



## **UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR**

**Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente**

**Carrera de Agroindustria**

### **Tema:**

CARACTERIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS QUÍMICAS DEL ACEITE DE CHOCHO (*Lupinus mutabilis Sweet*) DE DOS VARIEDADES (450 ANDINO Y 451 GUARANGUITO), EN LA PARROQUIA SALINAS DE LA PROVINCIA BOLÍVAR.

**Proyecto de investigación previo a la obtención del título de Ingeniero Agroindustrial otorgado por la Universidad Estatal de Bolívar, a través de la Facultad de Ciencias Agropecuarias Recursos Naturales y del Ambiente, Carrera de Ingeniería Agroindustrial.**

### **Autores:**

Josselin Lizbeth Sisalema Arteaga

Luis Armando Zavala Flor

### **Tutora:**

Dra. Herminia Sanaguano PhD.

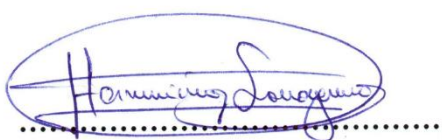
GUARANDA – ECUADOR

2023

**TEMA:**

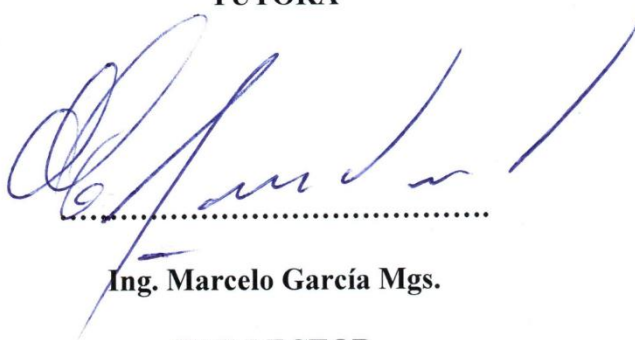
**CARACTERIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS QUÍMICAS DEL ACEITE DE CHOCHO (*Lupinus mutabilis Sweet*) DE DOS VARIEDADES (450 ANDINO Y 451 GUARANGUITO), EN LA PARROQUIA SALINAS DE LA PROVINCIA BOLÍVAR.**

**REVISADO Y APROBADO POR:**



**Dra. Herminia Sanaguano PhD.**

**TUTORA**



**Ing. Marcelo García Mgs.**

**PAR LECTOR**



**Ing. Darwin Nuñez Mgs.**

**PAR LECTOR**

## CERTIFICACIÓN DE AUDITORÍA

Yo, Josselin Lizbeth Sisalema Arteaga, con CI: 0250281102 y Luis Armando Zavala Flor, con CI: 2350313439, declaramos que el trabajo y los resultados presentados en este informe, no han sido previamente presentados para ningún grado, o calificación profesional; y, que las referencias bibliográficas que se incluyen han sido consultadas y citadas con su respectivo autor (es).

La Universidad Estatal de Bolívar, puede hacer uso de los derechos de publicación correspondiente a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, su Reglamentación y la Normativa Institucional vigente.

Josselin Lizbeth Sisalema Arteaga

Autor

CI: 0250281102

Luis Armando Zavala Flor

Autor

CI: 2350313439



Se otorgó ante mi y en fe de ello  
confiero ésta ~~trámite~~ copia  
certificada, firmada y sellada en 3fs  
Guaranda, D.S. de ~~10 de noviembre~~ del 20.23

Ing. Herminia Sanaguano PhD.

Tutora

CI: 0601587280

Dr. Hernán Cristóbal Arco  
NOTARIO SEGUNDO DEL CANTÓN GUARANDA

20230201002P01595 DECLARACION JURAMENTADA  
OTORGAN: JOSSELIN LIZBETH SISALEMA ARTEAGAY OTRO  
CUANTIA: INDETERMINADA  
DI 2 COPIAS



En la ciudad de Guaranda, provincia Bolívar, República del Ecuador, hoy día miércoles ocho de noviembre de dos mil veintitrés, ante mí DOCTOR HERNÁN RAMIRO CRIOLLO ARCOS, NOTARIO SEGUNDO DE ESTE CANTÓN, comparecen los señores: Josselin Lizbeth Sisalema Arteaga y Luis Armando Zavala Flor, por sus propios derechos. Los comparecientes son de nacionalidad ecuatoriana, mayores de edad, de estados civil solteros, domiciliados en esta ciudad de Guaranda, con celular número: cero nueve seis nueve siete siete ocho cero cero dos y cero nueve ocho ocho tres nueve siete nueve uno cero, correo electrónico: [sisalemajoselin@gmail.com](mailto:sisalemajoselin@gmail.com) y [lui.zavala1998@gmail.com](mailto:lui.zavala1998@gmail.com), a quienes de conocerlos doy fe en virtud de haberme exhibido sus cédulas de ciudadanía en base a la que procedo a obtener sus certificados electrónicos de datos de identidad ciudadana, del Registro Civil, mismo que agrego a esta escritura como documentos habilitantes; bien instruidos por mí el Notario en el objeto y resultados de esta escritura de Declaración Juramentada que a celebrarla proceden, libre y voluntariamente.- En efecto juramentado que fue en legal forma previa las advertencias de la gravedad del juramento, de las penas de perjurio y de la obligación que tienen de decir la verdad con claridad y exactitud, declaran lo siguiente: “Que previo a la obtención del Título de Ingenieros Agroindustriales, otorgado por la Universidad Estatal de Bolívar, a través de la Facultad de Ciencias Agropecuarias Recursos Naturales y del Ambiente, de la carrera de Agroindustria, manifestamos que los criterios e ideas emitidas en el presente Proyecto de investigación Titulado: **“CARACTERIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS QUÍMICAS DEL ACEITE DE CHOCHO (*Lupinus mutabilis Sweet*) DE DOS VARIEDADES (450 ANDINO Y 451 GUARANGUITO), EN LA PARROQUIA SALINAS DE LA PROVINCIA BOLÍVAR.”**, es de nuestra exclusiva responsabilidad en calidad de autores, además autorizamos a la Universidad Estatal de Bolívar hacer uso de todos los contenidos que nos pertenece o parte de los que contiene esta obra, con fines estrictamente académicos o de investigación. Es todo cuanto tenemos que decir en honor a la verdad”. Hasta aquí la declaración juramentada que junto con los documentos anexos y habilitantes que se incorpora queda elevada a escritura pública con todo el valor legal, y que los comparecientes aceptan en todas y cada una de sus partes, para la celebración de la presente escritura se observaron los preceptos y requisitos previstos en la Ley Notarial; y, leída que le fue a los comparecientes por mí el Notario, se ratifican y firman conmigo en unidad de acto quedando incorporada en el Protocolo de esta Notaría, de todo cuanto DOY FE.

Josselin Lizbeth Sisalema Arteaga  
C.C. 0250281102

Luis Armando Zavala Flor  
C.C. 2350313439

DR. HERNÁN RAMIRO CRIOLLO ARCOS  
NOTARIO SEGUNDO DE CANTÓN GUARANDA





## CERTIFICADO DIGITAL DE DATOS DE IDENTIDAD

**Número único de identificación:** 0250281102

**Nombres del ciudadano:** SISALEMA ARTEAGA JOSSELIN LIZBETH

**Condición del cedulado:** CIUDADANO

**Lugar de nacimiento:** ECUADOR/BOLIVAR/SAN MIGUEL/SAN MIGUEL

**Fecha de nacimiento:** 28 DE AGOSTO DE 1999

**Nacionalidad:** ECUATORIANA

**Sexo:** MUJER

**Instrucción:** BACHILLERATO

**Profesión:** ESTUDIANTE

**Estado Civil:** SOLTERO

**Cónyuge:** No Registra

**Fecha de Matrimonio:** No Registra

**Datos del Padre:** SISALEMA SANCHEZ ANGEL STALIN

**Nacionalidad:** ECUATORIANA

**Datos de la Madre:** ARTEAGA DIAS JENNY DEL ROCIO

**Nacionalidad:** ECUATORIANA

**Fecha de expedición:** 15 DE MAYO DE 2019

**Condición de donante:** SI DONANTE

Información certificada a la fecha: 8 DE NOVIEMBRE DE 2023

Emisor: HERNAN RAMIRO CRIOLLO ARCOS - BOLIVAR-GUARANDA-NT 2 - BOLIVAR - GUARANDA



N° de certificado: 231-950-61804



231-950-61804

Ing. Carlos Echeverría.

Director General del Registro Civil, Identificación y Cedulación

Documento firmado electrónicamente





## CERTIFICADO DIGITAL DE DATOS DE IDENTIDAD

Número único de identificación: 2350313439

Nombres del ciudadano: ZAVALA FLOR LUIS ARMANDO

Condición del cedulao: CIUDADANO

Lugar de nacimiento: ECUADOR/ESMERALDAS/QUININDE/ROSA  
ZARATE

Fecha de nacimiento: 25 DE MAYO DE 1998

Nacionalidad: ECUATORIANA

Sexo: HOMBRE

Instrucción: BACHILLERATO

Profesión: BACHILLER

Estado Civil: SOLTERO

Cónyuge: No Registra

Fecha de Matrimonio: No Registra

Datos del Padre: ZAVALA GAIBOR HUGO MESIAS

Nacionalidad: ECUATORIANA

Datos de la Madre: FLOR HERRERA NERI MARBEL

Nacionalidad: ECUATORIANA

Fecha de expedición: 15 DE AGOSTO DE 2023

Condición de donante: SI DONANTE

Información certificada a la fecha: 8 DE NOVIEMBRE DE 2023

Emisor: HERNAN RAMIRO CRIOLLO ARCOS - BOLIVAR-GUARANDA-NT 2 - BOLIVAR - GUARANDA



N° de certificado: 238-950-62150



238-950-62150

Ing. Carlos Echeverría.

Director General del Registro Civil, Identificación y Cedulación  
Documento firmado electrónicamente





**REPÚBLICA DEL ECUADOR**  
DIRECCIÓN GENERAL DE REGISTRO CIVIL, IDENTIFICACIÓN Y CEDULACIÓN

CÉDULA DE CIUDADANÍA  
APELLIDOS Y NOMBRES  
**SISALEMA ARTEAGA JOSSELIN LIZBETH**  
LUGAR DE NACIMIENTO  
**BOLIVAR SAN MIGUEL**  
FECHA DE NACIMIENTO **1999-08-28**  
NACIONALIDAD **ECUATORIANA**  
SEXO **MUJER**  
ESTADO CIVIL **SOLTERO**

N. **025028110-2**

INSTRUCCIÓN **BACHILLERATO** PROFESIÓN / OCUPACIÓN **ESTUDIANTE** A1111A1111

APELLIDOS Y NOMBRES DEL PADRE **SISALEMA SANCHEZ ANGEL STALIN**  
APELLIDOS Y NOMBRES DE LA MADRE **ARTEAGA DIAS JENNY DEL ROCIO**  
LUGAR Y FECHA DE EXPEDICIÓN **GUARANDA 2019-05-15**  
FECHA DE EXPIRACIÓN **2029-05-15**

CC N°: **0250281102**

**CERTIFICADO de VOTACIÓN**  
15 DE OCTUBRE DE 2023 - SEGUNDA VUELTA

**SISALEMA ARTEAGA JOSSELIN LIZBETH** N° **25516969**

PROVINCIA: **BOLIVAR**  
CIRCUNSCRIPCIÓN:  
CANTÓN: **CHIMBO**  
PARROQUIA: **SAN SEBASTIAN**  
ZONA:  
JUNTA No. **0001 FEMENINO**

CC N°: **0250281102**



**CÉDULA DE IDENTIDAD** REPÚBLICA DEL ECUADOR  
DIRECCIÓN GENERAL DE REGISTRO CIVIL, IDENTIFICACIÓN Y CEDULACIÓN  
CONDICIÓN CIUDADANÍA

APELLIDOS **ZAVALA FLOR**  
NOMBRES **LUIS ARMANDO**  
NACIONALIDAD **ECUATORIANA**  
FECHA DE NACIMIENTO **25 MAY 1998**  
LUGAR DE NACIMIENTO **ESMERALDAS QUININDE ROSA ZARATE**  
FIRMA DEL TITULAR

SEXO **HOMBRE**  
No. DOCUMENTO **063210015**  
FECHA DE VENCIMIENTO **15 AGO 2033**  
NAT/ICAN **748029**

NUI. **2350313439**

APELLIDOS Y NOMBRES DEL PADRE **ZAVALA GAIBOR HUGO MESIAS** CÓDIGO DACILAR **V33431222**  
APELLIDOS Y NOMBRES DE LA MADRE **FLOR HERRERA NERI MARBEL** TIPO SANGRE **N/R**  
ESTADO CIVIL **SOLTERO**

LUGAR Y FECHA DE EMISIÓN **GUARANDA 15 AGO 2023**

DONANTE **SI**

**I<Ecu0632100156<<<<<<2350313439  
9805253M3308154Ecu<SI<<<<<<<<<1  
ZAVALA<FLOR<<LUIS<ARMANDO<<<<<<**

**CERTIFICADO de VOTACIÓN**  
16 DE OCTUBRE DE 2023 - SEGUNDA VUELTA

**ZAVALA FLOR LUIS ARMANDO** N° **20816943**

PROVINCIA: **BOLIVAR**  
CIRCUNSCRIPCIÓN:  
CANTÓN: **GUARANDA**  
PARROQUIA: **SALINAS**  
ZONA: **1**  
JUNTA No. **0005 MASCULINO**

CC N°: **2350313439**



Factura: 001-002-000039949



20230201002P01595

NOTARIO(A) HERNAN RAMIRO CRIOLLO ARCOS  
NOTARÍA SEGUNDA DEL CANTON GUARANDA  
EXTRACTO

Escritura N°:		20230201002P01595					
<b>ACTO O CONTRATO:</b>							
DECLARACIÓN JURAMENTADA PERSONA NATURAL							
FECHA DE OTORGAMIENTO:		8 DE NOVIEMBRE DEL 2023, (13:55)					
<b>OTORGANTES</b>							
<b>OTORGADO POR</b>							
Persona	Nombres/Razón social	Tipo interviniente	Documento de identidad	No. Identificación	Nacionalidad	Calidad	Persona que le representa
Natural	SISALEMA ARTEAGA JOSSELIN LIZBETH	POR SUS PROPIOS DERECHOS	CÉDULA	0250281102	ECUATORIANA	COMPARECIENTE	
Natural	ZAVALA FLOR LUIS ARMANDO	POR SUS PROPIOS DERECHOS	CÉDULA	2350313439	ECUATORIANA	COMPARECIENTE	
<b>A FAVOR DE</b>							
Persona	Nombres/Razón social	Tipo interviniente	Documento de identidad	No. Identificación	Nacionalidad	Calidad	Persona que representa
<b>UBICACIÓN</b>							
Provincia		Cantón			Parroquia		
BOLIVAR		GUARANDA			ANGEL POLIVIO CHAVEZ		
DESCRIPCIÓN DOCUMENTO:							
OBJETO/OBSERVACIONES:							
CUANTÍA DEL ACTO O CONTRATO:		INDETERMINADA					

NOTARIO(A) HERNAN RAMIRO CRIOLLO ARCOS  
NOTARÍA SEGUNDA DEL CANTÓN GUARANDA





NOMBRE DEL TRABAJO

TESIS\_FINAL\_JOSSELIN\_SISALEMA&LUI  
S\_ZAVALA.docx

AUTOR

Josselin SISALEMA

RECuento DE PALABRAS

15946 Words

RECuento DE CARACTERES

87988 Characters

RECuento DE PÁGINAS

112 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

25.4MB

FECHA DE ENTREGA

Oct 30, 2023 10:30 AM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Oct 30, 2023 10:33 AM GMT-5


● **8% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base

- 7% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 4% Base de datos de trabajos entregados
- 0% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Cross

● **Excluir del Reporte de Similitud**

- Coincidencia baja (menos de 12 palabras)
- Bloques de texto excluidos manualmente
- Fuentes excluidas manualmente

  
Ing. Herminia Sanaguano PhD  
Tutor

## DEDICATORIA

El fruto de este trabajo de investigación se lo dedico infinitamente a mi Dios todo poderoso, por ser mi luz, y guía en los momentos más difíciles y andar siempre conmigo manteniéndome en pie, también se la dedico a mis ángeles guardianes que se me adelantaron al cielo y desde ahí me cuidan con sus bendiciones, papi Ángel, mami Graciela y mami Susanita (Abuelitos), que hoy deben de estar orgullosos por este logro que he alcanzado.

A los seres más valiosos que la vida y Dios me pudo dar que son mis padres Stalin Sisalema y Jenny Arteaga, ellos son mi mayor fuerza como debilidad, gracias por brindarme siempre ese amor tan puro e incondicional siendo mi pilar fundamental en los momentos de alegrías y tristezas, como no amarlos si han sido mis mentores desde mis primeros pasos en mi formación personal y académicos, gracias por todo ese sacrificio y entrega que han hecho posible que una meta más en mi vida se cumpla; pese a todas las adversidades que nos ha tocado pasar hemos salido adelante. No me alcanzara la vida para contribuirles todo lo que han hecho por mí, convirtiéndome en una mujer de principios y valores, mi mayor respeto y admiración hacia ellos.

También agradecer a mis queridos hermanos Gabriel, Jairo y Emiliano, por siempre brindarme su cariño, a mi cuñada Yoselin y mis queridos sobrinos Josemith y Cayetana por el apoyo absoluto brindado en este camino, los amo con mi vida siempre estaré ahí para ustedes.

Agradecer a mi papi Oswaldo (abuelito), mis tíos Miguel, Marcelo, Mariana quienes con su apoyo y buenos consejos me encaminaron para lograr culminar con éxito esta meta.

A mis queridos cómplices mis primos, Andrea, Emily, Joel, Yajaira, Hellen gracias por el apoyo, sus consejos, y enseñanzas por hacer de esta vida más alegre y saber que siempre puedo contar con ustedes cuando más lo he necesitado.

Finalmente agradezco a mi compañero de tesis Luis por su amistad y ayuda durante el proceso de este trabajo.

*Josselin Sisalema*

## DEDICATORIA

Le dedico el resultado de este proyecto de investigación a Dios, quien ha sido mi guía, fortaleza y su mano de fidelidad y amor han estado conmigo hasta el día de hoy, también se la dedico a mi hermano Juan Quintero, que en paz descanse, por enseñarme a luchar por mis seres queridos y por mostrarme lo bueno que es tener hermanos.

A mis padres Hugo Zavala y Nery Flor quienes con su amor, paciencia y esfuerzo me han permitido llegar a cumplir hoy un sueño más, gracias por inculcar en mí el ejemplo de esfuerzo y valentía, de no temer las adversidades porque Dios está conmigo siempre.

Me han enseñado hacer la persona que soy hoy, mis principios, mis valores, mi perseverancia y empeño.

A mi abuelita Victoria Gaibor que con la sabiduría de Dios me ha enseñado a ser quien soy hoy. Gracias por tu paciencia, por enseñarme el camino de la vida, gracias por tus consejos, por el amor que me has dado y por tu apoyo incondicional en mi vida. Gracias por llevarme en tus oraciones porque estoy seguro de que siempre lo haces.

A mis hermanos Natali y Gabriel por su cariño y apoyo incondicional, me impulsan para salir adelante, además de saber que mis logros también son los suyos.

A toda mi familia de Salinas Senay Arias y sus hijos Wladimir, Monica, Klinger, Maritza gracias por siempre brindarme todo su cariño, consejos y palabras de aliento hicieron de mí una mejor persona y de una u otra forma me acompañan en todos mis sueños y metas.

A mis amigos Bryan, Christopher, Sergio, Andrés, Alex, Alexander, gracias por estar siempre conmigo, por las risas, las charlas, los buenos y malos momentos.

Finalmente agradezco a mi compañera de tesis Josselin por su amistad y ayuda durante el proceso del trabajo. Es un gran honor para mí poder contar con su amistad y apoyo.

*Luis Zavala*



## **AGRADECIMIENTO**

Quiero expresar mi profundo agradecimiento a todas las personas que hicieron posible la realización de esta tesis.

Primeramente, damos gracias a Dios por brindarnos salud, sabiduría y perseverancia para poder culminar una etapa más en nuestra vida universitaria, siendo nuestra fortaleza en los momentos más difíciles.

A nuestra prestigiosa y querida Universidad Estatal de Bolívar a la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente en especial a la Carrera de Agroindustrias, donde nos abrieron las puertas para iniciar nuestra etapa universitaria y nos permitió formarnos como profesionales.

Queremos agradecer a la Ing. Herminia Sanaguano PhD (Tutora), por su orientación experta, apoyo constante y dedicación a lo largo de este proyecto, así como también al Ing. Marcelo García (Lector) e Ing. Darwin Nuñez (Lector), por habernos brindado sus conocimientos y consejos que fueron fundamentales para llevar a cabo esta investigación de manera exitosa.

A cada uno de estas personas y entidades, les estamos profundamente agradecidos. Esta tesis no habría sido una realidad sin su apoyo y colaboración.

