



**UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS RECURSOS**  
**NATURALES Y DEL AMBIENTE.**  
**CARRERA DE AGROINDUSTRIAS**

**TEMA:**

APROVECHAMIENTO DE LA SEMILLA DE SACHA INCHI (*Plukenetia volubilis*) EN LA EXTRACCIÓN DE ACEITE Y OBTENCIÓN DE HARINA A PARTIR DE LA TORTA RESIDUAL.

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

**AUTORES:**

Allo Guevara Diego Patricio

Quille Milan Miguel Lian

**TUTOR:**

Dra. Herminia Sanaguano. PhD

**GUARANDA – ECUADOR**

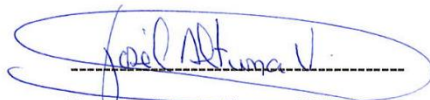
**2024**

APROVECHAMIENTO DE LA SEMILLA DE SACHA INCHI (*Plukenetia volubilis*)  
EN LA EXTRACCIÓN DE ACEITE Y OBTENCIÓN DE HARINA A PARTIR DE LA  
TORTA RESIDUAL.

**REVISADO Y APROBADO  
POR:**

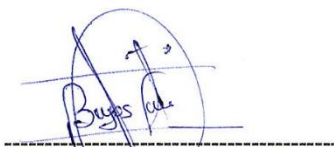


**Dra. Herminia Sanaguano PhD.  
TUTORA**



**Ing. José Luis Altuna MSc.**

**PAR LECTOR**



**Dr. Favian Bayas Morejón PhD.**

**PAR LECTOR**

## CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA



Nosotros, Allo Guevara Diego Patricio, con CI: 1804972139 y Quille Milan Miguel Lian con CI 1206867713, declaro que el trabajo y los resultados presentados en este informe, no han sido previamente presentados para ningún grado o calificación profesional; y, que las referencias bibliográficas que se incluyen han sido consultadas y citadas con su respectivo autor(es).

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

Allo Guevara Diego Patricio

1804972139

Quille Milan Miguel Lian

1206867713

Dra. Herminia Sanaguano. PhD

0601587280



*Notaria Tercera del Cantón Guaranda*  
*Msc. Ab. Henry Rojas Narvaez*  
*Notario*

No. ESCRITURA	20230201003P02698
---------------	-------------------



**DECLARACION JURAMENTADA**

**OTORGADA POR:**

MIGUEL LIAN QUILLE MILAN  
DIEGO PATRICIO ALLO GUEVARA  
FACTURA: 001-002-000012310  
DI: 2 COPIAS

En la ciudad de Guaranda, capital de la provincia Bolívar, República del Ecuador, hoy día uno de diciembre de dos mil veintitrés, ante mi Abogado HENRY ROJAS NARVAEZ, Notario Público Tercero del Cantón Guaranda, comparecen los señores MIGUEL LIAN QUILLE MILAN, soltero, domiciliado en el cantón Mocache, provincia de Los Ríos y de paso por este lugar, con celular número 0989877131, correo electrónico [miguelquille16@gmail.com](mailto:miguelquille16@gmail.com); y, el señor DIEGO PATRICIO ALLO GUEVARA, soltero, domiciliado en el cantón Pelileo, provincia de Tungurahua y de paso por este lugar, con celular número 0962805502, correo electrónico [alldiego45@gmail.com](mailto:alldiego45@gmail.com), por sus propios derechos. Los comparecientes son de nacionalidad ecuatoriana, mayores de edad, hábiles e idóneos para contratar y obligarse a quienes de conocerlos doy fe en virtud de haberme exhibido sus documentos de identificación y con su autorización se ha procedido a verificar la información en el Sistema Nacional de Identificación Ciudadana, bien instruidos por mí el Notario con el objeto y resultado de esta escritura pública a la que procede libre y voluntariamente, advertidos de la gravedad del juramento y las penas de perjurio, me presentan su declaración Bajo Juramento que dicen: **DECLARAMOS QUE EL PRESENTE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN DENOMINADO "APROVECHAMIENTO DE LA SEMILLA DE SACHA INCHI (*Plukenetia volubilis*) EN LA EXTRACCIÓN DE ACEITE Y OBTENCIÓN DE HARINA A PARTIR DE LA TORTA RESIDUAL"**, previo la obtención del título de Ingeniero Agroindustrial, a través de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente, de la Universidad Estatal de Bolívar, es de nuestra autoría, este documento no ha sido previamente presentado por ningún grado de calificación profesional y que las referencias bibliográficas que se incluyen han sido consultadas por los autores. Es todo cuanto podemos declarar en honor a la verdad, la misma que la hacemos para los fines legales pertinentes. HASTA AQUÍ LA DECLARACIÓN JURADA. La misma que queda elevada a escritura pública con todo su valor legal. Para el otorgamiento de la presente escritura pública se observaron todos los preceptos legales del caso, leída que le fue a los comparecientes por mí el Notario en unidad de acto, aquellos se afirman y se ratifican de todo lo expuesto y firman conmigo en unidad de acto, quedando incorporado al protocolo de esta Notaria, la presente declaración, de todo lo cual doy fe.-

MIGUEL LIAN QUILLE MILAN  
C.C. 1206867713

DIEGO PATRICIO ALLO GUEVARA  
C.C. 180497213-9

AB. HENRY ROJAS NARVAEZ  
NOTARIO PUBLICO TERCERO DEL CANTON GUARANDA



**Reporte de similitud**

NOMBRE DEL TRABAJO

**Proyecto\_de\_Investigación\_Allo\_Quille-2  
024.pdf**

AUTOR

**Miguel Quille**

RECuento DE PALABRAS

**26521 Words**

RECuento DE CARACTERES

**147952 Characters**

RECuento DE PÁGINAS

**140 Pages**

TAMAÑO DEL ARCHIVO

**5.5MB**

FECHA DE ENTREGA

**Dec 5, 2023 12:39 PM GMT-5**

FECHA DEL INFORME

**Dec 5, 2023 12:41 PM GMT-5**

● **8% de similitud general**

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

- 6% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 5% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● **Excluir del Reporte de Similitud**

- Base de datos de trabajos entregados
- Bloques de texto excluidos manualmente
- Fuentes excluidas manualmente

**Dra. Herminia Sanaguano PhD.**  
**e-mail:hsanaguano@ueb.edu.ec**  
**Teléfono: 0997865026**

## **DEDICATORIA**

El presente proyecto de investigación se lo dedicado en primer lugar a Dios por la salud, sabiduría y porque me guiaste en este mundo inquieto. Seguidamente a mis padres Eduardo y Mirian, pues sin ellos no lo habría conseguido, gracias a su bendición a lo largo de este proceso, todo su esfuerzo y dedicación por hacer de mí una gran persona. También a mis hermanos Ariel y Mauricio, los agradezco por constituir una parte incondicional a lo largo de mi formación.

*Allo Guevara Diego*

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo de investigación se lo dedico primeramente a Dios, por haberme dado la inteligencia, salud, sabiduría y llenarme de fuerzas para vencer todos los obstáculos, sin él no hubiese sido posible llegar a este momento muy importante de mi vida. Posteriormente a mis padres Francisco y Zoila, por el esfuerzo y sacrificio que han hecho durante todo mi estudio universitario. Seguidamente a todos mis hermanos Olga, Mariana, Luis, Rosario, Narcisa y Ángel, por ser mis consejeros y brindarme la confianza de cada uno de ellos y contar con el apoyo moral en todo momento.

*Quille Milan Miguel*

## **AGRADECIMIENTO**

Después de años de esfuerzo, dedicación, grandes emociones, mi experiencia universitaria y grandes amistades que en ella conseguí, agradezco por los recursos y el apoyo brindado por la Universidad Estatal de Bolívar, aprendí mucho y me llevo un gran respeto por sus profesores en especial Dra. Herminia Sanaguano PhD. (Tutora), Dr. Favian Bayas Morejón PhD. (par evaluador), Ing. José Luis Altuna. (par evaluador) y al Departamento de Investigación y Vinculación a todos los técnicos que forman este centro investigativo quienes nos ha brindado su conocimiento y apoyo durante este proyecto. Finalmente agradezco a mis compañeros que han formado parte de mi etapa universitaria principalmente a Miguel Quille ya que de una u otra manera nos hemos ayudado a desarrollar la presente investigación.

*Allo Guevara Diego*



## **AGRADECIMIENTO**

Este agradecimiento doy a Dios, por sus bendiciones y guiarme en toda la trayectoria de mi formación. También a mi madre por ser mi pilar fundamental en mi vida y por siempre contar con su cariño y amor, gracias a sus enseñanzas tengo la oportunidad de ser una persona de bien para la sociedad.

También a nuestra prestigiosa alma mater a la carrera de ingeniería agroindustrial por permitirme educarme y lograr culminar uno de mis objetivos, seguidamente doy gracias a cada uno de los docentes que impartieron su aprendizaje de esta manera enriquecieron mis conocimientos.

También agradezco al Departamento de Investigación y Vinculación de la Universidad Estatal de Bolívar, a todos los técnicos que forman este centro investigativo, en especial a la Ing. Paola Wilcaso, Ing. Erika Cortez, nos motivaron y ayudaron a desarrollar esta investigación

Finalmente agradezco a los miembros del tribunal que estuvo conformado por: Dra. Herminia Sanaguano Salguero PhD. (Tutora), Dr. Favian Bayas Morejón PhD. (par evaluador), Ing. José Luis Altuna. (par evaluador), por la paciencia en guiarnos y logrando con éxito culminar este proyecto de investigación. También agradezco a mi compañero de tesis Diego Allo por su apoyo permanente.

*Quille Milan Miguel*

# ÍNDICE DE CONTENIDOS

<b>Contenido</b>	<b>Página</b>
DEDICATORIA .....	IV
AGRADECIMIENTO .....	VI
ÍNDICE DE CONTENIDOS .....	VIII
ÍNDICE DE TABLAS .....	XIV
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XVII
ÍNDICE DE ANEXOS.....	XIX
RESUMEN.....	XX
SUMARY.....	XXI
CAPÍTULO I.....	1
1.1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.2. PROBLEMA .....	2
1.2.1. Planteamiento del problema.....	2
1.2.2. Situación problemática.....	2
1.2.3. Formulación de problema .....	3
1.2.4. Situación problemática.....	3
1.3. OBJETIVOS.....	4
1.3.1. Objetivo general .....	4
1.3.2. Objetivos específicos .....	4
1.4. HIPÓTESIS .....	5
1.4.1. A: Hipótesis nula ( $H_0$ ).....	5
1.4.2. A: Hipótesis alternativa ( $H_1$ ).....	5

1.4.3.	B: Hipótesis nula ( $H_0$ ) .....	5
1.4.4.	B: Hipótesis alternativa ( $H_1$ ) .....	5
CAPÍTULO II .....		6
2.	MARCO TEÓRICO.....	6
2.1.	Generalidades del sachá inchi .....	6
2.2.	Taxonomía.....	7
2.3.	Morfología del sachá inchi.....	7
2.4.	La poda del cultivo de sachá inchi .....	8
2.5.	Cosecha de cultivo de sachá inchi.....	9
2.6.	Valor nutricional .....	10
2.7.	Beneficios.....	11
2.8.	Variedades de Sachá Inchi .....	12
2.9.	Producción mundial .....	14
2.10.	Producción nacional .....	14
2.11.	Método de extracción del aceite por prensado al frío .....	15
2.11.1.	Definición de la industria .....	17
2.11.2.	Usos industriales del sachá inchi.....	17
2.11.3.	Obtención de aceite .....	17
2.11.4.	Características del aceite .....	18
2.11.5.	Propiedades funcionales.....	18
2.11.6.	Grasa saturada .....	19
2.11.7.	Ácidos grasos mono insaturados.....	19
2.11.8.	Ácidos grasos poliinsaturados.....	20
2.11.9.	Ácido linolénico .....	20
2.11.10.	Ácido linoleico .....	21
2.11.11.	Ácido oleico .....	21

2.11.12. Ácidos grasos del aceite de sachá inchi .....	22
2.11.13. Comercialización del Producto .....	23
2.12. Torta de sachá inchi .....	23
2.13. Obtención de harina .....	24
2.14. Harina de Trigo .....	25
2.15. Galleta nutricional enriquecida con proteína de Sachá Inchi.....	26
2.16. Tipos de galletas.....	27
<b>CAPÍTULO III.....</b>	<b>29</b>
<b>3. MARCO METODOLÓGICO.....</b>	<b>29</b>
3.1. Ubicación de la investigación .....	29
3.1.1. Localización de la investigación .....	29
3.2. Materiales.....	30
3.2.1. Materiales experimentales.....	30
3.2.2. Materiales de campo .....	30
3.2.3. Materiales de laboratorio.....	30
3.2.4. Reactivos .....	31
3.2.5. Insumos .....	31
3.2.6. Equipos utilizados en la investigación .....	31
3.3. Métodos.....	33
3.3.1. Factores de estudio para la extracción de aceite .....	33
3.3.2. Tratamientos para la extracción de aceite .....	33
3.3.3. Características del diseño experimental para la extracción del aceite .....	34
3.3.4. Tipo de diseño experimental .....	34
3.3.5. Tipo de análisis .....	35
3.3.6. Prueba de diferencias honestamente significativas .....	35

3.3.7.	Factores de estudio para determinar la mejor galleta.....	36
3.3.8.	Tratamientos para determinar la mejor galleta.....	36
3.3.9.	Características del diseño experimental para determinar la mejor galleta .....	37
3.3.10.	Tipo de diseño experimental .....	37
3.3.11.	Tipo de análisis .....	38
3.3.12.	Prueba de diferencias menos significativas.....	39
3.4.	Metodología experimental .....	39
3.4.1.	Caracterización física de las semillas de sachá inchi .....	39
3.4.2.	Caracterización química de las semillas de sachá inchi.....	39
3.5.	Equipos utilizados en el proceso de extracción.....	42
3.5.1.	Extracción de aceite por prensado al frío.....	42
3.5.2.	Parámetros de operación .....	43
3.6.	Proceso de extracción de aceite de sachá inchi.....	43
3.6.1.	Diagrama de extracción de aceite de sachá inchi ( <i>Plukenetia volubi</i> .....	45
3.7.	Propiedades físico químicas del aceite.....	46
3.7.1.	Cromatografía de gases .....	48
3.7.2.	Modelo matemático para la obtención de rendimiento del aceite vegetal de SI .....	49
3.8.	Elaboración de la harina a partir de la torta residual.....	50
3.8.1.	Diagrama para la obtención de harina a partir de la torta residual de sachá inchi ( <i>Plukenetia volubilis</i> ).....	51
3.9.	Elaboración de galletas con sustitución parcial de harina de SI .....	52
3.9.1.	Diagrama para la obtención de galletas con sustitución parcial de harina de sachá inchi.....	54
3.9.2.	Análisis de calidad para la galleta.....	55

CAPÍTULO IV .....	56
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	56
4.1. Semillas de sachá inchi empleadas experimentalmente.....	56
4.2. Análisis físico de las semillas de sachá inchi.....	57
4.3. Semillas de descarte por mal estado.....	58
4.4. Análisis químico de semillas de sachá inchi .....	58
4.5. Obtención de rendimientos posterior a la extracción mediante prensado al frío .....	59
4.6. Diseño experimental para la obtención del mejor tratamiento en base a su rendimiento.....	60
4.7. Análisis químico del aceite .....	63
4.8. Resumen de los ácidos grasos presentes en los distintos tratamientos del aceite de sachá inchi .....	70
4.9. Clasificación de los ácidos grasos presentes en el aceite de sachá inchi con mejor rendimiento .....	72
4.10. Análisis físico químico para la torta residual.....	73
4.11. Datos recopilados mediante las encuestas de aceptabilidad de la galleta .....	74
4.12. Análisis estadístico para el parámetro organoléptico color.....	75
4.13. Análisis estadístico para el parámetro organoléptico olor .....	76
4.14. Análisis organoléptico para el parámetro organoléptico sabor .....	77
4.15. Análisis organoléptico para el parámetro organoléptico textura.....	78
4.16. Análisis organoléptico para el parámetro organoléptico aceptabilidad .....	79
4.17. Análisis bromatológico a la galleta a base de sachá inchi .....	80
4.18. Análisis microbiológico de las galletas a base de SI.....	80
4.19. Costo y beneficio de la producción de aceite de sachá inchi .....	81

4.19.1.	Presupuesto de costo de producción del aceite .....	81
4.20.	Costo y beneficio de la producción de galletas a base de sachá inchi .....	82
4.20.1.	Presupuesto de costo de producción de las galletas .....	82
CAPÍTULO V .....		83
5.1.	COMPARACIÓN DE HIPÓTESIS .....	83
5.1.1.	Verificación de hipótesis A .....	83
5.1.2.	Verificación de hipótesis B .....	83
5.2.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	84
5.2.1.	Conclusiones .....	84
5.2.2.	Recomendaciones .....	85
BIBLIOGRAFÍA .....		87
ANEXOS .....		98

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>N.º Tabla</b>	<b>página</b>
1. Taxonomía del sachá inchi.....	7
2. Contenido de proteínas y ácidos grasos en sachá inchi 100g.....	11
3. Análisis físico químico de sachá inchi .....	12
4. Cantidad de importación mundial .....	14
5. Principales provincias de productores de sachá inchi .....	15
6. Composición química de ácidos grasos del aceite de Sachá Inchi virgen extra.....	22
7. Características fisicoquímicas del aceite de sachá inchi .....	22
8. Composición química de la harina de sachá inchi .....	25
9. Composición química del trigo (expresada en porcentaje sobre peso seco) .....	26
10. Características de los principales tipos de galletas .....	27
11. Análisis físico químico de las galletas .....	28
12. Localización de la extracción de aceite.....	29
13. Localización del análisis de materias primas y productos .....	29
14. Diseño experimental.....	33
15. Combinación de los tratamientos .....	33
16. Características del experimento .....	34
17. Análisis de varianza ANOVA.....	35
18. Combinación de los tratamientos .....	36
19. Características del diseño experimental .....	37
20. Análisis de varianza ANOVA.....	38



<b>21.</b> Parámetros de operación utilizados para el proceso de extracción por prensado al frío.....	43
<b>22.</b> Características físicas de las semillas de sachá inchi. ....	57
<b>23.</b> Análisis proximal para las semillas de sachá inchi en diferentes estados de madurez. ....	58
<b>24.</b> Rendimientos de la extracción de aceite de semillas de sachá inchi.....	59
<b>25.</b> Análisis de varianza para rendimiento. ....	60
<b>26.</b> Pruebas de diferencias honestamente significativas para rendimiento por secado.....	61
<b>27.</b> Pruebas de diferencias honestamente significativas para rendimiento por estado de madurez. ....	62
<b>28.</b> Análisis bromatológicos del aceite.....	63
<b>29.</b> Ácidos grasos presentes en los tratamientos establecidos.....	70
<b>30.</b> Compuestos volátiles del aceite de sachá inchi. ....	71
<b>31.</b> Perfil de ácidos grasos del aceite de sachá inchi con mejor rendimiento. .	72
<b>32.</b> Análisis bromatológicos de la torta residual del aceite con mejor rendimiento. ....	73
<b>33.</b> Promedio total de cada uno de los tratamientos.....	74
<b>34.</b> Análisis de varianza ANOVA para el atributo color en la galleta de SI....	75
<b>35.</b> Prueba de diferencias mínimamente significativas para el atributo color de la galleta de SI.....	75
<b>36.</b> Análisis de varianza ANOVA para el atributo olor en la galleta a base de SI .....	76

<b>37.</b> Prueba de diferencias mínimamente significativas para el atributo olor de la galleta de SI.....	76
<b>38.</b> Análisis de varianza ANOVA para el atributo sabor de la galleta de SI ...	77
<b>39.</b> Prueba de diferencias mínimamente significativas para el atributo sabor de la galleta de SI.....	77
<b>40.</b> Análisis de varianza ANOVA para el atributo textura de la galleta de SI.	78
<b>41.</b> Prueba de diferencias mínimamente significativas para el atributo textura de la galleta de SI.....	78
<b>42.</b> Análisis de varianza ANOVA para la aceptabilidad en la galleta a base de SI .....	79
<b>43.</b> Prueba de diferencias mínimamente significativas para el atributo aceptabilidad de la galleta de SI.....	79
<b>44.</b> Resultados bromatológicos de la galleta de sachá inchi .....	80
<b>45.</b> Análisis microbiológico de mohos y levaduras .....	80
<b>46.</b> Presupuesto para la producción de galletas de sachá inchi .....	82

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>N.º Figura</b>	<b>Página</b>
1. Anatomía de sachá inchi ( <i>Plukenetia Volubilis</i> L.) .....	7
2. Cosecha de sachá inchi.....	10
3. Diagrama del equipo de prensado al frío .....	16
4. Obtención de aceite de sachá inchi .....	18
5. Estructura química del ácido linolénico .....	21
6. Estructura química del ácido linoleico.....	21
7. Estructura química del ácido oleico .....	22
8. Subproducto de sachá inchi después de la extracción de aceite.....	24
9. Obtención de harina de sachá inchi.....	25
10. Diagrama de extracción del aceite vegetal.....	45
11. Diagrama de proceso para la elaboración de harina de sachá inchi.....	51
12. Diagrama de la obtención de galletas de SI .....	54
13. Semillas inmaduras empleadas experimentalmente hasta la obtención de su almendra.....	56
14. Semillas maduras empleadas experimentalmente hasta la obtención de su almendra.....	56
15. Semillas en diferentes estados de descomposición. ....	58
16. Medias del secado en el rendimiento de aceite de sachá inchi. ....	61
17. Gráfico de interacciones de los factores AxB respecto al el rendimiento..	62
18. Cromatograma del tratamiento secado al ambiente y semillas en estado maduro.....	64

<b>19.</b> Cromatograma del tratamiento secado al ambiente y semillas en estado inmaduro. ....	65
<b>20.</b> Cromatograma del tratamiento secado a 30°C y semillas en estado maduro. ....	66
<b>21.</b> Cromatograma del tratamiento secado a 30°C y semillas en estado inmaduro. ....	67
<b>22.</b> Cromatograma del tratamiento secado a 45°C y semillas en estado maduro. ....	68
<b>23.</b> Cromatograma del tratamiento secado a 45°C y semillas en estado inmaduro. ....	69
<b>24.</b> Gráfico de los resultados de cada tratamiento mediante el análisis sensorial ....	74

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>N.º Anexo</b>	<b>página</b>
1. Mapa de ubicación de la investigación .....	98
2. Datos recolectados en el análisis físico de las semillas de SI .....	99
3. Certificado de los análisis químicos de las semillas de SI.....	100
4. Certificado de análisis fisicoquímicos del aceite vegetal.....	102
5. Certificado de los análisis cromatográficos .....	106
6. Certificado de análisis de la torta residual (TR).....	118
7. Certificado de análisis de la galleta.....	120
8. Análisis de calidad de galletas de SI.....	121
9. Certificado de análisis de proteína .....	122
10. Certificado de análisis de carbohidratos y calorías .....	124
11. Análisis físico químico de las semillas de Sacha inchi .....	126
12. Extracción de aceite por prensado al frío .....	127
13. Análisis físico químico del aceite de sachá inchi.....	128
14. Obtención de harina de sachá inchi.....	129
15. Producción de galletas de sachá inchi y aceite vegetal .....	130
16. Modelo de las etiquetas .....	132
17. Modelo de la encuesta del análisis sensorial.....	135
18. Glosario de términos técnicos .....	136

## RESUMEN

El sachu inchi conocido como un super alimento por su contenido de ácidos grasos insaturados y su contenido proteico. Ecuador principalmente exporta como materia, muy poco se extrae su aceite que deja la torta residual que no es aprovechada, por lo que planteamos como objetivo aprovechar la semilla de sachu inchi (*Plukenetia volubilis*) en la extracción de aceite y obtención de harina a partir de la torta residual. La materia prima se obtuvo del cantón buena fe provincia de los Ríos. Los análisis se realizaron en el laboratorio de bromatología del departamento de investigación de la Universidad Estatal de Bolívar y la extracción de aceite en el laboratorio Urku Mikuna propiedad de la Fundación Familia Salesiana en la parroquia Salinas del Cantón Guaranda. Se empleó un diseño de bloques completamente al azar AxB con dos repeticiones, donde los factores de estudio fueron estados de madurez con dos niveles y condiciones de secado con tres niveles. Se aplicó el método prensado al frío en la extracción de aceite con semillas de sachu inchi en estado maduro e inmaduro cada una de ellas secadas a temperatura ambiente 18°C, 30 °C y 45 °C con parámetros de operación de 160-200 bar de presión y sin superar los 50 °C. Dejando como resultado que el mejor tratamiento es utilizar semillas maduras que se secaron a 45°C hasta una humedad de 6-8 % resultando un rendimiento de 43,2 %. El análisis cromatográfico identificó 6 pico donde 7,62 % corresponde a ácidos grasos saturados denotando así el ácido oleico (8.36 %), el ácido linoleico (36,01 %) y ácido linolénico (48,01 %) tienen mayor abundancia. La torta residual se pulverizó hasta conseguir una harina con 0,5  $\mu$  misma que alcanzó un contenido proteico del 61%. Se aplicó un diseño de bloques completamente al azar (DBCA), donde los factores de estudio fueron harina de sachu inchi (HSI) y harina de trigo (HT) con distintos niveles de mezcla. Obteniendo el mejor tratamiento T3 (70 – 30), la cual por cada 100 % se obtiene 28 % de proteína. De este modo se concluye que el aprovechamiento de la semilla de sachu inchi es una propuesta que puede generar una fuente de ingresos importante dentro del desarrollo agroindustrial en Ecuador empleado para la obtención de aceite vegetal, harina de sachu inchi y galletas alcanzado en esta investigación.

**Palabras claves:** sachu inchi, *plukenetia volubilis*, ácidos grasos, prensado al frío, omega 3.

## SUMMARY

Sacha inchi known as a super food for its content of unsaturated fatty acids and protein content. Ecuador mainly exports as a material, very little of its oil is extracted, which leaves the residual cake that is not used, so our objective is to take advantage of the sacha inchi seed (*Plukenetia volubilis*) in the extraction of oil and obtaining flour from the residual cake. The raw material was obtained from the bona fide canton, province of Los Ríos. The analyzes were carried out in the bromatology laboratory of the research department of the State University of Bolívar and the oil extraction in the Urku Mikuna laboratory owned by the Salesian Family Foundation in the Salinas parish of the Guaranda Canton. A completely randomized AxB block design with two repetitions was used, where the study factors were maturity states with two levels and drying conditions with three levels. The cold-pressed method was applied in the extraction of oil with sacha inchi seeds in a mature and immature state, each of them dried at room temperature 18°C, 30°C and 45°C with operating parameters of 160-200 bar. pressure and without exceeding 50 °C. Leaving as a result that the best treatment is to use mature seeds that were dried at 45°C to a humidity of 6-8%, resulting in a yield of 43.2%. The chromatographic analysis identified 6 peaks where 7.62% corresponds to saturated fatty acids, thus denoting oleic acid (8.36%), linoleic acid (36.01%) and linolenic acid (48.01%) having greater abundance. The residual cake was pulverized until obtaining a flour with 0.5 μ that reached a protein content of 61%. A completely randomized block design (DBCA) was applied, where the study factors were sacha inchi flour (HSI) and wheat flour (HT) with different levels of mixing. Obtaining the best T3 treatment (70–30), which for every 100% you obtain 28% protein. In this way, it is concluded that the use of the sacha inchi seed is a proposal that can generate an important source of income within the agroindustrial development in Ecuador used to obtain vegetable oil, sacha inchi flour and cookies achieved in this research.

**Keywords:** sacha inchi, *plukenetia volubilis*, fatty acids, cold pressed, omega 3.

# CAPÍTULO I

## 1.1.INTRODUCCIÓN

Sacha Inchi (SI) es una planta cuyo nombre científico es *Plukenetia volubilis*, conocida también con el nombre de maní del inca. Esta planta se la encuentra desde Centroamérica hasta Sudamérica en el Perú donde es originaria, específicamente de la selva amazónica. Se caracteriza por ser una planta trepadora y semi leñosa con abundantes hojas y flores pequeñas, se desarrolla a 100 y 2000 msnm, crece hasta una altura aproximada de 2 metros. En Ecuador existe una variedad vegetal muy amplia debido a la diversidad de flora y pisos climáticos, se lo cultiva en las provincias de El Oro, Esmeraldas, Manabí, Morona Santiago y Pichincha, ha sido impulsado por el MAGAP desde el 2018 la producción en la provincia de El Oro Preciado Ramírez, et al (2021).

El aceite de sacha inchi al compararse con las demás semillas oleaginosas a nivel mundial, resulta ser el más rico en lipoproteínas de alta densidad (HDL), que son las que el organismo necesita para el correcto funcionamiento, presenta alrededor del 50% de aceite y un 28% de proteína altamente digeribles. Además, (Jitpinit et al., 2022) señala que las grasas poliinsaturadas son el componente principal del aceite de SI, aproximadamente entre el 85% y el 93% del total son ácidos poliinsaturados entre estos, el ácido linolénico (omega-3) y ácido linoleico (omega-6) son los dos principales.

La Norma Técnica Ecuatoriana (INEN 2688, 2014) define como aceite virgen al aceite extraído del fruto de sacha por procedimientos mecánicos como la extracción y prensado que no producen alteraciones al producto. La generación de subproductos o residuos agroindustriales en las diferentes etapas de los procesos productivos, es actualmente una problemática a nivel mundial, debido a que en la mayoría de los casos no son procesados o dispuestos adecuadamente, situación que contribuye al proceso de contaminación ambiental. Los residuos de la extracción de aceite esencial de SI poseen un alto potencial para ser aprovechados en diferentes procesos que incluyen elaboración de nuevos productos que aporten valor agregado.



## **1.2. PROBLEMA**

### **1.2.1. Planteamiento del problema**

Las semillas de sacha inchi son reconocidas por sus propiedades nutritivas en las que se aprecia su contenido de ácidos grasos esenciales, proteína y su bajo contenido de ácidos grasos saturados. Su consumo en la dieta habitual puede ser una estrategia encaminada a la prevención de enfermedades cardiovasculares, así como las propiedades del aceite de oliva.

El sacha inchi (*Plukenetia volubilis*) es una de las principales leguminosas que se produce en algunas provincias del Ecuador, la falta de investigación a nivel nacional ha hecho que sea unas materias primas que no genera un aprovechamiento agroindustrial integral, dejando un residuo considerable que no genera valor agregado al mercado nacional ni internacional.

### **1.2.2. Situación problemática**

Sin embargo, en la actualidad existe poca información científica desarrollada en la actualidad acerca de la utilización de subproductos que se genera durante la extracción de aceite de la almendra de sacha inchi mediante la tecnología de prensado al frío, la aplicación de estos procesos de transformación no se ha estudiado, lo que genera desconocimiento de los parámetros físicos de operación, características físicas, químicas de la materia prima antes, durante y después lo que, genera incertidumbre en la comunidad agroindustrial y plantas extractoras de aceite vegetal.

De continuar con esta realidad el residuo de la extracción de aceite de SI será un desecho sin valor y el sector agroindustrial se verá afectado al no tener una guía que permita realizar dichos procesos de igual manera, generan pérdida de recursos económicos amigables con el medio ambiente.

### **1.2.3. Formulación de problema**

Con base en lo expuesto anteriormente se orienta a extraer aceite y elaborar harina del residuo de torta de sachá inchi para su aplicación agroindustrial.

Para lo cual se plantea la siguiente pregunta de investigación:

¿Cómo aprovechar la torta residual que deja la extracción de aceite de sachá inchi mediante el método de prensado al frío?

### **1.2.4. Situación problemática**

¿Cuál es la composición física y química del sachá inchi?

¿Qué método es recomendable para la extracción de aceite de las semillas de sachá inchi?

¿Qué características presenta el aceite y su torta residual?

¿Cuál es la utilidad que se proporciona al desecho posterior a la extracción del aceite?

¿Cómo saber la aceptabilidad de productos elaborados con los residuos post extracción?

### **1.3. OBJETIVOS**

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

Aprovechar la semilla de sachá inchi (*Plukenetia volubilis*) en la extracción de aceite y obtención de harina a partir de la torta residual.

#### **1.3.2. Objetivos específicos**

- Caracterizar físico y químicamente al sachá inchi (*Plukenetia volubilis*).
- Extracción del aceite de las semillas de sachá inchi por el método de prensado al frío.
- Caracterizar las propiedades físico químicas del aceite y de la torta obtenida.
- Elaborar harina a partir de su torta residual para la elaboración de galletas.
- Determinar el mejor tratamiento de la galleta obtenida mediante análisis sensoriales.

## **1.4. HIPÓTESIS**

### **1.4.1. A: Hipótesis nula ( $H_0$ )**

No es factible aprovechar la semilla de sachá inchi (*Plukenetia volubilis*) en la extracción de aceite por el método de prensado al frío.

### **1.4.2. A: Hipótesis alternativa ( $H_1$ )**

Si es factible aprovechar la semilla de sachá inchi (*Plukenetia volubilis*) en la extracción de aceite por el método de prensado al frío.

### **1.4.3. B: Hipótesis nula ( $H_0$ )**

No es factible aprovechar la torta residual después de la extracción de aceite de la semilla de sachá inchi (*Plukenetia volubilis*) para la obtención de harina.

### **1.4.4. B: Hipótesis alternativa ( $H_1$ )**

Si es factible aprovechar la torta residual después de la extracción de aceite de la semilla de sachá inchi (*Plukenetia volubilis*) para la obtención de harina.

