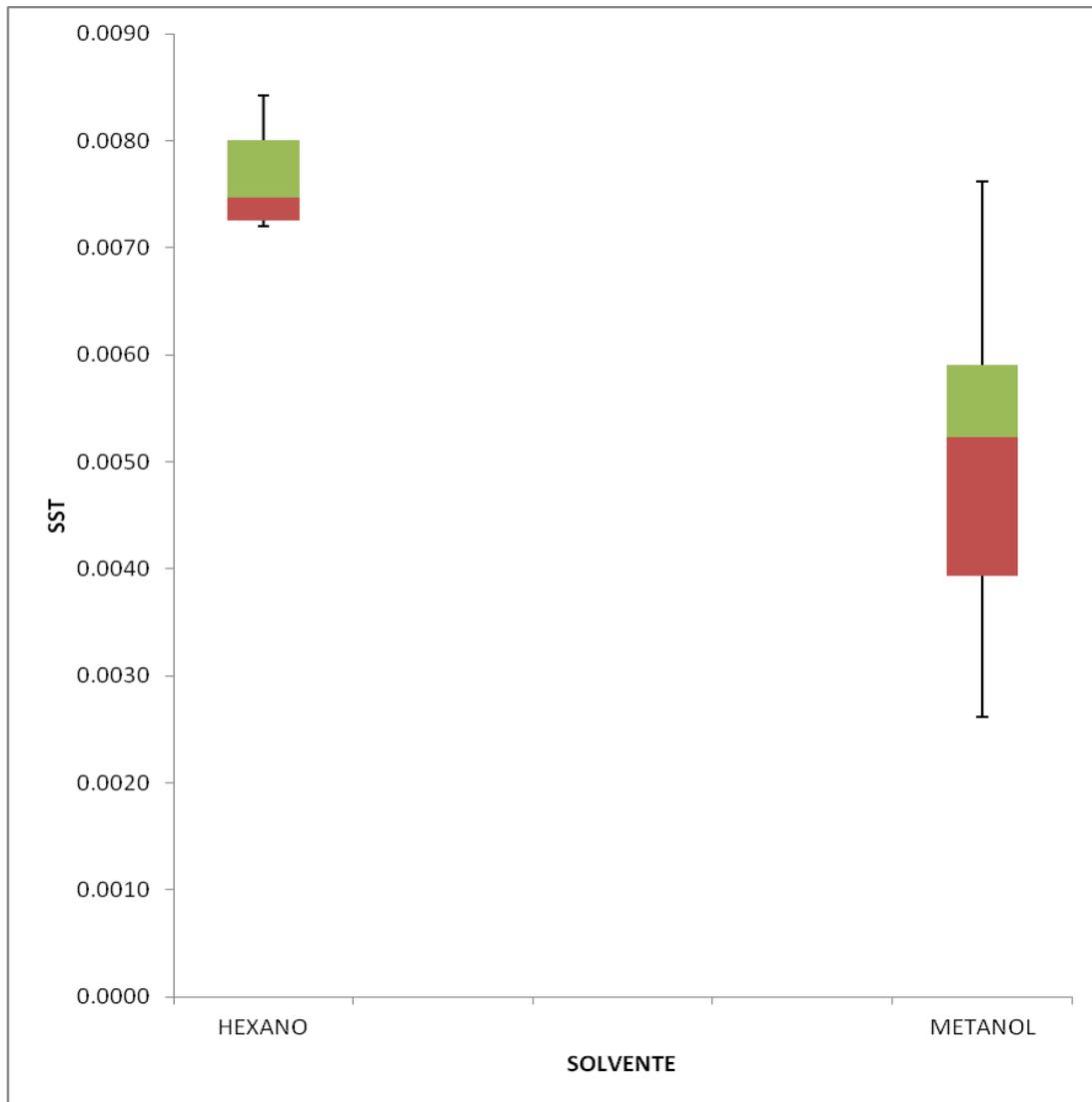
Fuente: elaboración propia. Datos obtenidos a partir del análisis experimental.

Tabla VIII. **Datos del análisis estadístico descriptivo de los sólidos solubles totales vs. solvente extractor de la fracción lipídica y alcaloides totales del huiz (*Solanum lanceolatum* CAV.), utilizando el método de extracción soxhlet**

		SOLVENTE	
VARIABLE	Mínimo	HEXANO	METANOL
	Primer cuartil	0,0018	0,0145
	Mediana	0,0019	0,0061
	Tercer cuartil	0,0004	0,0028
	Máximo	0,0014	0,0021
	Mínimo	0,0004	0,0004
	Curtosis	-1,5952	4,9720
	Desviación estándar	0,6526	2,0054
	Media	0,0033	0,0653
	Coefficiente de variación	1,7171	3,7053

Fuente: elaboración propia. Datos obtenidos a partir del análisis experimental.

Figura 9. Gráfica de sólidos solubles totales vs. solvente extractor de la fracción lipídica y alcaloides totales del huiz (*Solanum lanceolatum* CAV.), utilizando el método de extracción por maceración dinámica a reflujo



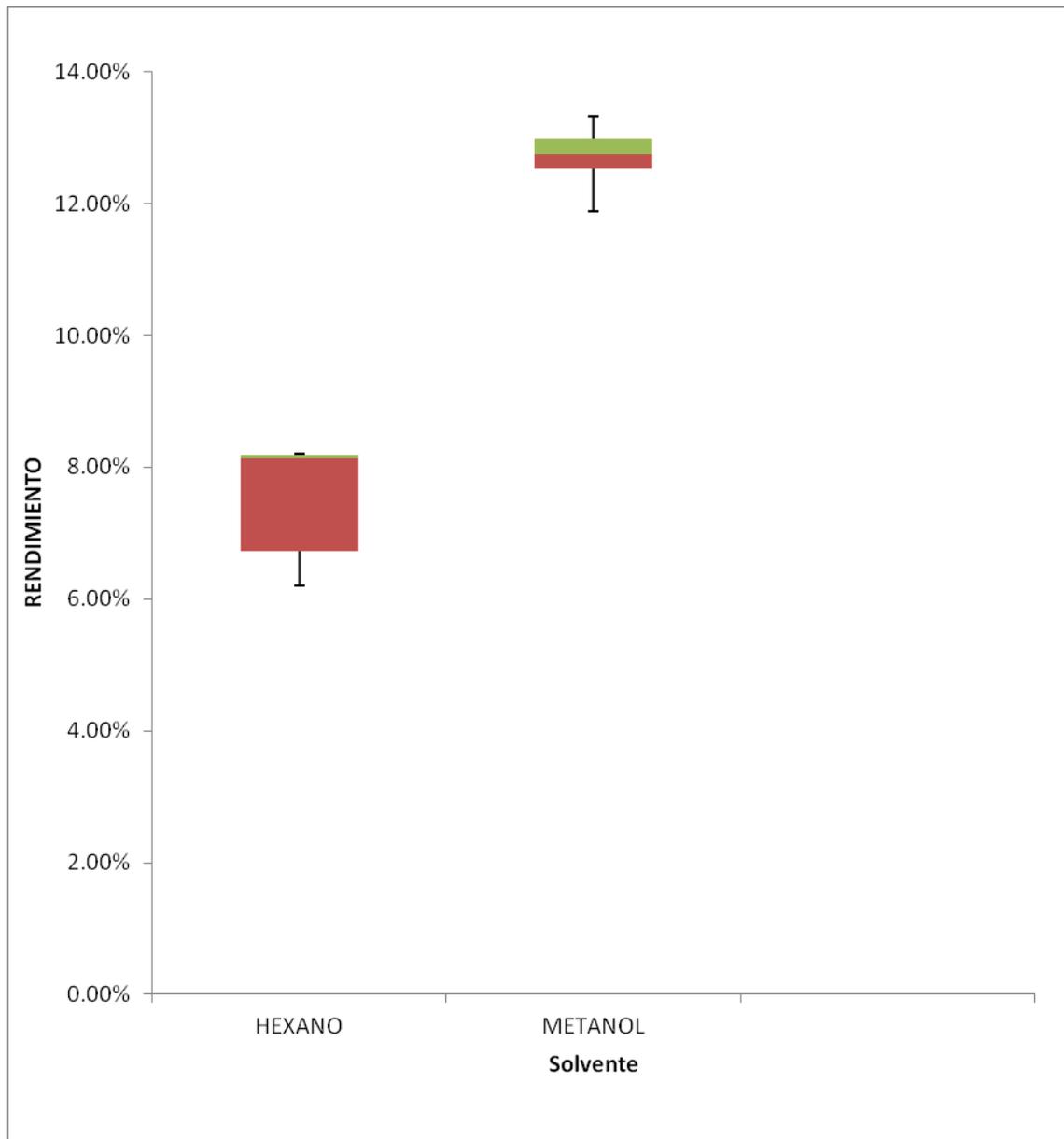
Fuente: elaboración propia. Datos obtenidos a partir del análisis experimental.

Tabla IX. **Datos del análisis estadístico descriptivo de los sólidos solubles totales vs. solvente extractor de la fracción lipídica y alcaloides totales del huiz (*Solanum lanceolatum* CAV.), utilizando el método de extracción por maceración dinámica a reflujo**

		SOLVENTE	
VARIABLE	Mínimo	HEXANO	METANOL
	Primer cuartil	0,0073	0,0039
	Mediana	0,0002	0,0013
	Tercer cuartil	0,0005	0,0007
	Máximo	0,0004	0,0017
	Mínimo	0,0001	0,0013
	Curtosis	-1,2966	-0,3549
	Desviación estándar	0,5325	0,1470
	Media	0,0077	0,0051
	Coeficiente de variación	6,4402	2,0545

Fuente: elaboración propia. Datos obtenidos a partir del análisis experimental.

Figura 10. **Gráfica de rendimiento vs. solvente extractor de la fracción lipídica y alcaloides totales del huiz (*Solanum lanceolatum* CAV.), utilizando el método de extracción soxhlet**



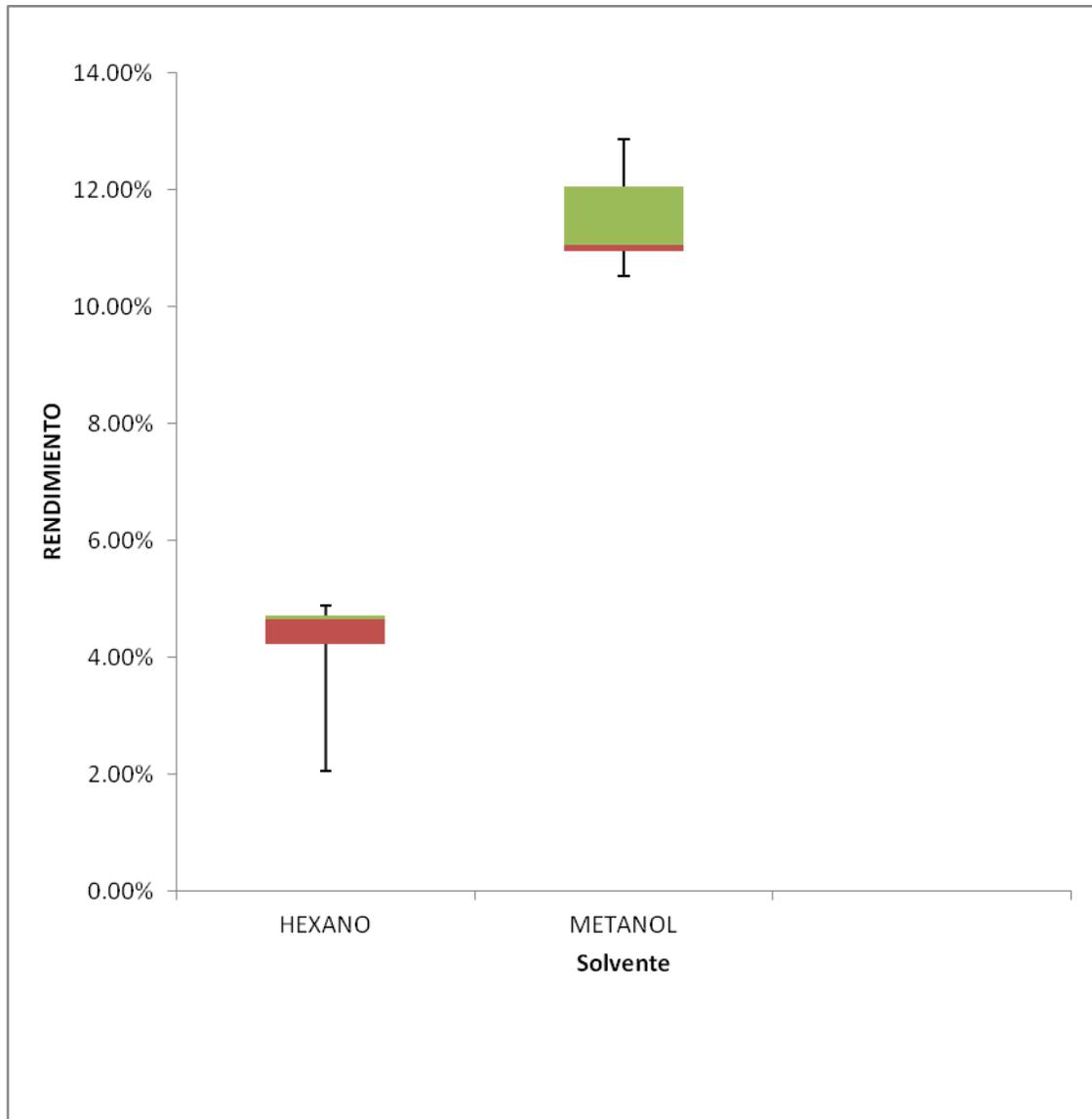
Fuente: elaboración propia. Datos obtenidos a partir del análisis experimental.

Tabla X. **Datos del análisis estadístico descriptivo del rendimiento vs. solvente extractor de la fracción lipídica y alcaloides totales del huiz (*Solanum lanceolatum* CAV.), utilizando el método de extracción soxhlet**

		SOLVENTE	
VARIABLE	Mínimo	HEXANO	METANOL
	Primer cuartil	6,7244	12,5297
	Mediana	1,4109	0,2240
	Tercer cuartil	0,0547	0,2308
	Máximo	0,0213	0,3401
	Mínimo	0,5271	0,6502
	Curtosis	-2,3542	0,7712
	Desviación estándar	4,1102	4,8917
	Media	7,4917	12,6944
	Coeficiente de variación	0,5486	0,3853

Fuente: elaboración propia. Datos obtenidos a partir del análisis experimental.

Figura 11. **Gráfica de rendimiento vs. solvente extractor de la fracción lipídica y alcaloides totales del huiz (*Solanum lanceolatum* CAV.), utilizando el método de extracción por maceración dinámica a reflujo**



Fuente: elaboración propia. Datos obtenidos a partir del análisis experimental.

Tabla XI. **Datos del análisis estadístico descriptivo del rendimiento vs. solvente extractor de la fracción lipídica y alcaloides totales del huiz (*Solanum lanceolatum* CAV.), utilizando el método de extracción por maceración dinámica a reflujo**

		SOLVENTE	
VARIABLE	Mínimo	HEXANO	METANOL
	Primer cuartil	4,2118	10,9406
	Mediana	0,4329	0,1059
	Tercer cuartil	0,0739	0,9968
	Máximo	0,1684	0,8260
	Mínimo	2,1600	0,4177
	Curtosis	4,0736	-0,8328
	Desviación estándar	1,0495	5,1004
	Media	4,1028	11,4845
	Coeficiente de variación	0,2558	0,4441

Fuente: elaboración propia. Datos obtenidos a partir del análisis experimental.

4. RESULTADOS

4.1. Rendimiento de extracción

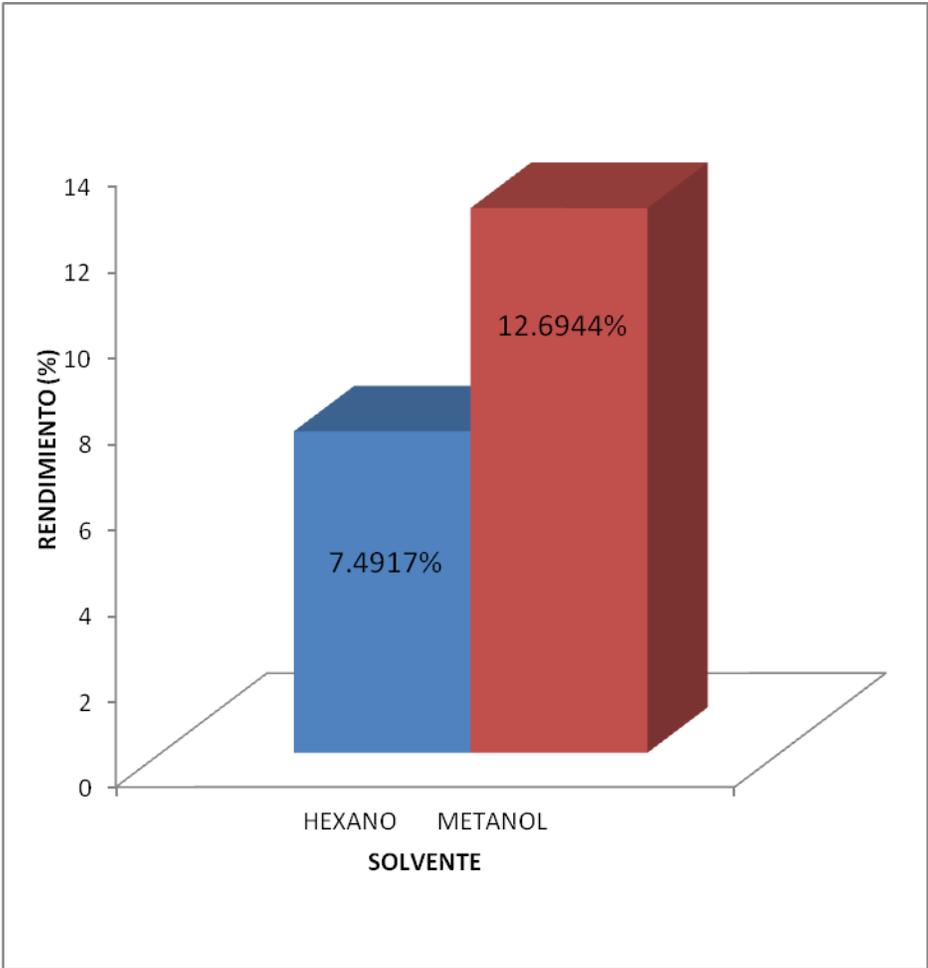
A continuación se presenta el rendimiento de extracción que se obtuvo en cada corrida y en promedio.

Tabla XII. Rendimiento de la fracción lipídica hexánica en las hojas del huiz (*Solanum lanceolatum* CAV.), en función de su extracción, con un solvente de polaridad baja (hexano)

CORRIDA	SOLVENTE	RENDIMIENTO (%)
1	HEXANO	6,7244 ± 0,99
2		8,1353 ± 0,04
3		8,1900 ± 1,40
4		6,1973 ± 0,40
5		8,2114 ± 0,50
PROMEDIO		7,4917 ± 0,95
1	METANOL	12,7537 ± 0,16
2		12,9844 ± 0,78
3		11,8795 ± 0,45
4		12,5297 ± 0,56
5		13,3246 ± 0,44
PROMEDIO		12,6944 ± 0,52

Fuente: elaboración propia, con base en la muestra de cálculo.

Figura 12. Rendimiento de la fracción lipídica hexánica en las hojas del huiz (*Solanum lanceolatum* CAV.), en función de su extracción, con un solvente de polaridad baja (hexano)



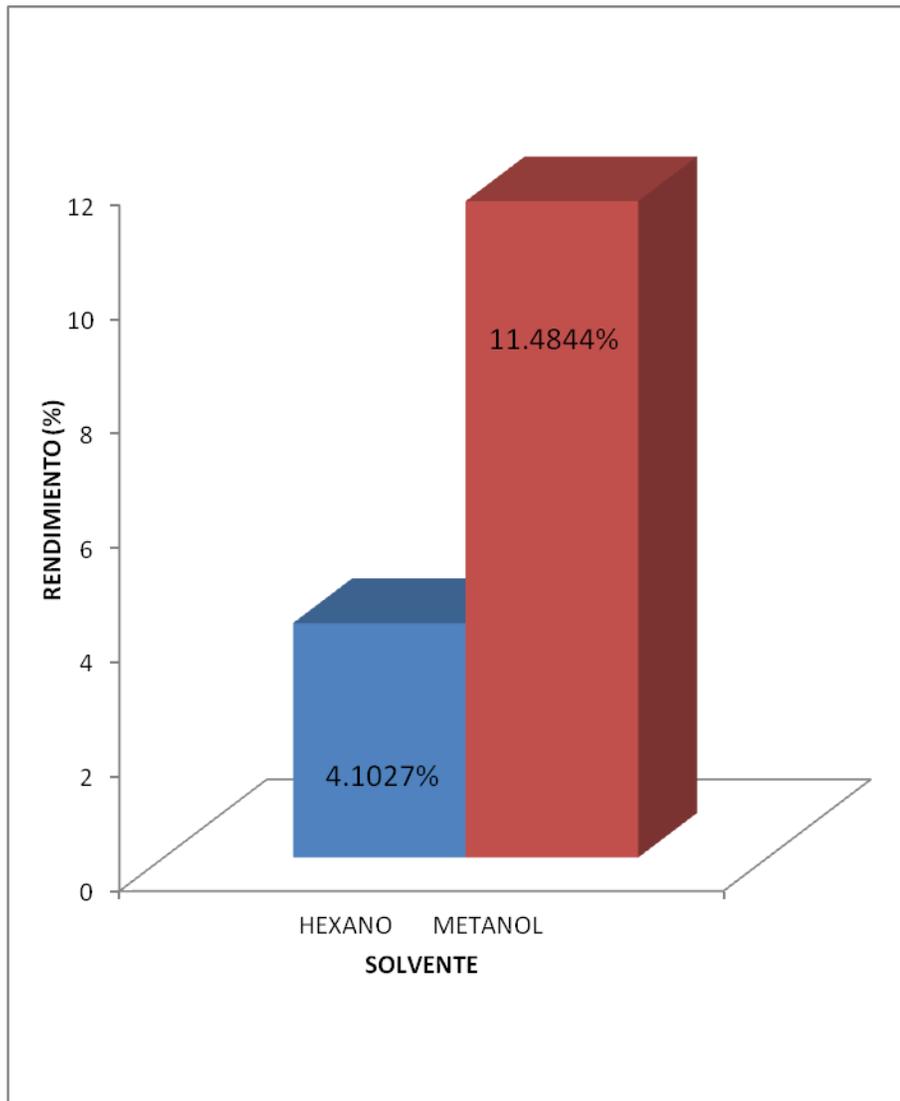
Fuente: elaboración propia, con base en la muestra de cálculo.