*Josselin Sisalema y Luis Zavala*

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

CONTENIDO	Pág.
DEDICATORIA.....	X
AGRADECIMIENTO .....	XII
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	XIII
ÍNDICE DE TABLAS.....	XVII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XIX
ÍNDICE DE ANEXOS .....	XX
RESUMEN.....	XXI
SUMMARY .....	XXII
<b>CAPÍTULO I</b> .....	1
1.1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.2. PROBLEMA .....	4
1.3. OBJETIVOS.....	6
1.3.1. Objetivo general .....	6
1.3.2. Objetivos específicos .....	6
1.4. HIPÓTESIS .....	7
1.4.1. Hipótesis nula (Ho) .....	7
1.4.2. Hipótesis alterna (Hi) .....	7
<b>CAPÍTULO II</b> .....	8
2. MARCO TEÓRICO.....	8
2.1. Origen.....	8
2.1. Chocho ( <i>Lupinus mutabilis Sweet</i> ).....	8
2.1.1. Características .....	9
2.1.2. Taxonomía del chocho ( <i>Lupinus mutabili Sweet</i> ).....	10
2.1.3. Propiedades nutricionales.....	10
2.2. Variedades de chocho.....	11
2.2.1. INIAP 450 Andino .....	11

2.2.2.	Producción INIAP 450 Andino.....	12
2.3.	INIAP 451 Guaranguito .....	13
2.3.1.	Producción INIAP 451 Guaranguito.....	14
2.4.	Beneficios del consumo de chocho .....	14
2.5.	Uso agroindustrial del chocho .....	14
2.6.	Aceite esencial de chocho .....	15
2.6.1.	Características del aceite comestible.....	16
2.6.2.	Compuestos bioactivos del aceite de chocho.....	16
2.7.	Tipos de aceites .....	17
2.7.1.	Aceite esencial .....	17
2.7.2.	Aceite vegetal.....	17
2.8.	Propiedades de los aceites .....	17
2.9.	Métodos de extracciones .....	18
2.9.1.	Extracción por Soxhlet.....	18
2.9.2.	Extracción por prensado en frío .....	19
2.10.	Análisis físicos químicos de los aceites .....	20
2.10.1.	Análisis físicos de los aceites.....	21
2.10.2.	Análisis químicos de los aceites.....	21
2.10.3.	Análisis cromatográficos.....	22
2.10.4.	Cromatografía de gases .....	22
2.11.	Residuos agroindustriales.....	23
2.12.	Residuos del chocho después de la extracción del aceite.....	23
	<b>CAPÍTULO III.....</b>	<b>24</b>
3.	<b>MARCO METODOLÓGICO.....</b>	<b>24</b>
3.1.	Ubicación y características de la investigación.....	24
3.1.1.	Localización del experimento .....	24
3.1.2.	Situación geográfica y edafoclimáticas.....	25
3.1.3.	Zona de vida (zonificación ecológica).....	26



3.2.	Metodología .....	26
3.2.1.	Material experimental .....	26
3.2.2.	Materiales de laboratorio.....	26
3.2.3.	Equipos.....	27
3.2.4.	Reactivos .....	28
3.2.5.	Materiales de oficina .....	28
3.2.6.	Factores de estudio .....	29
3.2.7.	Tratamientos.....	29
3.2.8.	Característica del experimento .....	30
3.2.9.	Tipo de diseño experimental o estadístico .....	31
3.2.10.	Modelo de análisis de varianza .....	31
3.2.11.	Pruebas de rangos múltiples.....	32
3.2.12.	Variables de respuesta.....	32
3.3.	Manejo del experimento .....	33
3.3.1.	Recolección de la materia prima .....	33
3.3.2.	Preparación de la muestra del chocho desamargado.....	34
3.3.3.	Diagrama de flujo de la preparación del chocho desamargado.....	36
3.4.	Análisis bromatológicos de la materia prima .....	37
3.4.1.	Fibra .....	37
3.4.2.	Humedad .....	37
3.4.3.	Ceniza.....	37
3.4.4.	Grasa .....	37
3.4.5.	Proteína .....	38
3.5.	Extracción de aceite de chocho por prensado en frío .....	38
3.5.1.	Descripción de la extracción por prensado en frío.....	38
3.5.2.	Diagrama de flujo de la extracción por prensado en frío.....	39
3.6.	Extracción del aceite de chocho por Soxhlet.....	40

3.6.1.	Descripción de la extracción por Soxhlet.....	40
3.6.2.	Caracterizar física y químicamente los aceites .....	40
3.7.	Caracterización del aceite mediante cromatografía de gases.....	42
<b>CAPÍTULO IV</b>	.....	<b>44</b>
<b>4.</b>	<b>RESULTADO Y DISCUSIÓN</b> .....	<b>44</b>
4.1.	Resultados del análisis bromatológico de la materia prima .....	44
4.2.	Resultados de la extracción de los aceites .....	46
4.2.1.	Resultados de la extracción prensado en frío .....	46
4.2.2.	Resultados de la extracción por Soxhlet .....	47
4.3.	Resultados de la caracterización físicas químicas de los aceites.....	48
4.3.1.	Resultados del índice de acidez.....	48
4.3.2.	Resultados de la densidad .....	52
4.3.3.	Resultados del pH .....	56
4.3.4.	Resultados del índice de saponificación .....	58
4.3.5.	Índice de refracción.....	62
4.4.	Resultados de la caracterización cromatográfica .....	67
4.4.1.	Aceite INIAP 451 Guaranguito extraída por prensado en frío .....	67
4.5.	COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS .....	71
4.5.1.	Hipótesis nula (Ho) .....	71
4.5.2.	Hipótesis alterna (Hi) .....	71
4.5.3.	Verificación de hipótesis.....	71
<b>CAPÍTULO V</b>	.....	<b>72</b>
5.1.	CONCLUSIONES.....	72
5.2.	RECOMENDACIONES .....	73
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	.....	<b>74</b>
<b>ANEXOS</b>		

## ÍNDICE DE TABLAS

Nº TABLAS	DESCRIPCIÓN	Pág.
1.	Taxonomía del chocho ( <i>Lupinus mutabilis Sweet</i> ).....	10
2.	Contenido nutricional del grano de chocho <i>Lupinus mutabilis Sweet</i> .....	11
3.	Laboratorio de Investigación y Vinculación de la U.E.B .....	24
4.	Laboratorio gastronómico Urku Mikuna .....	25
5.	Parámetros geográficos y edafoclimáticas del cantón Guaranda.....	25
6.	Parámetros geográficos y edafoclimáticos de la parroquia Salinas .....	26
7.	Factores de estudio.....	29
8.	Tratamientos.....	30
9.	Características del experimento .....	30
10.	Anova.....	31
11.	Coordenadas de la Parroquia Chugchilán- Isinliví .....	33
12.	Coordenadas de la Parroquia Santa Fe- Pianda.....	33
13.	Resultados bromatológicos de la harina de chocho INIAP 450 Andino y 451 Guaranguito.....	44
14.	Comparación bromatológica de la harina de chocho INIAP 450 Andino y 451 Guaranguito con diferentes autores.....	45
15.	Resultados de la extracción por prensado en frío del chocho INIAP 450 Andino y el chocho INIAP 451 Guaranguito.....	46
16.	Resultados de la extracción por Soxhlet del chocho INIAP 450 Andino .....	47
17.	Resultados del índice de acidez.....	48
18.	Análisis de varianza del índice de acidez.....	49
19.	Pruebas de rangos múltiples para la acidez del aceite del factor A .....	50
20.	Pruebas de rangos múltiples para el índice de acidez del aceite del factor B .	51
21.	Resultados de la densidad .....	53
22.	Análisis de varianza para la densidad .....	53
23.	Pruebas de rangos múltiples para la densidad del aceite del factor A .....	54
24.	Pruebas de rangos múltiples para la densidad del aceite del factor B.....	55
25.	Resultados del pH .....	57
26.	Análisis de varianza del pH.....	57
27.	Resultados del índice de saponificación .....	58



<b>28.</b>	Análisis de varianza para el índice de saponificación.....	59
<b>29.</b>	Pruebas de rangos múltiples para el índice de saponificación del factor A ....	60
<b>30.</b>	Pruebas de rangos múltiples para el índice de saponificación del factor B ....	61
<b>31.</b>	Resultados del índice de refracción del aceite de chocho .....	63
<b>32.</b>	Análisis de varianza para el índice de refracción .....	64
<b>33.</b>	Pruebas de rangos múltiples para el índice de refracción del factor A .....	64
<b>34.</b>	Pruebas de rangos múltiples para el índice de refracción del factor B .....	65
<b>35.</b>	Perfil lipídico del aceite INIAP 451 Guaranguito.....	69
<b>36.</b>	Comprobación de la hipótesis con la tabla de Fisher.....	73

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Nº FIGURAS</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>Pág.</b>
1.	Granos de chochos .....	9
2.	INIAP 450 Andino .....	12
3.	INIAP 451 Guaranguito .....	13
4.	Equipo Soxhlet .....	18
5.	Esquema del prensado en frío .....	20
6.	Esquema del equipo de cromatografía de gases .....	23
7.	Medias del índice de acidez del factor A .....	50
8.	Medias del índice de acidez factor B .....	51
9.	Interacción AB del índice de acidez.....	52
10.	Medias de la densidad del factor A .....	54
11.	Medias de la densidad del factor B .....	55
12.	Interacción AB de la densidad del aceite .....	56
13.	Medias del índice de saponificación del factor A .....	60
17.	Medias del índice de saponificación del factor B .....	61
18.	Interacción de AB del índice de saponificación.....	62
19.	Medias del índice de saponificación del factor A .....	65
20.	Medias del índice de refracción del factor B .....	66
21.	Interacción de AB del índice de refracción.....	66
23.	Cromatograma del aceite INIAP 451 Guaranguito.....	68

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>N° ANEXOS</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>Pág.</b>
1.	Mapa de la ubicación del Laboratorio de Investigación y Vinculación de la UEB	
2.	Mapa de ubicación del Laboratorio Urku Mikuna	
3.	Análisis bromatológicos de la materia prima	
4.	Caracterización físico químicamente de los aceites	
5.	Perfil lipídico del aceite de chocho INIAP 451 Guaranguito	
7.	Análisis bromatológicos de la materia prima	
8.	Métodos de extracción de aceite	
9.	Caracterización físico químicamente al aceite	
10.	Caracterización cromatográfica del aceite	

## RESUMEN

La investigación práctica se realizó en la Fundación Familia Salesiana Salinas Urku Mikuna y los análisis de la materia prima como el producto fue desarrollada en el Laboratorio de Investigación y Vinculación de la Universidad Estatal de Bolívar, el objetivo principal de la investigación fue: Caracterizar las propiedades físicas químicas del aceite de chocho (*Lupinus mutabilis Sweet*) de dos variedades (450 Andino y 451 Guaranguito), en la parroquia Salinas de la provincia Bolívar. Se realizó análisis bromatológicos de la materia prima, donde las dos variedades de chocho presentaron altos valores en fibra, humedad, ceniza, grasa y proteína, misma que se encontraban de acuerdo a la norma INTE INEN 2390. Posterior a ello, se extrajo aceites de las dos variedades de chocho por prensado en frío y Soxhlet, donde el prensado en frío alcanzó un rendimiento del 14,17 % en el chocho INIAP 451 Guaranguito y por Soxhlet un rendimiento de 20,50 % en el chocho INIAP 450 Andino. Mediante la caracterización físico químico de los aceites el tratamiento T3 adquirió los siguientes resultados: acidez 3,46 mg KOH/g, densidad 0,98 g/cm<sup>3</sup>, pH 5,91, índice de saponificación 181,15 mg/g, índice de refracción 1,47288, todos esos resultados se encuentran dentro de los límites permitidos por la CODEX ALIMENTARIUS y la norma NTE INEN, mismas que especifican que son aceites de buena calidad. De acuerdo al perfil lipídico realizado al aceite de chocho INIAP 451 Guaranguito extraído por Soxhlet, el compuesto con mayor área fue el Oleic acid, methyl ester con 39,28 %, seguido del Linoleic acid, methyl ester con un área de 26,14 % y el Palmitic acid, methyl ester con un área de 15,11 %.

**Palabras claves:** Chocho, aceite, prensado en frío, Soxhlet, lípidos, grasas, cromatografía.

## SUMMARY

The practical research was conducted at the Salinas Urku Mikuna Salesian Family Foundation and the analysis of the raw material and the product was carried out at the Research and Linkage Laboratory of the State University of Bolivar. The main objective of the research was to characterize the physical and chemical properties of chocho oil (*Lupinus mutabilis Sweet*) of two varieties (450 Andino and 451 Guaranguito), in the Salinas parish of the Bolivar province. Bromatological analysis of the raw material was carried out, where the two varieties of chocho had high values of fiber, moisture, ash, fat and protein, which were in accordance with the INTE INEN 2390 standard. After that, oils were extracted from the two varieties of chocho by cold pressing and Soxhlet, where the cold pressing reached a yield of 14.17% in the chocho INIAP 451 Guaranguito and by Soxhlet a yield of 20.50% in the chocho INIAP 450 Andino. By means of the physical-chemical characterization of the oils, the T3 treatment yielded the following results: acidity 3.46 mg KOH/g, density 0.98 g/cm<sup>3</sup>, pH 5.91, saponification index 181.15 mg/g, refractive index 1.47288, all these results are within the limits allowed by CODEX ALIMENTARIUS and the NTE INEN standard, which specify that they are good quality oils. According to the lipid profile carried out on the INIAP 451 Guaranguito chocho oil extracted by Soxhlet, the compound.

**Key words:** Chocho, oil, cold pressed, Soxhlet, lipids, fats, chromatography.

# CAPÍTULO I

## 1.1. INTRODUCCIÓN

El chocho es una leguminosa de alto valor nutricional, conocida por su contenido proteico y sus propiedades agronómicas, se adaptan a suelos secos y se cultivan entre los 2800 y 3600 m.s.n.m, es cultivada de manera tradicional, cosechados por los agricultores con la finalidad de comercializar el producto, este grano andino se produce actualmente en grandes cantidades en el Ecuador especialmente en las zonas andinas aprovechando las condiciones climáticas de la región (Calvache & Pastuña, 2020).

En el territorio ecuatoriano se han elaborado productos muy diversificados a base de chocho (*Lupinus mutabilis Sweet*), las semillas son normalmente procesadas y limpiadas el cual son utilizadas en ensaladas, bocadillos y el famoso cevichocho, así también como, chocho tostado, leche de chocho, helado de chocho, carne de chocho, ají y harina de chocho según que es profesional de cocina de la Asociación de Chef del Ecuador (López, 2020).

Los ácidos grasos que predominan en el aceite de chocho son: el ácido oleico (n-9) con 40,4 %, ácido linoleico (n-6) con un 37,10 % y el ácido linolénico (n-3) con un 2,9 %, estos compuestos son nutricionalmente son muy importante porque estos dos compuestos, compiten por las mismas enzimas, pero tienen diferentes funciones biológicas, además, posee un importante contenido de aminoácidos, puesto que resalta concentraciones de lisina (Vega, 2020).

En el estudio realizado por Pascual *et al.*, (2021), determinaron que el aceite de chocho tiene una vida útil de 2,7 años y posee  $\gamma$ -tocoferol (555 mg/kg),  $\beta$ -sitosterol (41900 mg/100 g), suficiente para estabilizar los ácidos grasos insaturados, el  $\gamma$ -



tocoferol actúa débilmente como vitamina E, el cual tiene la función de un antioxidante que actúa contra la oxidación celular, el aceite de chocho puede ayudar a mejorar la salud y la nutrición de las poblaciones rurales así como urbanas.

El aceite de chocho es adecuado para uso doméstico debido a su color claro y se compone principalmente de cadenas de ácidos grasos insaturados, los ácidos oleico y linoleico son los ácidos grasos más comunes, estos compuestos son esenciales nutricionalmente, poseen propiedades como el punto de humo y la viscosidad, se utilizan como aceites para ensaladas, en la elaboración de mayonesas y aderezos (Yáñez, 2017).

El aceite de chocho desamargado tiene propiedades físicas similares a los aceites de oliva, soja y girasol, también se encontraron similitudes en cuanto a las propiedades químicas, a excepción del índice de acidez, que superó el límite permisible establecido por la norma del Codex Alimentarius (Vivanco, 2018).

La extracción por Soxhlet tiene como objetivo extraer muestras sólidas usando un solvente líquido, proceso que consiste en calentar el disolvente hasta alcanzar su punto de ebullición, su evaporación y mediante un refrigerante la condensación, el cual sobre un dedal de celulosa se coloca la muestra y mediante ciclos continuos de reflujos se logra extraer el contenido de grasa presente en la muestra (González & Martín, 2020).

La extracción de aceites por prensado en frío permite conservar antioxidantes y otros fitoquímicos sin alterar su composición Torres (2018), este tipo de extracción se realiza únicamente por un proceso mecánico sin calentamiento, además se puede utilizar lavado, sedimentación, filtración y centrifugación que no modifican las propiedades del aceite, este proceso consiste en la aplicación de fuerza externa el

cual origina cambios microscópicos y macroscópicos creando cambios que comprimen y reorganizan las partículas en conjunto, esto hace que las paredes celulares se rompan, lo que permite que el aceite exude debido a la presión creada y la reducción del espacio físico disponible (Mio & Farro, 2019).

Por tal motivo, se consideró desarrollar la presente investigación debido a los múltiples beneficios que presenta el chocho, así como el estudio de los métodos de extracción del aceite de chocho el cual posee propiedades funcionales beneficiosos para la salud de las personas.

## 1.2. PROBLEMA

El aceite de chocho es un producto que ayuda a mejorar la alimentación de las poblaciones rurales, urbanas y se considera como un alimento del pasado para las personas del futuro, según los expertos el aceite de chocho ayuda al crecimiento y al desarrollo cerebral de los niños, debido al calcio y a los aminoácidos esenciales que contiene el producto (Lema, 2016). Este tipo de aceite almacena proteínas en los cotiledones del chocho, según las investigaciones, estos componentes son de mayor interés desde el punto de vista industrial y nutricional (Grandes, 2022).

En los últimos tiempos se ha desarrollado un gran interés por el cultivo del chocho (*Lupinus mutabilis Sweet*) debido a sus componentes que se encuentran presentes en el grano, de las cuales la cáscara, alcaloides, aceites, proteínas y oligosacáridos son económicamente aprovechables, por ello, actualmente se están desarrollando procesos tecnológicos para recuperar cada parte del grano en el menor tiempo posible, su producción y comercialización contribuye trabajo e ingresos para los pobladores (Fiestas & Flores, 2020).

En los mercados nacionales se pueden observar aceites que contienen grasas saturadas, las cuales son dañinas para la salud humana, provocando niveles elevados de colesterol y triglicéridos, mientras que la composición química del chocho contiene ácidos grasos esenciales lo que lo convierte en una buena materia prima para extraer aceite para el consumo humano (Arias & Guamán, 2016).

Actualmente el chocho es un alimento muy popular en la dieta ecuatoriana y es consumido solo desamargado, mientras que el aceite de chocho no se comercializa en los mercados nacionales, además encontrándose una gama limitada de productos

procesados de chocho, por otro lado, no se ha realizado una investigación extensa sobre el mejor método para extraer el aceite de chocho (Arias & Guamán, 2016).

### **1.3. OBJETIVOS**

#### **1.3.1. Objetivo general**

Caracterizar las propiedades físicas químicas del aceite de chocho (*Lupinus mutabilis Sweet*) de dos variedades (450 Andino y 451 Guaranguito), en la parroquia Salinas de la provincia Bolívar.

#### **1.3.2. Objetivos específicos**

- Analizar bromatológicamente la materia prima.
- Extraer el aceite de chocho de las dos variedades por el método de prensado en frío y en Soxhlet.
- Caracterizar física y químicamente los aceites obtenidos por los dos métodos de extracción para consumo humano.
- Caracterizar cromatográficamente el mejor tratamiento.

## **1.4. HIPÓTESIS**

### **1.4.1. Hipótesis nula (H<sub>0</sub>)**

Los aceites extraídos de las dos variedades de chocho (*Lupinus mutabilis Sweet*), (450 Andino y 451 Guaranguito), por los dos métodos de extracción no presentan características físicas químicas y perfil lipídico para el consumo humano.

### **1.4.2. Hipótesis alterna (H<sub>1</sub>)**

Los aceites extraídos de las dos variedades de chocho (*Lupinus mutabilis Sweet*), (450 Andino y 451 Guaranguito), por los dos métodos de extracción presentan características físicas químicas y perfil lipídico para el consumo humano.



## CAPÍTULO II

### 2. MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Origen

El chocho (*Lupinus mutabilis Sweet*) es originario de la región andina de Sudamérica, es la única especie americana del género *Lupinus* que ha sido domesticada y cultivada como leguminosa, su distribución se extiende desde Colombia hasta el norte de Argentina, pero actualmente los países que más importancia le dan es Ecuador, Perú y Bolivia (Sarango, 2018).

En Ecuador, Perú y Bolivia actualmente se encuentra la mayor producción del chocho, donde la planta soporta condiciones adversas como plagas, sequía y heladas, debido a su alto contenido en alcaloides, por dicho compuesto muchos agricultores lo utilizan como fungicida para cuidar sus cultivos (Arellano, 2022).

#### 2.1. Chocho (*Lupinus mutabilis Sweet*)

El chocho es una nutritiva leguminosa anual cuyo grano desamargado se utiliza en la alimentación por su alto contenido proteico, conocido como chocho en el norte de Perú y Ecuador, tarwi en el centro de Perú y tauri en el sur de Perú y Bolivia (Fiestas & Flores, 2020). El chocho cada vez más va ganando importancia en Ecuador y es considerado como un producto estratégico para la soberanía alimentaria debido a que presenta alto contenido de proteínas, minerales y vitaminas esenciales para la salud de las personas (Martínez & Yanchatipán, 2020). El chocho (*Lupinus mutabilis Sweet*) es un grano altamente nutritivo que es rico en proteínas, fibra y grasas saludables, por lo que se considera una fuente potencial de alimento para humanos y animales, al ser un cultivo tradicional de las zonas andinas

del Ecuador es una salida económicamente viable debido a las aplicaciones que se puede dar en industria alimentaria (López, 2020).

### **Figura 1**

*Granos de chochos*



*Fuente:* INKLERSA, (2017)

#### **2.1.1. Características**

Por tener las características de una gramínea el tallo es grueso, leñoso y puede crecer de 0,8 a 2,0 m de alto, se cosecha principalmente en climas fríos o templados, sus granos se encuentran en la parte interna de sus vainas que contiene macro y micronutrientes su forma es ovoide y mide entre 0,6 a 1 cm de diámetro, su color varía entre blanco, crema, moteado y negro, sin embargo, contiene una gran cantidad de alcaloides amargos lo que limita su consumo directo, por lo que necesariamente tiene que ser desamargado (Ipial, 2022).

Es una leguminosa que contiene una gran cantidad de alcaloides, si estos no se los extraen y es consumida directamente le dará un sabor amargo, lo que afectará la disponibilidad de sus nutrientes, el aceite y las proteínas almacenadas en los cotiledones de los chochos son los elementos más valiosos desde el

punto de vista nutricional e industrial, el rendimiento potencial de esta leguminosa es de 765 kg de proteína 34 y 300 kg de aceite por hectárea (Barzola, 2022).

### 2.1.2. Taxonomía del chocho (*Lupinus mutabilis Sweet*)

En la Tabla 1, se detalla la taxonomía del chocho (*Lupinus mutabilis Sweet*).

**Tabla 1**

*Taxonomía del chocho (Lupinus mutabilis Sweet)*

<b>División</b>	Espermatofita
<b>Sub-división</b>	Angiosperma
<b>Clase</b>	Dicotiledóneas
<b>Sub-clase</b>	Arquiclamídeas
<b>Orden</b>	Rosales
<b>Familia</b>	Leguminosas
<b>Sub-familia</b>	Papilionoideas
<b>Tribu</b>	Genisteas
<b>Género</b>	<i>Lupinus</i>
<b>Especie</b>	<i>Mutabilis</i>
<b>Nombre científico</b>	<i>Lupinus mutabilis Sweet</i>
<b>Nombres comunes</b>	Choco, tahuri, tarwi

*Fuente:* Grandes, (2022)

### 2.1.3. Propiedades nutricionales

Es una leguminosa muy nutritiva y aporta grandes cantidades de micronutrientes como: hierro, magnesio, fósforo, zinc y calcio, además, el grano de chocho contiene la mayor cantidad de proteína, grasa, fibra en comparación con las otras leguminosas y el aporte de hidratos de carbono es moderado (Vega, 2020).

En la siguiente tabla se detalla el contenido nutricional del grano de chocho.

**Tabla 2***Contenido nutricional del grano de chocho *Lupinus mutabilis* Sweet*

<b>Componentes</b>	<b>Chocho amargo</b>	<b>Chocho desamargado</b>
Proteína (%)	47,80	54,05
Grasa (%)	18,90	21,22
Fibra (%)	11,07	10,37
<b>Macronutrientes</b>		
Cenizas (%)	4,52	2,54
Extracto libre de nitrógeno (%)	17,62	11,82
Potasio (%)	1,22	0,02
Magnesio (%)	0,24	0,07
Calcio (%)	0,12	0,48
Fósforo (%)	0,60	0,43
<b>Micronutrientes</b>		
Hierro (ppm)	78,45	74,25
Zinc (ppm)	42,84	63,21
Manganeso (ppm)	36,72	18,47
Cobre (ppm)	12,65	7,99
Alcaloides (%)	3,26	0,03

*Fuente:* Quelal, (2019)**2.2. Variedades de chocho****2.2.1. INIAP 450 Andino**

Proviene de una población de germoplasma introducida del Perú en 1992, el mejoramiento se realizó por selección y en 1999 fue entregada como la variedad mejorada, la INIAP 450 Andina es una variedad modificada de crecimiento

herbáceo, su característica en cuanto al color del grano seco es blanco o crema, su tamaño es grande de forma redonda aplanada, los días de floración son de 76 a 125 y los días de cosecha son 170 a 240 y tiene una adaptación de 2600 a 3400 m.s.n.m, el rendimiento de ésta variedad es superior en un 183 % al rendimiento promedio de ecotipos locales 1350 a 1500 kg/ha, el grano seco tiene un diámetro mayor a 8 mm (INIAP, 2015).

## **Figura 2**

*INIAP 450 Andino*



*Fuente:* INIAP, (2015)

### **2.2.2. Producción INIAP 450 Andino**

El chocho es una importante leguminosa andina utilizada para la alimentación de la población el sistema productivo de pequeños y medianos productores, se cultiva en zonas agroecológicas secas y arenosas entre los 2.600 y 3.400 m.s.n.m y a una temperatura que oscila entre los 7 y los 14 °C y un pH de suelo de 5,5 a 7,0, con producción concentrada en Cotopaxi, Pichincha y Chimborazo, el rendimiento de esta variedad fue 183 % superior al rendimiento promedio de los ecotipos locales

(INIAP, 2015). En Ecuador el ciclo de cultivo es de 180 a 240 días, la época de siembra en la zona centro y norte es de diciembre a febrero, por lo que la cosecha es de junio a septiembre (Chiza, 2017).

