



UNIVERSIDAD
SAN IGNACIO
DE LOYOLA

ESCUELA DE POSTGRADO

Maestría en Gestión de Negocios de Nutrición

CARACTERIZACIÓN QUÍMICA DE LA TORTA RESIDUAL OBTENIDA POR PRENSADO DE FRUTOS DE SINAMI (*OENOCARPUS MAPORA H. KARST*) PRODUCIDAS EN MADRE DE DIOS, PERÚ.

**Tesis para optar el Grado de Maestro en Gestión de Negocios de
Nutrición**

FREDDY CARLOS FERRER CUTIRE

Asesor:

**Dra. Ana María Muñoz Jauregui
(0000-0003-3080-9823)**

**Lima - Perú
2023**

CARACTERIZACIÓN QUÍMICA DE LA TORTA RESIDUAL OBTENIDA POR PRENSADO DE FRUTOS DE SINAMI (OENOCARPUS MAPORA H. KARST) PRODUCIDAS EN MADRE DE DIOS, PERÚ.

INFORME DE ORIGINALIDAD

6%

INDICE DE SIMILITUD

6%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

2%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	revistas.sqperu.org.pe Fuente de Internet	2%
2	repositorio.unas.edu.pe Fuente de Internet	1%
3	repositorioacademico.upc.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	scielo.senescyt.gob.ec Fuente de Internet	1%
5	tecnosolucionescr.net Fuente de Internet	1%
6	repositorio.unicach.mx Fuente de Internet	1%

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 1%

Excluir bibliografía

Activo

**CARACTERIZACIÓN QUÍMICA DE LA TORTA RESIDUAL
OBTENIDA POR PRENSADO DE FRUTOS DE SINAMI
(*OENOCARPUS MAPORA H. KARST*) PRODUCIDAS EN
MADRE DE DIOS, PERÚ.**

ASESOR Y MIEBROS DEL JURADO

Asesor: Dra. Ana María Muñoz Jauregui

Miembros del Jurado:

- Jurado 1
- Jurado 2
- Jurado 3

AGRADECIMIENTOS

Gracias al Proyecto Concytec - Banco Mundial "Mejoramiento y Ampliación de los Servicios del Sistema Nacional de Ciencia Tecnología e Innovación Tecnológica" 8682-PE, a través de su unidad ejecutora ProCiencia, el cual, por el contrato número 108-2018, me permitió financiar los ensayos realizados en esta tesis de maestría. Dedico este trabajo al grupo a cargo de este proyecto, los investigadores de ICAN USIL, quienes realizaron los ensayos de laboratorio y me brindaron la orientación en la realización de esta investigación que busca aportar a desarrollar un ecosistema sostenible para nuestras futuras generaciones.

Agradezco mucho a mi esposa Margot, quien me motivó para retornar a la universidad. Sin su apoyo no sería parte de este interesante proyecto. También a mis hijos, pues son la motivación diaria para seguir adelante. Asimismo, agradezco a mi amigo a Alan Portugal. Su apoyo fue vital no solo en el proyecto, sino también en el camino que significó esta maestría.

Índice general

RESUMEN	10
ABSTRACT.....	11
CAPITULO I	12
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	12
1.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA	12
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA GENERAL Y ESPECÍFICOS.....	13
1.2.1. PROBLEMA GENERAL.....	13
1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS.....	13
1.3. DELIMITACIÓN DE OBJETIVO GENERAL Y ESPECÍFICOS.....	13
1.3.1. OBJETIVO GENERAL.....	13
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	13
1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	14
1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN	16
1.6. NOVEDAD CIENTÍFICA, PRÁCTICA Y TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN	17
CAPITULO II.....	18
2. MARCO TEÓRICO	18
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	18
2.2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS DE LA INVESTIGACIÓN	23
2.2.1. SINAMI (OENOCARPUS MAPORA H. KARST)	23
2.2.2. TAXONOMÍA	24
2.2.3. DISTRIBUCIÓN.....	27
2.3. FACTORES IMPORTANTES PARA LA ECOLOGÍA DE PALMERAS	27
2.3.1. FENOLOGÍA	27
2.3.2. TEMPERATURA	28
2.3.3. HUMEDAD	28
2.3.4. ILUMINACIÓN.....	28
2.3.5. SUELO	28