Tabla XIII. Rendimiento de la fracción lipídica en la forma soluble hexánica, en función de un solvente de polaridad media (metanol)

CORRIDA	SOLVENTE	RENDIMIENTO (%)
1	HEXANO	4,6447 ± 1,83
2		2,0518 ± 1,88
3		4,7185 ± 0,35
4		4,2117 ± 0,47
5		4,8869 ± 0,55
PROMEDIO		4,1027 ± 1,17
1	METANOL	12,0433 ± 0,70
2		11,0465 ± 0,37
3		10,5228 ± 1,65
4		12,8692 ± 1,36
5		10,9405 ± 0,38
PROMEDIO		11,4844 ± 0,95

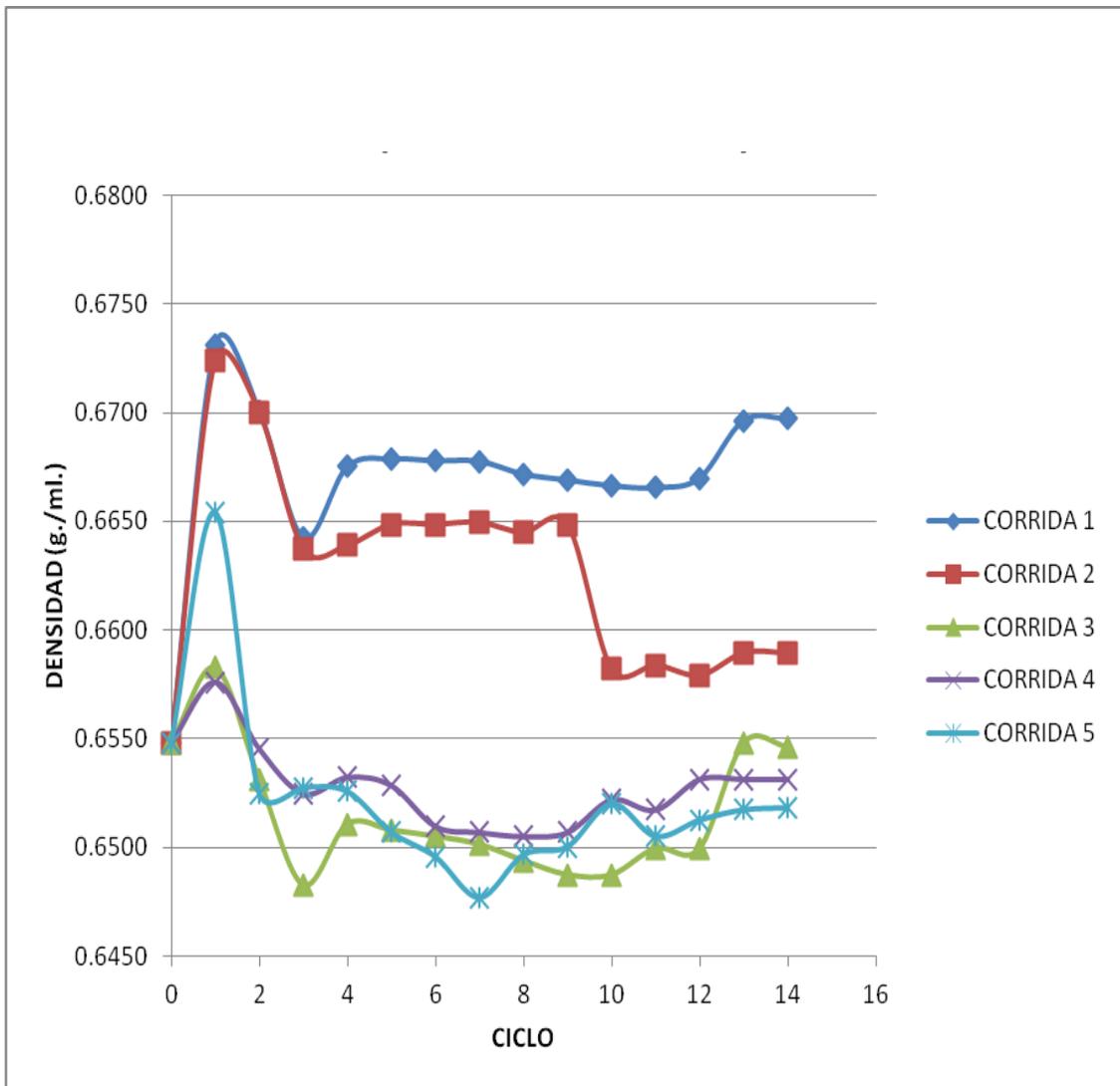
Fuente: elaboración propia, con base en la muestra de cálculo.

Figura 13. Rendimiento de la fracción lipídica en la forma soluble hexánica, en función de un solvente de polaridad media (metanol)



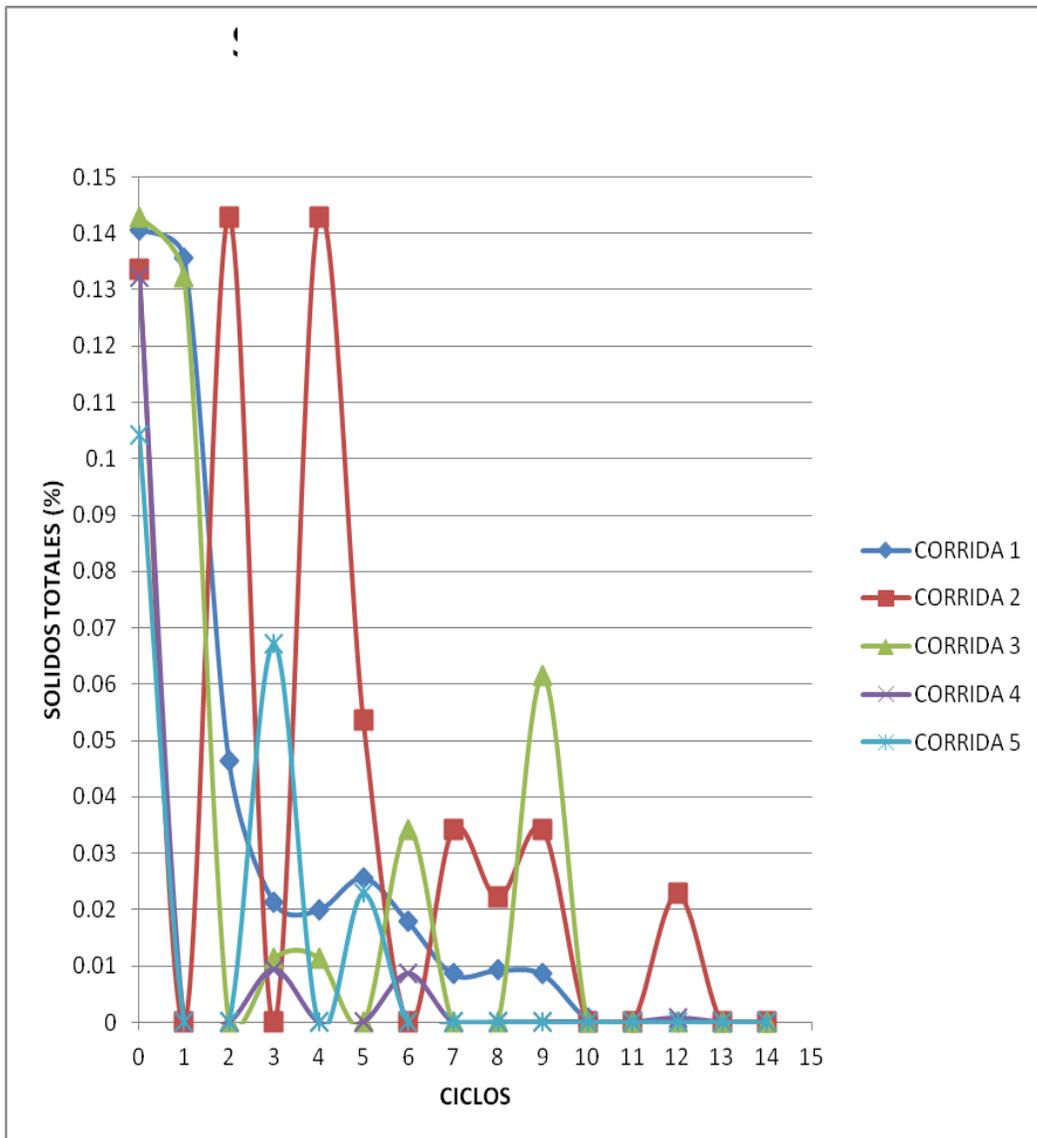
Fuente: elaboración propia, con base en la muestra de cálculo.

Figura 14. Gráfica de la densidad vs. ciclos de la extracción sólido-líquido y líquido-líquido de las hojas del huiz (*Solanum lanceolatum* CAV.), utilizando hexano como solvente y la técnica de extracción soxhlet



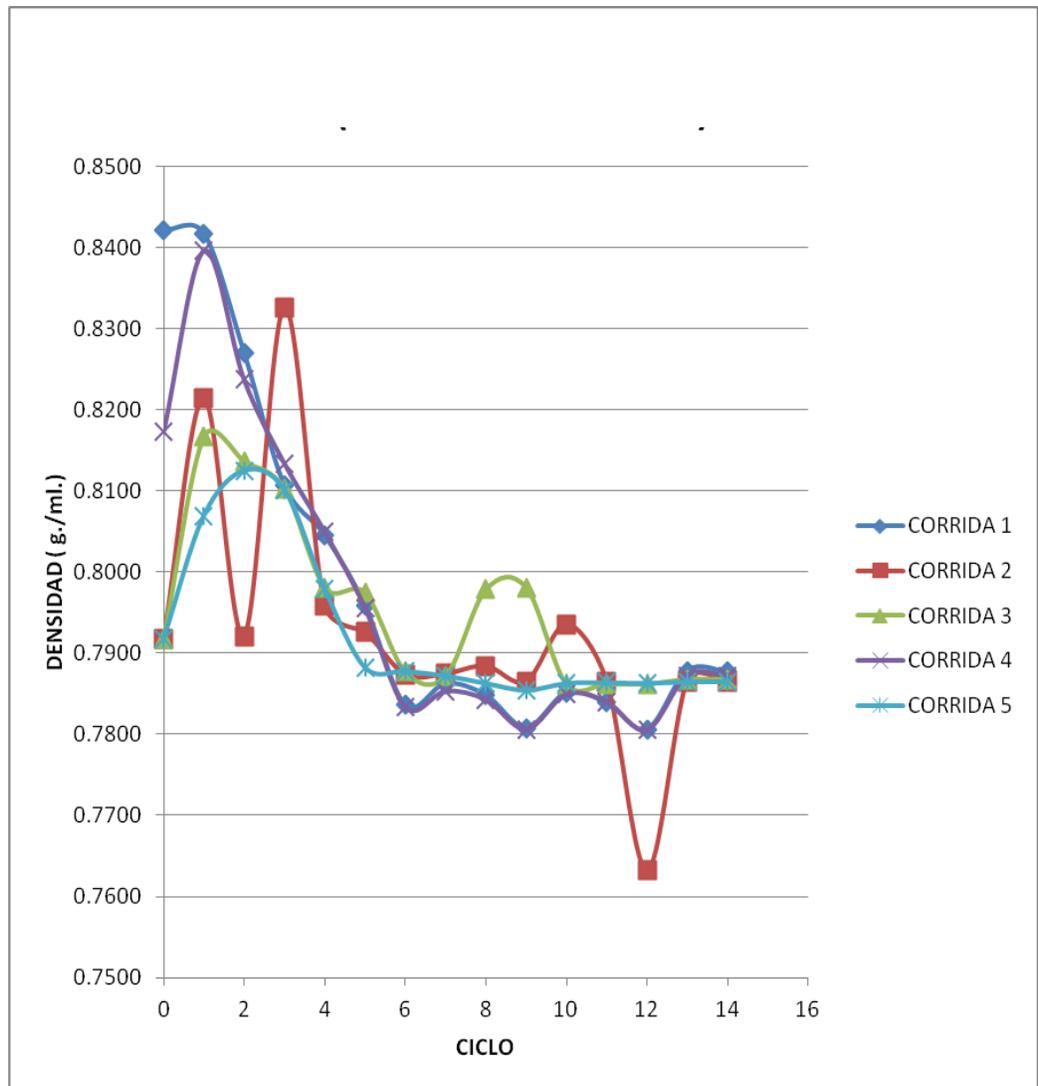
Fuente: elaboración propia, con base en la muestra de cálculo.

Figura 15. **Gráfica de los sólidos solubles totales vs. ciclos de la extracción sólido-líquido y líquido-líquido de las hojas del huiz (*Solanum lanceolatum* CAV.), utilizando hexano como solvente y la técnica de extracción soxhlet**



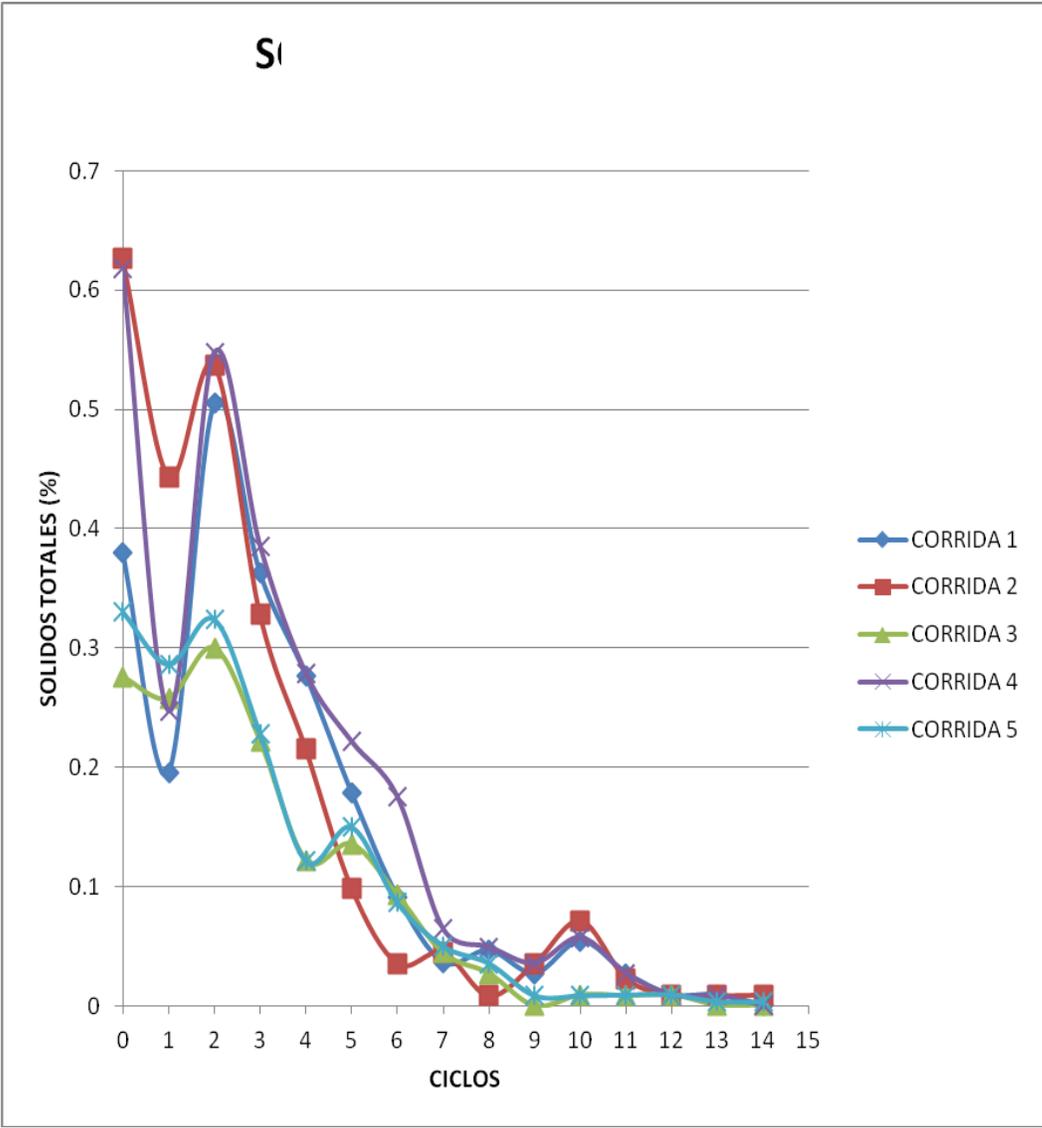
Fuente: elaboración propia, con base en la muestra de cálculo.

Figura 16. Gráfica de la densidad vs. ciclos de la extracción sólido-líquido y líquido-líquido de las hojas del huiz (*Solanum lanceolatum* CAV.), utilizando metanol como solvente y la técnica de extracción soxhlet



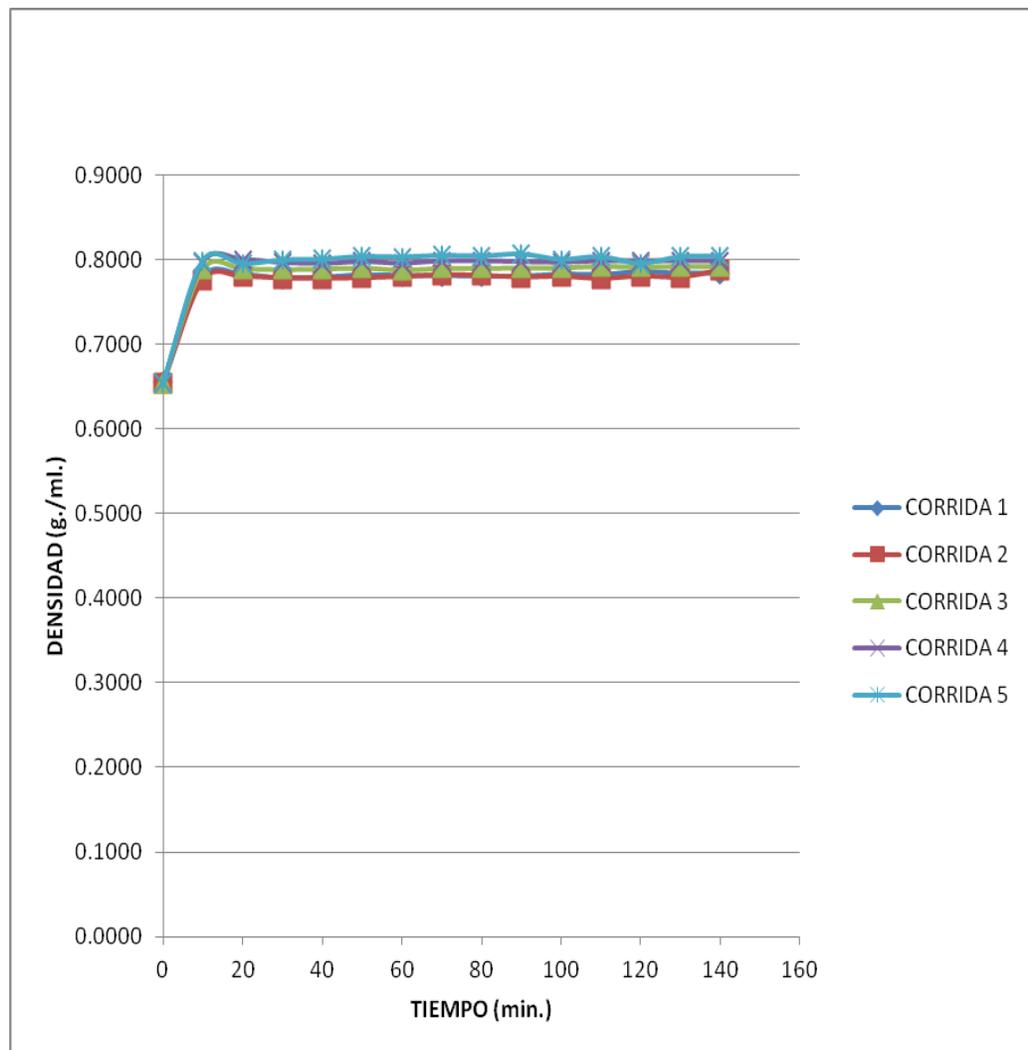
Fuente: elaboración propia, con base en la muestra de cálculo.

Figura 17. Gráfica de los sólidos solubles totales vs. ciclos de la extracción sólido-líquido y líquido-líquido de las hojas del huiz (*Solanum lanceolatum* CAV.), utilizando metanol como solvente y la técnica de extracción soxhlet



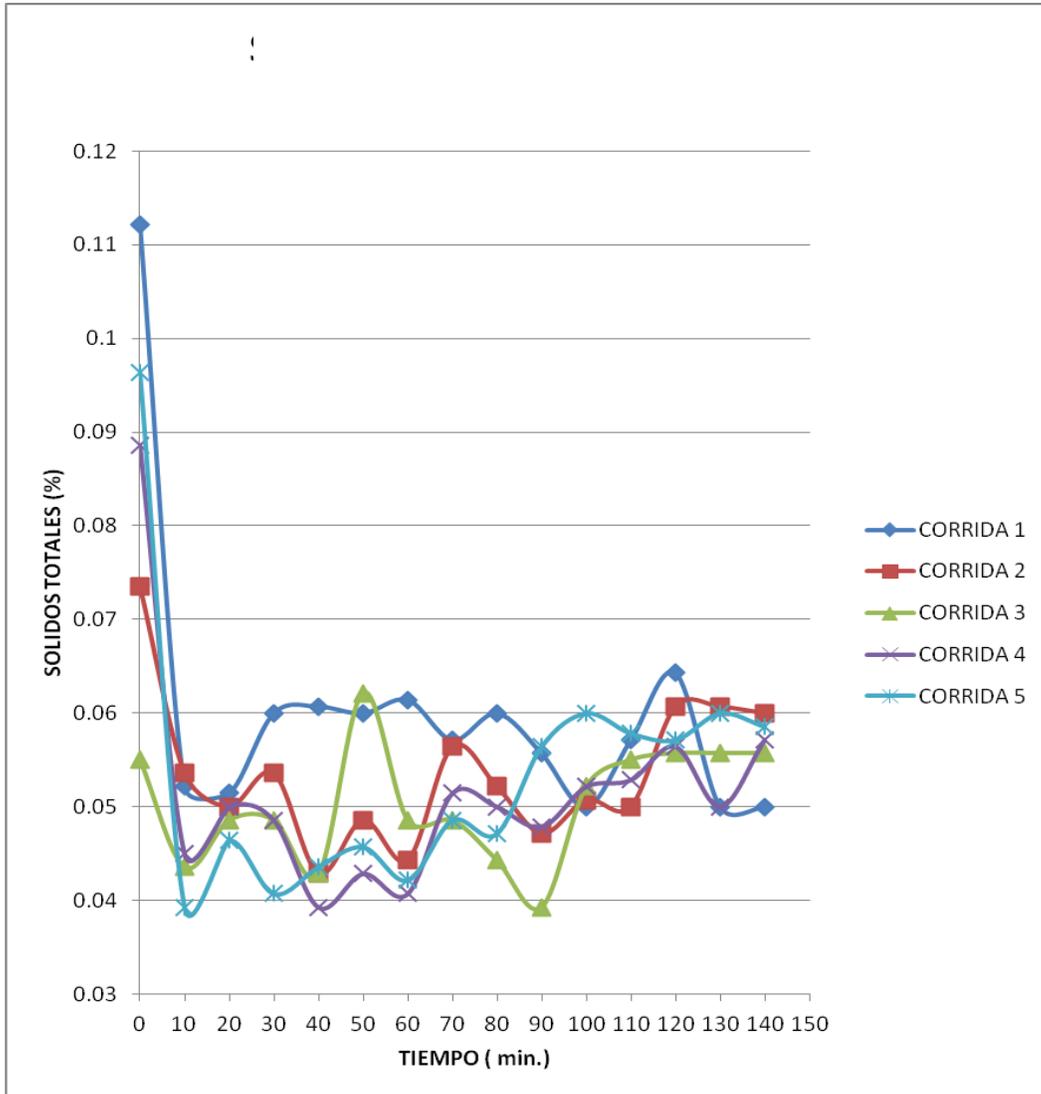
Fuente: elaboración propia, con base en la muestra de cálculo.