### **2.3. INIAP 451 Guaranguito**

El mejoramiento genético se realizó en el PRONALEG-GA en la Estación Experimental Santa Catalina, fue evaluado y seleccionado por su adaptabilidad y estabilidad, en el 2010 se introdujo oficialmente como una buena variedad en la provincia de Bolívar con el nombre de INIAP 451 Guaranguito, es una planta herbácea, el grano es ovalado plano de gran tamaño, la floración se da entre los 75 a 84 días, mientras que la cosecha es de 170 a 186 días, se adapta a 2200 a 3.600 m.s.n.m con un rendimiento promedio de grano seco de 1.500 kg/ha (Quitio & Solórzano, 2020).

#### **Figura 3**

*INIAP 451 Guaranguito*



*Fuente:* SDGF, (2016)



### **2.3.1. Producción INIAP 451 Guaranguito**

Algunas variedades de chocho son cultivadas en las zonas andinas del Ecuador especialmente en las provincias de Cotopaxi, Chimborazo, Pichincha, Bolívar, Carchi, Tungurahua e Imbabura, la variedad Guaranguito INIAP 451 fue mejorada por Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias INIAP, esta variedad es producida en mayor cantidad en la provincia de Bolívar ya que fue diseñada para los tipos de suelo que se encuentran en la provincia (Quitio & Solórzano, 2020).

### **2.4. Beneficios del consumo de chocho**

Por su alto contenido proteico es de gran importancia para los músculos, la sangre, la piel y los huesos, así como la fibra tiene la función de prevenir la obesidad, el estreñimiento y la compresión en el tracto digestivo, el chocho es recomendable consumir sin pelar debido que en la cáscara se encuentra el calcio el cual promueve el crecimiento y mantiene la fortaleza de los huesos ayudando a prevenir la osteoporosis, está científicamente comprobado que el consumo de chocho deben ser por personas diabéticas debido al aumento de liberación de insulina en la sangre (Sadva, 2019).

### **2.5. Uso agroindustrial del chocho**

La proteína aislada de las semillas del chocho se puede agregar a la pasta, las papas fritas y los productos cárnicos para aumentar el valor nutricional, mejorar la textura y realzar el sabor; también se utiliza en productos lácteos, compost para mejorar la composición del suelo, alimentos para rumiantes y alimentos balanceados para peces y camarones (López, 2020).

En cuanto a los productos elaborados con chocho desamargado se puede mencionar el combinado con tostado, ceviche de chocho, tamales o ají de chocho, esta leguminosa actualmente se está incorporando en la preparación de platos típicos, este producto es originario de los pueblos andinos, cuya producción no requiere mucha tecnificación tecnológica, el chocho se popularizó en el sector agroindustrial obteniendo derivados como la leche, yogurt, harina y helados (León, 2017).

## **2.6. Aceite esencial de chocho**

Debido a su alto contenido en proteínas y aceites, el contenido nutricional es de suma importancia en comparación con la soja, el grano seco contiene en promedio 42 % de proteína, el desamargado permite obtener un contenido más concentrado de nutrientes con 51 % de materia seca, además, el grano contiene un elevado contenido de aceite de 18 a 22 %, identificándose los principales ácidos grasos como: el ácido oleico con 40,40 %, el ácido linoleico con un 37,10 %, el ácido linolénico con 2,9 % (Moncayo, 2018).

El aceite de chocho es esencial en ácidos grasos insaturados como el linoleico  $\omega 6$  con 28,17 % y el ácido linolénico  $\omega 3$  con 2,54 %, siendo imprescindible para el desarrollo y funcionamiento normal de los tejidos del ser humano y animal, además posee 1172,8 ppm de  $\gamma$ - tocoferol que actúa como antioxidante y estabilizante de ácidos grasos insaturados, el aceite de chocho contiene bajo contenido de ácidos grasos saturados como el ácido láurico con 0,28 %, el ácido mirístico con 0,20 % y el ácido palmítico con 11,71 % (Salvatierra & Azorza, 2017).

### **2.6.1. Características del aceite comestible**

Los aceites vegetales son productos alimenticios que consisten principalmente en contener glicéridos de ácidos grasos adquiridos únicamente de fuentes vegetales, identificándose también en lípidos como los fosfolípidos, insaponificables y de ácidos grasos libres que se encuentran naturalmente en grasas y aceite (CODEX ALIMENTARIUS 210, 2021).

Estos aceites son aptos para el consumo humano ya que están constituidos por glicéridos de ácidos grasos de origen vegetal o animal derivados industrialmente y que pueden contener pequeñas cantidades de otros lípidos como los fosfolípidos que constituyen insaponificables y de ácidos grasos libres de origen natural que se encuentran presentes en grasas o aceites, las grasas a temperatura ambiente son sólidas o semisólidas, mientras que los aceites a temperatura ambiente son líquidos (NTE INEN 7, 2013).

### **2.6.2. Compuestos bioactivos del aceite de chocho**

El chocho tiene una gran cantidad de compuestos bioactivos tales como los carotenoides, fenoles, tocoferoles y alcaloides, debido a los compuestos presentes en el chocho esta semilla puede ser considerada como una materia prima de gran importancia en la industria alimentaria, esta leguminosa aporta un beneficio para la salud además de la nutrición básica, los compuestos bioactivos son de gran interés científico ya que se logra la prevención de enfermedades crónicas no infecciosas (Arellano, 2022).

## **2.7. Tipos de aceites**

### **2.7.1. Aceite esencial**

Es el producto que se obtiene a partir de materias primas naturales de origen vegetal mediante diversos métodos de extracción, además el aceite esencial es considerado como una combinación específica y compleja de sustancias químicas vegetales biosintetizados con una composición y aroma característicos con un aspecto oleoso que se obtiene mediante métodos físicas químicas (Logroño & Lozano, 2019).

### **2.7.2. Aceite vegetal**

Son aquellas sustancias obtenidas a partir de las semillas, frutos u otras partes de las plantas, de las cuales solo las oleaginosas sirven para la producción industrial del aceite, una de las ventajas de los aceites de semillas oleaginosas, además de producir grasas también contiene proteínas, la composición química de los aceites vegetales forma una mezcla de 95 % de triglicéridos, 5% de ácidos grasos libres y otros subproductos (Hernández, 2017).

## **2.8. Propiedades de los aceites**

Estos aceites son líquidos oleosos extraídos de diferentes partes de plantas, estudios realizados demostraron que posee propiedades antibacterianas, antifúngicas, antivirales, insecticidas y antioxidantes, por estas propiedades presentes en los aceites de origen natural han sido incorporadas en películas comestibles, por otro lado, las películas y recubrimiento de quitosano conservan eficazmente los alimentos, además los aceites esenciales proveen un efecto positivo en las propiedades mecánicas y permeabilidad al vapor de agua de las películas comestibles (Vázquez & Guerrero, 2017).

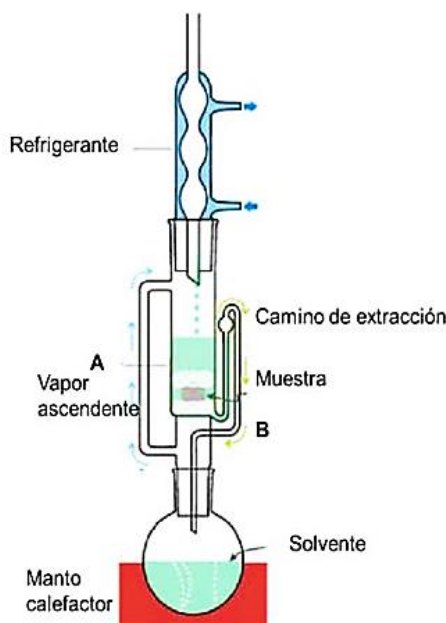
## 2.9. Métodos de extracciones

### 2.9.1. Extracción por Soxhlet

Consiste de un aparato Soxhlet el cual está diseñada para que el solvente entre en contacto con la muestra, este equipo consta de un tubo de extracción con sifón conectado a un balón, el solvente que normalmente se utiliza es el hexano o éter etílico, por otro lado, en la parte superior está sujeto un condensador vertical el cual actúa como refrigerante, se coloca una camisa de celulosa en el tubo de extracción junto con la muestra permitiendo ingresar el solvente, el conjunto armado se coloca sobre una manta calefactora hasta alcanzar la temperatura de evaporación del solvente, el cual se condensa en el refrigerante y cae gota a gota sobre la camisa con la muestra, arrastrando así las grasas que contiene hacia el balón, dando paso al próximo reflujó hasta conseguir el agotamiento del material (Semante, 2021).

#### Figura 4

##### *Equipo Soxhlet*



*Fuente:* Química orgánica, (2020)

### **Ventajas de la extracción por Soxhlet:**

- La muestra siempre está en contacto en repetidas ocasiones con solventes tales como hexano o metanol.
- Para favorecer la solubilidad de los analitos se realiza con disolvente caliente.
- La filtración no es necesaria después de la extracción.
- La metodología es muy sencilla.
- Es un método que no depende de la matriz.

### **2.9.2. Extracción por prensado en frío**

El prensado en frío es una tecnología de extracción mecánico a temperaturas bajas, se utiliza para preservar las proporciones de ácidos grasos esenciales, vitamina E y antioxidantes naturales, es un proceso que no requiere de ningún aditivo, pero tiene un bajo rendimientos de producción (Ruíz, 2022). Este proceso se realiza a muestras vegetales donde son mecánicamente sometidas a alta presión para separar el aceite, posterior recolección y filtrado, el prensado al no estar expuesto al calor conserva antioxidantes y compuestos fitoquímicos (Torres, 2018).

## **Figura 5**

*Esquema del prensado en frío*



*Nota:* Fotografía toma del laboratorio

### **2.9.2.1. Grasas y aceites prensado en frío**

Según NTE INEN 7 (2013), estas grasas y aceites vegetales son comestibles ya que son obtenidas sin modificar el aceite mediante procesos mecánicos como la extrusión o prensado sin el sometimiento del calor, pueden ser únicamente purificados por lavado, sedimentación, filtración y centrifugación.

### **2.10. Análisis físicos químicos de los aceites**

Arias & Guamán (2016) , mencionan que para controlar la calidad del producto es necesario determinar las propiedades físicas químicas de las materias primas y verificar si cumplen con las especificaciones requeridas, a esto lo llaman control de calidad las propiedades más efectivas se deben medir en la grasa antes de ser usada en el proceso.

### **2.10.1. Análisis físicos de los aceites**

#### **➤ Índice de refracción**

Es la relación entre la velocidad de una luz monocromática en el aire y su velocidad en la muestra considerada, es también la relación entre el seno del ángulo de incidencia y el ángulo de refracción, cuando la luz pasa del aire hasta la muestra (NTE INEN 42, 1973).

#### **➤ Densidad**

Es la relación entre la masa de un determinado volumen de una sustancia a 25 °C y la masa del mismo volumen de agua a 25 °C (NTE INEN 35, 1973).

### **2.10.2. Análisis químicos de los aceites**

#### **➤ Acidez**

Es la cantidad de ácidos grasos libres en una grasa o aceite, generalmente expresada en gramos de ácido oleico, láurico o erúcico por 100 gramos de cada sustancia (NTE INEN 38, 1973).

#### **➤ pH**

Los aceites vegetales son obtenidos de las semillas de plantas oleaginosas, las cuales, al ser sometidas a un procedimiento de extracción por diferentes métodos, estas le confieren un pH ácido al aceite, debido a que las grasas están formadas por ácidos grasos (Arias & Guamán, 2016).

#### **➤ Índice de saponificación**

NTE INEN 40 (1973), establece la norma para determinar el índice de saponificación, el cual es el número de miligramos de hidróxido de potasio necesarios para saponificar 1 gr de grasa o aceites vegetales o animales.



### **2.10.3. Análisis cromatográficos**

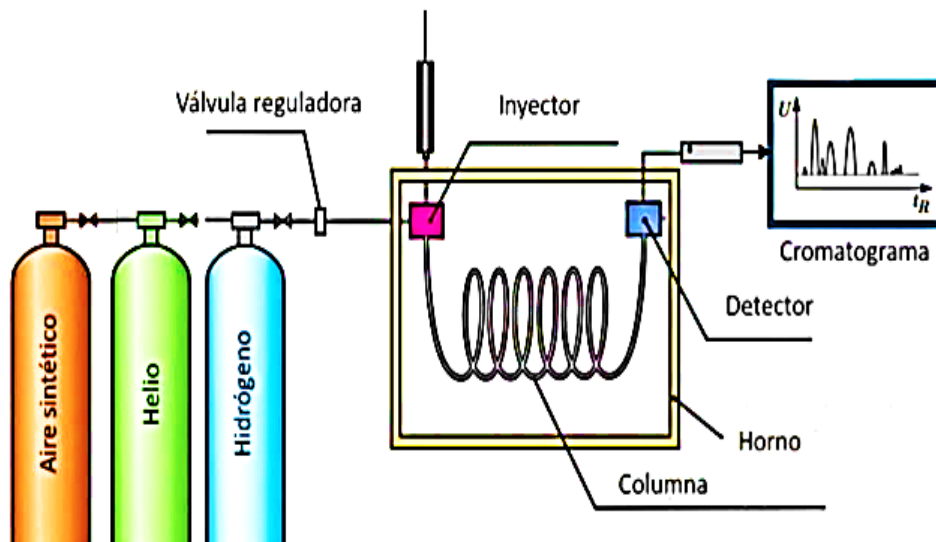
Fuentes (2019), menciona que la cromatografía es una técnica analítica utilizada para identificar y cuantificar diferentes compuestos en una muestra determinada, el cual permite la identificación de compuestos en concentraciones muy bajas y en pequeñas cantidades de una gama de matrices, puede mostrar concentraciones en ppm y a menudo en ppb, la cromatografía es una tecnología con múltiples aplicaciones como en el control de productos farmacéuticos, análisis de medicamentos, determinación de la presencia de contaminantes en el ambiente y análisis de alimentos.

### **2.10.4. Cromatografía de gases**

La cromatografía de gases se basa en las diferencias de volatilidad de los solutos y las diferentes capacidades de los solutos para interactuar con la fase estacionaria, el cual consiste en una columna empacada en la que la parte sólida actúa como fase estacionaria y la fase móvil o llamada también gas acarreador, el cual es un gas inerte que migra a través de la columna como el helio, argón, nitrógeno e hidrógeno, esta técnica proporciona alta resolución y sensibilidad para el análisis de compuestos volátiles (Saynes & Ramirez, 2018).

**Figura 6**

*Esquema del equipo de cromatografía de gases*



*Fuente.* Esquema de los elementos constituyentes en cromatografía de gases

### **2.11. Residuos agroindustriales**

Los residuos agroindustriales son una fuente de compuestos fenólicos, fibras, ácidos orgánicos y fitoquímicos, con una amplia gama de propiedades nutricionales, funcionales y técnicas (González, 2021).

### **2.12. Residuos del chocho después de la extracción del aceite**

El proceso de extracción del aceite deja muchos residuos que no se disuelven por completo, como la cáscara y la parte comestible del chocho, que es rica en calcio y proteínas, por otro lado, estos residuos no son aprovechados para elaborar otros subproductos, provocando pérdidas económicas (López, 2020).

## CAPÍTULO III

### 3. MARCO METODOLÓGICO

#### 3.1. Ubicación y características de la investigación

La investigación se llevó a cabo en el Laboratorio de Investigación y Vinculación de la Universidad Estatal de Bolívar y en el Laboratorio gastronómico “Urku Mikuna” de la Fundación Familia Salesiana de Salinas.

##### 3.1.1. Localización del experimento

En las siguientes tablas se detallan las localizaciones de los laboratorios de la Universidad Estatal de Bolívar y de la Fundación Familia Salesiana Salinas.

**Tabla 3**

*Laboratorio de Investigación y Vinculación de la U.E.B*

Ubicación	Localidad
Provincia	Bolívar
Cantón	Guaranda
Parroquia	Veintimilla
Sector	Laguacoto II
Dirección	Vía Guaranda-San Simón km 1 ½

**Fuente:** Estación meteorología Laguacoto II Guaranda-Ecuador, (2021)

**Tabla 4***Laboratorio gastronómico Urku Mikuna*

<b>Ubicación</b>	<b>Localidad</b>
Provincia	Bolívar
Cantón	Guaranda
Parroquia	Salinas
Sector	Vía a las aguas minerales entre los tomabelas y Pedro Carbo

*Fuente:* GAD Salinas, (2021)

### **3.1.2. Situación geográfica y edafoclimáticas**

A continuación, se describen las condiciones geográficas y edafoclimáticas donde se desarrolló la investigación.

**Tabla 5***Parámetros geográficos y edafoclimáticas del cantón Guaranda*

<b>Parámetro</b>	<b>Valor</b>
Altitud	2560 msnm
Latitud	01°24'19'' sur
Longitud	79°01'09'' oeste
Temperatura mínima	8 °C
Temperatura media anual	12 °C
Temperatura máxima	15 °C
Humedad relativa	75%

*Fuente.* (Estación Meteorológica, Universidad Estatal de Bolívar, Laguacoto II, 2021)

**Tabla 6***Parámetros geográficos y edafoclimáticos de la parroquia Salinas*

<b>Parámetro</b>	<b>Valor</b>
Altitud	4440 msnm
Latitud	01°34'15'' sur
Longitud	79°0'02'' oeste
Temperatura mínima	8 °C
Temperatura media anual	13 °C
Temperatura máxima	18 °C
Humedad	75 %

*Fuente:* (GAD Salinas, 2021)

### **3.1.3. Zona de vida (zonificación ecológica)**

De acuerdo con la clasificación de zonas de vida de L. Holdige, este lugar corresponde al suelo de bosque húmedo de montaña de la zona de baja temperatura a una altitud de 2000 a 3000 m La temperatura es de 12 a 18 °C. La cantidad de precipitación es de 2000 mm y el área es de 4588 kilómetros cuadrados (14,7%).

## **3.2. Metodología**

### **3.2.1. Material experimental**

- Chocho INIAP 450 Andina
- Chocho INIAP 451 Guaranguito

### **3.2.2. Materiales de laboratorio**

- Mortero
- Pipeta
- Embudo
- Soporte universal

- Cápsulas
- Crisoles
- Vasos de precipitación
- Probeta
- Pinzas
- Desecador
- Balón de 100 mL
- Frascos color ámbar
- Dedal de celulosa
- Picnómetro
- Balón de aforo
- Matraz de Erlenmeyer

### **3.2.3. Equipos**

- Termómetro digital
- Rota evaporador
- Deshidratador
- Baño María
- Potenciómetro
- Equipo Soxhlet
- Secador
- Balanza analítica
- Molino
- Estufa
- Prensa hidráulica

- Cromatógrafo de gases
- Manta de calentamiento
- Equipo de prensado en frío
- Determinador de grasa
- Mufla horno

#### **3.2.4. Reactivos**

- Hexano
- Hidróxido de potasio
- Metanol
- Etanol
- Éter
- Agua destilada
- Fenolftaleína
- Sulfato de sodio anhidrido
- Ácido clorhídrico

#### **3.2.5. Materiales de oficina**

- Cuaderno
- Hojas de papel bond
- Cámara
- Internet
- Marcadores
- Laptop
- Flash memory
- Impresora

- Cinta adhesiva
- Escritorio
- Computadora
- Esferográfico
- Calculadora

### 3.2.6. Factores de estudio

Para desarrollar la investigación se plantearon los siguientes factores de estudio, factor A variedades del chocho, Factor B métodos de extracciones.

**Tabla 7**

*Factores de estudio*

Factores	Código	Niveles
Variedades de chochos	A	a <sub>1</sub> : INIAP 450 Andino
		a <sub>2</sub> : INIAP 451 Guaranguito
Métodos de extracciones	B	b <sub>1</sub> : Prensado en frío
		b <sub>2</sub> : Soxhlet

### 3.2.7. Tratamientos

A continuación, se describen las combinaciones planteadas para cada uno de los tratamientos.



**Tabla 8***Tratamientos*

Tratamientos	Código	Niveles	
		A	B
<b>T1</b>	a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>	INIAP 450 Andino	Prensado en frío
<b>T2</b>	a <sub>1</sub> b <sub>2</sub>	INIAP 450 Andino	Soxhlet
<b>T3</b>	a <sub>2</sub> b <sub>1</sub>	INIAP 451 Guaranguito	Prensado en frío
<b>T4</b>	a <sub>2</sub> b <sub>2</sub>	INIAP 451 Guaranguito	Soxhlet

**3.2.8. Característica del experimento**

En la siguiente tabla, se detallan los atributos del diseño factorial categórico individual.

**Tabla 9***Características del experimento*

Características	Cantidad
Unidad experimental	50 g
Niveles factor A	2
Niveles factor B	2
Número de repeticiones	3
Tratamientos	4
Números de unidades experimentales	12

### 3.2.9. Tipo de diseño experimental o estadístico

Se empleó un diseño experimental completamente al azar (DCA) en arreglo factorial AB (2x2) con tres repeticiones.

➤ **Modelo de diseño**

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + B_j + AB_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

**Donde:**

$Y_{ijk}$ = Cualquier variable sujeta a medición

$\mu$ = Efecto global

$A_i$ = Efecto al i-ésimo nivel del factor A

$B_j$ = Efecto al j-ésimo nivel del factor B

$AB_{ij}$ = Efecto de la interacción (AxB)

$\varepsilon_{ijk}$ = Residuo experimental

### 3.2.10. Modelo de análisis de varianza

**Tabla 10**

*Anova*

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F calculada	F tablas
Factor A	$SC_A$	$a-1$	$SC_A/(a-1)$	$CM_A/CM_E$	gl A/gl E
Factor B	$SC_B$	$b-1$	$SC_B/(b-1)$	$CM_B/CM_E$	gl B/gl E
Interacción AB	$SC_{AB}$	$(a-1)(b-1)$	$SC_{AB}/(a-1)(b-1)$	$CM_{AB}/CM_E$	gl AB/gl E
Error	$SC_E$	$ab(n-1)$	$SC_E/ab(n-1)$		
Total	$SC_T$	$nab-1$			

### 3.2.11. Pruebas de rangos múltiples

Para establecer las medias diferentes entre los tratamientos, se aplicó prueba de diferencia mínima significativa (LSD).

➤ **Hipótesis nula**

$$H_0 = \mu T1 = \mu T2 = \mu T3 = \mu T4$$

➤ **Hipótesis alterna**

$$H_A = \mu T1 \neq \mu T2 \neq \mu T3 \neq \mu T4$$

➤ **Modelo de LSD**

$$LSD = t_{\left(\frac{\alpha}{2}, gl\ error\right)} \times \sqrt{CME \left(\frac{1}{n_i} + \frac{1}{n_j}\right)}$$

**Donde:**

**LSD**= Diferencia mínima significativa

**t**= Tabla de Fisher

**gl error**= Grados de libertad de error

**CME**= Cuadrado medio del error

**n<sub>i</sub>**= Número de réplicas del primer nivel

**n<sub>j</sub>**= Número de observaciones

### 3.2.12. Variables de respuesta

- Acidez
- Densidad
- pH
- Índice de saponificación
- Índice de refracción

### 3.3. Manejo del experimento

#### 3.3.1. Recolección de la materia prima

El chocho INIAP 450 Andino fue recolectado en la parroquia Chugchilán- Isinliví perteneciente al cantón Sigchos de la Provincia de Cotopaxi, y el chocho INIAP 451 Guaranguito fue recolectado de la parroquia Santa fe- Pianda perteneciente al cantón Guaranda de la provincia Bolívar el grano recolectado fue de un diámetro de 8 mm, color crema, redondo, con un olor característico al grano, con una humedad de 11-12 %.

A continuación, se describen las coordenadas donde fueron recolectadas las dos variedades de chocho.