2.3.6.	BIOMETRÍA.....	29
2.4.	IMPORTANCIA DEL SINAMI (OENOCARPUS MAPORA H. KARST).....	29
2.5.	TORTA RESIDUAL.....	30
2.6.	MÉTODOS EXTRACTIVOS.....	31
2.7.	GLOSARIO DE TÉRMINOS.....	31
	CAPITULO III.....	33
3.	HIPÓTESIS Y VARIABLES.....	33
3.1.	HIPÓTESIS GENERAL Y ESPECÍFICAS.....	33
3.2.	VARIABLES.....	33
3.3.	CONCEPTUALIZACIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES.....	33
	CAPITULO IV.....	37
4.	METODOLOGÍA.....	37
4.1.	TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.....	37
4.2.	SELECCIÓN DE LA MUESTRA.....	37
4.2.1.	POBLACIÓN.....	37
4.2.2.	SELECCIÓN DE FRUTOS.....	37
4.2.3.	MUESTREO.....	38
4.3.	RECOLECCIÓN DE DATOS.....	38
4.3.1.	PROCEDIMIENTO DE LA RECOLECCIÓN DE DATOS.....	38
4.3.1.1.	LUGAR DE ORIGEN DE LAS MUESTRAS DE FRUTO DE SINAMI.....	38
4.3.1.2.	OBTENCIÓN DE TORTA RESIDUAL DE SINAMI.....	40
4.3.1.3.	DESHIDRATACIÓN DE PULPA DE SINAMI.....	42
4.3.1.4.	EXTRACCIÓN POR PRENSA EXPPELLER Y OBTENCIÓN DE TORTA DE SINAMI.....	42
4.3.2.	METODOLOGÍA DE ANÁLISIS Y ENSAYOS.....	45
4.3.2.1.	ANÁLISIS PROXIMAL.....	45
4.3.2.2.	DETERMINACIÓN DE ÁCIDOS GRASOS.....	50
4.3.2.3.	COMPONENTES FENÓLICOS INDIVIDUALES DE EXTRACCIONES EN LA MUESTRA SOLIDA (TORTA) MEDIANTE DE MÉTODO SOXHLET Y MÉTODO FOLCH.....	51

4.3.2.4. POLIFENOLES TOTALES MEDIANTE FOLIN-CIOCALTEU Y LA ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE TOTAL MEDIANTE DPPH, ABTS.....	52
4.3.2.5. DETERMINACIÓN DE METALES.....	53
4.3.3. MÉTODOS, TÉCNICAS E INSTRUMENTOS PARA EL ANÁLISIS DE DATOS.....	54
4.3.3.1. INSTRUMENTOS DE ANÁLISIS DE ICAN USIL.....	54
4.3.3.2. REACTIVOS UTILIZADOS EN ICAN USIL.....	55
4.3.3.3. MATERIALES UTILIZADOS ICAN USIL.....	55
4.4. ESTRATEGIA DEL ANÁLISIS DE DATOS.....	56
4.4.1. ANÁLISIS EXPLORATORIO DESCRIPTIVO.....	56
4.4.2. ASPECTOS ÉTICOS.....	57
CAPITULO V.....	58
5. RESULTADOS, DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	58
5.1. RESULTADOS.....	58
5.1.1. COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DE LA TORTA RESIDUAL DE FRUTOS DE SINAMI (HUMEDAD, PROTEÍNA, EXTRACTO ETÉREO, CENIZAS Y CARBOHIDRATOS).....	58
5.1.2. COMPOSICIÓN DE ÁCIDOS GRASOS DE LA TORTA RESIDUAL DE FRUTOS SINAMI UTILIZANDO EL MÉTODO ICHIHARA Y FUKUBAYASHI.....	59
5.1.3. COMPONENTES FENÓLICOS INDIVIDUALES DE EXTRACCIONES EN LA MUESTRA SOLIDA (TORTA) MEDIANTE DE MÉTODO SOXHLET Y MÉTODO FOLCH.....	59
5.1.4. CONTENIDO DE POLIFENOLES TOTALES MEDIANTE FOLIN-CIOCALTEU Y LA ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE TOTAL MEDIANTE DPPH, ABTS EN LA MUESTRA SOLIDA (TORTA).....	60
5.1.5. CONTENIDO DE METALES.....	61
5.2. DISCUSIÓN.....	61
5.3. CONCLUSIONES.....	76
5.4. RECOMENDACIONES.....	77
REFERENCIAS.....	78