Figura 18. **Gráfica de la densidad vs. tiempo de la extracción sólido-líquido y líquido-líquido de las hojas del huiz (*Solanum lanceolatum* CAV.), utilizando hexano como solvente y la técnica de extracción de maceración dinámica a reflujo**



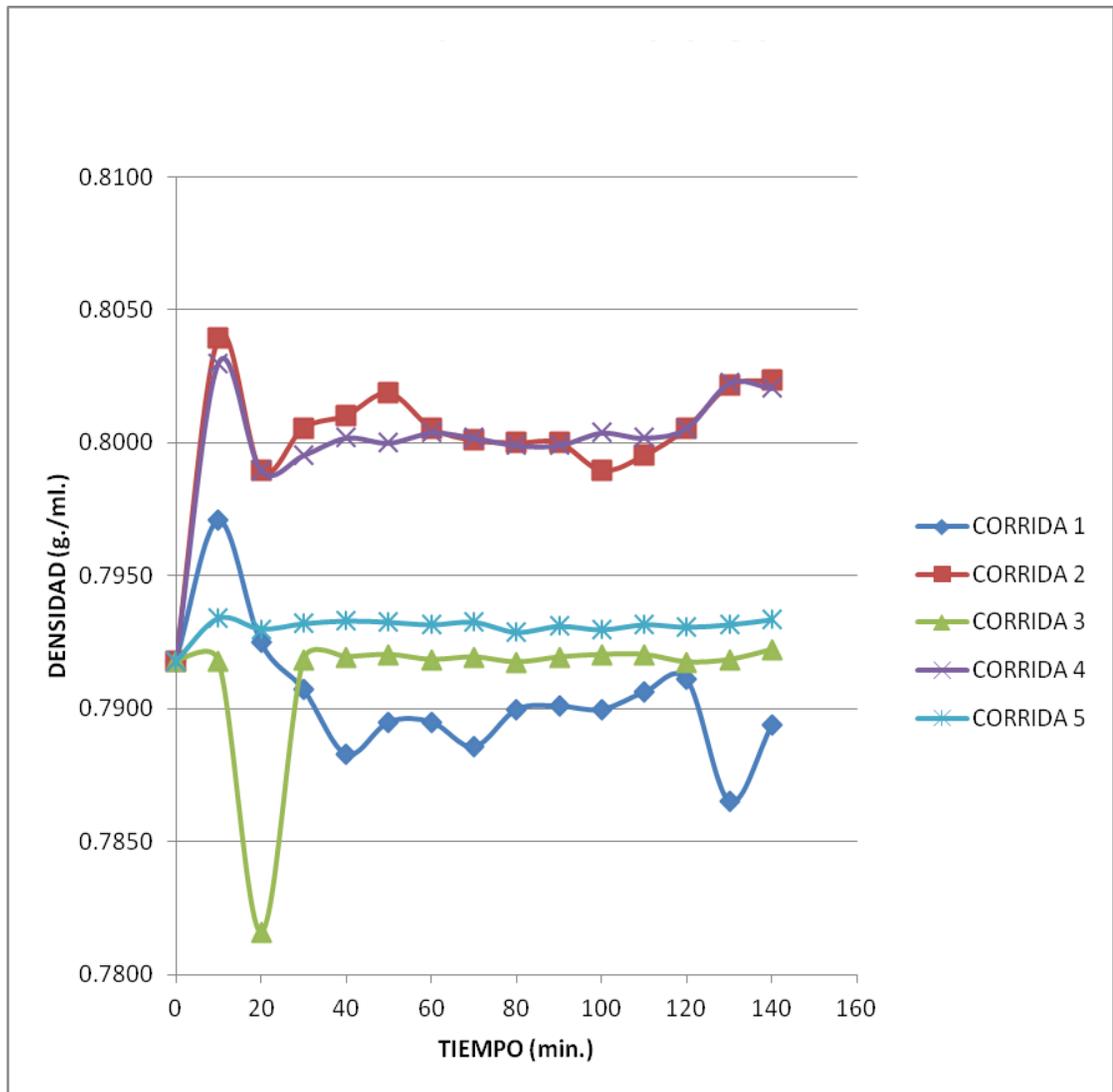
Fuente: elaboración propia, con base en la muestra de cálculo.

Figura 19. **Gráfica de los sólidos solubles totales vs. tiempo de la extracción sólido-líquido y líquido-líquido de las hojas del huiz (*Solanum lanceolatum* CAV.), utilizando hexano como solvente y la técnica de maceración dinámica a reflujo**



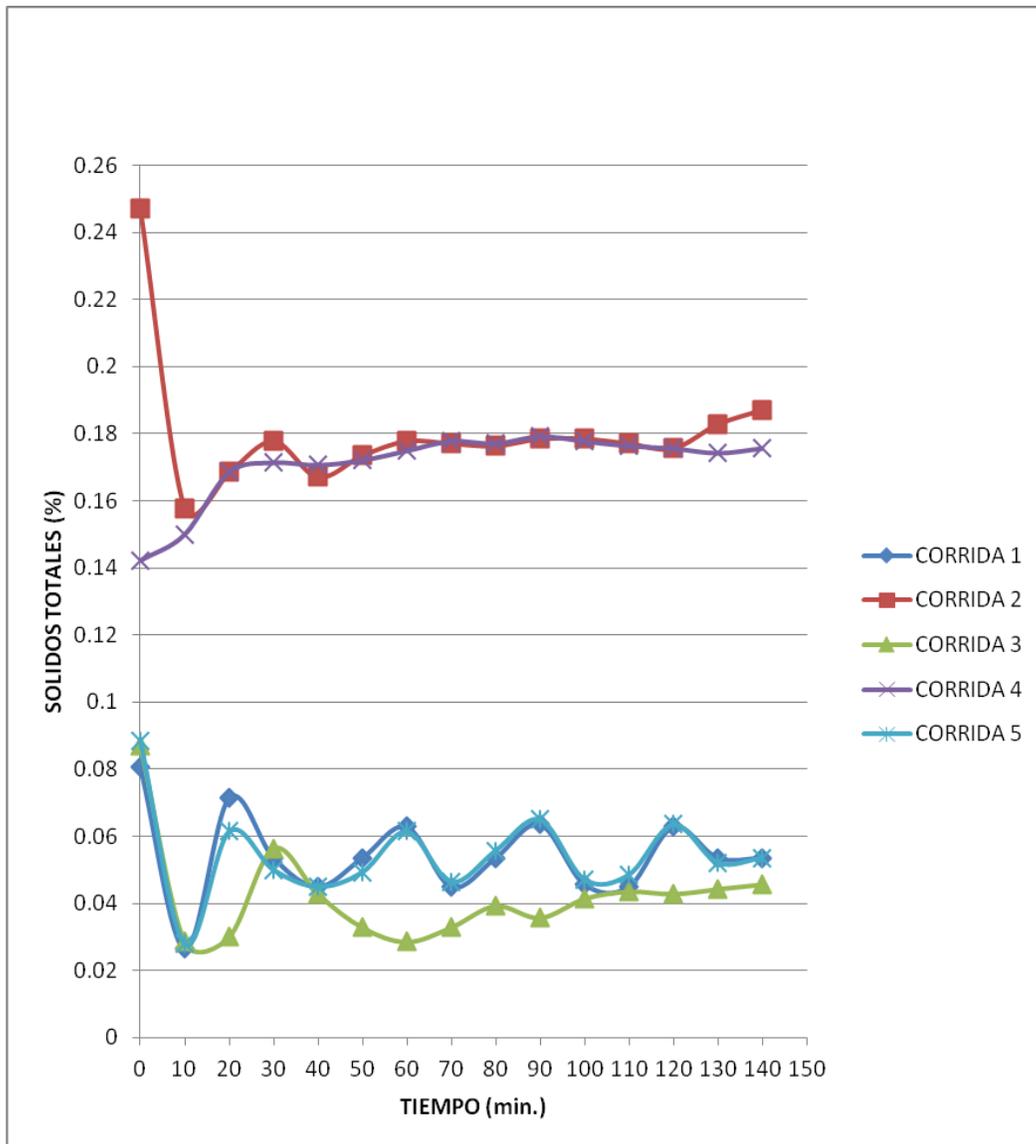
Fuente: elaboración propia, con base en la muestra de cálculo.

Figura 20. **Gráfica de la densidad vs. tiempo de la extracción sólido-líquido y líquido-líquido de las hojas del huiz (*Solanum lanceolatum* CAV.), utilizando metanol como solvente y la técnica de extracción por maceración dinámica a reflujo**



Fuente: elaboración propia, con base en la muestra de cálculo.

Figura 21. **Gráfica de los sólidos solubles totales vs. tiempo de la extracción sólido-líquido y líquido-líquido de las hojas del huiz (*Solanum lanceolatum* CAV.), utilizando metanol como solvente y la técnica de extracción por maceración dinámica a reflujo**



Fuente: elaboración propia, con base en la muestra de cálculo.

4.2. Caracterización fitoquímica

Mediante el análisis de cromatografía en capa fina; se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla XIV. **Detección de metabolitos secundarios, utilizando cromatografía en capa fina para los extractos hexánicos y metanólicos**

METABOLITO SECUNDARIO	TÉCNICA SOXHLET UTILIZANDO HEXANO	TÉCNICA SOXHLET UTILIZANDO METANOL	MACERACIÓN DINÁMICA A REFLUJO HEXANO	MACERACIÓN DINÁMICA A REFLUJO METANOL
Flavonoides	Positivo	Positivo	Negativo	Positivo
Rutina	Positivo	Negativo	Negativo	Positivo
Quercetina	Positivo	Negativo	Negativo	Positivo
Antraquinonas	Positivo (+)	Positivo	Positivo	Positivo (+)
Alcaloides	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo
Saponinas	Positivo (+)	Positivo	Positivo	Positivo
Cumarinas	Positivo	Positivo	Positivo	Positivo
Aceites Esenciales	Positivo (+)	Positivo	Negativo	Positivo
Mirceno	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo
Limoneno	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo
Citronela	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo
Taninos	Positivo	Positivo	Positivo	Positivo
Terpenos	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo

Fuente: elaboración propia.

Tabla XV. **Metabolitos secundarios detectados en la fracción lipídica de los extractos hexánicos y metanólicos, utilizando cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas (CGC/MS/DS)**

EXTRACTO	TIEMPO DE RETENCIÓN (MIN.)	METABOLITO SECUNDARIO	PRESENCIA ÁREA (%)
TÉCNICA SOXHLET, UTILIZANDO HEXANO	13.43	Ácido quínico	38
	14.47	Neofitadieno	98
	14.72	Acido palmítico	64
	14.96	Éster metil de ácido palmítico	97
	15.34	Ácido ftálico	87
	16.12	Éster metílico de ácido linoléico	96
	16.19	Neofitadieno	64
	20.27	Ácido ftálico	87
TÉCNICA SOXHLET, UTILIZANDO METANOL	13.43	Ácido quínico	38
	14.47	Neofitadieno	98
	14.72	Acido palmítico	64
	14.96	Éster metil de ácido palmítico	96
	16.12	Éster metílico de ácido linoléico	96
	16.19	Neofitadieno	64
	20.27	Ácido ftálico	87

Fuente: elaboración propia.

Continuación de la tabla XV.

EXTRACTO	TIEMPO DE RETENCIÓN (MIN.)	METABOLITO SECUNDARIO	PRESENCIA AREA (%)
TÉCNICA MACERACIÓN DINÁMICA A REFLUJO, UTILIZANDO HEXANO	13.45	Ácido quínico	38
	14.47	Neofitadieno	98
	14.96	Éster metil de ácido palmítico	98
	16.12	Éster metil de ácido linoléico	95
	15.34	Ácido ftálico	87
	16.12	Éster metílico de ácido linoléico	96
	16.19	Neofitadieno	43
TÉCNICA MACERACIÓN DINÁMICA A REFLUJO, UTILIZANDO METANOL	14.90	Ácido carboxílico	38
	14.97	Éster metílico de ácido palmítico	87
	16.09	Éster metílico de ácido linoléico	98
	19.56	Acido carboxílico	49

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVI. **Aplicaciones industriales de metabolitos secundarios encontrados en la fracción lipídica obtenida**

METABOLITO SECUNDARIO		APLICACIÓN INDUSTRIAL POTENCIAL
ÁCIDOS GRASOS	Ácido quínico	Tratamientos reductores de peso debido a sus propiedades adelgazantes
	Ácido ftálico	Elaboración de colorantes
	Ácido palmítico	Aceites lubricantes, materiales impermeables, secante de pinturas y fabricación de jabón.
	Ácido carboxílico	Elaboración de antitranspirantes, detergentes biodegradables, neutralizantes, espesantes para pintura.
	Neofitadieno	Elaboración de antiinflamatorios, elaboración del jamón ibérico
ÉSTERES	Éster metílico de ácido linoléico	Elaboración de biodiésel
	Éster metílico de ácido palmítico	Elaboración de biodiésel

Fuente: elaboración propia.

Figura 22. Estudio histológico de segmento foliar para tinción positiva, para los alcaloides presentes



Fuente: Observación microscópica de tejido foliar en laboratorio de botánica, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacias.

5. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

En el presente trabajo de graduación se realizó una extracción sólido-líquido y líquido-líquido a nivel laboratorio, para obtener la fracción lipídica y alcaloides totales de las hojas de huiz (*Solanum lanceolatum* CAV.).

Comparando el rendimiento según el solvente utilizado, se evaluaron las siguientes propiedades fisicoquímicas: densidad y cantidad de sólidos solubles totales, durante el proceso de separación, mediante dos técnicas de extracción, soxhlet y maceración dinámica a reflujo.

La materia prima utilizada proviene de la ciudad capital de Guatemala; se secó y midió su humedad, utilizando una balanza específica, ya que esta debía ser menor a 10%. Una vez seca, se procedió a triturar la materia prima con un molino de cuchillas, hasta obtener partículas entre 1000 y 1200 micrones de tamaño.

Se utilizaron dos solventes de distinta polaridad, hexano con polaridad baja (índice de polaridad = 2,02) y metanol con polaridad media (índice de polaridad = 6,6).

Para determinar la relación soluto-solvente se realizó el aforo de la unidad extractora soxhlet; midiendo la cantidad de materia en el dedal, se obtuvo la relación soluto-solvente de 1 g: 10 mL, utilizando 30 gramos de material y 300 mL de solvente.

A continuación, se realizó la extracción sólido-líquido, utilizando el equipo de extracción soxhlet, se monitoreó la densidad y cantidad de sólidos solubles totales.

En las figuras de la 14 a la 17 se puede observar, que ambos parámetros presentan variaciones considerables durante la evolución del proceso de extracción soxhlet. En dichas gráficas se marca de forma destacada una leve variación en el comportamiento de la densidad obtenida con ambos solventes, el cual se obtuvo mediante el monitoreo en la extracción soxhlet.

Siendo un tanto distinto el comportamiento de la extracción de sólidos totales, donde se puede observar que al utilizar hexano como solvente, la mayor parte de sólidos extractables se obtiene durante los primeros cinco ciclos.

Al utilizar metanol como solvente, se observa que la mayor parte de sólidos totales son extraídos durante los primeros tres ciclos; con ambos solventes ocurre el mismo efecto, primero se lleva a cabo el proceso de inhibición, seguido por el proceso extractivo y finalmente la etapa de agotamiento del material, presentando valores constantes y sin fluctuaciones.

En las figuras de la 18 a la 21, se observa un comportamiento constante en el proceso de extracción por maceración sin mayor variación, y la extracción de sólidos totales se obtiene con ambos solventes en los primeros diez minutos; no generando mayor variación de extracción durante el resto del tiempo de maceración dinámica a reflujo. Dicho monitoreo se llevó a cabo mediante alícuotas de fracción lipídica, recolectadas con jeringas clínicas y utilizando cristalería adecuada para la recopilación de datos.

Finalmente, se concentró la fracción lipídica y para la obtención de alcaloides se adicionó una muestra de amoníaco, procediendo a rotaevaporar, recuperando el solvente y la fracción deseada para su análisis posterior.

Para realizar la extracción líquido-líquido, se tomó el extracto hexánico y se llevó a extracción por maceración dinámica, utilizando metanol como solvente extractable, monitoreando la densidad y cantidad de sólidos solubles totales.

En las figuras 12 y 13, se muestra el rendimiento porcentual de la fracción lipídica obtenida mediante ambos métodos de extracción con ambos solventes; al realizar el análisis estadístico, se observó la diferencia entre los dos solventes utilizados en las dos técnicas de extracción, siendo el metanol el que proyectó mayor rendimiento, con $12,69\% \pm 0,54\%$ en soxhlet y $11,48\% \pm 0,95\%$ en maceración dinámica.

Dichos resultados reflejan que a mayor polaridad del solvente extractable, mayor será el rendimiento obtenido y que el método de extracción más óptimo es el sólido - líquido.

Adicionalmente, se realizó un estudio fitoquímico de los extractos obtenidos, para determinar la presencia de metabolitos secundarios, y su variación respecto del solvente utilizado. Inicialmente, se llevó a cabo una prueba de cromatografía en capa fina para determinar la presencia de los metabolitos, identificando: flavonoides, rutina, quercetina, antraquinonas, saponinas, cumarinas, aceites esenciales y taninos, siendo las antraquinonas, saponinas y cumarinas los únicos metabolitos secundarios reconocidos con todos los solventes utilizados.

Es negativa la presencia de alcaloides, debido a sensibilidad térmica de los mismos. Este análisis cromatográfico se puede observar en la tabla XV.

Para poder confirmar los resultados de la cromatografía en capa fina, se realizó una espectrometría de masas, acoplado a cromatografía gaseosa (CGC/MS/DS), en la cual no se determinó la presencia de alcaloides ni aceites esenciales.

Obteniendo resultados positivos en el éster metílico de ácido linoléico y éster metílico de ácido palmítico en todos los extractos; dichos ésteres son de gran presencia en la elaboración de biodiésel; también se determinó la presencia de ácidos grasos tales como el ácido quínico, ácido palmítico y ácido ftálico, en las extracciones soxhlet con ambos solventes y maceración con metanol.

El ácido quínico es un agente activo adelgazante de gran presencia en la alcachofa; el ácido palmítico tiene gran presencia en las grasas y aceites vegetales, el ácido ftálico es el principal responsable de proveer de color y aroma al vegetal.

Se obtuvo un metabolito secundario de mayor presencia en los extractos, llamándose neofitadieno, el cual es un antiinflamatorio, obtenido de la familia de las solanáceas. Dicho ácido forma parte de los terpenos y es un gran trazador del procedimiento de lixiviación, ya que tiene propiedades específicas que determinan la calidad del procedimiento del mismo; dicho ácido también es una sustancia activa de gran presencia en las bellotas; el ácido carboxílico solamente se encuentra en la maceración con metanol por lo tanto es el metabolito de menor presencia en los extractos.

Como complemento del estudio de caracterización de la parte foliar de huiz (*Solanum lanceolatum* CAV.) se llevó a cabo un estudio histológico; este se pueden observar en la figura 22, ya que utilizando el reactivo Dragendorf, se tiñó de color marrón, indicando la presencia de alcaloides de tropano.

CONCLUSIONES

1. Fue posible realizar la extracción de fracción lipídica hexánica y metanólica con exclusión de alcaloides de las hojas de huiz (*Solanum lanceolatum* CAV.)
2. El rendimiento de fracción lipídica hexánica en las hojas del huiz (*Solanum lanceolatum* CAV.), fue menor en comparación con la fracción lipídica metanólica en un 52%, lográndose la identificación de metabolitos secundarios como neofitadieno, ácido ftálico, éster metílico de ácido palmítico y linoléico.
3. El monitoreo durante el proceso de extracción demostró que la mayor extracción de fracción lipídica correspondiente al 12.7%, se logró utilizando el método de extracción soxhlet y metanol como solvente.
4. Existe diferencia significativa en el porcentaje de rendimiento de extracción en función de los solventes utilizados, siendo el de polaridad mayor (metanol) el que presenta resultados más satisfactorios con un 12,7% de extracto obtenido.
5. El método de extracción sólido – líquido permite resultados satisfactorios con ambos solventes para la separación de metabolitos afines al solvente respectivo (7,5% máximo, utilizando hexano y un 12,7% máximo, utilizando metanol).

6. No se detectó presencia de alcaloides en los extractos, debido a la baja alcalinidad que determinó la adición amoniaca.
7. El estudio histológico del segmento foliar por tinción vacuolar detectó la presencia de alcaloides de tropano presentes en las hojas del huiz (*Solanum lanceolatum* CAV.).
8. La presencia de taninos en el extracto de fracción lipídica es debido a un falso positivo, ya que estos forman parte de la familia de las cumarinas.
9. Las antraquinonas, cumarinas y saponinas se encuentran presentes en todos los extractos.
10. No se determinó la presencia de aceites esenciales ni alcaloides por análisis de cromatografía acoplada a espectrometría de masas (CGC/MS/DS).
11. Los valores negativos de la curtosis, permiten establecer que la mayoría de los datos tienen a ubicarse en valores menores a la media de los datos obtenidos experimentalmente.
12. El coeficiente de variación demuestra que no hay mayor variabilidad en los datos obtenidos en la práctica experimental de la extracción de fracción lipídica y de alcaloides totales en las hojas del huiz (*Solanum lanceolatum* CAV.).

RECOMENDACIONES

1. Tener precaución al momento de recolectar la materia prima, ya que la hoja de huiz (*Solanum lanceolatum* CAV.) posee un sistema de protección espinoso.
2. Asegurarse que el equipo que se va a utilizar pueda trabajar con temperaturas menores a 40°C; de lo contrario existe una gran probabilidad de eliminar la presencia de alcaloides en la muestra por degradación térmica.
3. Verificar que los solventes que se utilicen para realizar la extracción no sean reciclados, ya que esto afecta la idealidad de la densidad de los extractos.
4. Realizar una investigación más extensa acerca del neofitadieno presente en las hojas de huiz para la alimentación del cerdo, que se utiliza en la elaboración del jamón ibérico.
5. Elaborar pruebas para tratamientos adelgazantes debido a la presencia de ácido quínico en las hojas de huiz.
6. Aplicar una dosis mayor de alcalinidad a la recomendada, para ayudar a la obtención de alcaloides totales en las hojas del huiz.

BIBLIOGRAFÍA

1. ARANGO ACOSTA, Gabriel Jaime. *Alcaloides y compuestos nitrogenados*. Trabajo de graduación de Lic. en Química Farmacéutica, Facultad de Química Farmacéutica, Universidad de Antioquía, Medellín, Colombia, 2008. 16 p.
2. GEANKOPLIS, Christine. *Procesos de transporte y operaciones unitarias*. 3a ed. México, D.F.: CECSA, 1998. 4 p.
3. GONZÁLEZ VILLA, Ángela Andrea. *Obtención de aceites esenciales y extractos etanólicos de plantas del Amazonas*. Trabajo de graduación de Ing. Química. Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Colombia sede Manizales, 2004. 32 p.
4. LAIDLER, Keith. *Fisicoquímica*. 2a. ed. México: CECSA, 1997. 179 p.
5. MONTGOMERY, Douglas. *Control estadístico de la calidad*. 3a ed. México: Limusa Wiley, 2007. 25 p.
6. PERRY, Robert. *Manual del ingeniero químico*. 7a ed. España: McGraw- Hill, 2001. 45 p.

7. SOBERANIS IBÁÑEZ, Adrián Antonio. *Evaluación de propiedades físicoquímicas de la oleorresina de cardamomo (elletteria cardamomum, l. Matton) obtenida a nivel laboratorio, utilizando dos métodos de lixiviación a tres diferentes temperaturas*. Trabajo de Ing. Químico. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2009. 14 p.
8. SOLÍS, Pablo N, et al. *Manual de caracterización y análisis de drogas vegetales y productos fitoterapéuticos. proyecto de desarrollo y tecnología de cultivo de plantas medicinales y producción de fitoterápicos*. OEA/AICD/AE 089/03. Costa Rica. 2005. 12 p.
9. Textos científicos. *Cromatografía en capa fina*. [en línea]. <<http://www.textoscientificos.com/quimica/cromatografia/capa-fina>> [Consulta: febrero de 2013].
10. TREYBAL, Robert. *Operaciones de transferencia de masa*. 2a ed. México: McGraw-Hill, 1988. 120 p.

APÉNDICES

Apéndice 1. **Horno contenido con las hojas del huiz (*Solanum lanceolatum* CAV.)**



Fuente: Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales, T-5, Facultad de Ingeniería.

Apéndice 2. **Extracción soxhlet de las hojas del huiz (*Solanum lanceolatum* CAV), utilizando hexano como solvente**



Fuente: Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales, T-5, Facultad de Ingeniería.

Apéndice 3. **Extracción soxhlet de las hojas del huiz (*Solanum lanceolatum* CAV), utilizando metanol como solvente**



Fuente: Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales, T-5, Facultad de Ingeniería.