## CAPÍTULO II

### 2. MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Generalidades del sacha inchi

El Sacha Inchi es una planta oleaginosa cuyas semillas se consumen en su forma natural y ofrecen beneficios especialmente adecuados para niños y personas mayores, el aceite extraído de estas semillas es utilizado en ensaladas y en la preparación de alimentos, su composición es principalmente aceite del contenido de la fruta que está compuesto en su mayoría por grasas insaturadas, incluyendo omega tres, seis y nueve, las cuales son beneficiosas para la salud.

Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis L.*) es una especie propia de la amazonia llamada también maní del inca, la producción se extiende desde América Central hasta el Perú donde se cultiva en la selva alta y baja, el naturalista Linneo en el año 1753 describió a la planta como rastrera y trepadora con abundantes hojas y flores pequeñas, crece hasta una altura aproximada de 2 metros (Burbano & Noriega., 2015).

En comparación con otras semillas oleaginosas en todo el mundo, el aceite de Sacha Inchi parece ser el más rico en grasas saludables y aporta beneficios para la salud. Según Alayón y Echeverri, (2018), “De su semilla se extrae un aceite rico en antioxidantes y ácidos grasos poliinsaturados con elevado potencial agro tecnológico y aplicaciones en las industrias alimentarias humanas y animales, así como cosméticas” (p.1).

Es importante destacar que, aunque el sacha inchi tiene grandes beneficios nutricionales para la salud y la nutrición, no obstante, no es un alimento milagroso y debe consumirse como parte de una dieta equilibrada y es relevante mencionar que antes de incorporarlo a la dieta o tomar suplementos, es aconsejable consultar a un profesional de la salud, especialmente si tienes alguna condición médica o toma medicamentos.

El Sacha Inchi es una planta trepadora con tallos delgados, hojas grandes y flores pequeñas que produce cápsulas esféricas llenas de semillas ricas en aceite. Estas semillas son la parte más valorada de la planta debido a su contenido nutricional y

son ampliamente utilizadas en la alimentación y en la producción de aceite, como se muestra en la siguiente figura.

**Figura 1**

*Anatomía de sacha inchi (Plukenetia Volubilis L.)*



**Nota.** Semilla de Sacha Inchi. Obtenido de Torres, 2020.

**2.2.Taxonomía**

En la tabla 1 según Aguilar & Carhumanta (2019), indica el orden taxonómico del sacha inchi

**Tabla 1**

*Taxonomía del sacha inchi*

<b>Orden</b>	<i>Euphorbiales</i>
Familia	<i>Euphorbiaceae</i>
Sub-familia	<i>Plukenetieae</i>
Género	<i>Plukenetia</i>
Tribu	<i>Pluenetieae</i>
Sub tribu	<i>Plukenetiinae</i>
Especie	<i>Plukenetia volubilis</i>

**Nota.** Modificado de Aguilar & Cahumanta (2019).

**2.3.Morfología del sacha inchi**

Las características morfológicas del sacha inchi son útiles para identificar y distinguirla de otras plantas y son importantes tanto en la identificación botánica

como en su uso práctico, ya que las semillas y el aceite son apreciados por sus beneficios nutricionales y medicinales. De acuerdo con Biopat Perú (2018),

Es una planta trepadora, voluble, semileñosa, de crecimiento indeterminado, tiene hojas alternas, de color verde oscuro, ápice puntiagudo, el tallo es redondeado, las flores, masculinas son pequeñas, blanquecinas, dispuestas en racimo, mientras que las femeninas se encuentran en la base del racimo y se ubican lateralmente de una a dos flores, los frutos verde o maduro, presenta forma estrellada, cada punta es un lóbulo, por lo general presenta de 4 a 7 lóbulos, cápsula cuadrangular de 3,5 a 4,5 centímetros de diámetro con ángulos quillados, se encuentran dentro de los lóbulos. La semilla se encuentra dentro de la cápsula con cinco a nueve lóbulos tiene forma ovalada, de color marrón oscuro, abultada en el centro y aplastada hacia el borde, la superficie puede ser lisa o rugosa. Su diámetro fluctúa entre 0,85 a 2,1 centímetros, dependen de las condiciones agroclimáticas del cultivo, al interior de la semilla se encuentra una almendra que contiene alrededor de 50% de aceite (p.4).

#### **2.4. La poda del cultivo de sachá inchi**

La poda es una práctica importante en el cultivo de Sachá Inchi para mejorar su desarrollo, salud y rendimiento, se debe realizar varios tipos de poda, como la de los tallos no productivos, esta se la ejecuta durante el crecimiento de la planta, identificando los tallos que no están produciendo frutos o que están enfermos o dañados permitiendo que la planta concentre su energía en los tallos más saludables y productivos.

Por otro lado, también se debe realizar una poda si la planta se vuelve demasiado densa o exuberante, en estos casos es recomendable podar algunas de las ramas en exceso para permitir una mejor circulación de aire y reducir el riesgo de enfermedades fúngicas.

En líneas generales, la poda es un proceso importante en el cultivo de sachá inchi porque evita la proliferación de ramas abundantes, flores masculinas, ya que esto podría afectar negativamente el rendimiento de la planta.

El tener la habilidad de la poda del cultivo del sachu inchi esto se realiza para formar la planta esto se lleva a cabo a los 60 días, y sus podas de mantenimiento se realiza cada 30-45 días con el objetivo de controlar la altura de la planta y también controla la distribución de la luz. La fertilización utiliza abono orgánico como gallinaza, montillo de lombriz y excremento de corral (es recomendable usar 2kg de abono orgánico / m<sup>2</sup>) y suplemento de magnesio y calcio (250mg) para equilibrar la acidez del suelo. Las etapas de fertilización recomendada es 100-70-70 (Nitrógeno, fosforo y potasio), empezando con la mitad en la siembra y el resto a los 45 días (Castro., 2019).

## **2.5. Cosecha de cultivo de sachu inchi**

El momento adecuado para realizar la cosecha de sachu inchi depende de la madurez de las cápsulas que contienen las semillas, por lo general, se lo realiza cuando las cápsulas han alcanzado la madurez completa y esto sucede cuando los frutos o cápsulas se vuelven de color marrón oscuro y se secan en la planta, otra de las características para identificar cuando las semillas están listas para la cosecha es que se puede escuchar un sonido de cascabel cuando se agita las cápsulas, lo que indica que las semillas están listas para ser recolectadas, los tiempos de la cosecha varían según la región y las condiciones climáticas locales como menciona Ayala (2016),

Dentro de los 3 a 4 meses después de iniciado la fructificación, es decir a los 5 o 6 meses establecido la plantación en campo; esta especie fructifica durante todo el año, por lo tanto, la cosecha debe realizarse de manera habitual.

La recolección se realiza manualmente, se recolecta las semillas cuando el pericarpio es marrón oscuro, este proceso suele suceder entre finales del verano y principios del otoño dependiendo el país en muchas áreas, pero es importante realizar una cosecha oportuna para obtener semillas de alta calidad y evitar que se vuelvan demasiado maduras y se abran en la planta antes de la cosecha.

Luego de la recolección es importante secar las cápsulas de sachu inchi de manera adecuada para evitar la humedad y el moho, esto se lo puede hacer colocando las cápsulas en un lugar fresco y seco con buena ventilación durante varios días, “el



secado puede efectuarse en forma natural o artificial, según la fuente de calor” (Arevalo, 1996, p.45). Para ello, es importante asegurarse de que las cápsulas estén completamente secas, porque cualquier humedad residual puede dificultar el proceso, también se puede inspeccionar las cápsulas y eliminar cualquier cápsula dañada o que no esté completamente madura.

La etapa que le acontece a la cosecha es el trillado de las capsulas, esta etapa es importante para extraer las semillas de sacha inchi de las cápsulas secas, para ello se debe preparar el lugar donde se ejecutara esta acción, puede ser en una superficie grande y plana completamente limpia y sin humedad y luego sostener la capsula entre los dedos y aplicarle presión hasta que se abra la capsula.

Ya que queda expuesta la semilla se coloca en un recipiente previamente preparado y se procede a guárdalas en un recipiente hermético para luego colocarlas en un lugar fresco y oscuro para mantener su frescura y calidad.

## **Figura 2**

*Cosecha de sacha inchi*



**Nota.** Cosecha de sacha inchi. Obtenido de Sáez, 2021.

### **2.6. Valor nutricional**

El sacha inchi es conocido por su alto valor nutricional y es apreciado por su perfil de ácidos grasos saludables, proteínas y otros nutrientes, estas pequeñas semillas son una fuente de minerales importantes, como el magnesio, el fósforo, el potasio y el zinc, que son esenciales para una variedad de funciones corporales, incluyendo la salud ósea y la función del sistema inmunológico, por su bajo nivel de carbohidrato es muy recomendable utilizarlo como parte de una dieta balanceada y

saludable. Así lo considera, Diaz (2019), “El sachá inchi integral por su alto valor proteico (31 ,44%), grasa (51 ,61%) y energía bruta (7044,52 kcal/kg)”.

**Tabla 2**

*Contenido de proteínas y ácidos grasos en sachá inchi100g*

<b>Componente</b>	<b>%</b>
Grasa cruda	52.63 %
Proteína	27 %
Humedad	5.63 %
Carbohidratos	7.72 %
Ceniza	2.80 %
Omega 3	48 %
Omega 6	36 %

**Nota.** Contenido de proteínas en sachá. Obtenido de Yecilia, 2020.

Es importante tener en cuenta que el valor nutricional exacto de las semillas de sachá inchi puede variar ligeramente según su fuente y procesamiento, estas semillas se pueden consumir de varias formas, como tostadas, trituradas en harina o aceite prensado en frío, lo que puede afectar sus propiedades nutricionales, además, dado su alto contenido de grasas, es importante consumirlas con moderación como parte de una dieta equilibrada.

## **2.7. Beneficios**

Los frutos de esta plata son valorados por sus numerosos beneficios para la salud debido a su perfil nutricional único, por ejemplo, la fibra presente en el sachá inchi puede ayudar a regular los niveles de azúcar en la sangre, lo que puede ser beneficioso para personas con diabetes o en riesgo de desarrollar diabetes tipo 2 o mellitus (Mendoza., 2021).

Una fuente alimenticia es la planta de Sachá Inchi (*Plukenetia volubilis L.*), puesto que remonta desde culturas milenarias, esta planta ha sido cuidada y cultivada por las comunidades de la Amazonía peruana. Dentro de los beneficios y componentes de la semilla de Sachá Inchi son: un alto porcentaje de proteínas (, aminoácidos, ácidos grasos esenciales (omegas 3, 6, y 9) y vitamina E (tocoferoles y tocotrienoles en comparación con otras semillas como el maní, palma, maíz, soya, girasol) (Cárdenas., 2020, p.19).

También contiene minerales importantes como el calcio y el fósforo, que son esenciales para la salud ósea y dental, por ello es muy recomendable que esté presente en la dieta de los niños y personas adultas mayores.

**Tabla 3**

*Análisis físico químico de sachá inchi*

<b>Componente</b>	<b>Base húmeda %</b>	<b>Base seca %</b>
Humedad	6,37	0,0
Proteína total	24,21	25,86
Grsa cruda	51,40	54,90
Fibra cruda	11,30	12,07
Cenizas	2,69	2,87
Carbohidratos	4,03	4,3
Total	100,00	100,00

**Nota.** Análisis físico químico de sachá inchi. Obtenido de Tomado de Ponce, 2022.

Otro de los beneficios es que ayuda al cabello y a la piel, puesto que el aceite de sachá inchi, derivado de las semillas, se utiliza en productos de cuidado de la piel y el cabello debido a sus propiedades hidratantes y reparadoras, logrando una piel más tersa y un cabello manejable y con gran brillo.

## **2.8. Variedades de Sachá Inchi**

### **Sachá maní inca-1**

Es una variedad específica de sachá inchi que se cultiva por sus semillas ricas en aceite, que son una fuente importante de ácidos grasos esenciales, especialmente ácido alfa-linolénico, un tipo de omega-3, y ácido linoleico, un tipo de omega-6, esta variedad, ha desarrollado o seleccionado por sus características particulares, como rendimiento, resistencia a enfermedades u otras cualidades deseables en la agricultura (Berkelaar & Motis., 2017).

Dentro de la composición del Sachá inchi, se encuentra que la semilla tiene grandes aportes a la salud y es una fuente valiosa de ácidos grasos esenciales, proteínas de alta calidad y componentes antioxidantes., todo esto lo hace un alimento y un recurso industrial valioso, además, la baja relación proporción de ácidos grasos en omega 6 con respecto a ácidos grasos omega lo convierte en un alimento de aspecto positivo desde el punto de vista de la salud.

Presenta alrededor de 48-50% de aceite y 27-28% de proteínas altamente digeribles y ricas en aminoácidos esenciales, excepto leucina y lisina, el aceite obtenido de su semilla está compuesto, en su mayor parte por ácidos grasos poliinsaturados que incluyen 32-37% de ácido linolénico, con 12 % de monoinsaturados, se establecieron diferencias al comparar la composición química de las semillas de diferentes especies, en todas ellas fue notable el importante contenido de ácido  $\alpha$ -linolénico (ALA) y una baja relación  $\alpha$ -6/  $\alpha$ -3, así como cantidades considerables de tocoferoles, fitosteroles y compuestos fenólicos, responsables del aumento del poder antioxidante (Alayón y Echeverri, 2018, p.2).

Es una planta enredadera de la familia (*Euphorbiaceae*). Las flores aparecen en conjuntos, estas flores son masculinas como femeninas en cada planta. La polinización de la fruta se hace en forma de Estrella que comienzan por un color verde y se vuelven marrón negro al madurar (Berkelaar & Motis, 2017, p.2).

La elevación de la planta promedio entre 210 cm su adaptación: 100-1500 m.s.n.m. Se desarrolla en suelos francos y francoarenosos, la semilla para siembra por hectárea: 4 Kg. Distancia y densidad de siembra: 2 m \* 3 m = 1666 plantas/hectárea. 3 meses a florescencia, alcanza etapa de productividad óptima a los 12 meses después de la siembra. El porcentaje de aceite contenido en la semilla: 47% Producción: 2 toneladas /ha / año (Arguello., 2019).

### **Sacha maní catío-2**

El sacha maní catío-2 es otra de las variedades del sacha inchi tiene una altura media de la planta, se desarrolla en suelos francos y arenosos el estado de florescencia es de 3 meses y alcanza etapa de productividad óptima a los 11 meses después de la siembra, se considera que tiene un porcentaje mucho más elevado de aceite contenido en la semilla que las otras variedades.

La variedad tiene una altura promedio de 245 centímetros y es adecuada para adaptarse a altitudes que van desde los 100 a los 1500 metros sobre el nivel del mar. Esta planta prospera en suelos de tipo franco y franco arenoso. Para sembrarla en una hectárea, se requieren 7 kilogramos de semillas, y la distancia y densidad de siembra se establece en 2 metros por 3 metros, lo que resulta en aproximadamente

1666 plantas por hectárea. El período de cultivo abarca desde los 3 meses hasta la fase de floración, alcanzando su punto de máxima productividad óptima aproximadamente 11 meses después de la siembra. El contenido de aceite en las semillas es del 42%, y la producción anual estimada es de 2 toneladas (Arguello., 2019).

### **Sacha maní nukak-3**

Esta variedad tiene mayor rendimiento de productividad en las semillas en comparación con las otras variedades. (Ayala, 2016), menciona en su investigación que esta variedad muestra porcentajes de aceite contenido en la semilla de un 63% Producción: 2 toneladas /ha / año. Puesto que el aumento del área foliar durante el tiempo de valoración en esta especie puede ser una respuesta a la continua emisión de órganos vertederos, es una característica notoria que presenta en especies de crecimiento interrumpido.

## **2.9. Producción mundial**

La tabla 4 presenta la cantidad de importación mundial del sacha inchi que se encuentra ubicado de acuerdo con el país con más producción.

**Tabla 4**  
*Cantidad de importación mundial*

País	Producción (ha)		
	2015	2016	2017
Perú	3.200	3.300	3.800
Ecuador	400	450	450
Bolivia	340	340	390
Colombia	40	150	330
Brasil	120	140	150

**Nota.** Producción mundial de sacha inchi entre el año 2015-2017. Obtenido de Montero, 2019.

## **2.10. Producción nacional**

En Ecuador, el Sacha Inchi, cultivan esta planta en las provincias de El Oro, Esmeraldas, Manabí, Morona Santiago y Pichincha.

El MAGAP tiene registrados 450 agricultores: 120 en Pichincha, 50 en Santo Domingo, 100 en Morona Santiago, 50 en Francisco de Orellana, y el resto distribuidas entre Esmeraldas, El Oro, Sucumbíos, Guayas. No se ha evidenciado

algún registro de los agricultores que trabajan de forma independiente o asociados a empresas privadas (Preciado et al., 2021).

### **Tabla 5**

#### *Principales provincias de productores de sachá inchi*

Provincia	Hectáreas cultivadas (ha)
Pichincha	150
Morona Santiago	113
El oro	100
Esmeraldas	200

**Nota.** Provincias de productores de sachá inchi. Obtenido por, Berrones, 2018.

### **2.11. Método de extracción del aceite por prensado al frío**

La extracción por prensado en frío del aceite de sachá inchi es un proceso utilizado para obtener el aceite de las semillas sin someterlas a altas temperaturas, lo que ayuda a preservar la calidad del aceite y a mantener sus propiedades nutricionales intactas, se considera que esta es una de las formas de extracción lo más natural posible.

Mendez y Ullon (2020), indica que, a partir de la semilla preparada y lista para su procesamiento, el primer paso implica la trituración de las semillas utilizando un molino, con el propósito de romper las estructuras de la planta de manera que el aceite contenido en la semilla se libere. Dependiendo de las características específicas del aceite obtenido, es posible que se considere o no un proceso de refinado. Posteriormente, la masa triturada se traslada a tanques especialmente diseñados de acero inoxidable, donde la masa se somete a una prensa que, en un solo paso, ejerce presión separando así el aceite de la torta de proteína resultante la cual puede ser sometida a un proceso adicional de extracción mediante disolventes para obtener un aceite adicional o puede ser utilizada en la producción de alimentos nutritivos.

Por otro lado, para Ruiz (2022), el proceso de prensado en frío es una técnica de extracción mecánico a bajas temperaturas, que se realiza con el fin de preservar la equilibrio de ácidos grasos esenciales, vitamina E, antioxidantes naturales y es un proceso que no necesita ningún agregado, los rendimientos bajos de producción de aceite a partir de la semilla limpia libre de contaminaciones, se comienza a moler, donde la semilla pasa a través de una prensa donde en un solo paso se presiona la

masa separándose el aceite y dejando una torta de proteína, designada generalmente pellets o torta fraccionaria.

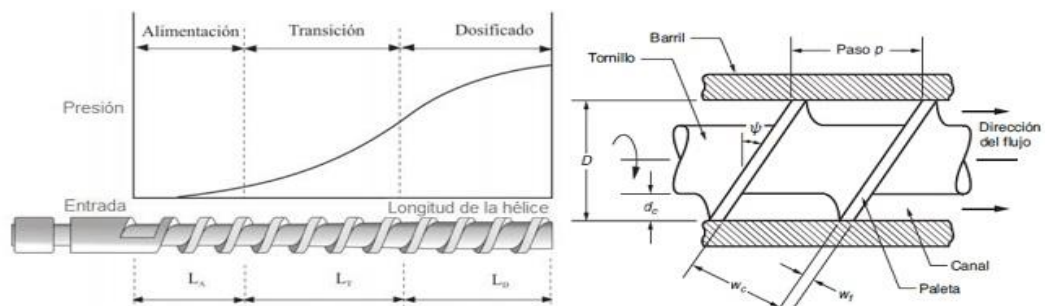
Dentro de este contexto, el proceso de extracción de aceite es óptimo cuando se logra la mayor producción a partir de las semillas. Dentro de los parámetros críticos es la temperatura, por lo que es importante no exceder los 50° C durante el proceso y conservar de esta manera el equilibrio de ácidos grasos, antioxidantes presentes en el aceite y sus propiedades fisicoquímicas (Hurtado., 2019).

Por otro lado, la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2688 (NTE, 2014) define como aceite virgen al aceite obtenido del fruto de sachá mediante procedimientos mecánicos como la extracción y prensado que no producen alteraciones al producto.

La extracción según Neira et al., (2021), indica que se realiza receptando las semillas de sachá inchi, donde cada una de las semillas deben tener las características apropiadas tener una humedad aproximada de 5 a 7 % la cual facilita obtener la mayor cantidad posible de aceite en el prensado, donde se selecciona las de mejor calidad que pasara al prensado que se realizara mediante una prensa hidráulica la cual ejerce una presión de trabajo que funciona con un mecanismo de cilindro émbolo.

Se sabe que este tipo de maquina es manejado mediante un tablero eléctrico, mientras que el aceite obtenido es expulsado y cae en una bandeja de acero inoxidable donde se recoge, para ser filtrado por placas filtro donde se elimina cualquier residuo o material extraño para así ser embotellado y sellado (Neira et al., 2020,p.4).

**Figura 3**  
*Diagrama del equipo de prensado al frio*



**Nota.** Esquema del equipo de prensado al frio. Obtenido por, Gutiérrez et al., 2019.

### **2.11.1. Definición de la industria**

En proyecto de extracción de aceite se encuentra ubicado dentro de la industria de aceites comestibles en el Ecuador, el origen de la mayoría de los aceites que se consumen en el mercado local están elaborados a base de la semilla de la palma aceitera, y en porcentaje menor de otro tipo de semillas como la oliva, la canola, palma africana, mientras que la planta de sachá inchi, es un sector que apenas empieza a desarrollarse, de los 813 hectáreas cultivadas para la venta y su industrialización. Sin embargo, en lo que respecta a la producción de aceite vegetal en Ecuador ocupa el segundo lugar a nivel sudamericano, y es el séptimo productor a nivel mundial, aún con rendimientos inferiores a los de países de la región como Colombia y Costa Rica, aspecto que es bastante positivo (Baque et al., 2023).

### **2.11.2. Usos industriales del sachá inchi**

El sachá inchi es una planta nativa de la Amazonía que ha ganado popularidad debido a sus diversas aplicaciones industriales y beneficios para la salud, llegando a ser uno de los productos más destacados derivados de esta planta, se utiliza en la industria alimentaria como aceite comestible rico en ácidos grasos esenciales, especialmente omega-3, omega-6 y omega-9. También se emplea en la fabricación de productos cosméticos y de cuidado de la piel debido a sus propiedades hidratantes y nutritivas. Según Núñez, (2022), “determinar que la importancia de esta planta radica en sus hojas, semillas y el aceite extraído de las mismas debido a que de estas se extrae la mayor cantidad de metabolitos secundarios de interés para las distintas industrias” (p.24).

### **2.11.3. Obtención de aceite**

Para la obtención del aceite de la semilla de sachá inchi se lo puede ejecutar mediante el proceso de prensado en frío, ya que ayuda a mantener la calidad nutricional del aceite al preservar los ácidos grasos esenciales y los antioxidantes presentes en el mismo y este aceite es apreciado por sus beneficios para la salud y se utiliza en la industria alimentaria, en productos cosméticos y en suplementos nutricionales.

El proceso de prensado es la técnica para extraer el aceite, se tiene que seleccionar manualmente las semillas, estas pasarán a ser trituradas mediante el uso de un



molino con discos en forma de corona; posteriormente se realiza un proceso de tamizado con tamices de 2, 4 mm; luego de haber pasado por el tamiz pasara a una prensa hidráulica que va entre los 160 y 200 bar de presión durante 15 minutos; una vez obtenido el aceite crudo de sachá inchi se dejará alrededor de 10 horas reposar; para eliminar alguna impureza debe pasar por un proceso de filtrado mediante el uso de una bomba de vacío y obtener finalmente el aceite puro y limpio el cual se llevara al proceso de sellado y comercialización (Inga., 2020).

#### **2.11.4. Características del aceite**

Ponce (2022), menciona que el aceite presenta un color amarillo pálido y un aroma no tan fuerte a sachá inchi. Las semillas tienen proteínas, antioxidantes y, además, omega 3, un ácido graso esencial que el organismo no puede producir ni sintetizar y que previene problemas cardiovasculares, ayuda a disminuir el colesterol y fortalece el sistema inmunológico.

#### **Figura 4**

*Obtención de aceite de sachá inchi*



**Nota.** Aceite de la almendra de sachá inchi. Obtenido por, [beautymarket.es](https://www.beautymarket.es), 2020.

#### **2.11.5. Propiedades funcionales**

Las propiedades funcionales del sachá inchi son diversas y se deben a su composición nutricional única, ya que es una planta nutricionalmente rica que ofrece una variedad de propiedades funcionales beneficiosas para la salud, incluyendo su capacidad para mejorar la salud cardiovascular, la función cerebral, la salud de la piel y mucho más.

Dentro de este contexto, Gonzalez (2021), menciona que, el aceite extraído de las semillas de sachá inchi es abundante en ácidos grasos  $\alpha$ -linolénico, linoleico y oleico, así como en tocoferoles  $\gamma$  y  $\delta$ . Estas propiedades destacan el considerable

potencial de este aceite como un alimento saludable con numerosos beneficios para el bienestar. Por ejemplo, el ácido  $\alpha$ -linolénico (ALA), una forma de omega-3 ( $\omega$ -3), desempeña un papel en el fortalecimiento del sistema cardiovascular, la prevención de enfermedades cardíacas y el mantenimiento de la salud cerebral.

#### **2.11.6. Grasa saturada**

Los ácidos grasos insaturados como el ácido oleico y el ácido esteárico son los más conocidos generados por el aceite del sachá inchi, son bajos en grasas saturadas, lo que significa que la cantidad de grasas saturadas en el aceite de sachá inchi es relativamente baja en comparación con las grasas insaturadas.

Estos lípidos son caracterizados por tener una estructura lineal y un número par de átomos de carbono en su composición, y forman parte de los triglicéridos. Aquellos con un peso molecular más bajo, que contiene menos de 14 átomos de carbono, solo se encuentran en la leche de coco y palma, mientras que los que tienen un peso molecular mayor, con más de 18 átomos de carbono, se identifican en las leguminosas (Cabezas et al., 2016).

Por otro lado, las grasas saturadas tienden a elevar los niveles de colesterol LDL o más conocidos como colesterol malo en sangre, por lo que los aceites bajos en grasas saturadas son considerados más saludables para el corazón. Sin embargo, la cantidad exacta de grasas saturadas en el aceite de sachá inchi puede variar según la marca y el proceso de extracción, por lo que siempre es aconsejable revisar la etiqueta nutricional del producto específico que estés utilizando.

#### **2.11.7. Ácidos grasos mono insaturados**

El aceite de sachá inchi es una fuente notable de ácidos grasos monoinsaturados, en particular el ácido oleico este es un tipo de grasa que se considera saludable para el corazón y que se encuentra en alimentos como el aceite de oliva y las nueces, se debe mencionar que los ácidos grasos monoinsaturados pueden ayudar a reducir los niveles de colesterol LDL en sangre y, por lo tanto, pueden tener un impacto positivo en la salud cardiovascular además son una fuente de energía para el cuerpo y pueden ser parte de una dieta equilibrada y saludable para niños y adultos.

En relación a lo antes expuesto Plua & Giler, (2020), indica que los ácidos grasos monoinsaturados poseen un único enlace doble en su estructura, y su denominación

"cis" indica que ambos átomos de hidrógeno están en el mismo lado de la doble unión de carbono, por ende, se puede determinar que estos ácidos grasos monoinsaturados también tienen una unión doble que es flexible en su estructura.

#### **2.11.8. Ácidos grasos poliinsaturados**

En el caso del sacha inchi, los ácidos grasos poliinsaturados más destacados son el ácido linolénico, que es un tipo de omega-3, y el ácido linoleico, que es un tipo de omega-6. Estos ácidos grasos son fundamentales para una variedad de funciones corporales, incluyendo la salud cardiovascular, la función cerebral y la respuesta inflamatoria.

Neira et al., (2020), menciona que “el aporte de ácidos grasos saturados, monoinsaturados y poliinsaturados, y particularmente en el aporte de ácidos grasos omega-6 y omega-3, asociado a la fuente de origen, aportando cada uno diferentes beneficios nutricionales” (p.6).

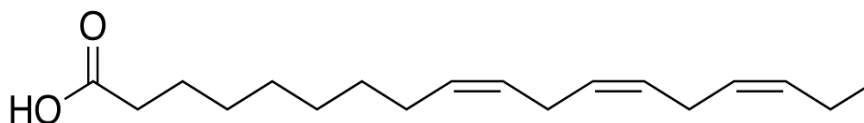
#### **2.11.9. Ácido linolénico**

El ácido linolénico es un tipo de ácido graso poliinsaturado que se encuentra en el aceite de sacha inchi, este ácido graso es esencial en el cuerpo humano, lo que significa que el humano no puede sintetizarlo por sí mismo y debe obtenerlo a través de la dieta, por ello, es un ácido graso omega-3, y es un componente importante para la salud cardiovascular y cerebral.

El término Omega-3 (C18:3,  $\omega$ -3) forman los descriptores estructurales de las familias de ácidos grasos poliinsaturado, indica el lugar del triple enlace en el carbono 3, El carbono del grupo metilo terminal actúa como carbono 1 en la cadena de carbono del ácido graso (Bordón, 2022). Los ácidos grasos omega-3 son considerados protectores de la salud cardiovascular, reducen los niveles de triglicéridos y colesterol en plasma, previenen la agregación plaquetaria, las arritmias cardíacas y mejoran la microcirculación (Feliu et al., 2021).

### Figura 5

#### Estructura química del ácido linolénico



**Nota:** Estructura química del ácido linolénico obtenido por Unidad de Informática del Instituto de Química, 2019.

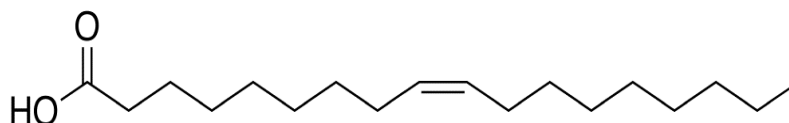
#### 2.11.10. Ácido linoleico

El ácido linoleico es otro tipo de ácido graso esencial que se encuentra en el aceite de sacha inchi, contiene omega-6, lo que significa que es necesario para el funcionamiento adecuado del cuerpo humano, pero el cuerpo no puede sintetizarlo por sí mismo, por lo que debe obtenerse a través de la alimentación, es importante para varias funciones corporales, incluyendo la formación de membranas celulares, la regulación de la respuesta inflamatoria y la síntesis de algunas hormonas.

Cobacho (2020), menciona que los ácidos grasos omega-6 son tipos de grasas poliinsaturadas caracterizados por tener sus dos primeros enlaces dobles en el sexto átomo de carbono desde el extremo metilo. Incorporarlos en la dieta puede reducir el riesgo de diabetes, mitigar los factores de riesgo cardiovascular y aliviar los síntomas de ciertas enfermedades.

### Figura 6

#### Estructura química del ácido linoleico



**Nota:** Estructura química del ácido linoleico, obtenido por Unidad de Informática del Instituto de Química, 2019.

#### 2.11.11. Ácido oleico

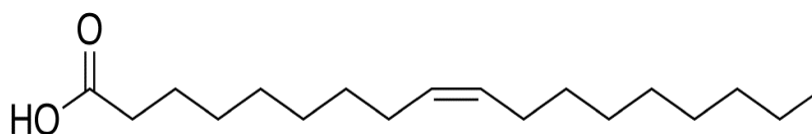
El ácido oleico es un tipo de ácido graso monoinsaturado que se encuentra en el aceite de sacha inchi, es uno de los componentes más destacados de este aceite y es conocido por sus beneficios para la salud, por ello es considerado un ácido graso

saludable para el corazón, ya que se ha asociado con la reducción del riesgo de enfermedades cardiovasculares.

En el aceite del sacha inchi se encuentra “el ácido oleico con 8,8%, por esta razón el consumo del aceite de sacha inchi puede proporcionar importantes beneficios para la salud ya que aporta el 92,77 % total de ácidos grasos insaturados” (Paredes & Santos., 2018, p.61).

**Figura 7**

*Estructura química del ácido oleico*



**Nota:** Estructura química del ácido oleico, obtenido por Unidad de Informática del Instituto de Química, 2019.

**2.11.12. Ácidos grasos del aceite de sacha inchi**

**Tabla 6**

*Composición química de ácidos grasos del aceite de Sacha Inchi virgen extra*

	Valor %
Ácido graso	
Palmítico C16:0	4,0
Esteárico C18:0	3,0
Oleico C18:1	10,0
Linoleico C18:2	39,0
Linolénico C18:3	49,0

**Nota.** Composición química de ácidos grasos del aceite de Sacha Inchi. Obtenido de Viñas, 2020.

**Tabla 7**

*Características fisicoquímicas del aceite de sacha inchi*

Característica	Sacha inchi
Densidad relativa	0,9183 ± 0,0016c
Índice de refracción	1,475 ± 0,001b
Índice de acidez	1,08 ± 0,029c
Índice de Yodo	59,04 ± 0,04b

**Nota.** Análisis fisicoquímico de aceite de sacha inchi por, Paucar et al., 2019.

El aceite de sacha Inchi al compararse con las demás semillas oleaginosas, resulta ser el más rico en lipoproteínas de alta densidad (HDL), es lo que el organismo necesita para el correcto funcionamiento, alcanzando hasta un 93,6% de su composición por su alta concentración de Omega 3 en el Sacha Inchi. Según Figueroa (2017) “Los principales beneficios de las semillas de sacha inchi son antioxidantes naturales, refuerza el sistema inmunológico, favorece a regular la presión arterial, puede retrasar la llegada de glucosa a la sangre cuando se consume con fuentes de carbohidratos” (p.34).

