

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL  
DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**



**“Evaluación y caracterización del aceite de semillas de *Passiflora Edulis*, *Passiflora Ligularis*, *Passiflora Quadrangularis* y *Passiflora Tripartita*”**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO  
AGROINDUSTRIAL**

**AUTOR:** Bach. Ruiz Sánchez, Ana Isabel

**ASESOR:** Dra. Aguirre Vargas, Elza Berta

DNI: 19096335

Orcid: 0000-0003-1659-9874

**Nuevo Chimbote, Perú**

**2024**



# UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

FACULTAD DE INGENIERÍA  
E.P. DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



## HOJA DE AVAL DE ASESOR

El presente trabajo de tesis titulado “EVALUACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DEL ACEITE DE SEMILLAS DE PASSIFLORA EDULIS, PASSIFLORA LIGULARIS, PASSIFLORA QUADRANGULARIS Y PASSIFLORA TRIPARTITA”, para obtener el título profesional de Ingeniero Agroindustrial, presentado por la Bachiller Ruiz Sánchez, Ana Isabel, fue revisado y asesorado por la Dra. Aguirre Vargas, Elza Berta, designada mediante resolución decanal N° 133-2023-UNS-FI.

---

  
ASESORA

Dra. Aguirre Vargas, Elza Berta  
Dni: 19096335  
Orcid: 0000-0003-1659-9874

---


  
Co-asesora

Ing. Barco Jara, Melisa Soledad  
Dni: 70015070



# UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

## FACULTAD DE INGENIERÍA E.P. DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL




### HOJA DE AVAL DE JURADO EVALUADOR

El presente trabajo de tesis titulado “EVALUACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DEL ACEITE DE SEMILLAS DE PASSIFLORA EDULIS, PASSIFLORA LIGULARIS, PASSIFLORA QUADRANGULARIS Y PASSIFLORA TRIPARTITA”, para obtener el título profesional de Ingeniero Agroindustrial, presentado por la Bachiller Ruiz Sánchez, Ana Isabel, ha sido revisada y aprobada teniendo como jurado evaluador al M.Sc. Saúl Marco Eusebio Lara (Presidente), Ms. Any Berenice Córdova Chang (Secretario) y Dra. Elza Berta Aguirre Vargas (Integrante), designados mediante Resolución N° 196-2024-UNS-CFI quienes firman en conformidad:



M.Sc. Eusebio Lara, Saúl Marco  
**Presidente**

Dni: 32854604



Dra. Aguirre Vargas, Elza Berta  
**Integrante**

Dni: 19096335  
Orcid: 0000-0003-1659-9874



Ms. Córdova Chang, Any Berenice  
**Secretaria**

Dni: 43775869  
Orcid: 0000-0002-2179-0641

**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS**

Siendo las 12:00 horas del día diez de junio del dos mil veinticuatro, se instalaron en el aula multimedia de la EPIA – 1er piso, el Jurado Evaluador, designado mediante T/Resolución N° 196-2024-UNS-CFI integrado por los docentes:

- |                                  |              |
|----------------------------------|--------------|
| ➤ M.Se. Saúl Marco Eusebio Lara  | (Presidente) |
| ➤ Ms. Any Berenice Córdova Chang | (Secretario) |
| ➤ Dra. Elza Berta Aguirre Vargas | (Integrante) |

Para dar inicio a la Sustentación del Informe Final de Tesis titulado:

**“EVALUACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DEL ACEITE DE SEMILLAS DE PASSIFLORA EDULIS, PASSIFLORA LIGULARIS, PASSIFLORA QUADRANGULARIS Y PASSIFLORA TRIPARTITA”**, elaborado por el bachiller en Ingeniería Agroindustrial.

• **RUIZ SANCHEZ ANA ISABEL**

Asimismo, tiene como Asesor a la docente: **Dra. Elza Berta Aguirre Vargas** y como Coasesora a la **Ing. Barco Jara Melisa Soledad**

Finalizada la sustentación, el Tesista respondió las preguntas formuladas por los miembros del Jurado Evaluador.

El Jurado después de deliberar sobre aspectos relacionados con el trabajo, contenido y sustentación del mismo, y con las sugerencias pertinentes en concordancia con el Artículo 103º del Reglamento de Grados y títulos de la Universidad Nacional del Santa, declaran:

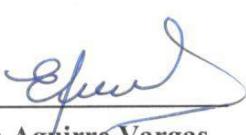
NOMBRES Y APELLIDOS	NOTA VIGESIMAL	CONDICIÓN
<b>RUIZ SANCHEZ ANA ISABEL</b>	<b>18</b>	<b>APROBADA</b>

Siendo las 13:30 horas del mismo día, se dio por terminada dicha sustentación, firmando en señal de conformidad el Jurado Evaluador.

Nuevo Chimbote, 10 de junio del 2024.

  
**M.Sc. Saúl Marco Eusebio Lara**  
Presidente

  
**Ms. Any Berenice Córdova Chang**  
Secretario

  
**Dra. Elza Berta Aguirre Vargas**  
Integrante



## Recibo digital

Este recibo confirma que su trabajo ha sido recibido por Turnitin. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega:	Luz Paucar Menacho
Título del ejercicio:	Elaboración de galletas con sustitución parcial de harina de ...
Título de la entrega:	Tesis Informe - Acosta Coral - Campos Rodriguez 21.05.docx
Nombre del archivo:	Tesis_Informe_-_Acosta_Coral_-_Campos_Rodriguez_21.05.docx
Tamaño del archivo:	12.4M
Total páginas:	228
Total de palabras:	35,050
Total de caracteres:	190,085
Fecha de entrega:	10-jun.-2024 10:01p. m. (UTC-0500)
Identificador de la entrega:	2400082308

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA  
AGROINDUSTRIAL



"Elaboración de galletas con sustitución parcial de harina de trigo por harinas de cáscara de maracuyá y quinua germinada"

Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Agroindustrial

Autores:  
Bach. Acosta Coral, Katherine Lain  
Bach. Campos Rodriguez, Jordy Erick

Asesora:  
Dra. Luz María Paucar Menacho  
D.N.I. N° 08099817  
Código ORCID: 0000-0001-5349-6167

Nuevo Chimbote – Perú  
2024

# TESIS Ruiz Sánchez, Ana Isabel.docx

## INFORME DE ORIGINALIDAD



### FUENTES PRIMARIAS

- |   |  |            |
|---|--|------------|
| 1 | <b>repositorio.uss.edu.pe</b><br>Fuente de Internet  | <b>2%</b>  |
| 2 | <b>revistas.sqperu.org.pe</b><br>Fuente de Internet  | <b>2%</b>  |
| 3 | <b>hdl.handle.net</b><br>Fuente de Internet  | <b>2%</b>  |
| 4 | <b>repositorio.uns.edu.pe</b><br>Fuente de Internet  | <b>1 %</b> |
| 5 | <b>repositorio.unal.edu.co</b><br>Fuente de Internet   | <b>1 %</b> |
| 6 | <b>repositorio.unh.edu.pe</b><br>Fuente de Internet  | <b>1 %</b> |
| 7 | Jhonnatan Aldas Morejon, Martha Daniela Jacome Calie, Kary Víctoria Castro Holguín, Denisse Margoth Zambrano Muñoz et al.<br>"Caracterización fisicoquímica de aceite de semilla de sandía ( <i>Citrullus lanatus</i> ) y melón ( <i>Cucumis melo</i> ) considerando distintos métodos de extracción", Innovaciencia, 2023 | <1 %       |

## **DEDICATORIA**

La presente tesis se la dedico a Dios creador todopoderoso quien es mi guía por el camino del bien y la prosperidad.

A mis hermanos por ser ejemplo vivo de perseverancia y constancia.

A mis padres quienes me inculcaron educación con valores, que me formaron con su ejemplo para ser una persona de bien; a mis profesores universitarios que me formaron para ser una buena profesional con ética y humildad.

**Bach. Ana Isabel Ruiz Sánchez**

## **AGRADECIMIENTO**

A la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial por ser mi segundo hogar, y albergarme en ella, para brindarme el conocimiento en mi vida profesional.

A mi asesora Dra. Elza Berta Aguirre Vargas por ser una líder y motivarme a seguir avanzando hasta la culminación de la presente tesis y carrera profesional.

A mis docentes que inculcaron a todos sus alumnos las herramientas para la superación personal y profesional, y quienes tuvieron las palabras idóneas para conmigo.

**Bach. Ana Isabel Ruiz Sánchez**

## ÍNDICE GENERAL

I:	INTRODUCCIÓN .....	14
II:	MARCO TEÓRICO.....	15
2.1.	SEMILLA DE MARACUYÁ ( <i>Passiflora Edulis</i> ) .....	15
2.1.1.	DEFINICIÓN.....	15
2.1.2.	USO PREVISTO DE LA SEMILLAS DE MARACUYÁ .....	15
2.1.3.	COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA SEMILLA DE MARACUYÁ.....	16
2.1.4.	CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS DEL ACEITE DE SEMILLA DE MARACUYÁ .....	16
2.1.5.	COMPOSICIÓN DE ÁCIDOS GRASOS DE ACEITE DE MARACUYÁ.....	17
2.2.	SEMILLA DE GRANADILLA ( <i>Passiflora Ligularis</i> ) .....	18
2.2.1.	DEFINICIÓN.....	18
2.2.2.	COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA SEMILLA DE GRANADILLA ( <i>Passiflora Ligularis</i> ) .....	18
2.2.3.	CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS DEL ACEITE DE SEMILLA DE GRANADILLA ( <i>Passiflora Ligularis</i> ) .....	19
2.2.4.	COMPOSICIÓN DE ÁCIDOS GRASOS EN ACEITE DE SEMILLA DE GRANADILLA ( <i>Passiflora Ligularis</i> ) .....	20
2.2.5.	COMPOSICIÓN DE TOCOFEROLES Y FITOESTEROLES EN ACEITE DE SEMILLA DE GRANADILLA ( <i>Passiflora Ligularis</i> ) .....	21
2.3.	SEMILLA DE TUMBO COSTEÑO ( <i>Passiflora Quadrangularis</i> ).....	21
2.3.1.	DEFINICIÓN.....	21
2.3.2.	COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA SEMILLA DE TUMBO COSTEÑO ( <i>Passiflora Quadrangularis</i> ).....	22
2.3.3.	CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS DEL ACEITE DE SEMILLA DE TUMBO COSTEÑO ( <i>Passiflora Quadrangularis</i> ) .....	22
2.3.4.	COMPOSICIÓN DE ÁCIDOS GRASOS EN ACEITE DE SEMILLA DE TUMBO COSTEÑO ( <i>Passiflora Quadrangularis</i> ) .....	23
2.4.	SEMILLA DE TUMBO SERRANO ( <i>Passiflora Tripartita</i> ) .....	23
2.4.1.	DEFINICIÓN.....	23
2.4.2.	COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA SEMILLA DE TUMBO SERRANO ( <i>Passiflora Tripartita</i> ).....	24
2.4.3.	CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS DEL ACEITE DE SEMILLA DE TUMBO SERRANO ( <i>Passiflora Tripartita</i> ).....	24
2.4.4.	COMPOSICIÓN DE ÁCIDOS GRASOS EN ACEITE DE SEMILLA DE TUMBO SERRANO ( <i>Passiflora Tripartita</i> ).....	25
2.5.	MÉTODOS DE EXTRACCIÓN.....	26

2.5.1. EXTRACCIÓN POR PRENSADO .....	27
2.5.2. EXTRACCIÓN POR SOLVENTE .....	33
2.6. ÁCIDOS GRASOS.....	35
<b>III: MATERIALES Y MÉTODOS</b>	
3.1. MATERIA PRIMA.....	38
3.2. REACTIVOS .....	40
3.3. EQUIPOS Y MATERIALES.....	40
3.3.1. EQUIPOS.....	40
3.3.2. MATERIALES COMPLEMENTARIOS .....	41
3.4. ANÁLISIS.....	42
3.4.1. ANÁLISIS QUÍMICO PROXIMAL .....	42
3.5. METODOLOGÍA .....	43
3.5.1. PROCESO DE EXTRACCIÓN DE ACEITE POR SOLVENTE ORGÁNICO	43
3.5.2. PROCESO DE EXRACCION DE ACEITE POR PRENSADO EN FRIO .....	45
<b>IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>47</b>
4.1. RENDIMIENTO DE EXTRACCIÓN DE ACEITE .....	47
4.2. ANÁLISIS QUÍMICO PROXIMAL.....	47
4.2. CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS DE LOS ACEITES .....	50
4.2.1. CARACTERISTICAS FISICOQUÍMICAS DEL ACEITE DE SEMILLA DE MARACUYÁ ( <i>Passiflora edulis</i> ) .....	50
4.2.2. CARACTERISTICAS FISICOQUÍMICAS DEL ACEITE DE SEMILLA DE GRANADILLA ( <i>Passiflora ligularis</i> ) .....	51
4.2.3. CARACTERISTICAS FISICOQUÍMICAS DEL ACEITE DE SEMILLA DE TUMBO COSTEÑO ( <i>Passiflora quadrangularis</i> ) .....	53
4.2.4. CARACTERISTICAS FISICOQUÍMICAS DEL ACEITE DE SEMILLA DE TUMBO SERRANO ( <i>Passiflora Tripartita</i> ).....	54
4.3. COMPOSICIÓN DE ÁCIDOS GRASOS EN ACEITE DE SEMILLA .....	55
4.3.1. ÁCIDOS GRASOS EN ACEITE DE SEMILLA DE MARACUYÁ ( <i>Passiflora edulis</i> ).....	55
4.3.2. ÁCIDOS GRASOS EN ACEITE DE SEMILLA DE GRANADILLA ( <i>Passiflora ligularis</i> ) .....	59
4.3.3. ÁCIDOS GRASOS EN ACEITE DE SEMILLA DE TUMBO COSTEÑO ( <i>Passiflora quadrangularis</i> ) .....	62
4.3.4. ÁCIDOS GRASOS EN ACEITE DE SEMILLA DE TUMBO SERRANO ( <i>Passiflora tripartita</i> ).....	65
4.4. VIDA UTIL EN ACEITE DE SEMILLAS .....	67
4.4.1. VIDA UTIL EN ACEITE DE SEMILLA DE MARACUYA ( <i>Passiflora edulis</i> ) ...	67
4.4.2.VIDA UTIL EN ACEITE DE SEMILLA DE GRANADILLA ( <i>Passiflora ligularis</i> )	70

4.4.3. VIDA UTIL EN ACEITE DE SEMILLA DE TUMBO COSTEÑO ( <i>Passiflora quadrangularis</i> ) .....	72
4.4.4. VIDA UTIL EN ACEITE DE SEMILLA DE TUMBO SERRANO ( <i>Passiflora tripartita</i> ) .....	74
V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	76
5.1. CONCLUSIONES .....	76
5.2. RECOMENDACIONES .....	78
VI: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS Y VIRTUALES.....	79
VII. ANEXOS .....	81

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Composición de las semillas de maracuyá ( <i>Passiflora edulis</i> ) .....	16
Tabla 2.	Propiedades fisicoquímicas del aceite de semillas de maracuyá extraído con CO <sub>2</sub> supercrítico a 350 bar y 60°C .....	16
Tabla 3.	Concentración de ácidos grados en aceite de semillas de maracuyá ( <i>Passiflora edulis</i> ).....	17
Tabla 4.	Concentración de compuestos en aceite de semillas de maracuyá ..	17
Tabla 5.	Composición química proximal de semilla de granadilla ( <i>Passiflora Ligularis</i> ) (g/100g)Figura SEQ Figura \* ARABIC 3. Apariencia de las semillas sin arilo de granadilla.....	18
Tabla 5.	Composición química proximal de semilla de granadilla ( <i>Passiflora Ligularis</i> ) (g/100g).....	19
Tabla 6.	Características fisicoquímicas del aceite de semilla de granadilla ( <i>Passiflora Ligularis</i> ) (g/100g) obtenido por C02 supercrítico	
	Tabla 5. Composición química proximal de semilla de granadilla ( <i>Passiflora Ligularis</i> ) (g/100g).....	19
Tabla 6.	Características fisicoquímicas del aceite de semilla de granadilla ( <i>Passiflora Ligularis</i> ) (g/100g) obtenido por C02 supercrítico .....	19
Tabla 7.	Composición de ácidos grasos del aceite de semilla de granadilla ( <i>Passiflora Ligularis</i> ) (g/100g) obtenido por CO <sub>2</sub> supercrítico	
	Tabla 6. Características fisicoquímicas del aceite de semilla de granadilla ( <i>Passiflora Ligularis</i> ) (g/100g) obtenido por C02 supercrítico .....	19
Tabla 7.	Composición de ácidos grasos del aceite de semilla de granadilla ( <i>Passiflora Ligularis</i> ) (g/100g) obtenido por CO <sub>2</sub> supercrítico .....	19
Tabla 7.	Composición de ácidos grasos del aceite de semilla de granadilla ( <i>Passiflora Ligularis</i> ) (g/100g) obtenido por CO <sub>2</sub> supercrítico .....	20
Tabla 8.	Composición de tocoferoles y fitoesteroles del aceite de semilla de granadilla obtenida por CO <sub>2</sub> supercrítico	
	Tabla 7. Composición de ácidos grasos del aceite de semilla de granadilla ( <i>Passiflora Ligularis</i> ) (g/100g) obtenido por CO <sub>2</sub> supercrítico.....	20
Tabla 8.	Composición de tocoferoles y fitoesteroles del aceite de semilla de granadilla obtenida por CO <sub>2</sub> supercrítico .....	21
Tabla 8.	Composición de tocoferoles y fitoesteroles del aceite de semilla de granadilla obtenida por CO <sub>2</sub> supercrítico .....	21
Tabla 9.	Composición química proximal de semilla de tabaco costeño .....	22

Tabla 10. Características fisicoquímicas del aceite de semilla de tumbo costeño .....	22
Tabla 11. Perfil de ácidos grasos de aceite de Badea ( <i>Passiflora quadrangularis</i> ) .....	23
Tabla 12. Análisis proximal de semillas de <i>Passiflora tripartita</i> (%).....	24
Tabla 13. Características fisicoquímicas del aceite de <i>Passiflora tripartita</i> .....	25
Tabla 14. Ácidos grasos en aceite de tumbo serrano.....	25
Tabla 15. Tipos de extracción de los aceites vegetales comestibles, técnicas empleadas, ventajas y desventajas.....	26
Tabla 16. Rendimiento de aceite de maracuyá, granadilla, tumbo costeño y tumbo serrano. ....	47
Tabla 17. Análisis Químico Proximal de las semillas maracuyá ( <i>Passiflora edulis</i> ), granadilla ( <i>Passiflora ligularis</i> ), tumbo costeño ( <i>Passiflora quadrangularis</i> ) y tumbo serrano ( <i>Passiflora tripartita</i> ). ....	48
Tabla 18. Características fisicoquímicas del aceite de semilla de maracuyá (g/100g) .....	50
Tabla 19. Características fisicoquímicas del aceite de semilla de granadilla (g/100g) .....	51
Tabla 20. Características fisicoquímicas del aceite de semilla de Tumbo costeño (g/100g) .....	53
Tabla 21. Características fisicoquímicas del aceite de semilla de Tumbo serrano (g/100g) .....	54
Tabla 22. Composición de ácidos grasos en aceite de semillas de maracuyá extraído por solvente orgánico y prensado en frio. ....	56
Tabla 23. Composición de ácidos grasos en aceite de semillas de granadilla extraído por solvente orgánico y prensado en frio .....	59
Tabla 24. Composición de ácidos grasos en aceite de semillas de tumbo costeño extraído por solvente orgánico y prensado en frio .....	62
Tabla 25. Composición de ácidos grasos en aceite de semillas de tumbo serrano extraído por solvente orgánico y prensado en frio .....	65

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Apariencia de las semillas sin arilo de maracuyá .....	15
Figura 2: Apariencia de las semillas sin arilo de granadilla .....	18
Figura 3: Semillas de <i>Passiflora quadrangularis</i> L. ....	21
Figura 4: Semillas de <i>Passiflora tripartita</i> . ....	24
Figura 5: Esquema de una prensa hidráulica artesanal. ....	27
Figura 6: Prensa de jaula tipo cerrado. ....	29
Figura 7: Esquema de la prensa filtro utilizada para la extracción de aceites vegetales comestibles.....	30
Figura 8: Esquema de la prensa cilindro con agujeros utilizada para la extracción de aceites vegetales comestibles. ....	30
Figura 9: Esquema de la estructura celular de las semillas oleaginosas .....	31
Figura 10: Extractor de aceite esencial por prensado en frio .....	32
Figura 11: Esquema del equipo de extracción por solventes (Soxhlet) .....	34
Figura 12: Ácidos grasos saturados .....	36
Figura 13: Ácidos grasos insaturados .....	37
Figura 14: Semillas de <i>Passiflora tripartita</i> (tumbo serrano).....	38
Figura 15: Semillas de <i>Passiflora ligularis</i> (granadilla) .....	39
Figura 16: Semillas de <i>Passiflora edulis</i> (maracuyá) .....	39
Figura 17: Semillas de <i>Passiflora quadrangularis</i> (tumbo costeño) .....	39
Figura 18: Composición de ácidos grasos en aceite de semillas de maracuyá, extraído por solvente orgánico .....	57
Figura 19: Composición de ácidos grasos en aceite de semillas de maracuyá, extraído por solvente orgánico .....	58
Figura 20: Composición de ácidos grasos en aceite de semillas de granadilla, extraído por prensado en frio .....	60
Figura 21: Composición de ácidos grasos en aceite de semillas de granadilla, extraído por solvente orgánico .....	61
Figura 22: Composición de ácidos grasos en aceite de semillas de tabaco costeño, extraído por solvente orgánico. ....	63
Figura 23: Composición de ácidos grasos en aceite de semillas de tabaco costeño, extraído por prensado en frío .....	64

Figura 24: Composición de ácidos grasos en aceite de semillas de tabaco serrano, extraído por solvente orgánico.....	66
Figura 25: Composición de ácidos grasos en aceite de semillas de tabaco serrano, extraído por prensado en frío.....	67
Figura 26: Comportamiento del aceite de semilla de maracuyá a 20 L/H y 110°C .....	68
Figura 27: Vida útil del aceite de semilla de maracuyá a 20°C .....	69
Figura 28: Comportamiento del aceite de semilla de granadilla a 20 L/H y 110°C .....	70
Figura 29: Vida útil del aceite de semilla de granadilla a 20°C .....	71
Figura 30: Comportamiento del aceite de semilla de tabaco costeño a 20 L/H y 110°C .....	72
Figura 31: Vida útil del aceite de semilla de tabaco costeño a 20°C .....	73
Figura 32: Comportamiento del aceite de semilla de tabaco serrano a 20 L/H y 110°C .....	74
Figura 33: Vida útil del aceite de semilla de tabaco serrano a 20°C .....	75
Figura 34: Semilla de maracuyá ( <i>Passiflora edulis</i> ) .....	81
Figura 35: Semilla de tabaco serrano ( <i>Passiflora tripartita</i> ) .....	81
Figura 36: Semilla de tabaco costeño ( <i>Passiflora quadrangularis</i> ) .....	81
Figura 37: Semilla de granadilla ( <i>Passiflora ligularis</i> ) .....	81
Figura 38: Semillas de maracuyá, granadilla, tabaco serrano y tabaco costeño para el Análisis de humedad.....	82
Figura 39: Extracción de aceite por solvente orgánico utilizando el Extractor Soxhlet.....	82
Figura 40: Extracción de aceite por prensado en frío utilizando el Extractor de aceite.....	82
Figura 41: Aceite obtenido de las semillas de maracuyá, granadilla y tabaco serrano por prensado en frío.....	83
Figura 42: Análisis de Índice de Yodo del aceite extraído .....	83
Figura 43: Análisis de estabilidad oxidativa de aceites en el equipo Rancimat	83
Figura 44: Aceite extraído.....	81
Figura 45: Análisis de peróxido .....	84

## **ÍNDICE DE ANEXOS**

Anexo 1: Semillas de maracuyá, granadilla, tumbo costeño y tumbo serrano .....	81
Anexo 2: Procedimiento de extracción con solvente organico y expeller de aceite de semillas.....	82
Anexo 3: Granulometria de las semillas de maracuya, granadilla, tumbo costeño tumbo serrano .....	84
Anexo 4: Determinacion de la vida util de la granadilla por prensado en frio.....	85
Anexo 5: Determinacion de la vida util del maracuya por prensado en frio .....	85
Anexo 6: Determinacion de la vida util del maracuya por solvente organico.....	85
Anexo 7: Determinacion de la vida util del tumbo serrano por prensado en frio.....	86
Anexo 8: Determinacion de la vida util del tumbo costeño por prensado en frio .....	86

## RESUMEN

El presente informe tuvo como objetivo general la extracción y caracterización del aceite de semilla de granadilla (*Passiflora ligularis*), maracuyá (*Passiflora edulis*), tumbo costeño (*Passiflora quadrangularis*) y tumbo serrano (*Passiflora tripartita*), se utilizó dos métodos de extracción (prensado en frio y solvente orgánico). Se realizo la extracción mediante el método prensado en frio en la prensa expeler y mediante el método Soxhlet con solvente orgánico (éter).