**Tabla 11**

*Coordenadas de la Parroquia Chugchilán- Isinliví*

Parámetros	Valor
Altitud	3155 m.s.n.m
Latitud	0°48'0''
Longitud	78°55'0''

**Tabla 12**

*Coordenadas de la Parroquia Santa Fe- Pianda*

Parámetros	Valor
Altitud	2793 m.s.n.m
Latitud	1°36'43,63''
Longitud	79°01'15,42''

### **3.3.2. Preparación de la muestra del chocho desamargado**

#### **➤ Recepción de las dos variedades de chocho**

Las muestras recolectadas fueron llevadas al laboratorio gastronómico “Urku Mikuna” de la fundación Familia Salesiana Salinas.

#### **➤ Seleccionado**

En esta etapa los chochos fueron separados en granos del mismo tamaño y eliminados granos dañados, así como agentes extraños.

#### **➤ Pesado**

Los granos de las dos variedades de chochos fueron pesados en una balanza gramera.

#### **➤ Remojado**

En esta etapa las dos variedades de chocho fueron colocados en un recipiente con agua en una relación de 1 kg:6 L, el cual se dejó remojar por 12 h.

#### **➤ Cocción**

Los granos de chocho se cocieron a una temperatura de 90 °C por 45 min, con una proporción de agua de 1 kg:5 L, dejándolo tapado por 10 min.

#### **➤ Lavado**

Los granos cocidos fueron colocados en un recipiente limpio para ser lavados con cambios de agua sucesivamente.

#### **➤ Pasteurizado**

Los granos lavados fueron pasteurizados a 70 °C durante 7 min y se dejó enfriar a temperatura ambiente.

➤ **Deshidratado**

Las dos variedades de chocho fueron deshidratadas en una estufa a 65 °C durante 17 h.

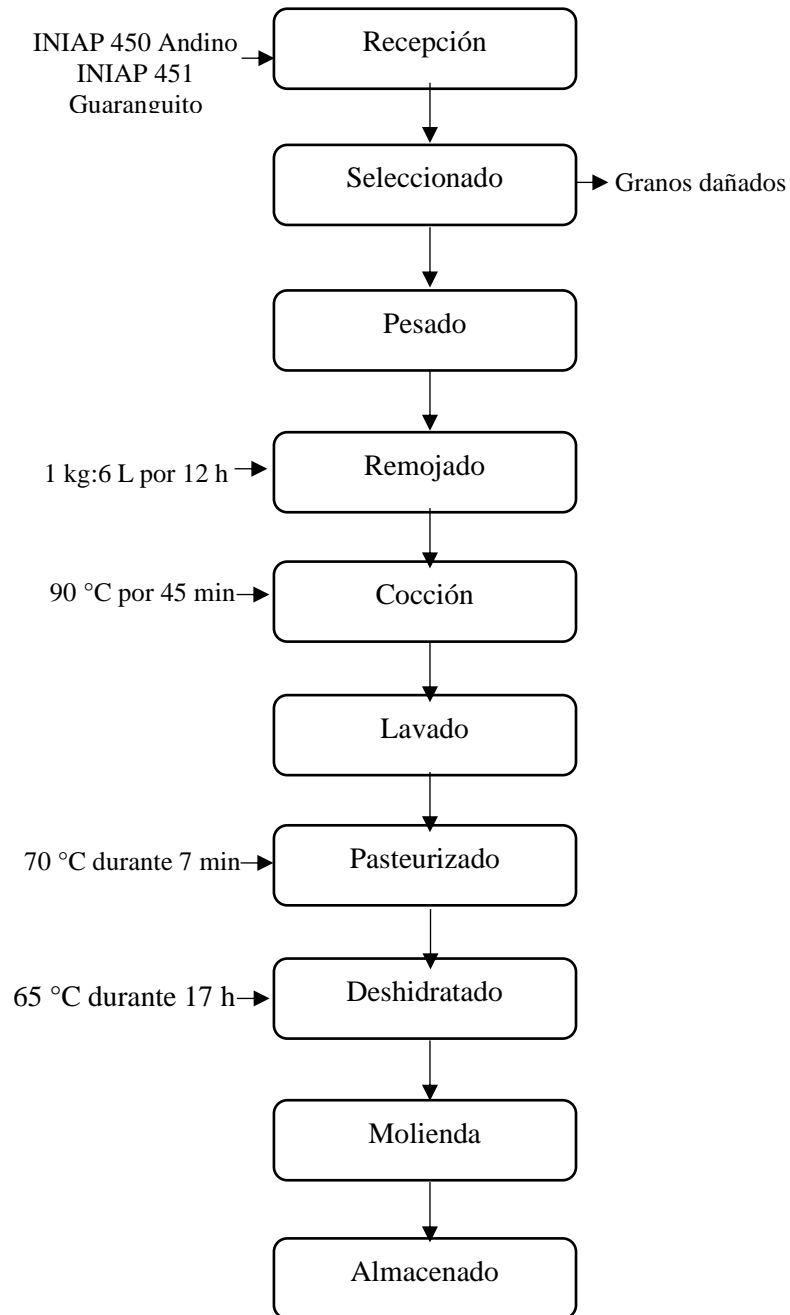
➤ **Molienda**

En este proceso los granos deshidratados se redujeron el tamaño de partículas para mayor facilidad de la extracción de aceite.

➤ **Almacenado**

Las harinas obtenidas fueron almacenadas en un lugar fresco y libre de humedad para su posterior análisis bromatológico y extracción de los aceites por diferentes métodos.

### 3.3.3. Diagrama de flujo de la preparación del chocho desamargado



### **3.4. Análisis bromatológicos de la materia prima**

#### **3.4.1. Fibra**

Se utilizó el método WEENDE para determinar la fibra de la harina de chocho 450 Andino y del 451 Guaranguito, en matraz de Erlenmeyer se pesó 0,5 g de harinas de las dos variedades de chocho, para la digestión se adicionó 100 mL de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> y se llevó a punto de ebullición en una plancha de calentamiento durante 1 h, la solución con el contenido de residuo se filtraron para hacer trasladados a otro matraz de Erlenmeyer con 100 mL de NaOH y se llevó a punto de ebullición durante 1 h, se filtraron los residuos y fueron llevados a una estufa a 130 °C durante 40 min.

#### **3.4.2. Humedad**

Se empleó el método AOAC 925.10 para determinar la humedad de la harina de las dos variedades de chocho, en una cápsula de porcelana se procedió a pesar 3 g de harina de chocho INIAP 450 Andino y 451 Guaranguito y fueron llevados a una estufa a 130 °C durante 1 h.

#### **3.4.3. Ceniza**

Se utilizó el método AOAC 923.03 para determinar el porcentaje de ceniza, el cual consistió en calcinar 1 g de harina de chocho INIAP 450 Andino y 451 Guaranguito en una mufla horno a 550 °C durante 1 h, finalmente las muestras fueron llevadas a un desecador hasta adquirir un peso constante.

#### **3.4.4. Grasa**

Se empleó el método AOAC 2003.06 para determinar el porcentaje de grasa de las dos variedades de harina de chocho, donde consistió en pesar 1 g de muestra en el papel filtro, los cuales fueron colocados en los dedales de celulosa e introducidos en el equipo determinador de grasa con 50 mL de C<sub>6</sub>H<sub>14</sub> grado HPLC durante 40



min, para la evaporación del  $C_6H_{14}$  los casos fueron llevados a una estufa a 130 °C durante 1 h.

### **3.4.5. Proteína**

Se aplicó el método Dumas para la determinación del porcentaje de proteína de las harinas del chocho INIAP 450 Andino y 451 Guaranguito, el cual consiste en la combustión de la muestra a una temperatura de 900 °C, conduciendo a la liberación de  $CO_2$ ,  $H_2O$  y N.

## **3.5. Extracción de aceite de chocho por prensado en frío**

### **3.5.1. Descripción de la extracción por prensado en frío**

#### **➤ Recepción de la materia prima**

Se recibió la harina de chocho INIAP 450 Andino e INIAP 451 Guaranguito previamente pasado por el proceso de desamargado, deshidratado y molienda como se muestra en el apartado 3.3.2. y 3.3.3.

#### **➤ Pesado**

Se pesó 3193.29 g de harina de chocho INIAP 450 Andino y 3175.15 g de harina de chocho INIAP 451 Guaranguito.

#### **➤ Prensado**

Se acondicionó la prensadora a 250 °C durante 1 h, luego a través de una tolva se introdujo la materia prima y se colocó las boquillas de número 13 y 15 por donde sale la torta. Durante el prensado se controló y se ajustó cuidadosamente la velocidad, presión y temperatura de 100 °C, ya que una alteración en cualquiera de estas variables puede ocasionar que el aceite cambie sus características físicas o químicas.

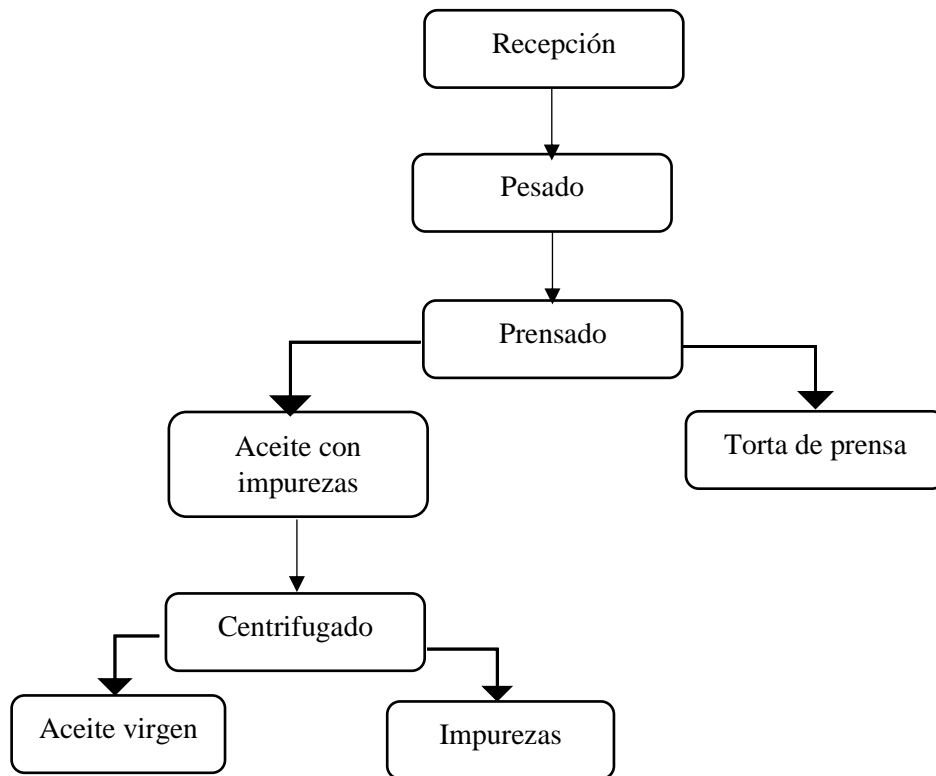
➤ **Centrifugado**

El aceite prensado se centrifugó a 4000 rpm durante 20 min, para separar el aceite de las pequeñas partículas e impurezas que quedan después del prensado.

➤ **Almacenado**

Los aceites extraídos fueron recolectados en frascos de vidrio color ámbar y almacenados en un lugar fuera del alcance de los rayos solares.

**3.5.2. Diagrama de flujo de la extracción por prensado en frío**



### **3.6. Extracción del aceite de chocho por Soxhlet**

#### **3.6.1. Descripción de la extracción por Soxhlet**

- Se pesó 50 g de harina de cada matriz de estudio en los dedales de celulosa (INIAP 450 Andino e INIAP 451 Guaranguito).
- Se colocaron dos balones de 1000 mL en las mantas de calentamiento.
- Se adicionaron 300 mL de hexano grado HPLC en cada balón de 1000 mL.
- Se colocaron los dedales más la muestra de cada matriz en el cuerpo extractor.
- Se procedió a sujetar con un soporte universal tanto, el cuerpo extractor y el balón de 1000 mL que contiene el solvente.
- Posteriormente se procedió a colocar el cuerpo refrigerante con su entrada y salida de agua.
- Se encendió la manta de calentamiento.
- Con la ayuda de un termómetro infrarrojo láser se controló la temperatura, misma que se mantuvo en 65 °C.
- Se realizaron 14 reflujos para extraer la totalidad de aceite de chocho.
- Para la separación del hexano se llevó el aceite a un rotaevaporador a una temperatura de 64 °C, finalmente el aceite puro fue recolectado y almacenado en un frasco de vidrio color ámbar.

#### **3.6.2. Caracterizar física y químicamente los aceites**

##### **➤ Índice de acidez**

El método utilizado fue la norma NTE INEN 38. En un Erlenmeyer se pesó 0,34 g de hidróxido de potasio con 50 mL de metanol formando una solución de hidróxido de potasio metanólico al 0,1 N. En un Erlenmeyer se disolvió 6,8 g de hidróxido de

potasio en 4 mL de agua para posteriormente agregar metanol para obtener una solución volumétrica de 1 L, continuando con el proceso en un matraz se pesó 2,5 g de aceite extraído por prensado en frío y por Soxhlet respectivamente, luego se adicionó los 50 mL de la dilución entre etanol y éter más 500  $\mu$ L de fenolftaleína.

➤ **Densidad**

Se realizó de acuerdo con la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 35, como primer punto se calibró la balanza analítica, donde se pesó el picnómetro vacío, luego se procedió a pesar el picnómetro con las muestras de aceite en estudio el cual fue llenado con una pipeta y finalmente se pesó el mismo el picnómetro con agua destilada, repitiendo este proceso por tres ocasiones.

➤ **pH**

Se realizó por el método del potenciómetro, como primer paso se calibró el potenciómetro con soluciones buffer de pH 4.7 y 10, luego se lavó el electrodo con agua destilada y se secó con papel absorbente; por consiguiente, se colocó la muestra en un vaso de precipitación y se introdujo el electrodo en la muestra sin tocar las paredes del vaso, finalmente se tomó la lectura una vez que el resultado se estabilice, es necesario enjuagar y secar el electrodo después de cada lectura.

➤ **Índice de saponificación**

Se realizó por la norma NTE INEN 40, donde se preparó la muestra adicionando 2 g de sulfato de sodio anhidrido por cada 10 g de aceite misma que se calentó en una estufa a 50 °C con constante agitación. En un matraz de 300 mL se pesó 2 g de aceites en estudio, con una pipeta se agregó 25 mL de solución etanólico de hidróxido de potasio, se realizó baño María durante 60 min conectado a un refrigerante de reflujo, posteriormente se añadió 1 mL de la solución indicadora de

fenolftaleína y se tituló en caliente el exceso de hidróxido de potasio con la solución 0,5 N de ácido clorhídrico hasta que desaparezca la coloración rosada.

➤ **Índice de refracción**

Se realizó mediante la norma NTE INEN 42, donde se ajustó la temperatura del refractómetro a 25 °C, y se verificó la completa limpieza y sequedad de los prismas, se colocó 2 gotas de muestra preparada sobre el prisma inferior, se cerró los prismas y se ajustaron firmemente mediante el tornillo correspondiente, se dejó el sistema en reposo durante pocos minutos para que la muestra adquiriera la temperatura del instrumento; ajustar el instrumento y la luz para obtener la lectura más clara posible y determinar el índice de refracción.

**3.7. Caracterización del aceite mediante cromatografía de gases**

Los aceites extraídos de las dos variedades de chocho, primero se realizó la esterificación para el análisis cromatográfico, donde se pesó 0,020 g de aceite extraído y se adicionó 2 mL de solución metanólica de KOH 0,5 M, la temperatura de ebullición fue durante 10 min y se dejó enfriar a temperatura ambiente, posteriormente se adicionó 1 mL de solución metanólica HPLC y fueron llevados a baño María a 50 °C durante 25 min y se dejó enfriar a temperatura ambiente, consecutivamente, se adicionó 3 mL de agua destilada con agitación durante 10 seg, se procedió a colocar 10 mL de hexano grado HPLC, para la extracción de los ésteres metílicos de los ácidos grasos, finalmente se extrajo 1 mL de extracto de hexano en un vial color ámbar para su posterior separación en el GC/MS.

Para el análisis cromatográfico se inyectó 1 µL de muestra esterificada de las dos variedades de chocho 450 Andino y 451 Guaranguito extraído por prensado en frío en modo splitless, la temperatura del inyector fue de 210 °C, temperatura del horno

180 °C durante 5 min el cual se incrementó a 200 °C a razón de 1,5 °C/ min, finalmente se incrementó a 250 °C a razón de 3 °C/min durante 15 min, la temperatura del detector fue de 250 °C y el tiempo total de corridas fue de 50 min.

## CAPÍTULO IV

### 4. RESULTADO Y DISCUSIÓN

#### 4.1. Resultados del análisis bromatológico de la materia prima

Para dar cumplimiento al primer objetivo, se realizó análisis bromatológico a las harinas de chocho INIAP 450 Andino y INIAP 451 Guaranguito, los resultados de estos análisis se presentan en la siguiente tabla.

**Tabla 13**

*Resultados bromatológicos de la harina de chocho INIAP 450 Andino y 451 Guaranguito*

Análisis	Método	INIAP 450 Andino	INIAP 451 Guaranguito
		%	
Fibra	WEENDE	13,65	14,74
Humedad	AOAC 925.10	6,50	4,91
Ceniza	AOAC 923.03	2,57	2,18
Grasa	AOAC 2003.06	20,53	20,93
Proteína	Dumas	50,31	50,00

En la tabla, se expresa los resultados bromatológicos de las harinas de chocho en estudio, donde la harina de chocho INIAP 450 Andino presenta una leve variación en los resultados, es decir estas dos variedades de chocho poseen similares porcentajes en los análisis bromatológicos realizados.

A continuación, se realiza una comparación con tres autores los resultados bromatológicos tanto de la harina de chocho INIAP 450 Andino como de la harina de chocho INIAP 451 Guaranguito.

**Tabla 14**

*Comparación bromatológica de la harina de chocho INIAP 450 Andino y 451 Guaranguito con diferentes autores*

Parámetros	Chocho desamargado	INIAP 450 Andino	INIAP 451 Guaranguito	
	NTE INEN 2390	(Ocaña, 2019)	(Sánchez <i>et al.</i> , 2023)	(Lema, 2021)
Fibra	7-9 %	12,57 %		5,76 %
Humedad	72-75 %	7,00 %	11,02 %	9,80 %
Ceniza	1,9-3,0 %	2,93 %	3,45 %	1,87 %
Grasa	19-24 %	17,78 %	11,04 %	22,30 %
Proteína	50-52 %	52,82 %	40,69 &	47,48 %

En cuanto a los resultados bromatológicos de la harina de chocho INIAP 450 Andino son similares a los encontrados por Ocaña (2019), sin embargo la harina de chocho INIAP 451 Guaranguito, los resultados difieren entre los autores y con los resultados de nuestra investigación, esta diferencia se debe al método utilizado para los análisis y al lugar de procedencia del grano ya que la variedad Guaranguito pertenece a la provincia Bolívar que fue mejorada netamente para este tipo de suelo, de igual forma estos resultados son bastante similares a los comparados con la norma NTE INEN 2390.



## 4.2. Resultados de la extracción de los aceites

### 4.2.1. Resultados de la extracción prensado en frío

En la tabla que se presenta a continuación, se detalla el volumen de los aceites extraídos tanto de la variedad de chocho INIAP 450 Andino y del chocho INIAP 451 Guaranguito.

**Tabla 15**

*Resultados de la extracción por prensado en frío del chocho INIAP 450 Andino y el chocho INIAP 451 Guaranguito*

Muestra	Peso (g)	Prensado	Centrifugado	Peso torta (g)	Aceite mL	Rendimiento
INIAP 450 Andino	3193,29	100 °C/1 h	400 rpm/ 20 min	2658,05	360	11 %
INIAP 451 Guaranguito	3175,15	100 °C/1 h	400 rpm/ 20 min	2630,84	450	14,17 %

Tras la extracción de los aceites mediante prensado en frío, se observa que el aceite de la variedad INIAP 450 Andino se obtuvo un volumen de 360 mL con un rendimiento del 11 %, mientras que el aceite de la variedad INIAP 451 Guaranguito se extrajo un volumen de 450 mL con un rendimiento de 14,17 %.

Varias empresas utilizan la extracción por prensado previo a la extracción con solventes, esto debido a que produce exceso de residuos y bajos rendimientos por lo que el residuo o torta contiene entre 6 a 7 % de aceite (Durán & Chico, 2015).

Por otro lado, la extracción de aceite por prensado en frío permite adquirir aceites extra virgen de calidad, el cual es muy cotizado en los mercados internacionales esto debido a que se conservan los beneficios propios de las oleaginosas.

#### 4.2.2. Resultados de la extracción por Soxhlet

En la tabla que se presenta a continuación, se muestran los resultados de la extracción del aceite por Soxhlet del chocho INIAP 450 Andino y del chocho INIAP 451 Guaranguito.

**Tabla 16**

*Resultados de la extracción por Soxhlet del chocho INIAP 450 Andino*

Muestra	Peso (g)	Volumen del hexano	Reflujo	Temperatura de trabajo °C	Aceite obtenido mL	Promedio mL	Rendimiento
INIAP 450 Andino	50	300	14	65	10,12	10,23	20,50 %
	50	300	14	65	10,41		
	50	300	14	65	10,15		
INIAP 451 Guaranguito	50	300	14	65	10,38	9,83	19,66
	50	300	14	65	8,84		
	50	300	14	65	10,27		

El promedio del volumen extraído del aceite de la variedad de chocho INIAP 450 Andino fue de 10,23 mL con un rendimiento de 20,50 %, mientras que el promedio del aceite extraído de la variedad INIAP 451 Guaranguito fue de 9,83 mL con un rendimiento de 19,66 %.

Zavaleta (2018), evaluó el rendimiento de la extracción del aceite de chocho INIAP 450 Andino utilizando el hexano como solvente y adquirió un promedio de 18 % a 23 % de rendimiento. De forma similar Arias & Guamán (2016), en la misma variedad de chocho adquirió un rendimiento del 25,65 %, estos resultados se asemejan son los adquiridos en la presente investigación.

Comparando el rendimiento con la extracción por prensado en frío, la extracción por Soxhlet adquirió mayor rendimiento, esto se le atribuye al uso del solvente lo que aumenta el volumen del aceite, mientras que la extracción por prensado en frío se obtiene un menor rendimiento, pero el aceite es de alta calidad, este bajo rendimiento se debe a que la torta que es el desperdicio a un contiene aceite.

Investigaciones realizadas mencionan que la calidad del aceite de chocho está entre el aceite de maní y el aceite soja, esto debido a su composición en ácidos grasos.

### 4.3. Resultados de la caracterización físicas químicas de los aceites

#### 4.3.1. Resultados del índice de acidez

Los resultados del índice de acidez con respecto a los cuatro tratamientos se detallan en la tabla 17, mismo que están expresadas en mg KOH/g.

El índice de acidez en los aceites indica la presencia de los ácidos grasos libres que son expresados como ácido oleico, es un indicador de calidad del producto puede aumentar su acidez por el mal almacenamiento de la materia prima o del producto (Zavaleta, 2018).

**Tabla 17**

*Resultados del índice de acidez*

Tratamientos	Código	R1 mg KOH/g	R2 mg KOH/g	R3 mg KOH/g	Índice de acidez mg KOH/g
T1	a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>	0,66	0,66	0,66	0,66
T2	a <sub>1</sub> b <sub>2</sub>	1,57	1,57	1,57	1,57
T3	a <sub>2</sub> b <sub>1</sub>	3,46	3,46	3,46	3,46
T4	a <sub>2</sub> b <sub>2</sub>	2,08	2,08	2,08	2,08

En la tabla se detalla el índice de acidez que posee los aceites de las dos variedades de chocho por los dos métodos de extracción, donde el tratamiento T3 tiene un índice de acidez de 3,46 mg KOH/g, misma que pertenece al aceite de chocho INIAP 451 Guaranguito por prensado en frío, mientras que el tratamiento T1 adquirió un índice de acidez de 0,66 mg KOH/g valor más bajo comparado con los demás tratamientos.