### **2.11.13. Comercialización del Producto**

La comercialización del producto de sacha inchi implica una planificación cuidadosa desde la producción hasta la distribución y promoción, como la educación al consumidor, la calidad del producto y la estrategia de marketing son factores clave para el éxito en la comercialización de este alimento saludable y versátil. Cabe rescatar que el producto comercial es el aceite de sacha inchi, bajo la presentación de una botella de 1 litro, mismo que se destacará por sus propiedades nutritivas.

### **2.12. Torta de sacha inchi**

La torta de sacha inchi es un subproducto que se obtiene durante el proceso de extracción de aceite a partir de las semillas de sacha inchi. Es el residuo sólido que queda después de que las semillas han sido prensadas para extraer el aceite.

Para Holguin (2019), la torta se forma como un subproducto después de triturar las semillas con el fin de extraer aceite comestible, y se convierte en una fuente significativa de proteínas. Esto se debe a sus valiosas características nutricionales y funcionales que pueden enriquecer los alimentos. Para llevar a cabo el proceso de separación del aceite en las semillas, se emplea un sistema de fabricación que implica el uso de vapor indirecto a altas temperaturas y la fricción continua de una prensa durante todo el proceso. Esta metodología de alta temperatura utiliza prensas continuas para extraer cuidadosamente el aceite de las semillas que han sido preparadas previamente mediante rotura y laminación. Como resultado, se obtienen tortas con un contenido residual de aceite que oscila entre el 8% y el 10%.

De la misma manera, Rios (2019), sostiene que, en la actualidad, la industria muestra un creciente interés en el proceso de desarrollo de productos derivados de la torta de sachá inchi. Esto se debe a que, después de extraer el aceite, la torta se convierte en una valiosa fuente de proteínas y aminoácidos esenciales. No obstante, la torta presenta un desafío en términos de solubilidad limitada y la presencia de compuestos que no son fácilmente digeribles. Dado este escenario y considerando su elevado contenido proteico, resulta fundamental explorar opciones viables para su procesamiento, con el objetivo de contrarrestar las características desfavorables mencionadas anteriormente.

### **Figura 8**

*Subproducto de sachá inchi después de la extracción de aceite*



**Nota.** Torta de sachá inchi. Obtenido por Allo y Quille, (2024).

### **2.13. Obtención de harina**

La obtención de harina de sachá inchi es un proceso que implica la molienda y desgrasado de las semillas de sachá inchi, esta harina es apreciada por su alto contenido de proteínas, grasas saludables incluyendo ácidos grasos omega-3 y omega-6 y otros nutrientes esenciales, es utilizada en la industria alimentaria para enriquecer productos horneados, batidos, cereales, y como suplemento nutricional debido a sus beneficios para la salud. Su versatilidad y valor nutricional la convierten en una opción popular para aquellos que buscan mejorar su dieta con ingredientes saludables.

La harina de sachá inchi se obtiene a través del proceso de molienda y prensado de las semillas, resultando en un subproducto conocido como "torta de sachá inchi". Debido a su alto contenido de proteínas, esta harina puede reemplazar eficazmente alimentos bajos en proteínas u omega de origen animal. Se utiliza en la elaboración

de diversos productos como panes, galletas, postres y pasteles, o simplemente como sustituto en recetas (Alvarado & Muñoz., 2021).

### Figura 9

*Obtención de harina de sacha inchi*



*Nota.* harina de sacha inchi. Obtenido por Hochland Perú, 2022.

### Tabla 8

*Composición química de la harina de sacha inchi*

Componente	Base humedad %	Base seca%
Humedad	3,8	0,0
Proteína total (x.6.25)	47,79	49,68
Grasa cruda	39	40,54
Ceniza	3,8	3,95
Fibra cruda	4,6	4,78
Carbohidratos	1,01	1,05
Total	100,00	100,00

*Nota.* Composición de la harina fisicoquímica. Obtenido por, Cruz y Mendoza, 2020.

#### 2.14. Harina de Trigo

La harina de trigo se produce al triturar o moler los granos de trigo, separando la capa externa del salvado y el germen. Este proceso se lleva a cabo para lograr la textura y fineza adecuadas en la harina (Jarrín., 2015).

Se trata de un producto que se obtiene mediante la molienda de los granos de trigo. Puede contener o no aditivos alimentarios, según lo establecido en el INEN en 2015. Este producto representa el componente principal utilizado en la elaboración de productos de panadería y repostería. Su composición incluye almidón (aproximadamente del 70% al 75%), agua (alrededor del 14%), proteína (entre el 10% y el 12%), polisacáridos (alrededor del 2% al 3%), en particular



arabinos, y lípidos (aproximadamente el 2%). Cabe destacar que la harina de trigo contiene gluten, un complejo proteico que no se disuelve en agua y se compone principalmente de dos proteínas principales denominadas glutenina y gliadina (NCYT, 2018).

La tritadura del trigo es el inicio del proceso industrial que suministra diversos tipos de harina y subproductos a clientes tanto nacionales como internacionales. Las industrias que producen alimentos procesados, como pan, galletas, pastas y pan de molde, adquieren harina como materia prima esencial (Ministerio de Agroindustria., 2016).

La harina de trigo puede incluir aditivos autorizados por el Codex Alimentarius, regulaciones nacionales vigentes, o ambos. Cuando se agregan vitaminas y minerales, es importante seguir las pautas establecidas en las leyes nacionales vigentes. Además, los niveles de residuos de plaguicidas en la harina de trigo no deben superar los límites máximos establecidos por el Codex Alimentarius para este producto.

### **Tabla 9**

*Composición química del trigo (expresada en porcentaje sobre peso seco)*

<b>Componentes</b>	<b>Cantidad (%)</b>
Humedad	10 – 15
Almidón (por diferencia)	70 – 75
Proteína (N x 5,7)	8 – 16
Celulosa (fibra)	1,5 – 2
Grasas	1,5 – 2
Azúcares	1 – 2
Materias minerales (cenizas)	0,5 – 0,6

**Nota.** Composición de la harina de trigo obtenido de León y Cuenca, 2019.

### **2.15. Galleta nutricional enriquecida con proteína de Sacha Inchi**

Las galletas son ampliamente consumidas, y dado el valor nutricional del almidón resistente en los alimentos, se exploran oportunidades para enriquecerlas con componentes que comparten propiedades similares a las de la fibra dietética, como la reducción del colesterol. Por lo tanto, se busca continuamente la incorporación de nuevos ingredientes que puedan aumentar su contenido nutricional, ya que las galletas son productos de consumo masivo (Beltrán., 2020).

Aguilar y Echavarría (2019), menciona que estas galletas son una opción nutricionalmente destacada, ya que su ingrediente principal es el Sacha Inchi, lo que les otorga un valor nutricional único en comparación con otros productos similares en el mercado. Además, poseen beneficios como la contribución a la prevención de enfermedades gracias a los componentes incorporados en su proceso de elaboración.

## 2.16. Tipos de galletas

Existen varias formulaciones y procesos industriales para la elaboración de una galleta.

**Tabla 10**

*Características de los principales tipos de galletas*

<b>Tipos de galleta</b>	<b>Características</b>
Galleta simple	Son aquellas sin ningún agregado posterior
Galletas saladas	Aquellas que tienen connotación salada.
Galletas dulces	Aquellas que tienen en su formulación dulce.
Galletas wafer	Producto obtenido a partir del horneado de una masa líquida (oblea) adicionada un relleno para formar un sánduche.
Galletas con relleno	Aquellas a las que se les añade relleno.
Galletas de crema (cracker)	Las galletas de crema son simples donde la harina, grasa y sal, se fermenta siempre con levadura y se extiende la masa antes de cortar y hornear. Esto da lugar a las características escamosas y vesiculosas de la galleta.
Galletas dulces, semidulces	Se caracteriza por tener la estructura del gluten con un buen desarrollo, pero con un agregado superior de azúcar y grasa. Importante mencionar que el gluten se hace menos elástico y más extensible. Superficie lisa, con ligero brillo.

**Nota.** Características de los tipos de galletas, por (Carrillo, 2020).

Las galletas presentan características nutricionales bastante importantes entre estas se considera principalmente el aporte proteico que es el que se destaca de las semillas de sachu inchi después de sus ácidos grasos.

**Tabla 11**

*Análisis físico químico de las galletas*

<b>Análisis</b>	<b>unidad</b>	<b>Cantidad</b>
Calorías	K cal/ 100g	527,43
Carbohidratos	%	48,74
Cenizas	%	2,19
Grasa total	%	28,83
Humedad	%	1,99
Proteína	%	18,25

**Nota.** Análisis físico químico de galleta a base de sachu inchi. Obtenido por Vásquez et al., 2020.

## CAPÍTULO III

### 3. MARCO METODOLÓGICO

#### 3.1. Ubicación de la investigación

En la presente investigación se realizó la extracción del aceite vegetal en el laboratorio Urku Mikuna propiedad de la Fundación Familia Salesiana en la parroquia Salinas del Cantón Guaranda, seguido de los análisis de materias primas y productos realizados en el laboratorio de Bromatología en el Departamento de Investigación de la Universidad Estatal de Bolívar.

##### 3.1.1. Localización de la investigación

**Tabla 12**

*Localización de la extracción de aceite*

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

*Nota:* tomado de GAD Salinas, (2021).

**Tabla 13**

*Localización del análisis de materias primas y productos*

<b>Provincia</b>	<b>Bolívar</b>
Cantón	Guaranda
Parroquia	Gabriel Ignacio Veintimilla
Sector	Laguacoto II
Dirección	Laguacoto II. (Guaranda 1 ½ vía a San Simón)

## **3.2. Materiales**

### **3.2.1. Materiales experimentales**

- Semillas de sachá inchi (*Plukenetia volubilis*)
- Aceite de sachá inchi (*Plukenetia volubilis*)
- Torta residual de sachá inchi (*Plukenetia volubilis*)
- Harina de sachá inchi (*Plukenetia volubilis*)

### **3.2.2. Materiales de campo**

- Computadora portátil
- Libreta de apuntes
- Esferos
- Etiquetas

### **3.2.3. Materiales de laboratorio**

- Matraces Erlenmeyer
- Buretas graduadas
- Picnómetro tipo *Gay-Lussac*, de 10 cm<sup>3</sup>
- Baño de agua
- Termómetro
- Casos de aluminio
- Crisol de porcelana
- Capsulas e porcelana
- Vaso de precipitación
- Probetas
- Mortero
- Pera de absorción
- Pipeta graduada
- Pipeta digital
- Puntas



### 3.2.4. Reactivos

- Mezcla (1:1) alcohol etílico– éter
- Solución 0,1 de hidróxido de potasio
- Solución indicadora de fenolftaleína
- Solución de dicromato de sodio
- Alcohol etílico
- Éter etílico
- Solución 0,5 N ácido sulfúrico
- Solución etanólica de hidróxido de potasio

### 3.2.5. Insumos

- Harina de sachá inchi (HSI)
- Harina de trigo fortificada (HTF)
- Azúcar
- Leche
- Mantequilla
- Bicarbonato de sodio
- Esencia de vainilla

### 3.2.6. Equipos utilizados en la investigación

Equipos	Modelo	Función	
Estufa	MEMMERT	Esterilizar, secar, incubar.	
Mufla	Thermolyne™	Incineración de muestras orgánicas.	

---

Determinador de grasa	DET GRAS N	Determinar cantidad de grasa.	
Determinador de proteína	Dumatec™ 8000	Determinar nitrógeno y proteína.	
Balanza analítica	OHAUS	Pesar muestras	
Extractora de gases	SKU Frontier	Evitar la salida de gases peligrosos al ambiente	
Pie de rey	C/M, 8x1/128	Determinar profundidades mediante la presencia de nitrógeno	
Extractora de aceite	Karaerler	Extraer aceite de muestras vegetales por prensado en frío	
Cromatógrafo de gases	GC AGILENT TECHNOLOGIES 5977A	Identificar ácidos grasos	
Secador de Bandejas	EO, 2S	Secar, deshidratar	

---

### 3.3. Métodos

#### 3.3.1. Factores de estudio para la extracción de aceite

En la presente investigación se propone el diseño experimental para la extracción del aceite procedente de las semillas de sacha inchi (*Plukenetia volubilis*), donde los factores puestos en consideración son las condiciones de secado y la madurez de la semilla, se detalla en la tabla a continuación:

**Tabla 14**  
*Diseño experimental*

Factores	Código	Niveles
Condiciones de secado	A	a1: Ambiente 18°C a2: Bandeja 30 °C a3: Bandeja 45 °C
Estado de madurez	B	b1: Maduro b2: Inmaduro

#### 3.3.2. Tratamientos para la extracción de aceite

Los tratamientos que se derivan de los factores de estudio que se utilizaron como referencia para el desarrollo de la investigación, se presentan en la tabla a continuación:

**Tabla 15**  
*Combinación de los tratamientos*

N. ° Tratamientos	Código	Condiciones de secado °C	Estado de madurez
1	a1b1	Ambiente 18°C	Maduro
2	a1b2	Ambiente 18°C	Inmaduro
3	a2b1	Bandeja 30 °C	Maduro
4	a2b2	Bandeja 30 °C	Inmaduro
5	a3b1	Bandeja 45 °C	Maduro
6	a3b2	Bandeja 45 °C	Inmaduro



### 3.3.3. Características del diseño experimental para la extracción del aceite

**Tabla 16**

*Características del experimento*

<b>Atributos del diseño factorial</b>	
Número de factores experimentales	2
Número de tratamientos	6
Número de repeticiones	1
Número de unidades experimentales	12
Tamaño de unidad experimental	100ml

### 3.3.4. Tipo de diseño experimental

Se aplica un diseño factorial AxB, puesto que se requiere estudiar el los efectos de los factores, donde el factor A representa a las condiciones de secado de las semillas de sacha inchi (*Plukenetia volubilis*) y el factor B representa a los estados de madurez el cual se los realizará con dos repeticiones para cada uno de los tratamientos propuestos, obteniendo de esta manera un total de 12 tratamientos.

El modelo matemático a aplicar es el siguiente:

$$Y_{ijkl} = u + A_i + B_j + AB_{ij} + R_l + \varepsilon_{ijkl}$$

**Dónde:**

$Y_{ijkl}$  = cualquier variable sujeta de medición.

$u$  = efecto global.

$A_i$  = efecto del i-ésimo nivel del Factor A;  $i=1.....a$ .

$B_j$  = efecto del j-ésimo nivel del Factor B;  $j=1.....b$ .

$AB_{ij}$  = efecto de la Interacción entre los factores (A x B).

$R$  = efecto de la Replicación del experimento.

$\varepsilon_{ijkl}$  = efecto del Error experimental.

### 3.3.5. Tipo de análisis

El análisis de varianza ANOVA para el presente diseño experimental de bloques al azar se expresa a continuación:

**Tabla 17**  
*Análisis de varianza ANOVA*

<b>Fuente de Variabilidad</b>	<b>Suma de Cuadrados</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Cuadrado de medio</b>	<b><math>F_o</math></b>	<b>Valor - P</b>
Efecto A	$SC_A$	a-1	$CM_A$	$CM_A/CM_E$	P(F > $F_o^A$ )
Efecto B	$SC_B$	b-1	$CM_B$	$CM_B/CM_E$	P(F > $F_o^B$ )
Efecto AB	$SC_{AB}$	(a-1) (b-1)	$CM_{AB}$	$CM_{AB}/CM_E$	P(F > $F_o^{AB}$ )
Error	$SC_E$	ab(n-1)	$CM_E$		
Total	$SC_T$	abn - 1			

Se aplicará la prueba de diferencias honestamente significativas (HDS) de Tukey al 95% de confiabilidad para comprobar las medias de los tratamientos, además de demostrar si existe o no diferencia significativa entre los factores propuestos en la investigación. Se utilizará programas estadísticos como Microsoft Excel y Statgraphics Centurion XVI. Con la finalidad de comprobar los resultados obtenidos al realizar las corridas experimentales.

### 3.3.6. Prueba de diferencias honestamente significativas

Se aplicó el método de la diferencia honestamente significativa (HSD) de Tukey para comprobar si las medias difieren entre grupos, donde todas las medias posibles serán comparadas.

$$HSD = q \cdot \sqrt{\frac{MSE}{n}}$$

**Donde:**

*HSD= diferencias honestamente significativas*

*Q= valor crítico*

*MSE= cuadrado medio del error*

*N= número de elementos de la muestra*

### **3.3.7. Factores de estudio para determinar la mejor galleta**

En la presente investigación se propone un diseño experimental de bloques completamente al azar (DBCA), donde los factores propuestos en consideración es la harina de sachá inchi (HSI) y la harina de trigo (HT).

### **3.3.8. Tratamientos para determinar la mejor galleta**

Los tratamientos que se derivan de los factores de estudio que se utilizaron como referencia para el desarrollo de la investigación, se presentan en la tabla a continuación:

**Tabla 18**  
*Combinación de los tratamientos*

Tratamientos	Factores	
	Harina de sachá inchi (%)	Harina de trigo (%)
T1	50	50
T2	60	40
T3	70	30

### 3.3.9. Características del diseño experimental para determinar la mejor galleta

**Tabla 19**

*Características del diseño experimental*

<b>Atributos del diseño factorial</b>	
Número de materias experimentales	2
Número de tratamientos	3
Número de repeticiones	4
Número de unidades experimentales	12
Tamaño de unidad experimental	200 g

### 3.3.10. Tipo de diseño experimental

Se utilizará el diseño de bloque completamente al azar (DBCA), puesto que los porcentajes para las combinaciones de cada uno de los factores donde A representa a la harina de sachu inchi (HSI) y el factor B corresponde a la harina de trigo (HT), realizando 3 tratamientos con 4 repeticiones dando un total de 12 tratamientos.

El modelo matemático que se aplicará es el siguiente:

$$Y_{ijkl} = u + B_j + T_i + \varepsilon_{ijkl}$$

**Dónde:**

$Y_{ijkl}$  = cualquier variable sujeta de medición.

$u$  = media general de tratamientos.

$B_j$  = efecto de bloque.

$T_i$  = efecto de los tratamientos.

$\varepsilon_{ijkl}$  = efecto del Error experimental.

### 3.3.11. Tipo de análisis

El análisis de varianza ANOVA para el diseño experimental de se expresa a continuación:

**Tabla 20**  
**Análisis de varianza ANOVA**

Fuente de Variabilidad	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado de medio	$F_o$	Valor - P
Tratamiento	$SC_{TRAT} = \sum_{i=1}^K \frac{Y_i^2}{n_i} - \frac{Y^2}{N}$	k-1	$SC_{TRAT} = \frac{SC_{TRAT}}{K-1}$	$\frac{SM_{TRAT}}{CM_E}$	P(F > $F_o$ )
Bloques	$SC_{TRAT} = \sum_{j=1}^b \frac{Y_j^2}{n_j} - \frac{Y^2}{N}$	b - 1	$CM_B = \frac{SC_B}{b-1}$	$\frac{CM_B}{CM_E}$	P(F > $F_o^B$ )
Error	$SC_E = SC_T - SC_{TRAT} - SC_B$	N - K	$CM_E = \frac{SC_E}{N-k}$		
Total	$SC_T = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_j} y_{ij}^2 \frac{Y_i^2}{N}$	N - 1			

Se aplicará la prueba de diferencias honestamente significativas (LSD) de Fisher con el 95% de confiabilidad, en la cual se compararán las medias de los tratamientos, además de mostrar si existe diferencias significativas entre los factores propuestos anteriormente, se utilizará programas estadísticos como Microsoft Excel y Statgraphics Centurion XVI. Con la finalidad de comprobar los resultados obtenidos al realizar las corridas experimentales.

### 3.3.12. Prueba de diferencias menos significativas

Se aplicó el método de la diferencia honestamente significativa (LSD) de Fisher para comprobar si las medias difieren entre grupos, donde todas las medias posibles serán comparadas.

$$LSD = t_{\alpha/2} N - K \cdot \sqrt{\frac{2CME}{n}}$$

**Donde:**

$t_{\alpha/2}$  = valor de la tasa T- student a una cierta significancia

$N-K$  = grados de libertad que corresponde al error

$CME$  = cuadrado medio del error

$n$  = es el número de observación para los tratamientos  $i, j$  y  $k$

### 3.4. Metodología experimental

Los procedimientos realizados a cada uno de las materias primas y productos que se obtuvieron en el desarrollo de la parte experimental se detallan a continuación.

#### 3.4.1. Caracterización física de las semillas de sachá inchi

Cada ensayo físico se realizó siguiendo los parámetros de (Betancourth, 2013) entre estos se determinó:

**Espesor (mm):** Con el pie de rey se determinó su espesor de las semillas en el proceso de descascarillado y su almendra.

**Diámetro (mm):** Con el pie de rey se determinó el diámetro de las semillas en el proceso de descascarillado y su almendra.

**Peso (g):** empleando una balanza se tomó el peso total en cada una de sus procesos de decapsulado y descascarado.

**Color:** Se determinó su color como un parámetro que permita descartar semillas en mal estado.

#### 3.4.2. Caracterización química de las semillas de sachá inchi

Para los ensayos químicos se realizó siguiendo los parámetros de la Official Methods of Analysis of AOAC INTERNATIONAL y análisis proximal de

WEENDE. Realizado en el Laboratorio de Investigación de la Universidad Estatal de Bolívar, los parámetros a que se detallan a continuación se usan para analizar la materia prima, torta residual al igual que las galletas.

### **Determinación de humedad**

Se usó la metodología de las normas AOAC 925.10 la cual, se utilizó 3 gramos de muestra triturada sometido a un proceso de secado durante 1 hora a 130°C. Hasta conseguir un peso constante luego se tomó el peso y determinó la cantidad de humedad mediante la siguiente ecuación.

$$\text{Humedad (\%)} = \left( \frac{(M - m)}{M} \right) 100$$

*Donde:*

*M:* peso inicial en gramos de la muestra.

*m:* peso en gramos del producto seco.

### **Determinación de cenizas**

Se trabajó siguiendo la norma AOAC 923.03 consiste en incinerar en una mufla Thermolyne™, 1 gramo de semillas trituradas en dos tiempos, primero a 250 °C durante 60 minutos luego a 550 °C durante 120 minutos. De esta manera que se quema todo el material orgánico dejando el material restante que no se ha incinerado en el crisol se llama ceniza. Luego de enfriar a temperatura ambiente en un desecador durante 40 minutos se tomó el peso final, empleando la siguiente ecuación obtuvimos el porcentaje de cenizas.

$$\text{Ceniza (\%)} = \left( \frac{(P_1 - P_2)}{P} \right) 100$$

*Donde:*

*P:* peso en g del crisol con muestra.

*P<sub>1</sub>:* peso en g del crisol con cenizas.

*P<sub>2</sub>:* peso en g del crisol vacío.

### **Determinación de grasa**

En este análisis se empleó la metodología de las normas AOAC 2003.06 donde se tomó 0,5 g de muestra la cual introdujo en papel filtro y en dedales de celulosa el conjunto se introdujo al equipo DET GRAS N. El equipo trabajó durante 40 minutos con 50 mililitros de hexano (C<sub>6</sub>H<sub>14</sub>) el cual arrastra las grasas de la matriz experimental, posteriormente se deja estilar los dedales durante 20 minutos con llaves abierta al flujo del solvente luego, se cierran las llaves de paso y se reposa durante 40 minutos. Los casos presentaron hexano restante el cual se evaporó en una estufa a 130 °C posteriormente se desecó por 40 minutos luego se tomó el peso y se empleó la siguiente ecuación para determinar el porcentaje de grasa.

$$\mathbf{Grasa\ (\%) = \left( \frac{(V_1 - V_2)}{V} \right) 100}$$

**Donde:**

V<sub>1</sub>: peso en g del caso más la muestra.

V<sub>2</sub>: peso en g del caso vacío.

V: peso en g del caso después de la extracción.

### **Determinación de fibra**

Se empleó el método de análisis proximal WEEDW donde se tomó 0,5 g de muestra desgrasada la cual se sometió a una doble digestión con ácido clorhídrico e hidróxido de sodio. La diferencia de pesos después del secado indica la cantidad de fibra obtenida mediante la siguiente ecuación.

$$\mathbf{Fibra\ cruda\ (\%) = \left( \frac{(A - B)}{C} \right) 100}$$

**Donde:**

A: peso del papel filtro con el residuo seco (g).

B: peso del papel filtro (g).

C: peso de la muestra (g).



### **Determinación de proteína**

Se empleó el método de DUMAS, consiste en mejorar la precisión de los resultados donde se da una combustión a una temperatura de 900 ° C con el fluido de oxígeno puro y eso se conduce en la liberación de dióxido de carbono, hidrogeno y nitrógeno, en la cual el detector de conductividad térmica se calibra con el ácido L aspártico con un porcentaje de 98 % de efectividad. Para determinar la proteína se aplicó la constante de 6,25. El cual mide el contenido en nitrógeno de una muestra y el contenido en proteína se puede calcular con la siguiente ecuación:

$$PT = \frac{1,4 \times 6,25(V \times N V \times N)}{m}$$

*Donde:*

*PT* = contenido de proteína total.

*V* = volumen, en  $cm^3$  de ácido sulfúrico introducido en el vaso.

*N* = normalidad de la solución de ácido sulfúrico.

*V'* = volumen, en  $cm^3$  de NaOH consumido en la valoración.

*N'* = normalidad de la solución de NaOH.

*m* = masa de la muestra, en gramos.

### **Determinación de carbohidratos**

En este parámetro se utilizó la ecuación *Carbohidratos (%) = 100 – (proteína + grasa + fibra + agua + ceniza)*, emplea la diferencia de los parámetros antes obtenidos expresados porcentajes.

## **3.5. Equipos utilizados en el proceso de extracción**

### **3.5.1. Extracción de aceite por prensado al frío**

El prensado al frío es una técnica histórica que emplea la presión mecánica para obtener diferentes tipos de aceites de fuentes leguminosas y cereales. preservando la calidad de sus ácidos grasos, vitaminas y antioxidantes naturales (Leonardo & Veliz, 2022). Las semillas ingresaron a través de la tolva hasta un tornillo sin fin que ejerce la suficiente presión para separar la fase líquida de su almendra contenedora, misma que ha sido previamente secada a un contenido de humedad bajo, parámetro que facilita la extracción (Cuchiye Chacha., 2023).

### 3.5.2. Parámetros de operación

Estos indicadores nos permiten tener una periferia de lo que engloba al proceso de extracción de aceite de sachá inchi utilizando el método de prensado al frío.

**Tabla 21**

*Parámetros de operación utilizados para el proceso de extracción por prensado al frío*

<b>Método de extracción</b>	<b>Estado de madurez</b>	<b>Temperatura °C</b>	<b>Presión (bar)</b>
Prensado al frío	Maduro	25 - 50	160-200
Prensado al frío	Inmaduro	25 - 50	160-200

### 3.6. Proceso de extracción de aceite de sachá inchi

El proceso de extracción de aceite vegetal mediante prensado en frío consiste en prensar la materia vegetal mediante un mecanismo sin fin que aplica presión sobre las semillas hasta que la parte sólida se separa del aceite. De este modo, el sistema de presión obtiene la llamada "torta residual" y su masa de aceite libre de impurezas.

A continuación, se describe cada una de las actividades que se necesitan para conseguir el aceite de sachá inchi.

#### **Recepción de semilla**

Las semillas de sachá inchi una vez obtenidas del cantón Buena Fe se trasladan a la planta agroindustrial de la Universidad Estatal de Bolívar en gavetas plásticas para facilitar su transporte.

#### **Pesado y cribado**

Posterior al pesaje de la materia prima se realiza el cribado, operación en la se descarta las impurezas obtenidas (hojas, tallos, tierra y piedras).

#### **Decapsulado y descascarado**

Las capsulas y cascarillas que recubren a la almendra fueron retiradas de manera manual. Este residuo que genera puede utilizarse como combustible o ser compostadas.

### **Selección de semillas**

En esta operación se escogen aquellas semillas que no presenten exceso de agua o líquidos putrefactos, mohos en su exterior, tiene una consistencia blanda o su almendra es demasiado pequeña.

### **Lavado de semillas**

Se utiliza agua limpia y superficies inocuas para el tratamiento de las almendras, se espera la absorción de agua por lo que es indispensable determinar su humedad y reducir.

### **Secado de semillas**

La humedad final de las semillas será de 8 % al 10 %, considerando el aire ambiente a utilizar en procesos de secado tiene una temperatura ambiente, la temperatura en la que trabajará el secador de bandejas comprende una baja de 30 °C y un alta de 45 °C.

### **Prensado mecánico**

Durante el prensado se trabajó con presiones en un rango de 160 y 200 bar durante 20 minutos y la temperatura durante el prensado en frío no debe exceder de 50 °C.

### **Sedimento**

El prensado al frío dejó un importante porcentaje de sedimento por lo que es necesario separar el aceite de los residuos sólidos dejando en reposo durante 6 horas en un lugar donde no haya incidencia directa de la luz.

### **Filtrado**

Una vez separada la parte líquida de la sólida se realiza un filtrado para asegurar la eliminación de materias contaminantes.

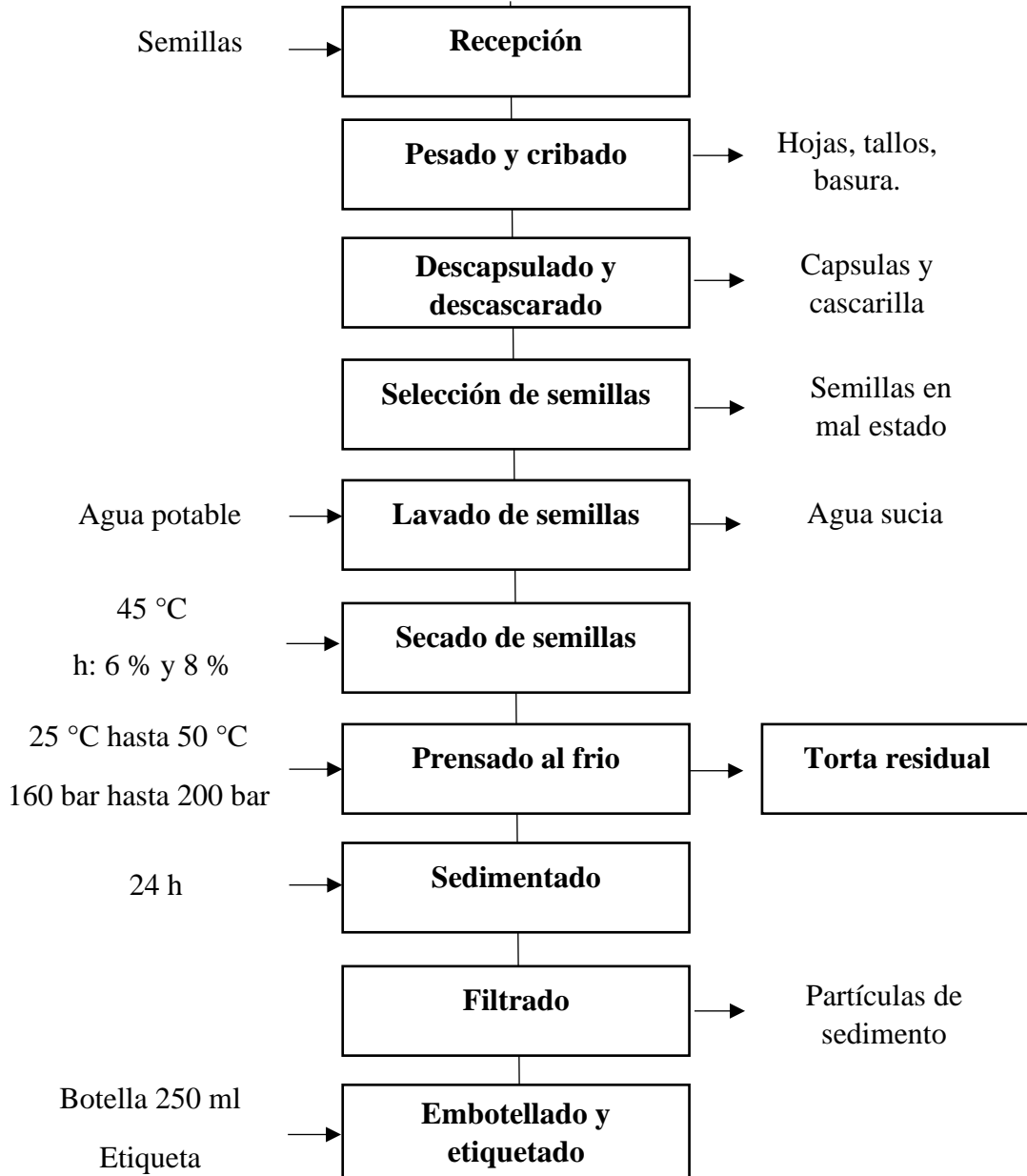
### **Embotellado**

Se establece embazar en botellas de 250 ml luego de la filtración. el llenado, sellado y etiquetado se realiza de forma manual o puede ser totalmente automático. Se almacenó a temperaturas entre 8°C y 24°C.

### 3.6.1. Diagrama de extracción de aceite de sacha inchi (*Plukenetia volubi*)

**Figura 10**

*Diagrama de extracción del aceite vegetal*



### **3.7. Propiedades físico químicas del aceite**

#### **Determinación del índice de acidez**

Se empleó la norma IENEN 38, consiste en cuantificar los miligramos de hidróxido de potasio que se necesitan para contrarrestar los ácidos grasos libres en 1 gramo de aceite. Se procedió homogeneizando la muestra invirtiendo varias veces el recipiente contenedor de la muestra luego se neutralizó la mezcla (1:1) de alcohol éter vertiéndola en un Erlenmeyer 300 cm<sup>3</sup> de esta mezcla y 1 cm<sup>3</sup> de fenolftaleína luego, se tituló con hidróxido de potasio 0,1 N hasta el viraje de color rosa durante 30 segundos.