Se determino las características fisicoquímicas de los aceites extraídos (índice de acidez, índice de peróxido, índice de yodo e índice de anisidina). También el contenido de ácidos grasos por el cromatógrafo de gases, donde el método por prensado en frio se obtuvo mejores resultados, ya que al no someterse a calentamiento permite conservar los antioxidantes y compuestos fitoquímicos. La maracuyá (*Passiflora edulis*) obtuvo un alto contenido de ácido linoleico con 75.515% y 12.637% de ácido oleico por prensado en frio. La granadilla (*Passiflora ligularis*), obtuvo mayor proporción del ácido graso insaturado de ácido linoleico con un 75.521% y 17.892% de ácido oleico por solvente orgánico. Para el tumbo costeño el ácido graso más predominante fue el ácido linoleico con 70.770 % por prensado en frio, seguido el ácido oleico con 15.556% y el ácido palmítico con 9.138% por solvente orgánico. Y finalmente para el tumbo serrano, el ácido linoleico es el más predominante con 81.341 % por prensado en frio, el ácido oleico con 9.626 % por solvente orgánico.

**Palabras claves:** prensado en frio, solvente orgánico, ácidos grasos

## **ABSTRAC**

The general objective of this report was the extraction and characterization of passion fruit seed oil (*Passiflora ligularis*), passion fruit (*Passiflora edulis*), tumbo costeño (*Passiflora quadrangularis*) and tumbo serrano (*Passiflora tripartita*) using two extraction methods (by cold pressed and by organic solvent). The extraction was carried out by the cold pressing method in the expeller press and by the Soxhlet method with organic solvent (ether).

The physicochemical characteristics were determined for the extracted oils, with the acidity value, peroxide value, iodine value and anisidine value. The fatty acid content was determined by gas chromatography; cold pressing extraction is recommended, since not being heated allows the antioxidants and phytochemical compounds to be preserved. The passion fruit obtained a high content of linoleic acid of 75.515% and 12.637% of oleic acid by cold pressing. The passion fruit obtained a higher proportion of the unsaturated fatty acid of linoleic acid with 75.521% and 17.892% of oleic acid by organic solvent. For the tumbo costeño, the most predominant fatty acid is linoleic acid with 70.770% by cold pressing, followed by oleic acid with 15.556% and palmitic acid with 9.138% by organic solvent. And finally for tumbo serrano, linoleic acid is the most predominant with 81.341% by cold pressing, oleic acid with 9.626% by organic solvent.

**Keywords:** cold pressing, organic solvent, fatty acids

## I: INTRODUCCIÓN

La demanda de comprar alimentos sanos y más nutritivos conlleva a medianos y grandes empresarios a ofrecer productos que mejoren la salud humana, el cual se pretende realizar esta investigación en un producto que en la actualidad ha mostrado un incremento en la cosecha de semillas, principalmente de maracuyá (*Passiflora edulis*). Las semillas poseen carotenoides, vitamina C (o ácido ascórbico) y agua (86,20%), hidratos de carbono, potasio, vitamina B9, magnesio, hierro, fibra, vitamina B2, vitamina B3, vitamina A, cinc, fósforo, calorías, proteínas, calcio, vitamina E, vitamina B, sodio, ácidos grasos poliinsaturados, grasa, ácidos grasos mono insaturados, ácidos grasos saturados y selenio.

En el Perú la producción de estos cítricos como, granadilla (*Passiflora ligularis*), maracuyá (*Passiflora edulis*), tumbo costeño (*Passiflora quadrangularis*) y tumbo serrano (*Passiflora tripartita*) con mayor producción, es una buena opción para producir nuevos productos con parámetros de calidad y permita satisfacer las necesidades del consumidor. Por lo que se puede lograr obtener muchos derivados a partir de estas semillas como pueden ser el aceite; si así mismo, estudios existentes indican que se deben hacer investigaciones de los métodos de extracción más apropiados que permitan un mayor rendimiento.

Por ende, el proyecto de investigación consiste en la utilización de semilla de granadilla (*Passiflora ligularis*), maracuyá (*Passiflora edulis*), tumbo costeño (*Passiflora quadrangularis*) y tumbo serrano (*Passiflora tripartita*) como materia prima para la obtención de un aceite; dando a conocer el proceso de extracción y caracterización del aceite. Existen diversos métodos de extracción que se pueden aplicar a las especies vegetales según sea su condición, en este caso se utilizará la extracción con solvente utilizando hexano, el cual es capaz de disolver grandes cantidades de aceite sin extraer otros compuestos presentes en este y la presión en frío, es un modo de extracción exclusivamente mecánico que se realiza a baja temperatura, preservando de este modo la proporción de ácidos grasos esenciales, vitamina E, antioxidantes naturales y no necesita ningún aditivo. Evaluando su calidad de ácidos grasos presentes

en el aceite de dichas semillas antes mencionadas y características fisicoquímicas (grado de acidez, índice de peróxido, índice de yodo, densidad).

## II: MARCO TEÓRICO

### 2.1. SEMILLA DE MARACUYÁ (*Passiflora Edulis*)

#### 2.1.1. DEFINICIÓN

Las semillas de maracuyá presentan forma oval-reticular dentro de una cavidad del fruto con un color pardo oscuro que está envuelta en una pulpa mucilaginosa color amarillo, el cual contiene un jugo ácido y aromático. La semilla presenta un ancho de entre 3 y 4 mm y el largo entre 5 y 6 mm. (Infantes M., 2016)



Figura 1: Apariencia de las semillas sin arilo de maracuyá

Fuente: Posada P., et al. (2014)

#### 2.1.2. USO PREVISTO DE LA SEMILLAS DE MARACUYÁ

En el Perú la industrialización de las semillas de maracuyá no está muy desarrollada, a diferencia de otros países de Latinoamérica como Brasil, el cual la utiliza como suplemento alimenticio para algunos animales, para la producción de aceites comestibles y para la realización de cosméticos. Las semillas de maracuyá no son los únicos residuos a los cuales se puede aprovechar, también está la cáscara de maracuyá, de la cual se produce harina de maracuyá, cuyas propiedades son de apoyo para reducir los porcentajes de azúcar en la sangre; otro beneficio de la harina

es la forma en la que actúa frente a los niveles de grasa, controlándolos, y hasta bloqueándolos. (Morales J., 2020)

En el sector de la salud las hojas y flores de la planta son usados como calmantes por el efecto sedante que causa sin provocar daño al sistema nervioso o como remedio para la depresión, por los flavonoides que contiene. (Cruz & Meléndez, 2004, citado por Proaño J., 2020)

### 2.1.3. COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA SEMILLA DE MARACUYÁ

A continuación en la Tabla 1, muestra los resultados de acuerdo a análisis químico realizado a la semilla de maracuyá.

Tabla 1. Composición de las semillas de maracuyá (*Passiflora edulis*)

Componente	Peso
Proteína cruda	8.28 ± 0.58
Humedad	6.6 ± 0.28
Extracto Etéreo	24.5 ± 1.58
Cenizas	1.34 ± 0.08
Fibra dietaria	64.8 ± 0.05
Carbohidratos	1.1

Fuente: Morales J. (2020)

### 2.1.4. CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS DEL ACEITE DE SEMILLA DE MARACUYÁ

A continuación, en la Tabla 2, se muestra las características fisicoquímicas realizada al aceite de semilla de maracuyá.

Tabla 2. Propiedades fisicoquímicas del aceite de semillas de maracuyá extraído con CO<sub>2</sub> supercrítico a 350 bar y 60°C

Parámetro	Aceite de semillas	
	Maracuyá	Uva (Codex 2015)
Densidad	0.9316	0.920-0.926
Índice de refracción (meq H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> K-1)	1.4741	1.467-1477
Índice de Peróxido	4.55	<10*
Índice de saponificación (mg KOH.100g-1)	167	188-194
Índice de yodo (g. 100g-1)	108	128.15
Índice de acidez ( mg.g-1)	2.56	<4*

\* Valor establecido para aceite vegetal

Fuente: Pantoja A. et al. (2017)

## 2.1.5. COMPOSICIÓN DE ÁCIDOS GRASOS DE ACEITE DE MARACUYÁ

El aceite de maracuyá está compuesto por ácidos grasos saturados e insaturados, con predominancia de los insaturados. A continuación, la Tabla 3 se detalla los ácidos grasos que contiene el aceite de maracuyá, siendo el de mayor predominancia el ácido linoleico, seguidamente del oleico.

Tabla 3. Concentración de ácidos grados en aceite de semillas de maracuyá (*Passiflora edulis*)

Ácidos grasos	Concentración (mg. mL-1)	%
Linoleico (C18:2)	112.48	67.53 ± 10.3
Oleico (C18:1)	31.74	16.33 ± 4.8
Palmítico (C16:0)	30.16	14.16 ± 6.1
Esteárico (C18:0)	1.43	1.29 ± 0.7
Linolénico (C18:3)	0.91	0.46 ± 0.2
Palmitoleico (C18:3)	0.28	0.23 ± 0.1
Insaturados	145.41	84.55
Saturados	31.59	15.45
Insat/Sat	4.6	5.47

Fuente: Pantoja et al, 2016, citado por Proaño J., 2020

La Tabla 4 muestra la presencia de otros compuestos que contiene el aceite de semillas de maracuyá, con una predominancia de escualeno y esteroles, lo que es importante para el desarrollo de la industria de cosméticos, fármacos y alimentos funcionales por su capacidad antioxidante. (Proaño J., 2020).

Tabla 4. Concentración de compuestos en aceite de semillas de maracuyá

Compuesto	Concentración (mg.mL-1)
Escualeno	11.13 ± 6.8
Campesterol	0.78 ± 0.3
Estigmasterol	2.43 ± 0.9
B- sitosterol	2.58 ± 0.9
Lanosterol	0.58 ± 0.3
Esteroles	6.36 ± 2.4
Totales	

Fuente: Pantoja et al, 2016, citado por Proaño J., 2020

## **2.2. SEMILLA DE GRANADILLA (*Passiflora Ligularis*)**

### **2.2.1. DEFINICIÓN**

El fruto de la granadilla (*Passiflora Ligularis*) se caracteriza por su forma ovoide de color anaranjado, dorado, pardo o amarillo con pintas claras; presenta superficie dura, con un diámetro de 7 a 8 cm. El exocarpio es duro, pero frágil ante presión o impacto; el mesocarpio es blando y esponjoso de 5 mm de espesor, y el endocarpio está compuesto con una membrana de color blanca que contiene entre 200- 250 semillas envueltas en una pulpa jugosa, transparente y dulce. (Espinoza A. y Mejía N., 2016).

Las semillas de granadilla (*Passiflora Ligularis*) son de aproximadamente 3.5 mm de longitud, de color negro, planas, angostas, con forma de escudo y con pequeñas zonas hundidas. (Espinoza A. y Mejía N., 2016).



Figura 2: Apariencia de las semillas sin arilo de granadilla

Fuente: Posada P., et al. (2014)

### **2.2.2. COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA SEMILLA DE GRANADILLA (*Passiflora Ligularis*)**

De acuerdo con Artica L. et al. (2021), en su análisis a semillas de granadilla presentaron un alto contenido de grasas con 28.81%, y proteína 18.59% (Tabla 5), a partir de estos resultados se demuestra que debido a su alto contenido de extracto etéreo de la semilla puede ser una gran fuente de aceite.

Tabla 5. Composición química proximal de semilla de granadilla (*Passiflora Ligularis*) (g/100g)

<b>Componentes g/100g</b>	<b>Semilla de granadilla</b>
Humedad	6.09 ± 0.09
Proteínas	18.59 ± 0.73
Grasa	28.81 ± 0.49
Fibra	2.45 ± 0.1
Cenizas	2.49 ± 0.14
ELN	41.58 ± 1.04

Fuente: Artica L. et al. (2021)

### 2.2.3. CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS DEL ACEITE DE SEMILLA DE GRANADILLA (*Passiflora Ligularis*)

De acuerdo con Artica L. et al. (2021), en su estudio a las semillas de granadilla, obtuvo los resultados respecto a las características fisicoquímicas como índice de refracción, índice de yodo, entre otros, se muestran a continuación en la Tabla 6.

Tabla 6. Características fisicoquímicas del aceite de semilla de granadilla (*Passiflora Ligularis*) (g/100g) obtenido por C02 supercrítico

<b>Componentes g/100g</b>	<b>Semilla de granadilla</b>
Índice de refracción (40°C)	1.461 ± 0.01
densidad relativa a 20°	0.92 ± 0.2
Índice de saponificación (mgKOH/g de aceite)	186.09 ± 1.62
Índice de yodo (g I2/100 g aceite)	142.46 ± 0.89
Índice de peróxido (meq O2/ kg de aceite)	4.12± 0.15
Índice de acidez (mg KOH/g de aceite)	1.71 ± 0.06
Resultados promedio ± SD (n=3)	

Fuente: Artica L. et al. (2021)

## **2.2.4. COMPOSICIÓN DE ÁCIDOS GRASOS EN ACEITE DE SEMILLA DE GRANADILLA (*Passiflora Ligularis*)**

De acuerdo con Artica L. *et al.* (2021), en su estudio a las semillas de granadilla, obtuvo los resultados acerca de la composición de ácidos grasos que se muestran a continuación en la Tabla 7. Por lo que presenta mayor predominancia de ácidos grasos insaturados con 82.37%, siendo el mayor contenido el ácido araquidónico con 74.22%, y en menor cantidad el palmítico, esteáricos, oleico y en menor cantidad el ácido linolénico. De acuerdo con su contenido de ácidos grasos insaturados con relación a los saturados, los aceites son recomendables para el consumo humano. (Artica L. *et al.*, 2021)

Tabla 7. Composición de ácidos grasos del aceite de semilla de granadilla (*Passiflora Ligularis*) (g/100g) obtenido por CO<sub>2</sub> supercrítico

<b>Componentes g/100g</b>	<b>Semilla de granadilla</b>
Ácido mirístico (C14:0)	-
Ácido palmítico (C16:0)	7.24 ± 0 .10
Ácido esteárico (C18:0)	1.82 ± 0.07
Ácido oleico (C18:1) (ω-9)	7.32 ± 0.14
Ácido araquidónico (C: 20:4)	74.22 ± 1.93
Ácido linoleico (C18:2)(ω-6)	-
Ácido α-linolénico (C18:3)(ω-3)	0.83 ± 0.05
Ácidos grasos saturados	17.63 ± 2.09
Ácidos grasos insaturados	82.37 ± 2.09
AGI/AGS	4.73 ± 0.71
C:18:1/C18:2	-

Resultados promedio SD(n=3). AGI: Ácidos grasos insaturados

AGS: Ácidos grasos saturados

Fuente: Artica L. *et al.* (2021)

## **2.2.5. COMPOSICIÓN DE TOCOFEROLES Y FITOESTEROLAS EN ACEITE DE SEMILLA DE GRANADILLA (*Passiflora Ligularis*)**

De acuerdo a Artica L. et al. (2021), en su estudio a las semillas de granadilla, obtuvo los resultados respecto a  $\alpha$ -Tocoferol es de 17,85  $\mu\text{g/g}$  y  $\beta$ -sitosterol en granadilla 13,56 mg/100g (Tabla 8).

Tabla 8. Composición de tocoferoles y fitoesteroles del aceite de semilla de granadilla obtenida por CO<sub>2</sub> supercrítico

Componentes	Semilla de granadilla
$\alpha$ -Tocoferol ( $\mu\text{g/g}$ )	17,85± 1,37
$\beta$ -sitosterol (mg/100g)	13,56± 2,38
Resultados promedio ± SD (n=3).	

Fuente: Artica L. et al. (2021)

## **2.3. SEMILLA DE TUMBO COSTEÑO (*Passiflora Quadrangularis*)**

### **2.3.1. DEFINICIÓN**

Las semillas de tubo costeños son de color marrón oscuro, achatadas, de forma elíptica y de superficie dura. Presentan un tamaño de 1.25 cm de largo y 0.6 cm de ancho, asimismo posee tres dientes en la base y con un ápice truncado. Se encuentran rodeadas de un líquido mucilaginoso y transparente llamado arilo; cada fruto de tubo costeño posee entre 100 a 200 semillas. (León 2000, citado por Jiménez C. y Tixy I., 2017)



Figura 3: Semillas de *Passiflora quadrangularis* L.

Fuente: Jiménez C. y Tixy I. (2017)

### **2.3.2. COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA SEMILLA DE TUMBO COSTEÑO (*Passiflora Quadrangularis*)**

En la Tabla 9, de acuerdo con Jiménez C. y Tixy I. (2017), las semillas de tabaco costeño contienen un 6% de humedad y 2.5% de ceniza total.

Tabla 9. Composición química proximal de semilla de tabaco costeño

Componentes	Semilla de tabaco costeño
Humedad (%)	6%
Cenizas (g)	2.5%

Fuente: Jiménez C. y Tixy I. (2017)

### **2.3.3. CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS DEL ACEITE DE SEMILLA DE TUMBO COSTEÑO (*Passiflora Quadrangularis*)**

El aceite de semilla de tabaco serrano posee una densidad relativa de 0,96952 g/ml, un índice de peróxido de  $4,5 \pm 0,87$  mg/g, índice de refracción de 1,4592, índice de acidez de  $11,8 \pm 0,20$  mg/g e índice de saponificación de  $112,51 \pm 1,43$  mg/g (Tabla 10) (Jiménez C. y Tixy I., 2017)

Tabla 13. Características fisicoquímicas del aceite de semilla de tabaco costeño

Componentes	Semilla de tabaco costeño
Densidad relativa	0,96952 g/ml
Índice de acidez	$11,8 \pm 0,20$ mg/g
Índice de peróxido	$4,5 \pm 0,87$ mg/g
Índice de saponificación	$112,51 \pm 1,43$ mg/g
Índice de refracción	1,4592

Fuente: Jiménez C. y Tixy I. (2017)

### **2.3.4. COMPOSICIÓN DE ÁCIDOS GRASOS EN ACEITE DE SEMILLA DE TUMBO COSTEÑO (*Passiflora Quadrangularis*)**

El aceite de semilla de tumbo costeño a través del análisis de ácidos grasos por cromatografía de gases con espectrometría de masas presenta el 77.07% de ácido linolénico y el 9.69% de ácido oleico (Tabla 11). (Jiménez C. y Tixy I., 2017)

Tabla 11. Perfil de ácidos grasos de aceite de Badea (*Passiflora quadrangularis*)

Nombre	Fórmula	Tr (min)	%
Ácido mirístico	C14:0	11.964	0.04
Ácido palmítico	C16:0	15.037	3.1
Acido palmitoleico	C16:1	15.239	2.45
Ácido esteárico	C18:0	16.895	0.41
Ácido oleico	C18:1	17.005	9.69
Acido linoleico	C18:2	17.169	77.07
Ácido eicosenoico	C20:0	18.634	4.19
Ácido tetracosanoico	C30:0	21.544	3.04

Fuente: Jiménez C. y Tixy I. (2017)

### **2.4. SEMILLA DE TUMBO SERRANO (*Passiflora Tripartita*)**

#### **2.4.1. DEFINICIÓN**

Las semillas del tumbo serrano presentan forma avalada y plana, de color negro claro y con una textura semidura. (Curasma E. e Inga R., 2019). Las semillas representan el 7% del peso del fruto. (Caravilca & Gamarra, citado por Rojas D. et al., 2021)



Figura 4: Semillas de *Passiflora tripartita*.

#### **2.4.2. COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA SEMILLA DE TUMBO SERRANO (*Passiflora Tripartita*)**

De acuerdo con la Tabla 12, muestra el análisis proximal de las semillas de tumbo serrano, se presenta en mayor porcentaje fibra y carbohidrato de 38.86% y 24.54%.

Tabla 12. Análisis proximal de semillas de *Passiflora tripartita* (%)

Análisis	Semilla de tumbo serrano
Humedad	9.12
Cenizas	1.45
Lípidos	15.45
Proteína total	10.56
Fibra	38.86
Carbohidratos	24.54

Fuente: Curasma E. e Inga R. (2019)

#### **2.4.3. CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS DEL ACEITE DE SEMILLA DE TUMBO SERRANO (*Passiflora Tripartita*)**

Según Curasma E. e Inga R. (2019), a partir del análisis fisicoquímico realiza al aceite de semilla de tumbo serrano, presentando un índice de peróxido de 3.53 meqO<sub>2</sub>/kg aceite, índice de acidez de 0.54 KOH/g aceite, índice de saponificación de 197 mg KOH/g aceite, entre otros (Tabla 13).