Índice de figuras

FIGURA 1. FRUTO DE SINAMI EN SU RACIMO. FUENTE: ICAN USIL.....	15
FIGURA 2. PALMERA DE SINAMI. FUENTE: ICAN USIL.....	26
FIGURA 3. RACIMO DE FRUTOS DE SINAMI. FUENTE: ICAN USIL.....	26
FIGURA 4. FRUTO DE SINAMI RECOLECTADO. FUENTE: ICAN USIL.....	26
FIGURA 5. FRUTO DE SINAMI RECOLECTADO. FUENTE: ICAN USIL.....	26
FIGURA 6. SELECCIÓN DE FRUTOS DE SINAMI.....	38
FIGURA 7. GEORREFERENCIACIÓN DE OBTENCIÓN DE MUESTRAS DE FRUTO DE SINAMI.....	39
FIGURA 8. PROCESO DE DESHIDRATACIÓN DE PULPA DE SINAMI. FUENTE: ICAN USIL.....	42
FIGURA 9. PRENSADO DE PULPA DE SINAMI. FUENTE: ICAN USIL.....	43
FIGURA 10. OBTENCIÓN DE ACEITE DE SINAMI. FUENTE: ICAN USIL.....	43
FIGURA 11. OBTENCIÓN DE TORTA DE SINAMI. FUENTE: ICAN USIL.....	43
FIGURA 12. FRUTOS DE SINAMI DESCARTADOS.....	44
FIGURA 13. PEDÚNCULO DE SINAMI.....	44
FIGURA 14. SELECCIÓN FINAL DEL SINAMI.....	44
FIGURA 15. DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD EN INGREDIENTES ALIMENTICIOS. FUENTE: FAO.....	46
FIGURA 16. DETERMINACIÓN DE PROTEÍNA CRUDA POR EL MÉTODO KJELDAHL. MÉTODO SIMPLE PROPUESTO POR CHOW ET AL. (1980) FUENTE: FAO.....	47
FIGURA 17. DETERMINACIÓN DE LÍPIDOS POR EL MÉTODO DE SOXHLET. FUENTE: FAO.....	48
FIGURA 18. DETERMINACIÓN PROXIMAL DE FIBRA CRUDA. FUENTE: FAO.....	48
FIGURA 19. DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE CENIZA EN INGREDIENTES ALIMENTICIOS. FUENTE: FAO.....	49

Índice de tablas

TABLA 1. TAXONOMÍA DE LA PALMERA DE SINAMI (OENOCARPUS MAPORA H. KARSTEN).....	24
TABLA 2. ENSAYOS REALIZADOS PARA DETERMINACIÓN DE ANÁLISIS PROXIMAL DE LA TORTA RESIDUAL DE SINAMI.....	50
TABLA 3. ENSAYOS FÍSICO/QUÍMICOS PROXIMALES DE LA TORTA DE SINAMI.....	58
TABLA 4. COMPOSICIÓN DE ÁCIDOS GRASOS (G/100 G).....	59
TABLA 5. COMPONENTES FENÓLICOS INDIVIDUALES DE EXTRACCIONES EN LA MUESTRA SOLIDA (TORTA) MEDIANTE DE MÉTODO SOXHLET Y MÉTODO FOLCH.....	60
TABLA 6. COMPONENTES FENÓLICOS INDIVIDUALES DE EXTRACCIONES EN LA MUESTRA SOLIDA (TORTA) MEDIANTE DE MÉTODO SOXHLET Y MÉTODO FOLCH.....	60
TABLA 7. CONTENIDO DE METALES EN TORTA DE SINAMI.....	61