Apéndice 4. **Extracción por maceración dinámica de las hojas del huiz (*Solanum lanceolatum* CAV.), utilizando hexano como solvente**



Fuente: Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales, T-5, Facultad de Ingeniería.

Apéndice 5. **Extracción por maceración dinámica de las hojas del huiz (*Solanum lanceolatum* CAV), utilizando hexano como solvente**



Fuente: Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales, T-5, Facultad de Ingeniería.

Apéndice 6. **Rotavaporador con el extracto de las hojas del huiz (*Solanum lanceolatum* CAV.), utilizando hexano como solvente**



Fuente: Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales, T-5, Facultad de Ingeniería.

Apéndice 7. Muestra de cálculo

- Densidad

$$\rho = \frac{m_{\varepsilon} - m_p}{v} \quad \text{[Ecuación 1]}$$

Donde:

ρ = Densidad (g/mL)

m_{ε} = Masa total de extracto y picnómetro (g)

m_p = Masa del picnómetro (g)

v = Volumen de extracto (mL)

Para la primera corrida de densidad para extracto obtenido por soxhlet, utilizando hexano como solvente, se obtuvo:

$$\rho = \frac{3.9599 - 3.1993}{1.1300} = 0,6731 \text{ g/mL}$$

De la misma manera se determinaron los demás valores de densidad.

- Sólidos solubles totales

$$SST = 1 - \left(\% \frac{H}{100}\right) \quad \text{[Ecuación 2]}$$

Donde:

SST= Sólidos solubles totales (g)

$\%H$ = Porcentaje de humedad (%)

Para la primera corrida de materia fresca con el método de maceración dinámica utilizado agua como solvente:

$$SST = 1 - \left(\frac{98.1}{100}\right) = 0.019 \text{ g.}$$

Siguiendo el mismo procedimiento, se calcularon los datos de las tablas.

- Porcentaje de recuperación

$$\%Rec = \frac{(m_e - m_b)}{m_i} * 100\% \quad \text{[Ecuación 3]}$$

Donde:

$\%Rec$ = Porcentaje de recuperación (%)

m_e = Peso del extracto (g)

m_b = Peso del balón (g)

m_i = Masa de materia prima (g)

Para la primera corrida obtenida con el método de extracción soxhlet utilizando Hexano como solvente:

$$\%Rec = \frac{(171.83 - 169.89)}{28.85} * 100\% = 6.7244$$

Siguiendo el mismo procedimiento, se calcularon los demás valores de rendimiento porcentual.

Apéndice 8. **Datos calculados para obtención de sólidos totales y densidad de la extracción solido-liquido y liquido-liquido de las hojas de huiz (*Solanum lanceolatum* CAV.), utilizando hexano como solvente**

EXTRACTO	CICLO	HUMEDAD (%)	PICNÓMETRO (g)	SÓLIDOS TOTALES (g)	DENSIDAD (g/mL)
SOXHLET HEXANO CORRIDA 1	0	98,03	3,9586	0,0197	0,6548
	1	98,1	3,9599	0,019	0,6731
	2	99,35	3,9565	0,0065	0,6701
	3	99,7	3,9499	0,003	0,6642
	4	99,72	3,9536	0,0028	0,6675
	5	99,64	3,954	0,0036	0,6679
	6	99,75	3,9539	0,0025	0,6678
	7	99,88	3,95387	0,0012	0,6678
	8	99,87	3,9532	0,0013	0,6672
	9	99,88	3,9529	0,0012	0,6669
	10	99,99	3,9526	0,0001	0,6666
	11	100	3,9525	0	0,6665
	12	100	3,953	0	0,6670
	13	100	3,956	0	0,6696
14	100	3,9561	0	0,6697	

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 9. **Datos calculados para obtención de sólidos totales y densidad de la extracción sólido-líquido y líquido-líquido de las hojas de huiz (*Solanum lanceolatum* CAV.), utilizando hexano como solvente**

EXTRACTO	CICLO	HUMEDAD (%)	PICNÓMETRO (g)	SÓLIDOS TOTALES (g)	DENSIDAD (g/mL)
SOXHLET HEXANO CORRIDA 2	0	98,13	3,9586	0,0187	0,6548
	1	100	3,9591	0	0,6724
	2	98	3,9564	0,02	0,6700
	3	100	3,9493	0	0,6637
	4	98	3,9495	0,02	0,6639
	5	99,25	3,9695	0,0075	0,6649
	6	100	3,9695	0	0,6649
	7	99,52	3,9696	0,0048	0,6649
	8	99,69	3,9691	0,0031	0,6645
	9	99,52	3,9695	0,0048	0,6649
	10	100	3,9624	0	0,6582
	11	100	3,9626	0	0,6584
	12	99,68	3,9621	0,0032	0,6579
	13	100	3,9632	0	0,6590
14	100	3,9632	0	0,6590	

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 10. **Datos calculados para obtención de sólidos totales y densidad de la extracción sólido-líquido y líquido-líquido de las hojas de huiz (*Solanum lanceolatum* CAV.), utilizando hexano como solvente**

EXTRACTO	CICLO	HUMEDAD (%)	PICNÓMETRO (g)	SÓLIDOS TOTALES (g)	DENSIDAD (g/mL)
SOXHLET HEXANO CORRIDA 3	0	100	3,9586	0,02	0,6548
	1	98,15	3,9625	0,0185	0,6583
	2	100	3,957	0	0,6531
	3	99,84	3,9518	0,0016	0,6483
	4	99,84	3,9548	0,0016	0,6511
	5	100	3,9545	0	0,6508
	6	99,52	3,9542	0,0048	0,6505
	7	100	3,9538	0	0,6501
	8	100	3,953	0	0,6494
	9	100	3,9523	0,0086	0,6487
	10	100	3,9523	0	0,6487
	11	100	3,9536	0	0,6500
	12	100	3,9536	0	0,6500
	13	100	3,9588	0	0,6548
14	100	3,9586	0	0,6546	

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 11. **Datos calculados para obtención de sólidos totales y densidad de la extracción sólido-líquido y líquido-líquido de las hojas de huiz (*Solanum lanceolatum* CAV.), utilizando hexano como solvente**

EXTRACTO	CICLO	HUMEDAD (%)	PICNÓMETRO (g)	SÓLIDOS TOTALES (g)	DENSIDAD (g/mL)
SOXHLET HEXANO CORRIDA 4	0	100	3,9586	0	0,6548
	1	99,87	3,9547	0,0013	0,6576
	2	100	3,9585	0	0,6545
	3	100	3,9563	0	0,6525
	4	99,88	3,9571	0,0012	0,6532
	5	100	3,9567	0	0,6529
	6	100	3,9547	0	0,6510
	7	100	3,9544	0	0,6507
	8	100	3,9542	0	0,6505
	9	100	3,9544	0	0,6507
	10	99,99	3,956	0,0001	0,6522
	11	100	3,9555	0	0,6517
	12	100	3,957	0	0,6531
	13	100	3,957	0	0,6531
14	99,87	3,957	0,0013	0,6531	

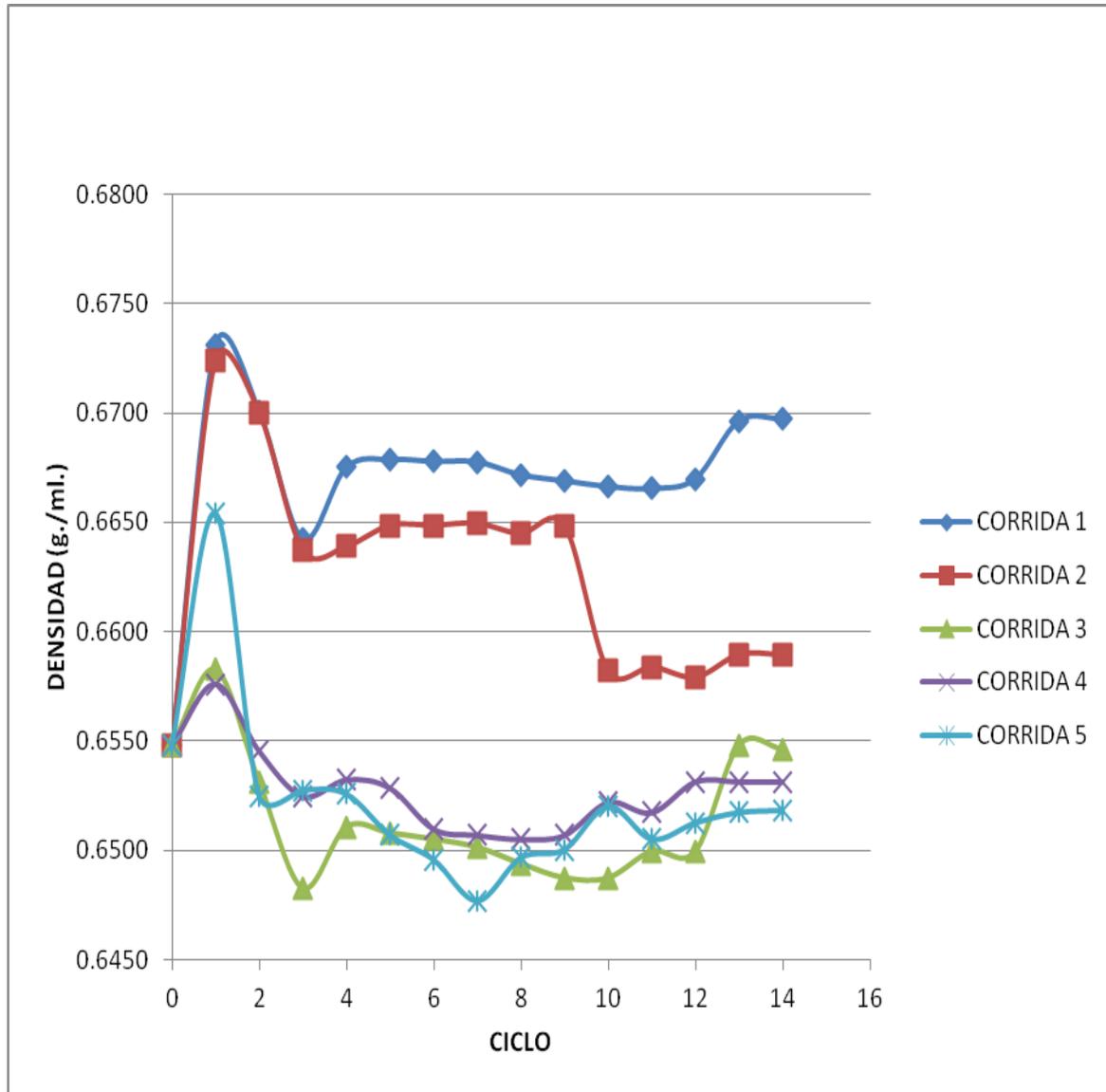
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 12. **Datos calculados para obtención de sólidos totales y densidad de la extracción sólido-liquido y liquido-liquido de las hojas del Huiz (*Solanum lanceolatum* CAV.), utilizando hexano como solvente**

EXTRACTO	CICLO	HUMEDAD (%)	PICNÓMETRO (g)	SÓLIDOS TOTALES (g)	DENSIDAD (g./mL)
SOXHLET HEXANO CORRIDA 5	0	98,54	3,9586	0,0146	0,6548
	1	100	3,9517	0	0,6654
	2	100	3,9563	0	0,6525
	3	99,06	3,9566	0,0094	0,6528
	4	100	3,9564	0	0,6526
	5	99,68	3,9544	0,0032	0,6507
	6	100	3,9532	0	0,6496
	7	100	3,9512	0	0,6477
	8	100	3,9533	0	0,6497
	9	100	3,9537	0	0,6500
	10	100	3,9558	0	0,6520
	11	100	3,9542	0	0,6505
	12	100	3,955	0	0,6513
	13	100	3,9555	0	0,6517
14	100	3,9556	0	0,6518	

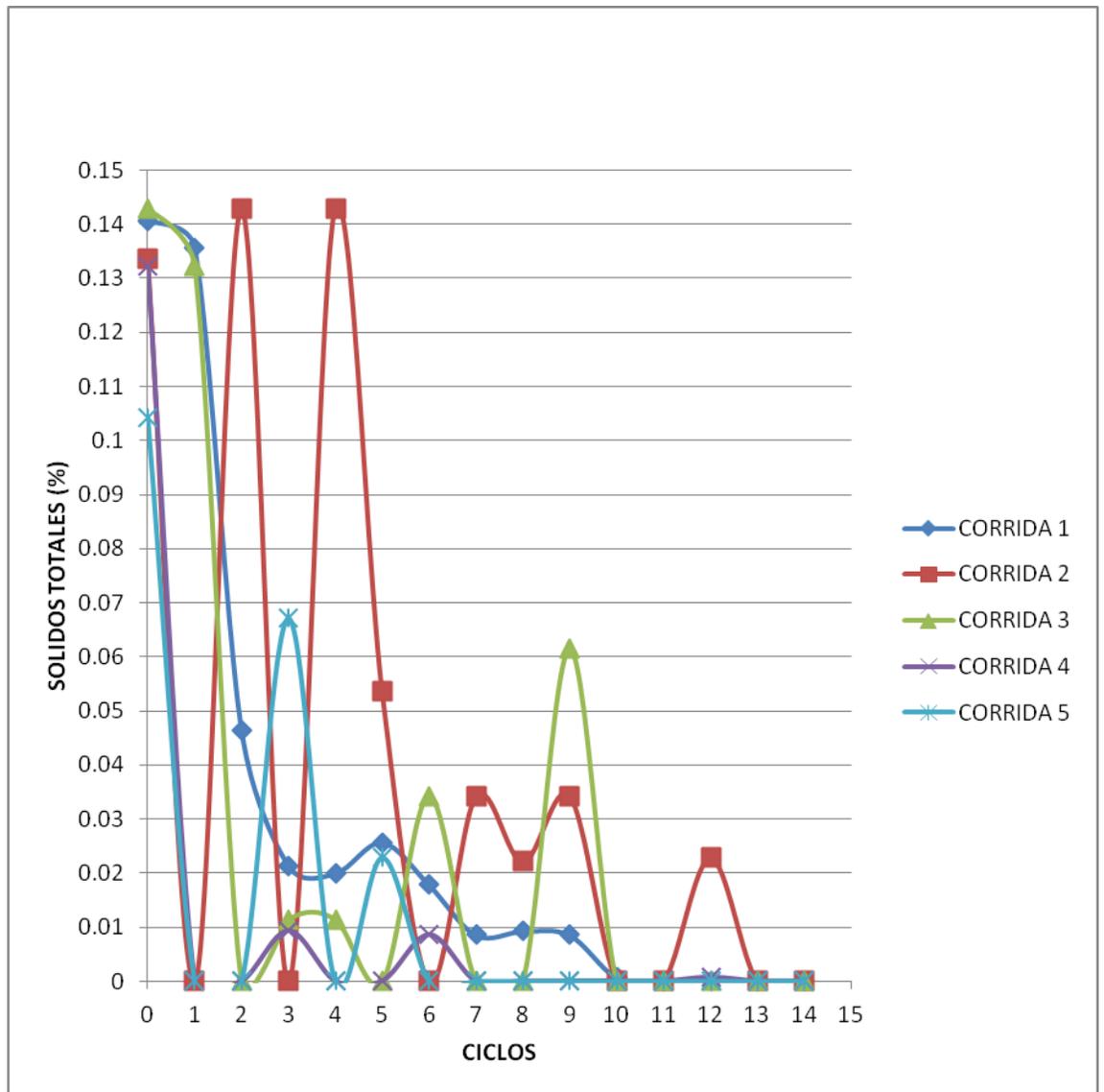
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 13. **Gráfica de la densidad vs. ciclos de la extracción sólido-líquido y líquido-líquido de las hojas de huiz (*Solanum lanceolatum* CAV.), utilizando hexano como solvente**



Fuente: elaboración propia, con base en la muestra de cálculo.

Apéndice 14. **Gráfica de la sólidos solubles totales vrs. ciclos de la extracción sólido-líquido y líquido-líquido de las hojas de huiz (*Solanum lanceolatum* CAV.), utilizando hexano como solvente**



Fuente: elaboración propia, con base en la muestra de cálculo.

Apéndice 15. **Datos calculados para obtención de sólidos totales y densidad de la extracción sólido-líquido y líquido-líquido de las hojas del huiz (*Solanum lanceolatum* CAV.), utilizando metanol como solvente**

EXTRACTO	CICLO	HUMEDAD (%)	PICNÓMETRO (g)	SÓLIDOS TOTALES (g)	DENSIDAD (g/mL)
SOXHLET METANOL CORRIDA 1	0	94,68	4,1321	0,0532	0,8421
	1	97,26	4,1582	0,0274	0,8417
	2	92,93	4,1425	0,0707	0,8270
	3	94,92	4,1251	0,0508	0,8107
	4	96,12	4,1185	0,0388	0,8045
	5	9,50	4,1093	0,025	0,7959
	6	98,72	4,0962	0,0128	0,7836
	7	99,49	4,099	0,0051	0,7862
	8	99,35	4,0975	0,0065	0,7848
	9	99,62	4,0932	0,0038	0,7808
	10	99,24	4,0978	0,0076	0,7851
	11	99,62	4,0965	0,0038	0,7839
	12	99,87	4,093	0,0013	0,7806
	13	99,87	4,1007	0,0013	0,7878
14	100	4,1006	0	0,7877	

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 16. **Datos calculados para obtención de sólidos totales y densidad de la extracción sólido-líquido y líquido-líquido de las hojas de huiz (*Solanum lanceolatum* CAV.), utilizando metanol como solvente**

EXTRACTO	CICLO	HUMEDAD (%)	PICNÓMETRO (g)	SÓLIDOS TOTALES (g)	DENSIDAD (g/mL)
SOXHLET METANOL CORRIDA 2	0	91,23	4,1321	0,0877	0,7918
	1	93,79	4,1607	0,0621	0,8214
	2	92,48	4,1463	0,0752	0,7921
	3	95,41	4,1485	0,0459	0,8326
	4	96,99	4,1093	0,0301	0,7959
	5	98,62	4,1058	0,0138	0,7926
	6	99,5	4,1002	0,005	0,7873
	7	99,37	4,1003	0,0063	0,7874
	8	99,88	4,1013	0,0012	0,7884
	9	99,5	4,0993	0,005	0,7865
	10	99,00	4,1068	0,01	0,7935
	11	99,68	4,0993	0,0032	0,7865
	12	99,87	4,0093	0,0013	0,7632
	13	99,88	4,0993	0,0012	0,7865
	14	99,87	4,0993	0,0013	0,7865

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 17. **Datos calculados para obtención de sólidos totales y densidad de la extracción sólido-líquido y líquido-líquido de las hojas de huiz (*Solanum lanceolatum* CAV.), utilizando metanol como solvente**

EXTRACTO	CICLO	HUMEDAD (%)	PICNÓMETRO (g)	SÓLIDOS TOTALES (g)	DENSIDAD (g/mL)
SOXHLET METANOL CORRIDA 3	0	96,14	4,1321	0,0386	0,7918
	1	96,39	4,1315	0,0361	0,8167
	2	95,8	4,1283	0,042	0,8137
	3	96,89	4,1247	0,0311	0,8103
	4	98,29	4,1117	0,0171	0,7981
	5	98,1	4,111	0,019	0,7975
	6	98,7	4,1006	0,0130	0,7877
	7	99,38	4,1	0,0062	0,7872
	8	99,62	4,1114	0,0038	0,7978
	9	100	4,1117	0	0,7981
	10	99,87	4,099	0,0013	0,7862
	11	99,88	4,099	0,0012	0,7862
	12	99,87	4,099	0,0013	0,7862
	13	99,99	4,0996	0,0001	0,7868
	14	99,99	4,0996	0,0001	0,7868

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 18. **Datos calculados para obtención de sólidos totales y densidad de la extracción sólido-líquido y líquido-líquido de las hojas de huiz (*Solanum lanceolatum* CAV.), utilizando metanol como solvente**

EXTRACTO	CICLO	HUMEDAD (%)	PICNÓMETRO (g)	SÓLIDOS TOTALES (g)	DENSIDAD (g/mL)
SOXHLET METANOL CORRIDA 4	0	91,35	4,1321	0,0865	0,8172
	1	96,54	4,156	0,0346	0,8396
	2	92,34	4,139	0,0766	0,8237
	3	94,6	4,128	0,054	0,8134
	4	96,1	4,119	0,039	0,8050
	5	96,9	4,109	0,031	0,7956
	6	97,55	4,0959	0,0245	0,7833
	7	99,1	4,098	0,009	0,7853
	8	99,31	4,0969	0,0069	0,7843
	9	99,5	4,093	0,005	0,7806
	10	99,2	4,0976	0,008	0,7849
	11	99,62	4,0966	0,0038	0,7840
	12	99,88	4,0929	0,0012	0,7805
	13	99,88	4,1001	0,0012	0,7873
14	100	4,1001	0	0,7873	

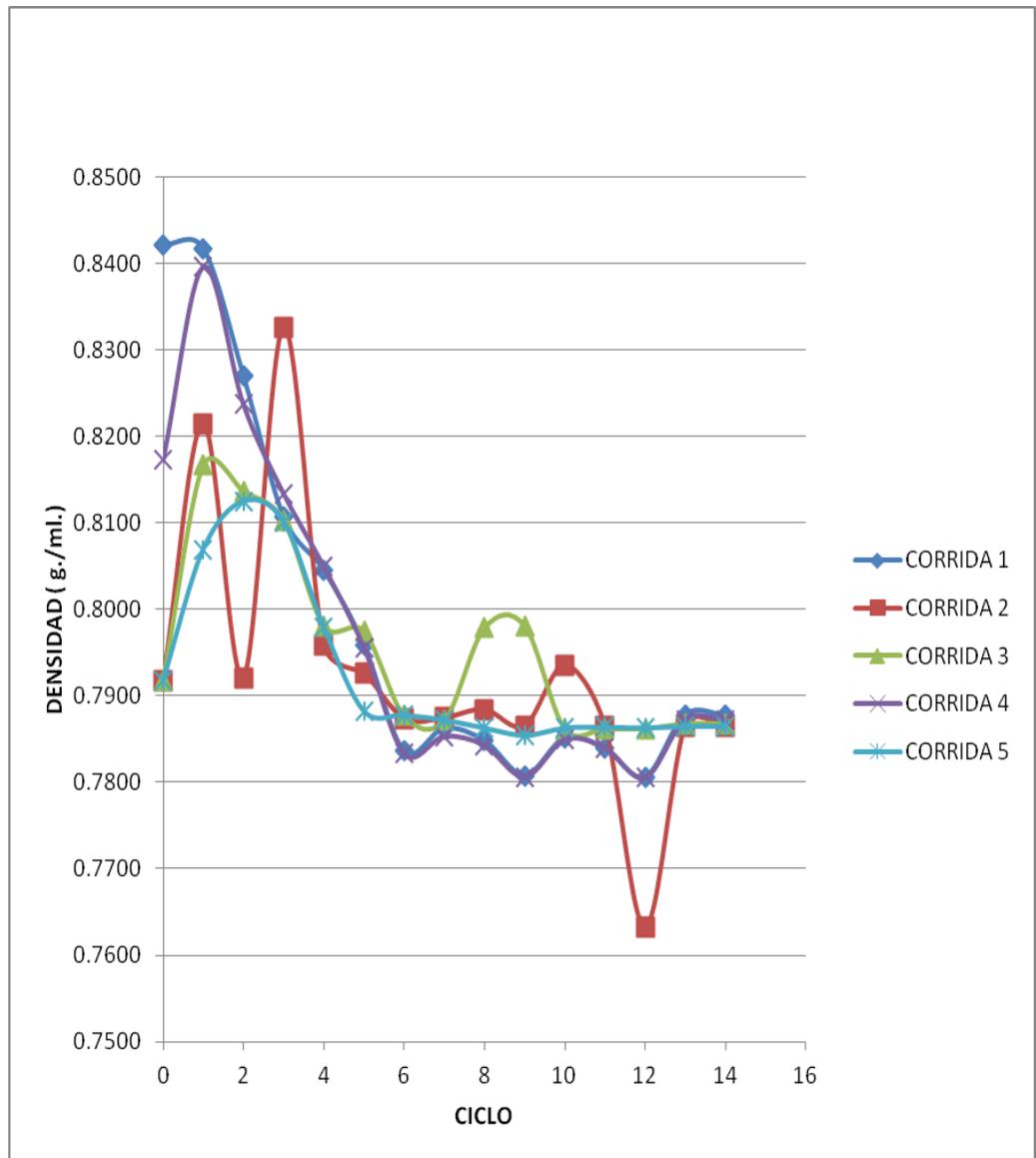
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 19. **Datos calculados para obtención de sólidos totales y densidad de la extracción sólido-líquido y líquido-líquido de las hojas de huiz (*Solanum lanceolatum* CAV.), utilizando metanol como solvente**