Tabla 14. Características fisicoquímicas del aceite de *Passiflora tripartita*

Análisis	Resultado
Humedad	0.02 g/100 g de aceite
Índice de peróxido	3.53 meq O <sub>2</sub> /Kg aceite 110 g yodo/100 g de aceite
Índice de yodo	
Índice de acidez	0.54 mg KOH/g aceite
Índice de saponificación	197 mg KOH/g aceite
Índice de refracción	1.4755 (Nd)
Densidad específica	0.9144 g/cm <sup>3</sup>

Fuente: Curasma E. e Inga R. (2019)

#### 2.4.4. COMPOSICIÓN DE ÁCIDOS GRASOS EN ACEITE DE SEMILLA DE TUMBO SERRANO (*Passiflora Tripartita*)

De acuerdo con Curasma E. e Inga R. (2019), con un porcentaje de ácidos grasos saturados de 10.57%, ácidos grasos monoinsaturados de 14.51% y ácidos grasos poliinsaturados de 74.80% (Tabla 14).

Tabla 14. Ácidos grasos en aceite de tumbo serrano

Ácidos grasos	Cn:m	(%)
<b>SFA` (ácidos grasos saturados)</b>		
Mirístico	14	0.05
Pentadecaenoico	15	0.03
Palmítico	16	7.36
Heptadecaenoico	17	0.04
Esteárico	18	2.84
Araquídico	20	0.18
Behénico	22	0.07
<b>MUFA` (ácidos grasos monoinsaturados)</b>		
Oleico	18:1 ω-9	13.85
Vaccenico	18:1 ω-7	0.43
Eicosáenoico	20:1 ω-9	0.08
<b>PUFA` s (ácidos grasos poliinsaturados)</b>		
Linoleico	18:2 ω-6	74.34
α - Linoleico	18:3 ω-3	0.46

Fuente: Curasma E. e Inga R. (2019)

## 2.5. MÉTODOS DE EXTRACCIÓN

Existen diferentes métodos de extracción de aceite, en la Tabla 15, muestra las ventajas y desventajas de cada método de extracción.

Tabla 15. Tipos de extracción de los aceites vegetales comestibles, técnicas empleadas, ventajas y desventajas

TIPO DE EXTRACCION	TECNICAS	VENTAJAS	DESVENTAJAS
Prensado de las semillas	Técnica de prensado en frío y almacenamiento a baja temperatura (4°C) en la oscuridad  Prensa de tornillo y utiliza calentamiento mediante una resistencia eléctrica	Los aceites presentan mejor conservación de los componentes antioxidantes (quercetina y miricetina), comprada con la extracción con solventes	Rendimientos bajos en la producción del aceite
Extracción con solventes	Método Soxhlet usando generalmente hexano	Favorece las características funcionales del aceite como la retención de agua y la estabilidad de emulsión	Provoca perdidas ligeras de antioxidantes, además cuestiones de salud y seguridad al medio ambiente por el uso del hexano
Extracción con fluidos supercríticos	Uso del CO <sub>2</sub> en estado supercrítico	Rendimientos altos de extracción del aceite, no se requiere eliminar solventes del aceite o de la torta residual	Instalaciones muy costosas

Fuente: Ali, N., Keong, S., Ho, W., Kee, B., Tan, S. y Guan, S., citado por Torres A. (2018)

## 2.5.1. EXTRACCIÓN POR PRENSADO

El método de extracción por prensado consiste en una jaula con un diámetro determinado de comienzo a fin, que presenta un tornillo sin fin en un solo eje con una dirección continua para así lograr presión como resultado de poco material causado por la pérdida del aceite extraído. (Bockisch, 1998, citado por Torres A., 2018)

La presión dentro de la torta se debe al diámetro de salida de torta y su diseño, producto de la operación se pueden lograr hasta 170°C de temperatura y presión de 3000 bar dependiendo del tipo de prensa que sea. (Bockisch, 1998, citado por Torres A., 2018)

Durante el pre-prensado se alcanzan de 30-40 bar con una temperatura de 95° C en promedio; el principal objetivo del prensado es llegar a 400 bar con 115- 125°C en condiciones normales, este método es el “Prensado en frio. (Bockisch, 1998, citado por Torres A., 2018)

Los rendimientos de extracción dependen de parámetros como capacidad de la prensa, la potencia aplicada y el contenido de humedad de la semilla. Posterior a la extracción se realiza tratamiento de refinación de aceite, usando decantadores, separadores y filtros. (Bockisch, 1998, citado por Torres A., 2018)

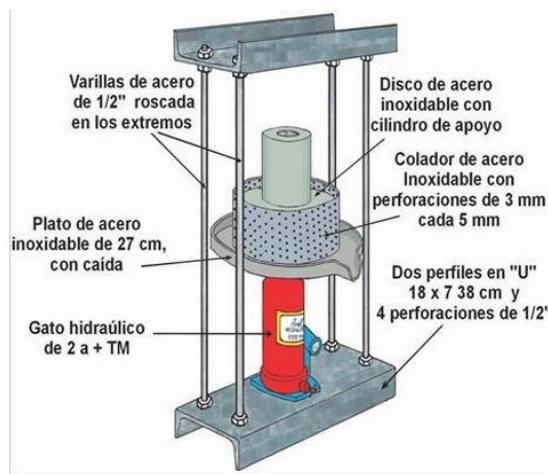


Figura 5: Esquema de una prensa hidráulica artesanal.

Fuente: ITACAB, citado por Torres A. (2018)

### **2.5.1.1. Prensado Discontinuo**

Tipo de prensa que fue utilizada antiguamente que permitía extraer aceites vegetales para el consumo humano, mediante la aplicación de presión a la masa de materia prima empaquetadas en mallas, bolsas u otros envases. Estas prensas estaban diseñadas con tornillos, cuñas, palancas, etc.; pero el más utilizado fue el sistema hidráulico (Valderrama, citado por Torres A., 2018).

Se clasifican en dos grupos: tipo abierto y tipo cerrado.

**a) Prensas discontinuas tipo abierto:**

Prensa que consiste en colocar las semillas en filtros de tela. Está conformada por 4 columnas verticales dentro de una jaula abierta, con placas horizontales, espaciadas entre 0,075 a 0,125 m. en la parte posterior existe una placa de fondo, más pesada. La presión se ejerce cuando se levanta el vástago haciendo fluir el aceite recepcionándose en una bandeja debajo del bloque (Bailey, 2001; Valderrama, 1994; citado por Torres A., 2018).

**b) Prensas discontinuas tipo cerrado:**

Prensa en donde la muestra o semilla a extraer aceite, no están en filtros o bolsas, por lo que son colocadas en la jaula. Alcanza presiones más elevadas que el tipo abiertas, son ideales para semillas de corteza dura, con alto contenido de aceite y baja fibra. (Bailey, 2001; Plank, 2005; citado por Torres A., 2018)

La prensa posee jaulas redondas o cuadradas, en su estructura tiene barras muy próximas entre sí o de placas con ranuras. Tiene un ducto por donde se recepciona el aceite extraído; el ducto aumenta su diámetro de dentro hacia afuera, para evitar la obstrucción con residuos sólidos de la materia prima. Su manejo es a través de un pistón que al presionar de abajo hacia, eleva la presión por medio de un vástago que trabaja hidráulicamente. Las jaulas pueden soportar presiones del orden de 420 kg/cm<sup>3</sup> (Bailey, 2001, citado por Torres A., 2018)



Figura 6: Presa de jaula tipo cerrado.

Fuente: Torres A. (2018)

#### 2.5.1.2. PRENSADO CONTINUO

Las prensas expeler o de tornillo son las más comunes, ya que trabajan a altas presiones, y en general con 2 o 3 prensadas a la muestra elevando la presión en cada una de las repeticiones. Hay varios tipos de prensas continuas con diferencias en el diseño de prensa y la forma del tornillo, el tipo de boquilla, la salida del aceite y de la torta residual (Beerens, 2007, citado por Torres A., 2018).

##### a) Presa filtro

La prensa filtro se asemeja a un colador, con orificios y un tornillo que gira en una jaula de acero, el aceite cae por un espacio que se encuentran en las barras de acero. El tornillo evacúa el aceite por extremo de la alimentación hacia la descarga. (Beerens, 2007, citado por Torres A., 2018).

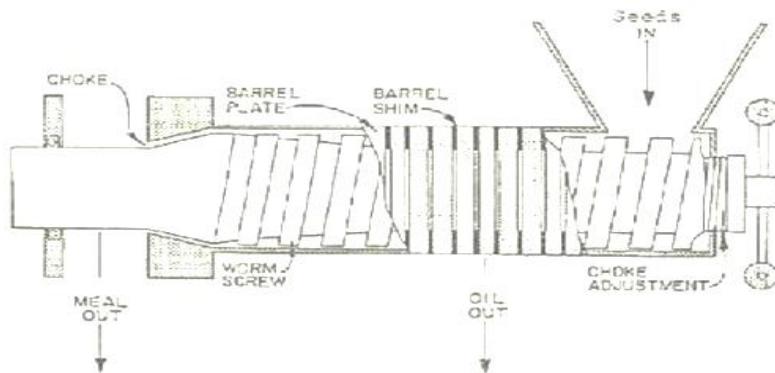


Figura 7: Esquema de la prensa filtro utilizada para la extracción de aceites vegetales comestibles

Fuente: Torres A. (2018)

### b) Prensa cilindro con agujeros (Cylinder-hole press)

Prensa que tiene casi las mismas características que la prensa filtro, siendo diferente porque posee agujeros que expulsa el aceite hacia la parte exterior. Al incrementar la presión la torta es expulsada por la boquilla del tornillo con el fin de evitar atoramientos. Es necesario calentar el extremo de la boquilla y la carcasa del tornillo antes de la operación.

La eficiencia de recuperación de aceite alcanza hasta el 90- 95 %, mientras la extracción por solventes orgánicos es de 99 %. El método de prensado por tornillo es más usado, ya que el proceso es más sencillo, flexible y seguro. (Shahidi, 2005, citado por Torres A., 2018)

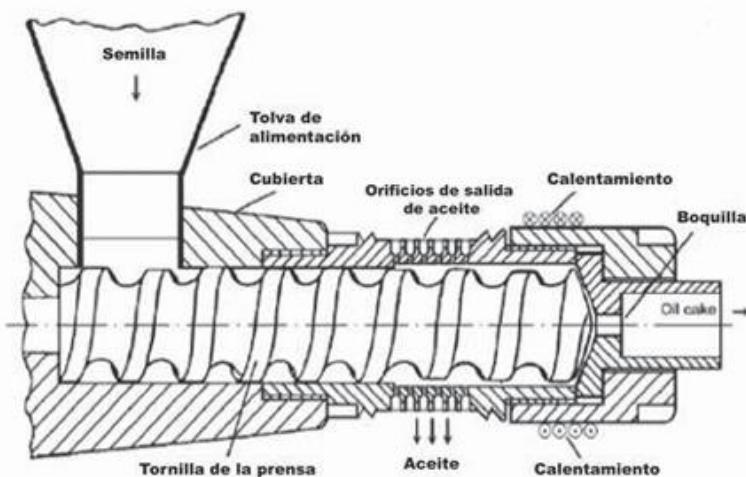


Figura 8: Esquema de la prensa cilindro con agujeros utilizada para la extracción de aceites vegetales comestibles.

Un expeller funciona de la siguiente manera: la tolva se alimenta con materia prima, el tornillo sin fin transporta y comprime la materia prima; cuentan con un sistema de calentamiento (resistencias eléctricas) las cuales elevan la temperatura de la muestra, en consecuencia reduce la viscosidad del aceite de las semillas, el diámetro por donde pasa el tornillo sin fin se incrementa ocasionado que las semillas trituradas se compacten y se eleve la presión en el interior; luego la torta es expulsada por la boquilla del cilindro y el aceite cae por los agujeros perforados en el cilindro de la prensa. (Beerens, 2007; Valderrama, 1994, citado por Torres A. 2018)

La estructura celular contiene el material lipídico junto a otros componentes como se muestra en la Figura 10. Hay que romper la estructura celular de la semilla para liberar los elementos contenidos. Esto sucede con la presión que se ejerce con la fricción generada por el tornillo y el barril de la prensa expeller (Beerens, 2007, citado por Torres A., 2018)

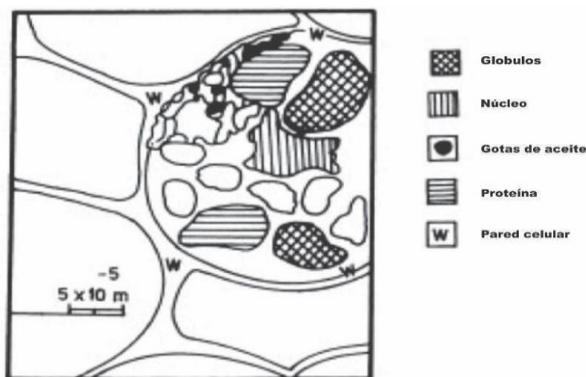


Figura 9: Esquema de la estructura celular de las semillas oleaginosas

Fuente: Torres A. (2018)

Para realizar el prensado las semillas alcanzan una humedad mínima de 5 % aproximadamente, por lo que las semillas o granos ajustan su humedad cuando son altas. Esto ya que el agua contenida en el producto ablanda los tejidos celulares facilitando los cambios por la presión que se ejerce. Por lo que la optimización de la humedad favorezca los procesos de extracción (Valderrama, J. 1994, citado por Torres A. 2018). Se recomienda el uso de la prensa expeller para semillas que contengan de 5 a 6% de aceite (Beerens, 2007, citado por Torres A. 2018)

### c) Prensado en frio

Proceso que se realiza a muestras vegetales, los cuales son sometidos a altas presiones ejercidas mecánicamente para separar aceite y ser recolectado y filtrado. En el prensado en frio al no someterse a calentamiento permite conservar antioxidantes además de compuestos fitoquímicos. (Torres A. 2018).



Figura 10: Extractor de aceite esencial por prensado en frio

## **2.5.2. EXTRACCIÓN POR SOLVENTE**

### **2.5.2.1. SOLVENTE ORGÁNICO**

El alcohol o cloroformo son solventes que al estar en contacto con muestras secas solubilizan el aceite extrayéndolo, pero además extraen grasas y ceras, estos tipos de solvente se usan a nivel de laboratorio, sin embargo, este método es más costoso para el uso industrial además de obtener sustancias impuras. (Rodríguez *et al.*, 2012, citado por Torres A. 2018).

### **2.5.2.2. EXTRACCIÓN CON SOLVENTES**

La extracción con solventes es muy eficiente obteniendo hasta el máximo contenido de aceite, restando en la semilla solo el 1% de su contenido etéreo. Generalmente la materia prima tiene poco contenido de materia lipídica. Al trabajar con un sistema continuo en contra corriente el rendimiento es mucho mayor entrando en contacto las semillas con el solvente. (Bailey, 2001; Valderrama, 1994; citado por Torres A. 2018).

La eficiencia de extracción por solventes a escala de laboratorio es mucho mejor a cuando se hace de manera piloto o industrial debido al uso de grandes cantidades de solvente utilizado para la extracción respecto al aceite obtenido. (Torres A. 2018). El solvente se separa una vez terminada la extracción, lo cual incrementa los costos de producción (Plank, 2005, Torres A. 2018). La Figura 11, esquematiza el proceso de extracción de aceites mediante solventes.

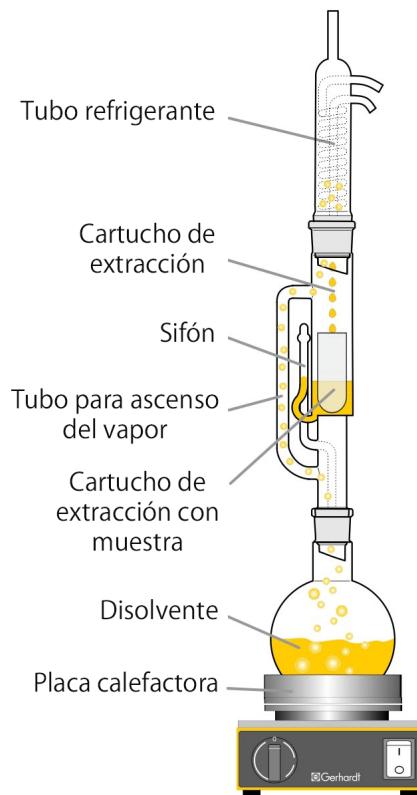


Figura 11: Esquema del equipo de extracción por solventes (Soxhlet)

Fuente: Gracia, 2001, Torres A., 2018

Este método de extracción por solvente no es recomendado para obtener aceites vegetales de consumo humano, ya que además de tener costos elevados en la extracción, algunos problemas con este método es el de separar el disolvente con el aceite, lo que eleva los costos de producción y alterando la calidad mediocre del aceite (Plank, 2005, Valderrama, citado por Torres A., 2018)

Por otro lado, la temperatura influye durante la extracción, debido a que disminuye la viscosidad incrementando la solubilidad, por lo tanto a menor viscosidad mayores solubilidades, resultando acelerar la extracción. La proporción entre los componentes lipídicos y no-lipídicos del aceite crudo son afectados por la temperatura (Bockisch, 1998; Demarco, 2009; citado por Torres A., 2018)

Los solventes como hexano, éter etílico, pentano, metanol, éter dimetílico, diclorometano, heptano, acetona, etanol, octano, cloroformo, son los disolventes más utilizados a nivel industrial pero el más usado por

cuestiones económicas es la nafta tipo hexano. (Valderrama, 1994, citado por Torres A., 2018)

Siempre en la torta residual se obtiene de 7 a 10% de aceite luego del prensado. Por lo que se puede usar una extracción combinada ya que se puede realizar una extracción mediante arrastre con solvente. Procedimiento común en industrias que procesan grandes cantidades de semillas (más de 15 000 t/año) (Valderrama, 1994, citado por Torres A., 2018)

## 2.6. ÁCIDOS GRASOS

Son cadenas hidrocarbonadas largas que presentan un grupo carboxílico al extremo. Los ácidos grasos se caracterizan porque presentan enlaces simples y dobles, siendo los ácidos grasos simples los que carecen de enlaces dobles; por lo tanto, presentan una mayor temperatura de fusión a diferencia de los que presentan enlaces dobles, le confiere una gran estabilidad y que sean sólidos a temperatura ambiente (Carbajal A., 2013, citado por Chumpitaz et al., 2022). Se encuentran predominantemente en alimentos de origen animal, aunque también se localizan en alimentos de origen vegetal como es el caso de los aceites de coco, palma y palmiste, también son llamados ácidos grasos saturados como por ejemplo el triestearato (componente común en la grasa animal). Los ácidos grasos dobles, presentan en su cadena hidrocarbonada más de un enlace doble, lo que produce plegamientos en su estructura y provoca que sean líquidas a temperatura ambiente, existen dos subtipos de ácidos grasos insaturados, los monoinsaturados y los poliinsaturados, la diferencia radica en la cantidad de enlaces dobles que presenta en su estructura, como por ejemplo: ácido graso oleico, linoleico, linolénico, etc. (Chumpitaz et al., 2022)

<b>Ácidos grasos saturados</b>		
<b>Nombre trivial</b>	<b>Nombre Científico</b>	<b>Formula</b>
Butírico	Butanoico	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> COOH
Caproico	Hexanoico	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>4</sub> COOH
Caprílico	Octanoico	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>6</sub> COOH
Cáprico	Decanoico	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>8</sub> COOH
Láurico*	Dodecanoico	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>10</sub> COOH
Mirístico*	Tetradecanoico	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>12</sub> COOH
Palmítico*	Hexadecanoico	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>14</sub> COOH
Esteárico*	Octadecanoico	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>16</sub> COOH

Figura 12: Ácidos grasos saturados

(\*) Ácidos grasos más comunes en los alimentos

Fuente: Chumpitaz *et al.* (2022)

Los ácidos grasos monoinsaturados presentan un doble enlace en su estructura química, dentro de este grupo encontramos a la omega 9 que es muy importante para evitar enfermedades cardiovasculares, ya que aumenta el colesterol (HDL) y reduce el colesterol (LDL); reduce la hipertensión arterial, etc. Dentro de los más importantes están: El ácido oleico (presente en el aceite de oliva) y el ácido erúcico (encontrado en la canola) (Valenzuela A., 2003, Chumpitaz *et al.* (2022) No son considerados esenciales, ya que el cuerpo humano lo sintetiza. (Chumpitaz *et al.*, 2022).

Los ácidos grasos polinsaturados presentan dos o más enlaces dobles en la cadena hidrocarbonada que al estar en contacto con el oxígeno pueden reaccionar provocando el enranciamiento de la grasa. Los pescados y algunos alimentos de origen vegetal son ricos en este tipo de ácidos grasos. (Chumpitaz *et al.*, 2022)

<b>Ácidos grasos insaturados</b>		
<b>Nombre trivial</b>	<b>Nombre científico</b>	<b>Fórmula</b>
Palmitoleico	hexadeca-9-enoico <chem>C15H29COOH</chem>	
Oleico*	octadeca-9-enoico <chem>C17H33COOH</chem>	
Linoleico*	octadeca-9:12-dieno <chem>C17H31COOH</chem>	
Linolénico*	octadeca-9:12:15-trienoico <chem>C17H29COOH</chem>	
Araquidónico	eicodá-5:8:11:14-tetraenoico <chem>C19H31COOH</chem>	
Vaccenico	trans-octadesa-11-enoico <chem>C17H33COOH</chem>	

Figura 13: Ácidos grasos insaturados

(\*) Ácidos grasos más comunes en los alimentos

Fuente: Chumpitaz *et al.* (2022)

### **III: MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. MATERIA PRIMA**

Para realizar este trabajo de investigación se utilizó semillas de *Passiflora edulis* (maracuyá), *Passiflora ligularis* (granadilla) y *Passiflora quadrangularis* (tumbo costeño) procedente del centro poblado de Cascajal – Chimbote y *Passiflora tripartita* (tumbo serrano) procedente del distrito de Lluchubamba-Cajabamba-Cajamarca.