Índice de Anexos

ANEXO 1. ENSAYOS PROXIMALES	95
ANEXO 2. DUPLICADOS DE ENSAYOS PROXIMALES	97
ANEXO 3. ENSAYOS DE ACIDOS GRASOS	99
ANEXO 4. ENSAYOS DE POLIFENOLES Y ACTIVIDA ANTIOXIDANTE TA	102
ANEXO 5. ENSAYOS DE METALES	104
ANEXO 6. ENSAYOS DE METALES (DUPLICADOS)	105

RESUMEN

Los frutos sinami son una fuente interesante de recursos promisorios y pueden ser aprovechados para el desarrollo de alimentos funcionales y cosméticos. Los objetivos del presente estudio se centran en la evaluación de la composición proximal la torta, perfil de ácidos grasos del aceite obtenido mediante los métodos folch y soxhlet y el contenido de polifenoles totales y actividad antioxidante del residuo después de la extracción con n-hexano y cloroformo/metanol. Los resultados de este estudio muestran que el contenido de carbohidratos fue 76.0 g/100 g y la fibra cruda fue 19.20 g/100g. El perfil de ácidos grasos mostró que el c18:1n-9/ ácido oleico, c16:0/ ácido palmítico, c18:2n-6/ ácido linoleico son los mayoritarios. Además, la prueba de t al 5% de probabilidad no mostró diferencias significativas entre el método folch y soxhlet. El rendimiento de la extracción fue mayor con n-hexano en comparación a la mezcla de disolventes cloroformo/metanol. El contenido de polifenoles totales y la actividad antioxidante fue mayor en el residuo después de la extracción con n-hexano. Los resultados de este estudio evidencian la factibilidad del uso de la torta de sinami como sustituto parcial en productos comerciales .

Palabras claves: palmeras, oenocarpus mapora, sinami, oleico, torta residual.

ABSTRACT

Sinami fruits are an interesting source of promising resources and can be exploited for the development of functional and cosmetic foods. The objectives of the present study are focused on the evaluation of the proximal composition of the cake, the fatty acid profile of the oil obtained by folch and soxhlet methods, and the total polyphenol content and antioxidant activity of the residue after extraction with n-hexane and chloroform/methanol. The results of this study show that the carbohydrate content was 76.0 g/100 g and crude fiber was 19.20 g/100g. The fatty acid profile showed that c18:1n-9/ oleic acid, c16:0/ palmitic acid, c18:2n-6/ linoleic acid are the majority. In addition, t-test at 5% probability showed no significant difference between folch and soxhlet method. The extraction yield was higher with n-hexane compared to the chloroform/methanol solvent mixture. Total polyphenol content and antioxidant activity was higher in the residue after extraction with n-hexane. The results of this study demonstrate the feasibility of using sinami cake as a partial substitute in commercial products

Key words: palms, oenocarpus mapora, sinami, oleic, residual cake.

CAPITULO I

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción de la realidad problemática

Dentro de la biodiversidad existente en Amazonía peruana se encuentran varios productos con un gran potencial para la salud, que no son aprovechados por desconocimiento sobre sus beneficios. Una de estas especies nativas poco conocidas (*Oenocarpus mapora* H. Karst) es un fruto que ayuda a diversificar la oferta de productos de bosque que ofrece la región (1).

En el Perú existen aproximadamente cinco millones de hectáreas de bosques húmedos con aguaje, unguurahui, sinami y otras palmeras. Muchos están en avanzado proceso de envejecimiento por su sobre explotación y por la tala indiscriminada. La mayoría pertenece a comunidades nativas campesinas de extrema pobreza, usufructuarias tradicionales del recurso. Sus pobladores hasta ahora han puesto parcialmente en valor estos recursos, a través de la recolección de sus frutos como parte de la economía de subsistencia (2).