Se pesó 5 gramos de aceite en un Erlenmeyer y se agregó 100cm<sup>3</sup> de la mezcla neutralizada posteriormente se tituló con la solución de hidróxido de potasio 0,1 N hasta alcanzar el viraje coloración durante 30 segundos. Todas las mediciones se realizaron por triplicado y para determinar numéricamente el índice de acidez se aplicó la siguiente ecuación.

$$i = \frac{M \cdot V \cdot N}{10 \cdot m}$$

***Donde:***

*i* = Índice de acidez del producto en mg/g.

*M*: masa molecular del ácido usado para expresar el resultado.

*V*: volumen de la solución de hidróxido de potasio empleado en la titulación en cm<sup>3</sup>.

*N*: normalidad de la solución de hidróxido de potasio.

*m*: masa de la muestra analizada en g.

#### **Determinación de la densidad**

Se empleó la norma IENEN 35, establece emplear el método del picnómetro para conocer la densidad relativa a 25/25°C del aceite vegetal. Se homogeneizó la muestra invirtiendo varias veces el recipiente contenedor. Se calibró el picnómetro en una solución de dicromato de sodio 45 g en 100 cm<sup>3</sup> de agua destilada y 1000

cm<sup>3</sup> de ácido sulfúrico concentrado durante algunas horas luego, se enjuagó con agua corriente, destilada, alcohol etílico, éter etílico y se secó.

Se afora el picnómetro calibrado con agua destilada evitando burbujas en su interior luego se sumergió en baño maría a 25°C durante 30min posteriormente, se seca el picnómetro y el capilar luego se enfría durante 30min y se registró el peso  $m_1$  después, se vacía el picnómetro lavar con alcohol etílico, éter etílico, secar y registrar el peso del picnómetro vacío  $m$ .

El picnómetro se aforó con el aceite llevado a 23°C tapado evitando burbujas en su interior y se sumergió a baño maría a 25°C durante 30min. Transcurrido este periodo de tiempo se secó el excedente de agua del capilar, se enfrió durante 30min y se tomó su peso  $m_2$ . Todas las mediciones se realizaron por triplicado y para determinar numéricamente el índice de acidez se aplicó la siguiente ecuación.

$$d_{25} = \frac{m_2 - m}{m_1 - m}$$

**Donde:**

$d_{25}$ : densidad relativa a 25/25°C.

$m$ : masa del picnómetro vacío, en g.

$m_1$ : masa del picnómetro con agua destilada, en g.

$m_2$ : masa del picnómetro con muestra, en g.

### **Determinación del índice de saponificación**

En cumplimiento de la norma IENEN 40 detalla que el índice de saponificación es el número de miligramos de potasio necesarios para saponificar 1 gramo de aceite. Se homogeneizó la muestra invirtiendo varias veces el recipiente contenedor. Se procede añadiendo 2 a 3g que consuma aproximadamente el 50% de álcali, con una pipeta se agrega 25cm<sup>3</sup> de la solución etanólica de hidróxido de potasio. Conectar el Erlenmeyer al matraz con flujo refrigerante y hervir la mezcla en baño maría durante 60 minutos para conseguir completa saponificación.

Se añade 1cm<sup>3</sup> de fenolftaleína y se tituló en caliente, el exceso de hidróxido de potasio con la solución 0,5N de ácido sulfúrico hasta que se dé el viraje de color. Importante realizar un ensayo en blanco es decir sin muestra siguiendo el mismo procedimiento. Todas las mediciones se realizaron por triplicado y para determinar numéricamente el índice de acidez se aplicó la siguiente ecuación.

$$i = \frac{56,1(V_1 - V_2)N}{m}$$

***Donde:***

*i*: índice de saponificación del producto, en mg/g.

*V*<sub>1</sub>: volumen de solución de ácido sulfúrico empleado en la titulación del ensayo en blanco, en cm<sup>3</sup>.

*V*<sub>2</sub>: volumen de solución de ácido sulfúrico empleado en la titulación de la muestra, en cm<sup>3</sup>.

*N*: normalización de la solución de ácido sulfúrico.

*m*: masa de la muestra analizada, en g.

### **Determinación del índice de refracción**

Se realizó empleando el equipo refractómetro RA-620 en el Laboratorio de química instrumental en la Facultad de Ciencias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Consiste en calibrar el equipo calculando el índice de refracción del agua destilada y luego se añadió 1-2 gotas con ayuda de una pipeta en el lente del refractómetro y dejar que el equipo determine su resultado, todas las mediciones se realizaron por triplicado.

#### **3.7.1. Cromatografía de gases**

La cromatografía de gases (CG) es una de las técnicas analíticas más aceptadas en el campo de la determinación de compuestos orgánicos como lo son los ácidos

grasos que será la aplicación en este método, capaz de identificar concentraciones en ppm (partículas por millón) y ppb (partículas por billón) (Fuentes, 2019).

Se empleó el equipo GC AGILENT TECHNOLOGIES 5977A con el detector correspondiente al modelo del equipo y la columna DB-WAXetr (60m x 0.250mm x 0.25µm). Las condiciones del método cromatográfico empleadas fue una temperatura del inyector: 250 °C, modo de inyección: Split 25:1, volumen de inyección: 1 µL. Para el programa térmico se empleó una temperatura del horno 80 °C con una rampa de temperatura de 20 °C/min hasta 100 °C durante 1 minuto, posterior una rampa de temperatura de 25 °C/min hasta 200 °C durante 10 minutos, finalmente una rampa de temperatura de 2 °C/min a los 250 °C. Tiempo total de corrida: 41 minutos.

### **3.7.2. Modelo matemático para la obtención de rendimiento del aceite vegetal de SI**

Una vez obtenido las muestras experimentales de aceite de sachá inchi en un lapso de tiempo de 15 minutos, realizamos el cálculo del rendimiento donde se aplicó la siguiente ecuación:

$$R = \frac{m_a}{m_{mp}} * 100$$

***Donde:***

*R*: rendimiento (%).

*m<sub>a</sub>*: masa del aceite vegetal (g).

*m<sub>mp</sub>*: masa de la materia prima (g).

100: factor matemático (%).



### **3.8.Elaboración de la harina a partir de la torta residual**

La obtención de harina de sachá inchi producida a partir de la torta residual mediante un molino automático permite el desarrollo de alimentos que ayuden a mejorar la calidad nutricional de los productos panificados.

A continuación, se detalla cada una de las etapas del proceso de obtención de la harina de SI:

**Recepción:** la materia prima (residuo de la extracción de aceite) se receipto en bolsas plásticas y se trasladó al complejo agroindustrial de la Universidad Estatal de Bolívar para ser almacenada.

**Pesado 1:** una vez revisado sus parámetros bromatológicos, se tomaron el peso inicial para establecer los parámetros de rendimiento de la harina.

**Molienda:** en esta etapa se reducirá el tamaño del material seco, transformándolos en partículas más pequeñas mediante un molino.

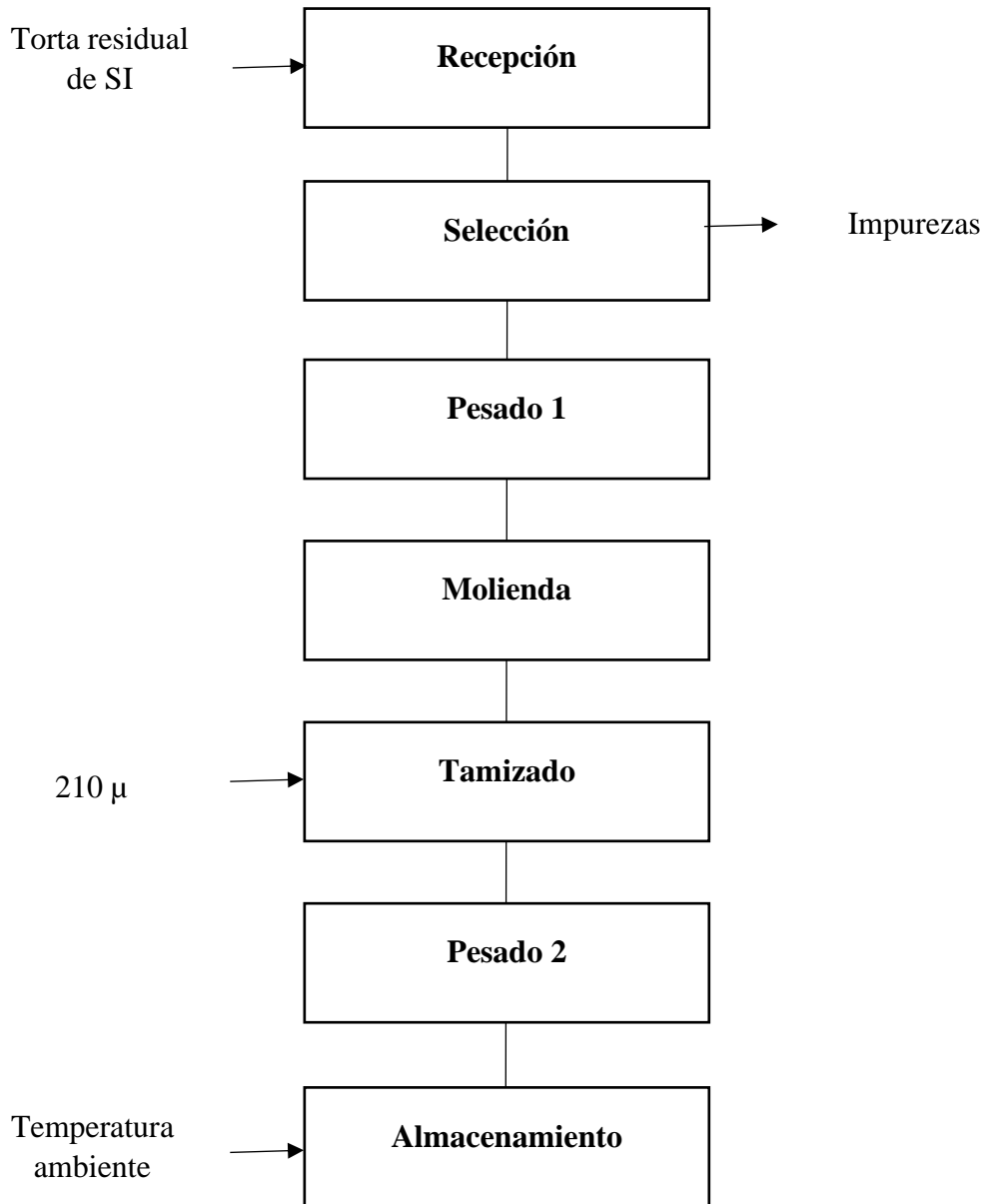
**Tamizado:** esta operación separará las partículas finas de las gruesas a través de un tamiz de 0.5 mm de diámetro con el fin de obtener una harina más fina y sin grumos.

**Almacenado:** una vez obtenida la harina se envasará, para mayor duración se deberá almacenar en ambiente seco y libre de humedad; además se debe evitar la exposición a la luz solar por motivos de oxidación.

### 3.8.1. Diagrama para la obtención de harina a partir de la torta residual de sachá inchi (*Plukenetia volubilis*)

**Figura 11**

*Diagrama de proceso para la elaboración de harina de sachá inchi*



### **3.9.Elaboración de galletas con sustitución parcial de harina de SI**

Según la normativa NTE INEN 2085 (2005) tiene por objeto establecer los requisitos que deben cumplir los diferentes tipos de galletas. Son productos obtenidos mediante el horneado apropiado de las figuras formadas por el amasado de derivados del trigo u otras farináceas con otros ingredientes aptos para el consumo humano.

Este proceso se describe a continuación en cada una de sus etapas:

**Recepción:** se recepciona cada uno de los insumos en un ambiente fresco, seco y libre de contaminación para su posterior formulación.

#### **Formulación de ingredientes**

Una vez obtenido los insumos se procedió a formular el porcentaje de cada uno de los ingredientes en la elaboración de la galleta.

#### **Pesado de los ingredientes**

Esta operación consistió en el pesado de cada uno de los ingredientes formulado para la elaboración de galletas.

#### **Mezclado y amasado**

En este proceso se realizó con la mezcla de todos los insumos (harina de sacha inchi, harina fortificada, mantequilla, azúcar, vainilla, polvo de hornear y leche) con sus cantidades respectivos expresado en porcentajes, una vez colocado todos los ingredientes se procedió a amasar hasta obtener la masa adecuada para moldear.

#### **Laminado de la masa**

Para este proceso la masa elaborada se coloca en la laminadora con un espesor de 0,5 cm aproximadamente.

#### **Cortado**

Se procedió a cortar con moldes cortadores adecuados, esta operación se debe efectuar rápidamente después del laminado, de lo contrario la masa al enfriarse se pone dura y pierde su elasticidad, una vez ya cortado se procede a colocar mantequilla en la lata de hornear para evitar cualquier deforme.

### **Horneado**

Una vez cortado se colocó en bandeja de metal y se procede a hornear a 155°C durante 15 minutos aproximadamente. Muchas veces el tiempo de horneado se debe al espesor de las galletas, por lo cual se debe tener en cuenta y vigilar el tiempo y la temperatura, de lo contrario se puede pasar la cocción y alterar las galletas.

### **Enfriado**

Luego del proceso de horneados las galletas son puestas en un lugar libre de contaminación, se deja enfriar a temperatura ambiente por un tiempo aproximado de 30 a 40 minutos.

### **Selección de galletas**

Esta operación requiere de un control minucioso debido a que se debe separar todas las galletas que estén defectuosas y quemadas.

### **Envasado y etiquetado**

Cuando se obtuvo las galletas seleccionadas con parámetros de calidad se procedió a embazar en bolsas de polietileno para evitar la alteración de la humedad hacia el producto final posteriormente, se pegó su respectiva etiqueta en la que se observa el respectivo valor nutricional.

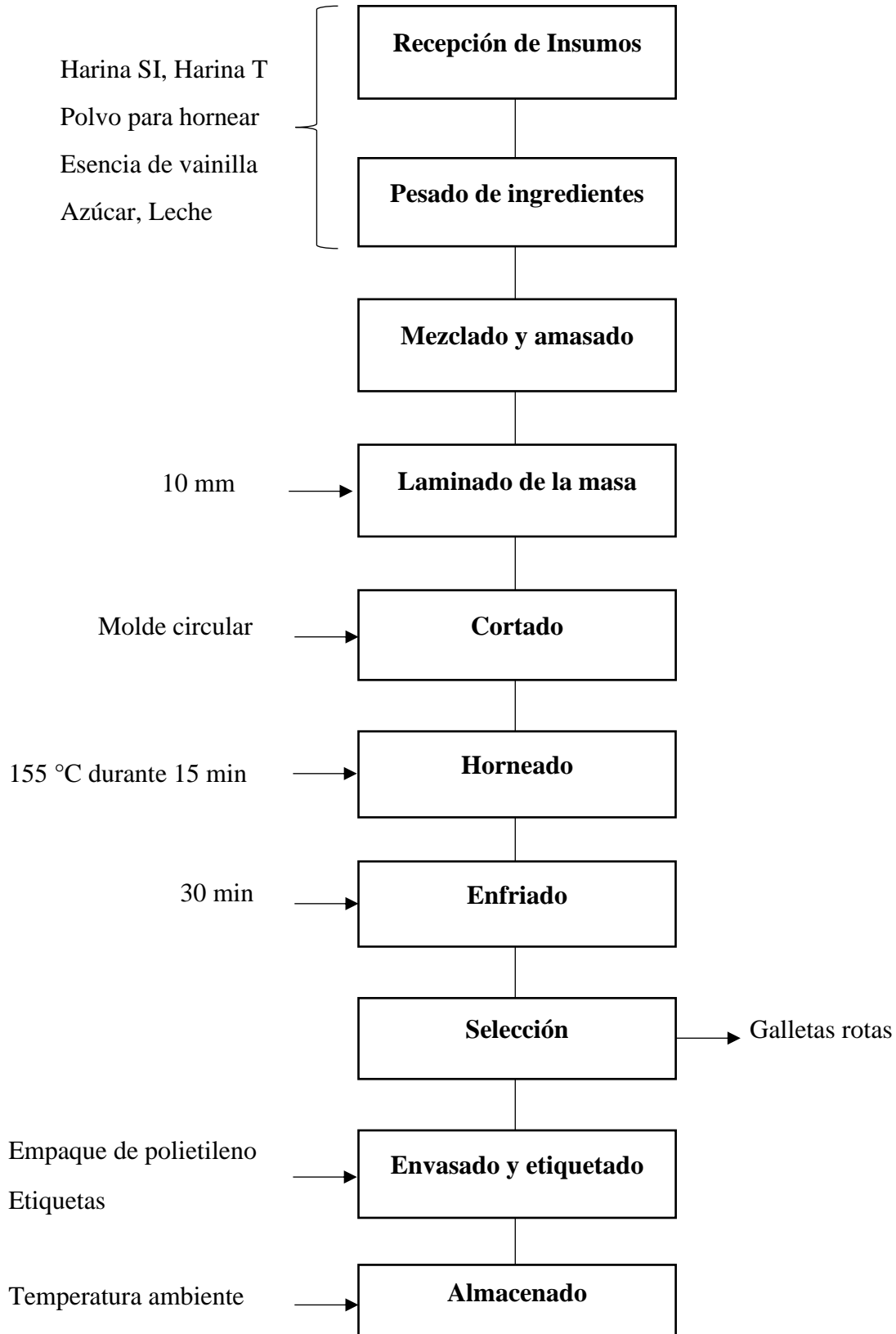
### **Producto final**

Una vez que el producto ya cumplió con todos los estándares de calidad se procede a almacenar en un ambiente seco y fresco, para luego ser repartido para su respectivo consumo.

### 3.9.1. Diagrama para la obtención de galletas con sustitución parcial de harina de sachá inchi.

**Figura 12**

*Diagrama de la obtención de galletas de SI*



### 3.9.2. Análisis de calidad para la galleta

Se tomó como referencia la norma técnica ecuatoriana 2085 en la cual para galletas simples de tipo II de dulce son aquellas que después de su horneado no tienen ningún agregado sugiere, realizar el análisis de mohos y levaduras.

$$N = \frac{\sum C}{V(n_1 + 0,1m_2)d}$$

**Donde:**

$\sum C$ : suma de las colonias contadas o calculadas en todas las placas elegidas.

$n_1$ : número de placas contadas de la primera dilución seleccionada.

$m_2$ : número de placas contadas de la segunda dilución seleccionada.

$d$ : dilución de la cual se obtuvieron los primeros recuentos.

$V$ : volumen del inóculo sembrado en cada placa.

## CAPÍTULO IV

### 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1. Semillas de sachá inchi empleadas experimentalmente

##### Figura 13

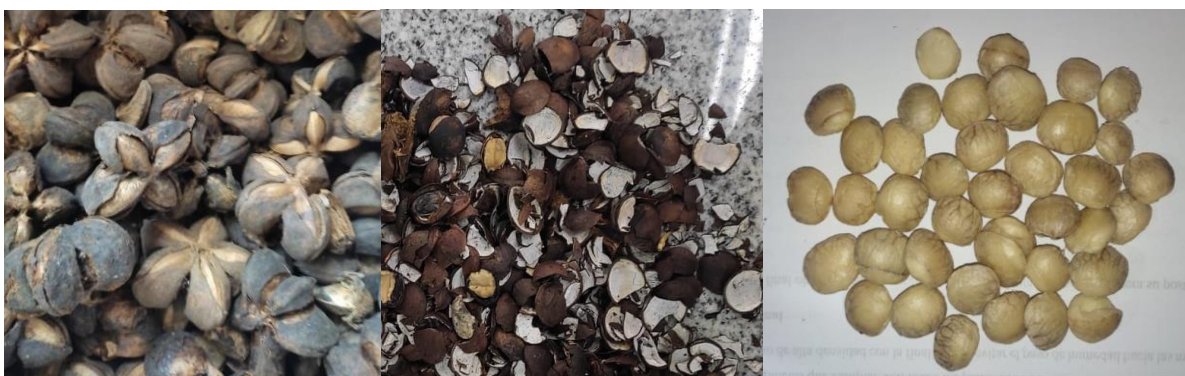
*Semillas inmaduras empleadas experimentalmente hasta la obtención de su almendra.*



En la figura 10 se muestra las materias primas en su etapa de estrella, semilla y la almendra que se empleó para el proceso de extracción de aceite de semillas de sachá inchi en estado inmaduro.

##### Figura 14

*Semillas maduras empleadas experimentalmente hasta la obtención de su almendra.*



En la figura 11 se muestra las semillas en sus diferentes etapas para la obtención de la almendra que se utilizó para el proceso de extracción de aceite de semillas de sachá inchi en estado maduro.

#### 4.2. Análisis físico de las semillas de sachu inchi

Se analizaron 10 semillas en cada una de los estados siguiendo los parámetros analizados por Betancourth (2013) y se añadió el parámetro cápsulas de esta manera se obtuvieron los siguientes resultados:

**Tabla 22**

*Características físicas de las semillas de sachu inchi.*

Parámetro	Semillas inmaduras	Almendras inmaduras	Semillas maduras	Almendras maduras
Espesor (mm)	9,32	8,10	9,10	7,40
Diámetro (mm)	20,51	18,21	20,35	17,97
Peso (g)	2,13	0,90	1,21	0,82
Color	Marrón	Beige	Marrón	Beige
Capsulas	Tetrámeras y pentámeras			

En la tabla 22 se aprecia los resultados obtenidos de las semillas donde se utilizó 10 de cada uno de sus estados de madurez analizando la semilla y su almendra, la mayor diferencia identificada son las semillas inmaduras respecto a las maduras tienen un mayor tamaño morfológico general debido a su elevado porcentaje de humedad.

Quispe (2023) estudia semillas de *Plukenetia volubilis* en distintas zonas de la Amazonía peruana donde seleccionó al azar 20 semillas donde se tomó la media de sus resultados. En el espesor reporta 8,64 en el caso del diámetro 17,01 mm para el peso que obtiene 1,17 g. En el caso de las almendras documenta un peso de 0,77 g. La semilla inmadura no se encuentra información sobre el análisis proximal o bromatológicos por lo que los datos obtenidos tienen relevancia en la investigación.



### 4.3.Semillas de descarte por mal estado.

Durante el análisis de las semillas se encontró varias que se encuentran en estado de putrefacción, exceso de agua con mal olor en su interior, con tamaño pequeño de su almendra, se descartaron durante la etapa de descascarillado, como se indica en la figura 12.

### Figura 15

Semillas en diferentes estados de descomposición.



### 4.4.Análisis químico de semillas de sachá inchi

**Tabla 23**

*Análisis proximal para las semillas de sachá inchi en diferentes estados de madurez.*

Parámetros	Estados de madurez	
	Inmaduro	Maduro
Humedad (%)	29,38	6,59
Ceniza (%)	2,08	2,67
Grasa (%)	23,46	37,82
Fibra (%)	0,34	0,27
Proteína (%)	16,87	32,40
Carbohidratos (%)	27,87	20,26

En la tabla 23 se detalla la información composicional de las semillas en cada uno de sus estados de madurez. En las cuales la humedad de la semilla inmadura se

presenta valores elevados respecto a la madura en consecuencia se ve afectado su contenido de grasa, proteína.

Romero et al, (2019) reportó los siguientes valores para semillas maduras, humedad 6,72 % cenizas 2,9 % grasa 42,03 % Fibra 18,0 % proteína 29,78 %. Valles Ramírez, et al, (2017) documentó sus resultados realizados en base húmeda de semillas maduras, en los cuales encuentra humedad 7,62% ceniza 2,74% grasa 40,82% fibra 3,08% proteína 35,01% y carbohidratos 10,73%. Las diferencias observadas pueden deberse a factores de cultivo tales como, fertilización, tipo de riego, zona de cultivo entre otros.

#### **4.5.Obtención de rendimientos posterior a la extracción mediante prensado al frío**

**Tabla 24**

*Rendimientos de la extracción de aceite de semillas de sachá inchi.*

<b>Código</b>	<b>Tratamiento</b>	<b>Masa de aceite (g)</b>	<b>Masa de semilla (g)</b>	<b>Rendimiento (%)</b>
T1	Ambiente 18°C - Maduro	43,21	176,60	24,47
T2	Ambiente 18°C - Inmaduro	53,79	187,20	28,73
T3	30°C - Maduro	48,24	191,30	25,22
T4	30°C - Inmaduro	30,97	109,50	28,29
T5	45°C - Maduro	79,69	184,30	43,24
T6	45°C - Inmaduro	60,14	185,00	32,51
T7	Ambiente 18°C - Maduro	42,25	172,80	24,45
T8	Ambiente 18°C - Inmaduro	47,98	177,50	27,03
T9	30°C - Maduro	47,79	195,30	24,47
T10	30°C - Inmaduro	31,97	112,80	28,34
T11	45°C - Maduro	80,62	185,50	42,55
T12	45°C - Inmaduro	58,99	187,24	31,50

En la tabla 24 se muestran los rendimientos obtenidos para los 12 tratamientos de extracción de aceites por prensado al frío. En cada uno de los tratamientos se partió con 200 g de semillas antes del proceso de lavado y secado para luego obtener su masa de semillas donde se observa una semejanza en los rendimientos los cuales se realiza un análisis ANOVA para determinar que tratamiento es significativo para el aprovechamiento de la semilla de sachu inchi.

#### **4.6. Diseño experimental para la obtención del mejor tratamiento en base a su rendimiento.**

Para el análisis ANOVA se tomarán los valores de la tabla 24 para identificar mediante el análisis estadístico cual presenta un mejor desempeño para la extracción de aceite vegetal obteniendo como respuesta experimental el rendimiento que se muestra en la tabla 25.

**Tabla 25**  
*Análisis de varianza para rendimiento.*

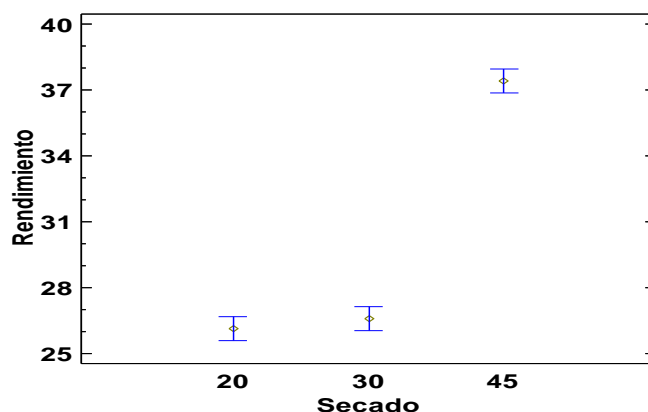
<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
<b>EFFECTOS PRINCIPALES</b>					
A: Condiciones de secado	326,705	2	163,353	401,69	0,0000
B: Estado de madurez	5,33333	1	5,33333	13,11	0,0111
<b>INTERACCIONES</b>					
AB	135,852	2	67,9258	167,03	0,0000
RESIDUOS	2,44	6	0,406667		
Total (corregido)	470,33	11			

En la siguiente tabla se muestra el análisis de varianza para del rendimiento de aceite de sachu inchi obtenido, los valores-P prueban la significancia estadística de cada uno de los factores. Puesto que 3 valores-P son menores que 0.05, estos

factores tienen un efecto estadísticamente significativo sobre rendimiento con un 95.0% de nivel de confianza. Al demostrar que existe diferencia significativa se permite rechazar la hipótesis nula, se realizó la prueba de rangos múltiples por el método diferencias honestamente significativas (HSD) de Tukey para establecer el nivel de incidencia del factor A y B.

**Figura 16**

*Medias del secado en el rendimiento de aceite de sachá inchi.*



**Tabla 26**

*Pruebas de diferencias honestamente significativas para rendimiento por secado.*

Condiciones de secado	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
18	4	26,15	0,318852	X
30	4	26,575	0,318852	X
45	4	37,425	0,318852	X

En la figura 16 y tabla 26 se muestra la comparación de medias del factor A para determinar cuáles son significativamente diferentes de otras. En el nivel secado a 18°C y 30°C presentaron rendimientos homogéneos como indica su media logarítmica 26.15 y 26.575. Es decir que entre estos tipos de secado su rendimiento será semejante. A diferencia del nivel secado de 45°C que presenta una media logarítmica mayor con 37,425, lo que significa que trabajar con semillas secadas a 45 °C es mejor respecto al rendimiento.

**Tabla 27**

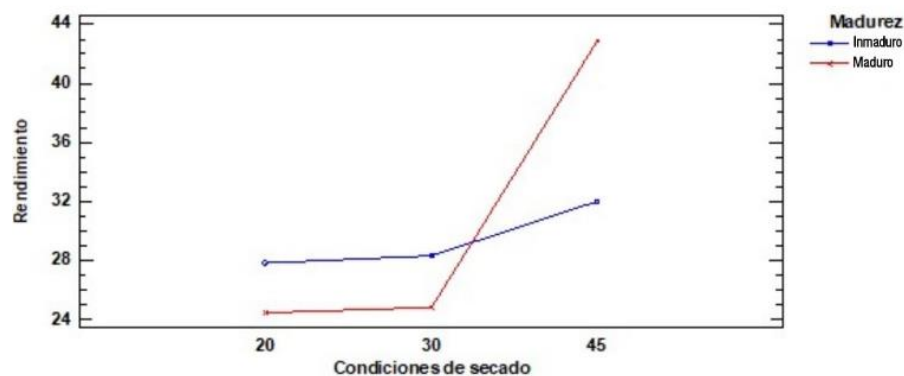
*Pruebas de diferencias honestamente significativas para rendimiento por estado de madurez.*

Estado de Madurez	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
Inmaduro	6	29,3833	0,260342	×
Maduro	6	30,7167	0,260342	×

En la tabla 27 se utiliza el método de diferencia honestamente significativa (HSD) de Tukey con una confianza del 95% que permite justificar cuales medias son estadísticamente diferentes indicado por la x que no comparte una misma columna por lo que se denomina a la condición de secado 45°C estadísticamente significativo indicado por la media logarítmica 30,7167.

**Figura 17**

*Gráfico de interacciones de los factores Ax B respecto al el rendimiento*



La figura 17 muestra la interacción del factor A con el factor B, el cual nos indica que al emplear semillas de sachá inchi en estado maduro se obtiene el mejor rendimiento para la extracción de aceite de sachá inchi. De acuerdo a los resultados obtenidos en el presente estudio dejando de lado los grupos homogéneos es decir el secado (18°C y 30°C) y los distintos estados de madurez (maduro e inmaduro) ya que estos tienen valores similares entre 24,45% y 28,73%. De modo que se pudo verificar que el secado a 45°C genera valores más óptimos, sin embargo, las semillas inmaduras alcanzaron un rendimiento máximo de 32,51%, a diferencia de las semillas maduras que tienen un mejor desempeño al obtener un máximo de 43,24%. Romero et al (2019) presentó un rendimiento de 26,92% partiendo con

653,17gramos de semilla sin cascara. Castillo Flores (2021) extrajo aceite a partir de 500 gramos provenientes de 4 localidades del Ecuador en las cuales determina un rendimiento máximo de 31,05% cuyos valores fueron inferiores a los obtenidos en esta investigación.

#### 4.7. Análisis químico del aceite

**Tabla 28**

*Análisis bromatológicos del aceite.*

Muestra	Parámetros bromatológicos			
	Índice de acidez mg KOH/g	Densidad relativa g/cm <sup>3</sup>	Índice de saponificación mg KOH/g	Índice de refracción mg/g
T1	0,67	0,92	192,6	1,4812
T2	0,89	0,93	197,2	1,4814
T3	0,16	0,93	196	1,4812
T4	0,89	0,93	202,1	1,4814
T5	0,17	0,93	190,4	1,4814
T6	0,33	0,93	195,4	1,4816

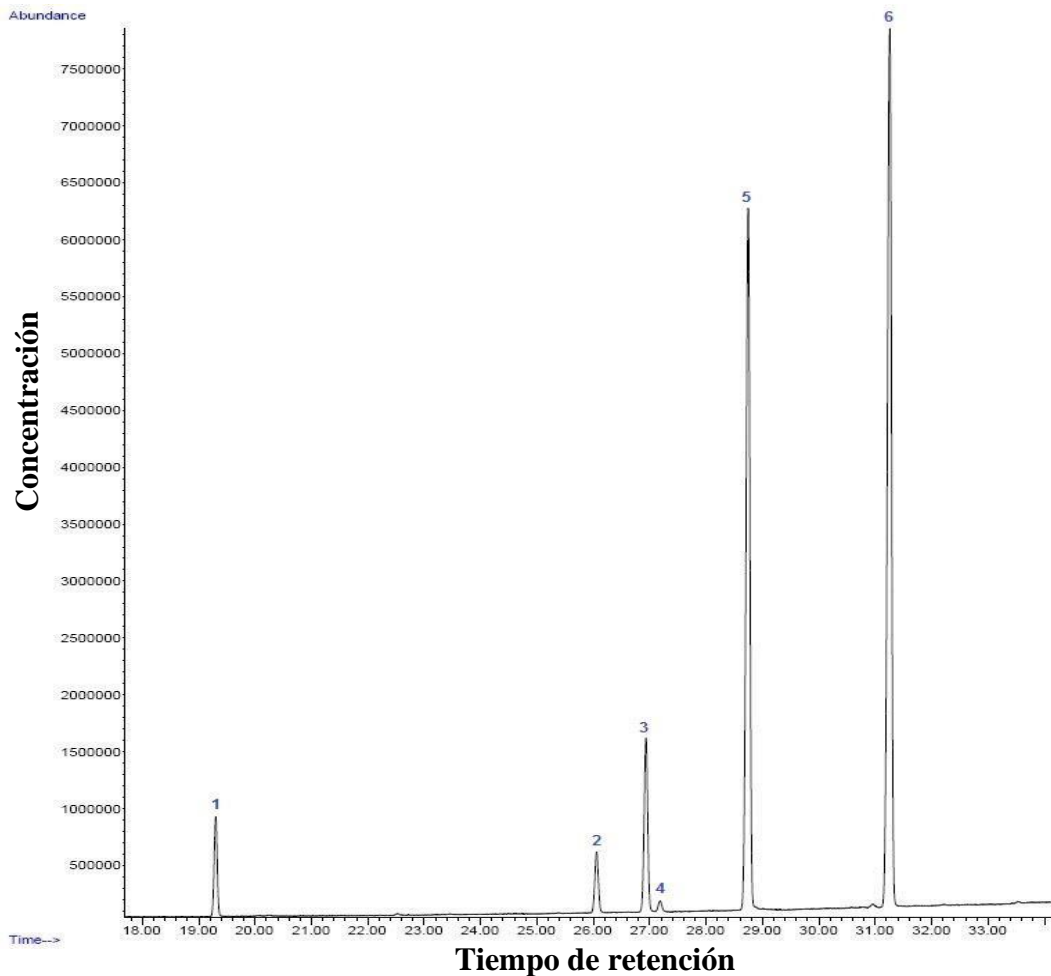
**Nota.** KOH: hidróxido de potasio, g: gramos, mg: miligramos.