Figura 14: Semillas de *Passiflora tripartita* (tumbo serrano)



Figura 15: Semillas de Passiflora ligularis (granadilla)



Figura 16: Semillas de Passiflora edulis (maracuyá)



Figura 17: Semillas de Passiflora quadrangularis (tumbo costeño)

### **3.2. REACTIVOS**

- Cloroformo, JT Baker
- Wijs, Merck KGaA
- Yoduro de potasio
- Almidón 1%, Baker ACS
- Fenolftaleína, Baker ACS
- Alcohol 96%
- Agua destilada
- Isooctano, SupraSolv
- Metanol, LiChrosolv
- Hidróxido de Sodio
- Ácido acético glacial 100%, EMSURE
- P-anisidina
- Ácido clorhídrico
- Ácido sulfúrico

### **3.3. EQUIPOS Y MATERIALES**

#### **3.3.1. EQUIPOS**

- Equipo Rancimat, Mod. 743, Serie 1743001445.143. Ubicado en el Laboratorio de Nutrición y Toxicología del Instituto de Investigación Tecnológico Agroindustrial de la Universidad Nacional del Santa.
- Balanza Analítica, marca PRECISA, modelo LX220A. Ubicado en el Laboratorio de Nutrición y Toxicología del Instituto de Investigación Tecnológico Agroindustrial de la Universidad Nacional del Santa.
- Baño María, Mod. 18007A-1CE, Serie 1605060327744. Ubicado en el Laboratorio de Nutrición y Toxicología del Instituto de Investigación Tecnológico Agroindustrial de la Universidad Nacional del Santa.
- Mufla, marca THERMOLYNE, modelo 347034984.
- Digestor Kjendhal, marca VELP, modelo SCIENTIFICA
- Cromatógrafo de gases con computadora HP, incluye un auto inyector, Mod. AOC-201, Serie C11324508190. Ubicado en el Laboratorio de

Nutrición y Toxicología del Instituto de Investigación Tecnológico Agroindustrial de la Universidad Nacional del Santa.

- Soxhlet, marca FOOS, modelo 207- MCSX, serie 20460047. Ubicado en el Laboratorio de Nutrición y Toxicología del Instituto de Investigación Tecnológico Agroindustrial de la Universidad Nacional del Santa.
- Equipo prensador en frio LCNF400. Ubicado en el Laboratorio de Nutrición y Toxicología del Instituto de Investigación Tecnológico Agroindustrial de la Universidad Nacional del Santa.

### **3.3.2. MATERIALES COMPLEMENTARIOS**

- Pipetas (5,10ml)
- Micropipetas (0.5-10 µl, 100-1000 µl)
- Fiolas (10,50,100, 250ml)
- Pipeta pauster de plastico
- Placas Petri.
- Matraz Erlenmeyer (50,100 ml)
- Probeta (20ml)
- Vasos precipitados
- Tubos de ensayo.
- Rejilla.
- Crisoles.
- Pinzas metálicas.
- Desecador.
- Papel filtro
- Frascos ámbar de vidrio 250ml

### **3.4. ANÁLISIS**

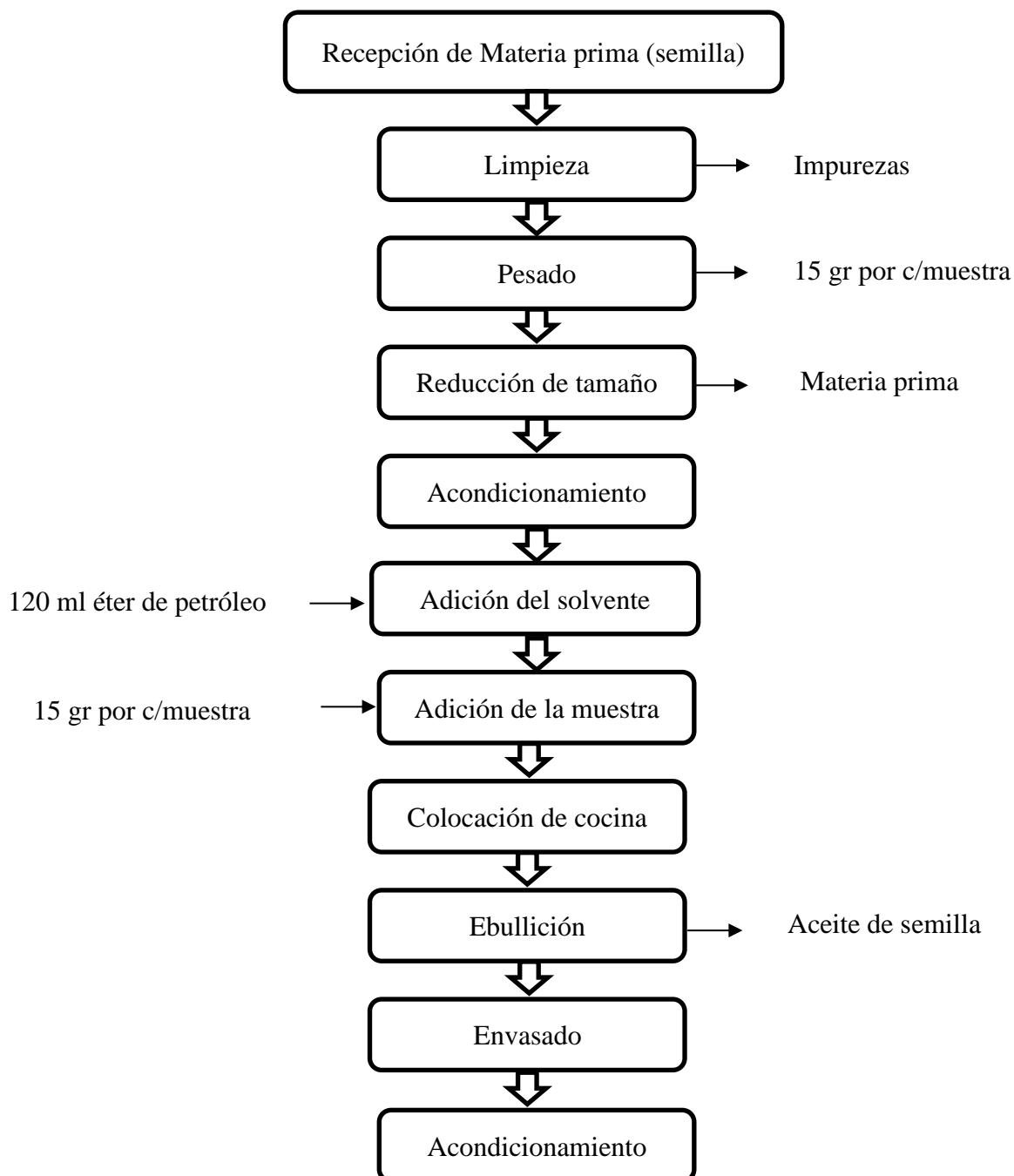
#### **3.4.1. ANÁLISIS QUÍMICO PROXIMAL**

- **Determinación de humedad:** En las semillas de maracuyá (*Passiflora edulis*), granadilla (*Passiflora ligularis*), tumbo costeño (*Passiflora quadrangularis*) y tumbo serrano (*Passiflora tripartita*, se determinó el porcentaje de humedad empleando el método AOAC 19th edition 2012, 925.10.
- **Determinación de cenizas:** Se determinó el porcentaje de cenizas, empleando el método de incineración en mufla, método AOAC 19th edition 2012, 923.03. Colocar el crisol en el horno incinerador a una temperatura de 600°C durante 3 a 5 horas.
- **Determinación de proteína:** En las semillas de maracuyá (*Passiflora edulis*), granadilla (*Passiflora ligularis*), tumbo costeño (*Passiflora quadrangularis*) y tumbo serrano (*Passiflora tripartita*, se determinó a través del método Kjeldahl, método AOAC 19th edition 2012, 920.87. El método determina nitrógeno total.
- **Determinación de grasa:** Se determinó el porcentaje de grasa, mediante el método AOAC 938.06 19th Edition 2012. Con el método de Soxhlet, con hexano como reactivo extracto.

### 3.5. METODOLOGÍA

#### 3.5.1. PROCESO DE EXTRACCIÓN DE ACEITE POR SOLVENTE ORGÁNICO

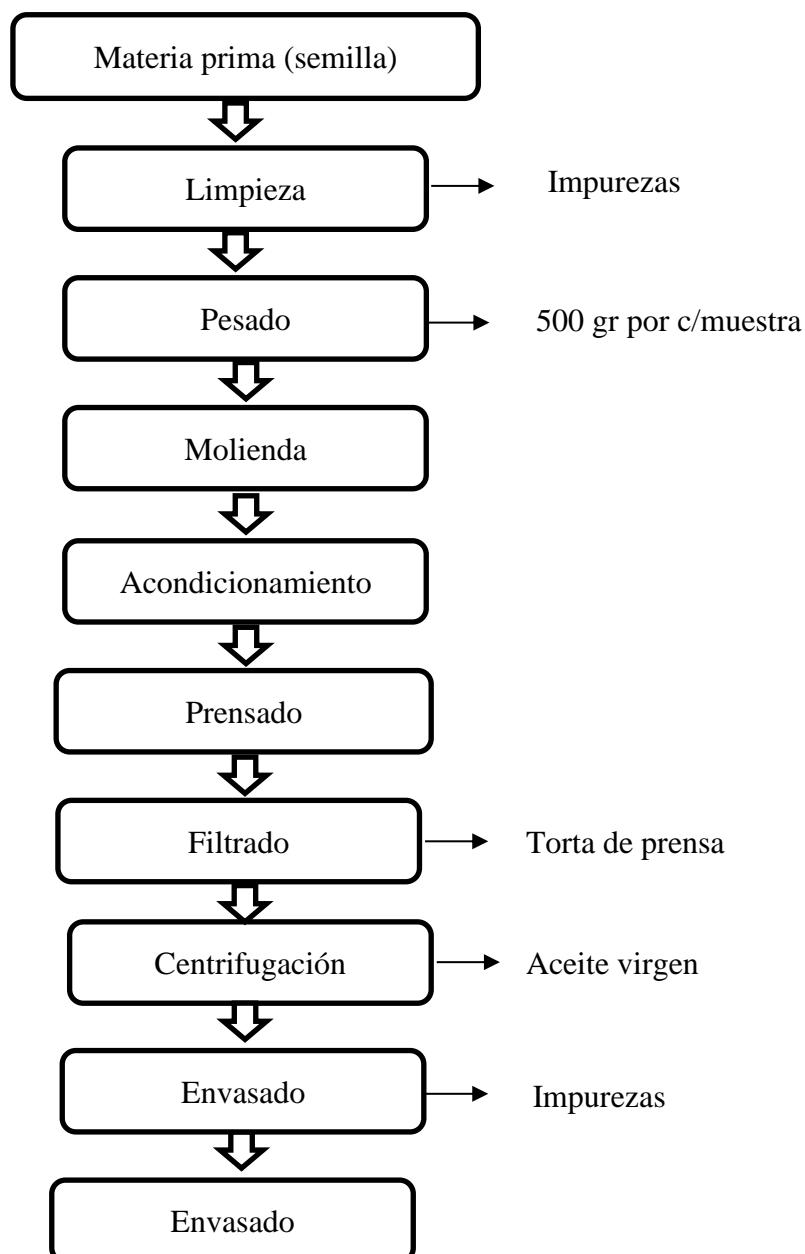
Procedimiento para extraer aceite de semilla de maracuyá (*passiflora edulis*), granadilla (*passiflora ligularis*), tumbo grande (*passiflora quadrangularis*) y tumbo serrano (*passiflora tripartita*).



- a. **Recepción de materia prima:** Se utilizaron semillas de maracuyá, granadilla, tumbo grande y tumbo serrano, fueron almacenadas en bolsas de polietileno para mantener la temperatura adecuada. Previo a su procesamiento y posterior uso.
- b. **Limpieza:** Se hizo la separación de las partículas extrañas que permanecieron en la semilla fresca.
- c. **Pesado:** Se peso 2 muestras de cada tipo de semilla (maracuyá, granadilla, tumbo grande y tumbo serrano) de 15 gr cada una.
- d. **Reducción de tamaño:** Se redujo el tamaño de cada tipo de semilla (maracuyá, granadilla, tumbo grande y tumbo serrano) mecánicamente con licuadora.
- e. **Acondicionamiento:** Se preparó el equipo de extracción (Soxhlet).
- f. **Adición de solvente:** Se colocó 120 ml de solvente orgánico (éter de petróleo) en cada uno de los balones de fondo plano.
- g. **Adición de la muestra:** Se colocó dentro de sobres de papel filtro de 15 gramos de cada tipo de semilla molida y son colocadas en la cámara de extracción del Soxhlet.
- h. **Posición de cocina:** Se hizo uso de una cocina eléctrica para la extracción de aceite en las muestras.
- i. **Ebullición:** La ebullición del solvente se evaporó hasta un condensador a reflujo. El solvente orgánico cayó sobre la cámara de refrigeración con la muestra en su interior. Este ascenso del nivel del solvente se encargó de cubrir el cartucho, hasta un punto en que se produjo el reflujo que vuelve el solvente con el material extraído al balón. Se volvió a realizar este proceso la cantidad de veces necesaria para que la muestra quede agotada. Lo extraído se fue concentrando en el balón del solvente, este proceso se dará máximo en 4 horas aproximadamente.
- j. **Envasado:** El aceite extraído de los 4 tipos de semilla de Maracuyá, granadilla, tumbo grande y tumbo serrano, fue envasada en frascos ambar de vidrio cerradas herméticamente
- k. **Almacenamiento:** Las muestras fueron rotuladas y refrigeradas para su conservación y posteriores análisis.

### 3.5.2. PROCESO DE EXRACCION DE ACEITE POR PRENSADO EN FRIO

Procedimiento para extraer por prensado en frio aceite de las semillas de maracuyá (*passiflora edulis*), granadilla (*passiflora ligularis*), tumbo grande (*passiflora quadrangularis*) y tumbo serrano (*passiflora tripartita*).



- a. **Recepción de materia prima:** Se utilizo semillas de maracuyá, granadilla, tumbo grande y tumbo serrano, almacenadas en bolsas de polietileno para mantener la temperatura adecuada. Previo a su procesamiento y posterior uso.
- b. **Limpieza:** Se separó las partículas extrañas que permanecieron en la semilla fresca.
- c. **Pesado:** Se pesó 2 muestras de cada tipo de semilla secada (maracuyá, granadilla, tumbo grande y tumbo serrano) de 500 gr cada una.
- d. **Molienda:** Se realizó una molienda grosera de las semillas de maracuyá, granadilla, tumbo costeño y tumbo serrano.
- e. **Acondicionamiento:** Se colocó las muestras previamente trozadas en el extractor de prensado en frio y se colocara en una estufa a 45 °C por 30 min.
- f. **Prensado:** Se introdujo la semilla en la tolva y por acción de presión debe ser controlada al extraer el aceite. Durante el prensado se controló y ajustó cuidadosamente la velocidad, presión y temperatura, ya que una alteración en cualquiera de estas variables puede ocasionar que el aceite cambie sus características físicas y químicas.
- g. **Filtrado:** El aceite prensado se filtró para separar el aceite de los pequeño pedazos de la semilla (torta de prensa).
- h. **Centrifugado:** el aceite fue centrifugado para eliminar las impurezas que pueda contener.
- i. **Envasado:** las muestras fueron envasadas y almacenadas en refrigeracion para mantener su calidad.
- j. **Almacenamiento:** Las muestras fueron rotuladas y refrigeradas para su conservación y posteriores análisis

## IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. RENDIMIENTO DE EXTRACCIÓN DE ACEITE

Tabla 16. Rendimiento de aceite de maracuyá, granadilla, tumbo costeño y tumbo serrano.

Métodos de extracción de aceite	Aceite de maracuyá (%)	Aceite de granadilla (%)	Aceite de tumbo costeño (%)	Aceite de tumbo serrano (%)
Prensado en frio	19	12.5	10.6	15
Solvente orgánico	17	10	9	11

En la Tabla 16 se puede observar que la extracción obtenida de las diferentes semillas como maracuyá, granadilla, tumbo costeño y tumbo serrano, en donde se obtiene mayor rendimiento por el método de prensado en frio, a diferencia del método de extracción por solvente orgánico que se presenta un menor rendimiento, estos resultados son similares a los reportados por Hoyos J. y Sánchez S. (2019), quien reporta resultados similares al comparar el rendimiento de los métodos de extracción ve aceite por solvente orgánico y prensado en frio.

### 4.2. ANÁLISIS QUÍMICO PROXIMAL

En la Tabla 25 se presentan los resultados de la composición química proximal de las semillas de maracuyá. Se realizaron los análisis de: humedad, ceniza y proteína, en el Laboratorio de Composición de Alimento de la EAPIA y el Instituto de Investigación Tecnológico Agroindustrial de la Universidad Nacional del Santa.

Tabla 15. Análisis Químico Proximal de las semillas maracuyá (*Passiflora edulis*), granadilla (*Passiflora ligularis*), tumbo costeño (*Passiflora quadrangularis*) y tumbo serrano (*Passiflora tripartita*).

Componente	Contenido			
	Maracuyá ( <i>Passiflora edulis</i> )	Granadilla ( <i>Passiflora ligularis</i> )	Tumbo costeño ( <i>Passiflora quadrangularis</i> )	Tumbo serrano ( <i>Passiflora tripartita</i> )
Humedad	7.79 ± 0.06	6.28 ± 0.04	6.06 ± 0.14	7.91 ± 0.19
Cenizas	1.74 ± 0.23	2.29 ± 0.01	2.25 ± 0.62	1.89 ± 0.5
Proteína	10.07 ± 0.04	16.63 ± 0.12	9.43 ± 0.19	10.66 ± 0.31
Grasas	26.8 ± 0.42	25.6 ± 0.36	18.4 ± 0.18	15.75 ± 0.25
Carbohidratos	57.08 ± 0.16	87.04 ± 0.15	63.86 ± 0.36	63.79 ± 0.22

De acuerdo al análisis químico proximal realizado en las semillas de maracuyá, obtuvo una humedad de  $7.79 \pm 0.06$  en base seca, dentro de sus macronutrientes se encuentra un alto contenido de proteína  $10.07 \pm 0.04$ , y ceniza  $1.74 \pm 0.23$ . Estos resultados coinciden con Morales J. (2020), quien también obtuvo valores similares en semilla de maracuyá, exceptuando el contenido de proteína que difiere de  $8.25 \pm 0.58$  a  $10.07 \pm 0.04$ .

Por otro lado, para el mismo análisis realizado en las semillas de granadilla, se obtuvo una humedad de  $6.28 \pm 0.04$ , proteínas de  $16.63 \pm 0.12$  y ceniza de  $2.29 \pm 0.01$ . Estos resultados coinciden con Artica L. et al. (2021), quien obtuvo un valor muy similar respecto al contenido de ceniza, humedad y proteína.

Así mismo, el análisis químico proximal realizado a las semillas de tumbo costeño, se obtuvo resultados de humedad con un valor de  $6.06 \pm 0.14$ , ceniza de  $2.25 \pm 0.62$  y proteína  $9.43 \pm 0.19$ . Los resultados reportados coinciden con lo obtenido por Jiménez C. y Tixy I. (2017).

Finalmente, a partir del análisis químico próxima realizado a las semillas de tumbo serrano, tiene como resultado un  $7.91 \pm 0.19$  de humedad,  $1.89 \pm 0.5$  de cenizas y  $10.66 \pm 0.31$  de proteína total. Al realizar a comparación

reportada por Curasma E. e Inga R. (2019), el cual coincide con los resultados obtenidos, diferenciándose en el contenido de humedad, ya que por Curasma E. e Inga R. (2019) reportaron 9.12 %.

Respecto al contenido de cenizas totales, según Jiménez C. y Tixy I. (2017)., señala que el porcentaje de cenizas totales presentes en la muestra debe ser  $\leq 12\%$  en contenido de minerales, por lo que de acuerdo a lo reportado el contenido de resultante en las semillas evaluadas se encuentran dentro del rango.

Respecto al contenido de proteína presente en las semillas, el mayor contenido de proteínas lo obtuvieron las semillas de granadilla, seguido del tumbo serrano y el maracuyá, para finalmente ser las semillas del tumbo costeño quienes presenten menor cantidad de proteínas.

Respecto al contenido de humedad de las cuatro semillas evaluadas, tuvieron una humedad resultante de  $7.79 \pm 0.06$ ,  $6.28 \pm 0.04$ ,  $6.06 \pm 0.14$  y  $7.91 \pm 0.19$  para la maracuyá, granadilla, tumbo costeño y tumbo serrano respectivamente, los cuales finalmente serán utilizados para extraer aceite bajo dos métodos de extracción: el prensado en frio con el expeller y método por solvente. Sin embargo, Valderrama, J. 1994, citado por Torres A. 2018, señala que para realizar e prensado en rio es recomendable que las semillas o granos tenga una humedad mínima del 5%, de esta forma la extracción será más óptima.

Según Paiva (1998) citado por Curasma E. e Inga R. (2019), señala que el empleo e industrialización de los residuos de las frutas como el maracuyá, cascarras y semillas usadas para la alimentación de bovinos, producen mas leche, y ayudan a mejorar la digestión de los mismos, debido a las excelentes características que poseen estos residuos.

De acuerdo al análisis de grasa realizados a las semillas de *passiflora edulis*(26.8%), *passiflora ligularis* (25.6%), *passiflora quadrangularis* (18.4%) y *passiflora tripartita*(15.75%), comparados con los reportes de Pantoja et.al, *Passiflora edulis* (27,6 %), presentan un mayor contenido de grasa comparados con los resultados obtenidos.

Según los resultados obtenidos para carbohidratos en las semillas de granadilla( *passiflora ligularis*) se obtuvo un alto contenido con 87.04%

comparados con las semillas de passiflora edulis con 57.08%, passiflora quadrangularis con 63.6% y passiflora tripartita con 63.79%.

## 4.2. CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS DE LOS ACEITES

### 4.2.1. CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS DEL ACEITE DE SEMILLA DE MARACUYÁ (*Passiflora edulis*)

La Tabla 18 señala los resultados de los parámetros fisicoquímicos del aceite de semilla de maracuyá extraídos mediante dos diferentes métodos: por prensado en frío y mediante solvente orgánico.

Tabla 16. Características fisicoquímicas del aceite de semilla de maracuyá (g/100g)

Componentes g/100g	Prensado en frío	Solvente orgánico
Índice de acidez (mg KOH/g de aceite)	2.44	1.77
Índice de peróxido (meq O <sub>2</sub> /kg de aceite)	4.25	4.18
Índice de yodo (g yodo/ 100g de aceite)	108.79	117.96
Índice de Anisidina meq de aldehídos/ g de aceite)	67.12	83.79

Índice de acidez: El índice de acidez encontrado en este estudio (2.44 y 1.77 mg KOH/g de aceite) es similar al reportado en otros estudios para el aceite de semilla de maracuyá (2.5-3.5 mg KOH/g de aceite) Kumar et al. (2018). Sin embargo, es importante destacar que el índice de acidez puede variar dependiendo de factores como la variedad de maracuyá, el método de extracción y las condiciones de almacenamiento.