EXTRACTO	CICLO	HUMEDAD (%)	PICNÓMETRO (g)	SÓLIDOS TOTALES (g)	DENSIDAD (g/mL)
SOXHLET METANOL CORRIDA 5	0	95,37	4,1321	0,0463	0,7918
	1	95,99	4,1211	0,0401	0,8069
	2	95,46	4,127	0,0454	0,8125
	3	96,8	4,1245	0,032	0,8101
	4	98,3	4,1115	0,017	0,7979
	5	97,9	4,1012	0,0210	0,7883
	6	98,79	4,1007	0,0121	0,7878
	7	99,3	4,1001	0,0070	0,7873
	8	99,5	4,0991	0,0050	0,7863
	9	99,88	4,0982	0,0012	0,7855
	10	99,88	4,0991	0,0012	0,7863
	11	99,87	4,0992	0,0013	0,7864
	12	99,87	4,0991	0,0013	0,7863
	13	99,95	4,0993	0,0005	0,7865
	14	99,95	4,0993	0,0005	0,7865

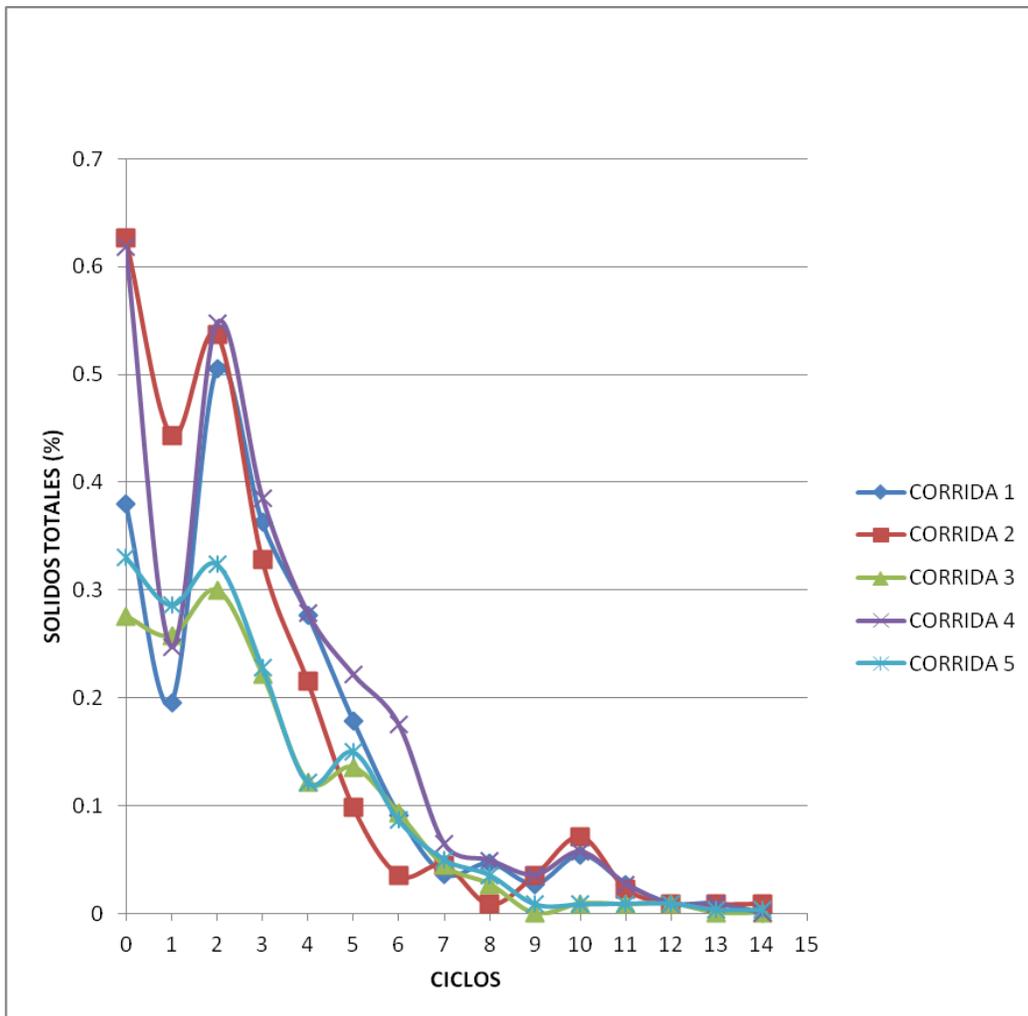
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 20. **Gráfica de la densidad vs. ciclos de la extracción sólido-líquido y líquido-líquido de las hojas de huiz (*Solanum lanceolatum* CAV.), utilizando metanol como solvente**



Fuente: elaboración propia, con en la muestra de cálculo.

Apéndice 21. **Gráfica de los sólidos solubles totales vs. ciclos de la extracción sólido-líquido y líquido-líquido de las hojas de huiz (*Solanum lanceolatum* CAV.), utilizando metanol como solvente**



Fuente: elaboración propia, con base en la muestra de cálculo.

Apéndice 22. **Datos calculados para obtención de sólidos totales y densidad de la extracción sólido-líquido y líquido-líquido de las hojas de huiz (*Solanum lanceolatum* CAV.), utilizando hexano como solvente**

EXTRACTO	TIEMPO (min.)	HUMEDAD (%)	PICNÓMETRO (g)	SÓLIDOS TOTALES (g)	DENSIDAD (g/mL)
MACERACIÓN HEXANO CORRIDA 1	0	98,43	4,1009	0,0157	0,6548
	10	99,27	4,0910	0,0073	0,7787
	20	99,28	4,0942	0,0072	0,7817
	30	99,16	4,0902	0,0084	0,7780
	40	99,15	4,091	0,0085	0,7787
	50	99,16	4,0942	0,0084	0,7817
	60	99,14	4,0933	0,0086	0,7809
	70	99,2	4,0931	0,008	0,7807
	80	99,16	4,0926	0,0084	0,7802
	90	99,22	4,0924	0,0078	0,7800
	100	99,3	4,095	0,007	0,7825
	110	99,2	4,0945	0,008	0,7820
	120	99,1	4,0982	0,009	0,7855
	130	99,3	4,0962	0,007	0,7836
	140	99,3	4,0962	0,007	0,7836

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 23. **Datos calculados para obtención de sólidos totales y densidad de la extracción sólido-líquido y líquido-líquido de las hojas de huiz (*Solanum lanceolatum* CAV.), utilizando hexano como solvente**

EXTRACTO	TIEMPO (min.)	HUMEDAD (%)	PICNÓMETRO (g)	SÓLIDOS TOTALES (g)	DENSIDAD (g/mL)
MACERACIÓN HEXANO CORRIDA 2	0	98,97	4,0963	0,0103	0,6540
	10	99,25	4,0879	0,0075	0,7758
	20	99,3	4,0921	0,007	0,7798
	30	99,25	4,0901	0,0075	0,7779
	40	99,4	4,0898	0,006	0,7776
	50	99,32	4,0904	0,0068	0,7782
	60	99,38	4,0921	0,0062	0,7798
	70	99,21	4,0941	0,0079	0,7816
	80	99,27	4,0937	0,0073	0,7813
	90	99,34	4,0914	0,0066	0,7791
	100	99,29	4,0924	0,0071	0,7800
	110	99,3	4,0896	0,007	0,7774
	120	99,15	4,0927	0,0085	0,7803
	130	99,15	4,0915	0,0085	0,7792
	140	99,16	4,0999	0,0084	0,7871

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 24. **Datos calculados para obtención de sólidos totales y densidad de la extracción sólido-líquido y líquido-líquido de las hojas de huiz (*Solanum lanceolatum* CAV.), utilizando hexano como solvente**

EXTRACTO	TIEMPO (min.)	HUMEDAD (%)	PICNÓMETRO (g)	SÓLIDOS TOTALES (g)	DENSIDAD (g/mL)
MACERACIÓN HEXANO CORRIDA 3	0	99,23	4,1101	0,0077	0,6541
	10	99,39	4,1025	0,0061	0,7895
	20	99,32	4,1025	0,0068	0,7895
	30	99,32	4,1015	0,0068	0,7886
	40	99,4	4,1024	0,006	0,7894
	50	99,13	4,1034	0,0087	0,7903
	60	99,32	4,1011	0,0068	0,7882
	70	99,32	4,1029	0,0068	0,7899
	80	99,38	4,103	0,0062	0,7900
	90	99,45	4,1036	0,0055	0,7905
	100	99,27	4,1037	0,0073	0,7906
	110	99,23	4,1057	0,0077	0,7925
	120	99,22	4,1045	0,0078	0,7914
	130	99,22	4,1056	0,0078	0,7924
	140	99,22	4,1054	0,0078	0,7922

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 25. **Datos calculados para obtención de sólidos totales y densidad de la extracción sólido-líquido y líquido-líquido de las hojas del huiz (*Solanum lanceolatum* CAV.), utilizando hexano como solvente**

EXTRACTO	TIEMPO (min.)	HUMEDAD (%)	PICNÓMETRO (g)	SÓLIDOS TOTALES (g)	DENSIDAD (g/mL)
MACERACIÓN HEXANO CORRIDA 4	0	98,76	4,1119	0,0124	0,6541
	10	99,37	4,1101	0,0063	0,7966
	20	99,3	4,1132	0,0070	0,7995
	30	99,32	4,1097	0,0068	0,7963
	40	99,45	4,1084	0,0055	0,7950
	50	99,4	4,1109	0,006	0,7974
	60	99,43	4,1088	0,0057	0,7954
	70	99,28	4,1117	0,0072	0,7981
	80	99,3	4,1118	0,007	0,7982
	90	99,33	4,1108	0,0067	0,7973
	100	99,27	4,1100	0,0073	0,7965
	110	99,26	4,1118	0,0074	0,7982
	120	99,21	4,1118	0,0079	0,7982
	130	99,3	4,1119	0,007	0,7983
	140	99,2	4,1118	0,008	0,7982

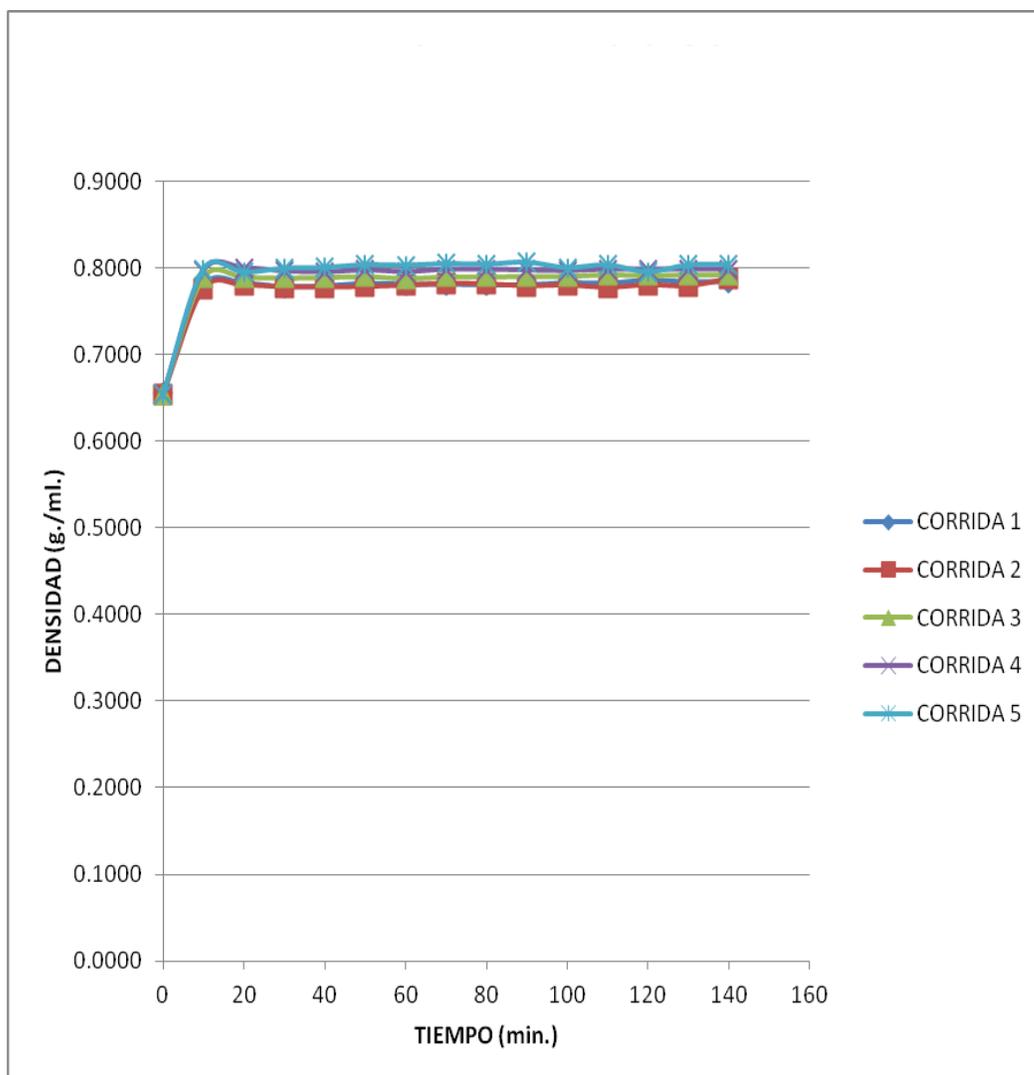
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 26. **Datos calculados para obtención de sólidos totales y densidad de la extracción sólido-líquido y líquido-líquido de las hojas del Huiz (*Solanum lanceolatum* CAV.), utilizando hexano como solvente**

EXTRACTO	TIEMPO (min.)	HUMEDAD (%)	PICNÓMETRO (g)	SÓLIDOS TOTALES (g)	DENSIDAD (g/mL)
MACERACIÓN HEXANO CORRIDA 5	0	98,65	4,1126	0,0135	0,6541
	10	99,45	4,1121	0,0055	0,7985
	20	99,35	4,108	0,0065	0,7947
	30	99,43	4,113	0,0057	0,7993
	40	99,39	4,1139	0,0061	0,8002
	50	99,36	4,1173	0,0064	0,8034
	60	99,41	4,1167	0,0059	0,8028
	70	99,32	4,1187	0,0068	0,8047
	80	99,34	4,1180	0,0066	0,8040
	90	99,21	4,1205	0,0079	0,8064
	100	99,16	4,1137	0,0084	0,8000
	110	99,19	4,1171	0,0081	0,8032
	120	99,20	4,1087	0,0080	0,7953
	130	99,16	4,117	0,0084	0,8031
	140	99,18	4,1179	0,0082	0,8039

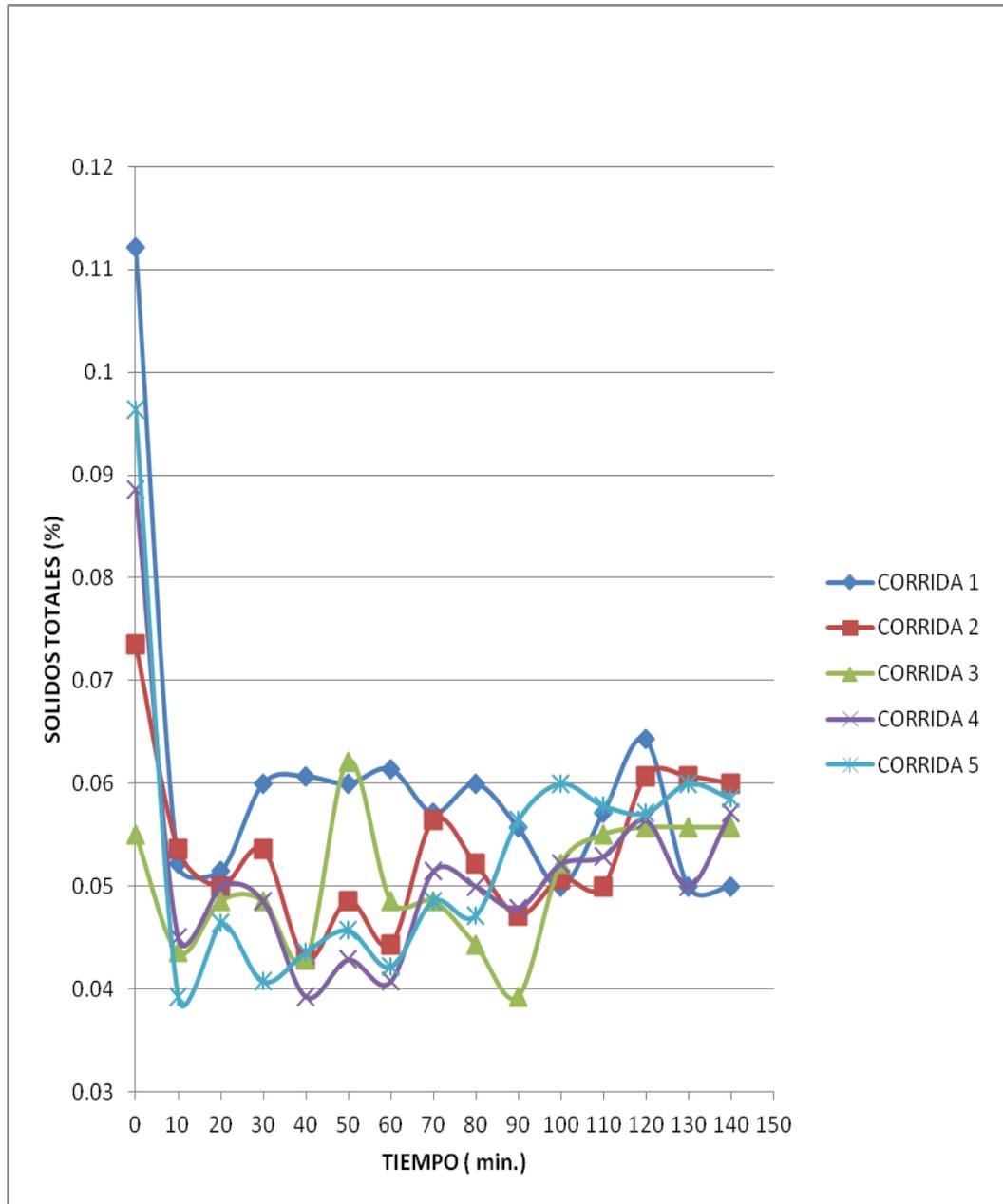
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 27. **Gráfica de la densidad vrs. tiempo de la extracción sólido-líquido y líquido-líquido de las hojas de huiz (*Solanum lanceolatum* CAV.), utilizando hexano como solvente**



Fuente: elaboración propia, con base en muestra de cálculo.

Apéndice 28. **Gráfica de los sólidos solubles totales vs. tiempo de la extracción sólido-líquido y líquido-líquido de las hojas de huiz (*Solanum lanceolatum* CAV.), utilizando hexano como solvente**



Fuente: elaboración propia, con base en datos calculados.

Apéndice 29. **Datos calculados para obtención de sólidos totales y densidad de la extracción sólido-líquido y líquido-líquido de las hojas de huiz (*Solanum lanceolatum* CAV.), utilizando metanol como solvente**

EXTRACTO	TIEMPO (min.)	HUMEDAD (%)	PICNÓMETRO (g)	SÓLIDOS TOTALES (g)	DENSIDAD (g/mL)
MACERACIÓN	0	98,87	4,1101	0,0113	0,7918
METANOL	10	99,63	4,1106	0,0037	0,7971
CORRIDA	20	99,00	4,1057	0,01	0,7925
1	30	99,25	4,1038	0,0075	0,7907
	40	99,37	4,1012	0,0063	0,7883
	50	99,25	4,1057	0,0075	0,7895
	60	99,12	4,1051	0,0088	0,7895
	70	99,37	4,1015	0,0063	0,7886
	80	99,25	4,1030	0,0075	0,7900
	90	99,11	4,0991	0,0089	0,7901
	100	99,36	4,103	0,0064	0,7900
	110	99,37	4,1037	0,0063	0,7906
	120	99,12	4,1042	0,0088	0,7911
	130	99,25	4,1057	0,0075	0,7865
	140	99,25	4,1057	0,0075	0,7894

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 30. **Datos calculados para obtención de sólidos totales y densidad de la extracción sólido-líquido y líquido-líquido de las hojas de huiz (*Solanum lanceolatum* CAV.), utilizando metanol como solvente**

EXTRACTO	TIEMPO (min.)	HUMEDAD (%)	PICNÓMETRO (g)	SOLIDOS TOTALES (g)	DENSIDAD (g/mL)
MACERACIÓN	0	96,54	4,117	0,0346	0,7918
METANOL	10	97,79	4,1179	0,0221	0,8039
CORRIDA	20	97,64	4,1126	0,0236	0,7990
2	30	97,51	4,1143	0,0249	0,8006
	40	97,66	4,1148	0,0234	0,8010
	50	97,57	4,1157	0,0243	0,8019
	60	97,51	4,1143	0,0249	0,8006
	70	97,52	4,1138	0,0248	0,8001
	80	97,53	4,1137	0,0247	0,8000
	90	97,5	4,1137	0,025	0,8000
	100	97,5	4,1126	0,025	0,7990
	110	97,52	4,1132	0,0248	0,7995
	120	97,54	4,1143	0,0246	0,8006
	130	97,44	4,116	0,0256	0,8022
	140	97,38	4,1162	0,0262	0,8023

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 31. **Datos calculados para obtención de sólidos totales y densidad de la extracción sólido-líquido y líquido-líquido de las hojas de huiz (*Solanum lanceolatum* CAV.), utilizando metanol como solvente**

EXTRACTO	TIEMPO (min.)	HUMEDAD (%)	PICNÓMETRO (g)	SÓLIDOS TOTALES (g)	DENSIDAD (g/mL)
MACERACIÓN	0	98,78	4,1107	0,0122	0,7918
METANOL	10	99,6	4,1052	0,004	0,7918
CORRIDA	20	99,58	4,1052	0,0042	0,7816
3	30	99,21	4,105	0,0079	0,7918
	40	99,4	4,1051	0,006	0,7919
	50	99,54	4,1052	0,0046	0,7920
	60	99,6	4,105	0,004	0,7918
	70	99,54	4,1051	0,0046	0,7919
	80	99,45	4,1049	0,0055	0,7918
	90	99,50	4,1051	0,005	0,7919
	100	99,42	4,1052	0,0058	0,7920
	110	99,39	4,1052	0,0061	0,7920
	120	99,4	4,1049	0,006	0,7918
	130	99,38	4,105	0,0062	0,7918
	140	99,36	4,1054	0,0064	0,7922

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 32. **Datos calculados para obtención de sólidos totales y densidad de la extracción sólido-líquido y líquido-líquido de las hojas de huiz (*Solanum lanceolatum* CAV.), utilizando metanol como solvente**