En la tabla 28 se observa el resumen del análisis químico del aceite obtenido, mismos que prueban calidad del aceite extraído. Según la norma técnica ecuatoriana INEN 2688 (2014) sugiere limitar el índice de acidez a no más de 1 gramo por 100 gramos (1%), en el caso de la densidad señala un mínimo de 0,926 y máximo de 0,931, el índice de saponificación mgKOH/g sugiere un mínimo de 192 y máximo de 196 y el índice de refracción con un mínimo de 1,478 y máximo de 1,481.

Una vez analizado la calidad de los aceites obtenidos y comprobado con la Norma Técnica Ecuatoriana, se demostró que los valores están en los límites de aceptabilidad que demuestra seguridad para su consumo. Romero (2019) índice de acidez de 0,38 mgKOH/g, densidad relativa de 0,91 g/cm<sup>3</sup>. Gonzales de la Torre (2022) detalla una acidez de 0,26 y 0,36 mgKOH/g índice de saponificación osciló entre 191,10 y 206,35 mgKOH/g índice de refracción de 1,479 y 1,480. Estos autores han obtenido aceite de sachá inchi con similar proceso en la que los resultados son semejantes. Análisis cromatográfico del aceite de sachá inchi

**Figura 18**

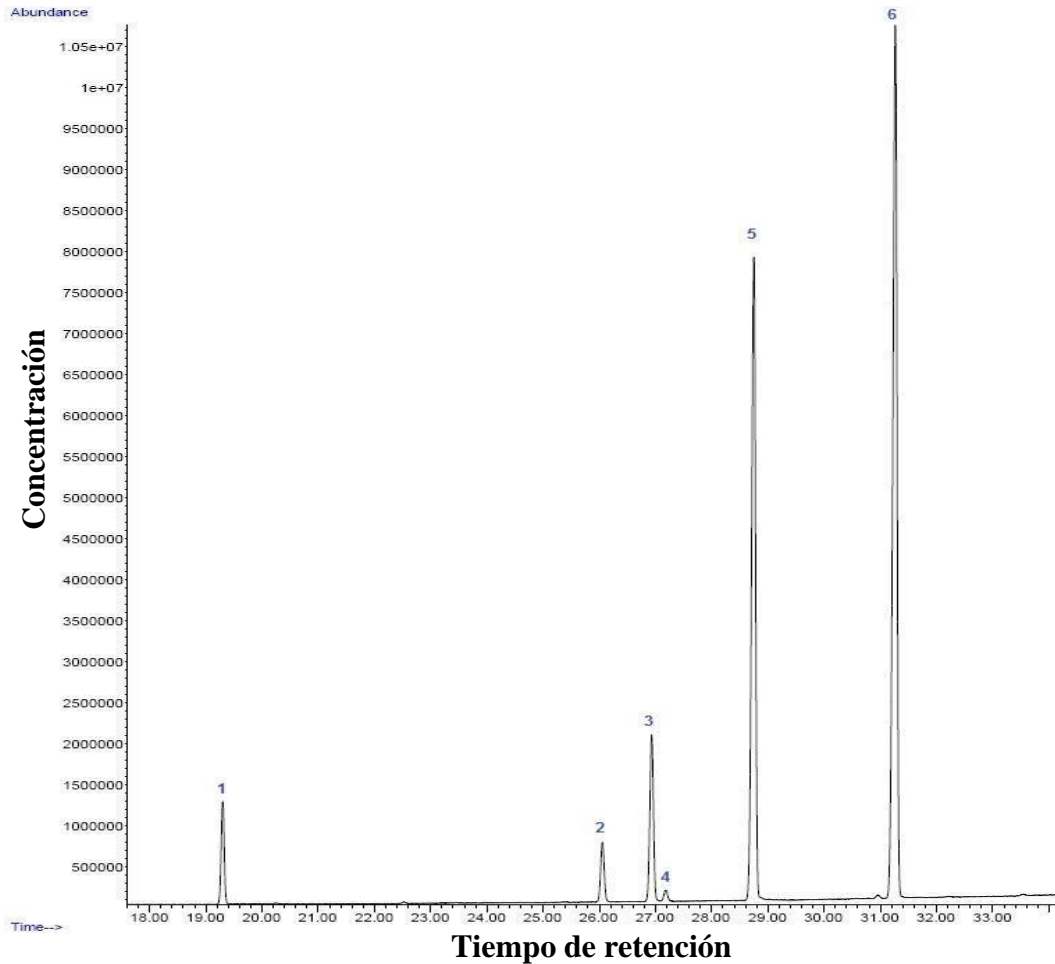
*Cromatograma del tratamiento secado al ambiente y semillas en estado maduro.*



En la figura 18 se muestra el cromatograma donde indica el tiempo de retención y concentración de sus componentes volátiles, se detectan 6 picos que corresponde a los ácidos grasos (AG), en el pico 1 tenemos al AG Palmítico con un tiempo de retención de 19,310 minutos y una concentración de 4,07%, en el pico 2 está el AG Esteárico tiene 26,066 minutos de tiempo de retención y 2,91% de concentración, en el pico 3 tenemos al AG Oleico 26,940 minutos de tiempo de retención y 7,02% concentración, en el pico 4 se ubica al AG13-Octadecanoico 27,192 minutos de retención y 0,57% de concentración, en el pico 5 el AG Linoleico presenta 28,755 minutos de retención y 35,79% de concentración por último el pico 6 con mejores características, el AG Linolénico con 31,266 minutos de retención y 47,33% de concentración.

**Figura 19**

*Cromatograma del tratamiento secado al ambiente y semillas en estado inmaduro.*

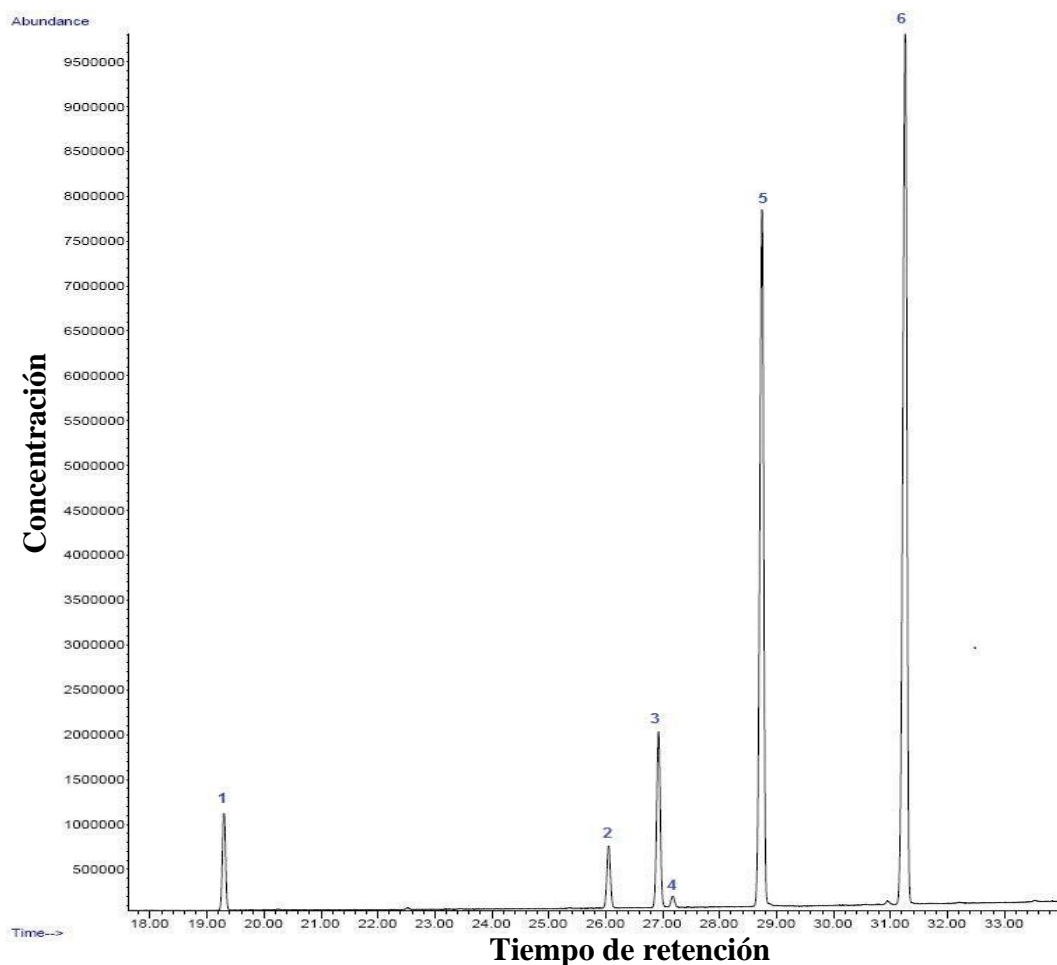


En la figura 19 se muestra el cromatograma donde indica el tiempo de retención y concentración de sus componentes volátiles, se detectan 6 picos que corresponde a los ácidos grasos (AG), en el pico 1 tenemos al AG Palmítico con un tiempo de retención de 19,300 minutos y una concentración de 4,36%, en el pico 2 está el AG Esteárico tiene 26,057 minutos de tiempo de retención y 2,93% de concentración, en el pico 3 tenemos al AG Oleico 26,930 minutos de tiempo de retención y 8,29% concentración, en el pico 4 ubicamos al AG 13-Octadecanoico 27,181 minutos de retención y 0,59% de concentración, en el pico 5 está el AG Linoleico presenta 28,748 minutos de retención y 34,41% de concentración por último el pico 6 con mejores características, el AG Linolénico con 31,264 minutos de retención y 49,43% de concentración.



**Figura 20**

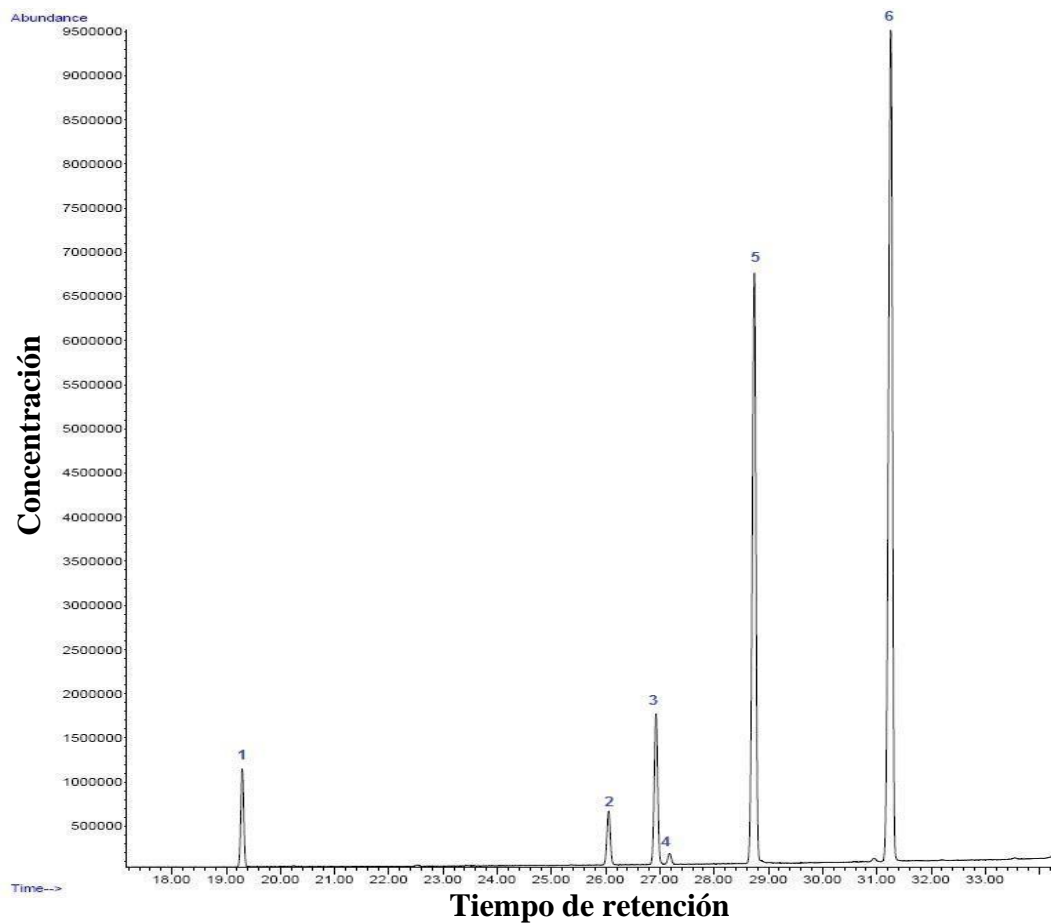
*Cromatograma del tratamiento secado a 30°C y semillas en estado maduro.*



En la figura 20 se muestra el cromatograma donde indica el tiempo de retención y concentración sus componentes volátiles, se detectan 6 picos que corresponde a los ácidos grasos (AG), en el pico 1 está el AG Palmítico con un tiempo de retención de 19,298 minutos y una concentración de 4,25%, en el pico 2 el AG Esteárico tiene 26,054 minutos de tiempo de retención y 2,97% de concentración, en el pico 3 encontramos al AG Oleico 26,929 minutos de tiempo de retención y 8,50% concentración, en el pico 4 se ubica al AG 13-Octadecanoico 27,179 minutos de retención y 0,58% de concentración, en el pico 5 el AG Linoleico presenta 28,747 minutos de retención y 36,14% de concentración por último el pico 6 con mejores características, el AG Linolénico con 31,260 minutos de retención y 47,57% de concentración.

**Figura 21**

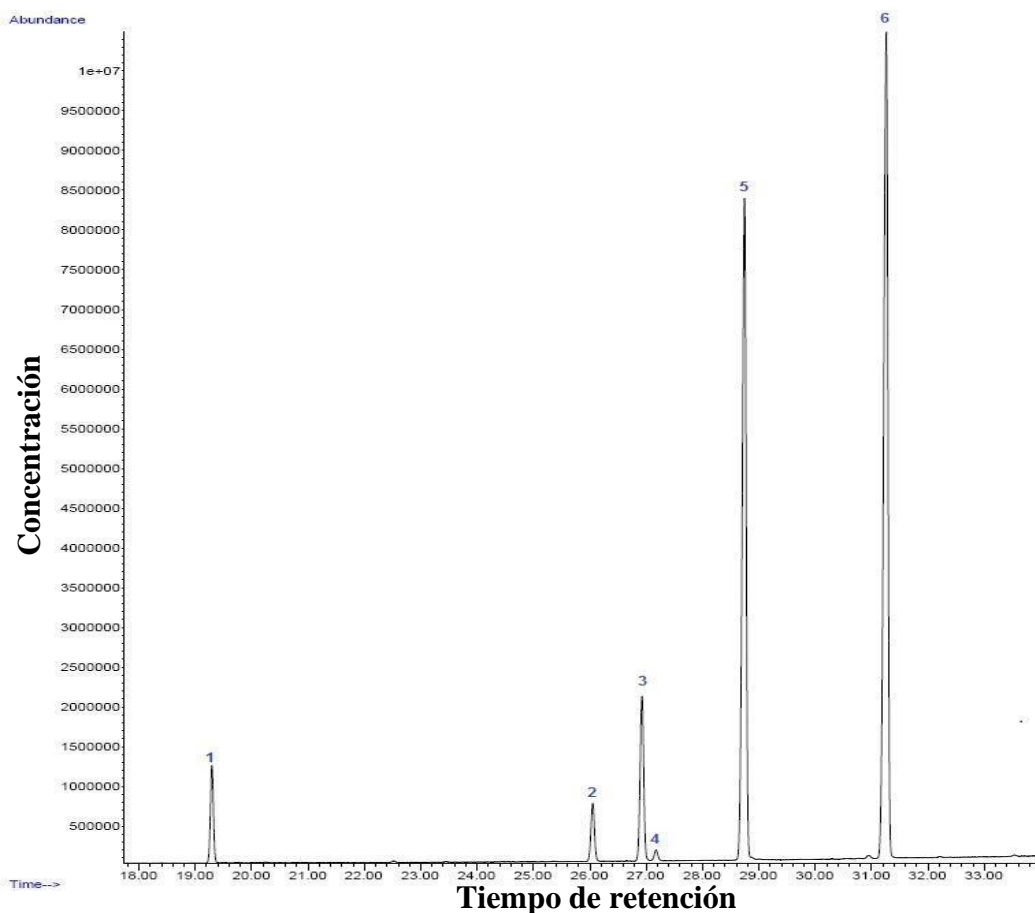
*Cromatograma del tratamiento secado a 30°C y semillas en estado inmaduro.*



En la figura 21 se muestra el cromatograma donde indica el tiempo de retención y concentración de sus componentes volátiles, se detectan 6 picos que corresponde a los ácidos grasos (AG), en el pico 1 se ubica al AG Palmítico con un tiempo de retención de 19,297 minutos y una concentración de 4,40%, en el pico 2 está el AG Esteárico tiene 26,054 minutos de tiempo de retención y 2,87% de concentración, en el pico 3 el AG Oleico 26,297 minutos de tiempo de retención y 8,04% concentración, en el pico 4 encontramos al AG 13-Octadecanoico 27,178 minutos de retención y 0,62% de concentración, en el pico 5 se ubica al AG Linoleico presenta 28,740 minutos de retención y 33,34% de concentración por último el pico 6 con mejores características, el AG Linolénico con 31,257 minutos de retención y 50,74% de concentración.

**Figura 22**

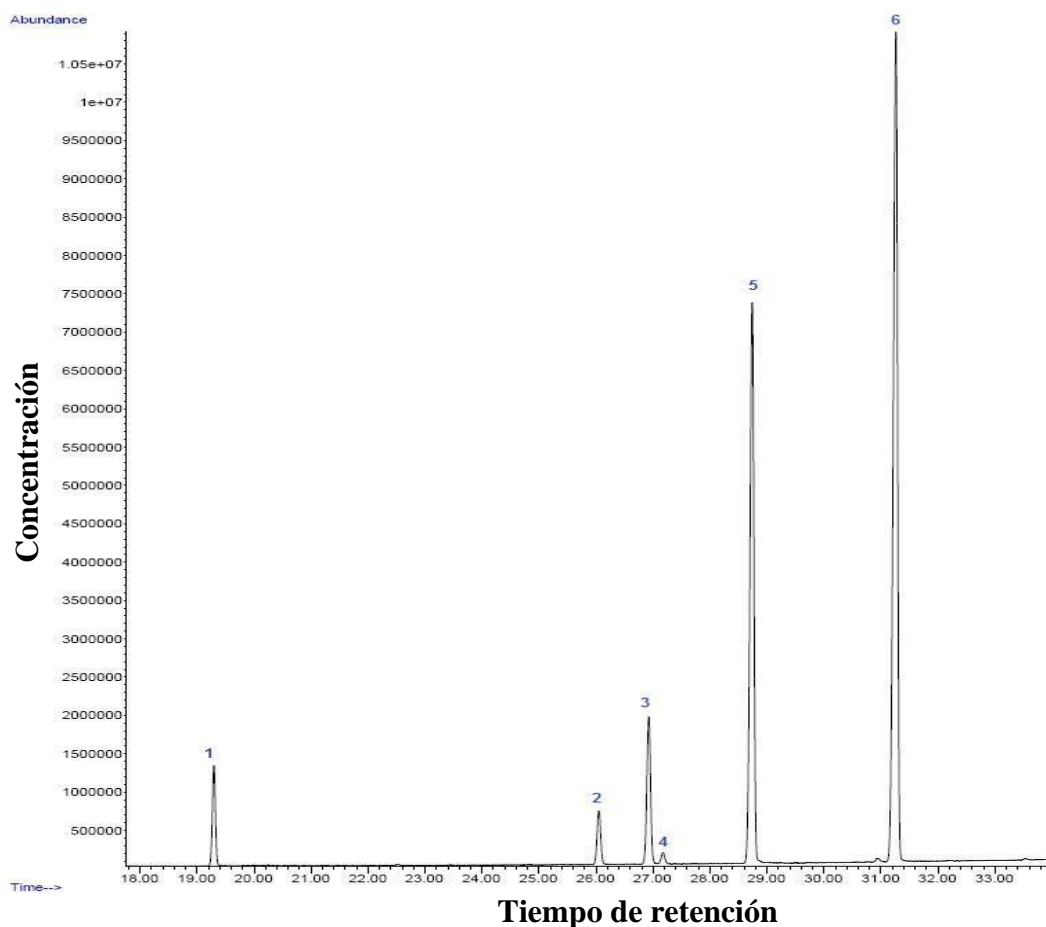
*Cromatograma del tratamiento secado a 45°C y semillas en estado maduro.*



En la figura 22 se muestra el cromatograma donde indica el tiempo de retención y concentración de sus componentes volátiles, se detectan 6 picos que corresponde a los ácidos grasos (AG), en el pico 1 tenemos al AG Palmítico con un tiempo de retención de 19,297 minutos y una concentración de 4,16%, en el pico 2 se ubica el AG Esteárico tiene 26,054 minutos de tiempo de retención y 2,88% de concentración, en el pico 3 se encuentra al AG Oleico 26,928 minutos de tiempo de retención y 8,36% concentración, en el pico 4 está el AG 13-Octadecanoico 27,178 minutos de retención y 0,58% de concentración, en el pico 5 se ubica al AG Linoleico presenta 28,748 minutos de retención y 36,01% de concentración por último el pico 6 con mejores características, el AG Linolénico con 31,262 minutos de retención y 48,01% de concentración.

**Figura 23**

*Cromatograma del tratamiento secado a 45°C y semillas en estado inmaduro.*



En la figura 23 se muestra el cromatograma donde indica el tiempo de retención y concentración de sus componentes volátiles, se detectan 6 picos que corresponde a los ácidos grasos (AG), en el pico 1 se encuentra al AG Palmítico con un tiempo de retención de 19,298 minutos y una concentración de 4,46%, en el pico 2 se ubica al AG Esteárico tiene 26,053 minutos de tiempo de retención y 2,89% de concentración, en el pico 3 está el AG Oleico 26,928 minutos de tiempo de retención y 8,10% concentración, en el pico 4 se ubica al AG 13-Octadecanoico 27,179 minutos de retención y 0,64% de concentración, en el pico 5 encontramos al AG Linoleico presenta 28,740 minutos de retención y 32,57% de concentración por último el pico 6 con mejores características, el AG Linolénico con 31,259 minutos de retención y 51,34% de concentración.

**4.8. Resumen de los ácidos grasos presentes en los distintos tratamientos del aceite de sacha inchi**

**Tabla 29**

*Ácidos grasos presentes en los tratamientos establecidos.*

Tratamiento	Perfil de ácidos grasos			
	N°	Sacha inchi	Tr (min)	Área (%)
Ambiente - Maduro	1	Ácido Palmítico	19,310	4,07
	2	Ácido Esteárico	26,066	2,91
	3	Ácido oleico	26,940	7,02
	4	Ácido 13-Octadecenoico	27,192	0,57
	5	Ácido Linoleico	28,755	35,79
	6	Ácido Linolénico	31,266	47,33
Ambiente - Inmaduro	1	Ácido Palmítico	19,300	4,36
	2	Ácido Esteárico	26,057	2,93
	3	Ácido oleico	26,930	8,29
	4	Ácido 13-Octadecenoico	27,181	0,59
	5	Ácido Linoleico	28,748	34,41
	6	Ácido Linolénico	31,264	49,43
30°C - Maduro	1	Ácido Palmítico	19,298	4,25
	2	Ácido Esteárico	26,054	2,97
	3	Ácido oleico	26,929	8,50
	4	Ácido 13-Octadecenoico	27,179	0,58
	5	Ácido Linoleico	28,747	36,14
	6	Ácido Linolénico	31,260	47,57
30° - Inmaduro	1	Ácido Palmítico	19,297	4,40
	2	Ácido Esteárico	26,054	2,87
	3	Ácido oleico	26,927	8,04
	4	Ácido 13-Octadecenoico	27,178	0,62
	5	Ácido Linoleico	28,740	33,34
	6	Ácido Linolénico	31,257	50,74

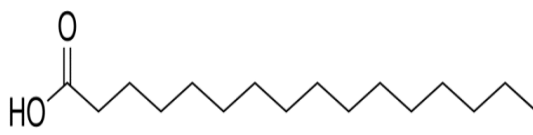
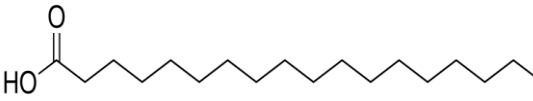
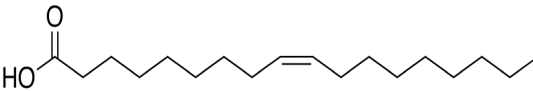
45°C - Maduro	1	Ácido Palmítico	19,297	4,16
	2	Ácido Esteárico	26,054	2,88
	3	Ácido oleico	26,928	8,36
	4	Ácido 13-Octadecenoico	27,178	0,58
	5	Ácido Linoleico	28,748	36,01
	6	Ácido Linolénico	31,262	48,01
45°C - Inmaduro	1	Ácido Palmítico	19,298	4,46
	2	Ácido Esteárico	26,053	2,89
	3	Ácido oleico	26,928	8,10
	4	Ácido 13-Octadecenoico	27,179	0,64
	5	Ácido Linoleico	28,740	32,57
	6	Ácido Linolénico	31,259	51,34

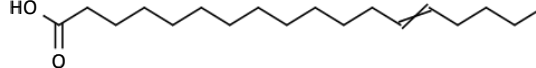
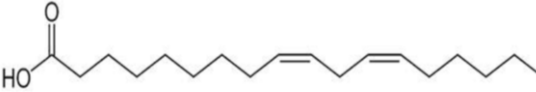
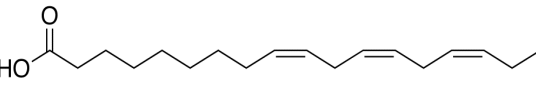
**Nota.** N°: número de pico, Tr: tiempo de retención en minutos, Área: representa la abundancia de los ácidos grasos expresado en porcentaje.

La tabla 29 se muestra un resumen del análisis cromatográfico de gases de los 6 de 12 aceites obtenidos donde se realizó dos lecturas para corroborar los resultados.

**Tabla 30**

*Compuestos volátiles del aceite de sacha inchi.*

N°	Compuesto	Fórmula general	Fórmula estructural
1	Ácido Palmítico	C16H32O2	
2	Ácido Esteárico	C18H36O2	
3	Ácido oleico	C18H34O2	

4	Ácido 13- Octadecenoico	C18H34O2	
5	Ácido Linoleico	C18H32O2	
6	Ácido Linolénico	C18H30O2	

En la tabla 30 se muestran los componentes volátiles encontrados en los seis tipos de aceites obtenidos por prensado en frío a diferentes tratamientos donde no se analizó las réplicas. Se indica el compuesto, fórmula general y fórmula estructural de cada ácido graso obtenido a través del análisis cromatográfico.

#### 4.9. Clasificación de los ácidos grasos presentes en el aceite de sachá inchi con mejor rendimiento

**Tabla 31**

*Perfil de ácidos grasos del aceite de sachá inchi con mejor rendimiento.*

Clasificación	Composición de ácido graso	Sachá inchi (%)
Poliinsaturado	Omega ω- 3	48,01
Insaturado	Omega ω- 6	36,01
Monoinsaturado	Omega ω- 9	8,36
Saturado	Ácido esteárico	2,88
Saturado	Ácido 13- octadecenoico	0,58
Saturado	Ácido palmítico	4,16

En la tabla 31 se ordenó según la clasificación de los ácidos grasos. Manteniendo como componente mayoritario el omega ω- 3, ω- 6 y ω- 9. Se comparó la información con bibliografías de distintos años con el fin de realizar un análisis más amplio, con esto Mendoza (2008) describe encontrar ω-3: 50,39% ω-6: 37,66% ω-9: 8,73%. Paucar-Menacho et al (2015) en su estudio describe un contenido de ω-3: 11,68% ω-6: 50,65%. Romero (2019) documenta ω-3: 38,84% ω-6: 34,67% ω

-9: 17,12%. Gonzales et al (2022) logró cuantificar  $\omega$  -3: 42,10% a 45,90%  $\omega$  -6: 32,63% a 36,20% y  $\omega$  -9: 8,50% a 9,93%.

#### 4.10. Análisis físico químico para la torta residual

**Tabla 32**

*Análisis bromatológicos de la torta residual del aceite con mejor rendimiento.*

<b>Parámetro</b>	<b>Torta residual (%)</b>
Humedad	10.46
Ceniza	6.93
Grasa	3.81
Fibra	8.09
Proteína	61.00
Carbohidratos	9.70

En la tabla 32 se observa el análisis bromatológico de la torta de sachá inchi la cual se pulverizó para su análisis. Díaz-Castañeda (2022) documenta una humedad de 5,13% ceniza 3,85% grasa 1,16% fibra 4,60% proteína 53,06% y carbohidratos 32,2%. Rodríguez (2022) indica una humedad de 7,20% ceniza 5,10% grasa 17,29% Fibra 4,33% proteína 48,82%. Martínez (2022) evidencia una humedad 15,78% ceniza 2,61% grasa 7,03% fibra 11,93% proteína 38,45%.

El contenido de humedad de las semillas en el momento de la extracción o factores ambientales pueden ser los culpables de las variaciones de humedad y los aspectos técnicos del proceso de extracción influyen en el contenido de grasa, mientras que las semillas utilizadas influyen en el contenido de proteína.



#### 4.11. Datos recopilados mediante las encuestas de aceptabilidad de la galleta

**Tabla 33**

*Promedio total de cada uno de los tratamientos*

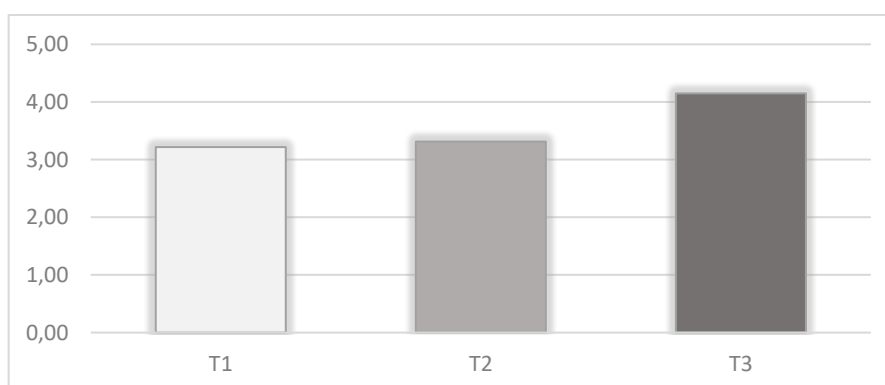
Atributos	T1	T2	T3
Color	3,17	3,08	4,25
Olor	3,25	3,33	4,42
Sabor	3,42	3,50	4,08
Textura	3,00	3,33	4,00
Aceptabilidad	3,25	3,33	4,00
<b>Promedio total</b>	<b>3,22</b>	<b>3,32</b>	<b>4,15</b>

**Nota.** T1: 50% harina de Sacha inchi y 50 % harina de trigo, T2: 60% harina de Sacha inchi y 40 % harina de trigo, T3: 70% harina de Sacha inchi y 30 % harina de trigo.

Para determinar la mejor combinación de mezclas en cada tratamiento se realizó mediante el análisis de evaluación sensorial. se determinó que el mejor tratamiento T3 alcanza un promedio de 4,15 al tener una mayor aprobación en todos los atributos (color, olor, sabor, textura y aceptabilidad) de esta manera, se determinó que la combinación de (70% de harina de sachá inchi y 30% harina de trigo) es la más apetecida por los evaluadores.

**Figura 24**

*Gráfico de los resultados de cada tratamiento mediante el análisis sensorial*



**Nota.** T1: 50% harina de Sacha inchi y 50 % harina de trigo, T2: 60% harina de Sacha inchi y 40 % harina de trigo, T3: 70% harina de Sacha inchi y 30 % harina de trigo.