Índice de peróxido: El índice de peróxido encontrado en este estudio (4.25 y 4.18 meq O<sub>2</sub>/kg de aceite) es ligeramente más alto que el reportado en otros estudios para el aceite de semilla de maracuyá (2.5-3.5 meq O<sub>2</sub>/kg de aceite) Souza et al. (2019) . Esto puede indicar una mayor oxidación del aceite, lo que puede afectar su calidad y estabilidad.

Índice de yodo: El índice de yodo encontrado en este estudio (108.79 y 117.96 g yodo/100g de aceite) es similar al reportado en otros estudios para el aceite de semilla de maracuyá (100-120 g yodo/100g de aceite) Silva et al. (2020). Esto indica que el aceite de semilla de maracuyá tiene un alto contenido de insaturaciones, lo que puede afectar su estabilidad y calidad.

Índice de Anisidina: El índice de Anisidina encontrado en este estudio (67.12 y 83.79 meq de aldehídos/g de aceite) es ligeramente más alto que el reportado en otros estudios para el aceite de semilla de maracuyá (50-70 meq de aldehídos/g de aceite) Santos et al. (2019). Esto puede indicar una mayor cantidad de aldehídos en el aceite, lo que puede afectar su calidad y estabilidad.

En general, los resultados de este estudio son similares a los reportados en la literatura para el aceite de semilla de maracuyá. Sin embargo, es importante destacar que los resultados pueden variar dependiendo de factores como la variedad de maracuyá, el método de extracción y las condiciones de almacenamiento.

#### **4.2.2. CARACTERISTICAS FISICOQUÍMICAS DEL ACEITE DE SEMILLA DE GRANADILLA (*Passiflora ligularis*)**

La Tabla 19 señala los resultados de los parámetros fisicoquímicos del aceite de semilla de granadilla extraídos mediante dos diferentes métodos: por prensado en frío y mediante solvente orgánico.

Tabla 19. Características fisicoquímicas del aceite de semilla de granadilla (g/100g)

Componentes g/100g	Prensado en frío	Solvente orgánico
Índice de acidez (mg KOH/g de aceite)	1.70	1.3
Índice de peróxido (meq O <sub>2</sub> /kg de aceite)	4.2	15.24
Índice de yodo (g yodo/ 100g de aceite)	144.84	154.33
Índice de anisidina meq de aldehídos/ g de aceite)	196.65	200.34

Índice de acidez: El índice de acidez es ligeramente más bajo en el aceite obtenido por solvente orgánico (1.3 mg KOH/g de aceite) en comparación con el aceite obtenido por prensado en frío (1.7 mg KOH/g de aceite). Esto sugiere que el solvente orgánico puede ser más efectivo para reducir la cantidad de ácidos grasos libres en el aceite. En este estudio (2.44 y 1.77 mg KOH/g de aceite) son similares a los reportados por Kumar et al. (2018) y Souza et al. (2019), quienes encontraron índices de acidez entre 2.5-3.5 mg KOH/g de aceite. Esto sugiere que el aceite de semilla de maracuyá tiene un nivel de acidez moderado.

Índice de peróxido: El índice de peróxido es significativamente más alto en el aceite obtenido por solvente orgánico (15.24 meq O<sub>2</sub>/kg de aceite) en comparación con el aceite obtenido por prensado en frío (4.2 meq O<sub>2</sub>/kg de aceite). Esto sugiere que el solvente orgánico puede aumentar la oxidación del aceite, lo que puede afectar su calidad y estabilidad. En este estudio (4.25 y 4.18 meq O<sub>2</sub>/kg de aceite) son ligeramente más altos que los reportados por Souza et al. (2019), quienes encontraron índices de peróxido entre 2.5-3.5 meq O<sub>2</sub>/kg de aceite. Esto puede indicar una mayor oxidación del aceite, lo que puede afectar su calidad y estabilidad.

Índice de yodo: El índice de yodo es ligeramente más alto en el aceite obtenido por solvente orgánico (154.33 g yodo/100g de aceite) en comparación con el aceite obtenido por prensado en frío (144.84 g yodo/100g de aceite). Esto sugiere que el solvente orgánico puede aumentar la cantidad de insaturaciones en el aceite.

Índice de anisidina: El índice de anisidina es ligeramente más alto en el aceite obtenido por solvente orgánico (200.34 meq de aldehídos/g de aceite) en comparación con el aceite obtenido por prensado en frío (196.65 meq de aldehídos/g de aceite). Esto sugiere que el solvente orgánico puede aumentar la cantidad de aldehídos en el aceite. En este estudio (67.12 y 83.79 meq de aldehídos/g de aceite) son ligeramente más altos que los reportados por Santos et al. (2019), quienes encontraron

índices de Anisidina entre 50-70 meq de aldehídos/g de aceite. Esto puede indicar una mayor cantidad de aldehídos en el aceite.

En general, los resultados sugieren que el solvente orgánico puede afectar las características fisicoquímicas del aceite de semilla de granadilla, aumentando la oxidación y la cantidad de aldehídos, pero reduciendo la cantidad de ácidos grasos libres. Es importante tener en cuenta que estos resultados pueden variar dependiendo de factores como la calidad de las semillas, el método de extracción y las condiciones de almacenamiento.

#### **4.2.3. CARACTERISTICAS FISICOQUÍMICAS DEL ACEITE DE SEMILLA DE TUMBO COSTEÑO (*Passiflora quadrangularis*)**

La Tabla 20 señala los resultados de los parámetros fisicoquímicos del aceite de semilla de tumbo costeño extraídos mediante dos diferentes métodos: por prensado en frio y mediante solvente orgánico.

Tabla 20. Características fisicoquímicas del aceite de semilla de Tumbo costeño (g/100g)

Componentes g/100g	Prensado en frio	Solvente orgánico
Índice de acidez (mg KOH/g de aceite)	11.48	9.24
Índice de peróxido (meq O <sub>2</sub> /kg de aceite)	5.33	5.19
Índice de yodo (g yodo/ 100g de aceite)	113.53	119.86
Índice de anisidina meq de aldehídos/ g de aceite)	134.13	138.77

Índice de acidez: Los valores encontrados (11.48 y 9.24 mg KOH/g de aceite) son similares a los reportados por otros autores para el aceite de semilla de *Passiflora edulis* (10.5-12.5 mg KOH/g de aceite) Kumar et al. (2018).

Índice de peróxido: Los valores encontrados (5.33 y 5.19 meq O<sub>2</sub>/kg de aceite) son ligeramente más altos que los reportados por otros autores para el aceite de semilla de *Passiflora edulis* (3.5-4.5 meq O<sub>2</sub>/kg de aceite) Souza et al. (2019).

Índice de yodo: Los valores encontrados (113.53 y 119.86 g yodo/100g de aceite) son similares a los reportados por otros autores para el aceite de semilla de *Passiflora edulis* (110-120 g yodo/100g de aceite) Silva et al. (2020).

Índice de anisidina: Los valores encontrados (134.13 y 138.77 meq de aldehídos/g de aceite) son similares a los reportados por otros autores para el aceite de semilla de *Passiflora edulis* (130-140 meq de aldehídos/g de aceite) Santos et al. (2019).

En general, los resultados sugieren que el aceite de semilla de *Passiflora quadrangularis* tiene características fisicoquímicas similares a las del aceite de semilla de *Passiflora edulis*. Sin embargo, es importante considerar factores como la variedad de la planta, el método de extracción y las condiciones de almacenamiento, que pueden influir en los resultados.

#### **4.2.4. CARACTERISTICAS FISICOQUÍMICAS DEL ACEITE DE SEMILLA DE TUMBO SERRANO (*Passiflora Tripartita*)**

La Tabla 21 señala los resultados de los parámetros fisicoquímicos del aceite de semilla de tumbo serrano extraídos mediante dos diferentes métodos: por prensado en frio y mediante solvente orgánico.

Tabla 21. Características fisicoquímicas del aceite de semilla de Tumbo serrano (g/100g)

Componentes g/100g	Prensado en frio	Solvente orgánico
Índice de acidez (mg KOH/g de aceite)	0.55	0.41
Índice de peróxido (meq O <sub>2</sub> /kg de aceite)	3.55	3.64
Índice de yodo (g yodo/ 100g de aceite)	129.95	136.27
Índice de anisidina meq de aldehídos/ g de aceite)	111.44	113.21

Índice de acidez: Los valores encontrados (0.55 y 0.41 mg KOH/g de aceite) son significativamente más bajos que los reportados para el aceite de semilla de *Passiflora quadrangularis* (11.48 y 9.24 mg KOH/g de aceite) Tabla 28.

Índice de peróxido: Los valores encontrados (3.55 y 3.64 meq O<sub>2</sub>/kg de aceite) son ligeramente más bajos que los reportados para el aceite de semilla de *Passiflora quadrangularis* (5.33 y 5.19 meq O<sub>2</sub>/kg de aceite) Tabla 28.

Índice de yodo: Los valores encontrados (129.95 y 136.27 g yodo/100g de aceite) son similares a los reportados para el aceite de semilla de *Passiflora quadrangularis* (113.53 y 119.86 g yodo/100g de aceite) Tabla 28.

Índice de anisidina: Los valores encontrados (111.44 y 113.21 meq de aldehídos/g de aceite) son ligeramente más bajos que los reportados para el aceite de semilla de *Passiflora quadrangularis* (134.13 y 138.77 meq de aldehídos/g de aceite) Tabla 28.

En general, los resultados sugieren que el aceite de semilla de *Passiflora Tripartita* tiene características fisicoquímicas diferentes a las del aceite de semilla de *Passiflora quadrangularis*, con un índice de acidez significativamente más bajo y un índice de peróxido ligeramente más bajo.

#### **4.3. COMPOSICIÓN DE ÁCIDOS GRASOS EN ACEITE DE SEMILLA**

A continuación, se presenta los resultados del perfil de ácidos grasos obtenidos de los aceites de semillas de maracuyá, granadilla, tumbo serrano y tumbo costeño.

##### **4.3.1. ÁCIDOS GRASOS EN ACEITE DE SEMILLA DE MARACUYÁ (*Passiflora edulis*)**

En la Tabla 22, se presenta los resultados de composición de ácidos grasos identificados por cromatografía de gases en el aceite de semilla de maracuyá obtenidos mediante dos métodos de extracción.

Tabla 22. Composición de ácidos grasos en aceite de semillas passiflora edulis extraído por solvente orgánico y prensado en frío.

N.º	Ácidos grasos	Concentración			Unidad
		Solvente orgánico	Prensado en frío		
1	Ácido Mirístico	(C14:0)	0.063	0.043	%
2	Ácido Pentadecanoico	(C15:0)	0.018	0.018	%
3	Ácido Palmítico	(C16:0)	9.130	8.823	%
4	Ácido Palmitoleico	(C16:1)	0.141	0.139	%
5	Ácido Heptadecanoico	(C17:0)	0.061	0.058	%
6	Ácido Heptadecenoico (Cis-10)	(C17:1)	0.027	0.025	%
7	Ácido Esteárico	(C18:0)	1.977	1.885	%
8	Ácido Olèico (Cis-9)	(C18:1)	12.402	12.637	%
9	Ácido Linolèico	(C18:2)	75.368	75.515	%
10	Ácido Araquídico	(C20:0)	0.121	0.115	%
11	Ácido Eicosanoico (Cis-11)	(C20:1)	0.101	0.093	%
12	Ácido Linolènico	(C18:3)	0.452	0.520	%
13	Ácido Eicosadienoico (Cis-11,14)	(C20:2)	0.029	0.029	%
14	Ácido Behenico	(C22:0)	0.058	0.055	%
15	Ácido Docosadienoico (Cis-13,16)	(C22:2)	0.050	0.045	%

El ácido linoléico (C18:2) es el ácido graso más abundante en ambos métodos de extracción, con un contenido del 75,368% y 75,515%, respectivamente.

El ácido oleico (Cis-9) (C18:1) es el segundo ácido graso más abundante, con un contenido del 12,402% y 12,637%, respectivamente.

El ácido palmítico (C16:0) es el tercer ácido graso más abundante, con un contenido del 9,130% y 8,823%, respectivamente.

Los ácidos grasos saturados (C14:0, C15:0, C16:0, C17:0, C18:0, C20:0, C22:0) representan alrededor del 12% del total de ácidos grasos en ambos métodos de extracción.

Los ácidos grasos insaturados (C16:1, C17:1, C18:1, C18:2, C20:1, C22:2) representan alrededor del 88% del total de ácidos grasos en ambos métodos de extracción.

La composición de ácidos grasos en el aceite de semillas de *Passiflora edulis* es similar a la reportada en otros estudios (Kumar et al., 2018; Souza et al., 2019).

El alto contenido de ácido linoléico (C18:2) y ácido oleico (Cis-9) (C18:1) en el aceite de semillas de *Passiflora edulis* es similar al reportado en otros aceites vegetales, como el aceite de girasol y el aceite de maíz (Firestone, 2018).

La proporción de ácidos grasos saturados e insaturados en el aceite de semillas de *Passiflora edulis* es similar a la reportada en otros aceites vegetales, como el aceite de oliva y el aceite de coco (Gunstone, 2017).

En general, la composición de ácidos grasos en el aceite de semillas de *Passiflora edulis* es similar en ambos métodos de extracción, con una alta proporción de ácidos grasos insaturados, especialmente ácido linoléico y ácido oleico. Esto sugiere que el aceite de semillas de *Passiflora edulis* es rico en ácidos grasos esenciales y puede ser una buena fuente de nutrientes para la salud humana.

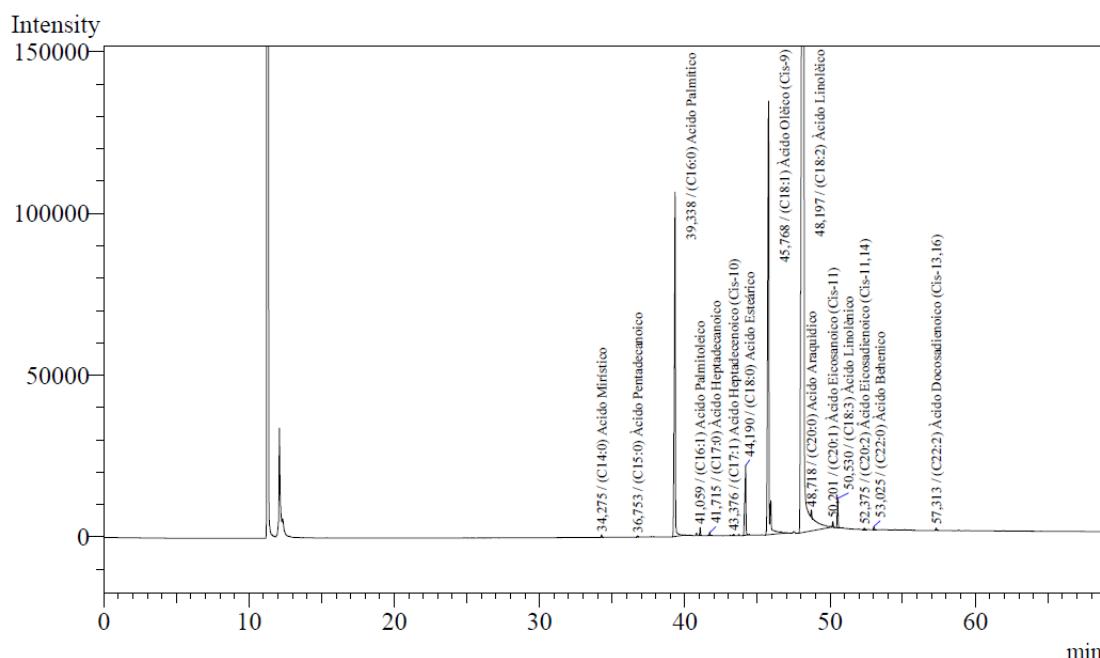


Figura 18: Composición de ácidos grasos en aceite de semillas de maracuyá, extraído por solvente orgánico

En la figura 18, se presenta la composición de ácidos grasos en aceite de semillas de maracuyá extraídos por prensado en frio, donde se registraron menores concentraciones de ácidos grasos comparados con el método de solvente orgánico, pero el ácido oleico con 12.637 % y acido linoleico con 75.515 % presentan mejores resultados comparados con los resultados obtenidos por solvente orgánico.

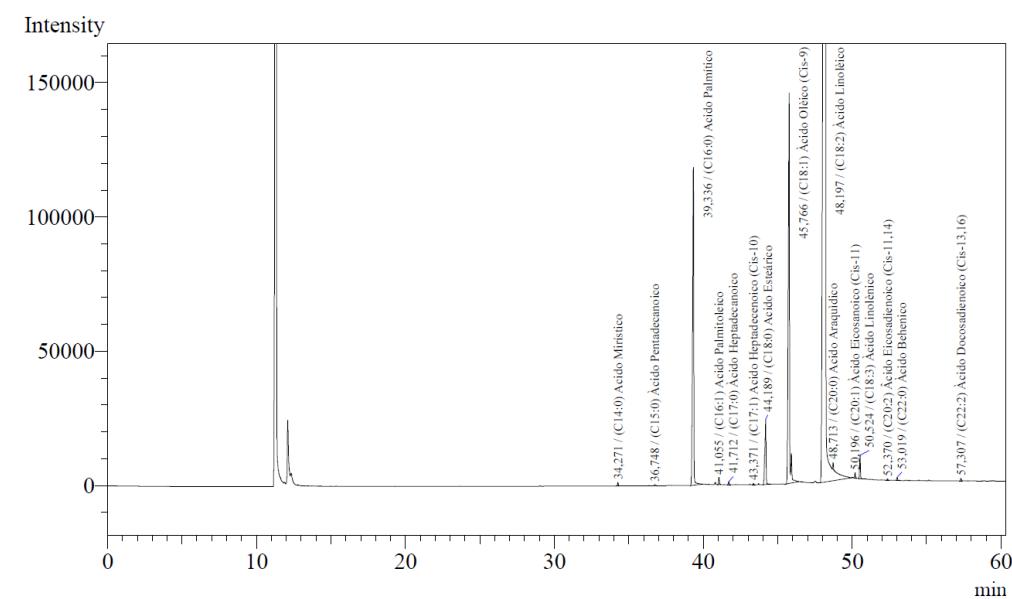


Figura 19: Composición de ácidos grasos en aceite de semillas de maracuyá, extraído por solvente orgánico

En la figura 19, se presenta la composición de ácidos grasos en aceite de semillas de maracuyá, extraídos por solvente orgánico, donde se registraron las mayores concentraciones de ácidos grasos comparados con el método de prensado en frio, donde 10 de los 15 acidos grasos reportados, presentan mayores concentraciones con respecto a los reportados por prensado en frio.

Ceron, A., et al (2012), realizó la extracción de ácidos grasos con solventes en un extractor Soxhelt, obteniendo acido linoleico (63.1%), ácido oleico (15.47%) y acido palmítico (15.44%), concordando con los principales concentraciones de ácidos grasos obtenidas en este estudio. Otros ácidos grasos presentes que se encuentran en el aceite de semilla de maracuyá son el ácido linolénico, esteárico, palmitoleico, entre otros con pequeños porcentajes menores al 2%.

Por lo tanto, la presencia de un alto contenido de ácidos grasos poliinsaturados significa que el aceite de semillas de maracuyá extraídos con ambos métodos de extracción, pueden llegar a ser un posible ingrediente para la industria alimentaria y cosmética.

#### **4.3.2. ÁCIDOS GRASOS EN ACEITE DE SEMILLA DE GRANADILLA (*Passiflora ligularis*)**

En la Tabla 23, se presenta los resultados de composición de ácidos grasos identificados por cromatografía de gases en el aceite de semilla de granadilla obtenidos mediante dos métodos de extracción.

Tabla 23. Composición de ácidos grasos en aceite de semillas de granadilla extraído por solvente orgánico y prensado en frío

N.º	Ácidos grasos	Concentración			Unidad
		Solvente	Prensado	orgánico	
			en frío		
1	Ácido Mirístico	(C14:0)	0.039	0.038	%
2	Ácido Pentadecanoico	(C15:0)	0.013	-	%
3	Ácido Palmítico	(C16:0)	6.482	6.507	%
4	Ácido Palmitoleico	(C16:1)	0.169	0.168	%
5	Ácido Heptadecanoico	(C17:0)	0.048	0.047	%
6	Ácido Heptadecenoico (Cis-10)	(C17:1)	0.028	0.027	%
7	Ácido Esteárico	(C18:0)	1.857	1.81	%
8	Ácido Olèico (Cis-9)	(C18:1)	17.892	17.399	%
9	Ácido Linoléico	(C18:2)	75.521	73.036	%
10	Ácido Araquídico	(C20:0)	0.11	0.113	%
11	Ácido Eicosanoico (Cis-11)	(C20:1)	0.013	0.112	%
12	Ácido Linolènico	(C18:3)	0.532	0.546	%
13	Ácido Eicosadienoico (Cis-11,14)	(C20:2)	0.029	0.036	%
14	Ácido Behenico	(C22:0)	0.073	0.071	%
15	Ácido Erucico	(C22:1)	0.018	0.017	%
16	Ácido Tricosanoico	(C23:0)	0.015	0.014	%
17	Ácido Lignocerico	(C24:0)	0.035	0.031	%
18	Ácido Nervonico	(C24:1)	0.027	0.027	%

El ácido linoléico (C18:2) es el ácido graso más abundante en ambos métodos de extracción, con un contenido del 75,521% y 73,036%, respectivamente.

El ácido oleico (Cis-9) (C18:1) es el segundo ácido graso más abundante, con un contenido del 17,892% y 17,399%, respectivamente.

El contenido de ácido palmítico (C16:0) es ligeramente más alto en el aceite extraído por prensado en frío (6,507%) que en el aceite extraído por solvente orgánico (6,482%).

La proporción de ácidos grasos saturados e insaturados es similar en ambos métodos de extracción, con una mayor proporción de ácidos grasos insaturados.

La composición de ácidos grasos en el aceite de semillas de *Passiflora ligularis* es similar a la reportada en otros estudios (Kumar et al., 2018; Souza et al., 2019).

El contenido de ácido linoléico (C18:2) es similar al reportado en otros aceites vegetales, como el aceite de girasol y el aceite de maíz (Firestone, 2018).

La proporción de ácidos grasos saturados e insaturados es similar a la reportada en otros aceites vegetales, como el aceite de oliva y el aceite de coco (Gunstone, 2017).