Pascual *et al.*, (2021), determinó el índice de acidez en el aceite de chocho encontrándose con un valor de 3,2 mg KOH/g, por otro lado, Zavaleta (2018) dio a conocer un resultado que varía entre 0,87 a 0,86 % de índice de acidez en el aceite de chocho, estos resultados son similares a nuestro trabajo de investigación.

El CODEX STAN 210 (1999), indica el límite máximo de índice de acidez que debe tener las grasas y los aceites comestibles el cual es de 4 mg KOH/g, en tal sentido los resultados adquiridos se encuentran por debajo del índice de acidez máximo permitido por la norma.

**Tabla 18**

*Análisis de varianza del índice de acidez*

Fuente	Gl	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor- $\rho$
Efectos principales					
A: Variedad chocho	1	8,20053	8,20053	984064,00	0,0000**
B: Método extracción	1	0,168033	0,168033	20164,00	0,0000**
Interacciones					
AB	1	3,92163	3,92163	470596,00	0,0000**
Residuos	8	0,0000666667	0,0000083333		
Total	11	12,2903			

\*\* : Diferencia altamente significativa

Mediante el análisis de varianza realizado al índice de acidez del aceite de chocho, se observa que existe variabilidad entre los factores, de tal manera los valores-p prueban la significancia estadística entre la variedad de chocho y los métodos de extracción y se detalla que existe diferencia altamente significativa entre estos factores con un 95,0 % nivel de confiabilidad.

Se realizaron pruebas de rangos múltiples por la diferencia altamente significativa presentada entre los factores.

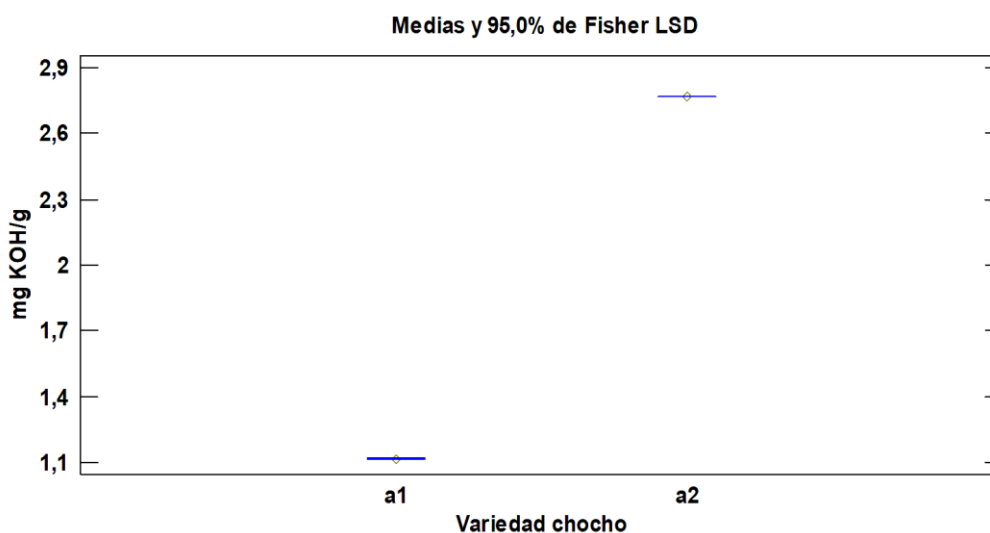
**Tabla 19**

*Pruebas de rangos múltiples para la acidez del aceite del factor A*

Variedad de chocho	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
a <sub>2</sub>	6	2,77	0,00117851	A
a <sub>1</sub>	6	1,11667	0,00117851	B

**Figura 7**

*Medias del índice de acidez del factor A*



En la tabla de prueba de rangos múltiples y en la figura de medias se evidencia la heterogeneidad entre los grupos, el cual el nivel a<sub>2</sub> presenta un alto índice de acidez

con 2,77 mg KOH/g, misma que representa al aceite extraído del chocho INIAP 451 Guaranguito, mientras que la variedad INIAP 450 Andino el índice de acidez fue de 1,11 mg KOH/g.

De igual forma se realizó pruebas de rangos múltiples por LSD para el factor B con respecto al índice de acidez del aceite.

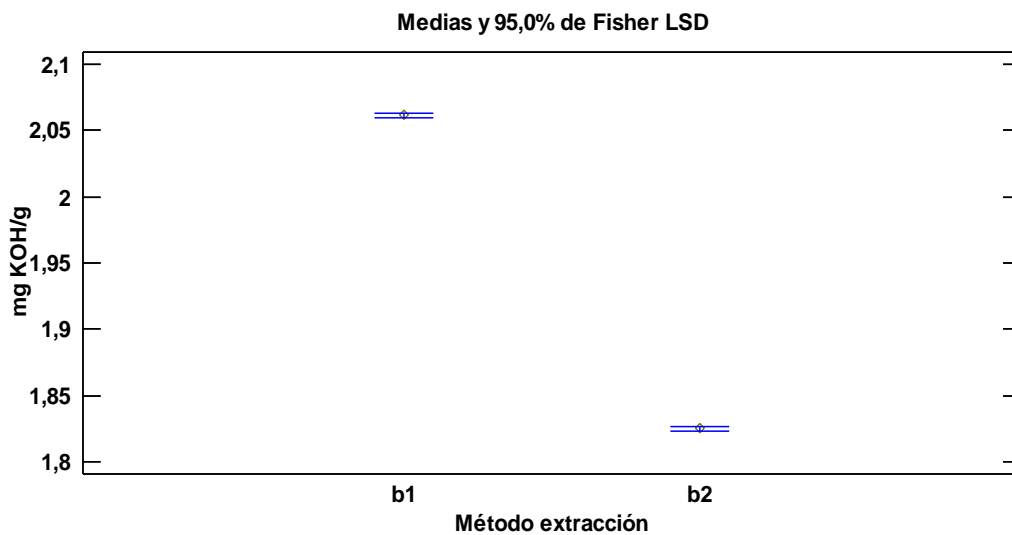
**Tabla 20**

*Pruebas de rangos múltiples para el índice de acidez del aceite del factor B*

Método extracción	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
b <sub>1</sub>	6	2,06167	0,00117851	A
b <sub>2</sub>	6	1,825	0,00117851	B

**Figura 8**

*Medias del índice de acidez factor B*

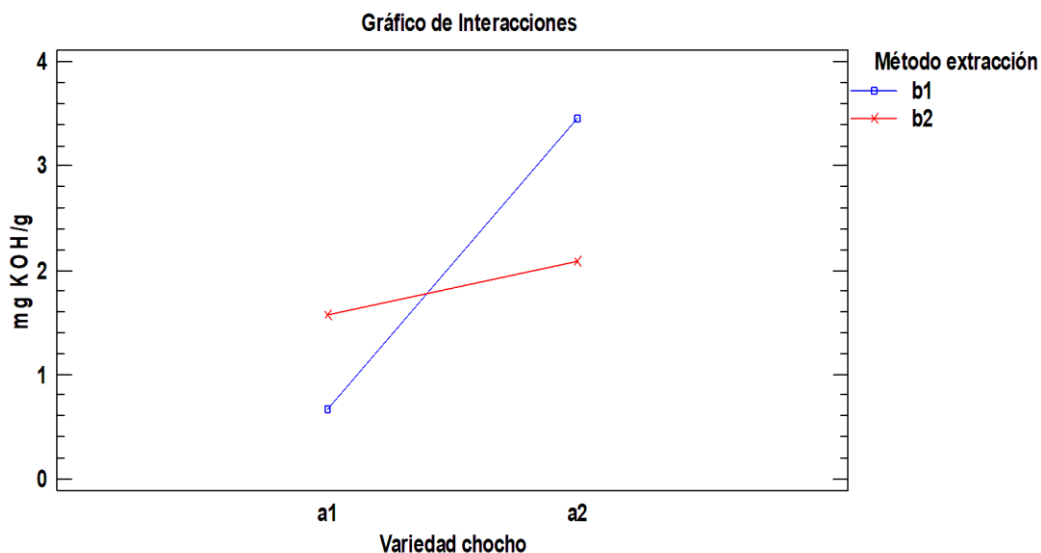


Como se aprecia en la tabla de pruebas de rangos múltiples y en la figura de medias para el índice de acidez en el factor B (métodos de extracción), el nivel b<sub>1</sub> presenta un índice de acidez del 2,06 mg KOH/g, el cual representa la extracción del aceite

por prensado en frío, evidenciando que la extracción por este método los aceite son más puros.

### Figura 9

*Interacción AB del índice de acidez.*



Con respecto al índice de acidez del aceite extraído de las dos variedades de chocho por los dos métodos de extracción, se evidencia que los extremos con mayor índice de acidez son los niveles  $a_2b_1$  pertenecientes al aceite de chocho INIAP 451 Guaranguito extraído por el método prensado en frío.

El índice de acidez en grasas y aceites es un indicador de calidad del producto y está relacionado directamente con las características de la materia prima y con los métodos de extracción y los solventes utilizados.

#### 4.3.2. Resultados de la densidad

A continuación, se presentan los resultados de la densidad del aceite de chocho extraído por Soxhlet y prensado al frío.

Las densidades de las distintas grasas y aceites no existen gran diferencia entre sus resultados, siempre serán menores a la densidad del agua (Vivanco, 2018).

**Tabla 21***Resultados de la densidad*

Tratamientos	Código	R1 g/cm <sup>3</sup>	R2 g/cm <sup>3</sup>	R3 g/cm <sup>3</sup>	Densidad g/cm <sup>3</sup>
T1	a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>	0,92	0,92	0,92	0,92
T2	a <sub>1</sub> b <sub>2</sub>	0,92	0,92	0,92	0,92
T3	a <sub>2</sub> b <sub>1</sub>	0,98	0,98	0,98	0,98
T4	a <sub>2</sub> b <sub>2</sub>	0,93	0,93	0,93	0,93

Con respecto a la densidad del aceite extraído de las dos variedades de chocho por los dos métodos de extracción se detalla en la tabla anterior, donde la densidad de los aceites de los cuatro tratamientos no supera el 1 g/cm<sup>3</sup>, de igual forma Arias & Guamán (2016), mencionaron que la densidad de los aceites comestibles debe presentar un valor menor a 1 g/cm<sup>3</sup> de densidad.

La densidad en los aceites es utilizada para medir la pureza y la calidad del producto, a menor densidad el aceite es más digerible (Fiestas & Flores, 2020).

**Tabla 22***Análisis de varianza para la densidad*

Fuente	Gl	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-p
Efectos principales					
A: Variedad chocho	1	0,00403333	0,00403333	161,33	0,0000**
B: Método extracción	1	0,00163333	0,00163333	65,33	0,0000**
Interacciones					
AB	1	0,0048	0,0048	192,00	0,0000**
Residuos	8	0,0002	0,000025		
Total	11	0,0106667			

\*\* : Diferencia altamente significativa



Mediante el análisis de varianza se observa que existe diferencia altamente significativa entre los factores de estudio para la densidad de los aceites de chocho, debido a que sus valores- $p$  son menores que 0,05, en tal sentido la variedad de chocho, así como el método de extracción inciden en la densidad del producto final con 95,0 % de nivel de confianza.

Se realizaron pruebas de rangos múltiples por el método LSD ya que presentaron diferencia estadística entre los tratamientos.

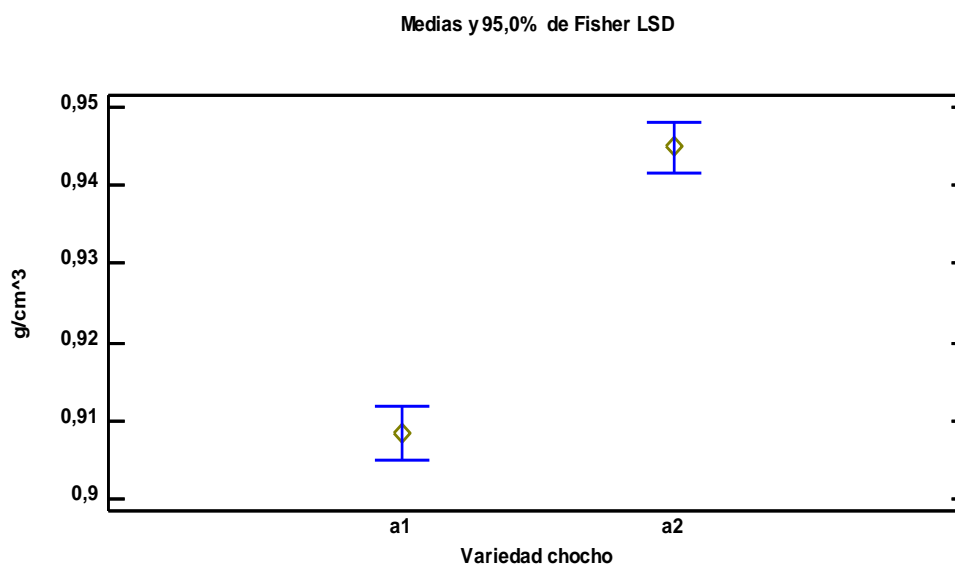
**Tabla 23**

*Pruebas de rangos múltiples para la densidad del aceite del factor A*

Variedad de chocho	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
a <sub>2</sub>	6	0,945	0,00204124	A
a <sub>1</sub>	6	0,90833	0,00204124	B

**Figura 10**

*Medias de la densidad del factor A*



En la tabla y en la figura de pruebas de rangos múltiples, se observa la heterogeneidad entre los niveles, demostrando así que el nivel a<sub>2</sub> tiene una densidad

del  $0,945 \text{ g/cm}^3$ , el cual pertenece a la variedad de chocho INIAP 451 Guaranguito, de igual forma en la figura se comprueba que estos niveles no se traslapan entre ellos.

De igual manera para el factor B, se realizó pruebas de rangos múltiples para identificar las medias diferentes.

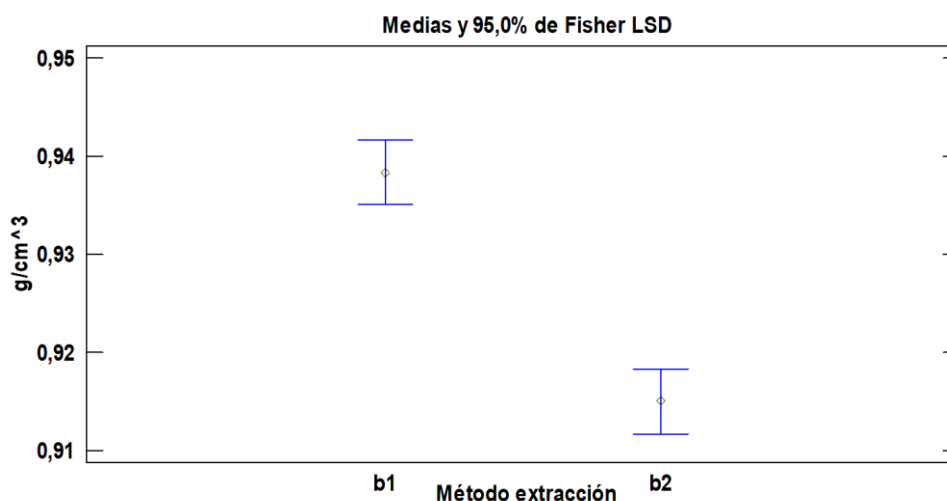
**Tabla 24**

*Pruebas de rangos múltiples para la densidad del aceite del factor B*

Método extracción	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
b <sub>1</sub>	6	0,938333	0,00204124	A
b <sub>2</sub>	6	0,915	0,00204124	B

**Figura 11**

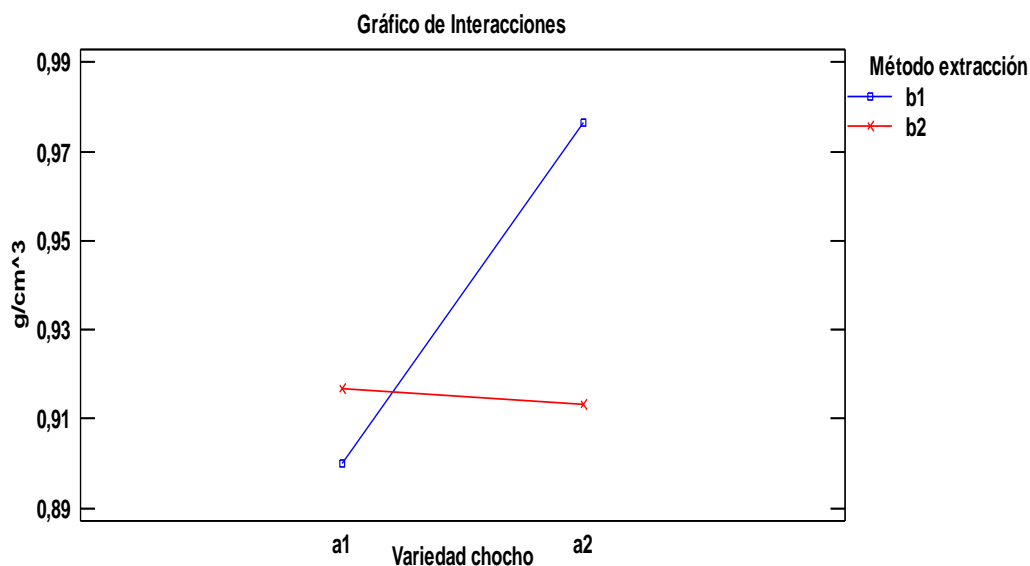
*Medias de la densidad del factor B*



En la tabla de pruebas de rangos múltiples la media del nivel b<sub>1</sub> presenta una densidad de  $0,938 \text{ g/cm}^3$ , es decir que el aceite de chocho extraído por el método prensado en frío presentó mayor densidad, el cual se encuentra dentro de los límites establecidos por los diferentes autores, donde mencionan que deben presentar una densidad menor a  $1 \text{ g/cm}^3$ .

**Figura 12**

*Interacción AB de la densidad del aceite*



En la figura de interacciones, se evidencia que los extremos más altos de las líneas de tendencia son los niveles a<sub>2</sub>b<sub>1</sub>, es decir que el aceite extraído de la variedad de chocho INIAP 451 Guaranguito por el método prensado en frío presentó mayor densidad en el aceite.

#### **4.3.3. Resultados del pH**

Los resultados del potencial de hidrógeno (pH), se informan en la tabla que se presenta a continuación.

El potencial de hidrógeno es una medida de la actividad de iones de hidrógeno en una solución electrolítica, el pH expresa de una forma convencional en una escala numérica adimensional, el cual indica el grado de acidez o basicidad de las soluciones (Llamba & López, 2020).

**Tabla 25***Resultados del pH*

<b>Tratamientos</b>	<b>Código</b>	<b>R1</b>	<b>R2</b>	<b>R3</b>	<b>Promedio pH</b>
T1	a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>	5,07	5,02	5,07	5,05
T2	a <sub>1</sub> b <sub>2</sub>	5,97	5,73	5,65	5,78
T3	a <sub>2</sub> b <sub>1</sub>	5,91	5,88	5,95	5,91
T4	a <sub>2</sub> b <sub>2</sub>	5,14	5,15	4,81	5,03

En la tabla se muestran los resultados de pH de los aceites extraídos por diferentes métodos de extracción y dos variedades de chocho, donde los valores de todos los tratamientos no superan de un pH de 6. Arias & Guamán (2016), en su investigación desarrollada en la variedad de chocho INIAP 450 Andino adquirió un pH de 7,19, de manera similar Fernández (2017), reportó un pH de 7,50 en el aceite de chocho INIAP 451 Guaranguito, este resultado difiere con los encontrados en nuestra investigación.

**Tabla 26***Análisis de varianza del pH*

<b>Fuente</b>	<b>Gl</b>	<b>Suma de Cuadrados</b>	<b>Cuadrado Medio</b>	<b>Razón-F</b>	<b>Valor-<math>\rho</math></b>
Efectos principales					
A: Variedad chocho	1	0,016875	0,016875	1,00	0,3457 NS
B: Método extracción	1	0,009075	0,009075	0,54	0,4834 NS
Interacciones					
AB	1	1,94408	1,94408	115,66	0,0800 NS
Residuos	8	0,134467	0,0168083		
Total	11	2,10449			

NS: Diferencia no significativa

En la tabla de análisis de varianza realizado al pH del aceite de chocho, se observa que no presentan diferencia significativa entre los tratamientos, debido a que sus valores- $p$  son mayores a 0,05, por lo tanto, la variedad de chocho y el método de extracción no influyen en el pH del aceite extraído con un 95,0 % de nivel de confianza.

#### 4.3.4. Resultados del índice de saponificación

En la siguiente tabla se detallan los resultados del índice de saponificación del aceite de chocho INIAP 450 Andino e INIAP 451 Guaranguito, extraídos por el método prensado en frío y Soxhlet.

El índice de saponificación es utilizado en la verificación de la adulteración en los aceites vegetales o mezcla de aceites vegetales con aceite animal, donde se determina si el ácido graso es dominante en la cadena corta o larga (Cáceres, 2022).

**Tabla 27**

*Resultados del índice de saponificación*

Tratamientos	Código	R1 mg/g	R2 mg/g	R3 mg/g	Índice de saponificación mg/g
T1	a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>	168,25	186,25	186,25	180,25
T2	a <sub>1</sub> b <sub>2</sub>	104,71	104,71	104,71	104,71
T3	a <sub>2</sub> b <sub>1</sub>	181,15	181,15	181,15	181,15
T4	a <sub>2</sub> b <sub>2</sub>	170,62	170,62	170,62	170,62

En la tabla anterior se puede identificar los resultados de los cuatro tratamientos realizados al aceite de chocho con respecto al índice de saponificación, donde el

tratamiento T2 posee el valor más bajo del índice de saponificación con 104,71 mg/g y el índice de saponificación más alto lo tiene el tratamiento T3 con 181,15 mg/g, el cual indica que a mayor índice de saponificación más puro resulta ser el aceite, de acuerdo a las especificaciones del Codex Alimentarius.

Cáceres (2022), en el aceite de chocho encontró un índice de saponificación que varía entre 164,49 y 173,67 meq de KOH/g de muestra, por otro lado, en la investigación de Zavaleta (2018), encontró un índice de saponificación en el aceite de chocho INIAP 450 Andino un valor de 188,21 a 191,49 mg KOH/g de aceite. El índice de saponificación para las grasas y aceites se encuentran dentro de los límites especificados por la Codex Alimentarius, el cual considera valores normales entre 184 a 1996 mg KOH/g.

**Tabla 28**

*Análisis de varianza para el índice de saponificación*

Fuente	Gl	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor- $\rho$
Efectos principales					
A: Variedad chocho	1	614,471	614,471	5,62	0,0452*
B: Método extracción	1	1509,09	1509,09	13,81	0,0059**
Interacciones					
AB	1	631,475	631,475	5,78	0,0429*
Residuos	8	874,335	109,292		
Total	11	3629,37			

\*: diferencia significativa; \*\*: Diferencia altamente significativa

La tabla de análisis de varianza muestra que existe diferencia altamente significativa entre los factores, por lo que se determina que la variedad de chocho,

así como el método de extracción influye en el índice de saponificación, esto se corrobora porque sus valores- $p$  son menores a 0,05.

Para determinar las medias diferentes de los niveles del factor A, se procedió a realizar pruebas de rangos múltiples con 95,0 % de confiabilidad.