EXTRACTO	TIEMPO (min.)	HUMEDAD (%)	PICNÓMETRO (g)	SÓLIDOS TOTALES (g)	DENSIDAD (g/mL)
MACERACIÓN	0	98,01	4,1164	0,0199	0,7918
METANOL	10	97,9	4,1169	0,021	0,8030
CORRIDA	20	97,64	4,1126	0,0236	0,7990
4	30	97,6	4,1132	0,024	0,7995
	40	97,61	4,1139	0,0239	0,8002
	50	97,59	4,1137	0,0241	0,8000
	60	97,55	4,1141	0,0245	0,8004
	70	97,51	4,1139	0,0249	0,8002
	80	97,52	4,1136	0,0248	0,7999
	90	97,49	4,1136	0,0251	0,7999
	100	97,51	4,1141	0,0249	0,8004
	110	97,53	4,1139	0,0247	0,8002
	120	97,54	4,1143	0,0246	0,8006
	130	97,56	4,1161	0,0244	0,8022
	140	97,54	4,1159	0,0246	0,8021

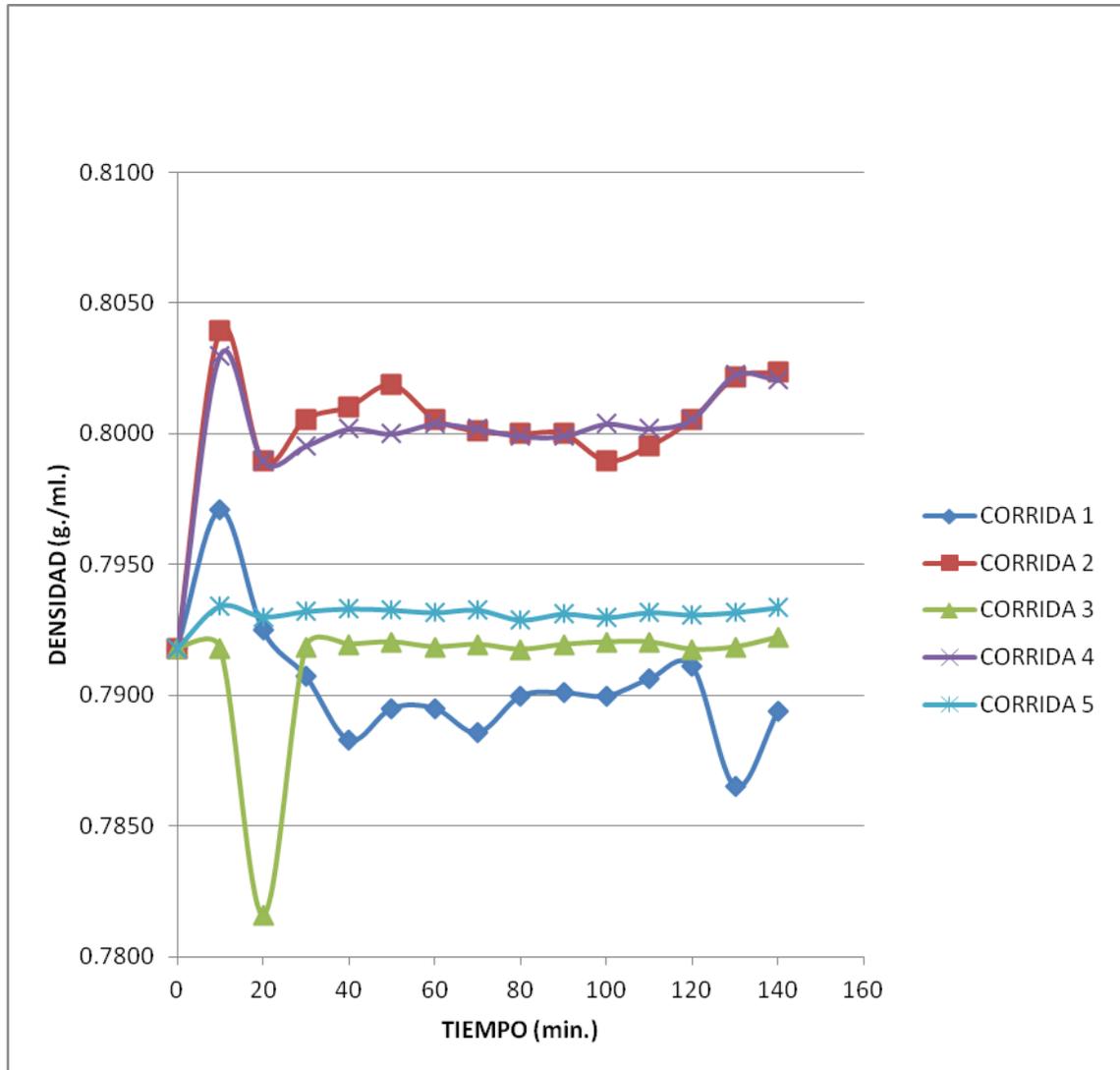
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 33. **Datos calculados para obtención de sólidos totales y densidad de la extracción sólido-líquido y líquido-líquido de las hojas de huiz (*Solanum lanceolatum* CAV.), utilizando metanol como solvente**

EXTRACTO	TIEMPO (min.)	HUMEDAD (%)	PICNÓMETRO (g)	SÓLIDOS TOTALES (g)	DENSIDAD (g/mL)
MACERACIÓN	0	98,76	4,1111	0,0124	0,7918
METANOL	10	99,61	4,1058	0,0039	0,7934
CORRIDA	20	99,14	4,1058	0,0086	0,7930
5	30	99,3	4,1065	0,007	0,7932
	40	99,37	4,1063	0,0063	0,7933
	50	99,31	4,1065	0,0069	0,7933
	60	99,14	4,1064	0,0086	0,7932
	70	99,35	4,1065	0,0065	0,7933
	80	99,22	4,1061	0,0078	0,7929
	90	99,09	4,1058	0,0091	0,7931
	100	99,34	4,1062	0,0066	0,7930
	110	99,32	4,1064	0,0068	0,7932
	120	99,11	4,1063	0,0089	0,7931
	130	99,27	4,1064	0,0073	0,7932
	140	99,25	4,1066	0,0075	0,7933

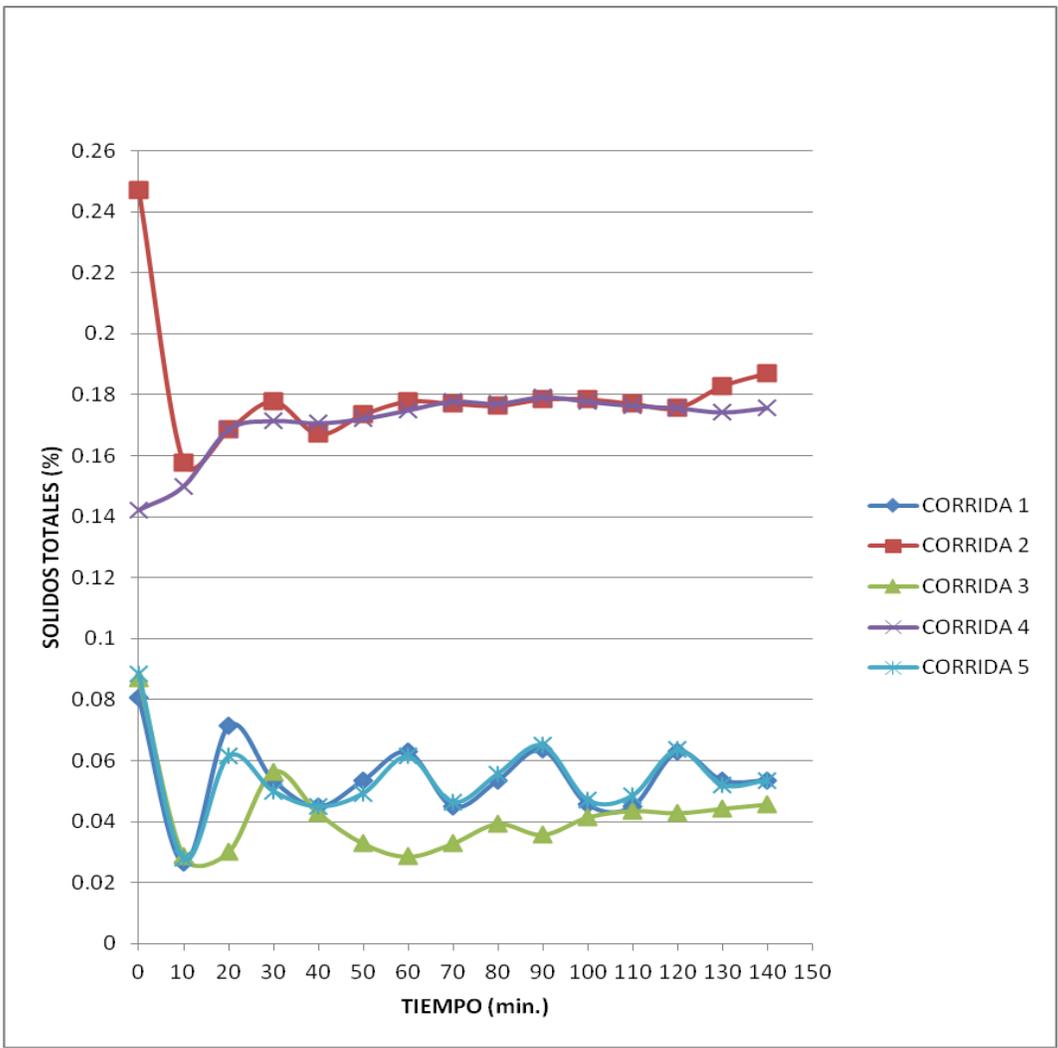
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 34. **Gráfica de la densidad vs. tiempo de la extracción sólido-líquido y líquido-líquido de las hojas de huiz (*Solanum lanceolatum* CAV.), utilizando metanol como solvente**



Fuente: elaboración propia.

Apéndice 35. **Gráfica de los sólidos solubles totales vs. tiempo de la extracción sólido-líquido y líquido-líquido de las hojas de huiz (*Solanum lanceolatum* CAV.), utilizando el método de extracción por maceración dinámica utilizando metanol como solvente**



Fuente: elaboración propia.

Apéndice 36. **Porcentaje de rendimiento de la fracción lipídica obtenida de las hojas de huiz (*Solanum lanceolatum Cav.*)**

SOXHLET HEXANO	CORRIDA	MASA DEDAL (g.)	MASA MATERIA VEGETAL (g.)	MASA BALÓN (g.)	MASA BALÓN CON EXTRAC. (g.)	RENDIMIENTO (%)
	1	6,53	28,85	169,89	171,83	6,7244
2	6,53	27,78	170	172,26	8,1353	
3	5,78	29,67	169,92	172,35	8,1900	
4	5,87	33,24	169,92	171,98	6,1973	
5	6,29	30,08	169,62	172,09	8,2114	
PROMEDIO	6,200	29,924	169,87	172,102	7,49173	
SOXHLET METANOL	CORRIDA	MASA DEDAL (g.)	MASA MATERIA VEGETAL (g.)	MASA BALÓN (g.)	MASA BALÓN CON EXTRAC. (g.)	RENDIMIENTO (%)
	1	6,48	29,56	169,95	173,72	12,75372
2	5,89	30,96	169,95	173,97	12,9844	
3	5,59	30,22	169,93	173,52	11,8795	
4	5,79	29,45	169,91	173,6	12,5297	
5	6,21	30,62	169,93	174,01	13,3246	
PROMEDIO	5,992	30,162	169,934	173,764	12,6944	

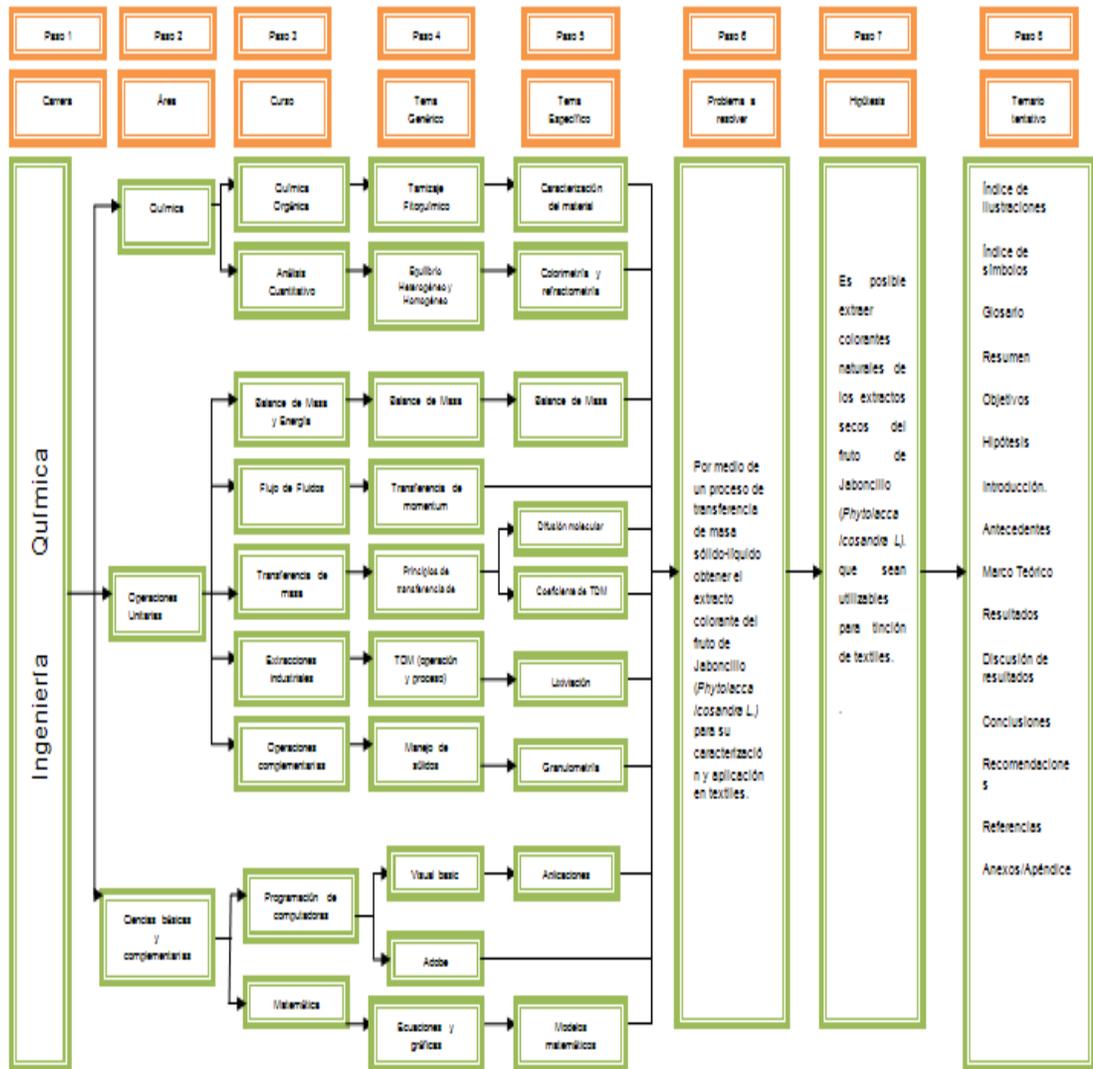
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 37. **Porcentaje de rendimiento de la fracción lipídica obtenida de las hojas de huiz (*Solanum lanceolatum Cav.*)**

	CORRIDA	MASA	MASA	MASA BALÓN	RENDIMIENTO (%)
		MATERIA VEGETAL (g.)	BALÓN (g.)	CON EXTRACTO (g.)	
MACERACIÓN HEXANO	1	28.85	169,95	169,89	171,23
	2	27.78	169,96	169,9	170,47
	3	29.67	169,94	169,96	171,36
	4	33.24	169,97	169,58	170,98
	5	30.08	169,93	169,62	171,09
	PROMEDIO	29.924	169,79	171,026	4,1027
	MACERACIÓN METANOL	1	29.56	169,95	173,51	12,0433
2		30.96	169,96	173,38	11,0465
3		30.22	169,94	173,12	10,5228
4		29.45	169,97	173,76	12,8692
5		30.62	169,93	173,28	10,9405
PROMEDIO		30,162	169,95	173,41	11,4844

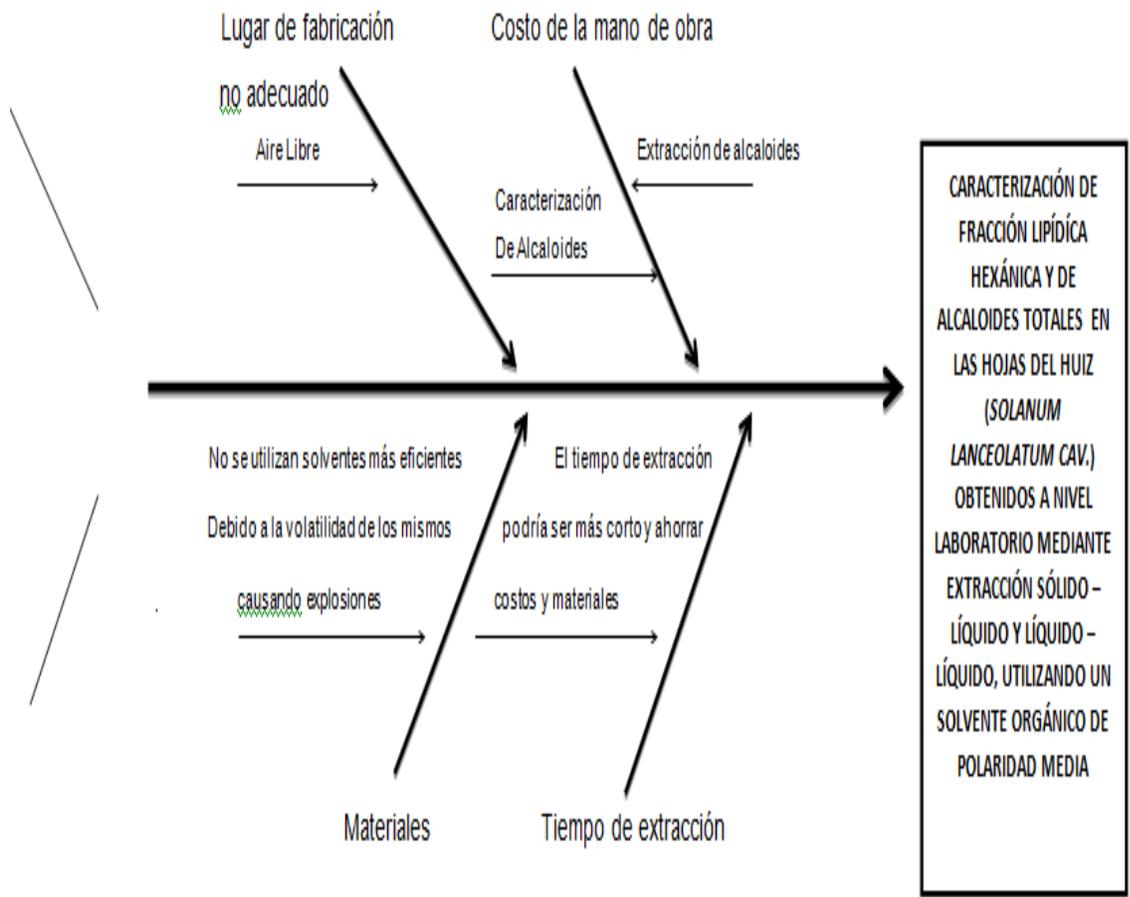
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 38. **Tabla de requisitos académicos**



Fuente: elaboración propia.

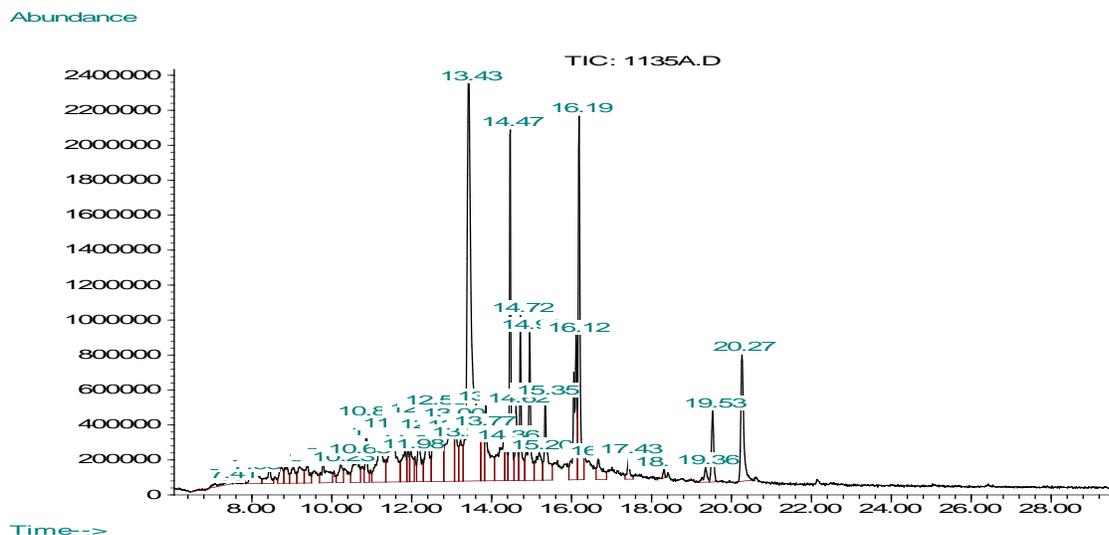
Apéndice 39. Diagrama de Ishikawa



Fuente: elaboración propia.

ANEXOS

Anexo 1. Cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas (CGC/MS/DS): obtención de fracción lipídica utilizando hexano como solvente en el método de extracción soxhlet



Information from data file:	
File:	C:\HPCHEM\1\DATA\1135A.D
Operator:	mca
Date acquired:	25 Jul 12 12:28
Method File:	RAFAEL
Sample name:	1135 a
Vial number:	1
Search libraries:	C:\DATABASE\WILEY275.L Minimum Quality: 0
Unknown spectrum:	Apex
Integration events:	Chemstation Integrator - autoint1

Continuación del anexo 1.

Pk#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
1	7.10	0.16	C:\DATABASE\WILEY275.L			
			2-methyl-5,12-dithianaphtho[2,3-b]	163242	106161-11-9	43
			5-Methylthio-7,8-dihydro-6H-benzoc	162576	128039-58-7	43
			TRIMETHYLSILYL ESTER OF 3-METHYL-2	174609	000000-00-0	38
2	7.41	0.25	C:\DATABASE\WILEY275.L			
			2-Methyl-5-(4'-methylphenyl)sulfon	162302	113121-75-8	32
			Cyclotetrasiloxane, octamethyl- (C	174361	000556-67-2	32
			TRIMETHYLSILYL ESTER OF 3-METHYL-2	174609	000000-00-0	32
3	7.97	0.87	C:\DATABASE\WILEY275.L			
			(2R,3S)-2-chloro-2,3-dibromobutano	171221	089294-82-6	35
			Vinyldimethyl(acetoxymethyl)silane	43573	000000-00-0	22
			Silane, trimethyl(1-methylethoxy)-	21942	001825-64-5	14
4	8.44	0.67	C:\DATABASE\WILEY275.L			
			Butanedinitrile (CAS) \$\$ Succinoni	2201	000110-61-2	43
			1,2-Butadiene, 3-methyl- (CAS) \$\$	1018	000598-25-4	43
			2,4-PENTADIENEOIC ACID	5505	021651-12-7	43
5	8.75	0.66	C:\DATABASE\WILEY275.L			
			p-Dioxane, 2,5-dimethyl-3-methylen	19221	003984-21-2	53
			Thiazole, 2-ethyl- (CAS) \$\$ 2-Ethy	11300	015679-09-1	22
			2-Butenedioic acid (Z)-, dimethyl	30598	000624-48-6	12
6	8.88	0.65	C:\DATABASE\WILEY275.L			
			2-Pentyne (CAS) \$\$ Ethylmethylacet	994	000627-21-4	43
			2-Pentyne (CAS) \$\$ Ethylmethylacet	993	000627-21-4	43
			1,2-Butadiene, 3-methyl- (CAS) \$\$	1018	000598-25-4	43

Continuación del anexo 1.