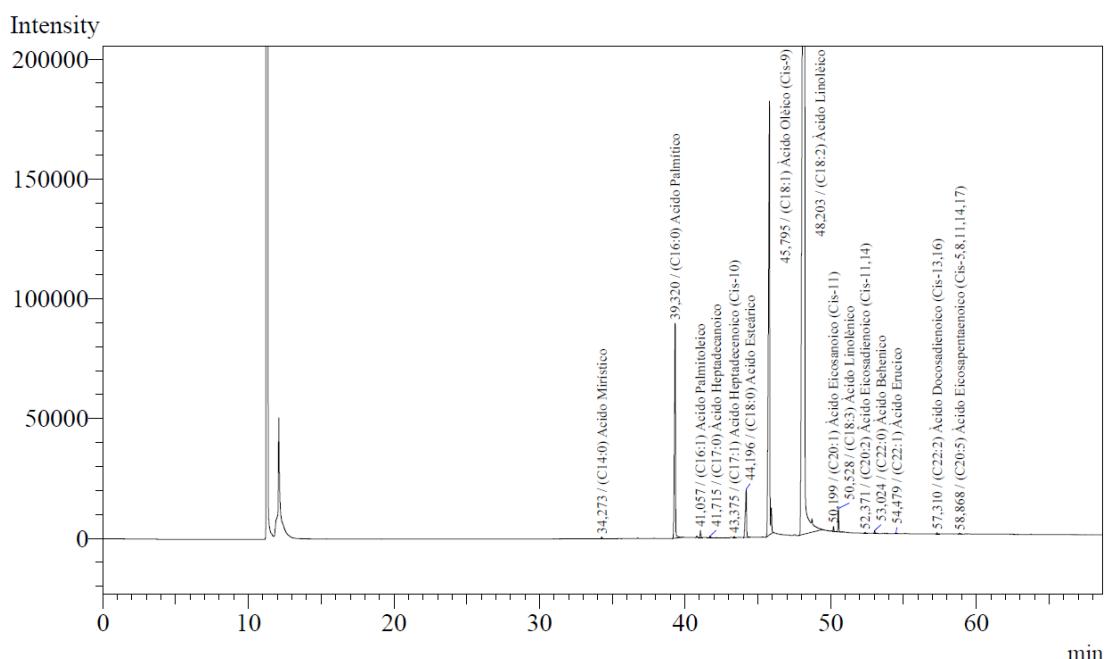


Figura 20: Composición de ácidos grasos en aceite de semillas de granadilla, extraído por prensado en frio

En la figura 20, se presenta la composición de ácidos grasos en aceite de semillas de granadilla, extraídos por prensado en frío, donde se registraron las mayores concentraciones de ácidos grasos comparados con el método de solvente orgánico, donde 4 de los 18 ácidos grasos reportados, presentan mayores concentraciones con respecto a los reportados por solvente orgánico.

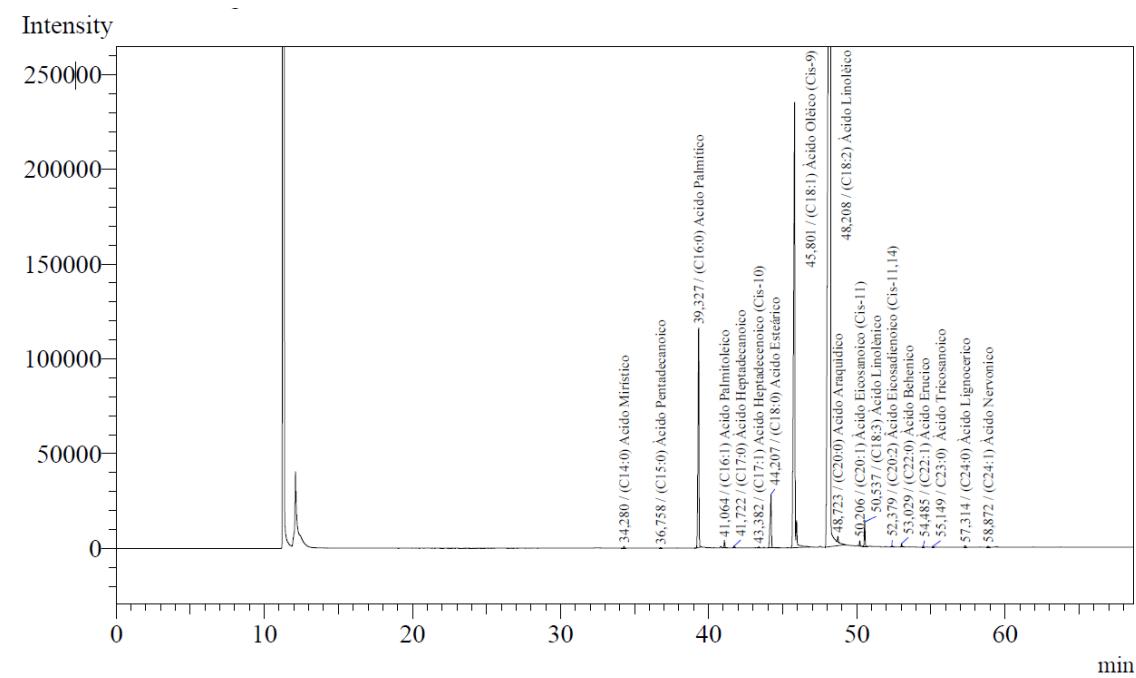


Figura 21: Composición de ácidos grasos en aceite de semillas de granadilla, extraído por solvente orgánico

En la figura 21, se presenta la composición de ácidos grasos en aceite de semillas de granadilla, extraídos por solvente orgánico, donde se registraron las mayores concentraciones de ácidos grasos comparados con el método de prensado en frío, donde 14 de los 18 ácidos grasos reportados, presentan mayores concentraciones con respecto a los reportados por prensado en frío.

Ortiz, Y. (2023). indica que los ácidos grasos saturados en el aceite de semillas de granadillas son el palmítico y esteárico con una composición de 6.69% y 1.31%, respectivamente; mientras que el único ácido graso monoinsaturado presente es el ácido oleico con un 11.88%. Por otro lado, existe la presencia mayoritaria de un ácido poliinsaturado como el ácido

linoleico, cuya composición es del 80.12%; coincidiendo también con las más altas concentraciones obtenidas en este estudio.

#### **4.3.3. ÁCIDOS GRASOS EN ACEITE DE SEMILLA DE TUMBO COSTEÑO (*Passiflora quadrangularis*)**

En la Tabla 24, se presenta los resultados de composición de ácidos grasos identificados por cromatografía de gases en el aceite de semilla de tumbo costeño obtenidos mediante dos métodos de extracción.

Tabla 24. Composición de ácidos grasos en aceite de semillas de tumbo costeño extraído por solvente orgánico y prensado en frio

Nº	Ácidos grasos	Concentración			Unidad
		Solvente	Prensado	orgánico en frio	
1	Ácido Láurico	(C12:0)	0.057	0.057	%
2	Ácido Mirístico	(C14:0)	0.163	0.163	%
3	Ácido Palmítico	(C16:0)	9.138	8.934	%
4	Ácido Palmitoleico	(C16:1)	1.051	1.066	%
5	Ácido Heptadecanoico	(C17:0)	0.046	0.046	%
6	Ácido Esteárico	(C18:0)	2.405	2.409	%
7	Ácido Olèico (Cis-9)	(C18:1)	15.556	15.333	%
8	Ácido Linolèico	(C18:2)	70.433	70.770	%
9	Ácido Araquídico	(C20:0)	0.126	0.140	%
10	Ácido Eicosanoico (Cis-11)	(C20:1)	0.09	0.107	%
11	Ácido Linolènico	(C18:3)	0.798	0.819	%
12	Ácido Eicosadienoico (Cis-11,14)	(C20:2)	0.038	0.038	%
13	Ácido Behenico	(C22:0)	0.064	0.064	%
14	Ácido Erucico	(C22:1)	-	0.017	%
15	Ácido Docosadienoico (Cis-13,16)	(C22:2)	-	0.035	%

El ácido linoléico (C18:2) es el ácido graso más abundante en ambos métodos de extracción, con un contenido del 70,433% y 70,770%, respectivamente.

El ácido oleico (Cis-9) (C18:1) es el segundo ácido graso más abundante, con un contenido del 15,556% y 15,333%, respectivamente.

El contenido de ácido palmítico (C16:0) es ligeramente más alto en el aceite extraído por solvente orgánico (9,138%) que en el aceite extraído por prensado en frío (8,934%).

La proporción de ácidos grasos saturados e insaturados es similar en ambos métodos de extracción, con una mayor proporción de ácidos grasos insaturados.

La composición de ácidos grasos en el aceite de semillas de Passiflora quadrangularis es similar a la reportada en otros estudios (Kumar et al., 2018; Souza et al., 2019).

El contenido de ácido linoléico (C18:2) es similar al reportado en otros aceites vegetales, como el aceite de girasol y el aceite de maíz (Firestone, 2018).

La proporción de ácidos grasos saturados e insaturados es similar a la reportada en otros aceites vegetales, como el aceite de oliva y el aceite de coco (Gunstone, 2017).

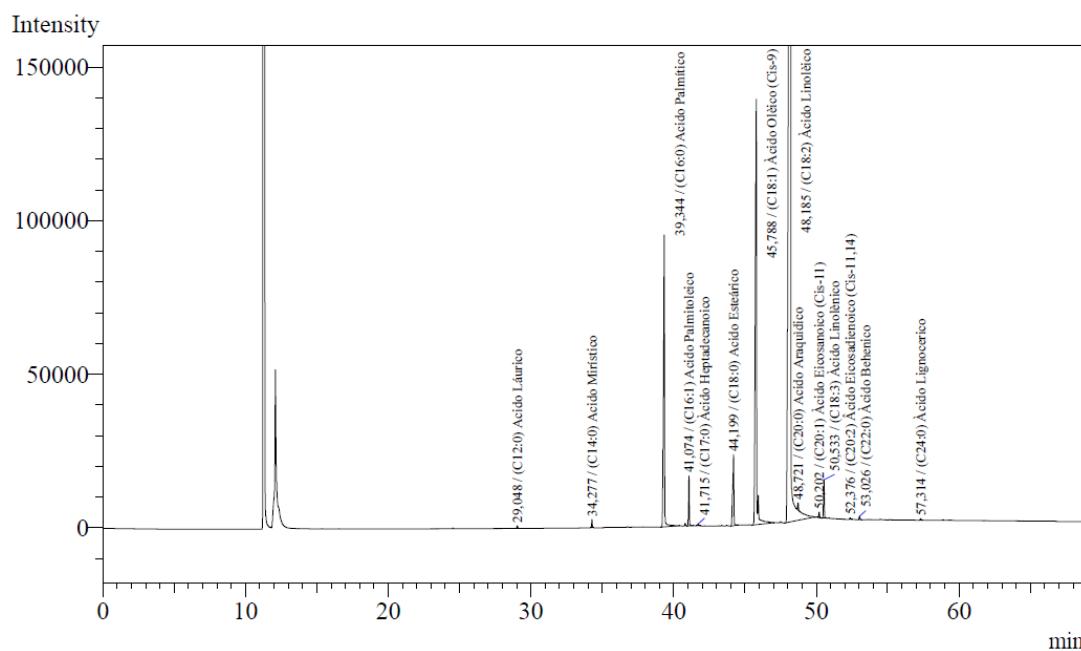


Figura 22: Composición de ácidos grasos en aceite de semillas de tabaco costeño, extraído por solvente orgánico.

En la Figura 21, se presenta la composición de ácidos grasos en aceite de semillas de tabaco costeño, extraídos por solvente orgánico, donde se

registraron las mayores concentraciones de ácidos grasos comparados con el método extraído por prensado en frio, donde 2 de los 15 ácidos grasos reportados, presentan mayores concentraciones con respecto a los reportados por prensado en frio.

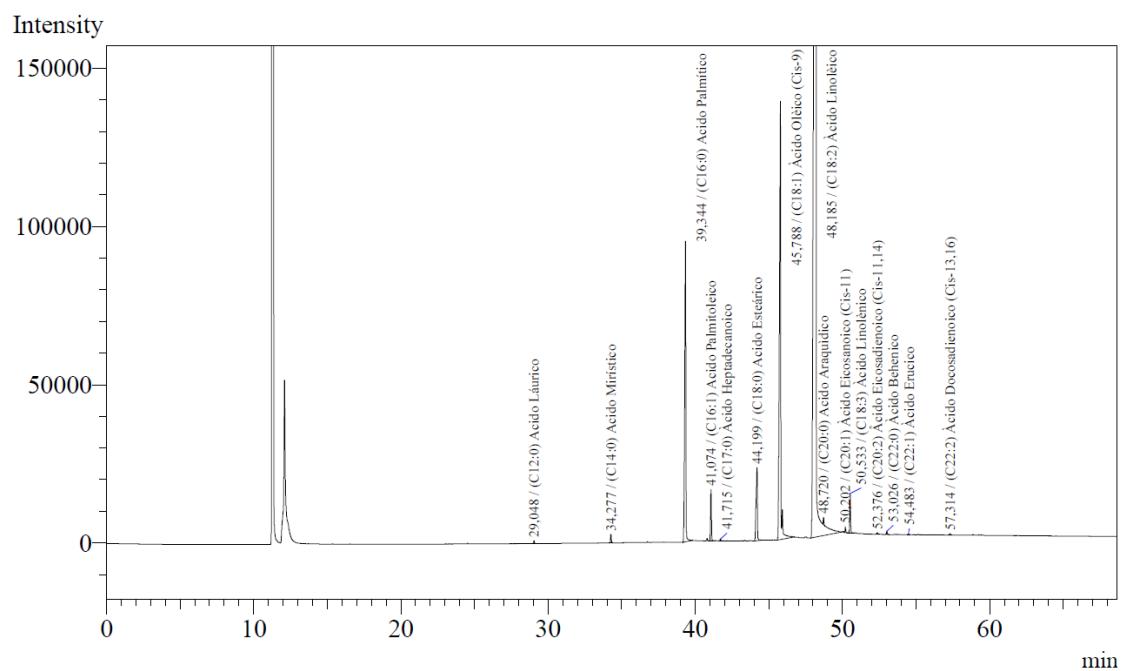


Figura 23: Composición de ácidos grasos en aceite de semillas de tabaco costeño, extraído por prensado en frío

En la figura 23, se presenta la composición de ácidos grasos en aceite de semillas de tabaco costeño, extraídos por prensado en frío, donde se registraron las mayores concentraciones de ácidos grasos comparados con el método extraído por solvente orgánico, donde 8 de los 15 ácidos grasos reportados, presentan mayores concentraciones con respecto a los reportados por solvente orgánico.

#### 4.3.4. ÁCIDOS GRASOS EN ACEITE DE SEMILLA DE TUMBO SERRANO (*Passiflora tripartita*)

En la Tabla 25, se presenta los resultados de composición de ácidos grasos identificados por cromatografía de gases en el aceite de semilla de tubo serrano obtenidos mediante dos métodos de extracción.

Tabla 25. Composición de ácidos grasos en aceite de semillas de tubo serrano extraído por solvente orgánico y prensado en frío

Nº	Ácidos grasos	Concentración			Unidad
		Solvente	Prensado	orgánico en frío	
1	Ácido Mirístico	(C14:0)	0.039	0.039	%
2	Ácido Pentadecanoico	(C15:0)	0.019	0.019	%
3	Ácido Palmítico	(C16:0)	5.794	6.071	%
4	Ácido Palmitoleico	(C16:1)	0.074	0.074	%
5	Ácido Heptadecanoico	(C17:0)	0.038	0.039	%
6	Ácido Esteárico	(C18:0)	2.048	2.165	%
7	Ácido Oleico (Cis-9)	(C18:1)	9.626	8.680	%
8	Ácido Linoleico	(C18:2)	80.814	81.341	%
9	Ácido Araquídico	(C20:0)	0.138	0.149	%
10	Ácido Linolénico	(C18:3)	1.285	1.298	%
11	Ácido Eicosadienoico (Cis-11,14)	(C20:2)	0.032	0.032	%
12	Ácido Behenico	(C22:0)	0.069	0.069	%
13	Ácido Docosadienoico (Cis-13,16)	(C22:2)	0.024	0.024	%

El ácido linoléico (C18:2) es el ácido graso más abundante en ambos métodos de extracción, con un contenido del 80,814% y 81,341%, respectivamente.

El ácido oleico (Cis-9) (C18:1) es el segundo ácido graso más abundante, con un contenido del 9,626% y 8,680%, respectivamente.

El contenido de ácido palmítico (C16:0) es ligeramente más alto en el aceite extraído por prensado en frío (6,071%) que en el aceite extraído por solvente orgánico (5,794%).

La proporción de ácidos grasos saturados e insaturados es similar en ambos métodos de extracción, con una mayor proporción de ácidos grasos insaturados.

La composición de ácidos grasos en el aceite de semillas de Passiflora tripartita es similar a la reportada en otros estudios (Kumar et al., 2018; Souza et al., 2019).

El contenido de ácido linoléico (C18:2) es similar al reportado en otros aceites vegetales, como el aceite de girasol y el aceite de maíz (Firestone, 2018).

La proporción de ácidos grasos saturados e insaturados es similar a la reportada en otros aceites vegetales, como el aceite de oliva y el aceite de coco (Gunstone, 2017).

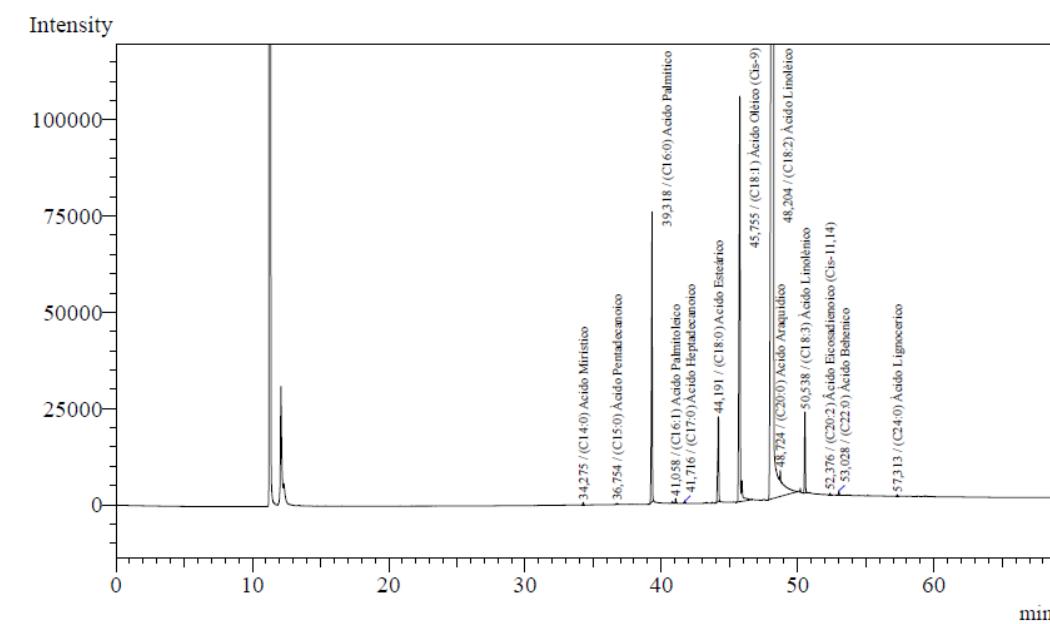


Figura 24:Composición de ácidos grasos en aceite de semillas de tumbo serrano, extraído por solvente orgánico

En la figura 24, se presenta la composición de ácidos grasos en aceite de semillas de tumbo serrano, extraídos por solvente orgánico, donde se registraron las mayores concentraciones de ácidos grasos comparados con el método extraído por prensado en frio, donde 2 de los 13 ácidos grasos reportados, presentan mayores concentraciones con respecto a los reportados por prensado en frio.

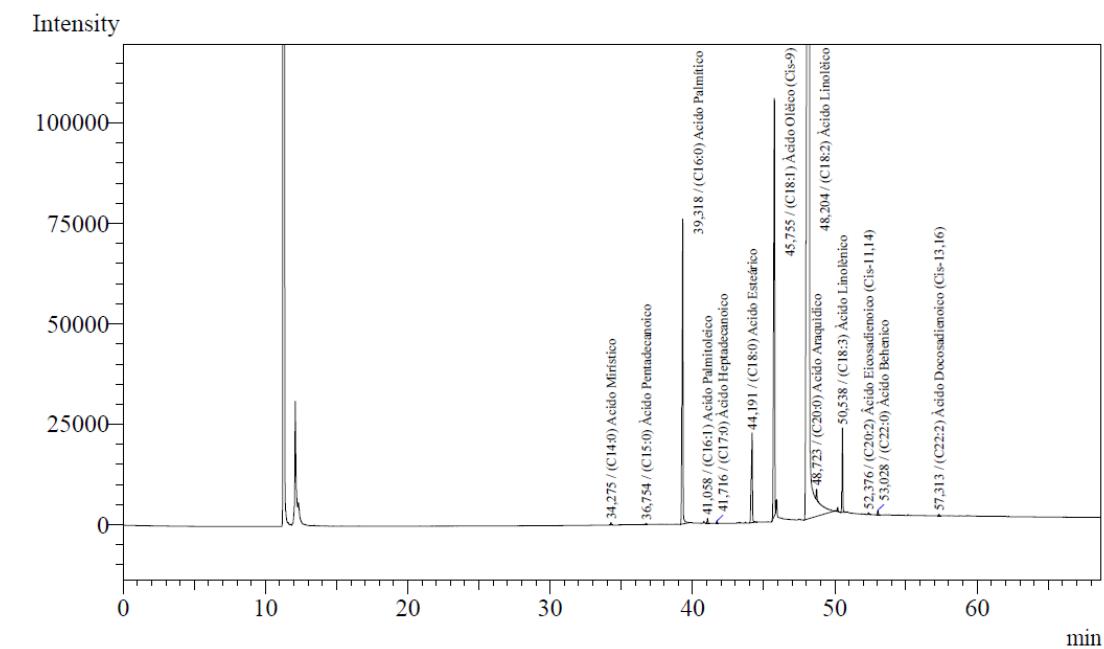


Figura 25:Composición de ácidos grasos en aceite de semillas de tabaco serrano, extraído por prensado en frío

En la figura 25, se presenta la composición de ácidos grasos en aceite de semillas de tabaco serrano, extraídos por prensado en frío, donde se registraron las mayores concentraciones de ácidos grasos comparados con el método extraído por solvente orgánico, donde 7 de los 13 ácidos grasos reportados, presentan mayores concentraciones con respecto a los reportados por solvente orgánico.

#### 4.4. VIDA UTIL EN ACEITE DE SEMILLAS

A continuación, se presenta los resultados de vida útil obtenidos de los aceites de semillas de maracuyá, granadilla, tabaco serrano y tabaco costeño.

##### 4.4.1. VIDA UTIL EN ACEITE DE SEMILLA DE MARACUYA (*Passiflora edulis*)

En la Tabla 26, se presenta los resultados estimados de vida útil a diferentes temperaturas, mediante el método de extrapolación utilizados en el equipo Rancimat en el aceite de semilla de maracuyá obtenidos mediante el método de extracción por prensado en frío.

Tabla 26. Índice de Estabilidad Oxidativa (OSI) en aceite de semillas Passiflora edulis extraído por prensado en frío a diferentes temperaturas.