#### 4.12. Análisis estadístico para el parámetro organoléptico color

**Tabla 34**

*Análisis de varianza ANOVA para el atributo color en la galleta de SI*

<b>Fuente</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>GL</b>	<b>Cuadrado medio</b>	<b>Razón -F</b>	<b>Valor -P</b>
<b>Tratamientos</b>	10,1667	2	5,08333	15,48	0,0000
<b>Catadores</b>	10,8333	33	0,328283		
<b>Total (corr.)</b>	21,0	35			

En la siguiente tabla se muestra el análisis de varianza para el atributo color en la galleta a base de sachá inchi donde se determina que el valor -p es menor a 0,05 por lo tanto, se evidencia que existe una diferencia altamente significativa entre las medias de los catadores entre los niveles de tratamientos, con un nivel de 95,0% de confianza. Para determinar las medias significativamente diferentes se comprueba realizando la prueba de diferencias mínimamente significativas (LSD) de Fisher.

**Tabla 35**

*Prueba de diferencias mínimamente significativas para el atributo color de la galleta de SI*

<b>Tratamientos</b>	<b>Casos</b>	<b>Media</b>	<b>Grupo Homogéneos</b>
2	12	3,08333	X
1	12	3,16667	X
3	12	4,25	X

En la siguiente tabla se presentan los valores de medias para cada uno de los tratamientos en donde se evidencia que el tratamiento 3 presenta una media de 4,25 siendo claramente superior a los demás tratamientos. Lo que se determina que en la elaboración de galletas de sachá inchi el atributo color con el tratamiento (70% HSI y 30% HT) tiene una mayor aceptabilidad respecto a los tratamientos 1 y 2.

#### 4.13. Análisis estadístico para el parámetro organoléptico olor

**Tabla 36**

*Análisis de varianza ANOVA para el atributo olor en la galleta a base de SI*

<b>Fuente</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>GL</b>	<b>Cuadrado medio</b>	<b>Razón -F</b>	<b>Valor -P</b>
Tratamientos	10,1667	2	5,08333	2141	0,0000
Catadores	7,83333	33	0,237374		
Total (corr.)	18,0	35			

En la siguiente tabla muestra el análisis de varianza para el atributo olor donde el valor -p es menor que 0,05 indicando que existe una diferencia estadística altamente significativa entre la media de los catadores de cada uno de los tratamientos demostrado con un nivel de confianza del 95,0%. Para determinar cuáles medias son significativamente diferentes, se realiza por la prueba de diferencias mínimamente significativas (LSD) de Fisher.

**Tabla 37**

*Prueba de diferencias mínimamente significativas para el atributo olor de la galleta de SI*

<b>Tratamientos</b>	<b>Casos</b>	<b>Media</b>	<b>Grupo Homogéneos</b>
2	12	3,25	X
1	12	3,33333	X
3	12	4,41667	X

En la siguiente tabla se exponen los valores de medias para cada uno de los tratamientos en donde se evidencia que el tratamiento 3 presenta una media de 4,42 siendo claramente superior a los demás tratamientos. Lo que se determina que en la elaboración de galletas de sachu inchi, el atributo olor con el tratamiento (70% HSI y 30% HT) tiene una mayor aceptabilidad respecto a los tratamientos 1 y 2.

#### 4.14. Análisis organoléptico para el parámetro organoléptico sabor

**Tabla 38**

*Análisis de varianza ANOVA para el atributo sabor de la galleta de SI*

<b>Fuente</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>GL</b>	<b>Cuadrado medio</b>	<b>Razón -F</b>	<b>Valor -P</b>
Tratamientos	3,16667	2	1,58333	4,82	0,0145
Catadores	10,8333	33	0,328283		
Total (corr.)	14,0	35			

En la siguiente tabla muestra el análisis de varianza para el atributo sabor donde el valor -p es menor que 0,05 indicando que existe una diferencia estadística altamente significativa entre la media de los catadores de cada uno de los tratamientos demostrado con un nivel de confianza del 95,0%. Para determinar cuáles medias son significativamente diferentes, se realiza por la prueba de diferencias mínimamente significativas (LSD) de Fisher.

**Tabla 39**

*Prueba de diferencias mínimamente significativas para el atributo sabor de la galleta de SI*

<b>Tratamientos</b>	<b>Casos</b>	<b>Media</b>	<b>Grupo Homogéneos</b>
2	12	3,41667	X
1	12	3,5	X
3	12	4,08333	X

En la siguiente tabla se exponen los valores de medias para cada uno de los tratamientos en donde se evidencia que el tratamiento 3 presenta una media de 4,08 siendo claramente superior a los demás tratamientos. Lo que se determina que en la elaboración de galletas de sachá inchi, el atributo sabor con el tratamiento (70% HSI y 30% HT) tiene una mayor aceptabilidad respecto a los tratamientos 1 y 2.

#### 4.15. Análisis organoléptico para el parámetro organoléptico textura

**Tabla 40**

*Análisis de varianza ANOVA para el atributo textura de la galleta de SI*

<b>Fuente</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>GL</b>	<b>Cuadrado medio</b>	<b>Razón -F</b>	<b>Valor -P</b>
Tratamientos	6,22222	2	3,11111	4,97	0,0130
Catadores	20,6667	33	0,626263		
Total (corr.)	26,8889	35			

En la siguiente tabla muestra el análisis de varianza para el atributo textura donde el valor -p es menor que 0,05 indicando que existe una diferencia estadística altamente significativa entre la media de los catadores de cada uno de los tratamientos demostrado con un nivel de confianza del 95,0%. Para determinar cuáles medias son significativamente diferentes, se realiza por la prueba de diferencias mínimamente significativas (LSD) de Fisher.

**Tabla 41**

*Prueba de diferencias mínimamente significativas para el atributo textura de la galleta de SI*

<b>Tratamientos</b>	<b>Casos</b>	<b>Media</b>	<b>Grupo Homogéneos</b>
2	12	3,0	X
1	12	3,33	X
3	12	4,0	X

En la siguiente tabla se exponen los valores de medias para cada uno de los tratamientos en donde se evidencia que el tratamiento 3 presenta una media de 4,0 siendo claramente superior a los demás tratamientos. Lo que se determina que en la elaboración de galletas de sachá inchi, el atributo textura con el tratamiento (70% HSI y 30% HT) tiene una mayor aceptabilidad respecto a los tratamientos 1 y 2.

#### 4.16. Análisis organoléptico para el parámetro organoléptico aceptabilidad

**Tabla 42**

*Análisis de varianza ANOVA para la aceptabilidad en la galleta a base de SI*

<b>Fuente</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>GL</b>	<b>Cuadrado medio</b>	<b>Razón -F</b>	<b>Valor -P</b>
<b>Tratamientos</b>	4,05556	2	2,02778	5,18	0,0110
<b>Catadores</b>	12,9267	33	0,391414		
<b>Total (corr.)</b>	16,9722	35			

En la siguiente tabla muestra el análisis de varianza para el atributo aceptabilidad donde el valor -p es menor que 0,05 indicando que existe una diferencia estadística altamente significativa entre la media de los catadores de cada uno de los tratamientos demostrado con un nivel de confianza del 95,0%. Para determinar cuáles medias son significativamente diferentes, se realiza por la prueba de diferencias mínimamente significativas (LSD) de Fisher.

**Tabla 43**

*Prueba de diferencias mínimamente significativas para el atributo aceptabilidad de la galleta de SI*

<b>Tratamientos</b>	<b>Casos</b>	<b>Media</b>	<b>Grupo Homogéneos</b>
2	12	3,25	X
1	12	3,33333	X
3	12	4,0	X

En la siguiente tabla se exponen los valores de medias para cada uno de los tratamientos en donde se evidencia que el tratamiento 3 presenta una media de 4,0 siendo claramente superior a los demás tratamientos. Lo que se determina que en la elaboración de galletas de sachá inchi, el atributo aceptabilidad con el tratamiento (70% HSI y 30% HT) tiene una mayor aceptabilidad respecto a los tratamientos 1 y 2.

#### 4.17. Análisis bromatológico a la galleta a base de sachá inchi

**Tabla 44**

*Resultados bromatológicos de la galleta de sachá inchi*

<b>Parámetro</b>	<b>Porcentaje %</b>
Humedad	1,70
Ceniza	2,91
Fibra	4,15
Grasa	18,51
Proteína	28,02
pH	6,28
Carbohidratos	44,69
Calorías (K cal)	457,50

En la tabla 44 se evidencia los valores nutricionales expresados en porcentaje de la galleta con sustitución parcial (70 % harina de sachá inchi y 30 % harina de trigo). Según Vásquez, et al (2017) en su elaboración de una galleta al 50% harina de sachá inchi y 50% harina de trigo obtiene una humedad de 1,99% ceniza 2,19% grasa 28,83% proteína 18,25% carbohidratos 48,74% y calorías 527,43 K cal.

#### 4.18. Análisis microbiológico de las galletas a base de SI

**Tabla 45**

*Análisis microbiológico de mohos y levaduras*

<b>Muestra</b>	<b>parámetro</b>	<b>Unidad</b>	<b>Método</b>	<b>Resultado</b>
Galleta a base de sachá inchi	Mohos y levadura	Ufc	INEN 1529	Ausencia

En la tabla 45 se verifica según la norma de calidad ecuatoriana para galletas sencillas el control microbiológico de mohos y levaduras para asegurar la calidad al consumidor en el cual, se obtiene ausencia microbiológica, por lo tanto, cumple con la norma INEN 1529.

#### 4.19. Costo y beneficio de la producción de aceite de sachá inchi

Materias primas	Presentación			Formulación		Total
	Costo (\$)	Cantidad	Unidad	Cantidad	Unidad	
Semilla de sachá inchi	100	100	kg	1	kg	1.00
<b>Suministros</b>						
Filtros de papel	3	50	c/u	2	c/u	0.120
Botellas 250ml	24	250	ml	2	c/u	0.192
Etiquetas	20	500	c/u	15	ml	0.600
<b>Servicios</b>						
Gas	3	12500	g	0.41	g	0.000
Electricidad	6		Kw/h			2.304
Etiquetas	20	500	c/u	5	c/u	0.080
Agua	5		L			0.004
Equipos	2.2	1	h	1	h	2.200
Mano de obra	2.81	1	h	5	h	14.050
						20.550

##### 4.19.1. Presupuesto de costo de producción del aceite

$$\text{Costo unitario} = \frac{GF+CV+GAV}{N^{\circ} \text{ Unidades}}$$

$$\text{Costo unitario} = \frac{20.550}{2}$$

$$\text{Costo unitario} = \$ 10.28$$

**Se aplica el 20% de utilidad al producto sobre el costo final de cada botella de aceite**

$$\text{consto unitario} = \frac{\$20.550 \times 20}{100} = \$2.60$$

$$\text{costo unitario total} = \$ 10.28 + \$ 2.60 = 12.33$$

$$\text{costo unitario} = 12.33$$



#### 4.20. Costo y beneficio de la producción de galletas a base de sachá inchi

**Tabla 46**

*Presupuesto para la producción de galletas de sachá inchi*

Materias primas	Presentación			Formulación		Total
	Costo (\$)	Cantidad	Unidad	Cantidad	Unidad	
Harina de sachá inchi	1	1000	g	70	g	0.07
Harina de trigo	1.9	1000	g	30	g	0.057
Mantequilla	0.5	200	g	15	g	0.038
Azúcar	1	1000	g	40	g	0.04
Polvo para hornear	1.25	120	g	5	g	0.052
leche	1	1000	ml	15	ml	0.015
<b>Servicios y suministros para el producto</b>						
Gas	3	12500	g	0.41	g	0.000
Electricidad	0.096	1	Kw/h	12	Kw/h	1.152
Etiquetas	20	500	c/u	5	c/u	0.200
Mano de obra	2.81	1	h	3	h	8.43
					Total	10.05

##### 4.20.1. Presupuesto de costo de producción de las galletas

$$\text{Costo unitario} = \frac{GF + CV + GAV}{N^{\circ} \text{ Unidades}}$$

$$\text{Costo unitario} = \frac{10.05}{7}$$

$$\text{Costo unitario} = \$ 1.44$$

**Se aplica el 20% de utilidad al producto sobre el costo final de cada empaque de galletas de sachá inchi**

$$\text{consto unitario} = \frac{\$1.44 \times 20}{100} = \$0.29$$

$$\text{costo unitario total} = \$ 1.44 + \$ 0.29 = 1.72$$

$$\text{costo unitario} = 1.72$$

## CAPÍTULO V

### 5.1. COMPARACIÓN DE HIPÓTESIS

#### 5.1.1. Verificación de hipótesis A

##### **Hipótesis nula ( $H_0$ )**

No es factible aprovechar la semilla de sachá inchi (*Plukenetia volubilis*) en la extracción de aceite por el método de prensado al frío.

##### **Hipótesis alternativa ( $H_1$ )**

Si es factible aprovechar la semilla de sachá inchi (*Plukenetia volubilis*) en la extracción de aceite por el método de pensado al frío.

##### **Justificación de hipótesis**

Una vez realizado el presente trabajo se deduce que cumple con las características nutricionales y análisis de calidad que se ha realizado por lo tanto existe información suficiente para aceptar la hipótesis alternativa puesto que si es factible aprovechar la semilla de sachá inchi (*Plukenetia volubilis*) en la extracción de aceite por el método de pensado al frío y rechazar la hipótesis nula. La afirmación propuesta está sustentada bajo los análisis realizados en laboratorios calificados antes mencionados.

#### 5.1.2. Verificación de hipótesis B

##### **Hipótesis nula ( $H_0$ )**

No es factible aprovechar la torta residual después de la extracción del aceite de la semilla de sachá inchi (*Plukenetia volubilis L.*) para la obtención de harina y elaboración.

##### **Hipótesis alterna ( $H_1$ )**

Si es factible aprovechar la torta residual después de la extracción del aceite de la semilla de sachá inchi (*Plukenetia volubilis L.*) para la obtención de harina y elaboración de galletas.

##### **Justificación de hipótesis**

Una vez realizado el presente trabajo se resuelve a que si es factible aprovechar la torta residual después de la extracción del aceite de la semilla de sachá inchi

(*Plukenetia volubilis L.*) para la obtención de harina y elaboración de galletas. La afirmación está sustentada bajo los análisis realizados en laboratorios calificados y los datos de los resultados que se obtuvieron respaldan la calidad de los productos obtenidos por lo que existe la argumentación suficiente para aceptar la hipótesis alterna y rechazar la hipótesis nula.

## **5.2. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **5.2.1. Conclusiones**

- Las semillas inmaduras presentan mayor dificultad respecto a la semilla madura en la obtención de su almendra al no existir la maquinaria adecuada para trabajar en ese estado de madurez. El principal factor que determina la diferencia de tamaño y peso de las semillas en sus estados de madurez es su contenido de humedad en el caso de la semilla inmadura con el 29,38 % lo cual reduce su contenido de grasa con 23,46 % y proteína 16,87 %. A diferencia de la semilla madura presenta un contenido de humedad de 6,59 %, evidenciando mayor contenido de grasa con el 37,82 % y proteína 32,40 %.
- La extracción de aceite de sachá inchi se llevó cabo a una presión de 160 hasta 200 bar sin superar los 50°C. A pesar de que las semillas con las que se trabajó no contienen una elevada cantidad de aceite los tratamientos T5 y T6 representan los mejores rendimientos de esta manera, el secado a 45°C con fruta madura alcanza un rendimiento de 43,24% el cual es mejor respecto al secado a 45°C con fruta inmadura que alcanza un rendimiento de 32,51%.
- Los aceites obtenidos presentaron estándares de calidad de acuerdo a la Norma Técnica Ecuatoriana 2688, la cromatografía de gases identificó ácidos grasos esenciales para el ser humano, en el aceite con mejor rendimiento reveló que tiene una concentración mayoritaria de  $\omega$ -3 con el 48,01 %,  $\omega$ -6 con 36,01 % y el  $\omega$ -9 con 8,36 %, garantizando la seguridad del consumo del aceite vegetal obtenido por el método de prensado al frío.
- La torta residual que dejó la extracción de aceite de sachá inchi en condiciones de secado a 45°C con fruta madura presenta características

óptimas para la transformación en harina, consiguiendo un color blanco amarillento con una granulometría de 210 micras y humedad de 10,46 de acuerdo con lo establecido en la normativa INEN 616 permitiéndonos obtener una harina de muy buena calidad.

- Se procedió con el desarrollo de galletas porcentajes variables de harina de sachu inchi y harina de trigo, obteniendo 3 tratamientos los cuales se analizó sensorialmente los atributos (color, olor, sabor, textura y aceptabilidad), obteniendo de esta manera la mejor galleta, donde el tratamiento 1 obtuvo un valor de 3,22, el tratamiento 2 con un valor de 3,32, y el tratamiento 3 con un valor de 4,15, evidenciando que el T3 es el que presenta una mayor diferencia significativa. Los análisis bromatológicos de la galleta señalan una humedad de 1,70 % ceniza 2,91 % fibra 4,15 % grasa 18,51 % proteína 28,02% carbohidratos 44,69 % y su valor calórico 457,50 K cal, La norma IENEN 2085 sugiere comprobar la inocuidad de las galletas, por lo que se llevaron a cabo siguiendo la normativa INEN 1529 determinando la ausencia de mohos y levaduras.

### **5.2.2. Recomendaciones**

- Conocer cada una de las etapas y dar seguimiento hasta la postcosecha de las semillas de sachu inchi sería una fase importante para obtener semillas con características de alta calidad al igual que implementar el desarrollo de equipos industriales que permitan obtener las almendras de una manera más óptima.
- La torta residual al depender de la almendra es importante hacer énfasis a la selección de semillas ya que puede perjudicar a la torta residual, la harina y su utilización agroindustrial que debería ser más estudiado en especial su aporte proteico.
- Durante la extracción se debe verificar constantemente la temperatura ya que al aplicar presión esta suele cambiar drásticamente y la atmosfera de trabajo deberá cumplir con un estándar de limpieza para evitar contaminaciones en los productos.

- Los análisis de calidad del aceite vegetal se deben realizar ensayos por triplicado para disminuir el error y acercarnos a valores más precisos que nos permitirá garantizar la cuantificación correcta de los ácidos grasos mediante el análisis cromatográfico.
- Para la elaboración de harina a partir de la torta residual de sachá inchi, se debe tener una materia prima en óptimas condiciones para ser aprovechado, para de esta manera obtener un producto de buena calidad, caso contrario no será factible aprovecharlo en el desarrollo de productos agroindustriales.
- Para el análisis sensorial se debe tener en cuenta que los catadores tienen que ser entrenados y capacitados para cada uno de los atributos, de esta forma se obtendrá los datos verídicos y se evitará alteraciones en los resultados experimentales.

## BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar, A., & Carhumanta, D. (2019). *Snack de semillas de sacha inchi (Plukenetia colubilis) recubiertas con chocolate natural como fuentes de ácidos grasos poliinsaturados para la prevención de la hipercolesterolemia*. Huacho: Universidad Nacional José Fautino Sánchez Carrión. Recuperado el 1 de 10 de 2023, de <https://repositorio.unjfsc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14067/5733/CARHUAMANTA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Aguilar, K., & Echavarría, M. (2019). El uso de estrategias de comercialización y su incidencia en la exportación de sacha inchi en snacks con destino a Corea del Sur. Universidad Tecnológica del Perú. Obtenido de [https://repositorio.utp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12867/2805/Kelly%20Aguilar\\_Miriam%20Echavarría\\_Trabajo%20de%20Investigacion\\_Bachiller\\_2019.pdf](https://repositorio.utp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12867/2805/Kelly%20Aguilar_Miriam%20Echavarría_Trabajo%20de%20Investigacion_Bachiller_2019.pdf)
- Alayón , A. N., & Echeverri, I. (2018). Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis* Linneo): ¿una experiencia ancestral desaprovechada? Evidencias clínicas asociadas a su consumo. *Revista Chilena de Nutrición*, 43(2). doi: 10.4067/S0717-75182016000200009
- Alvarado, S., & Muñoz, D. (2021). Aplicación de la harina de SACHA INCHI (*Plukenetia Volubilis* L.) como fuente de proteína en la elaboración de embutido vegano. Universidad de Guayaquil. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/57516>
- Arguello Cedeño, Á. R. (2019). *Diferentes tipos de sustrato en el comportamiento agronómico de plantas de sacha inchi (Plukenetia volubilis) en vivero, en la zona de quinindé*. Quevedo: Universidad Técnica de Quevedo. Recuperado el 1 de 10 de 2023, de <https://biblioteca.uteq.edu.ec/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=16508>
- Ayala, G. (2016). *Análisis de crecimiento y producción de 3 variedades de sacha inchi (Plukenetia colubilis L.) en el municipio de Tena Cundinamarca*.

Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales. Recuperado el 1 de 10 de 2023, de <https://repository.udca.edu.co/handle/11158/487>

Ayala, G. (2016). Análisis de crecimiento y producción de 3 variedades de sachá inchi (*Plukenetia colubilis* L.) en el municipio de Tena Cundinamarca. Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales. Obtenido de <https://repository.udca.edu.co/handle/11158/487>

Baque, G., Intriago, A., García, S., Burgos, G., & García, G. (Enero de 2023). Epoxidación de aceite de higuera (Ricin *communis*) de la provincia de Manabí-Ecuador. *Iinfo Analítica*, 11(1), 9-30. doi:10.26807/ia.v11i1.244

beautymarket.es. (2020). *Aceite de Sachá Inchi, la cura de las pieles maduras*. Obtenido de beautymarket.es: <https://www.beautymarket.es/estetica/aceite-de-sacha-inchi-la-cura-de-las-pieles-maduras-estetica-22088.php#>

Beltrán, K. (2019-2020). Elaboración de galletas a partir de manzana deshidratada (*Malus domestica*) y linaza (*Linum usitatissimum* L) como fuente de antioxidante natural. Universidad Agraria del Ecuador. Obtenido de <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/ADRIAN%20BELTRAN%20KEVIN%20FABIAN.pdf>

Berkelaar, D., & Motis, T. (30 de 10 de 2017). *Maní del Inca (Plukenetia volubilis)*. Recuperado el 1 de 10 de 2023, de Notas de desarrollo (EDN): <https://www.echocommunity.org/es/resources/49ab85e7-b41e-40f9-bd35-cc16561473f1>

Betancourth López, C. F. (2013). *Aprovechamiento de la torta residual de sachá inchi (Plukenetia volubilis Linneo) mediante extracción por solventes de su aceite*. Tesis, Universidad de Manizales. Recuperado el 05 de 06 de 2023, de [Betancourth\\_López\\_Cristhian\\_Fernando\\_2013.pdf](https://umanizales.edu.co/Betancourth_López_Cristhian_Fernando_2013.pdf) (umanizales.edu.co)

Biopat Perú. (2018). *Sachá inchi*. Indecopi. Recuperado el 1 de 10 de 2023, de <https://intranetweb.indecopi.gob.pe/documents/20791/2291514/Boletin+N%C2%B0+7+-+Sacha+inchi.pdf/dd949728-fe4b-6bcc-1130-b09261758790>

- Bordón, M. (2022). *Estabilización y conservación del aceite de chía (salvia hispanica L.) y su aplicación en alimentos*. Universidad Nacional de Córdoba. Recuperado el 1 de 10 de 2023, de <https://rdu.unc.edu.ar/handle/11086/26504?locale-attribute=es>
- Briones , M. (2014). *Estudio de factibilidad para la industrialización de un aceite de alta calidad nutricional y medicinal extraído del sacha inchi*. Guayaquil: Universidad Católica Santiago de Guayaquil. Recuperado el 1 de 10 de 2023, de <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/2221/1/T-UCSG-PRE-ESP-CFI-60.pdf>
- Burbano Alba, P. V., & Noriega Noriega, L. S. (2015). *Análisis de la producción de sacha inchi para la potencialización de la exportación del aceite*. Guayaquil: Universidad Católica de Santiago de Guayaquil. Obtenido de <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/3305/1/T-UCSG-PRE-ESP-CFI-161.pdf>
- Cabezas , C., Hernández, B., & Vargas, M. (2016). Aceites y grasas: efectos en la salud y regulación mundial. *Revista de la Facultad de Medicina*, 64(4). doi:<http://dx.doi.org/10.15446/revfacmed.v64n4.53684>
- Cárdenas Proaño, V. S. (2020). *Elaboración y caracterización de una bebida a partir de la semilla de sacha inchi (plukenetia volubilis)*. Quito: Universidad Central del Ecuador. Recuperado el 1 de 10 de 2023, de <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/5982/1/T-UCE-0017-150.pdf>
- Carrillo, M. (2020). Evaluación de la calidad bromatológica y sensorial de galletas con sustitución parcial de harina de trigo (*Triticum spp*) por amaranto (*amaranthus spp*). Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Obtenido de <https://repositorio.uteq.edu.ec/server/api/core/bitstreams/053fb3fd-f012-430a-9abc-677a852f49f3/content>
- Castillo Flores, J. E. (2021). *Rendimiento y caracterización de ácidos grasos del aceite de Sacha Inchi (Plukenetia colubilis L.) en localidades del Ecuador*.



Tesis , Quito. Recuperado el 15 de 05 de 2023, de \*T-UCE-0008-CQU-293.pdf

Castro Gaibor, C. S. (2019). *Aprovechamiento del aceite de sachá inchi (Plukenetia colubilis) para uso agroindustrial*. Quito: Universidad de las Américas. Recuperado el 1 de 10 de 2023, de <https://dspace.udla.edu.ec/bitstream/33000/11523/1/UDLA-EC-TIAG-2019-30.pdf>

Cobacho, B. (2020). *Empleo en nutrición y fitoterapia de aceites de semillas ricos en ácidos grasos esenciales omega-3, evidencias científicas*. Sevilla: Universidad de Sevilla. Recuperado el 20 de 9 de 2023, de <https://idus.us.es/handle/11441/103650>

Cruz, D., & Mendoza, J. (2020). Elaboración de galletas con harina de arrozillo (*Oryza Sativa*) y harina de sachá inchi (*Plukenetia volubilis* L.) como sustitutos parciales en su formulación. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. Obtenido de <https://repositorio.unsa.edu.pe/server/api/core/bitstreams/4c1a0c33-1f96-4e4d-b626-94ed269c2d35/content>

Cuchiye Chacha, C. I. (2023). *Extracción por prensado en frío y valoración de las características fisicoquímicas y sensoriales del aceite de dos variedades de aguacate*. Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi. Recuperado el 12 de 7 de 2023, de <http://repositorio.utc.edu.ec/jspui/bitstream/27000/9992/1/MUTC-001419.pdf>

Díaz-Castañeda, C. E., Arámbula-García, C. I., & Núñez-Rodríguez, J. (09 de 2022). Efecto de la harina de torta de sachá inchi (*Plukenetia volubilis*) sobre la viabilidad de *saccharomyces boulardii* y *Lactobacillus rhamnosus*. *Aibi revista de investigación, administración e ingeniería*, 10(2), 47-52. doi:DOI: 10.15649/2346030X.2928

Feliu, M., Fernández, I., & Slobodianik, N. (2021). Importancia de los ácidos grasos omega 3 en la salud. *Revista de la Sociedad Argentina de Nutrición*, 22(1),

25-32. Obtenido de [http://revistasan.org.ar/pdf\\_files/trabajos/vol\\_22/num\\_1/RSAN\\_22\\_1\\_25.pdf](http://revistasan.org.ar/pdf_files/trabajos/vol_22/num_1/RSAN_22_1_25.pdf)

Figueroa, G. (2017). Plan de exportación de aceite de sacha inchi al mercado de estados unidos. *Tesis de pregrado*. Universidad de Santander. Obtenido de <https://repositorio.udes.edu.co/server/api/core/bitstreams/af2dfac4-2959-4530-b4be-2b6f4f5c5ce2/content>

Fuentes Soriano, P. (2019). *Determinación de ácidos grasos por cromatografía de gases para la diferenciación de nueces (Juglans Regia) según su origen*. Universidad de Cádiz. Recuperado el 10 de 7 de 2023, de [https://rodin.uca.es/bitstream/handle/10498/22384/TFM\\_Fuentes\\_Pablo\\_2020.pdf](https://rodin.uca.es/bitstream/handle/10498/22384/TFM_Fuentes_Pablo_2020.pdf)

Gonzáles de la Torre, L., Rodríguez Leyes, E. A., Vicente Murillo, R., Gonzáles Canavaciolo, V. L., & Díaz Rivera, Y. (2022). Caracterización preliminar del aceite de Plukenetia volubilis L. (sacha inchi) cultivada en Cuba. *Revista Cubana de Plantas medicinales*, 27(1). Recuperado el 26 de 4 de 2023, de <https://revplantasmedicinales.sld.cu/index.php/pla/article/view/1227>

Gonzales de la Torre, L., Rodríguez Leyes, E., Vicente Murillo, R., Gonzáles Canavaciolo, V. L., & Díaz Rivera, Y. (2022). Caracterización preliminar del aceite de Plukenetia volubilis L. (sacha inchi) cultivada en Cuba. *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, 27(1). Recuperado el 16 de 05 de 2023, de <https://revplantasmedicinales.sld.cu/index.php/pla/article/view/1227>

Hochland Perú. (2022). *Harina de SAcha inchi*. Obtenido de Hochlandperú.com: <https://hochlandperu.com/harina-de-sacha-inchi/>

Holguin, G. (2019). Comportamiento productivo de pollos de engorde que consumen torta de sacha inhci (Plukenetia volubilis) como sustituto parcial de la soya (Glycinemax) Jipijapa - Ecuador. Universidad Estatal del Sur de Manabí. Obtenido de <http://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/1995/1/UNESUM-ECU-ING.AGROPE-2019-10.pdf>.

- Hurtado Ordoñez, Z. A. (2013). *Análisis composicional de la torta y aceite de semillas de sacha inchi (Plukenetia Volubilis) cultivado en Colombia*. Tesis, Palmira. Recuperado el 12 de 05 de 2023, de 7609501.2013 (unal.edu.co)
- INEN 2688. (04 de 2014). *Aceite de sacha inchi. Requisitos*. Recuperado el 16 de 05 de 2023, de Instituto Ecuatoriano de Normalización: <https://inencloud.normalizacion.gob.ec/index.php/s/GaNCXmqXajz3aDF>
- Inga, D. (2020). Uso del aceite de Sacha Inchi (*Plukenetia colubilis*) en la alimentación de pollos de engorde. Universidad Científica. doi:<https://doi.org/10.21142/tb.2020.1208>
- Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2005). *NTE INEN 2085: Galletas. Requisitos*. Obtenido de servicio ecuatoriano de normalizacion. Recuperado el 21 de 7 de 2023, de <https://studylib.es/doc/6883683/n-te-inen-2085--galletas.-requisitos>
- Ipperez. (2018). *Determinación de humedad*. Universidad San Andrés. Recuperado el 12 de 7 de 2023, de <https://www.coursehero.com/file/p31s7rk/A-Determinaci%C3%B3n-de-humedad-M%C3%A9todo-de-la-AOAC-92510-basada-en-la-p%C3%A9rdida-de/>
- Jarrín, J. (2015). Estudio de factibilidad para la implementación de una microempresa dedicada a la producción de harina de trigo en Guranda. Universidad de Guayaquil. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/14903>
- Jitpinit, S., Siraworakun, C., Sookklay, Y., & Nuithitikul, K. (2022). Enhancement of omega-3 content in sacha inchi seed oil extracted with supercritical carbon dioxide in semi-continuous process. *Heliyon*, 8(1). doi:<https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e08780>
- Larrea Santos, V., Morell, P., Quiles, A., & Hernando, I. (07 de 07 de 2023). Ácidos grasos omega 3 y omega 6: Importancia del equilibrio en la dieta. 1-10. Recuperado el 20 de 9 de 2023, de <http://hdl.handle.net/10251/194724>

- León, K., & Cuenca, F. (2019). Determinación de gluten en harina compuesta de trigo, cebada y centeno destinada para la obtención de piezas de pan. Universidad Técnica de Machala. Obtenido de <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/13587>
- Leonardo Ramos, Y., & Veliz Gutarate, A. L. (2022). *Efecto del prensado en frío y extracción termodinámica sobre las propiedades fisicoquímicas del aceite de copra de cocos nucifera "coco"*. Universidad Peruana de los Andes. Recuperado el 12 de 7 de 2023, de <https://repositorio.upla.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12848/4680/TESIS%20FINAL.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Martinez Pinzon, P. A. (2022). *Caracterización de las propiedades tecnológicas de la torta residual de sachá inchi (Plukenetia volubilis L.) para su aprovechamiento en un producto panificado*. Bogotá: Universidad de la Salle. Recuperado el 21 de 05, de [https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1749&context=ing\\_alimentos](https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1749&context=ing_alimentos)
- Mendoza Revilla, V. (2021). *Productos funcionales : Oportunidades para Perú*. Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego. Recuperado el 18 de 10 de 2023, de <https://repositorio.sierraexportadora.gob.pe/bitstream/handle/SSE/263/Funcionales%20-%20Mayo.pdf?sequence=1>
- Ministerio de Agroindustria. (2016). *Cadena de la harina de trigo*. Obtenido de Ministerio de Agroindustria: [https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/ss\\_alimentos\\_y\\_bebidas/\\_archivos/160600\\_Informe\\_Harina\\_Trigo.pdf](https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/ss_alimentos_y_bebidas/_archivos/160600_Informe_Harina_Trigo.pdf)
- Montero, L. (2019). Estudio de acceso al mercado surcoreano de la Sachá Inchi producida en Colombia. Universidad Autónoma de Bucaramanga. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.12749/14816>
- NCYT. (27 de enero de 2018). *Una tesis doctoral estudia harinas extruidas de trigo, arroz y maíz y su aplicación en diversos productos alimentarios*.