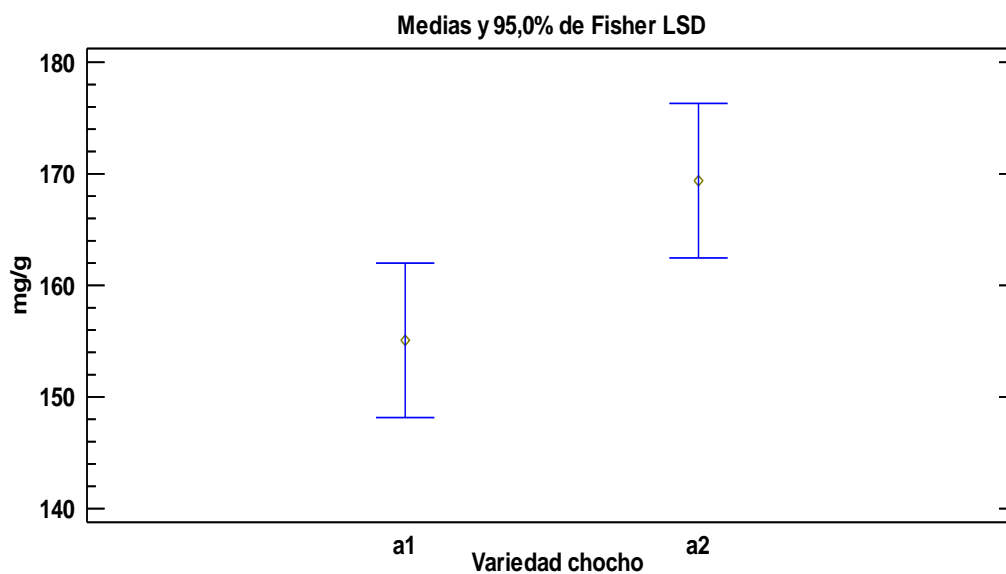
**Tabla 29**

*Pruebas de rangos múltiples para el índice de saponificación del factor A*

Variedad de chocho	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
a <sub>2</sub>	6	169,422	4,26794	A
a <sub>1</sub>	6	155,11	4,26794	B

**Figura 13**

*Medias del índice de saponificación del factor A*



En la tabla de pruebas de rangos múltiples y en la figura de medias del factor A (variedad de chocho), se detalla la heterogeneidad entre los niveles, demostrando así que el nivel a<sub>2</sub> tiene una media de índice de saponificación de 169,422 mg/g, el cual representa al aceite de la variedad de chocho 451 Guaranguito.

Para el factor B, también se realizó pruebas de rangos múltiples al 95,0 % de confianza.

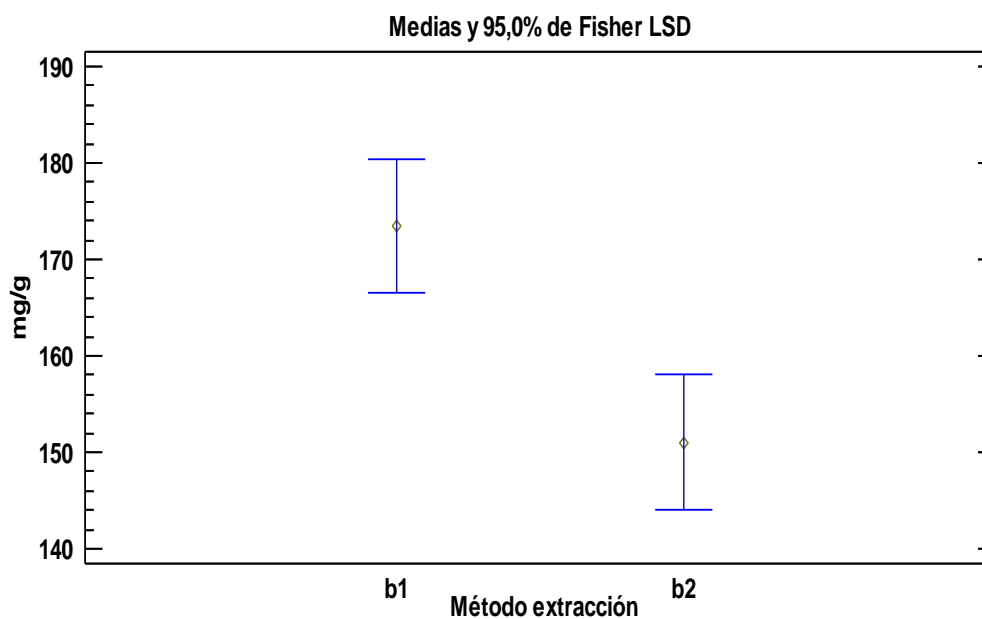
**Tabla 30**

*Pruebas de rangos múltiples para el índice de saponificación del factor B*

Método extracción	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
b <sub>1</sub>	6	173,48	4,26794	A
b <sub>2</sub>	6	151,052	4,26794	B

**Figura 14**

*Medias del índice de saponificación del factor B*

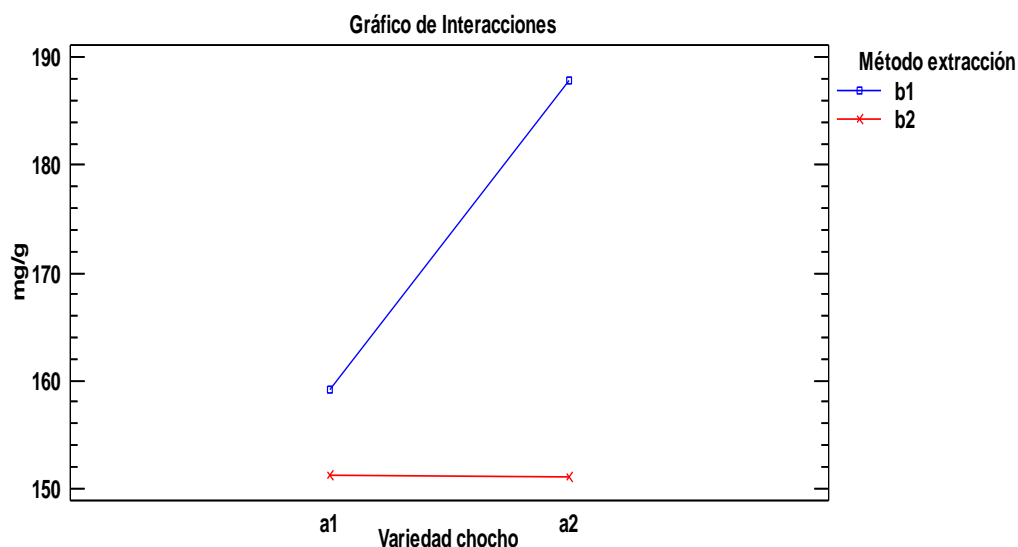


En la tabla de pruebas de rangos múltiples, así como en la figura se detalla la diferencia de medias entre los niveles, donde el nivel b<sub>1</sub> tiene un índice de saponificación de 173,48 mg/g el cual representa el aceite extraído por el método prensado en frío, de igual forma en la figura se observa que los niveles no se traslapan entre ellos.



**Figura 15**

*Interacción de AB del índice de saponificación*



En la figura de interacciones, se observa que los extremos que presentaron mayor índice de saponificación fueron en los niveles  $a_2b_1$  misma que representa al aceite de chocho de la variedad INIAP 451 Guaranguito extraída por el método prensado en frío.

#### **4.3.5. Índice de refracción**

Con el índice de refracción se determina la relación entre la velocidad de la luz en el vacío, la velocidad de la luz que viaja a través del aceite, la determinación está relacionada con la composición de los ácidos grasos y puede aumentar con la cantidad de insaturación y la longitud de las cadenas que componen los ácidos grasos y se comprueba la pureza del aceite (Zavaleta, 2018). Además, el índice de refracción de grasas y aceites tiene un índice característico que va desde 1,44 y 1,5, también es un indicativo de la calidad del aceite (Salas & Vargas, 2018).

En la tabla 33, se identifican los resultados del índice de refracción realizado al aceite de chocho INIAP 450 Andino e INIAP 451 Guaranguito.

**Tabla 31***Resultados del índice de refracción del aceite de chocho*

<b>Tratamientos</b>	<b>Código</b>	<b>R1 nD</b>	<b>R2 nD</b>	<b>R3 nD</b>	<b>Índice de refracción nD</b>
T1	a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>	1,47196	1,47196	1,47343	1,47245
T2	a <sub>1</sub> b <sub>2</sub>	1,47201	1,47204	1,47185	1,47197
T3	a <sub>2</sub> b <sub>1</sub>	1,47230	1,47209	1,47425	1,47288
T4	a <sub>2</sub> b <sub>2</sub>	1,47195	1,47184	1,47185	1,47188

La tabla muestra el índice de refracción del aceite extraído de todos los tratamientos, donde los valores encontrados están dentro del rango permitido por la norma NTE INEN. Pascual *et al.*, (2021) y Cuaresma (2018), obtuvieron un índice de refracción similares al de nuestro trabajo de investigación en el aceite de chocho. Chaves *et al.*, (2020), menciona que el índice de refracción nos indica la cantidad de ácidos grasos insaturados. Por otro lado, la norma NTE INEN 42, establece los valores máximos de índice de refracción para los aceites comestibles que es de 1,489, misma que en nuestra investigación se encuentra por debajo de los límites establecidos.

**Tabla 32***Análisis de varianza para el índice de refracción*

<b>Fuente</b>	<b>Gl</b>	<b>Suma de Cuadrados</b>	<b>Cuadrado Medio</b>	<b>Razón-F</b>	<b>Valor- <math>\rho</math></b>
Efectos principales					
A: Variedad chocho	1	0,00229523	0,00229523	28,90	0,0007**
B: Método extracción	1	0,00312083	0,00312083	39,29	0,0002**
Interacciones					
AB	1	0,003028	0,003028	38,12	0,0003**
Residuos	8	0,000635391	0,0000794238		
Total	11	0,00907945			

\*\*: Diferencia altamente significativa

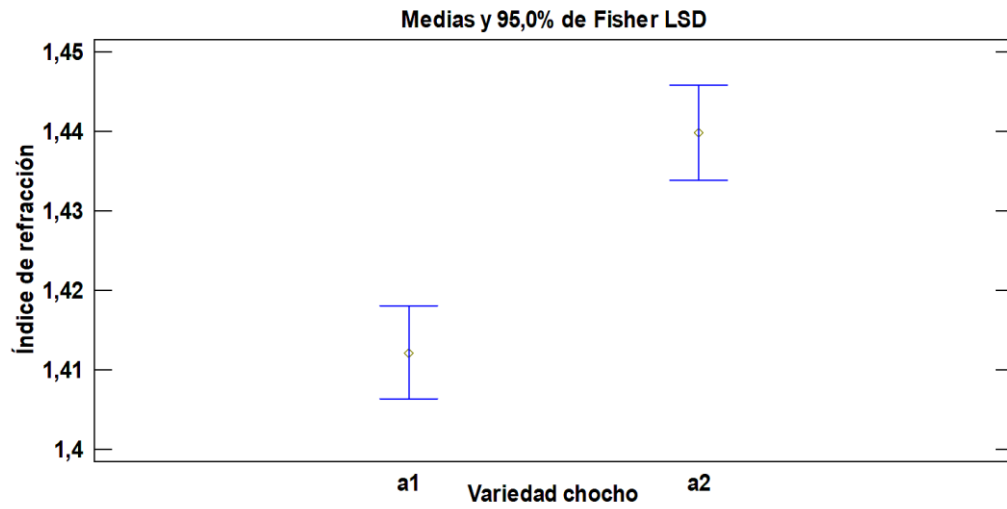
La tabla de análisis de varianza muestra que existe diferencia significativa entre los factores de estudio, debido a que sus valores-  $\rho$  son menores que 0,05, esto indica que la variedad de chocho y el método de extracción de aceite influye en el índice de refracción del aceite con un 95,0 % de confiabilidad.

**Tabla 33***Pruebas de rangos múltiples para el índice de refracción del factor A*

<b>Variedad de chocho</b>	<b>Casos</b>	<b>Media LS</b>	<b>Sigma LS</b>	<b>Grupos Homogéneos</b>
a <sub>2</sub>	6	1,43987	0,00363831	A
a <sub>1</sub>	6	1,41221	0,00363831	B

**Figura 16**

*Medias del índice de saponificación del factor A*



La tabla y la figura de las pruebas de rangos múltiples, muestra la heterogeneidad entre los niveles, manifestando que el nivel  $a_2$  tiene un índice de refracción del 1,43987, el cual representa a la variedad de chocho INIAP 451 Guaranguito.

Para el factor B, se realizó pruebas de rangos múltiples para identificar las medias diferentes.

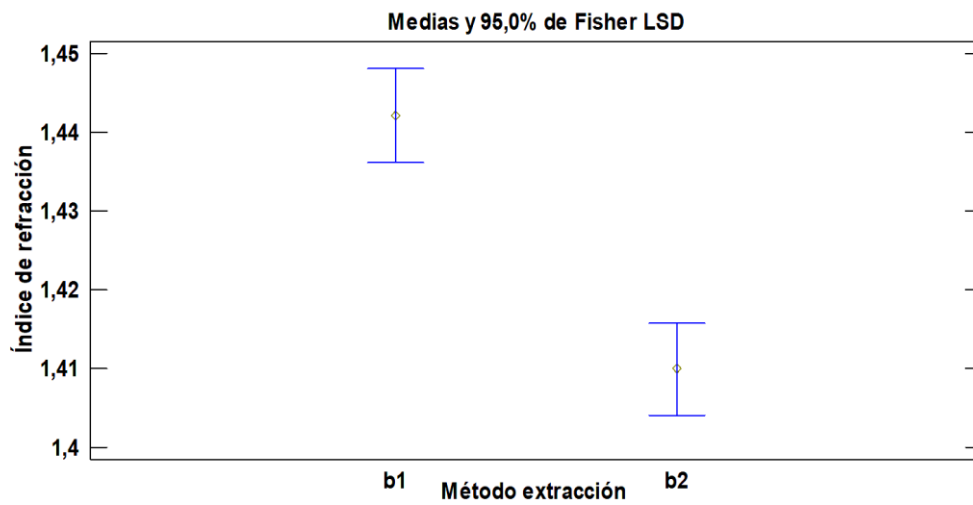
**Tabla 34**

*Pruebas de rangos múltiples para el índice de refracción del factor B*

Método de extracción	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
$b_1$	6	1,44216	0,00363831	A
$b_2$	6	1,40991	0,00363831	B

**Figura 17**

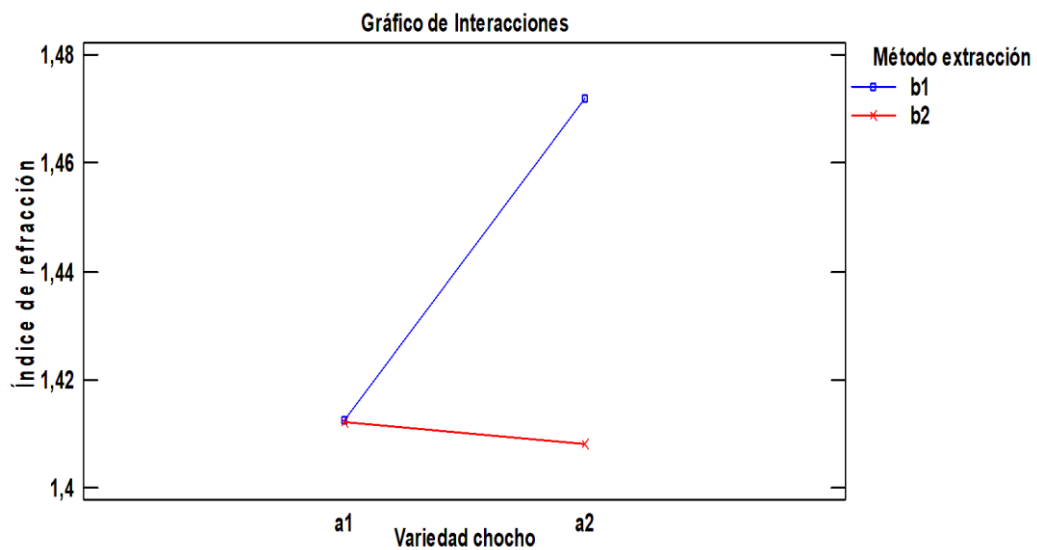
*Medias del índice de refracción del factor B*



La tabla y la figura, se describen las diferencias de medias entre los niveles, donde el índice de refracción del nivel  $b_1$  posee un valor de 1,4216, que pertenece al aceite obtenido por el método de prensado en frío y en la figura se observa que los niveles no se superponen entre ellos.

**Figura 18**

*Interacción de AB del índice de refracción*



En la figura de interacción, se observa que los extremos que presentan mayor índice de refracción son los niveles a<sub>2</sub>b<sub>1</sub>, misma que pertenece al aceite de chocho de la variedad INIAP 451 Guaranguito obtenida por el método prensado en frío.

#### **4.4. Resultados de la caracterización cromatográfica**

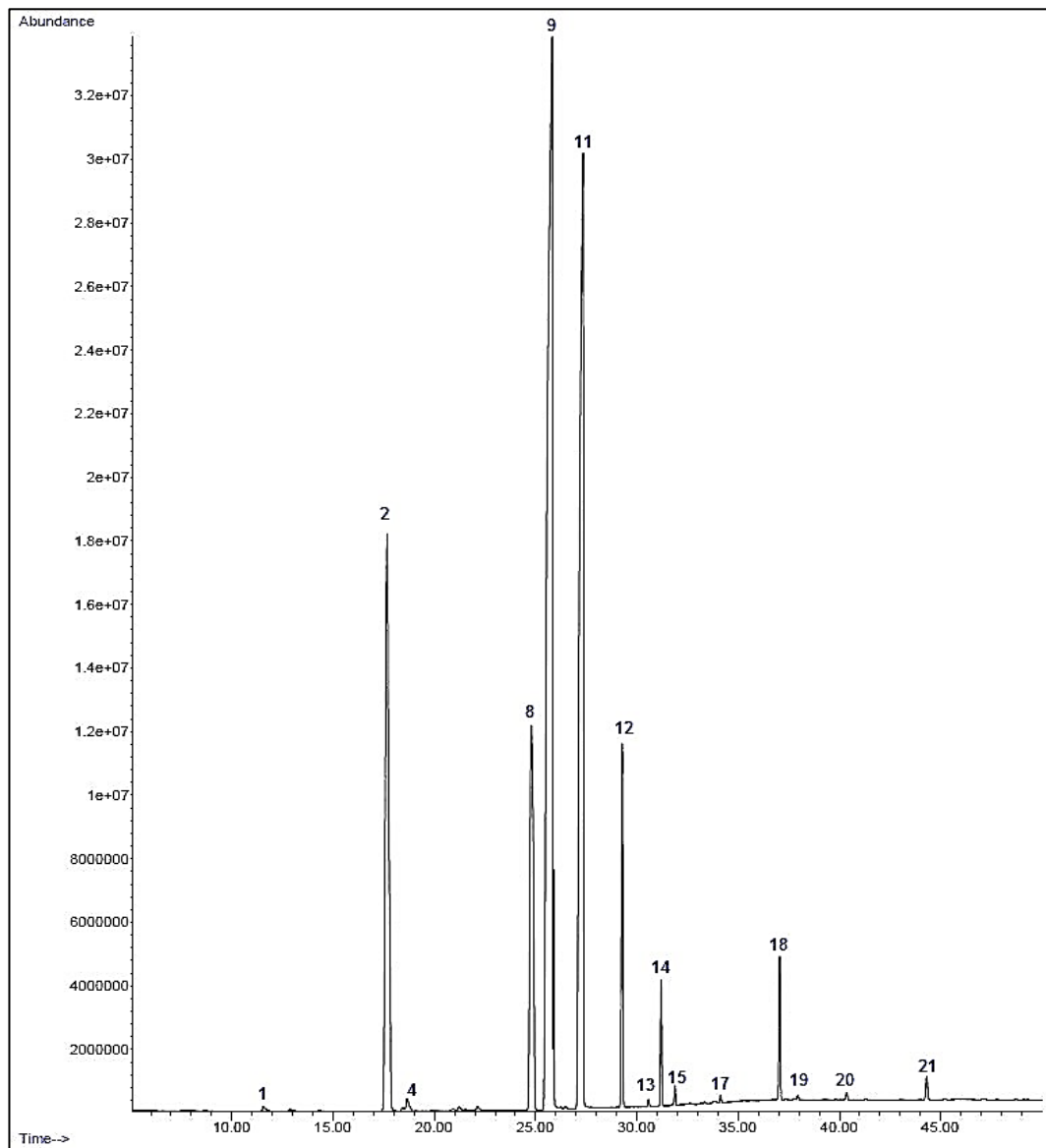
Para dar cumplimiento al cuarto objetivo, se realizó el perfil lipídico mediante cromatografía de gases al tratamiento T3 (INIAP 451 + Prensado en frío) que mediante análisis físico químico se estableció el mejor tratamiento, por otro lado, los aceites extraídos por el método de prensado en frío presentan alta pureza debido a que no se encuentran con partículas de solventes.

##### **4.4.1. Aceite INIAP 451 Guaranguito extraída por prensado en frío**

Mediante el análisis del perfil lipídico por cromatografía de gases, realizado al aceite de chocho INIAP 451 Guaranguito extraído por prensado en frío, se registró 21 picos cromatográficos, mismas que presentan unas en mayor intensidad y otras en menor intensidad como se observa en la siguiente figura.

**Figura 19**

*Cromatograma del aceite INIAP 451 Guaranguito*



En la figura se presenta 21 picos cromatográficos, donde los picos con mayor intensidad fue el número 9 con un tiempo de retención de 25,82 min, seguido del pico número 11 con un tiempo de retención de 27,34 min, el pico número 2 con un tiempo de retención de 17,67 min, el pico número 8 con un tiempo de retención de 24,79 min y finalmente el pico número 12 con un tiempo de retención de 29,28 min.

**Tabla 35***Perfil lipídico del aceite INIAP 451 Guaranguito*

Nº	Compuesto	Tiempo de retención (min)	Área (%)	Fórmula
1	Myristic acid, methyl ester	11,543	0,14	C <sub>15</sub> H <sub>30</sub> O <sub>2</sub>
<b>2</b>	<b>Palmitic acid, methyl ester</b>	<b>17,671</b>	<b>15,11</b>	<b>C<sub>17</sub>H<sub>34</sub>O<sub>2</sub></b>
3	11-Hexadecenoic acid, methyl ester	18,431	0,07	C <sub>17</sub> H <sub>32</sub> O <sub>2</sub>
4	Palmitoleic acid, methyl ester	18,659	0,30	C <sub>17</sub> H <sub>32</sub> O <sub>2</sub>
5	2,4-Di-tert-butylphenol	20,914	0,05	C <sub>14</sub> H <sub>22</sub> O
6	Hexadecanoic acid, 14-methyl-, methyl ester	21,215	0,08	C <sub>18</sub> H <sub>36</sub> O <sub>2</sub>
7	cis-10-Heptadecenoic acid, methyl ester	22,126	0,09	C <sub>18</sub> H <sub>34</sub> O <sub>2</sub>
<b>8</b>	<b>Stearic acid, methyl ester</b>	<b>24,792</b>	<b>10,15</b>	<b>C<sub>18</sub>H<sub>34</sub>O<sub>2</sub></b>
<b>9</b>	<b>Oleic acid, methyl ester</b>	<b>25,822</b>	<b>39,29</b>	<b>C<sub>19</sub>H<sub>36</sub>O<sub>2</sub></b>
10	Oleic acid, methyl ester, cis-	25,890	1,36	C <sub>19</sub> H <sub>36</sub> O <sub>2</sub>
<b>11</b>	<b>Linoleic acid, methyl ester</b>	<b>27,346</b>	<b>26,14</b>	<b>C<sub>19</sub>H<sub>34</sub>O<sub>2</sub></b>
<b>12</b>	<b>Linolenic acid, methyl ester</b>	<b>29,280</b>	<b>3,74</b>	<b>C<sub>19</sub>H<sub>34</sub>O<sub>2</sub></b>
13	Phytol	30,576	0,08	C <sub>20</sub> H <sub>40</sub> O
14	Arachidic acid methyl ester	31,204	1,22	C <sub>21</sub> H <sub>42</sub> O <sub>2</sub>
15	11-Eicosenoic acid, methyl ester	31,883	0,19	C <sub>21</sub> H <sub>40</sub> O <sub>2</sub>
16	Heptaethylene glycol monododecyl ether	33,597	0,04	C <sub>26</sub> H <sub>54</sub> O <sub>8</sub>
17	Methyl 14-methyl-eicosanoate	34,135	0,07	C <sub>22</sub> H <sub>44</sub> O <sub>2</sub>
18	Behenic acid, methyl ester	37,055	1,42	C <sub>23</sub> H <sub>46</sub> O <sub>2</sub>
19	Ethyl iso-allocholate	37,949	0,06	C <sub>26</sub> H <sub>44</sub> O <sub>5</sub>
20	Tricosanoic acid, methyl ester	40,362	0,09	C <sub>24</sub> H <sub>48</sub> O <sub>2</sub>
21	Lignoceric acid methyl ester	44,317	0,32	C <sub>25</sub> H <sub>50</sub> O



La tabla anterior indica el perfil lipídico del aceite de chocho INIAP 451 Guaranguito, donde el compuesto con mayor área fue el Oleic acid, methyl ester con un área de 39,29 %, seguido del compuesto Linoleic acid, methyl ester con un área de 26,14 %, Palmitic acid, methyl ester con un área de 15,11 %, Stearic acid, methyl ester con un área de 10,15 % y finalmente el compuesto con menor área fue el Linolenic acid, methyl ester con 29,28 %.