Respecto al sinami (*Oenocarpus mapora* H. Karst), se desconoce la composición de micronutrientes y compuestos bioactivos del fruto y de su aceite, así como sus propiedades nutricionales y antioxidantes, además de sus aportes a la salud. Sin embargo, se presume que esta especie representa un cultivo alternativo y de interés económico y biocomercial.

En relación con el avance del conocimiento, la bibliografía desprende que solo se han desarrollado investigaciones y estudios relacionados a su taxonomía y botánica. Actualmente el producto se consume de forma artesanal mediante refrescos, pulpas y helados, mientras que su aceite es utilizado con fines medicinales a partir del conocimiento ancestral.

El presente estudio tiene por finalidad conocer sus bondades nutricionales, para contribuir con la promoción de productos saludables de la Amazonía peruana, que forma parte de la estrategia del Sistema Nacional de Salud.

1.2. Formulación del problema general y específicos

1.2.1. Problema general

¿Cuál es la caracterización química de la torta residual de frutos de sinami (*Oenocarpus mapora* H Karst)?

1.2.2. Problemas específicos

1. ¿Cuál es la composición nutricional de la torta residual de frutos de sinami (humedad, proteína, extracto etéreo, cenizas y carbohidratos)?
2. ¿Cuál es la composición de ácidos grasos de la torta residual de frutos de sinami?
3. ¿Cuáles son los componentes fenólicos de la torta residual de frutos de sinami?
4. ¿Cuál es el contenido de polifenoles totales y la actividad antioxidante total?
5. ¿Cuál es el contenido de metales de la torta residual de frutos de sinami?

1.3. Delimitación de objetivo general y específicos

1.3.1. Objetivo general

Evaluar la caracterización química de la torta residual obtenida por prensado de frutos de sinami (*Oenocarpus mapora* H. Karst).

1.3.2. Objetivos específicos

1. Evaluar la composición nutricional de la torta residual de frutos de sinami (humedad, proteína, extracto etéreo, cenizas y carbohidratos).
2. Determinar la composición de ácidos grasos de la torta residual de frutos sinami.
3. Determinar los componentes fenólicos individuales de extracciones en la muestra solida (torta) mediante de método Soxhlet y método Folch.
4. Determinar el contenido de polifenoles totales mediante Folin-Ciocalteu y la actividad antioxidante total mediante DPPH, ABTS en la muestra solida (torta).
5. Determinar el contenido de metales de la torta residual de frutos de sinami.

1.4. Justificación de la investigación

La creciente preocupación de los consumidores por la relación entre dieta y salud es uno de los factores que incrementó la explotación económica de productos y subproductos de algunas frutas. En la región amazónica se presentan numerosas especies con potencial agronómico, tecnológico, nutricional y económico aún poco o nada explorado. Las palmeras tienen especial interés debido a los finos aceites que pueden ser extraídos de sus frutos. En estudios previos se reveló la importancia de los *Oenocarpus* como fuente de aceite vegetal de la Amazonía. En este fueron encontrados ácidos grasos como palmítico, ácido linoleico, ácido esteárico, palmitoleico y ácido alfa-linolénico (1).

La caracterización de los compuestos fisicoquímicos y de compuestos nutricionales con propiedades funcionales es importante para el conocimiento y entendimiento de cualquier materia prima y/o posibles productos derivados, en lo referido a términos de calidad, composición química y valor nutricional. Desde un punto de vista comercial, esto es importante para generar valor añadido al producto final. Por lo tanto, el valor nutricional y / o comercial, más el producto de las especies de frutas de la Amazonía a través de la investigación científica, también ayuda a los profesionales de la salud. En vista de la escasez de datos en la literatura sobre la composición química de frutas del *Oenocarpus mapora* H. Karst es que se justifica el presente estudio de investigación. (7) (8)