Obtenido de Noticias de la ciencia:  
<https://noticiasdelaciencia.com/art/17972/una-tesis-doctoral-estudia-harinas-extruidas-de-trig>

Neira Mosquera, J., Plua Montiel, J., Sánchez Llaguno, S., & Giler Coello, E. (2021). Características bromatológicas, físicas y organolépticas de conservas de paiche (*Arapaimas gigas*) en aceite de sachá inchi (*Plukenetia huayllabambana*), ajonjolí (*Sesamum indicum*) y maní (*Arachis hypogaea*). *Revista Ingeniería e Innovación*, 9(1). Recuperado el 1 de 10 de 2023, de <https://revistas.unicordoba.edu.co/index.php/rri/article/view/2417/3038>

Núñez, D. (2022). *Plukenetia volubilis L.: Usos tradicionales, metabolitos secundarios y efectos farmacológicos*. Ambato: Universidad Técnica de Ambato. Recuperado el 1 de 10 de 2023, de <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/34975/1/BQ%20316.pdf>

Paredes, M., & Santos, S. (2018). Estudio de la estabilidad del aceite de Sachá Inchi (*Plukenetia volubilis L.*) a diferentes condiciones de inhibición oxidativa. Universidad Técnica de Ambato. Obtenido de <http://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/28374>

Paucar-Menacho, L. M., Salvador-Reyes, R., Guillén-Sánchez, J., Capa-Robles, J., & Moreno-Rojo, C. (2015). Estudio comparativo de las características físico químicas del aceite de sachá inchi (*Plukenetia volubilis L.*), aceite de oliva (*Olea europaea*) y aceite crudo de pescado. *Scientia Agropecuaria*, 6(4). doi:<http://dx.doi.org/10.17268/sci.agropecu.2015.04.05>

Plua, J., & Giler, E. (2020). Estudio de efecto de los aceites de sachá inchi (*Plukenetia huayllabambana*), ajonjolí (*Sesamum indicum*), maní (*Arachis hypogaea*), en la conservación de paiche (*Arapaima gigas*). Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Obtenido de <http://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/5180>

- Ponce, P. (2022). *Tecnología de extracción de aceite de sacha inchi*. (P. Amazonia, Ed.) Obtenido de Academia Edu: [https://www.academia.edu/10103098/Sachainchi\\_proceso\\_de\\_extraccion](https://www.academia.edu/10103098/Sachainchi_proceso_de_extraccion)
- Preciado Ramírez, J. D., Alcívar Soria, E. E., Prado Chinga, A. E., & Guerra Herrera, K. S. (2021). Condiciones de mercado para la demanda nacional de Sacha Inchi en Ecuador. *Revista de Ciencias Sociales (RCS)*, XXVII(1), 290-301. Recuperado el 7 de 12 de 2022, de <https://produccioncientificaluz.org/index.php/rcs/index>
- Preciado, J., Alcivar, E., Prado, A., & Guerra, K. (2021). Condiciones de mercado para la demanda nacional de Sacha Inchi en Ecuador. *Revista de Ciencias Sociales*, 27(1). Recuperado el 1 de 10 de 2023, de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?>
- Quispe Jacobo, F. E. (2023). *Estudio de la diversidad de semillas y ácidos grasos de Plukenetia huayllabambana y Plukenetia volubilis (Sacha inchi) en la amazonía peruana*. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú. Recuperado el 16 de 10 de 2023, de <https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/25035>
- Rios, G. (2019). Obtención de concentrados proteicos de la torta residual de Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis* L.) mediante tres métodos de extracción para su empleo en alimentos de consumo humano. Universidad Nacional de Ucayali. Obtenido de <http://repositorio.unu.edu.pe/handle/UNU/4265>
- Rodríguez Polanco, M. A., & Suárez Quiñones, T. A. (2022). *Evaluación de la factibilidad técnica del proceso de obtención de un chicle biodegradable mediante el uso de torta de sacha inchi a través de hidrólisis enzimática a escala laboratorio*. Bogotá: Fundación Universidad de América. Recuperado el 21 de 05 de 2023, de <http://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/8822/1/6162021-2022-1-IQ.pdf>
- Romero Hidalgo, L. E., Valdiviezo Rogel, C. J., & Bonilla Bermeo, S. M. (2019). Caracterización del aceite de la semilla de Sacha Inchi (*plukenetia volubilis*)

del cantón San Vicente, Manabí, Ecuador, obtenida mediante procesos no térmicos de extrusión. *La Granja*, 30(2). doi:<https://doi.org/10.17163/lgr.n30.2019.07>

Romero Hidalgo, L. E., Valdiviezo Rogel, C. J., & Bonilla Bermeo, S. M. (2019). Caracterización del aceite de la semilla de Sacha Inchi (*plukenetia volubilis*) del cantón San Vicente, Manabí, obtenida mediante procesos no térmicos de extrusión. *La Granja*, 30(2), 77-87. doi:<https://doi.org/10.17163/lgr.n30.2019.07>

Ruiz, F. (2022). *Extracción, caracterización e índice de estabilidad del aceite de ajonjolí (Sesamum indicum L.) a diferentes condiciones de hinibición oxidativa*. Ambato: Universidad Técnica de Ambato. Recuperado el 1 de 10 de 2023, de <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/34281/1/t1938mquim.pdf>

Sáez , A. (2021). *Cultivo de Sacha inchi, proyecto soñado por Fidel*. Obtenido de 5 de septiembre: <https://www.5septiembre.cu/cultivo-sacha-inchi-proyecto-sonado-fidel/>

Torres, G. (2020). *Sacha inchi. El aceite amazónico*. Obtenido de CebaNatural: <https://www.cebanatural.com/sacha-inchi-aceite-amazonico-blog-544.html>

Unidad de Informática del Instituto de Química . (2019). *Ácido oleico*. Obtenido de Unidad de Informática del Instituto de Química : <https://uniiquim.iquimica.unam.mx/compuesto-item/acido-oleico-0004/>

Unidad de Informática del Instituto de Química . (2019). *Ácido linoleico*. Obtenido de Unidad de Informática del Instituto de Química : <https://uniiquim.iquimica.unam.mx/compuesto-item/acido-linoleico-0005/>

Unidad de Informática del Instituto de Química. (2019). *Ácido linolénico*. Obtenido de Unidad de Investigación del Instituto de Química: <https://uniiquim.iquimica.unam.mx/compuesto-item/acido-linolenico-0006/>

- Valles Ramírez, S., Medina Vivanco, M., & Obregón Lujerio, A. (19 de 9 de 2017). Obtención de una bebida nutritiva a partir de las semillas de Sacha Inchi (*Plukenetia Volubilis L.*). *Revista de la Sociedad Química de Perú*, 83(3), 276. Recuperado el 10 de 06 de 2023, de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=371953709003>
- Vásquez Osorio, D. C., Jaramillo Ramírez, J. D., Hincapié Llanos, G. A., & Vélez Acosta, L. M. (2017). Desarrollo de galletas empleando harina de Sacha Inchi (*plukenetia volubilis L.*) obtenida de la torta residual. *UGCiencia*, 23, 101-113. doi:<https://doi.org/10.18634/ugcj.23v.0i.781>
- Vasquez, D., Hincapie, G., Cardona , M., Jarramillo, D., & Veléz, L. (2017). Formulación de una colada empleando harina de sacha inchi (*Plukenetia volubilisL.*) proveniente del proceso de obtención de aceite. *Perspectivas en Nutrición Humana*, 3-13. Recuperado el 21 de 7 de 2023, de [https://www.academia.edu/37286359/Formulaci%C3%B3n\\_de\\_una\\_colada\\_empleando\\_harina\\_de\\_sacha\\_inchi\\_Plukenetia\\_pdf#:~:text=DOI%3A%2010.17533%2Fudea.%20penh.v19n2a04%20Perspectivas%20en%20Nutrici%C3%B3n%20Humana%20167,variety%20of%20fats%20and%20high%20levels](https://www.academia.edu/37286359/Formulaci%C3%B3n_de_una_colada_empleando_harina_de_sacha_inchi_Plukenetia_pdf#:~:text=DOI%3A%2010.17533%2Fudea.%20penh.v19n2a04%20Perspectivas%20en%20Nutrici%C3%B3n%20Humana%20167,variety%20of%20fats%20and%20high%20levels)
- Viñas, A. (2020). Caracterización y clasificación quimiotérmica de aceites virgenes comercializados en supermercados de Lima Metropolitana. Universidad Nacional Agraria La Molina. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12996/4477>
- Yecilia, L. (2020). Elaboración de una galleta integral con adición de harina de Camote (*Ipomoea batatas L.*) y aceite de Sacha Inchi (*Plukenetia colubilis*). Universidad Estatal Amazónica. Obtenido de <https://repositorio.uea.edu.ec/handle/123456789/912>



## ANEXOS


### Anexo 1. Mapa de ubicación de la investigación



**Anexo 2.** Datos recolectados en el análisis físico de las semillas de SI


CARACTERIZACIÓN DE SEMILLAS INMADURAS					CARACTERIZACIÓN DE ALMENDRAS INMADURAS				
N° de semilla	Espesor	Diámetro	Peso	Color	N° de semilla	Espesor	Diámetro	Peso	Color
1	9.23	20.15	2.21	Marrón	1	8.12	18.19	0.92	Beige
2	9.13	20.45	2.13	Marrón	2	8.19	18.36	0.9	Beige
3	9.21	21.05	2.47	Marrón	3	7.96	17.92	0.86	Beige
4	9.31	20.48	2.1	Marrón	4	8.21	18.68	0.88	Beige
5	9.2	20.07	1.96	Marrón	5	7.97	18.12	0.91	Beige
6	9.16	20.64	2.15	Marrón	6	8.15	17.89	0.87	Beige
7	9.45	21.36	2.29	Marrón	7	8.23	18.23	0.85	Beige
8	9.85	20.17	1.97	Marrón	8	8.08	18.26	0.98	Beige
9	9.26	20.19	1.89	Marrón	9	8.25	17.96	0.82	Beige
10	9.41	20.58	2.11	Marrón	10	7.8	18.45	0.96	Beige
<b>PROMEDIOS</b>	9.32	20.51	2.13		<b>PROMEDIOS</b>	8.10	18.21	0.90	
CARACTERIZACIÓN DE SEMILLAS MADURAS					CARACTERIZACIÓN DE ALMENDRAS MADURAS				
N° de semilla	Espesor	Diámetro	Peso	Color	N° de semilla	Espesor	Diámetro	Peso	Color
1	9.09	21.29	1.2	Marrón	1	7.6	18.01	0.84	Beige
2	9.37	20.35	1.19	Marrón	2	7.75	18.17	0.88	Beige
3	9.16	19.7	1.2	Marrón	3	6.93	17.8	0.81	Beige
4	9.21	20.06	1.22	Marrón	4	7.51	17.39	0.76	Beige
5	8.58	19.63	1.18	Marrón	5	7.17	18.21	0.82	Beige
6	9.75	21.12	1.28	Marrón	6	7.74	18.11	0.86	Beige
7	8.89	20.14	1.19	Marrón	7	7.79	17.89	0.83	Beige
8	9.61	21.64	1.24	Marrón	8	7.13	17.93	0.79	Beige
9	8.88	19.75	1.19	Marrón	9	6.98	18.06	0.78	Beige
10	8.49	19.83	1.18	Marrón	10	7.38	18.13	0.83	Beige
<b>PROMEDIOS</b>	9.10	20.35	1.21		<b>PROMEDIOS</b>	7.40	17.97	0.82	

Anexo 3. Certificado de los análisis químicos de las semillas de SI

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

INFORME DE ENSAYOS N°074

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA					
<b>Solicitante</b>	Diego Allo –Miguel Quille				
<b>Muestra</b>	Semillas de Sacha Inchi inmaduras –Semillas de Sacha Inchi maduras				
<b>Código asignado UEB</b>	INV63-INV64				
<b>Estado de la muestras</b>	Semillas				
<b>Envase de recepción</b>	Bolsas plásticas				
<b>Análisis requerido(s)</b>	Humedad, ceniza, grasa, fibra				
<b>Fecha de recepción</b>	01 de Marzo de 2023				
<b>Fecha de análisis</b>	01- 16 de Marzo 2023				
<b>Fecha de informe</b>	17 de Marzo de 2023				
<b>Técnico (s) asignado</b>	MPWF				
RESULTADOS OBTENIDOS					
PARAMETROS BROMATOLÓGICOS					
Código laboratorio	Muestra	Parámetro	Unidad	Método	Resultado
INV063	Semillas de Sacha Inchi inmaduras	Fibra	%	WEENDE	0,35
					0,34
					0,34
		Humedad	%	AOAC 925.10	29,43
					29,44
					29,28
		Ceniza	%	AOAC 923.03	2,03
					2,03
					2,17
		Grasa	%	AOAC 2003.06	23,32
					23,32
					23,73
INV064	Semillas de Sacha Inchi maduras	Fibra	%	WEENDE	0,25
					0,28
					0,28

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


		Humedad	%	AOAC 925.10	6,53
					6,67
					6,57
		Ceniza	%	AOAC 923.03	2,65
					2,70
					2,66
		Grasa	%	AOAC 2003.06	37,36
					38,05
					38,05

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

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



Anexo 4. Certificado de análisis fisicoquímicos del aceite vegetal

 <b>DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN</b>	<b>LABORATORIOS DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN</b> <small>Lagunote 8, Km 1 1/2, vía a San Sixón, Cantón Guaranda, Provincia Bolívar, Ecuador.</small>	Versión	1
	<b>INFORME DE RESULTADOS</b>	Año	2023
		Página	Página 1 de 4

INFORME DE ENSAYOS N°075

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA					
Solicitante	Diego Allo –Miguel Quille				
Muestra	Aceites de sachá inchi:				
Código asignado UEB	Ambiente inmaduro-ambiente maduro- 30°C inmaduro- 30°C maduro- 45°C inmaduro- 45°C maduro.				
Estado de la muestras	INV135-INV136-INV137-INV138-INV139-INV140				
Envase de recepción	Viscosos				
Análisis requerido(s)	Frasco de plástico ámbar				
Fecha de recepción	Índice de acidez, densidad, pH, índice de saponificación				
Fecha de análisis	22 de Marzo de 2023				
Fecha de informe	22-28 de Marzo de 2023				
Técnico (s) asignado	7 de Abril de 2023				
MPWF					
RESULTADOS OBTENIDOS					
PARAMETROS BROMATOLÓGICOS					
Código laboratorio	Muestra	Parámetro	Unidad	Método	Resultado
INV135	Aceite de sachá inchi ambiente inmaduro	Índice de acidez	mg KOH/g	INEN 38	0,67
					0,67
					0,67
		Densidad	g/cm <sup>3</sup>	INEN 35	0,92
					0,92
					0,92
		pH	-----	Potenciómetro	5.83
					5.80
					5.77
		Índice de saponificación	mg/g	INEN 40	15,04
					15,04
					15,04
INV136	Aceite de sachá inchi ambiente maduro	Índice de acidez	mg KOH/g	INEN 38	0,89
					0,89

<b>UNIVERSIDAD</b> <small>UNIVERSIDAD DEL ECUADOR</small>	<b>DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN</b>	<b>LABORATORIOS DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN</b> <small>Lagacito II, Km 1 1/2, vía a San Simón, Cantón Guaranda, Provincia Bolívar, Ecuador.</small>		Versión	1
		<b>INFORME DE RESULTADOS</b>		Año	2023
				Página	Página 2 de 4

		Densidad	g/cm <sup>3</sup>	INEN 35	0,89		
					0,93		
					0,93		
					0,93		
		pH	-----	Potenciómetro	6,25		
					6,29		
					6,31		
		Índice de saponificación	mg/g	INEN 40	16,17		
					16,17		
					16,17		
		INV137	Aceite de sacha inchi 30°C inmaduro	Índice de acidez	mg KOH/g	INEN 38	0,16
							0,16
0,16							
Densidad	g/cm <sup>3</sup>			INEN 35	0,93		
					0,93		
					0,93		
pH	-----			Potenciómetro	5,47		
					5,47		
					5,46		
Índice de saponificación	mg/g	INEN 40	14,82				
			14,82				
			14,82				
INV138	Aceite de sacha inchi 30°C maduro	Índice de acidez	mg KOH/g	INEN 38	0,89		
					0,89		

<b>UEB</b> UNIVERSIDAD ESTADAL DEL BOLÍVAR	<b>DIRECCIÓN DE          INVESTIGACIÓN          Y VINCULACIÓN</b>	<b>LABORATORIOS DE          INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN</b> <small>Lagunoto II, Km 1 1/2, vía a San Simón, Cantón Guaraná, Provincia Bolívar, Ecuador.</small>		Versión	1
		<b>INFORME DE RESULTADOS</b>		Año	2023
				Página	Página 3 de 4

		Densidad	g/cm <sup>3</sup>	INEN 35	0,89
					0,93
					0,93
					0,93
		pH	-----	Potenciómetro	5,91
					5,92
					5,94
		Índice de saponificación	mg/g	INEN 40	16,47
					16,47
16,47					
INV139	Aceite de sacha inchi 45°C inmaduro	Índice de acidez	mg KOH/g	INEN 38	0,17
					0,17
					0,17
		Densidad	g/cm <sup>3</sup>	INEN 35	0,93
					0,93
					0,93
		pH	-----	Potenciómetro	5,29
					5,28
					5,29
Índice de saponificación	mg/g	INEN 40	15,64		
			15,64		
			15,64		
INV140	Aceite de sacha inchi 45°C maduro	Índice de acidez	mg KOH/g	INEN 38	0,33
					0,33

 <b>UEB</b> UNIVERSIDAD ECUATORIANA	<b>DIRECCIÓN DE          INVESTIGACIÓN          Y VINCULACIÓN</b>	<b>LABORATORIOS DE          INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN</b> <small>Lagoaleta 8, Km 1 1/2, vía a San Simón, Cantón Guaranda,          Provincia Bolívar, Ecuador.</small>		<b>Versión</b>	<b>1</b>
		<b>INFORME DE RESULTADOS</b>		<b>Año</b>	<b>2023</b>
				<b>Página</b>	<b>Página 4 de 4</b>


					0,33
					0,93
		Densidad	g/cm <sup>3</sup>	INEN 35	0,93
					0,93
					5,50
		pH	-----	Potenciómetro	5,47
					5,52
					16,08
		Índice de saponificación	mg/g	INEN 40	16,08
					16,08

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

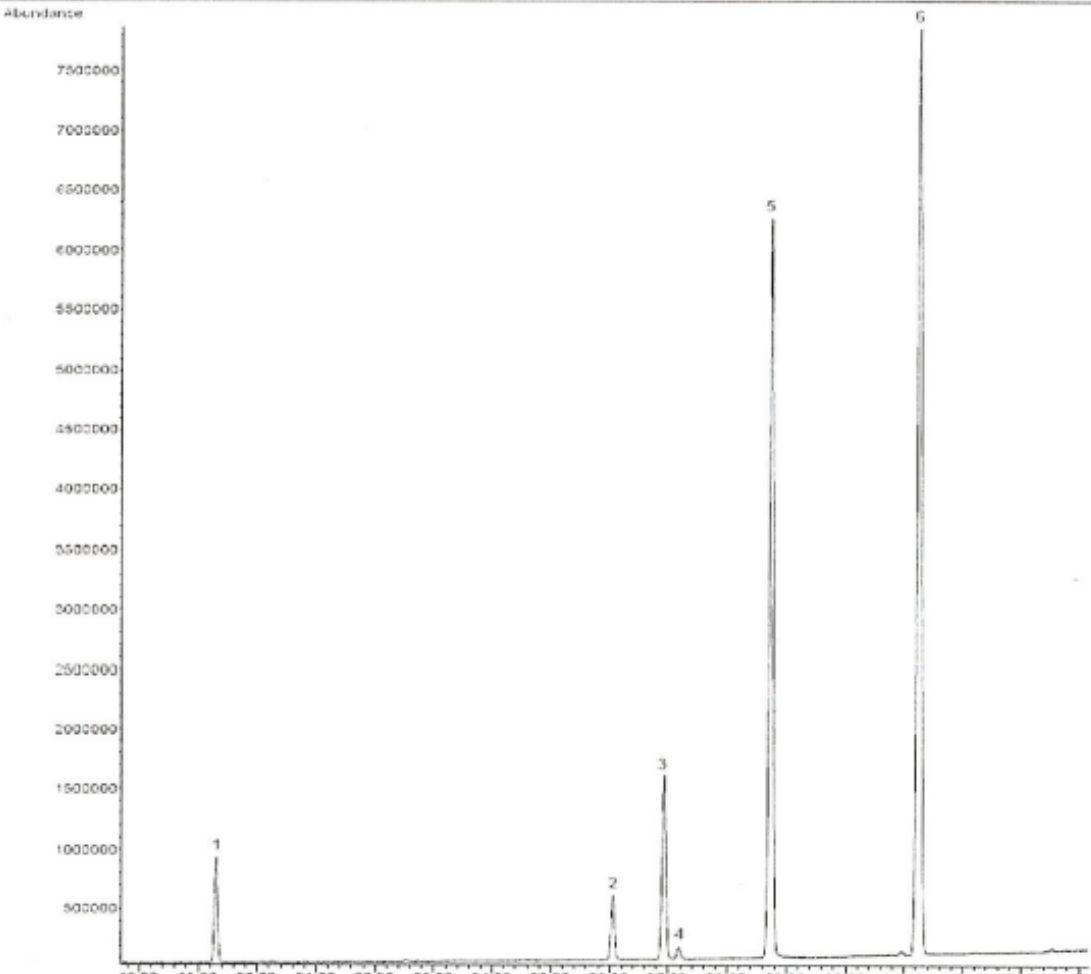
  
  
 Ing. Favian Bayas, PhD.  
 Director DIVUEB



**Anexo 5.** Certificado de los análisis cromatográficos

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

**INFORME DE ENSAYOS N°042-2023**

<b>Descripción de la muestra</b>	
<b>Solicitantes</b>	Diego Allo, Miguel Quille
<b>Muestra</b>	Aceite de Sacha Inchi Ambiente Maduro
<b>Código asignado UEB</b>	INV 135
<b>Estado de la muestra</b>	Líquido
<b>Envase de recepción</b>	Frasco de vidrio color ámbar con 45 mL aprox de muestra
<b>Análisis requerido(s)</b>	Identificación de Ácidos grasos por GC/MSD
<b>Fecha de recepción</b>	22 de marzo de 2023
<b>Fecha de análisis</b>	22 y 27 de marzo de 2023
<b>Fecha de informe</b>	29 de marzo de 2023
<b>Técnico asignado</b>	ECCR-MFQM
<b>RESULTADOS OBTENIDOS</b>	
	

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

<b>EQUIPO</b>	GC AGILENT TECHNOLOGIES 7890 A		
<b>DETECTOR</b>	AGILENT TECHNOLOGIES 5977A MSD		
<b>COLUMNA</b>	Columna DB-WAXetr (60m x 0.250mm x 0.25µm)		
<b>MÉTODO CROMATOGRÁFICO</b>	<b>Temperatura del inyector:</b> 250°C; <b>Modo de inyección:</b> Split 25:1, volumen de inyección: 1 µL; <b>Programa térmico:</b> Temperatura del horno 80°C con una rampa de temperatura de 20 °C/min hasta 100 °C durante 1 minuto, posterior una rampa de temperatura de 25 °C/min hasta 200 °C durante 10 minutos, finalmente una rampa de temperatura de 2 °C/min a los 250 °C. <b>Tiempo total de corrida:</b> 41 minutos		
<b>Nº</b>	<b>Compuesto</b>	<b>Tiempo de retención (min)</b>	<b>Área (%)</b>
1	Palmiticacid, methylester	19,310	4,07
2	Stearicacid, methylester	26,066	2,91
3	Oleicacid, methylester	26,940	7,02
4	13-Octadecenoic acid, methylester	27,192	0,57
5	Linoicacid, methylester	28,755	35,79
6	Linolenicacid, methylester	31,266	47,33


Los resultados de los análisis corresponden a 3 determinaciones por muestra.

  
 Ing. Marcelo Vilcacundo Chamorro.  
 Director DIVIUEB  
 Teléf. (+593) 98 721 5594

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

**INFORME DE ENSAYOS N°043-2023**


Descripción de la muestra	
<b>Solicitantes</b>	Diego Allo, Miguel Quille
<b>Muestra</b>	Aceite de Sacha Inchi Ambiente Inmaduro
<b>Código asignado UEB</b>	INV 136
<b>Estado de la muestra</b>	Líquido
<b>Envase de recepción</b>	Frasco de vidrio color ámbar con 50mL aprox de muestra
<b>Análisis requerido(s)</b>	Identificación de Ácidos grasos por GC/MSD
<b>Fecha de recepción</b>	22 de marzo de 2023
<b>Fecha de análisis</b>	22 y 27 de marzo de 2023
<b>Fecha de informe</b>	29 de marzo de 2023
<b>Técnico asignado</b>	ECCR-MFQM
RESULTADOS OBTENIDOS	

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

<b>EQUIPO</b>		GC AGILENT TECHNOLOGIES 7890 A	
<b>DETECTOR</b>		AGILENT TECHNOLOGIES 5977A MSD	
<b>COLUMNA</b>		Columna DB-WAXetr (60m x 0.250mm x 0.25µm)	
<b>MÉTODO CROMATOGRÁFICO</b>		<b>Temperatura del inyector: 250°C; Modo de inyección:</b> Split 25:1, volumen de inyección: 1 µL; <b>Programa térmico:</b> Temperatura del horno 80°C con una rampa de temperatura de 20 °C/min hasta 100 °C durante 1 minuto, posterior una rampa de temperatura de 25 °C/min hasta 200 °C durante 10 minutos, finalmente una rampa de temperatura de 2 °C/min a los 250 °C. <b>Tiempo total de corrida: 41 minutos</b>	
<b>Nº</b>	<b>Compuesto</b>	<b>Tiempo de retención (min)</b>	<b>Área (%)</b>
1	Palmiticacid, methylester	19,300	4,36
2	Stearicacid, methylester	26,057	2,93
3	Oleicacid, methylester	26,930	8,29
4	13-Octadecenoic acid, methylester	27,181	0,59
5	Linoicacid, methylester	28,748	34,41
6	Linolenicacid, methylester	31,264	49,43

Los resultados de los análisis corresponden a 3 determinaciones por muestra.

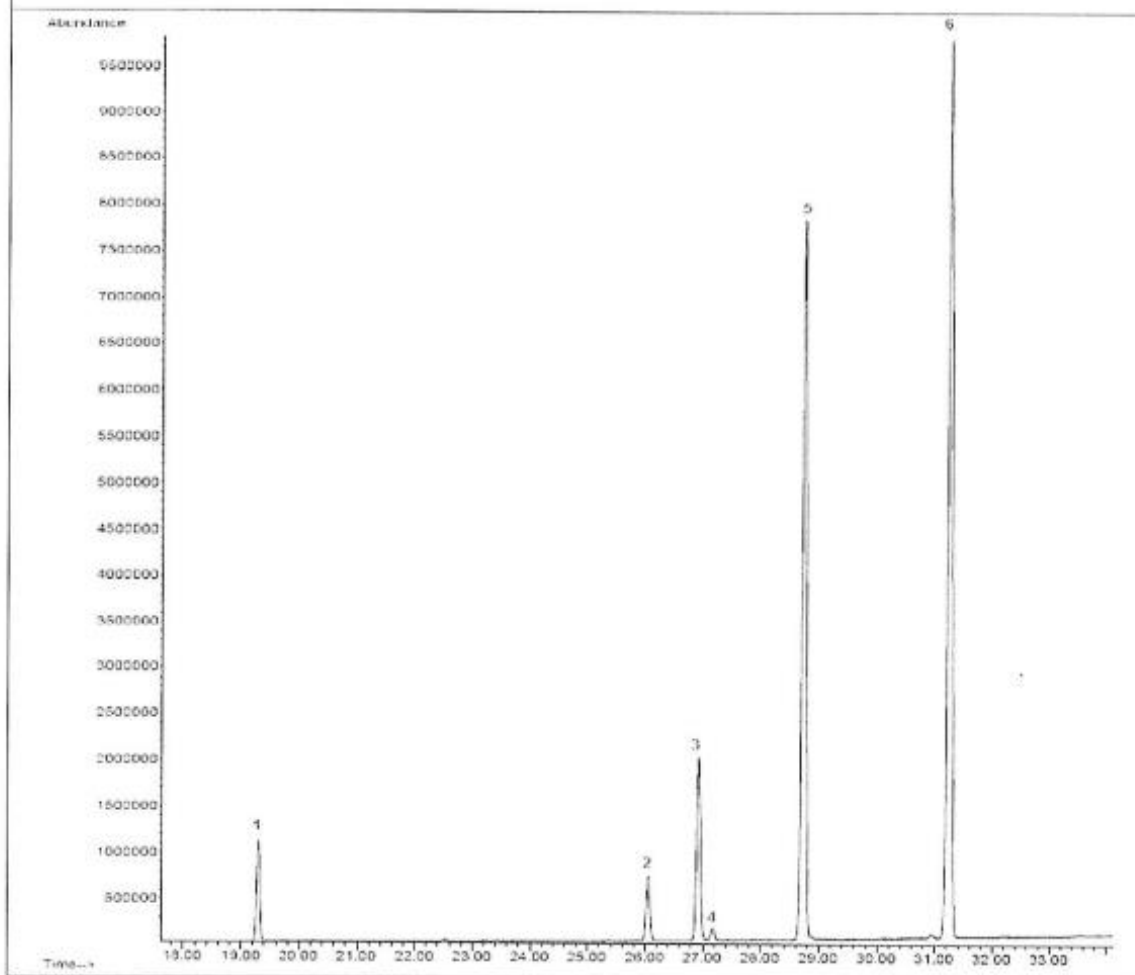
  
 Ing. Marcelo Vilcacundo Chamorro.  
 Director DIVIUEB  
 Teléf. (+593) 98 721 5594


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

**INFORME DE ENSAYOS N°044-2023**

Descripción de la muestra	
<b>Solicitantes</b>	Diego Allo, Miguel Quille
<b>Muestra</b>	Aceite de Sacha Inchi 30°C Maduro
<b>Código asignado UEB</b>	INV 137
<b>Estado de la muestra</b>	Líquido
<b>Envase de recepción</b>	Frasco de vidrio color ámbar con 30mL aprox de muestra
<b>Análisis requerido(s)</b>	Identificación de Ácidos grasos por GC/MSD
<b>Fecha de recepción</b>	22 de marzo de 2023
<b>Fecha de análisis</b>	22 y 27 de marzo de 2023
<b>Fecha de informe</b>	29 de marzo de 2023
<b>Técnico asignado</b>	ECCR-MFQM

**RESULTADOS OBTENIDOS**




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

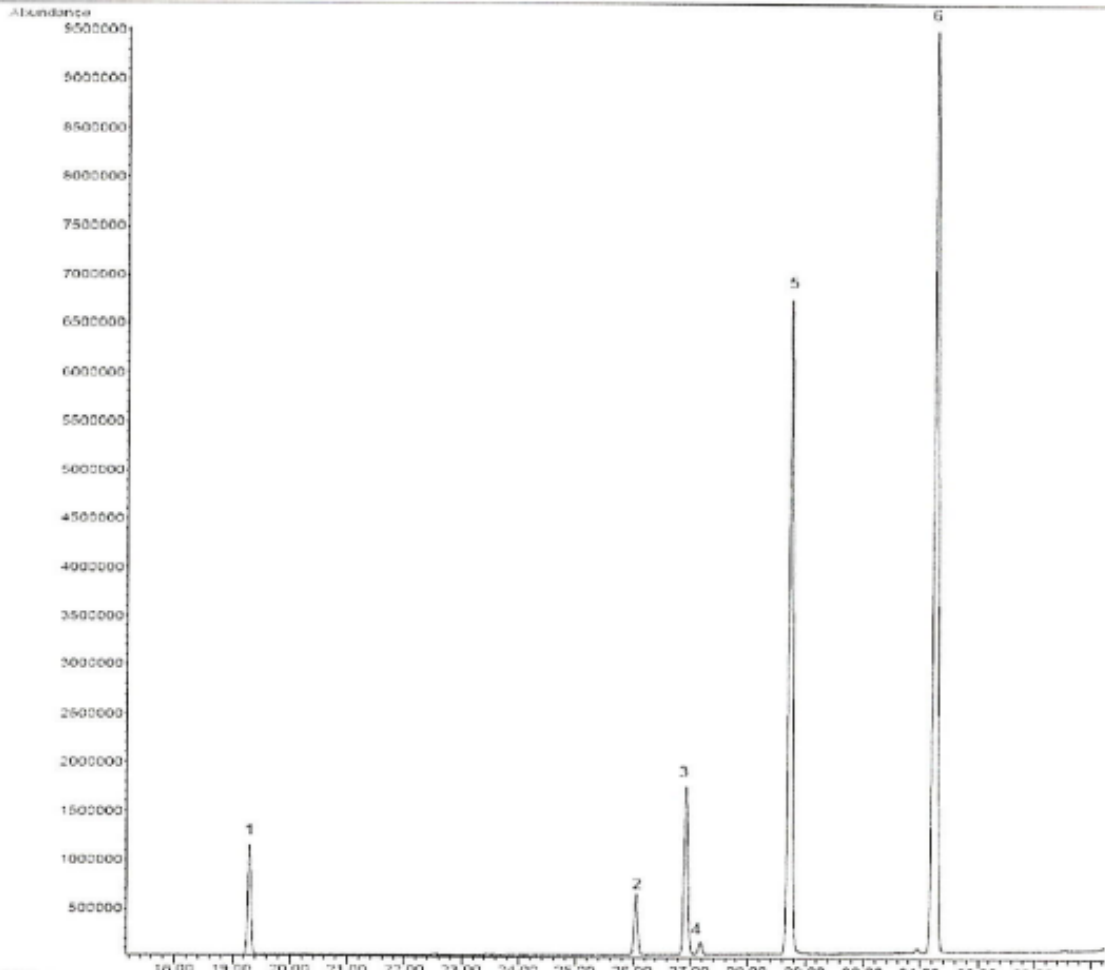
<b>EQUIPO</b>		GC AGILENT TECHNOLOGIES 7890 A	
<b>DETECTOR</b>		AGILENT TECHNOLOGIES 5977A MSD	
<b>COLUMNA</b>		Columna DB-WAXetr (60m x 0.250mm x 0.25µm)	
<b>MÉTODO CROMATOGRÁFICO</b>		<b>Temperatura del inyector: 250°C; Modo de inyección:</b> Split 25:1, volumen de inyección: 1 µL; <b>Programa térmico:</b> Temperatura del horno 80°C con una rampa de temperatura de 20 °C/min hasta 100 °C durante 1 minuto, posterior una rampa de temperatura de 25 °C/min hasta 200 °C durante 10 minutos, finalmente una rampa de temperatura de 2 °C/min a los 250 °C. <b>Tiempo total de corrida: 41 minutos</b>	
<b>Nº</b>	<b>Compuesto</b>	<b>Tiempo de retención (min)</b>	<b>Área (%)</b>
1	Palmiticacid, methylester	19,298	4,25
2	Stearicacid, methylester	26,054	2,97
3	Oleicacid, methylester	26,929	8,50
4	13-Octadecenoic acid, methylester	27,179	0,58
5	Linoleicacid, methylester	28,747	36,14
6	Linolenicacid, methylester	31,260	47,57


Los resultados de los análisis corresponden a 3 determinaciones por muestra.