El perfil lipídico identificado en el aceite de chocho INIAP 451 Guaranguito, el compuesto que predomina es el Oleic acid, methyl ester con una área de 39,29 %, de igual manera Rodríguez *et al.*, (2022) da a conocer que este compuesto en dietas alimenticias incrementa la actividad de los receptores lipoproteínas de baja densidad y así mismo baja la concentración del colesterol, también menciona que la sustitución de ácidos grasos saturados por ácido oleico reduce el riesgo de la enfermedad coronaria al 20 y 40 %.

De igual forma Villacrés (2020) y Pascual *et al.*, (2021), identificaron el mismo perfil lipídico que se reportó en nuestra investigación, por otro lado, Blas & Soria (2021), identificaron el ácido oleico en el aceite de chocho con un área de 22,80 %. En síntesis, este compuesto se encuentra en el mayor porcentaje en el aceite de chocho de las dos variedades.

## 4.5. COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS

### 4.5.1. Hipótesis nula (H<sub>0</sub>)

Los aceites extraídos de las dos variedades de chocho (*Lupinus mutabilis Sweet*), (450 Andino y 451 Guaranguito), por los dos métodos de extracción no presentan características físicas químicas y perfil lipídico para el consumo humano.

### 4.5.2. Hipótesis alterna (H<sub>1</sub>)

Los aceites extraídos de las dos variedades de chocho (*Lupinus mutabilis Sweet*), (450 Andino y 451 Guaranguito), por los dos métodos de extracción presentan características físicas químicas y perfil lipídico para el consumo humano.

### 4.5.3. Verificación de hipótesis

**Tabla 36**

*Comprobación de la hipótesis con la tabla de Fisher*

Análisis	Factores de estudio	F-Calculada	F- Tablas
Acidez	A	984064,00	4,07
	B	20164,00	4,07
Densidad	A	161,33	4,07
	B	65,33	4,07
pH	A	1,00	4,07
	B	0,54	4,07
Índice de saponificación	A	5,62	4,07
	B	13,81	4,07
Índice de refracción	A	28,90	4,07
	B	39,29	4,07

Mediante la comparación de F calculada con la de F de tablas se observa que existe diferencia significativa, en consecuencia, existe evidencia suficiente en rechazar la hipótesis nula y se aceptar la hipótesis alterna.

## CAPÍTULO V

### 5.1. CONCLUSIONES

- Mediante el análisis bromatológico realizado a la variedad de chocho INIAP 450 Andino e INIAP 451 Guaranguito, los resultados fueron similares a los identificados por diferentes autores, además se comparó con la norma NTE INEN 2390 donde presentaron resultados semejantes.
- La extracción de aceite de chocho por prensado en frío fue de un rendimiento del 11 y del 14,17 % y comparado con la extracción por Soxhlet el rendimiento fue del 20,50 y 19,66 % de INIAP 450 Andino e INIAP 451 Guaranguito respectivamente, esta diferencia de resultados es por la presencia de restos de solventes que quedan luego de la separación del solvente mediante el rotaevaporador.
- En cuanto a la caracterización físicas químicas de los aceites, el tratamiento T3 resultó ser el mejor, en acidez adquirió un resultado de 3,46 KOH/g, misma que se encuentra por debajo del límite máximo establecido por el CODEX STAN 210, en cuanto a la densidad fue de 0,98 g/cm<sup>3</sup> donde a menor densidad el aceite es más digerible, mientras que en pH no hubo variabilidad en los resultados, en el índice de saponificación adquirió un resultado de 181,15 mg/g el cual indica que mayor índice más puro es el aceite, finalmente en el índice de refracción adquirió un resultado de 1,47 de 28,8 encontrándose dentro del rango descrito por la norma NTE INEN 42.

- De acuerdo al perfil lipídico realizado mediante cromatografía de gases el compuesto con mayor área fue el Oleic acid, methyl ester con 39,29 % en el aceite de chocho INIAP 451 Guaranguito extraído por prensado en frío.

## **5.2. RECOMENDACIONES**

- Realizar análisis físicas químicas al chocho antes del proceso de desamargado y después del proceso del desamargado, verificar si los resultados varían al ser sometido a este proceso.
- Realizar una extracción de aceite de chocho por fluidos súper críticos y comparar la pureza del aceite con la extraída por prensado en frío, también determinar los rendimientos entre las dos extracciones.
- Investigar los polifenoles presentes en los aceites de chocho, con la finalidad de dar a conocer sus propiedades antioxidantes y antimicrobianas.
- Continuar con la una investigación realizando análisis por cromatografía líquida y dar a conocer la importancia en la salud de las personas los compuestos presentes en el chocho.

## BIBLIOGRAFÍA

- Arellano, A. (2022). Análisis nutricional y actividades biológicas de compuestos bioactivos derivados del chocho (*Lupinus Mutabilis*). *Tesis pregrado*. Universidad Técnica de Ambato, Ambato. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/34918/1/AL%20809.pdf>
- Arias, J., & Guamán, P. (2016). Evaluación físico – química del aceite de chocho (*Lupinus mutabilis*) a partir de dos variedades de chocho (INIAP 450 Andino y Ecotipo local), dos solventes (éter de petróleo y hexano) por medio de extracción soxhlet, con dos estados de chocho. *Tesis pregrado*. Universidad Técnica de Cotopaxi, Latacunga. Obtenido de <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/3276>
- Barzola, G. (2022). Elaboración artesanal de embutido tipo chorizo, implementando el chocho (*lupinus mutabili sweet*). *Tesis pregrado*. Universidad de Guayaquil, Guayaquil. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/61089/1/BINGQ-GS-22P27.pdf>
- Blas, C., & Soria, L. (2021). Efecto de la temperatura y presión del CO<sub>2</sub>-supercrítico en la extracción de aceite de tarwi desamargado por microondas. *Tesis pregrado*. Universidad Nacional del Centro del Perú, Huancayo. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.12894/7760>
- Cáceres, S. (2022). Efecto del desamargado del tarwi (*Lupinus mutabilis Sweet*) en las características fisicoquímicas y estabilidad oxidativa de su aceite. *Tesis pregrado*. Universidad Nacional José María Arguedas, Andahuaylas. Obtenido de [https://repositorio.unajma.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14168/759/Susan\\_Tesis\\_Bachiller\\_2022.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.unajma.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14168/759/Susan_Tesis_Bachiller_2022.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Calvache, E., & Pastuña, C. (2020). Manual para la transformación del chocho (*lupinus mutabilis sweet*) en harina y sus derivados: pan, barras energéticas y extruidos. *Tesis pregrado*. Universidad Técnica de Cotopaxi, Latacunga. Obtenido de <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/6994/1/PC-000963.pdf>

- Chaves, J., Ortiz, D., Bahos, E., Ordoñez, G., & Villota, D. (2020). Análisis del perfil de ácidos grasos y propiedades fisicoquímicas del aceite de palma de mil pesos (*Oenocarpus Bataua*). *Perspectivas en nutrición humana*, 22(2), 175-188. doi:DOI: 10.17533/udea.penh.v22n2a05
- Chiza, B. (2017). Estudio de la producción y comercialización del chocho (*lupinus mutabilis sweet*) en la Provincia de Imbabura. *Tesis pregrado*. Universidad Técnica del Norte, Ibarra. Obtenido de <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/7171/1/03%20AGN%20031%20TRABAJO%20DE%20GRADO%20.pdf>
- CODEX ALIMENTARIUS 210. (2021). *Norma para aceites vegetales especificados*.
- CODEX STAN 210. (1999). *Norma para grasas y aceites comestibles no regulados por normas individuales Codex Stan*.
- Cuaresma, G. (2018). Efecto de tres tratamientos de desamargado de grano de tarwi (*Lupinus mutabilis Sweet*) en el contenido de grasa. *Tesis pregrado*. Universidad Nacional José María Arguedas, Andahuaylas. Obtenido de [https://repositorio.unajma.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14168/350/Gabriel\\_Tesis\\_Bachiller\\_2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.unajma.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14168/350/Gabriel_Tesis_Bachiller_2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Durán, G., & Chico, A. (2015). Influencia en los sistemas productivos del aceite de chía y su exportación. *Tesis pregrado*. Universidad de las fuerzas Armadas, Sangolquí. Obtenido de <https://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/21000/11264/T-ESPE-049453.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Fernández, E. (2017). Determinación del contenido de antinutrientes en tres variedades de chocho (Andino INIAP 450, Guaranguito INIAP 451 y Criollo). *Tesis pregrado*. Universidad Católica del Ecuador, Quito. Obtenido de <https://core.ac.uk/download/pdf/157802875.pdf>
- Fiestas, D., & Flores, M. (2020). Mezcla del aceite de lupinus mutabilis con aceite de plukenetia volubilis y aceite de olea Europaea para mejorar su estabilidad oxidativa. *Tesis pregrado*. Universidad Nacional del Santa, Nuevo

Chimbote. Obtenido de <https://repositorio.uns.edu.pe/bitstream/handle/UNS/3882/52386.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Fuentes, P. (2019). Determinación de ácidos grasos por cromatografía de gases para la determinación de nueces (*Juglans Regia*) según su origen. *Tesis de maestría*. Universidad de Cádiz, España. Obtenido de [https://rodin.uca.es/xmlui/bitstream/handle/10498/22384/TFM\\_Fuentes\\_Pablo\\_2020.pdf;jsessionid=8D1127759CA118AE77330DFF65F8F46D?sequence=1](https://rodin.uca.es/xmlui/bitstream/handle/10498/22384/TFM_Fuentes_Pablo_2020.pdf;jsessionid=8D1127759CA118AE77330DFF65F8F46D?sequence=1)

González, J., & Martín, V. (2020). Evaluación de la extracción de lípidos presentes en la borra de café utilizando un solvente alternativo. *Tesis pregrado*. Fundación Universidad de América, Bogotá. Obtenido de <https://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/8116/1/6152710-2020-III-IQ.pdf>

González, G. (2021). Aprovechamiento de las propiedades nutricionales y tecnológicas de la fibra dietética de residuos agroindustriales del Ecuador en la industria alimentaria. *Tesis pregrado*. Universidad Central del Ecuador, Quito. Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/24719/3/UCE-FCQ-CQA-%20GONZALEZ%20GISSEL.pdf>

Grandes, V. (2022). Evaluación del rendimiento del chocho (*lupinus mutabilis sweet*) para la obtención de una bebida vegetal, empleando diferentes proporciones de chocho y agua. *Tesis pregrado*. Universidad Técnica de Ambato, Ambato. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/34554/1/Tesis2%20%20Ingenier%C3%ADa%20Agron%C3%B3mica%20-%20Grandes%20Cepeda%20Victoria%20Estefania.pdf>

Hernández, A. (2017). Modelización de la extracción de aceites vegetales con CO<sub>2</sub> en condiciones supercríticas. *Tesis pregrado*. Escuela Tècnica Superior de Ingeniería Industrial de Barcelona, Barcelona. Obtenido de <https://upcommons.upc.edu/handle/2117/104858>

Hernandez, C., & Mieres, A. (2005). Rendimiento de la extracción por prensado en frío y refinación física del aceite de la almendra del fruto de la palma corozo

- (*acrocomia aculeata*). *Escuela de Ingeniería Química en Valencia*.  
Obtenido de [https://www.ciiq.org/varios/peru\\_2005/Trabajos/IV/7/4.7.02.pdf](https://www.ciiq.org/varios/peru_2005/Trabajos/IV/7/4.7.02.pdf)
- INIAP. (2015). *INIAP 450 Andino Variedad de chocho (Lupinus mutabilis Sweet)*.  
Quito. Obtenido de <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/5542/1/CHOCHO%20450%20ANDINO%202015.pdf>
- INIAP. (2015). *INIAP 450 Andino variedades de Chocho (Lupinus mutabilis Sweet)*.  
Quito. Obtenido de <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/5542>
- INKLERSA. (2017). *El chocho*. Obtenido de <http://inklersa.com.ec/site/tienda/chocho/>
- Ipiál, A. (2022). Evaluación de la calidad de un queso vegano elaborado a partir de extracto y residuo de chocho (*Lupinus mutabilis*) saborizado con orégano. *Tesis pregrado*. Universidad Politécnica Estatal del Carchi, Tulcán. Obtenido de <http://repositorio.upec.edu.ec/bitstream/123456789/1525/1/066-%20IPIAL%20CUAICAL%20AMANDA%20YADIRA.pdf>
- Lema, F. (2021). Estudio del desamargado por lavado tradicional de dos Ecotipos, dos variedades de chocho (*Lupinus mutabilis Sweet*) y dos índices de madurez. *Tesis pregrado*. Universidad Técnica de Cotopaxi, Latacunga. Obtenido de <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/10130>
- Lema, L. (2016). Evaluación de un producto nutracéutico elaborado a base de los extractos lipídicos de chocho (*Lupinus mutabilis sweet*) y hojuelas de frutas deshidratadas, sobre los niveles del perfil lipídico y glicemia de ratones (*Mus musculus*). *Tesis pregrado*. Universidad Nacional del Chimborazo, Riobamba. Obtenido de <http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/436/1/UNACH-EC-IAGRO-2015-0007.pdf>
- León, M. (2017). Diseño de una planta agroindustrial para el desamargado de chocho *lupinus mutabilis*. *Tesis pregrado*. Universidad Técnica del Norte, Ibarra. Obtenido de <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/5966>
- Llamba, E., & López, W. (2020). Estado del arte de la caracterización de efluentes residuales del proceso de Desamargado del *lupinus mutabilis sweet* y su



Propuesta Metodológica. *Tesis pregrado*. Universidad Técnica de Cotopaxi, Latacunga. Obtenido de <http://repositorio.utc.edu.ec/jspui/handle/27000/7107>

Logroño, P., & Lozano, J. (2019). Estudio de diversidad química cualitativa y cuantitativa de aceites esenciales provenientes de diferentes variedades de rosas híbridas de tèt. *Tesis pregrado*. Universidad Politécnica Salesiana Sede Quito, Quito. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/17406/1/UPS-QT13953.pdf>

López, E. (2020). Análisis comparativo de dos metodologías de extracción de proteínas de chocho (*Lupinus sp.*) con valor agregado y la caracterización de los residuos del proceso. *Tesis pregrado*. Escuela Superior Politécnica Elitoral, Guayaquil. Obtenido de <https://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/53810>

Martínez, E., & Yanchatipán, L. (2020). Estudio de la variabilidad epectral de la proteína de chocho mediante el uso de sensores activos y pasivos y el efecto de la adición de anofertilizantes. *Tesis pregrado*. Universidad de las Fuerzas Armadas, Sangolquí. Obtenido de <http://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/21000/22684/T-ESPE-043940.PDF?sequence=1&isAllowed=y>

Melo, M., Ortiz, D., & Urtado, A. (2020). Comparación de la composición y de la actividad antioxidante del aceite esencial de manzanilla (*Matricaria chamomilla L.*) obtenido mediante extracción con fluidos supercríticos y otras técnicas verdes. *Revista de la Academia Colombiana*, 44(172), 845-856. doi:<https://doi.org/10.18257/raccefyn.862>

Mio, W., & Farro, J. (2019). Estudio de prefactibilidad para la instalación de una planta procesadora de aceite de semilla de maracuyá, por prensado en frío para exportación. *Tesis pregrado*. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Lambayeque. Obtenido de <https://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12893/8152/BCO%20ZEGARRA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Moncayo, R. (2018). Formulación de un pan enriquecido en proteína a base de amaranto y chocho dirigido a pacientes de la tercera edad de la fundación RESA en el periodo de noviembre hasta febrero año 2018. *Tesis pregrado*. Universidad Católica Santiago de Guayaquil, Guayaquil. Obtenido de <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/11780/1/T-UCSG-PRE-MED-NUTRI-317.pdf>
- Navarrete, M. (2011). Extracción, Refinación, y Caracterización Físico - Química y Nutracéutica del Aceite de Chocho (*Lupinus mutabilis sweet*). *Tesis pregrado*. Escuela Superior Politécnica del Chimborazo, Riobamba. Obtenido de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/731>
- NTE INEN 2390. (2005). *Leguminosas, grano desamargado de chocho. Requisitos*. Quito.
- NTE INEN 35. (1973). *Determinación de la densidad relativa*. Quito.
- NTE INEN 38. (1973). *Grasas y aceites comestibles. Determinación de la acidez*. Quito.
- NTE INEN 40. (1973). *Grasa y aceites comestibles determinación del índice de saponificación*. Quito.
- NTE INEN 42. (1973). *Grasas y aceites comestibles. Determinación del índice de refracción*. Quito.
- NTE INEN 7. (2013). *Aceites y grasas de origen animal y vegetal. Definiciones*. Quito.
- Ocaña, I. (2019). Caracterización Físicoquímica, Nutricional y Reológica De Cultivos Andinos Infrautilizados. *Tesis pregrado*. Universidad Técnica de Ambato, Ambato. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/30002/1/AL%20707.pdf>
- Pascual, G., Cruz, J., Hidalgo, A., Benavente, F., Caemen, P., Sotelo, A., . . . Encina, C. (2021). *Lupinus mutabilis* oil obtained by expeller press: Yield, physicochemical characterization, antioxidant capacity, fatty acids and oxidative stability analyses. *Scientia Agropecuaria*, 12(2), 219-227.

Obtenidode<https://revistas.unitru.edu.pe/index.php/scientiaagrop/article/view/3545/4239>

- Quelal, M. (2019). Estudio de la comercialización del chocho desamargado (*Lupinus mutabilis Sweet*) en el Distrito Metropolitano de Quito. *Tesis pregrado*. Universidad Andina Simón Bolívar, Quito. Obtenido de <https://repositorio.uasb.edu.ec/bitstream/10644/6650/1/T2877-MAE-Quelal-Estudio.pdf>
- Quitio, E., & Solórzano, S. (2020). Estudio bibliográfico de tres tipos de desamargado (tradicional, fermentación y germinación) en diferentes índices de madurez de Chocho (*lupinus mutabilis sweet*) en dos variedades (andino iniap 450 y guaranguito iniap 451) para determinar su eficacia. *Tesis pregrado*. Universidad Técnica de Cotopaxi, Latacunga. Obtenido de <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/7007>
- Quitio, E., & Solórzano, S. (2020). Estudio bibliográfico de tres tipos de desamargado (tradicional, fermentación y germinación) en diferentes índices de madurez de Chocho (*lupinus mutabilis sweet*) en dos variedades (andino iniap 450 y guaranguito iniap 451) para determinar su eficacia. *Tesis pregrado*. Universidad Técnica de Cotopaxi, Latacunga. Obtenido de <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/7007>
- Rodríguez, N., De la Cruz, O., & Collantes, I. (2022). Estudio del contenido de los ácidos grasos y alcanos en la especie vegetal sanqui (*Corryocactus brevistylus subsp. puquiensis*). *Revista de la Sociedad Química del Perú*, 88(4). Obtenidode<http://revistas.sqperu.org.pe/index.php/revistasqperu/article/view/408>
- Ruíz, F. (2022). Extracción, caracterización e índice de estabilidad del aceite de ajonjolí (*sesamum indicum l.*) a diferentes condiciones de inhibición oxidativa. *Tesis posgrado*. Universidad Técnica de Ambato, Ambato. Obtenidode<https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/34281/1/t1938mquim.pdf>

- Sadva, J. (2019). Obtención y caracterización funcional de harina de cáscara de chocho (*lupinus mutabilis*). *Tesis pregrado*. Universidad Nacional del Chimborazo, Riobamba. Obtenido de <http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/6141/1/TESIS%20FINAL.pdf>
- Salas, J., & Vargas, S. (2018). Determinación de los cambios fisicoquímicos del aceite comestible por tratamiento térmico. *Tesis pregrado*. Universidad Nacional San Luis Gonzaga, Ica. Obtenido de <https://repositorio.unica.edu.pe/handle/20.500.13028/4291>
- Salvatierra, Y., & Azorza, M. (2017). Evaluación y optimización de galletas enriquecidas con chía (*salvia hispánica*) y aceite extraído de Tarwi (*Lupinus Mutabilis*). *Tesis pregrado*. Universidad Nacional del Santa, Nuevo Chimbote. Obtenido de <http://repositorio.uns.edu.pe/handle/20.500.14278/3028>
- Sánchez, D., Santacruz, S., Aguayo, D., Revilla, K., Carrillo, M., & Aldas, J. (2023). Caracterización fisicoquímica de fréjol canario (*Vigna unguiculata*) y chocho guaranguito (*Lupinus mutabilis*) y su incidencia en la funcionalidad de harinas. *Bases de la ciencia*, 38-50. doi:<https://doi.org/10.33936/revbasdelaciencia.v8i1.5452>
- Sarango, J. (2018). Evaluación del comportamiento de dos variedades (andino y guaranguito) de chocho (*lupinus mutabilis sweet*) a cuatro densidades de siembra en el sector salache bajo “caren”, parroquia eloy alfaró, cantón Latacunga, provincia Cotopaxi, 2017. *Tesis pregrado*. Universidad Técnica de Cotopaxi, Latacunga. Obtenido de <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/5233/6/PC-000348.pdf>
- Saynes, V., & Ramirez, E. (2018). Uso de la cromatografía de gases en investigaciones de emisión de gases de efecto invernadero del sector pecuario. *AGRO Productividad*, 81-88. Obtenido de [https://www.researchgate.net/profile/Efren-Ramirez-Bribiesca/publication/323911337\\_EL\\_USO\\_DE\\_LA\\_CROMATOGRAFIA\\_DE\\_GASES\\_EN\\_INVESTIGACIONES\\_DE\\_EMISIONES\\_DE\\_GAS](https://www.researchgate.net/profile/Efren-Ramirez-Bribiesca/publication/323911337_EL_USO_DE_LA_CROMATOGRAFIA_DE_GASES_EN_INVESTIGACIONES_DE_EMISIONES_DE_GAS)

ES\_DE\_EFECTO\_INVERNADERO\_DEL\_SECTOR\_PECUARIO/links/  
5ab24dedaca272171000a4f1/EL-USO-DE-LA-CROMATOGR

SDGF. (2016). *Fortalwcimiento de la cadena del chocho* . Obtenido de <https://sanimbabura.files.wordpress.com/2016/05/2-nota-tc3a9cnica-chocho1.pdf>

Semanate, A. (2021). Utilizaciòn de la harina de Jacfruit (*Artocarpus heretophyllus Lam*) en galletas con bajo ìndice glucèmico. *Tesis pregrado*. Escuela Superior Politècnica del Chimborazo, Riobamba. Obtenido de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/14805/1/156T0039.pdf>

Torres, A. (2018). Extracciòn de aceite a partir de semilla de granadilla (*passiflora ligularis*) por prensado en frìo y solvente orgànico. *Tesis pregrado*. Universidad Señor de Sipán, Pimental. Obtenido de <https://repositorio.uss.edu.pe/handle/20.500.12802/5768>

Vázquez, M., & Guerrero, J. (2017). Efecto del aceite esencial de *Cymbopogon citratus* sobre propiedades fisicoquímicas en películas de quitosano. *ScientiaAgropecuadoi*:<http://dx.doi.org/10.17268/sci.agropecu.2017.04.11>