T°C	OSI (horas)*	Vida útil extrapolada en años
110	6.66 ± 0.01	-
120	2.97 ± 0.04	-
130	1.25 ± 0.01	-
140	6.66 ± 0.01	-
25	-	0.94
30	-	0.62
20	-	1.43

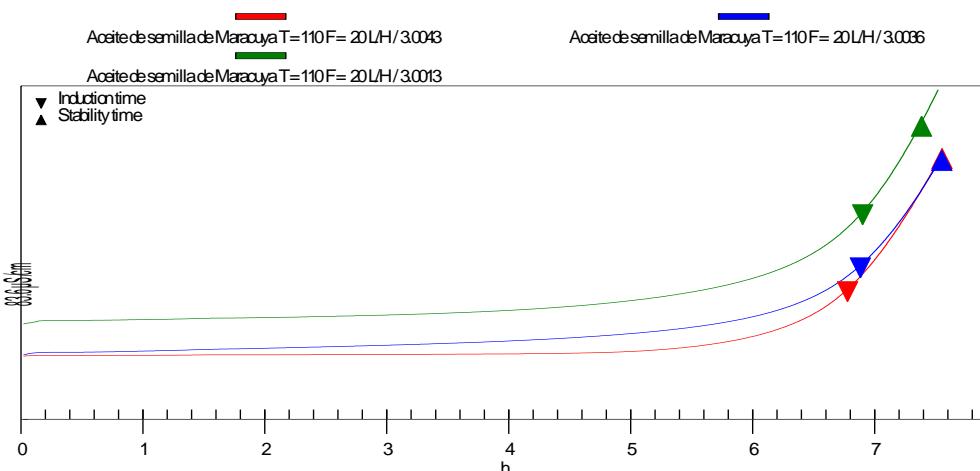


Figura 26:Comportamiento del aceite de semilla de maracuyá a 20 L/H y 110°C

En la figura 26, se presenta la curva del aceite de semilla de maracuyá a una fuerza de 20 L/H y temperatura de 110°C, donde se determinó un mayor índice de estabilidad oxidativa con 6.66 hr,

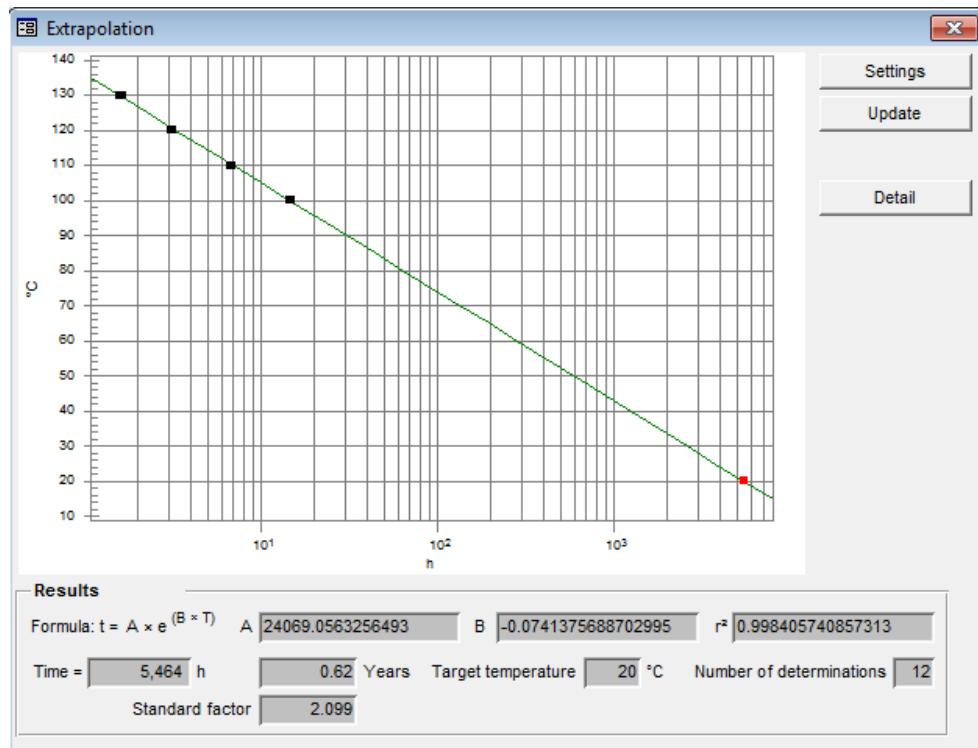


Figura 27: Vida útil del aceite de semilla de maracuyá a 20°C

El OSI disminuye a medida que aumenta la temperatura, lo que indica una mayor susceptibilidad a la oxidación y una menor estabilidad del aceite.

La vida útil extrapolada en años es mayor a temperaturas más bajas (25°C, 30°C y 20°C), lo que sugiere que el aceite es más estable y duradero en condiciones de almacenamiento a temperatura ambiente.

Los valores de OSI son similares a los reportados en otros estudios para aceites vegetales, como el aceite de oliva y el aceite de girasol (Firestone, 2018).

El OSI del aceite de semillas Passiflora edulis es similar al reportado para el aceite de semillas de Passiflora quadrangularis (Kumar et al., 2018).

La vida útil extrapolada en años es similar a la reportada para otros aceites vegetales, como el aceite de coco y el aceite de palma (Gunstone, 2017).

#### 4.4.2. VIDA UTIL EN ACEITE DE SEMILLA DE GRANADILLA (*Passiflora ligularis*)

En la Tabla 27, se presenta los resultados estimados de vida útil a diferentes temperaturas, mediante el método de extrapolación utilizados en el equipo Rancimat en el aceite de semilla de granadilla obtenidos mediante el método de extracción por prensado en frío.

Tabla 27. Efecto de la temperatura sobre el Índice de Estabilidad Oxidativa (OSI) en aceite de semillas de *Passiflora ligularis* extraído por prensado en frío.

T°C	OSI (horas)*	Vida útil extrapolada en años
110	9.38 ± 0.08	-
120	4.09 ± 0.01	-
130	1.88 ± 0.01	-
140	0.87 ± 0.01	-
25	-	0.88
30	-	0.59

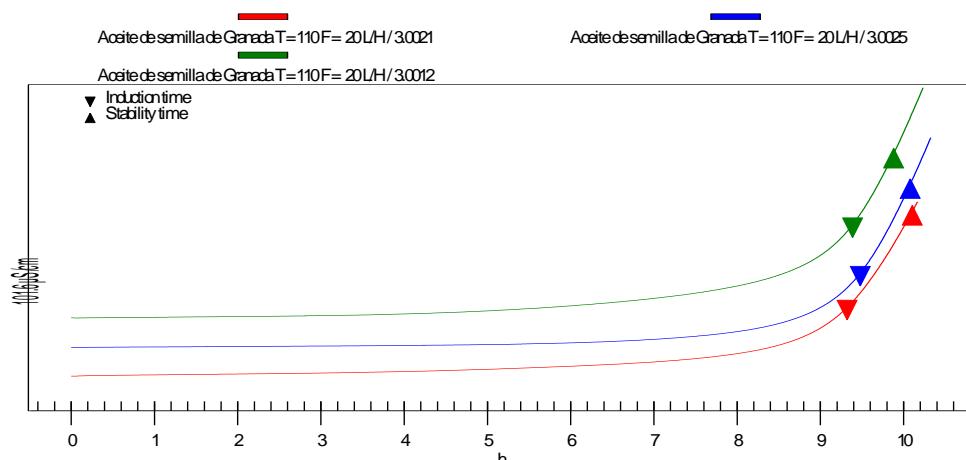


Figura 28:Comportamiento del aceite de semilla de granadilla a 20 L/H y 110°C

En la figura 28, se presenta la curva del aceite de semilla de granadilla a una fuerza de 20 L/H y temperatura de 110°C, donde se determinó un mayor índice de estabilidad oxidativa con 9.38 hr,

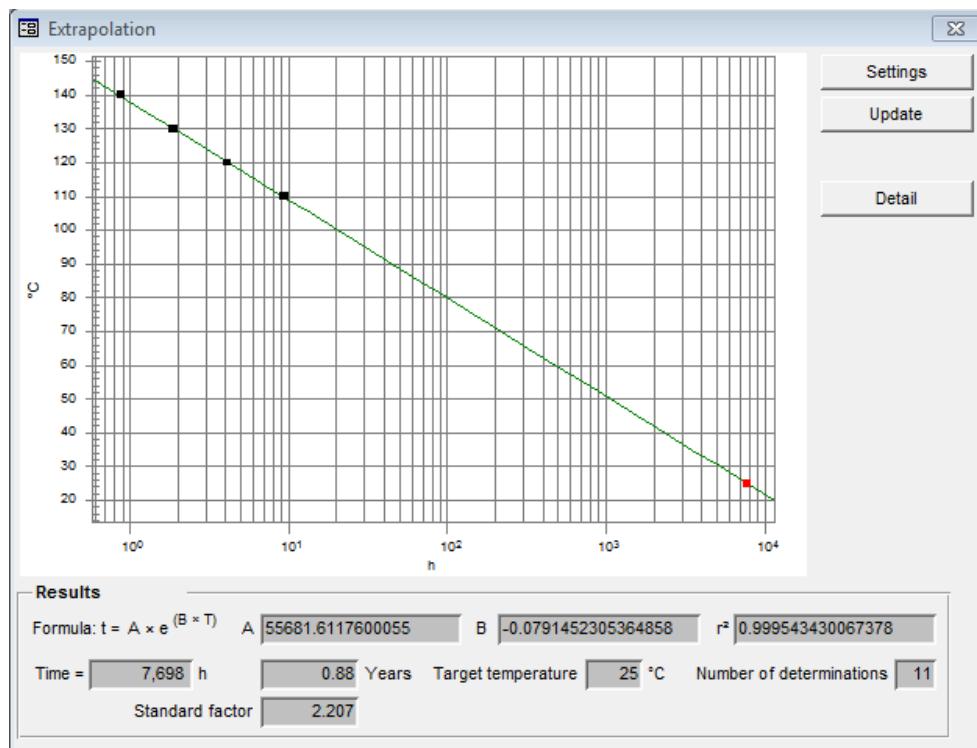


Figura 29: Vida útil del aceite de semilla de granadilla a 20°C

El OSI disminuye significativamente a medida que aumenta la temperatura, lo que indica una mayor susceptibilidad a la oxidación y una menor estabilidad del aceite.

La vida útil extrapolada en años es mayor a temperaturas más bajas (25°C y 30°C), lo que sugiere que el aceite es más estable y duradero en condiciones de almacenamiento a temperatura ambiente.

Los valores de OSI son similares a los reportados en otros estudios para aceites vegetales, como el aceite de oliva y el aceite de girasol (Firestone, 2018).

La temperatura crítica para la estabilidad oxidativa del aceite de semillas de Passiflora ligularis parece ser alrededor de 120°C, ya que a partir de esta temperatura, el OSI disminuye significativamente.

El OSI del aceite de semillas de Passiflora ligularis es similar al reportado para el aceite de semillas de Passiflora edulis (Tabla 26).

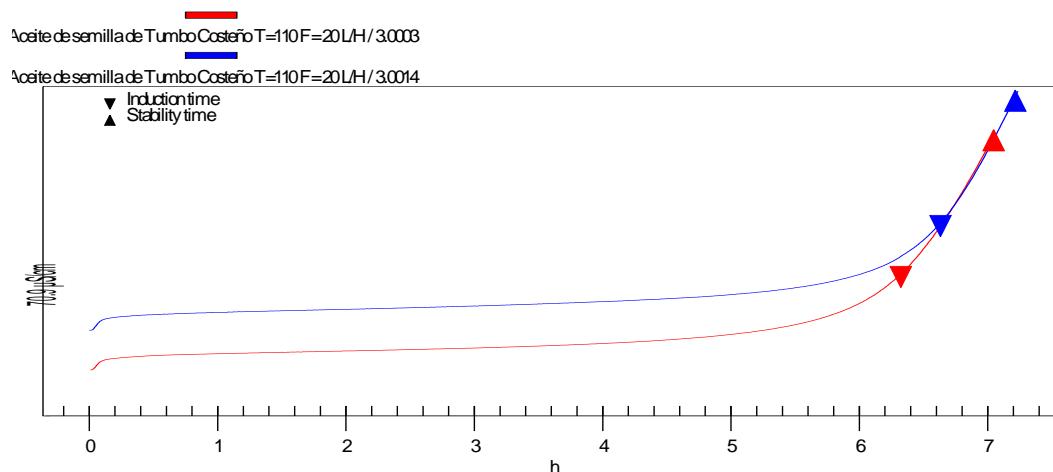
La vida útil extrapolada en años es similar a la reportada para otros aceites vegetales, como el aceite de coco y el aceite de palma (Gunstone, 2017).

#### 4.4.3. VIDA UTIL EN ACEITE DE SEMILLA DE TUMBO COSTEÑO (*Passiflora quadrangularis*)

En la Tabla 28, se presenta los resultados estimados de vida útil a diferentes temperaturas, mediante el método de extrapolación utilizados en el equipo Rancimat en el aceite de semilla de tubo costeño obtenidos mediante el método de extracción por prensado en frío.

Tabla 28. Efecto de la temperatura sobre el Índice de Estabilidad Oxidativa (OSI) en aceite de semillas de *Passiflora quadrangularis* extraído por prensado en frío.

T°C	OSI (horas)*	Vida útil extrapolada en años
110	6.46 ± 0.12	-
120	3.0 ± 0.04	-
130	1.31 ± 0.01	-
140	1.72 ± 0.02	-
25	-	0.39
30	-	0.27
20	-	0.56



En la Figura 30, se presenta la curva del aceite de semilla de tubo costeño a una fuerza de 20 L/H y temperatura de 110°C, donde se determinó un mayor índice de estabilidad oxidativa con 6.46 hr,

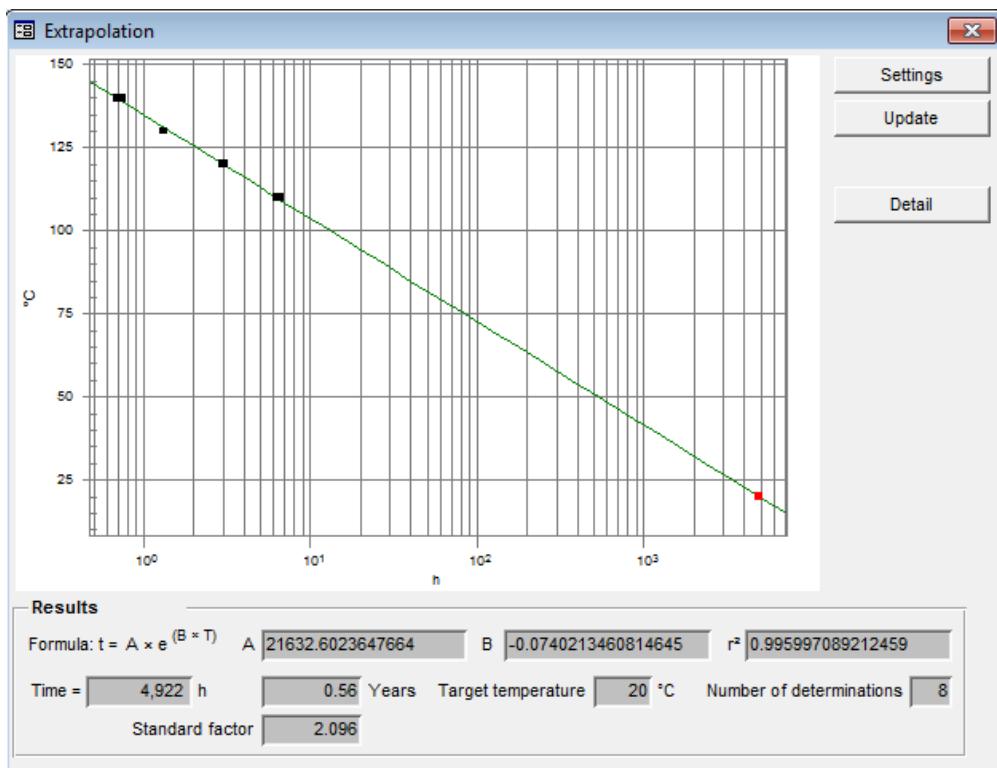


Figura 31: Vida útil del aceite de semilla de tumbo costeño a 20°C

El OSI disminuye a medida que aumenta la temperatura, lo que indica una mayor susceptibilidad a la oxidación y una menor estabilidad del aceite.

La vida útil extrapolada en años es mayor a temperaturas más bajas (25°C, 30°C y 20°C), lo que sugiere que el aceite es más estable y duradero en condiciones de almacenamiento a temperatura ambiente.

Los valores de OSI son similares a los reportados en otros estudios para aceites vegetales, como el aceite de oliva y el aceite de girasol (Firestone, 2018).

La temperatura crítica para la estabilidad oxidativa del aceite de semillas de *Passiflora quadrangularis* parece ser alrededor de 130°C, ya que a partir de esta temperatura, el OSI disminuye significativamente.

El OSI del aceite de semillas de *Passiflora quadrangularis* es similar al reportado para el aceite de semillas de *Passiflora edulis* (Tabla 26) y *Passiflora ligularis* (Tabla 27).

La vida útil extrapolada en años es similar a la reportada para otros aceites vegetales, como el aceite de coco y el aceite de palma (Gunstone, 2017).

#### 4.4.4. VIDA UTIL EN ACEITE DE SEMILLA DE TUMBO SERRANO (*Passiflora tripartita*)

En la Tabla 29, se presenta los resultados estimados de vida útil a diferentes temperaturas, mediante el método de extrapolación utilizados en el equipo Rancimat en el aceite de semilla de tumbo costeño obtenidos mediante el método de extracción por prensado en frío.

Tabla 29. Efecto de la temperatura sobre el Índice de Estabilidad Oxidativa (OSI) en aceite de semillas de *Passiflora tripartita* extraído por prensado en frío.

T°C	OSI (horas)*	Vida útil extrapolada en años
110	8 ± 0.08	-
120	3.67 ± 0.03	-
130	1.78 ± 0.03	-
25	-	0.55
30	-	0.38
20	-	0.8

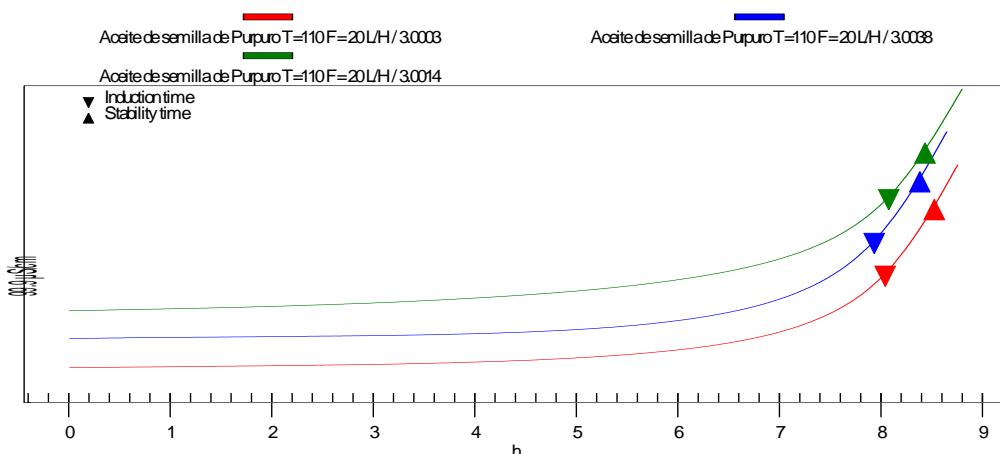


Figura 32: Comportamiento del aceite de semilla de tumbo serrano a 20 L/H y 110°C

En la figura 32, se presenta la curva del aceite de semilla de tumbo serrano a una fuerza de 20 L/H y temperatura de 110°C, donde se determinó un mayor índice de estabilidad oxidativa con 8 hr,

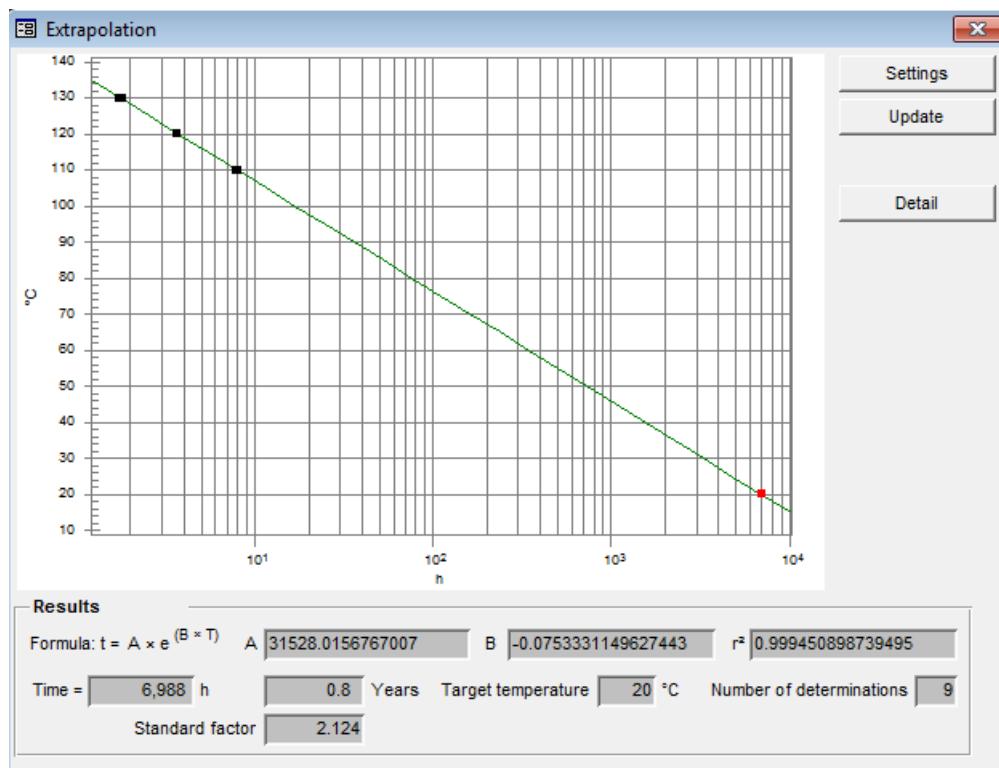


Figura 33: Vida útil del aceite de semilla de tumbo serrano a 20°C

El OSI disminuye a medida que aumenta la temperatura, lo que indica una mayor susceptibilidad a la oxidación y una menor estabilidad del aceite.

La vida útil extrapolada en años es mayor a temperaturas más bajas (25°C, 30°C y 20°C), lo que sugiere que el aceite es más estable y duradero en condiciones de almacenamiento a temperatura ambiente.