La palmera del *Oenocarpus mapora* H. Karsten es de tipo perenne, es decir, sus hojas no se desprenden durante la época desfavorable o variación de las estaciones (5). Es originaria de toda la Amazonía y presenta precocidad de producción, además de racimos con abundantes frutos de una aparente excelente calidad nutricional y con un gran potencial para la agroindustria de la pulpa del fruto (6). Los frutos se consumen de forma similar a los del acaizeiro o açai, es decir, como pulpa o jugos, siendo también utilizados como materia prima en la producción de helados, mermeladas y licores en países como Colombia y Brasil (7). Del endocarpio de los frutos se extrae un aceite con características similares a las del aceite de oliva. Sus hojas se utilizan en la producción de fibras y techo o con fines medicinales; sus tallos se utilizan en la construcción; sus fibras proporcionan suplementos para la casa y el combustible; y sus inflorescencias se utilizan en la confección de escobas y artesanías (7).



Figura 1. Fruto de sinami en su racimo. Fuente: ICAN USIL

El sinami es un fruto de alto valor nutricional y con presencia de compuestos bioactivos. Su aceite, de gran potencial para la industria nutracéutica y cosmeceútica, posee alto contenido de ácido linoleico (84%), omega 6 y de ácido palmítico (12 – 13%). Según la Dirección de Economía y Financiamiento Ambiental del Ministerio del Ambiente, se reportan bosques húmedos con un número interesante de plantaciones de sinami para su aprovechamiento. Los datos desprenden un promedio de 119 individuos de 1 a 10 metros de altura, y 121 individuos con altura mayor a 10 metros, en una hectárea de bosque. Esas mismas referencias indican una productividad promedio de 41 kg/individuo, lo que representa un promedio de 9,8 toneladas / hectárea del fruto de sinami. Esto implica una interesante oferta de materia prima, con potencial comercial y de valor agregado bajo un enfoque sostenible. (7) (8) (9)

Incluso conociendo su potencial económico y sabiendo que el manejo sostenible de las palmeras puede ser una fuente de empleo e ingresos para toda la región amazónica, y especialmente para los habitantes de las comunidades interiores de selva amazónica, la saturación de las frutas en los mercados locales y regionales sigue basándose en la explotación de recursos naturales y no en la búsqueda de nuevas opciones de industrialización y comercio (8).

Esta investigación es importante porque permite conocer la composición química del sinami, pues en el Perú no se cuenta con la información científica al respecto. Su conocimiento permitiría

aprovechar sus bondades nutricionales. Además, dada la tendencia de incluir productos que tengan un buen aporte de compuestos bioactivos en la dieta humana, la información obtenida permitirá a distintos profesionales ver en este fruto la posibilidad de ser planteado como un producto nutracéutico y con características especiales para la alimentación de la población.

La torta del sinami es un subproducto obtenido luego de la extracción del aceite, al cual no se le da ningún uso debido a la falta de información de su contenido nutricional. El alcance social de este estudio brinda un beneficio a los pobladores de la Amazonía, quienes podrán aprovechar sus ventajas nutricionales al incorporar este alimento en la elaboración de muchos alimentos. También es destacable el hecho de que la planta del sinami representa un importante aporte para los pobladores de la Amazonía peruana y del mundo, por el papel que tienen las palmeras en la conservación de la biodiversidad y en la disminución de los problemas del efecto invernadero.

1.5. Limitaciones de la investigación

El número de artículos referentes a la composición química de frutos de sinami en la Amazonía peruana es escaso o nulo, lo cual no permite tener un punto de comparación. Además, como se manifiesta en las referencias de la presente investigación, la gran mayoría han sido publicados entre los años 1980 y 2009, lo que hace que no se tenga información actualizada. Sin embargo, la generación de un nuevo conocimiento a favor del país es precisamente la razón que motiva la presente investigación.

También es importante mencionar que el sinami (*Oenocarpus mapora* H, Karst) es un fruto estacional. Esto también constituye una limitación, pues el fruto solo está disponible tres meses al año.