Vega, J. (2020). Elaboraciòn, análisis sensorial y nutricional de una bebida vegetal a base de chocho (*lupinus mutabilis sweet*) endulzada con jícama (*smallanthus sonchifolius*) y saborizada con cacao en polvo para deportistas de fuerza. *Tesis pregrado*. Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito. Obtenidode<http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/17466/ELABORACI%C3%93N%2C%20AN%C3%81LISIS%20SENSORIAL%20Y%20NUTRICIONAL%20DE%20UNA%20BEBIDA%20VEGETAL%20A%20BASE%20DE%20CHOCHO%20%28Lupinus%20mut.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Villacrés, E. (2020). Estudio del impacto del proceso de desamargado y fermentaciòn solida sobre la composiciòn nutricional del grano de lupino y su aplicaciòn en panificaciòn. *Tesis doctoral*. Universidad de Valencia, Valencia. Obtenidode<https://roderic.uv.es/bitstream/handle/10550/76399/Tesis%20E.%20Villacr%C3%A9s-1.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Vivanco, G. (2018). Efecto de tres tratamientos de desamargado de grano de tarwi (*lupinus mutabilis sweet*) en el contenido de grasa. *Tesis pregrado*. Universidad Nacional José María Arguedas, Andahuaylas. Obtenido de [https://repositorio.unajma.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14168/350/Gabriel\\_Tesis\\_Bachiller\\_2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.unajma.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14168/350/Gabriel_Tesis_Bachiller_2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Yáñez, A. (2017). Aprovechamiento del chocho como fuente de proteína alternativa a la soya en el diseño y desarrollo de una formulación de alimento balanceado para ratones blancos de experimentación (*Mus Musculus*). *Tesis pregrado*. Universidad Central del Ecuador, Quito. Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/13798>
- Zavaleta, A. (2018). *Lupinus mutabilis Leguminosa* andina con gran potencial industrial. *Tesis pregrado*. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Perú. Obtenido de <https://fondoeditorial.unmsm.edu.pe/index.php/fondoeditorial/catalog/download/216/199/900-1?inline=1>

## ANEXOS

### Anexo 1

*Mapa de la ubicación del Laboratorio de Investigación y Vinculación de la UEB*



*Fuente:* Google Maps, 2022

### Anexo 2

*Mapa de ubicación del Laboratorio Urku Mikuna*




*Fuente:* Google Maps, 2022



### Anexo 3


#### Análisis bromatológicos de la materia prima

 <b>UNIVERSIDAD ESTADAL DE BOLIVAR</b> DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN	<b>LABORATORIOS DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN</b> <small>Laguacoto II, Km. 1 1/2, vía a San Simón, Cantón Guaranda, Provincia Bolívar, Ecuador.</small>	Versión	1
	<b>INFORME DE RESULTADOS</b>	Año	2023
		Página	Página 1 de 2

#### INFORME DE ENSAYOS N°149

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA					
<b>Solicitante</b>	Josselin Sisalema-Luis Zavala				
<b>Muestra</b>	Harina de chocho variedad Andino, harina de chocho variedad Guaranguito				
<b>Código asignado UEB</b>	INV284, INV285				
<b>Estado de la muestras</b>	Pulverizadas				
<b>Envase de recepción</b>	Bolsa plástica				
<b>Análisis requerido(s)</b>	Humedad, ceniza, grasa, fibra				
<b>Fecha de recepción</b>	29 de Mayo de 2023				
<b>Fecha de análisis</b>	29 de Mayo-05 de Junio 2023				
<b>Fecha de informe</b>	05 de Junio de 2023				
<b>Técnico (s) asignado</b>	MPWF				
RESULTADOS OBTENIDOS					
PARAMETROS BROMATOLÓGICOS					
Código laboratorio	Muestra	Parámetro	Unidad	Método	Resultado
INV284	Harina de chocho variedad Andino	Fibra	%	WEENDE	13,65
					13,65
					13,65
		Humedad	%	AOAC 925.10	6,40
					6,36
					6,74
		Ceniza	%	AOAC 923.03	2,74
					2,33
					2,63
		Grasa	%	AOAC 2003.06	20,62
					20,35
					20,62
INV285	Harina de chocho variedad Guaranguito	Fibra	%	WEENDE	14,74
					14,74
					14,74
		Humedad	%	AOAC 925.10	4,94
					4,95
					4,83



 <b>UEB</b> UNIVERSIDAD ESTADAL DE BOLÍVAR	<b>DIRECCIÓN DE          INVESTIGACIÓN          Y VINCULACIÓN</b>	<b>LABORATORIOS DE          INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN</b> <small>Lagunecoto II, Km 1 1/2, vía a San Simón, Cantón Guaranda,          Provincia Bolívar, Ecuador.</small>		<b>Versión</b>	<b>1</b>
		<b>INFORME DE RESULTADOS</b>		<b>Año</b>	<b>2023</b>
				<b>Página</b>	<b>Página 2 de 2</b>

					2,30
		Ceniza	%	AOAC 923.03	2,15
					2,08
		Grasa	%	AOAC 2003.06	20,97
					20,91
					20,91

Los resultados de los análisis corresponden a 3 determinaciones por análisis y a tres diluciones

  
  
**Ing. Favián Bayas, PhD**  
**Director DIVIUEB**

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN	LABORATORIOS DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN <small>Laguacoto II, Km 1 1/2, vía a San Simón, Cantón Guaranda, Provincia Bolívar, Ecuador.</small>	Código	FPG12-01
	INFORME DE RESULTADOS	Versión	1
		Año	2023
		Página	Página 1 de 1

INFORME N° 154-2023


DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA						
Solicitante	Luis Armando Zavala Flor - Josselin Lizbeth Sisalema Arteaga					
Muestra	Harina de chocho Andino y Harina de chocho Guaranguito					
Código asignado UEB	INV 284 - INV 285					
Estado de la muestra	Pulverizado					
Envase de recepción	Frascos de plástico					
Análisis requerido(s)	Porcentaje de proteína total					
Fecha de recepción	05/06/2023					
Fecha de análisis	13/06/2023					
Fecha de informe	14/06/2023					
Técnico (s) asignado	MIPV					
RESULTADOS OBTENIDOS						
Código de laboratorio	Muestra	Parámetros	Unidad	Método	Resultado	Promedio
INV- 284	Harina de chocho Andino R1	Porcentaje de proteína total	%	Dumas	50,25	50,31
	Harina de chocho Andino R2				50,38	
	Harina de chocho Andino R3				50,31	
INV- 285	Harina de chocho Guaranguito R1	Porcentaje de proteína total	%	Dumas	49,94	50,00
	Harina de chocho Guaranguito R1				50,06	
	Harina de chocho Guaranguito R1				50,00	

Los resultados son realizados con tres réplicas

  
  
**Dr. Favian Bayas Morejón**  
 Director DIVIUEB


## Anexo 4

### Caracterización físico químicamente de los aceites

 <b>DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN</b>	<b>LABORATORIOS DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN</b> <small>Laguacoto II, Km 1 1/2, vía a San Simón, Cantón Guaranda, Provincia Bolívar, Ecuador.</small>	<b>Versión</b>	<b>1</b>
	<b>INFORME DE RESULTADOS</b>	<b>Año</b>	<b>2023</b>
		<b>Página</b>	<b>Página 1 de 3</b>

#### INFORME DE ENSAYOS N°150

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA					
<b>Solicitante</b>	Josselin Sisalema-Luis Zavala				
<b>Muestra</b>	Aceite de chocho variedad Andino. Extracción en prensa en frío – aceite de chocho variedad Guaranguito. Extracción en prensa en frío - Aceite de chocho variedad Andino. Método soxhlet – aceite de chocho variedad Guaranguito. Método soxhlet				
<b>Código asignado UEB</b>	INV227, INV228, INV286, INV287				
<b>Estado de la muestras</b>	Viscosos				
<b>Envase de recepción</b>	Fracos de vidrio color ámbar				
<b>Análisis requerido(s)</b>	Índice de acidez, densidad, pH, índice de saponificación				
<b>Fecha de recepción</b>	29 de Mayo de 2023				
<b>Fecha de análisis</b>	29 de Mayo- 01 de Junio 2023				
<b>Fecha de informe</b>	05 de Junio de 2023				
<b>Técnico (s) asignado</b>	MPWF				
RESULTADOS OBTENIDOS					
PARAMETROS BROMATOLÓGICOS					
Código laboratorio	Muestra	Parámetro	Unidad	Método	Resultado
INV227	Aceite de chocho variedad Andino. Extracción en prensa en frío	Índice de acidez	mg KOH/g	INEN 38	0,66
					0,66
					0,66
		Densidad	g/cm <sup>3</sup>	INEN 35	0,92
					0,92
					0,92
		pH	---	Potenciómetro	5,07
					5,02
					5,07
		Índice de saponificación	mg/g	INEN 40	168,25
					186,25
					186,25

 <b>UNIVERSIDAD ESTADAL DE BOLIVAR</b>	<b>DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN</b>	<b>LABORATORIOS DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN</b> Laguacoto II, Km 1 1/2, vía a San Simón, Cantón Guaranda, Provincia Bolívar, Ecuador.		<b>Versión</b>	<b>1</b>
		<b>INFORME DE RESULTADOS</b>		<b>Año</b>	<b>2023</b>
				<b>Página</b>	<b>Página 2 de 3</b>

<b>INV228</b>	Aceite de chocho variedad Guaranguito. Extracción en prensa en frío	Índice de acidez	mg KOH/g	INEN 38	3,46
					3,46
					3,46
		Densidad	g/cm <sup>3</sup>	INEN 35	0,93
					0,93
					0,93
		pH	-----	Potenciómetro	5,97
					5,73
					5,65
		Índice de saponificación	mg/g	INEN 40	104,71
					104,71
					104,71
<b>INV286</b>	Aceite de chocho variedad Andino. Método soxhlet	Índice de acidez	mg KOH/g	INEN 38	1,57
					1,57
					1,57
		Densidad	g/cm <sup>3</sup>	INEN 35	0,92
					0,92
					0,92
		pH	-----	Potenciómetro	5,91
					5,88
					5,95
		Índice de saponificación	mg/g	INEN 40	181,15
					181,15
					181,15

 <b>UEB</b> UNIVERSIDAD ESTADAL DE BOLÍVAR	<b>DIRECCIÓN DE          INVESTIGACIÓN          Y VINCULACIÓN</b>	<b>LABORATORIOS DE          INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN</b> <small>Laguacoto II, Km 1 1/2, vía a San Simón, Cantón Guaranda,          Provincia Bolívar, Ecuador.</small>		<b>Versión</b>	<b>1</b>
		<b>INFORME DE RESULTADOS</b>		<b>Año</b>	<b>2023</b>
				<b>Página</b>	<b>Página 3 de 3</b>

<b>INV287</b>	<b>Aceite de chocho          variedad          Guaranguito.          Método soxhlet</b>	<b>Índice de          acidez</b>	<b>mg          KOH/g</b>	<b>INEN 38</b>	2,08
					2,08
					2,08
		<b>Densidad</b>	<b>g/cm<sup>3</sup></b>	<b>INEN 35</b>	0,93
					0,93
					0,93
		<b>pH</b>	<b>-----</b>	<b>Potenciómetro</b>	5,14
					5,15
					4,81
		<b>Índice de          saponificación</b>	<b>mg/g</b>	<b>INEN 40</b>	170,62
					170,62
					170,62


Los resultados de los análisis corresponden a 3 determinaciones por análisis y a tres diluciones.

  
**Ing. Favian Bayas, PhD.**  
**Director DIVIUEB**



## Anexo 5

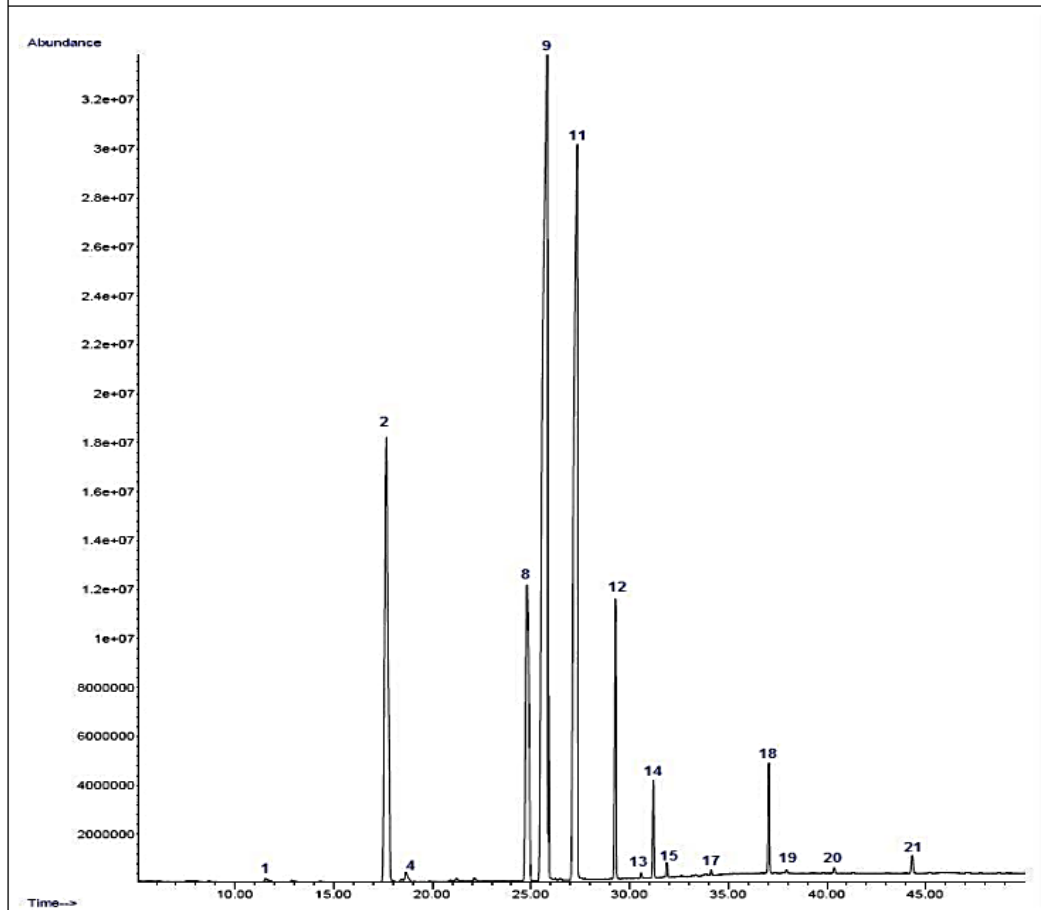
### Perfil lipídico del aceite de chocho INIAP 451 Guaranguito

 <b>VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN</b>	<b>LABORATORIOS DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN</b> Laguacoto II, Km 1 1/2, vía a San Simón, Cantón Guaranda, Provincia Bolívar, Ecuador.	<b>Código</b>	FPG12-01
	<b>INFORME DE RESULTADOS</b>	<b>Versión</b>	1
		<b>Año</b>	2023
		<b>Página</b>	Página 1 de 3


#### INFORME DE ENSAYOS N°122-2023

Descripción de la muestra	
<b>Solicitantes</b>	Luis Armando Zavala Flor - Josselin Lizbeth Sisalema Arteaga
<b>Muestra</b>	Aceite de Chocho Guaranguito ( <i>Lupinus mutabilis Sweet</i> ) - Extracción de prensado en frío
<b>Código asignado UEB</b>	INV 228
<b>Estado de la muestra</b>	Líquido
<b>Envase de recepción</b>	Frasco de vidrio color ámbar con 100mL aprox de muestra
<b>Análisis requerido(s)</b>	Perfil lipídico de aceites por GC-MSD
<b>Fecha de recepción</b>	16 de mayo de 2023
<b>Fecha de análisis</b>	16 al 23 de mayo de 2023
<b>Fecha de informe</b>	23 de mayo de 2023
<b>Técnico asignado</b>	ECCR-MFQM

#### RESULTADOS OBTENIDOS





 <b>VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN</b>	<b>LABORATORIOS DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN</b> Laguacoto II, Km 1 1/2, vía a San Simón, Cantón Guaranda, Provincia Bolívar, Ecuador.	<b>Código</b>	FPG12-01
	<b>INFORME DE RESULTADOS</b>	<b>Versión</b>	1
		<b>Año</b>	2023
		<b>Página</b>	Página 2 de 3

<b>EQUIPO</b>		GC AGILENT TECHNOLOGIES 7890 A	
<b>DETECTOR</b>		AGILENT TECHNOLOGIES 5977A MSD	
<b>COLUMNA</b>		Columna DB-WAXetr (60m x 0.250mm x 0.25µm)	
<b>MÉTODO CROMATOGRÁFICO</b>		<b>Temperatura del inyector:</b> 210°C; <b>Volumen de inyección:</b> 1 µL; <b>Programa térmico:</b> Temperatura del horno 180 °C durante 5 minutos, se incremento de 180 °C a 200 °C a razón de 1.5 °C/min y finalmente se incremento de 200 °C a 250 °C a razón de 3 °C/min durante 15 minutos. <b>Temperatura del detector:</b> 250 °C <b>Tiempo total de corrida:</b> 50 minutos	
N°	Compuesto	Tiempo de retención (min)	Área (%)
1	Myristic acid, methyl ester	11.543	0.14
2	Palmitic acid, methyl ester	17.671	15.11
3	11-Hexadecenoic acid, methyl ester	18.431	0.07
4	Palmitoleic acid, methyl ester	18.659	0.30
5	2,4-Di-tert-butylphenol	20.914	0.05
6	Hexadecanoic acid, 14-methyl-, methyl ester	21.215	0.08
7	cis-10-Heptadecenoic acid, methyl ester	22.126	0.09
8	Stearic acid, methyl ester	24.792	10.15
9	Oleic acid, methyl ester	25.822	39.29
10	Oleic acid, methyl ester, cis-	25.890	1.36
11	Linoleic acid, methyl ester	27.346	26.14
12	Linolenic acid, methyl ester	29.280	3.74
13	Phytol	30.576	0.08
14	Arachidic acid methyl ester	31.204	1.22
15	11-Eicosenoic acid, methyl ester	31.883	0.19
16	Heptaethylene glycol monododecyl ether	33.597	0.04
17	Methyl 14-methyl-eicosanoate	34.135	0.07
18	Behenic acid, methyl ester	37.055	1.42

<b>VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN</b>	<b>LABORATORIOS DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN</b> <small>Laguacoto II, Km 1 1/2, vía a San Simón, Cantón Guaranda, Provincia Bolívar, Ecuador.</small>	<b>Código</b>	<b>FPG12-01</b>
	<b>INFORME DE RESULTADOS</b>	<b>Versión</b>	<b>1</b>
		<b>Año</b>	<b>2023</b>
		<b>Página</b>	<b>Página 3 de 3</b>

19	Ethyl iso-allocholate	37.949	0.06
20	Tricosanoic acid, methyl ester	40.362	0.09
21	Lignoceric acid methyl ester	44.317	0.32

Los compuestos fueron identificados con la Librería NIST14.L.

Ing. Favian Bayas Morejón PhD.  
 Director DIVIUEB  
 Teléf. (+593) 99 031 6224



## Anexo 6

### Análisis bromatológicos de la materia prima

#### Fibra



#### Humedad



---

## Cenizas

---



---

## Grasa

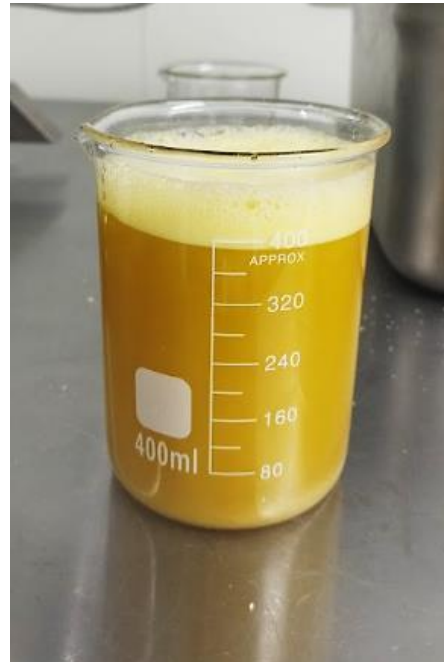
---



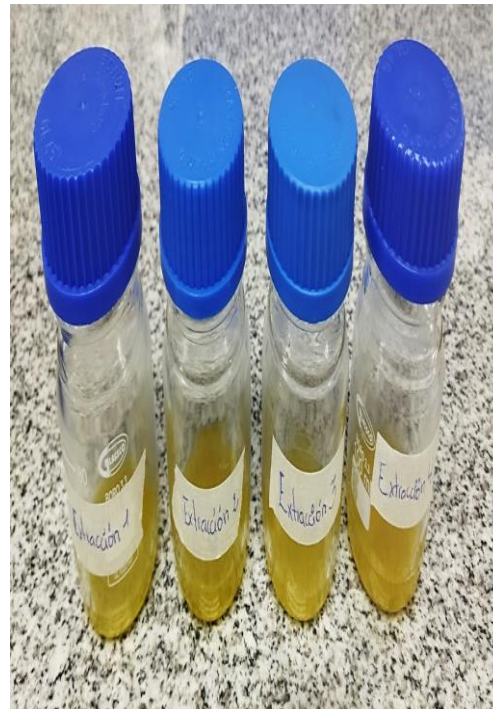
## Anexo 7

### Métodos de extracción de aceite

#### Extracción del prensado en frío



#### Extracción por el método Soxhlet





## Anexo 8

### Caracterización física químicamente al aceite

---

#### Densidad



#### Índice de acidez



---

#### Índice de saponificación



#### pH



## Anexo 9

### Caracterización cromatográfica del aceite

---

#### Preparación de la muestra

---



#### Codificado

---



---

#### Colocación de muestras en el cromatógrafo



#### Lectura de los picos



## GLOSARIO

### ➤ **Aceite esencial**

Son sustancias aromáticas naturales que se extraen de flores, semillas, cortezas, tallos, raíces u otros órganos vegetales para darles su aroma.

### ➤ **Chocho**

El chocho es una leguminosa que se cultiva en la región andina, conocida como la soja andina por su alto contenido en proteínas y grasas, esta legumbre se caracteriza por su contenido en proteínas.

### ➤ **Cromatografía**

La cromatografía es un método de separación física en el que los componentes a separar se separan en dos fases, una de las cuales es estacionaria (la fase estacionaria) y la otra (la fase móvil) se mueve en una dirección específica.

### ➤ **Extracto**

Es una sustancia concentrada obtenida de las plantas, semillas u otras sustancias por diversos procedimientos.

### ➤ **Extracción**

Es el proceso de separar sustancias que son solubles en dos solventes inmiscibles de diferente solubilidad que entran en contacto a través de una interfase.

### ➤ **Lípidos**

Los lípidos son una clase de compuestos orgánicos heterogéneos, entre ellas se encuentran las grasas, que se dividen en grasas saturadas e insaturadas, su estructura química varía, y sus propiedades y funciones también dependen de los ácidos que contiene.

➤ **Prensado en frío**

En la antigüedad, era un método de prensar o exprimir las semillas para extraer el aceite contenido en ellas, no intervienen otros factores, sólo la fuerza que ejerce la máquina (prensa hidráulica) sobre las semillas o frutos que procesamos.

➤ **Saponificación**

Es una reacción química entre ácidos grasos (o lípidos saponificables, portadores de residuos de ácidos grasos) y bases o bases, cuyo principal producto son las sales de estos ácidos y bases, estos compuestos tienen la característica de antivíricos, es decir, tienen una parte polar y una parte no polar (o no polar), que pueden interactuar con sustancias de distinta naturaleza.

➤ **Semillas**

Es la parte de la planta a través de la cual se propagan las plántulas, las semillas se obtienen madurando óvulos de gimnospermas o angiospermas, contienen embriones que pueden convertirse en nuevas plantas en las condiciones adecuadas.

➤ **Solventes**

Se utilizan productos químicos que han sido procesados a altas temperaturas, conocidos como aceites refinados.

➤ **Soxhlet**

Soxhlet es un aparato utilizado en laboratorios químicos para extraer solutos de soluciones y es una extracción continua de sólidos.