7	9.05	0.76	C:\DATABASE\WILEY275.L			
			1,5-dideuterio-3-methylpentane \$\$	3600	094605-04-6	27
			2,5-OCTADIENE	9938	000000-00-0	18
			5-methyl furfural	9682	000620-02-0	18
8	9.20	0.87	C:\DATABASE\WILEY275.L			
			4-Cyclopentene-1,3-diol, trans- (CAS	6511	000694-47-3	76
			4-Cyclopentene-1,3-diol, cis- (CAS	6510	029783-26-4	38)
			3-Cyclohexycyclohexene Cyclohex	49560	001808-09-9	35
9	9.40	0.78	C:\DATABASE\WILEY275.L			
			1-cyclopropyl-2-pyrazoline	9720	080201-77-0	22
			trans-2-Undecenal	53719	000000-00-0	16
			TRANS-2-UNDECENAL	53566	053448-07-0	16
10	9.79	1.29	C:\DATABASE\WILEY275.L			
			Benzeneacetonitrile, 2-cyano- (CAS	29758	003759-28-2	22)
			2-Propanol, 1-(dibutylamino)- (CAS	71797	002109-64-0	18)
			(+,-)-2-Hydroxy-1,5-dimethyl-6,8-d	43697	093912-86-8	15)
11	10.23	0.76	C:\DATABASE\WILEY275.L			
			Methyl-(endo-tricyclo[2.2.0.0(2,6)	9850	000000-00-0	90
			Pyrazine, methoxy-, 1-oxide (CAS)	17435	032046-05-2	90
			1H-Azonine, octahydro- (CAS) Az	18756	005661-71-2	90
12	10.63	1.48	C:\DATABASE\WILEY275.L			
			2-methyltricyclo[6.2.2.0(2,7)]dode	59459	000000-00-0	32
			3(2H)-Pyridazinone,6-methyl- (CAS	9599	013327-27-0	30
			Pentanedinitrile (CAS) Glutaron	4767	000544-13-8	27

Continuación del anexo 1.

13	10.86	1.22	C:\DATABASE\WILEY275.L			
			5-n-butyl-7-methyl-octa-3,4,7-trie	76636	102070-19-9	43
			3,4-Heptadien-2-one, 3-cyclopentyl	76461	063922-50-9	25
			Silanamine, N-ethyl-1,1,1-trimethy	92507	014629-66-4	25
14	11.19	2.72	C:\DATABASE\WILEY275.L			
			Benzenemethanol, 4-(1-methylethyl)	35756	000536-60-7	50
			3,4-Diethylphenol \$\$ Phenol, 3,4-d	3 6017	000875-85-4	50
			4-Hydroxy-2-methylacetophenone	35517	000875-59-2	49
15	11.50	3.79	C:\DATABASE\WILEY275.L			
			vinyl butyl sulfide	13377	000000-00-0	43
			3-ethyl-1-thia-cyclopentane	13380	000000-00-0	43
			Octanoic acid, 3-oxo-, methyl este	57021	022348-95-4	38
16	11.84	1.44	C:\DATABASE\WILEY275.L			
			1-(2,4,6-Trimethylphenyl)buta-1,3-	57798	000000-00-0	83
			Naphthalene, 1,2-dihydro-2,5,8-tri	57815	030316-23-5	50
			methyl (E)-3-(diethylmethylsilyl)p	70620	088761-81-3	35
17	11.92	0.70	C:\DATABASE\WILEY275.L			
			1-Deutero-4-phenylbut-1-ene-3-yne	19899	013633-26-6	47
			2-Butenethioic acid, 3-(ethylthio)	88193	056196-50-0	35
			4,5-Dimethylthiazole S-oxide	19976	000000-00-0	35
18	11.98	1.01	C:\DATABASE\WILEY275.L			
			2-CYANO-4-METHYLPENTENOATE	27002	000000-00-0	
			3-chloro-2-methyl-1-penten-4-one	21736	081454-77-5	38
			Methyl (E)-5-Bromo-4-methoxy-2-pen	106862	085858-53-3	25

Continuación del anexo 1.

19	12.18	1.77	C:\DATABASE\WILEY275.L			
			2-(5-acetyl-2-furyl)-1,4-naphthoquinone	149724	099113-72-1	52
			4(3H)-Quinazolinone, 6-hydroxy-2-methyl-	149739	005060-51-5	35
			2-Methyl-3-O-tolyl-6-hydroxy-4(3H)-quinazolinone	149813	000000-00-0	35
20	12.42	2.14	C:\DATABASE\WILEY275.L			
			3-METHYL-THIOPHENE-2-CARBOXAMIDE	28516		
			076655-99-7	53		
			1,3-Disilacyclopent-4-ene, 1,1,3,3-dimethyl-	41765	005927-28-6	50
			1,3-Disilacyclopent-4-ene, 1,1,3,3-dimethyl-	41766	005927-28-6	50
21	12.55	5.03	C:\DATABASE\WILEY275.L			
			Nonanoic acid (CAS) Nonanoic acid	43827	000112-05-0	64
			1,6-ANHYDRO-BETA-D-GLUCOPYRANOSE			
			(46650-000498-07-7)			
			Hexanoic acid, 6-bromo- (CAS)	6 77467	004224-70-8	50
22	13.00	4.14	C:\DATABASE\WILEY275.L			
			1H-Indene (CAS) Indene	13582	000095-13-6	15
			Acetic acid, oxo(phenylamino)-	49764	000500-72-1	14
			Disulfide, ethyl 2-methylpropyl	(C 35069)	040136-66-1	11
23	13.11	1.53	C:\DATABASE\WILEY275.L			
			4-Cyclopropylmethylbenzotrionitrile	43316	000000-00-0	27
			1-HYDROXY-4-METHYLBENZOTRIAZOLE			
			34480-026198-27-6	25		
			2,2'-BIS-(N-BUTYLTHIO)-ETHYL ETHER	134661		
			00-00-0	22		

Continuación del anexo 1.

24	13.22	1.45	C:\DATABASE\WILEY275.L			
			4-Cyclopropylmethylbenzonitrile	43316	000000-00-0	27
			3,5-Xylyl isocyanide (CAS) 3,5-	21476	020600-56-0	22
			3,5-Xylyl isocyanide (CAS) 3,5-	21475	020600-56-0	22
25	13.43	19.99	C:\DATABASE\WILEY275.L			
			QUINIC ACID	75491	000000-00-0	38
			1,2,3,5-tetramethylcyclohexane (1r	28437	019899-29-7	27
			Hexanoic acid, 6-bromo- (CAS) 6	77467	004224-70-8	27
26	13.78	1.50	C:\DATABASE\WILEY275.L			
			2-Hexyn-1-ol (CAS)	5779	000764-60-3	38
			3-Penten-2-ol (CAS) 2-PENTEN-4-	3384	001569-50-2	35
			Pentanedinitrile (CAS) Glutaron	4767	000544-13-8	35
27	13.85	2.93	C:\DATABASE\WILEY275.L			
			Triallylmethylsilane	51383	000000-00-0	47
			Thiophene, 2-ethyl- (CAS) 2-Eth	10563	000872-55-9	47
			Thiophene, 2-ethyl- (CAS) 2-Eth	10564	000872-55-9	47
28	14.30	2.59	C:\DATABASE\WILEY275.L			
			Decanedioic acid (CAS) Sebacic	86432	000111-20-6	35
			Nonanedioic acid (CAS) Emerox 1	72205	000123-99-9	27
			.alpha.-D-Glucopyranoside, .beta.-	206572	000057-50-1	22
29	14.36	0.88	C:\DATABASE\WILEY275.L			
			Tetradecanoic acid (CAS) Myrist	114433	000544-63-8	45
			3(2H)-Pyridazinone, 6-methyl- (CAS	9599	013327-27-0	38
			3-dimethylamino-2-isopropyl-2-meth	27944	107267-45-8	38

Continuación del anexo 1.

30	14.47	5.36	C:\DATABASE\WILEY275.L		
			NEOPHYTADIENE \$\$ 2,6,10-TRIMETHYL,		
			160636 000000-00-0 98		
			NEOPHYTADIENE \$\$ 2,6,10-TRIMETHYL,		
			160635 000000-00-0 91		
			2-Hexadecen-1-ol, 3,7,11,15-tetram	175359	000150-86-7 81
31	14.61	1.67	C:\DATABASE\WILEY275.L		
			(E)-6,6-Dimethylcyclooct-4-en-1-on	38228	091531-49-6 74
			m-Menth-6-ene, (R)-(+)- (CAS)	26771	013837-70-2 59
			Cyclopropene, 1-butyl-2-ethyl- (CAS)	16958	050915-91-8 49
32	14.72	2.74	C:\DATABASE\WILEY275.L		
			1-Hexadecyne (CAS)	108666	000629-74-3 64
			2-Hexadecen-1-ol, 3,7,11,15-tetram	175359	000150-86-7 58
			3,7,11,15-Tetramethyl-2-hexadecen-	175369	102608-53-7 49
33	14.96	3.72	C:\DATABASE\WILEY275.L		
			Hexadecanoic acid, methyl ester (C	153622	000112-39-0 97
			Hexadecanoic acid, methyl ester (C	153614	000112-39-0 95
			Hexadecanoic acid, methyl ester (C	153624	000112-39-0 95
34	15.20	1.61	C:\DATABASE\WILEY275.L		
			DECANOIC ACID \$\$ CAPRIC ACID	57498	000334-48-5 38
			Hexadecanoic acid, 2-hydroxy-1,3-p	266700	000502-52-3 35
			SILICONE POLYMER	275821	000000-00-0 35
35	15.34	2.42	C:\DATABASE\WILEY275.L		
			1,2-Benzenedicarboxylic acid, dipr	134893	000131-16-8 87
			1,2-Benzenedicarboxylic acid, dibu	160080	000084-74-2 86
			1,2-Benzenedicarboxylic acid, dibu	160089	000084-74-2 78

Continuación del anexo 1.

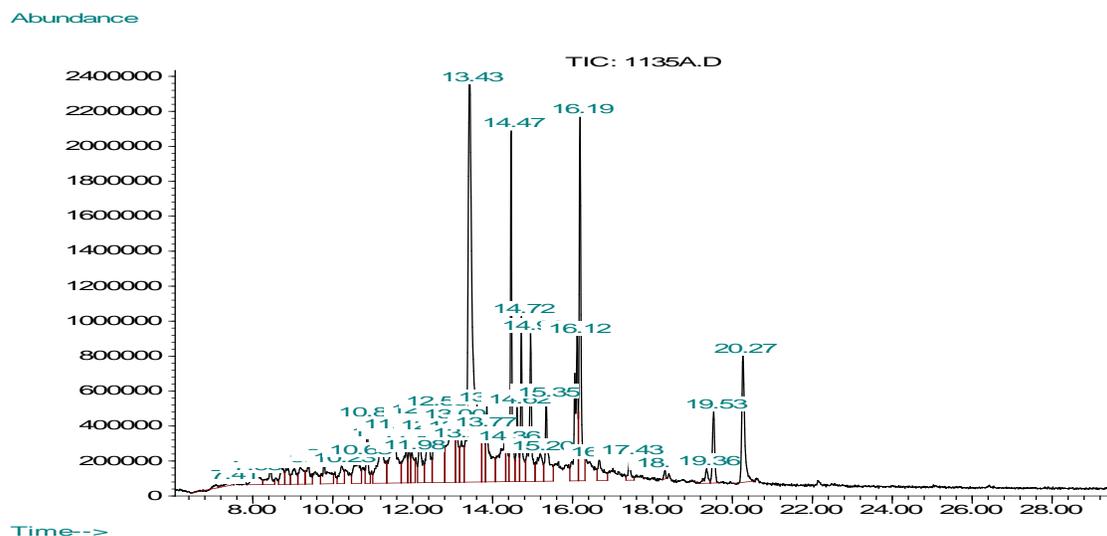
36	16.12	4.31	C:\DATABASE\WILEY275.L			
			9,12,15-Octadecatrienoic acid, met	172077	000301-00-8	96
			9,12,15-Octadecatrienoic acid, met 1	72078	000301-00-8	94
			ETHYL LINOLEOLATE	184551	000544-35-4	86
37	16.19	6.71	C:\DATABASE\WILEY275.L			
			3,7,11,15-Tetramethyl-2-hexadecen-	175369	102608-53-7	72
			NEOPHYTADIENE \$\$ 2,6,10-TRIMETHYL,			
			160635 000000-00-0			64
			2-Hexadecen-1-ol, 3,7,11,15-tetram	175359	000150-86-7	62
38	16.67	1.05	C:\DATABASE\WILEY275.L			
			Hexacosane (CAS) \$\$ n-Hexacosane	220197	000630-01-3	50
			Pentadecane (CAS) \$\$ n-Pentadecane	98301	000629-62-9	50
			Pentadecane (CAS) \$\$ n-Pentadecane	98307	000629-62-9	50
39	17.44	0.57	C:\DATABASE\WILEY275.L			
			Eicosane (CAS) \$\$ n-Eicosane	163878	000112-95-8	91
			Tridecane (CAS) \$\$ n-Tridecane \$\$	69461	000629-50-5	78
			N-EICOSANE	163902	000112-95-8	70
40	18.31	0.14	C:\DATABASE\WILEY275.L			
			Docosane (CAS) \$\$ n-Docosane \$\$ C2	186056	000629-97-0	52
			Octadecane (CAS) \$\$ n-Octadecane \$	139441	000593-45-3	38
			Octadecane (CAS) \$\$ n-Octadecane \$	139436	000593-45-3	38
41	19.35	0.49	C:\DATABASE\WILEY275.L			
			1a,9b-dihydro-4-methyl-1H-phenanth	92618	111005-47-1	52
			Heptadecane, 7-methyl- (CAS) \$\$ 7-	139423	020959-33-5	38
			Eicosane (CAS) \$\$ n-Eicosane	163884	000112-95-8	35

Continuación del anexo 1.

42	19.53	1.59	C:\DATABASE\WILEY275.L	
			3-Cyclohexene-1-methanol, .alpha.,	108211 023178-88-3 59
			.gamma.-cis-sesquicyclogeraniol \$\$	108497 108287-11-2 53
			.beta.-Bisabolene \$\$ Cyclohexene,	89166 000495-61-4 50
43	20.26	3.61	C:\DATABASE\WILEY275.L	
			1,2-Benzenedicarboxylic acid, bis (	230978 000117-81-7 87
			1,2-Benzenedicarboxylic acid, bis (	230979 000117-81-7 87
			1,2-Benzenedicarboxylic acid, 3-ni	96361 000603-11-2 80
Wed Jul 25 13:19:34 2012				

Fuente: archivo de la antigua escuela de ciencias químicas y farmacia, zona 1.

Anexo 2. **Cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas (CGC/MS/DS): obtención de fracción lipídica utilizando metanol como solvente en el método de extracción soxhlet**



Information from data file:	
File:	C:\HPCHEM\1\DATA\1135A.D
Operator:	mca
Date acquired:	25 Jul 12 12:28
Method file:	RAFAEL
Sample name:	1135 a
Misc info:	
Vial number:	1
Search libraries:	C:\DATABASE\WILEY275.L Minimum Quality: 0
Unknown spectrum:	Apex
Integration events:	Chemstation integrator - autoint1.e

Continuación del anexo 2.

Pk#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
1	7.10	0.16	C:\DATABASE\WILEY275.L			
			2-methyl-5,12-dithianaphtho[2,3-b]	163242	106161-11-9	43
			5-Methylthio-7,8-dihydro-6H-benzoc	162576	128039-58-7	43
			TRIMETHYLSILYL ESTER OF 3-METHYL-2	174609	000000-00-032	
2	7.41	0.25	C:\DATABASE\WILEY275.L			
			2-Methyl-5-(4'-methylphenyl)sulfon	162302	113121-75-8	32
			Cyclotetrasiloxane, octamethyl-	(C 174361	000556-67-2	32
			TRIMETHYLSILYL ESTER OF 3-METHYL-2	174609	000000-00-032	
3	7.97	0.87	C:\DATABASE\WILEY275.L			
			(2R,3S)-2-chloro-2,3-dibromobutano	171221	089294-82-6	35
			Vinyldimethyl(acetoxymethyl)silane	43573	000000-00-0	22
			Silane, trimethyl(1-methylethoxy)-	21942	001825-64-5	14
4	8.44	0.67	C:\DATABASE\WILEY275.L			
			Butanedinitrile (CAS) \$\$ Succinoni	2201	000110-61-2	43
			1,2-Butadiene, 3-methyl- (CAS) \$\$	1018	000598-25-4	43
			2,4-PENTADIENEOIC ACID	5505	021651-12-7	43
5	8.75	0.66	C:\DATABASE\WILEY275.L			
			p-Dioxane, 2,5-dimethyl-3-methylen	19221	003984-21-2	53
			Thiazole, 2-ethyl- (CAS) 2-Ethy	11300	015679-09-1	22
			2-Butenedioic acid (Z)-, dimethyl	30598	000624-48-6	12
6	8.88	0.65	C:\DATABASE\WILEY275.L			
			2-Pentyne (CAS) \$\$ Ethylmethylacet	994	000627-21-4	43
			2-Pentyne (CAS) \$\$ Ethylmethylacet	993	000627-21-4	43
			1,2-Butadiene, 3-methyl- (CAS)	1018	000598-25-4	43

Continuación del anexo 2.

7	9.05	0.76	C:\DATABASE\WILEY275.L		
			1,5-dideuterio-3-methylpentane	3600	094605-04-6 27
			2,5-OCTADIENE	9938	000000-00-0 18
			5-methyl furfural	9682	000620-02-0 18
8	9.20	0.87	C:\DATABASE\WILEY275.L		
			4-Cyclopentene-1,3-diol, trans- (C	6511	000694-47-3 76
			4-Cyclopentene-1,3-diol, cis- (CAS)	6510	029783-26-4 38
			3-Cyclohexycyclohexene \$\$ Cyclohex	49560	001808-09-9 35
9	9.40	0.78	C:\DATABASE\WILEY275.L		
			1-cyclopropyl-2-pyrazoline	9720	080201-77-0 22
			trans-2-Undecenal	53719	000000-00-0 16
			TRANS-2-UNDECENAL	53566	053448-07-0 16
10	9.79	1.29	C:\DATABASE\WILEY275.L		
			Benzeneacetonitrile, 2-cyano- (CAS)	29758	003759-28-2 22
			2-Propanol, 1-(dibutylamino)- (CAS)	71797	002109-64-0 18
			(+,-)-2-Hydroxy-1,5-dimethyl-6,8-d	43697	093912-86-8 15
11	10.23	0.76	C:\DATABASE\WILEY275.L		
			Methyl-(endo-tricyclo[2.2.0.0(2,6)	9850	000000-00-0 90
			Pyrazine, methoxy-, 1-oxide (CAS)	17435	032046-05-2 90
			1H-Azonine, octahydro- (CAS) \$\$ Az	18756	005661-71-2 90
12	10.63	1.48	C:\DATABASE\WILEY275.L		
			2-methyltricyclo[6.2.2.0(2,7)]dode	59459	000000-00-0 32
			3(2H)-Pyridazinone, 6-methyl- (CAS)	9599	013327-27-0 30
			Pentanedinitrile (CAS) \$\$ Glutaron	4767	000544-13-8 27

Continuación del anexo 2.

13	10.86	1.22	C:\DATABASE\WILEY275.L		
			5-n-butyl-7-methyl-octa-3,4,7-trie	76636	102070-19-9 43
			3,4-Heptadien-2-one, 3-cyclopentyl	76461	063922-50-9 25
			Silanamine, N-ethyl-1,1,1-trimethy	92507	014629-66-4 25
14	11.19	2.72	C:\DATABASE\WILEY275.L		
			Benzenemethanol, 4-(1-methylethyl)	35756	000536-60-7 50
			3,4-Diethylphenol \$\$ Phenol, 3,4-d	36017	000875-85-4 50
			4-Hydroxy-2-methylacetophenone	35517	000875-59-2 49
15	11.50	3.79	C:\DATABASE\WILEY275.L		
			vinyl butyl sulfide	13377	000000-00-0 43
			3-ethyl-1-thia-cyclopentane	13380	000000-00-0 43
			Octanoic acid. 3-oxo-. methyl este	57021	022348-95-4 38
16	11.84	1.44	C:\DATABASE\WILEY275.L		
			1-(2,4,6-Trimethylphenyl)buta-1,3-	57798	000000-00-0 83
			Naphthalene, 1,2-dihydro-2,5,8-tri	57815	030316-23-5 50
			methyl (E)-3-(diethylmethylsilyl)p 7	0620	088761-81-3 35
17	11.92	0.70	C:\DATABASE\WILEY275.L		
			1-Deutero-4-phenylbut-1-ene-3-yne	19899	013633-26-6 47
			2-Butenethioic acid, 3-(ethylthio)	88193	056196-50-0 35
			4,5-Dimethylthiazole S-oxide	19976	000000-00-0 35
18	11.98	1.01	C:\DATABASE\WILEY275.L		
			2-CYANO-4-METHYLPENTENOATE	27002	000000-00-0 42
			3-chloro-2-methyl-1-penten-4-one \$	21736	081454-77-5 38
			Methyl (E)-5-Bromo-4-methoxy-2-pen	106862	085858-53-3 25

Continuación del anexo 2.

19	12.18	1.77	C:\DATABASE\WILEY275.L		
			2-(5-acetyl-2-furyl)-1,4-naphthoqu	149724	099113-72-1 52
			4(3H)-Quinazolinone, 6-hydroxy-2-m	149739	005060-51-5 35
			2-Methyl-3-O-tolyl-6-hydroxy-4(3H)	149813	000000-00-0 35
20	12.42	2.14	C:\DATABASE\WILEY275.L		
			3-METHYL-THIOPHENE-2-CARBOXAMIDE	28516	07 99-7-33
			1,3-Disilacyclopent-4-ene, 1,1,3,3	41765	005927-28-6 50
			1,3-Disilacyclopent-4-ene, 1,1,3,3	41766	005927-28-6 50
21	12.55	5.03	C:\DATABASE\WILEY275.L		
			Nonanoic acid (CAS) \$\$ Nonoic acid	43827	000112-05-0 64
			1,6-ANHYDRO-BETA-D-GLUCOPYRANOSE	46650	000498-07-7-53
			Hexanoic acid, 6-bromo- (CAS)	6 77467	004224-70-8 50
22	13.00	4.14	C:\DATABASE\WILEY275.L		
			1H-Indene (CAS) \$\$ Inden Indene	13582	000095-13-6 15
			Acetic acid, oxo(phenylamino)-	49764	000500-72-1 14
			Disulfide, ethyl 2-methylpropyl	C 35069	040136-66-1 11
23	13.11	1.53	C:\DATABASE\WILEY275.L		
			4-Cyclopropylmethylbenzotrile	43316	000000-00-0 27
			1-HYDROXY-4-METHYLBENZOTRIAZOLE \$\$	34480	026198-27-5-25
			2,2'-BIS-(N-BUTYTHIO)-ETHYL ETHER	134661	000000-00-0-22

Continuación del anexo 2.