  
 Ing. Marcelo Vilcacundo Chamorro.  
**Director DIVIUEB**  
 Teléf. (+593) 98 721 5594

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

**INFORME DE ENSAYOS N°045-2023**

<b>Descripción de la muestra</b>	
<b>Solicitantes</b>	Diego Allo, Miguel Quille
<b>Muestra</b>	Aceite de Sacha Inchi 30°C Inmaduro
<b>Código asignado UEB</b>	INV 138
<b>Estado de la muestra</b>	Líquido
<b>Envase de recepción</b>	Frasco de vidrio color ámbar con 28mL aprox de muestra
<b>Análisis requerido(s)</b>	Identificación de Ácidos grasos por GC/MSD
<b>Fecha de recepción</b>	22 de marzo de 2023
<b>Fecha de análisis</b>	22 y 27 de marzo de 2023
<b>Fecha de informe</b>	29 de marzo de 2023
<b>Técnico asignado</b>	ECCR-MFQM
<b>RESULTADOS OBTENIDOS</b>	
 <p>The chromatogram displays the abundance of various compounds over time. The y-axis represents Abundance, ranging from 0 to 5,500,000. The x-axis represents Time in minutes, ranging from 18.00 to 33.00. Six peaks are identified and labeled with numbers 1 through 6. Peak 1 is at approximately 19.5 minutes, peak 2 at 26.5 minutes, peak 3 at 27.5 minutes, peak 4 at 28.5 minutes, peak 5 at 29.5 minutes, and peak 6 at 31.5 minutes. Peak 6 is the most intense, reaching an abundance of approximately 5,500,000.</p>	


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

<b>EQUIPO</b>		GC AGILENT TECHNOLOGIES 7890 A	
<b>DETECTOR</b>		AGILENT TECHNOLOGIES 5977A MSD	
<b>COLUMNA</b>		Columna DB-WAXetr (60m x 0.250mm x 0.25µm)	
<b>MÉTODO CROMATOGRÁFICO</b>		<b>Temperatura del inyector:</b> 250°C; <b>Modo de inyección:</b> Split 25:1, volumen de inyección: 1 µL; <b>Programa térmico:</b> Temperatura del horno 80°C con una rampa de temperatura de 20 °C/min hasta 100 °C durante 1 minuto, posterior una rampa de temperatura de 25 °C/min hasta 200 °C durante 10 minutos, finalmente una rampa de temperatura de 2 °C/min a los 250 °C. <b>Tiempo total de corrida:</b> 41 minutos	
<b>Nº</b>	<b>Compuesto</b>	<b>Tiempo de retención (min)</b>	<b>Área (%)</b>
1	Palmiticacid, methylester	19,297	4,40
2	Stearicacid, methylester	26,054	2,87
3	Oleicacid, methylester	26,927	8,04
4	13-Octadecenoic acid, methylester	27,178	0,62
5	Linoleicacid, methylester	28,740	33,34
6	Linolenicacid, methylester	31,257	50,74

Los resultados de los análisis corresponden a 3 determinaciones por muestra.

  
 Ing. Marcelo Vilcacundo Chamorro.  
 Director DIVIUEB  
 Teléf. (+593) 98 721 5594

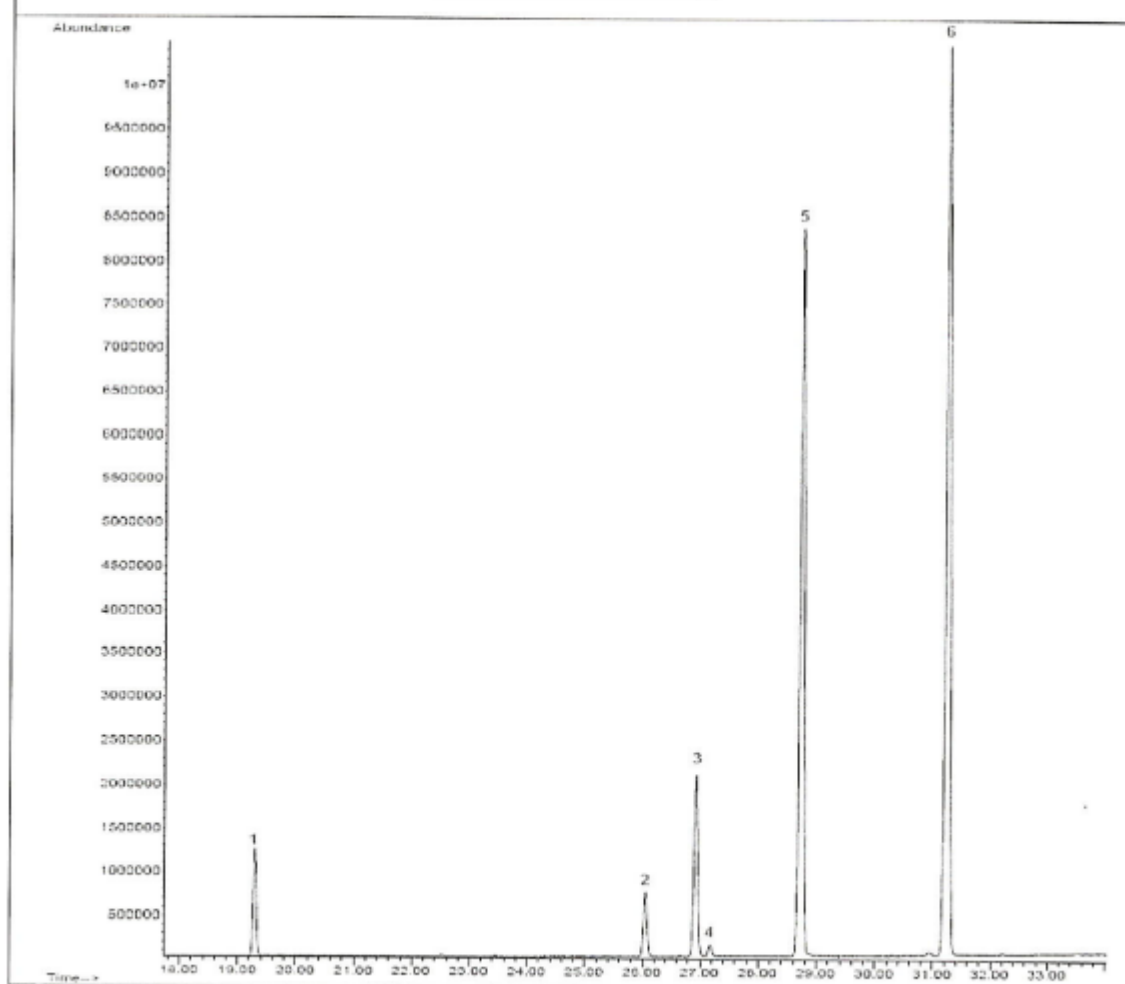



 <b>UNIVERSIDAD EQUATORIANA BOLIVAR</b> <b>VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN</b>	<b>LABORATORIOS DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN</b> <small>Laguacoto II, Km 1 1/2, vía a San Simón, Cantón Guaranda, Provincia Bolívar, Ecuador.</small>	<b>Código</b>	<b>FPG12-01</b>
	<b>INFORME DE RESULTADOS</b>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

**INFORME DE ENSAYOS N°046-2023**

<b>Descripción de la muestra</b>	
<b>Solicitantes</b>	Diego Allo, Miguel Quille
<b>Muestra</b>	Aceite de Sacha Inchi 45°C Maduro
<b>Código asignado UEB</b>	INV 139
<b>Estado de la muestra</b>	Líquido
<b>Envase de recepción</b>	Frasco de vidrio color ámbar con 80 mL aprox de muestra
<b>Análisis requerido(s)</b>	Identificación de Ácidos grasos por GC/MSD
<b>Fecha de recepción</b>	22 de marzo de 2023
<b>Fecha de análisis</b>	22 y 27 de marzo de 2023
<b>Fecha de informe</b>	29 de marzo de 2023
<b>Técnico asignado</b>	ECCR-MFQM

**RESULTADOS OBTENIDOS**




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

<b>EQUIPO</b>		GC AGILENT TECHNOLOGIES 7890 A	
<b>DETECTOR</b>		AGILENT TECHNOLOGIES 5977A MSD	
<b>COLUMNA</b>		Columna DB-WAXetr (60m x 0.250mm x 0.25µm)	
<b>MÉTODO CROMATOGRÁFICO</b>		<b>Temperatura del inyector: 250°C; Modo de inyección:</b> Split 25:1, volumen de inyección: 1 µL; <b>Programa térmico:</b> Temperatura del horno 80°C con una rampa de temperatura de 20 °C/min hasta 100 °C durante 1 minuto, posterior una rampa de temperatura de 25 °C/min hasta 200 °C durante 10 minutos, finalmente una rampa de temperatura de 2 °C/min a los 250 °C. <b>Tiempo total de corrida: 41 minutos</b>	
<b>Nº</b>	<b>Compuesto</b>	<b>Tiempo de retención (min)</b>	<b>Área (%)</b>
1	Palmitic acid, methyl ester	19,297	4,16
2	Stearic acid, methyl ester	26,054	2,88
3	Oleic acid, methyl ester	26,928	8,36
4	13-Octadecenoic acid, methyl ester	27,178	0,58
5	Linoleic acid, methyl ester	28,748	36,01
6	Linolenic acid, methyl ester	31,262	48,01

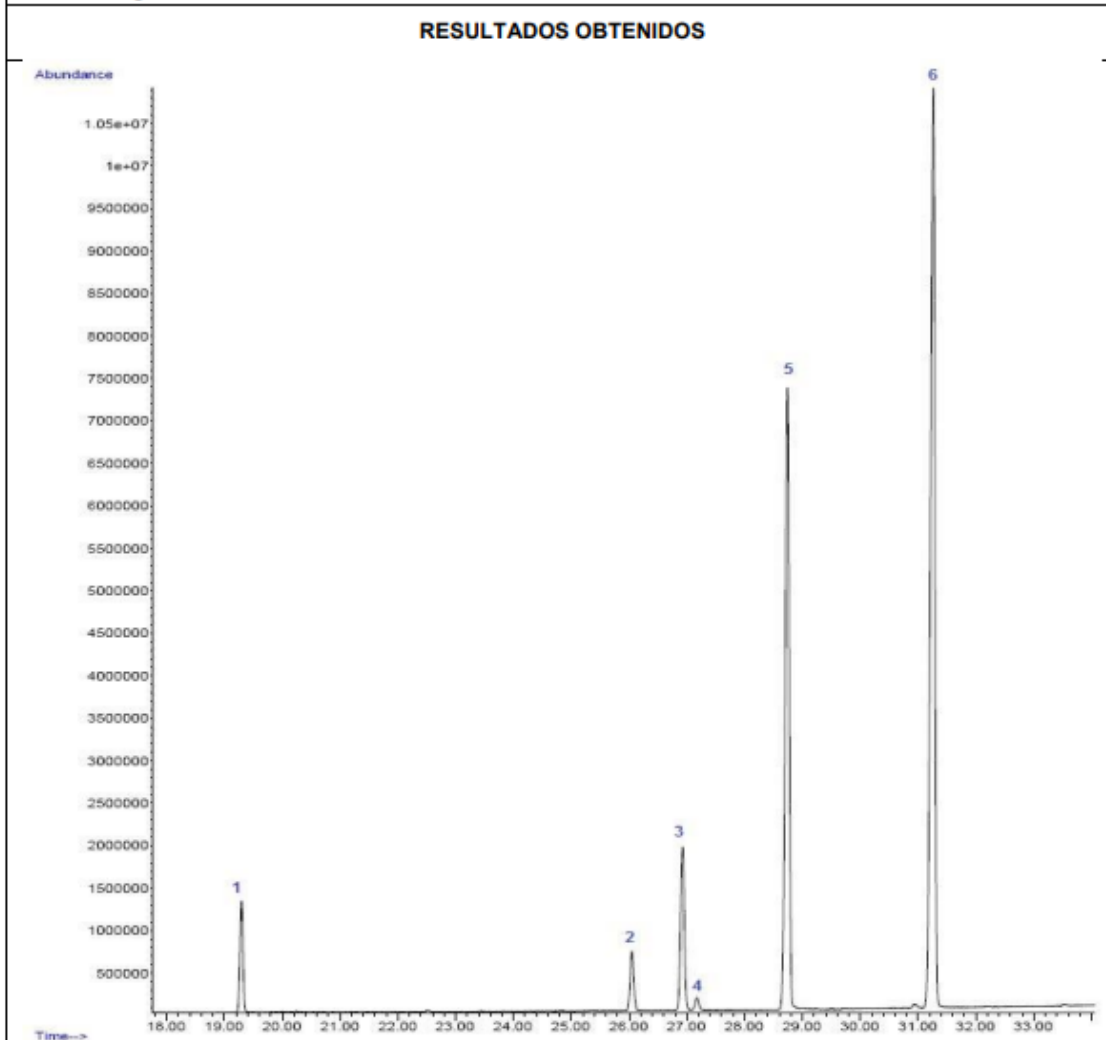
Los resultados de los análisis corresponden a 3 determinaciones por muestra.

  
 Ing. Marcelo Vilcacundo Chamorro.  
**Director DIVIUEB**  
 Teléf. (+593) 98 721 5594

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

**INFORME DE ENSAYOS N°047-2023**

<b>Descripción de la muestra</b>	
<b>Solicitantes</b>	Diego Allo, Miguel Quille
<b>Muestra</b>	Aceite de Sacha Inchi 45 °C Inmaduro
<b>Código asignado UEB</b>	INV 140
<b>Estado de la muestra</b>	Líquido
<b>Envase de recepción</b>	Frasco de vidrio color ámbar con 80 mL aprox de muestra
<b>Análisis requerido(s)</b>	Identificación de Ácidos grasos por GC/MSD
<b>Fecha de recepción</b>	22 de marzo de 2023
<b>Fecha de análisis</b>	22 y 27 de marzo de 2023
<b>Fecha de informe</b>	29 de marzo de 2023
<b>Técnico asignado</b>	ECCR-MFQM



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


<b>EQUIPO</b>	GC AGILENT TECHNOLOGIES 7890 A		
<b>DETECTOR</b>	AGILENT TECHNOLOGIES 5977A MSD		
<b>COLUMNA</b>	Columna DB-WAXetr (60m x 0.250mm x 0.25µm)		
<b>MÉTODO CROMATOGRÁFICO</b>	<b>Temperatura del inyector:</b> 250 °C; <b>Modo de inyección:</b> Split 25:1, volumen de inyección: 1 µL; <b>Programa térmico:</b> Temperatura del horno 80 °C con una rampa de temperatura de 20 °C/min hasta 100 °C durante 1 minuto, posterior una rampa de temperatura de 25 °C/min hasta 200 °C durante 10 minutos, finalmente una rampa de temperatura de 2 °C/min a los 250 °C. <b>Tiempo total de corrida:</b> 41 minutos		
<b>Nº</b>	<b>Compuesto</b>	<b>Tiempo de retención (min)</b>	<b>Área (%)</b>
1	Palmitic acid, methyl ester	19,298	4,46
2	Stearic acid, methyl ester	26,053	2,89
3	Oleic acid, methyl ester	26,928	8,10
4	13-Octadecenoic acid, methyl ester	27,179	0,64
5	Linoleic acid, methyl ester	28,740	32,57
6	Linolenic acid, methyl ester	31,259	51,34

Los resultados de los análisis corresponden a 3 determinaciones por muestra.

1803015484 EDGAR MARCELO VILCACUNDO CHAMORRO  
 Digitally signed by 1803015484 EDGAR MARCELO VILCACUNDO CHAMORRO  
 Date: 2023.04.11 10:37:42 -05'00'

Ing. Marcelo Vilcacundo Chamorro.  
**Director DIVIUEB**  
**Teléf. (+593) 98 721 5594**

Anexo 6. Certificado de análisis de la torta residual (TR)

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

INFORME DE ENSAYOS N°076

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA					
<b>Solicitante</b>	Diego Allo –Miguel Quille				
<b>Muestra</b>	Torta Sacha Inchi inmadura –Torta Sacha Inchi maduras				
<b>Código asignado UEB</b>	INV159-INV160				
<b>Estado de la muestras</b>	Pulverizado				
<b>Envase de recepción</b>	Frasco de vidrio				
<b>Análisis requerido(s)</b>	Humedad, ceniza, grasa, fibra				
<b>Fecha de recepción</b>	12 de Abril de 2023				
<b>Fecha de análisis</b>	12-14 de Abril de 2023				
<b>Fecha de informe</b>	17 de Abril de 2023				
<b>Técnico (s) asignado</b>	MPWF				
RESULTADOS OBTENIDOS					
PARAMETROS BROMATOLÓGICOS					
Código laboratorio	Muestra	Parámetro	Unidad	Método	Resultado
INV159	Torta Sacha Inchi inmadura	Fibra	%	WEENDE	8,11
					8,81
					8,77
		Humedad	%	AOAC 925.10	11,41
					11,49
					11,03
		Ceniza	%	AOAC 923.03	5,76
					5,69
					5,94
		Grasa	%	AOAC 2003.06	7,50
					7,65
					7,42
INV160	Torta Sacha Inchi madura	Fibra	%	WEENDE	8,02
					8,13
					8,13
		Humedad	%	AOAC 925.10	10,47


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

					10,42
					10,49
		Ceniza	%	AOAC 923.03	6,89
					6,95
					6,96
		Grasa	%	AOAC 2003.06	3,82
					3,76
					3,86

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


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

Anexo 7. Certificado de análisis de la galleta

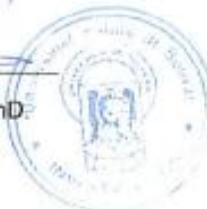
 <b>DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN</b>	<b>LABORATORIOS DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN</b> <small>Laguacoto II, Km 1 1/2, vía a San Simón, Cantón Guaranda, Provincia Bolívar, Ecuador.</small>	Versión	1
	<b>INFORME DE RESULTADOS</b>	Año	2023
		Página	Página 1 de 1

INFORME DE ENSAYOS N°077

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA					
Solicitante	Diego Allo –Miguel Quille				
Muestra	Galletas con sustitución parcial de torta de Sacha Inchi				
Código asignado UEB	INV180				
Estado de la muestras	Sólido				
Envase de recepción	Bolsa plástica				
Análisis requerido(s)	Humedad, ceniza, grasa, fibra, pH				
Fecha de recepción	24 de Abril de 2023				
Fecha de análisis	24 -26 de Abril de 2023				
Fecha de informe	27 de Abril de 2023				
Técnico (s) asignado	MPWF				
RESULTADOS OBTENIDOS					
PARAMETROS BROMATOLÓGICOS					
Código laboratorio	Muestra	Parámetro	Unidad	Método	Resultado
INV180	Galletas con sustitución parcial de torta de Sacha Inchi	Fibra	%	WEENDE	4,19
					4,01
					4,25
		Humedad	%	AOAC 925.10	2,57
					1,24
					1,31
		Ceniza	%	AOAC 923.03	2,93
					2,90
					2,91
		Grasa	%	AOAC 2003.06	18,22
					18,45
					18,88
		pH	%	INEN 526	6,21
					6,33
					6,30

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

Ing. Favión Bayas, PhD  
 Director DIVIUEB



Anexo 8. Análisis de calidad de galletas de SI

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

**INFORME DE ENSAYOS N°144**

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA					
Solicitante	Diego Allo –Miguel Quille				
Muestra	Galletas con sustitución parcial de torta de Sacha Inchi				
Código asignado UEB	INV180				
Estado de la muestras	Sólido				
Envase de recepción	Bolsa plástica				
Análisis requerido(s)	Microbiológicos				
Fecha de recepción	29 de Mayo de 2023				
Fecha de análisis	29 de Mayo-02 de Junio de 2023				
Fecha de informe	02 de Junio de 2023				
Técnico (s) asignado	MPWF				
RESULTADOS OBTENIDOS					
PARAMETROS MICROBIOLÓGICOS					
Código laboratorio	Muestra	Parámetro	Unidad	Método	Resultado
INV180	Galletas con sustitución parcial de torta de Sacha Inchi	Mohos y Levaduras	ufc	Petrfilm (AOAC 997.02)	Ausencia
Los resultados de los análisis corresponden a 3 determinaciones por análisis y a tres diluciones.					

  
 Ing. Favián Bayas, PhD  
 Director DIVUEB
 



Anexo 9. Certificado de análisis de proteína

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

INFORME N° 078-2023

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA						
Solicitante	Miguel Lian Quille Milan y Diego Patricio Allo Guevara					
Muestra	Semillas de sachá inchi, torta de sachá inchi y galletas enriquecidas con sachá inchi					
Código asignado UEB	INV- 063, INV- 064; INV- 159; INV -160; INV- 180					
Estado de la muestra	Sólido					
Envase de recepción	Fracos de plástico					
Análisis requerido(s)	Porcentaje de Proteína					
Fecha de recepción	09-03/2023 _ 12-27/04/2023					
Fecha de análisis	09-03/2023 _ 12-27/04/2023					
Fecha de informe	04-05-2023					
Técnico (s) asignado	MIPV					
RESULTADOS OBTENIDOS						
Código de laboratorio	Muestra	Parámetros	Unidad	Método	Resultado	Promedio
INV- 063	Semilla inmadura de sachá inchi R1	Porcentaje de proteína	%	Dumas	16,88	16,88
	Semilla inmadura de sachá inchi R2				17,00	
	Semilla inmadura de sachá inchi R3				16,75	
INV- 064	Semilla madura de sachá inchi R1	Porcentaje de proteína	%	Dumas	32,56	32,40
	Semilla madura de sachá inchi R2				32,38	
	Semilla madura de sachá inchi R3				32,25	
INV- 159	Torta inmadura R1	Porcentaje de proteína	%	Dumas	52,25	52,37
	Torta inmadura R2				52,50	
	Torta inmadura R3				52,38	
INV- 160	Torta madura R1	Porcentaje de proteína	%	Dumas	61,19	61,00
	Torta madura R2				60,69	
	Torta madura R3				61,13	
INV- 180	Galletas enriquecidas con				28,25	

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


	harina de sacha inchi R1	Porcentaje de proteína	%	Dumas		28,02
	Galletas enriquecidas con harina de sacha inchi R2				28,25	
	Galletas enriquecidas con harina de sacha inchi R3				27,56	

Los análisis se realizaron con tres réplicas



  
**Dr. Favian Bayas Morejón**  
**Director DIVIUEB**

Anexo 10. Certificado de análisis de carbohidratos y calorías

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

INFORME DE ENSAYOS N°079

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA					
<b>Solicitante</b>	Diego Allo –Miguel Quille				
<b>Muestra</b>	Semillas de Sacha Inchi inmaduras, semillas de Sacha Inchi maduras, torta de Sacha Inchi inmadura, torta de Sacha Inchi madura, galleta con sustitución parcial de torta de Sacha Inchi				
<b>Código asignado UEB</b>	INV063-INV64-INV159-INV160-INV180				
<b>Estado de la muestras</b>	Sólido, pulverizadas				
<b>Envase de recepción</b>	Bolsas plásticas				
<b>Análisis requerido(s)</b>	Carbohidratos				
<b>Fecha de recepción</b>	05 de Mayo de 2023				
<b>Fecha de análisis</b>	05 de Mayo de 2023				
<b>Fecha de informe</b>	05 de Abril de 2023				
<b>Técnico (s) asignado</b>	MPWF				
RESULTADOS OBTENIDOS					
PARAMETROS BROMATOLÓGICOS					
Código laboratorio	Muestra	Parámetro	Unidad	Método	Resultado
INV063	Semillas de Sacha Inchi Inmaduras	Carbohidratos	%	Por cálculo	28,00
					27,87
					27,73
INV064	Semillas de Sacha Inchi maduras	Carbohidratos	%	Por cálculo	20,65
					19,93
					20,19
INV159	Torta de Sacha Inchi Inmadura	Carbohidratos	%	Por cálculo	14,97
					13,86
					14,46
INV160	Torta de Sacha Inchi madura	Carbohidratos	%	Por cálculo	9,61
					10,05
					9,43
INV180	Galleta con sustitución parcial de torta de Sacha Inchi	Carbohidratos	%	Por cálculo	43,84
					45,15
					45,09

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

					452,34
		Energía	Kilocarias	Por cálculo	459,65
					460,52

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

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



**Anexo 11.** Análisis físico químico de las semillas de Sacha inchi



Toma de diámetros



Trituración de almendras



Selección de semillas



Análisis de grasa

*Anexo 12. Extracción de aceite por prensado al frío*



Secado de semillas



Control de temperatura en la extracción

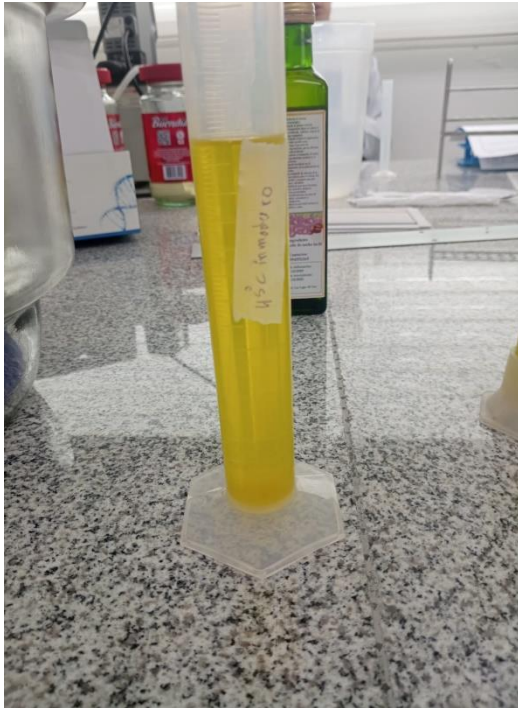


Funcionamiento de la extracción



Obtención de aceite + sedimento

**Anexo 13. Análisis físico químico del aceite de sachá inchi**



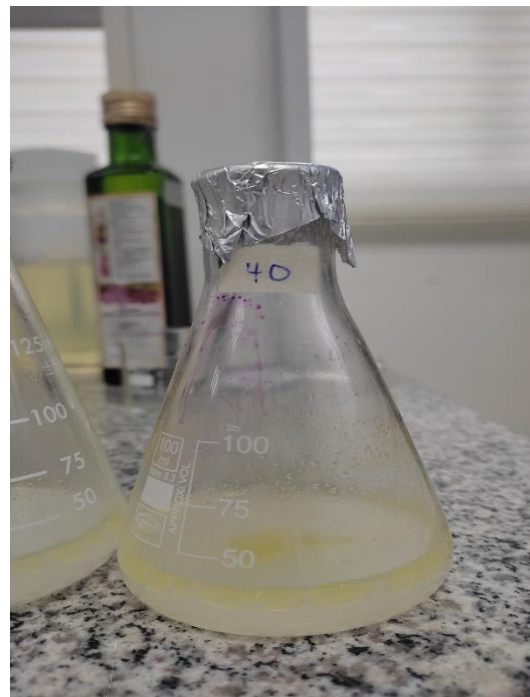
Medición de volumen



Manipulación de reactivos



Análisis de acidez



Análisis de saponificación

**Anexo 14.** Obtención de harina de sachá inchi



Obtención de la torta residual



Molienda de la torta residual



Tamizado de la torta residual



PH de la torta residual



**Anexo 15.** Producción de galletas de sachá inchi y aceite vegetal



Pesado de ingredientes



Amasado



Horneado



Enfriado de galletas



Modelo y diseño de envase



Embotellado producto final



Empaque de galletas



Exposición de emprendedores UEB

# ACEITE DE SACHA INCHI

100% ORGÁNICO



ACEITE IDEAL PARA:  
Freír, Hornear, Saltear y aderezar

0% Colesterol

250ml



### Producto de Ecuador

Consérvese protegido de la exposición a la luz y de cambios bruscos de temperatura.

Aceite de sachá inchi de categoría superior elaborado directamente de almendras de sachá inchi y solo mediante procedimientos mecánicos.

Elaborado mediante extracción en frío a menos de 50°C.

### INFORMACIÓN NUTRICIONAL

Valor medido por:	100 gr
Valor energético	3700 kJ (900 kcal)
Grasas	100 gr
G. Saturadas	7,62 gr
G. Poliinsaturadas	84,02 gr
G. Monoinsaturadas	8,36 gr
Hidratos de carbono	0 gr
Azúcar	0 gr
Proteína	0 gr
Sal	0 gr

Elab: 07/07/2023 Cons.pref:

Lote: 01A070723 31/12/2024



ASI-L1-07 07 23



NTE INEN 2688

**250ml**

# GALLETAS DE SACHA INCHI



**Cont. Neto 100 g**

Cons.pref.  
12/10/2023

Elab: 012/07/2023  
Lote: 01A120723



## Información nutricional

Tamaño por porción 4 und (25g)

Porciones por envase 100g

Calorías	457,50 kcal
Fibra alimentaria	4,15 g
Grasa total	18,51 g
Proteína	28,02 g
Carbohidratos	44,69 g

Los porcentajes de valores diarios están basados en una dieta diaria de 2000 calorías (8380kj).

**Anexo 17. Modelo de la encuesta del análisis sensorial**

<b>Universidad Estatal de Bolívar</b>				
<b>Facultad de Ciencias Agropecuarias – Carrera de Agroindustrias</b>				
<b>Ficha organoléptica</b>				
<b>Nombre</b>				
<b>CARACTERÍSTICAS</b>	<b>ALTERNATIVAS</b>	<b>MUESTRAS</b>		
		1(70%-30%)	2 (50%-50%)	3(40%-60%)
<b>COLOR</b>	1. Malo			
	2. Regular			
	3. Bueno			
	4. Muy Bueno			
	5. Excelente			
<b>OLOR</b>	1. Muy Desagradable			
	2. Desagradable			
	3. Agradable			
	4. Muy Agradable			
	5. Excelente			
<b>SABOR</b>	1. Muy Desagradable			
	2. Desagradable			
	3. Agradable			
	4. Muy Agradable			
	5. Excelente			
<b>TEXTURA</b>	1. Muy Duro			
	2. Duro			
	3. Semi Blando			
	4. Blando			
	5. Muy Blando			
<b>ACEPTABILIDAD</b>	1. Malo			
	2. Regular			
	3. Bueno			
	4. Muy Bueno			
	5. Excelente			

## **Anexo 18.** Glosario de términos técnicos

### **LDL**

Lipoproteínas de baja densidad

### **HDL**

Lipoproteínas de alta densidad

### **ALA**

Acido alfa linolénico

### **Subproducto**

Un subproducto es un producto secundario y, a veces, inesperado. También se llama subproducto al residuo de un proceso al que se le puede sacar una segunda utilidad. No es un desecho porque no se lo elimina, sino que se lo usa para otro proceso.

### **Digestibilidad de proteínas**

La digestibilidad es un criterio que determina la capacidad de una especie para digerir y aprovechar un nutriente por lo tanto existe un porcentaje de nutriente absorbido, este se calcula con ayuda del nitrógeno absorbido y el que no ha sido absorbido (DINGONATURA, 2018).

### **Omegas**

Son un grupo de ácidos grasos poliinsaturados de cadena larga y de cadena muy larga que se encuentran en alta proporción en los tejidos del pescado azul y ciertos mariscos y en algunas fuentes vegetales tales como el aceite de soja, el aceite de canola, las nueces y las semillas de sacha inchi

### **Alimentos funcionales**

Entre los alimentos funcionales no modificados encontramos el aceite de oliva, la soja, el yogur, los frutos secos, los cereales integrales, el pescado o las frutas y verduras. (Beltran de heredia, 2016).

### **Emulsificantes**

Un emulsificante es una sustancia que es superficialmente activa y permite que dos líquidos inmiscibles permanezcan íntimamente mezclados y estables (Todo en polímeros, 2020).