Los valores de OSI son similares a los reportados en otros estudios para aceites vegetales, como el aceite de oliva y el aceite de girasol (Firestone, 2018).

La temperatura crítica para la estabilidad oxidativa del aceite de semillas de *Passiflora tripartita* parece ser alrededor de 120°C, ya que, a partir de esta temperatura, el OSI disminuye significativamente.

El OSI del aceite de semillas de *Passiflora tripartita* es similar al reportado para el aceite de semillas de *Passiflora edulis* (Tabla 26), *Passiflora ligularis* (Tabla 27) y *Passiflora quadrangularis* (Tabla 28).

La vida útil extrapolada en años es similar a la reportada para otros aceites vegetales, como el aceite de coco y el aceite de palma (Gunstone, 2017).

## V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1. CONCLUSIONES

- El mejor método de extracción para las diferentes semillas extraídas es por el método de prensado en frio, y la extracción por solvente orgánico el rendimiento es menor.
- Se realizó el análisis químico proximal a las semillas de maracuyá, granadilla, tumbo serrano y tumbo costeño, resultando para el caso de la semilla de maracuyá con humedad de  $7.79 \pm 0.6$ , cenizas con  $1.74 \pm 0.23$  y proteína de  $10.07 \pm 0.04$ ; las semillas de granadilla humedad de  $6.28 \pm 0.04$ , cenizas con  $2.29 \pm 0.01$  y proteína de  $16.63 \pm 0.12$ ; las semillas de tumbo costeño con humedad de  $6.06 \pm 0.14$ , cenizas con  $2.25 \pm 0.62$  y proteína de  $9.43 \pm 0.19$ ; las semillas de tumbo serrano con humedad de  $7.91 \pm 0.19$ , cenizas con  $1.89 \pm 0.5$  y proteína de  $10.66 \pm 0.31$ . donde las semillas de granadilla contienen una mayor cantidad de proteína con respecto a las otras semillas.
- Se determinó las características fisicoquímicas del aceite de semillas de maracuyá, granadilla, tumbo costeño y tumbo serrano extraído por prensado en frio y solvente orgánico, respecto al índice de acidez los resultados, el tumbo costeño se obtuvo resultados de 11.48 (mg KOH/ g de aceite) y 92.4 (mg KOH/ g de aceite) en prensado en frio y solvente orgánico respectivamente, estos valores se encuentras por encima de lo permitido según el Codex Alimentario para aceites vírgenes.
- Se determinó el perfil de ácidos grasos de las semillas de maracuyá, granadilla, tumbo costeño y tumbo serrano. En el aceite de semillas de maracuyá obtuvo ácido linoleico de 75.386% y 75.515%, ácido oleico de 12.402% y 12.637%, ácido palmítico de 9.130% y 8.823% y esteárico de 1.977% y 1.885% extraído por solvente orgánico y prensado en frio, quienes representan un porcentaje aceptable. En el aceite de semillas de granadilla, se obtuvo ácido linoleico con 75.521% y 73.036%, ácido oleico con 17.892% y 17.399%, ácido palmítico un 6.482% y 6.507% y ácido esteárico con 1.857% y 1.81% extraído por solvente orgánico y prensado en frio.

- Respecto al aceite de semillas de tumbo costeño, contiene predominantemente ácido linoleico de 70.433% y 70.770%, ácido oleico de 15.556% y 15.333%, ácido palmítico de 9.138% y 8.934% y ácido palmitoleico un 1.051% y 1.066% extraído por solvente orgánico y prensado en frio.
- Respecto al aceite de semillas de tumbo serrano, contiene predominantemente el ácido linoleico un 80.814% y 81.341% extraído por solvente orgánico y prensado en frio, respectivamente, además contiene otros ácidos grasos como el ácido oleico un 9.626% y 8.680% extraído por solvente orgánico y prensado en frio, palmítico un 5.794% y 6.071% extraído por solvente orgánico y prensado en frio y esteárico un 2.048% y 2.165% extraído por solvente orgánico y prensado en frio.
- El aceite de semilla de maracuyá presenta una mayor estabilidad oxidativa con valores de 0.94, 0.62 y 1.43 años en comparación al tumbo serrano de 0.55, 0.38 y 0.8 años, granadilla de 0.88 y 0.59 y tumbo costeño de 0.39, 0.27 y 0.56 años.

## **5.2. RECOMENDACIONES**

- Considerar muestras con diferentes lugares de procedencia, para así poder evaluar si existen diferencias significativas entre los aceites.
- Se recomienda seguir investigando acerca de los parámetros durante la extracción por prensado en frio para poder optimizar la extracción de los aceites.
- Realizar otro método de secado como la liofilización para poder conservar el mayor contenido de las propiedades de los ácidos grasos en las características finales de los aceites.
- Se recomienda continuar con las investigaciones con respecto al uso de productos de limpieza, productos cosméticos y jabones del aceite de tumbo costeño y el maracuyá.

## VI: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS Y VIRTUALES

- Cerón, A. F., Osorio, O., & Hurtado, A. (2012). Identificación de ácidos grasos contenidos en los aceites extraídos a partir de semillas de tres diferentes especies de frutas. *Acta Agronómica*, 61(2), 126-132.
- Infantes García, M. R. (2014). Evaluación del tratamiento enzimático para la extracción mecánica del aceite vegetal de las semillas de maracuyá (*Passiflora edulis* var. *flavicarpa* Degener).
- Pantoja-Chamorro, A. L., Hurtado-Benavides, A. M., & Martinez-Correa, H. A. (2017). Caracterización de aceite de semillas de maracuyá (*Passiflora edulis* Sims.) procedentes de residuos agroindustriales obtenido con CO<sub>2</sub> supercrítico. *Acta Agronómica*, 66(2), 178-185.
- Posada, P., Ocampo, J., & Santos, L. G. (2014). Estudio del comportamiento fisiológico de la semilla de tres especies cultivadas de *Passiflora* L.(*Passifloraceae*) como una contribución para la conservación ex situ. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 8(1), 9-19.
- Proaño, J., Rivadeneira, E., Moncayo, P., & Mosquera, E. (2020). Aceite de maracuyá (*Passiflora edulis*): Aprovechamiento de las semillas en productos cosméticos. *Enfoque UTE*, 11(1), 119-129.
- Morales Palomino, J. C. (2020). Calidad del aceite de semillas de maracuyá (*Passiflora edulis* Sims) procedente de residuos agroindustriales.
- Posada Quintero, P. A. (2013). *Estudios del comportamiento fisiológico de la semilla del maracuyá (p. edulis f. flavicarpa degener), la granadilla (p. ligularis juss.) y la gulupa (p. edulis f. edulissims) y zonificación agroecológica como estrategia para una agricultura eco-eficiente y de conservación* (Doctoral dissertation).
- Espinoza Masgo, A. N., & Mejía Ortiz, N. (2016). Propuesta de mejoramiento de manejo post cosecha de la granadilla (*passiflora ligularis* juss) en el distrito de Chinchao 2016.
- Artica Mallqui, L., Baquerizo Canchumanya, M., Rosales Papa, H., & Rodríguez Paucar, G. (2021). Ácidos grasos, tocoferoles y fitoesteroles en aceites de semillas de granadilla y zapallo extraído con CO<sub>2</sub> supercrítico. *Revista de la Sociedad Química del Perú*, 87(1), 3-13.

Jiménez Yanza, C. P., & Tixe Guamán, I. B. (2017). *Evaluación farmacognóstica y fitoquímica del extracto obtenido a partir de las semillas de Passiflora quadrangularis L.(Badea) cultivada en la zona costera del Ecuador* (Bachelor's thesis, Universidad de Guayaquil. Facultad de Ciencias Químicas).

Curasma Poma, E., & Inga Solano, R. M. (2019). " Efecto de presión y temperatura en el rendimiento, características fisicoquímicas y perfil de ácidos grasos del aceite de semilla de Passiflora tripartita extraído con CO<sub>2</sub> supercrítico.

Ortiz, Y., Angel, L., & de Petroquímica, C. (2023). Caracterización físico-química del aceite de semillas de Granadilla, Ovo, Sandía, Mango y Mora: un potencial residuo agroindustrial como plataforma base para procesos industriales y biorrefinería.

Rojas Romaní, D., Calixto-Cotos, M. R., & Suca Apaza, F. (2021). Utilization of Passiflora tripartita fruit residues.

Torres Meléndez, A. F. (2018). Extracción de aceite a partir de semilla de granadilla (*Passiflora Ligularis*) por prensado en frío y solvente orgánico.

Chumpitaz Navarro, C. M., & Alanya Tincopa, W. F. (2022). Determinación de la actividad antioxidante y evaluación preliminar de los metabolitos secundarios del extracto etanólico de las hojas de *Annona muricata L.*“guanábana”.

Codex Alimentarius. CODEX STAN 19-1981. Norma para grasas y aceites comestibles no regulados por normas individuales. Normas Internacionales de los alimentos. Adoptado en 1981. Revisión: 1987 y 1999. Enmienda: 2009, 2013 y 2015

Hoyos Zagaceta, J. E., & Sánchez Zavaleta, S. H. (2019). CARACTERIZACIÓN DEL ACEITE DE SEMILLA DE MARACUYÁ (*Passiflora edulis S.*) EXTRAIDO CON SOLVENTE ORGÁNICO Y PRENSADO EN FRÍO.

## VII. ANEXOS

### ANEXO 1: SEMILLAS DE MARACUYÁ, GRANADILLA, TUMBO COSTEÑO Y TUMBO SERRANO



Figura 35: Semilla de tumbo serrano (*Passiflora tripartita*)



Figura 34: Semilla de maracuyá (*Passiflora edulis*)



Figura 37: Semilla de granadilla (*Passiflora ligularis*)



Figura 36: Semilla de tumbo costeño (*Passiflora quadrangularis*)

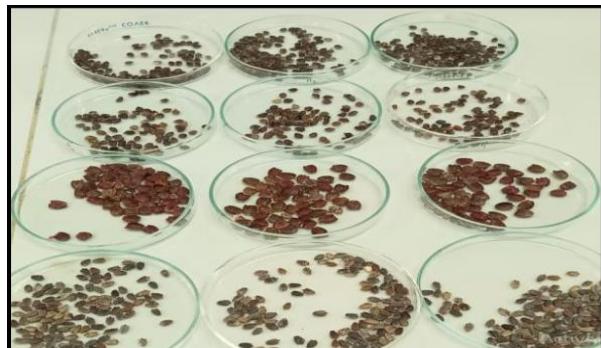


Figura 38: Semillas de maracuyá, granadilla, tumbo serrano y tumbo costeño para el Análisis de humedad

#### ANEXO 2: PROCEDIMIENTO DE EXTRACCIÓN CON SOLVENTE ORGÁNICO Y EXPELLER DE ACEITE DE SEMILLAS



Figura 40: Extracción de aceite por prensado en frío utilizando el Extractor de aceite

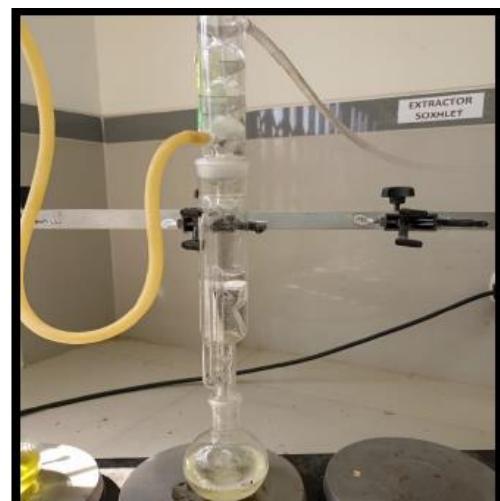


Figura 39: Extracción de aceite por solvente orgánico utilizando el Extractor Soxhlet

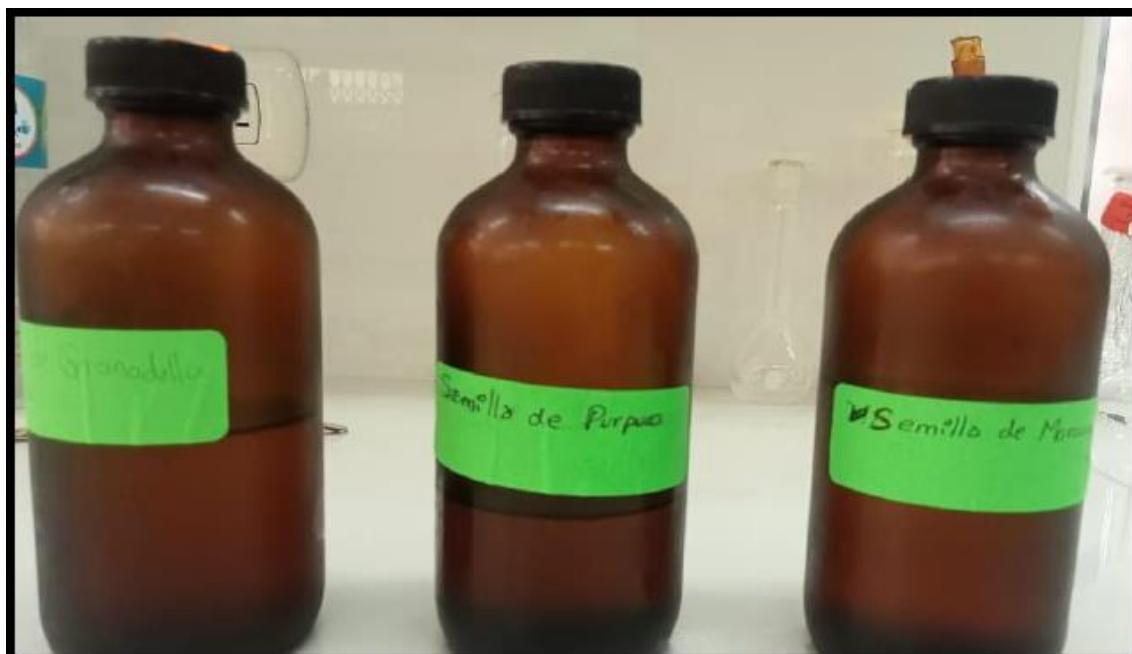


Figura 41: Aceite obtenido de las semillas de maracuyá, granadilla y tumbo serrano por prensado en frío



Figura 43: Análisis de estabilidad oxidativa de aceites en el equipo Rancimat



Figura 42: Análisis de Índice de Yodo del aceite extraído



Figura 44:Aceite extraído



Figura 45:Análisis de peróxido

### ANEXO 3: GRANULOMETRIA DE LAS SEMILLAS DE MARACUYA, GRANADILLA, TUMBO COSTEÑO TUMBO SERRANO

<b>Granadilla</b>	
Largo	0.63 mm
Ancho	0.34 mm
Espesor	0.13 mm
<b>Tumbo costeño</b>	
Largo	0.88 mm
Ancho	0.69 mm
Espesor	0.18 mm
<b>Tumbo serrano</b>	
Largo	0.58 mm
Ancho	0.40 mm
Espesor	0.21 mm
<b>Maracuyá</b>	
Largo	0.58 mm
Ancho	0.38 mm
Espesor	0.15 mm

**ANEXO 4: DETERMINACION DE LA VIDA UTIL DE LA GRANADILLA POR  
PRENSADO EN FRIO**

ID 1	ID 2	Determination date	Temp	Induction	Evalu	Inductio
Aceite de semilla de Granada T=110 F= 20 L/H	3.0021	20.11.2023 17:37:06	110° C	9.30 h 1	-	- h
Aceite de semilla de Granada T=110 F= 20 L/H	3.0025	20.11.2023 17:37:02	110° C	9.46 h 1	-	- h
Aceite de semilla de Granada T=110 F= 20 L/H	3.0012	20.11.2023 17:36:59	110° C	9.37 h 1	-	- h
Aceite de semilla de Granada T=120 F= 20 L/H	3.0014	21.11.2023 12:20:00	120° C	4.10 h 1	-	- h
Aceite de semilla de Granada T=120 F= 20 L/H	3.0025	21.11.2023 12:19:56	120° C	4.08 h 1	-	- h
Aceite de semilla de Granada T=120 F= 20 L/H	3.0005	21.11.2023 12:19:50	120° C	4.10 h 1	-	- h
Aceite de semilla de Granada T=130 F= 20 L/H	3.0011	21.11.2023 12:20:11	130° C	1.90 h 1	-	- h
Aceite de semilla de Granada T=130 F= 20 L/H	3.0004	21.11.2023 12:20:08	130° C	1.86 h 1	-	- h
Aceite de semilla de Granada T=130 F= 20 L/H	3.0011	21.11.2023 12:20:04	130° C	1.87 h 1	-	- h
Aceite de semilla de Granada T=140 F= 20 L/H	3.0015	28.11.2023 10:19:19	140° C	0.88 h 1	-	- h
Aceite de semilla de Granada T=140 F= 20 L/H	3.0001	28.11.2023 10:19:15	140° C	0.87 h 1	-	- h

**ANEXO 5: DETERMINACION DE LA VIDA UTIL DEL MARACUYA POR  
PRENSADO EN FRIO**

ID 1	ID 2	Determination date	Temp	Induction	Evalu	Inductio
Aceite de semilla de Maracuya T=100 F= 20 L/H	3.0082	13.11.2023 17:08:32	100° C	14.65 h 1	-	- h
Aceite de semilla de Maracuya T=100 F= 20 L/H	3.0025	13.11.2023 17:08:28	100° C	14.93 h 1	-	- h
Aceite de semilla de Maracuya T=100 F= 20 L/H	3.0020	13.11.2023 17:08:21	100° C	14.93 h 1	-	- h
Aceite de semilla de Maracuya T=110 F= 20 L/H	3.0043	13.11.2023 17:08:39	110° C	6.76 h 1	-	- h
Aceite de semilla de Maracuya T=110 F= 20 L/H	3.0036	13.11.2023 17:08:47	110° C	6.87 h 1	-	- h
Aceite de semilla de Maracuya T=110 F= 20 L/H	3.0013	13.11.2023 17:08:43	110° C	6.89 h 1	-	- h
Aceite de semilla de Maracuya T=120 F= 20 L/H	3.0006	16.11.2023 11:02:10	120° C	3.14 h 1	-	- h
Aceite de semilla de Maracuya T=120 F= 20 L/H	3.0030	16.11.2023 11:02:06	120° C	3.12 h 1	-	- h
Aceite de semilla de Maracuya T=120 F= 20 L/H	3.0026	16.11.2023 11:02:02	120° C	3.19 h 1	-	- h
Aceite de semilla de Maracuya T=130 F= 20 L/H	3.0019	16.11.2023 11:02:21	130° C	1.58 h 1	-	- h
Aceite de semilla de Maracuya T=130 F= 20 L/H	3.0009	16.11.2023 11:02:18	130° C	1.63 h 1	-	- h
Aceite de semilla de Maracuya T=130 F= 20 L/H	3.0014	16.11.2023 11:02:15	130° C	1.66 h 1	-	- h

**ANEXO 6: DETERMINACION DE LA VIDA UTIL DEL MARACUYA POR  
SOLVENTE ORGANICO**

ID 1	ID 2	Determination date	Temp	Induction	Evalu	Inductio
Aceite de semilla de Maracuya Solv T=110 F= 20 L/H	3.0014	13.12.2023 09:55:30	110°C	6.66 h 1	-	- h
Aceite de semilla de Maracuya Solv T=120 F= 20 L/H	3.0137	13.12.2023 09:55:41	120°C	2.97 h 1	-	- h
Aceite de semilla de Maracuya Solv T=130 F= 20 L/H	3.0063	21.12.2023 10:12:19	130°C	1.25 h 1	-	- h

**ANEXO 7: DETERMINACION DE LA VIDA UTIL DEL TUMBO SERRANO POR  
PRENSADO EN FRIO**

ID 1	ID 2	Determination date	Temp	Induction	Evalu	Inductio
Aceite de semilla de Purpuro T=110 F= 20 L/H	3.0003	23.11.2023	110° 13:08:56	8.02 h 1	-	- h
			C			
Aceite de semilla de Purpuro T=110 F= 20 L/H	3.0038	23.11.2023	110° 13:08:53	7.92 h 1	-	- h
			C			
Aceite de semilla de Purpuro T=110 F= 20 L/H	3.0014	23.11.2023	110° 13:08:47	8.06 h 1	-	- h
			C			
Aceite de semilla de Purpuro T=120 F= 20 L/H	3.00	23.11.2023	120° 13:09:08	3.69 h 1	-	- h
			C			
Aceite de semilla de Purpuro T=120 F= 20 L/H	3.00	23.11.2023	120° 13:09:05	3.66 h 1	-	- h
			C			
Aceite de semilla de Purpuro T=120 F= 20 L/H	3.00	23.11.2023	120° 13:09:02	3.70 h 1	-	- h
			C			
Aceite de semilla de Purpuro T=130 F= 20 L/H	3.0020	28.11.2023	130° 10:19:06	1.81 h 1	-	- h
			C			
Aceite de semilla de Purpuro T=130 F= 20 L/H	3.0009	28.11.2023	130° 10:19:03	1.76 h 1	-	- h
			C			
Aceite de semilla de Purpuro T=130 F= 20 L/H	3.0009	28.11.2023	130° 10:18:58	1.75 h 1	-	- h
			C			

**ANEXO 8: DETERMINACION DE LA VIDA UTIL DEL TUMBO COSTEÑO POR  
PRENSADO EN FRIO**

ID 1	ID 2	Determination date	Temp	Induction	Evalu	Inductio
Aceite de semilla de Tumbo Costeño T=110 F= 20 L/H	3.0003	05.12.2023	110°C 15:18:22	6.31 h 1	-	- h
Aceite de semilla de Tumbo Costeño T=110 F= 20 L/H	3.0014	05.12.2023	110°C 15:18:16	6.62 h 1	-	- h
Aceite de semilla de Tumbo Costeño T=120 F= 20 L/H	3.0016	05.12.2023	120°C 15:18:33	2.96 h 1	-	- h
Aceite de semilla de Tumbo Costeño T=120 F= 20 L/H	3.0004	05.12.2023	120°C 15:18:28	3.04 h 1	-	- h
Aceite de semilla de Tumbo Costeño T=130 F= 20 L/H	3.0007	12.12.2023	130°C 14:02:31	1.33 h 1	-	- h
Aceite de semilla de Tumbo Costeño T=130 F= 20 L/H	3.0033	12.12.2023	130°C 14:02:28	1.32 h 1	-	- h
Aceite de semilla de Tumbo Costeño T=140 F= 20 L/H	3.0037	12.12.2023	140°C 14:02:38	0.70 h 1	-	- h
Aceite de semilla de Tumbo Costeño T=140 F= 20 L/H	3.0007	12.12.2023	140°C 14:02:35	0.74 h 1	-	- h