24	13.22	1.45	C:\DATABASE\WILEY275.L				
			4-Cyclopropylmethylbenzotrile	43316	000000-00-0	27	
			3,5-Xylyl isocyanide (CAS)	3,5-	21476	020600-56-0	22
			3,5-Xylyl isocyanide (CAS)	3,5-	21475	020600-56-0	22
25	13.43	19.99	C:\DATABASE\WILEY275.L				
			QUINIC ACID	75491	000000-00-0	38	
			1,2,3,5-tetramethylcyclohexane	(1r	28437	019899-29-7	27
			Hexanoic acid, 6-bromo- (CAS)	6	77467	004224-70-8	27
26	13.78	1.50	C:\DATABASE\WILEY275.L				
			2-Hexyn-1-ol (CAS)	5779	000764-60-3	38	
			3-Penten-2-ol (CAS) \$\$ 2-PENTEN-4-	3384	001569-50-2	35	
			Pentanedinitrile (CAS) \$\$ Glutaron	4767	000544-13-8	35	
27	13.85	2.93	C:\DATABASE\WILEY275.L				
			Triallylmethylsilane	51383	000000-00-0	47	
			Thiophene, 2-ethyl- (CAS)	2-Eth	10563	000872-55-9	47
			Thiophene, 2-ethyl- (CAS)	2-Eth	10564	000872-55-9	47
28	14.30	2.59	C:\DATABASE\WILEY275.L				
			Decanedioic acid (CAS)	Sebacic	86432	000111-20-6	35
			Nonanedioic acid (CAS)	Emerox 1	72205	000123-99-9	27
			.alpha.-D-Glucopyranoside,	.beta.-	206572	000057-50-1	22
29	14.36	0.88	C:\DATABASE\WILEY275.L				
			Tetradecanoic acid (CAS)	Myrist	114433	000544-63-8	45
			3(2H)-Pyridazinone, 6-methyl-	(CAS	9599	013327-27-0	38
			3-dimethylamino-2-isopropyl-2-	meth	27944	107267-45-8	38

Continuación del anexo 2.

30	14.47	5.36	C:\DATABASE\WILEY275.L		
			NEOPHYTADIENE \$\$ 2,6,10-TRIMETHYL, 160636	000000-00-098	
			NEOPHYTADIENE \$\$ 2,6,10-TRIMETHYL, 160635	000000-00-091	
			2-Hexadecen-1-ol, 3,7,11,15-tetram	175359	000150-86-7 81
31	14.61	1.67	C:\DATABASE\WILEY275.L		
			(E)-6,6-Dimethylcyclooct-4-en-1-on	38228	091531-49-6 74
			m-Menth-6-ene, (R)-(+)- (CAS)	26771	013837-70-2 59
			Cyclopropene, 1-butyl-2-ethyl- (CAS)	16958	050915-91-8 49
32	14.72	2.74	C:\DATABASE\WILEY275.L		
			1-Hexadecyne (CAS)	108666	000629-74-3 64
			2-Hexadecen-1-ol, 3,7,11,15-tetram	175359	000150-86-7 58
			3,7,11,15-Tetramethyl-2-hexadecen-	175369	102608-53-7 4
33	14.96	3.72	C:\DATABASE\WILEY275.L		
			Hexadecanoic acid, methyl ester (C	153622	000112-39-0 97
			Hexadecanoic acid, methyl ester (C	153614	000112-39-0 95
			Hexadecanoic acid, methyl ester (C	153624	000112-39-0 95
34	15.20	1.61	C:\DATABASE\WILEY275.L		
			DECANOIC ACID \$\$ CAPRIC ACID	57498	000334-48-5 38
			Hexadecanoic acid, 2-hydroxy-1,3-p	266700	000502-52-3 35
			SILICONE POLYMER	275821	000000-00-0 35
35	15.34	2.42	C:\DATABASE\WILEY275.L		
			1,2-Benzenedicarboxylic acid, dipr	134893	000131-16-8 87
			1,2-Benzenedicarboxylic acid, dibu	160080	000084-74-2 86
			1,2-Benzenedicarboxylic acid, dibu	160089	000084-74-2 78

Continuación del anexo 2.

36	16.12	4.31	C:\DATABASE\WILEY275.L			
			9,12,15-Octadecatrienoic acid, met	172077	000301-00-8	96
			9,12,15-Octadecatrienoic acid, met	172078	000301-00-8	94
			ETHYL LINOLEOLATE	184551	000544-35-4	86
37	16.19	6.71	C:\DATABASE\WILEY275.L			
			3,7,11,15-Tetramethyl-2-hexadecen-	175369	102608-53-7	72
			NEOPHYTADIENE \$\$ 2,6,10-TRIMETHYL,	160635	000000-00-064	
			2-Hexadecen-1-ol, 3,7,11,15-tetram	175359	000150-86-7	62
38	16.67	1.05	C:\DATABASE\WILEY275.L			
			Hexacosane (CAS) \$\$ n-Hexacosane	220197	000630-01-3	50
			Pentadecane (CAS) \$\$ n-Pentadecane	98301	000629-62-9	50
			Pentadecane (CAS) \$\$ n-Pentadecane	98307	000629-62-9	50
39	17.44	0.57	C:\DATABASE\WILEY275.L			
			Eicosane (CAS) \$\$ n-Eicosane	163878	000112-95-8	91
			Tridecane (CAS) \$\$ n-Tridecane	69461	000629-50-5	78
			N-EICOSANE	163902	000112-95-8	70
40	18.31	0.14	C:\DATABASE\WILEY275.L			
			Docosane (CAS) n-Docosane \$\$ C2	186056	000629-97-0	52
			Octadecane (CAS) n-Octadecane \$	139441	000593-45-3	38
			Octadecane (CAS) n-Octadecane \$	139436	000593-45-3	38
41	19.35	0.49	C:\DATABASE\WILEY275.L			
			1a,9b-dihydro-4-methyl-1H-phenanth	92618	111005-47-1	52
			Heptadecane, 7-methyl- (CAS) \$\$ 7-	139423	020959-33-5	38
			Eicosane (CAS) \$\$ n-Eicosane	163884	000112-95-8	35

Continuación del anexo 2.

42	19.53	1.59	C:\DATABASE\WILEY275.L	
			3-Cyclohexene-1-methanol, .alpha.,	108211 023178-88-3 59
			.gamma.-cis-sesquicyclogeraniol \$\$	108497 108287-11-2 53
			.beta.-Bisabolene \$\$ Cyclohexene.	89166 000495-61-4 50
43	20.26	3.61	C:\DATABASE\WILEY275.L	
			1,2-Benzenedicarboxylic acid, bis (	230978 000117-81-7 87
			1,2-Benzenedicarboxylic acid, bis (	230979 000117-81-7 87
			1,2-Benzenedicarboxylic acid, 3-ni	96361 000603-11-2 80
Wed Jul 25 13:19:34 2012				

Fuente: archivo de la antigua escuela de ciencias químicas y farmacia, zona 1.

Continuación del anexo 3.

Pk#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
1	7.91	1.47	C:\DATABASE\WILEY275.L			
			Ethanol, 2-(trimethylsilyl)-, acet	45163	016046-10-9	37
			Silane, ethoxytrimethyl- (CAS)	14023	001825-62-3	35
			1,1,2,2-Tetraethoxyethane	90812	000000-00-0	35
2	7.98	3.23	C:\DATABASE\WILEY275.L			
			Silane, ethoxytrimethyl- (CAS)	14026	001825-62-3	27
			2,2-Diethoxyacetophenone \$\$ Ethano	93513	006175-45-7	25
			Silane, dimethyl[(methylsilyl)meth	13880	018148-13-5	18
3	8.34	0.92	C:\DATABASE\WILEY275.L			
			2-Pentyne (CAS) \$\$ Ethylmethylacet	994	000627-21-4	18
			2-Pentyne (CAS) \$\$ Ethylmethylacet	993	000627-21-4	18
			HEXA-2.4-DIYNE-1.6-DIOL	9637	000000-00-0	17
4	8.43	1.13	C:\DATABASE\WILEY275.L			
			3-Hexyn-1-ol (CAS) \$\$ 3-Hexynol	5781	001002-28-4	35
			1,2-Butadiene, 3-methyl- (CAS)	1018	000598-25-4	30
			4-Heptenal (CAS)	10676	062238-34-0	27
5	8.69	3.27	C:\DATABASE\WILEY275.L			
			2,5,5-Trimethylpyrazolidin-3-one	19022	056679-01-7	15
			Thiazole, 2-ethyl- (CAS) \$\$ 2-Ethy	11300	015679-09-1	14
			2-Ethylaminoethanol \$\$ Ethanol. 2-	4218	000110-73-6	11
6	9.00	1.48	C:\DATABASE\WILEY275.L			
			Naphthalene (CAS) \$\$ White tar	19918	000091-20-3	50
			2-BUTENIC ACID, 2-METHYL-, ETHYL E	19118	055514-48-2	35
			N,N'-Diisopropyl-1,2-bis(aminooxy)	60312	092670-17-2	32

Continuación del anexo 3.

7	9.17	1.39	C:\DATABASE\WILEY275.L		
			5-Hexenenitrile, 2-methyl- (CAS)	9502 030316-00-8	38
			(Z)-1,2-dimethylcyclohexanol ci	19701 019879-11-9	38
			3-Cyclopentene-1,2-diol, cis- (CAS)	6509 000694-29-1	35
8	9.39	0.99	C:\DATABASE\WILEY275.L		
			1-cyclopropyl-2-pyrazoline	9720 080201-77-0	38
			7-Chloro-3-(4-methyl-1-piperazinyl	188208 059943-31-6	35
			DIETHYLPROPYL-BORANE	10938 000000-00-0	35
9	9.56	1.43	C:\DATABASE\WILEY275.L		
			1,5-Hexadiene, 2-methyl- (CAS)	5225 004049-81-4	18
			5-methyl furfural	9682 000620-02-0	18
			2,3-Pentadiene (CAS) \$\$ 1,3-Dimeth	1017 000591-96-8	18
10	9.79	1.77	C:\DATABASE\WILEY275.L		
			1-methyltriquinacen \$\$ Cyclopenta[	31604 097819-97-1	43
			1-Phenyl-1,3-dimethyl-allene \$\$ Be	31553 052741-30-7	35
			2,9a-Dihydro-1H-cyclopentacyclooct	31585 075437-30-8	35
11	10.20	1.72	C:\DATABASE\WILEY275.L		
			[1,2,3]Triazolo[1,5-a]pyrazine (CA	14679 051392-75-7	38
			Ethanone, 1-(2-aminophenyl)- (CAS)	23663 000551-93-9	38
			Ethanone, 1-(4-aminophenyl)- (CAS)	23669 000099-92-3	38
12	10.52	2.04	C:\DATABASE\WILEY275.L		
			2,3-DIHYDRO-BENZOFURAN	14904 000000-00-0	55
			4-Pentyn-1-ol \$\$ 2-(.gamma.-hydrox	2827 005390-04-5	43
			Benzaldehyde, 4-methyl- (CAS) \$\$ p	14840 000104-87-0	43

Continuación del anexo 3.

13	10.63	1.06	C:\DATABASE\WILEY275.L			
			Benzaldehyde, 2-methyl- (CAS) \$	14832	000529-20-4	38
			Benzofuran, 2,3-dihydro- (CAS) \$	14886	000496-16-2	30
			4,4,5,5-TETRADEUTERO-HEXAMETHYLENE	13387	000000-	00-027
14	10.87	1.49	C:\DATABASE\WILEY275.L			
			vitispirane	76616	000000-00-0	95
			.alpha.-Ionone \$	3-Buten-2-one, 4	76509	000127-41-3 46
			2(1H)-Naphthalenone, 3,4,4a,5,6,7-	76562	004668-61-5	42
15	11.06	0.91	C:\DATABASE\WILEY275.L			
			.alpha.-L-Galactopyranoside, methy	61825	014687-15-1	59
			BUTYL VINYL SULFIDE	13355	000000-00-0	43
			.beta.-D-Glucopyranoside, methyl (	77549	000709-50-2	42
16	11.16	2.82	C:\DATABASE\WILEY275.L			
			4-vinyl-2-methoxy-phenol	35459	000000-00-0	95
			3-methoxy acetophenone	35457	000000-00-0	58
			4-Hydroxy-2-methylacetophenone \$	35517	000875-59-2	49
17	11.49	4.52	C:\DATABASE\WILEY275.L			
			Pentanoic acid, 3-methyl-, methyl	20701	002177-78-8	27
			Pentanoic acid, 3-methyl-, methyl	20702	002177-78-8	27
			4-Heptenoic acid, methyl ester, (E	29338	054004-29-4	27
18	11.64	1.07	C:\DATABASE\WILEY275.L			
			Butanoic acid, 3-oxo-, propyl este	30782	001779-60-8	35
			vinyl butyl sulfide	13377	000000-00-0	27
			BUTYL VINYL SULFIDE	13355	000000-00-0	22

Continuación del anexo 3.

19	11.83	1.59	C:\DATABASE\WILEY275.L		
			1-(2,4,6-Trimethylphenyl)buta-1,3-	57798	000000-00-0 90
			Quinoline, 3-ethyl- (CAS) \$\$ 3-Eth	43250	001873-54-7 55
			Naphthalene, 1,2-dihydro-4,6,8-tri	57824	053156-12-0 50
20	11.92	2.51	C:\DATABASE\WILEY275.L		
			Pentanedioic acid, 3-methyl-, dibu	142405	056051-60-6 38
			1,3-Disilacyclobutane, 1,1,3,3-tet	30696	001627-98-1 37
			1,3-Disilacyclobutane, 1,1,3,3-tet	30695	001627-98-1 37
21	12.17	1.54	C:\DATABASE\WILEY275.L		
			2-(5-acetyl-2-furyl)-1,4-naphthoqu	149724	099113-72-1 90
			3-Cyano-5,6-dihydro-2-methyl-4-(me	149826	130445-67-9 90
			3,4,8-trimethyl-9-oxy-1-trimethyls	149706	121944-74-9 90
22	12.36	1.35	C:\DATABASE\WILEY275.L		
			L-Ascorbic acid (CAS) \$\$ Ascorbic	60072	000050-81-7 38
			O-Ethylbenzotrile	21541	034136-59-9 25
			2H-Thiopyran, tetrahydro-4-methyl-	13370	005161-17-1 22
23	12.41	0.72	C:\DATABASE\WILEY275.L		
			2,4,4-trimethyl-2,4-disila-5-hexyn	41768	105517-98-4 64
			Thieno(3,2-d)isothiazole \$\$ Thieno	28487	003773-71-5 50
			OXACYCLOPENT-3-EN-2-ON-5-CARBONIC	127343	000000
24	12.54	6.39	C:\DATABASE\WILEY275.L		
			1,6-ANHYDRO-BETA-D-GLUCOPYRANOSE		
			46650	000498-07-7	59
			Benzotrile, 4-(2-methyl-1,3-oxat	90038	000000-00-0 50
			Hexanoic acid, 6-bromo- (CAS)	6 77467	004224-70-8 50

Continuación del anexo 3.

25	12.97	4.19	C:\DATABASE\WILEY275.L		
			1-fluoro-1-(4-methoxyphenyl)-2-met	64567	052571-00-3 80
			2,6-Dimethyl-3-(methoxymethyl)-p-b	64343	040113-58-4 59
			4-Cyclopropylmethylbenzotrile	43316	000000-00-0 25
26	13.09	1.33	C:\DATABASE\WILEY275.L		
			4-Cyclopropylmethylbenzotrile	43316	000000-00-0 22
			N-Methylphenylethanolamine, di-TMS	174021	000000-00-0 22
			Pentadecanoic acid, 3-oxo-, methyl	153446	054889-72-4 14
27	13.21	1.77	C:\DATABASE\WILEY275.L		
			4-Cyclopropylmethylbenzotrile	43316	000000-00-0 27
			p-Ethylbenzotrile \$\$ 4-Ethylbenz	21470	025309-65-3 25
			O-Ethylbenzotrile	21540	034136-59-9 25
28	13.44	26.59	C:\DATABASE\WILEY275.L		
			QUINIC ACID	75491	000000-00-0 38
			Ethanone, 1-cyclopentyl- (CAS)	10721	006004-60-0 27
			Hexanoic acid, 6-bromo- (CAS)	6 77467	004224-70-8 27
29	14.21	1.96	C:\DATABASE\WILEY275.L		
			QUINIC ACID	75491	000000-00-0 38
			BUTYL VINYL SULFIDE	13355	000000-00-0 30
			TRANS-4-METHYL-6,8-DIOXA-3-THIABIC	32121	069697-51
30	14.35	0.50	C:\DATABASE\WILEY275.L		
			vinyl butyl sulfide	13377	000000-00-0 38
			9-Octadecenoic acid (Z)- (CAS)	163699	000112-80-1 35
			Trisilane (CAS) \$\$ Trisilicane \$\$	4621	007783-26-8 18

Continuación del anexo 3.

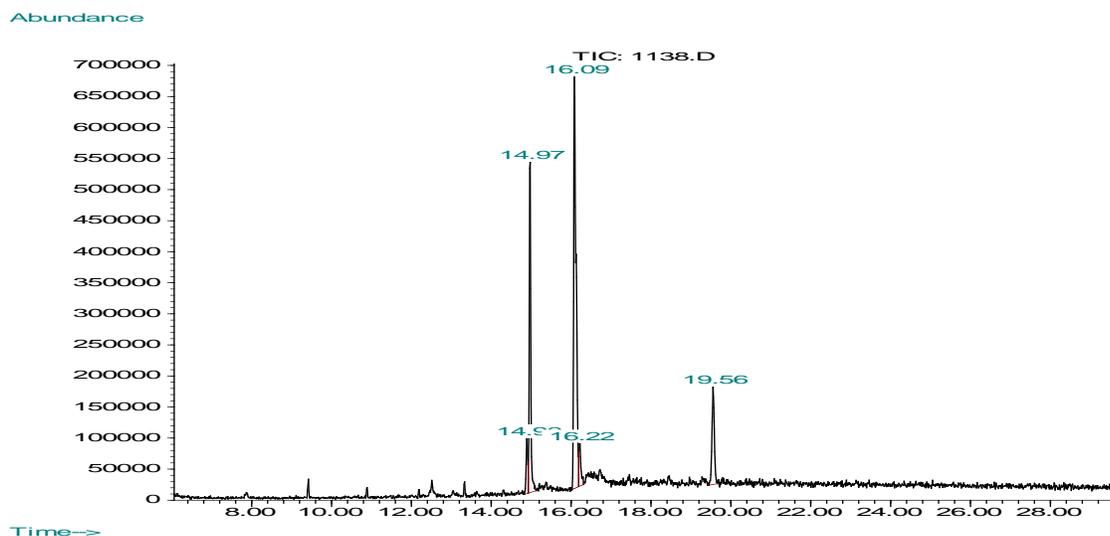
31	14.46	2.28	C:\DATABASE\WILEY275.L		
			NEOPHYTADIENE \$\$ 2,6,10-TRIMETHYL,	160635	000000-00-098
			(-)-TRANS PINANE \$\$ Bicyclo[3.1.1]	26820	000473-55-2 60
			cis-11-Hexadecen-1-yl acetate	163745	000000-00-0 53
32	14.62	0.79	C:\DATABASE\WILEY275.L		
			(-)-TRANS PINANE \$\$ Bicyclo[3.1.1]	26821	000473-55-2 46
			(-)-TRANS PINANE \$\$ Bicyclo[3.1.1]	26820	000473-55-2 38
			(+)-4(R)-(methylamino)-3(S),6(S)-	27240	116809-26-8 25
33	14.73	1.13	C:\DATABASE\WILEY275.L		
			Camphor \$\$ Bicyclo[2.2.1]heptan-2-	38378	000076-22-2 52
			Tetradecanal (CAS) \$\$ Myristaldehy	98176	000124-25-4 47
			2,4-Hexadienal, (E,E)- (CAS) So	5100	004488-48-6 43
34	14.87	1.14	C:\DATABASE\WILEY275.L		
			Cyclohexane, 1,5-diethenyl-3-methy	47634	074742-35-1 38
			BENZYL ALCOHOL	9181	000100-51-6 30
			3-Tetradecen-5-yne, (Z)- (CAS)	76728	074663-68-6 30
35	14.96	2.69	C:\DATABASE\WILEY275.L		
			Hexadecanoic acid, methyl ester (C	153624	000112-39-0 97
			Hexadecanoic acid, methyl ester (C	153619	000112-39-0 96
			Hexadecanoic acid, methyl ester (C	153613	000112-39-0 96
36	15.19	0.72	C:\DATABASE\WILEY275.L		
			DECANOIC ACID \$\$ CAPRIC ACID	57498	000334-48-5 38
			Hexadecanoic acid (CAS) \$\$ Palmiti	141012	000057-10-3 25
			2-Acetyl-2-thiazoline	19977	000000-00-0 25

Continuación del anexo 3.

37	16.06	1.23	C:\DATABASE\WILEY275.L	8,11-Octadecadienoic acid, methyl	173619	056599-58-7	95
				9,12-Octadecadienoic acid, methyl	173622	002566-97-4	95
				9,12-Octadecadienoic acid (Z,Z)-,	173648	000112-63-0	95
38	16.12	1.69	C:\DATABASE\WILEY275.L	9,12,15-Octadecatrienoic acid, met	172083	007361-80-0	95
				7,10,13-Hexadecatrienoic acid, met	148203	056554-30-4	93
				9,12,15-Octadecatrienoic acid, met	172077	000301-00-8	91
39	16.19	3.91	C:\DATABASE\WILEY275.L	Cyclohexanol, 5-methyl-2-(1-methyl	42595	000490-99-3	46
				PHYTOL	175376	000000-00-0	43
				Octadecanal (CAS) \$\$ Stearaldehyde	151920	000638-66-4	38
40	19.52	0.81	C:\DATABASE\WILEY275.L	(E,E,E)-3,7,11,15-Tetramethylhexad	155521	077898-97-6	55
				.beta.-Farnesene \$\$ 1,6,10-Dodecat	89128	018794-84-8	41
				(all-E)-2,6,10,14-Tetramethyl-16-(	234081	132274-02-3	38
41	20.27	0.46	C:\DATABASE\WILEY275.L	1,2-Benzenedicarboxylic acid, diis	230990	027554-26-3	64
				1,2-Benzenedicarboxylic acid, bis(	230978	000117-81-7	50
				1,2-Benzenedicarboxylic acid, bis(	230983	000117-81-7	50
Wed Jul 25 13:48:26 2012							

Fuente: archivo de la antigua escuela de ciencias químicas y farmacia, zona 1.

Anexo 4. **Cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas (CGC/MS/DS): obtención de fracción lipídica utilizando metanol como solvente en el método de extracción por maceración**



Information from data file:	
File:	C:\HPCHEM\1\DATA\1138.D
Operator:	mca
Date acquired:	16 Jul 12 12:39
Method file:	RAFAEL
Sample name:	1138
Misc info:	
Vial number:	1
Search libraries:	C:\DATABASE\WILEY275.L Minimum Quality: 0
Unknown spectrum:	Apex
Integration events:	Chemstation Integrator - autoint1.e

Continuación del anexo 4.

Pk#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
1	14.90	4.41	C:\DATABASE\WILEY275.L			
			tricyclo[5.1.0.0(2,8)]octan	Tri	9339 036328-29-7	38
			1-(2'-Nitro-2'-propenyl)cycloocten		79452 080255-21-6	38
			2-(2-methylenecyclohexyl)ethan-1-o		28174 053544-46-0	27
2	14.97	26.24	C:\DATABASE\WILEY275.L			
			Hexadecanoic acid, methyl ester	(C 153627	000112-39-0	94
			Hexadecanoic acid, methyl ester	(C 153624	000112-39-0	94
			Hexadecanoic acid, methyl ester	(C 153610	000112-39-0	93
3	16.09	52.72	C:\DATABASE\WILEY275.L			
			8-Octadecenoic acid, methyl ester	175220	002345-29-1	99
			9-Octadecenoic acid (Z)-, methyl e	175227	000112-62-9	98
			8-Octadecenoic acid, methyl ester,	175221	026528-50-7	97
4	16.22	4.75	C:\DATABASE\WILEY275.L			
			Octadecanoic acid, methyl ester	(C 176805	000112-61-8	76
			Heptadecanoic acid, 16-methyl-, me	176821	005129-61-3	62
			Octadecanoic acid, methyl ester	(C 176797	000112-61-8	58
5	19.56	11.89	C:\DATABASE\WILEY275.L			
			3-Cyclohexene-1-methanol, .alpha. ,	108211	023178-88-3	49
			trans-Caryophyllene \$\$ Bicyclo[7.2	89249	000087-44-5	38
			(S)-4,4-Dimethyl-2-(4-methyl-3-cyc	89633	000000-00-0	38
Wed Jul 25 12:09:23 2012						

Fuente: archivo de la antigua escuela de ciencias químicas y farmacia, zona 1.