Finalmente, es imposible negar y dejar de recordar que la pandemia del COVID 19 complicó en gran medida la obtención de muestras de fruto de sinami para poder iniciar la parte experimental de este estudio, que se inició durante el 2020 y recién se pudo concretar durante el año 2022.

1.6. Novedad científica, práctica y teórica de la investigación

Esta investigación es pionera en el Perú, permitiendo conocer la caracterización química de un subproducto y así dar uso y mejorar las condiciones económicas de nuestra población, así como también brindar información científica que abra las puertas a muchas disciplinas interesadas en la alimentación saludable y utilización en la industria alimentaria, farmacéutica o cosmética.

CAPITULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

- 1) La Dra. Ana María Muñoz y el Dr. Fernando Ramos-Escudero de la USIL (2022) en su publicación “*Comparison of four oil extraction methods for sinami fruit (Oenocarpus mapora H. Karst): evaluating quality, polyphenol content and antioxidant activity*” indican que la palmera de sinami es una planta amazónica que tiene un gran potencial para aplicaciones industriales en el desarrollo de alimentos funcionales, nutraceuticos e incluso para el desarrollo de cosméticos. En el estudio mencionado se evaluaron diferentes propiedades fisicoquímicas del aceite, como el contenido total de polifenoles y la actividad antioxidante del aceite de sinami, el cual se obtuvo mediante la utilización de cuatro diferentes sistemas de extracción: extracción con prensa explosiva (EPE), extracción por prensa fría (CPE), extracción asistida por ultrasonido (EAU) y extracción mediante de fluidos supercrítico (SFE) (9).

En sus resultados, los autores indicaron que la estabilidad oxidativa (OSI) fue estadísticamente no significativa en EPE y SFE. También refieren en los análisis que las propiedades cromáticas (CIELab) se vieron afectadas por los métodos de extracción y el SFE presentó altos valores de L* y un menor contenido de pigmentos vegetales. La extracción asistida por ultrasonido mostró un mayor contenido de polifenoles y una mayor actividad antioxidante. Además, en este estudio se utilizaron diferentes análisis para la evaluación de las propiedades fisicoquímicas, el contenido de polifenoles totales y la actividad antioxidante para clasificar el aceite de sinami según quimiometría, utilizando el análisis de componentes principales (PCA) (9).

Se indica en la investigación que el aceite de sinami es un excelente recurso para los pigmentos vegetales. Además, la información que se obtuvo sobre los parámetros de calidad en este estudio proporcionó una buena base para estudios adicionales sobre la caracterización de compuestos mayores y menores.

A partir de lo mencionado por la Dra. Ana María Muñoz y el Dr. Fernando Ramos, esta tesis busca ampliar la información generada por los investigadores, aportando nuevos conocimientos, pero ya no sobre la pulpa de sinami, si no sobre la torta resultante de la extracción, llevada a cabo mediante el método de prensado expeller que ellos realizaron en conjunto con su equipo de investigación.

2) El Dr. Ivan Best, de USIL (2021) en el artículo titulado “*Phenology of Oenocarpus mapora H. Karst in low-terrace and high-terrace forests of the Madre de Dios Region, Peru*” menciona que la palmera de *Oenocarpus mapora* H. Karst (*O. mapora*) es una palma amazónica con alto potencial económico y nutracéutico, de la que se puede extraer la pulpa y el aceite. El objetivo de su estudio era evaluar la fenología de la palmera de sinami en bosques de terraza baja y alta terraza de la Región Madre de Dios, Perú. Para este estudio se evaluaron doscientos dieciséis individuos de *O. mapora*, los cuales fueron monitoreados entre junio de 2019 y enero de 2020, evaluando la presencia de brotes de flores abiertas, frutos inmaduros y frutos maduros. Se realizaron análisis de medias ponderadas del patrón fenológico y la correlación entre las variables climáticas y fenológicas. Entre sus conclusiones se observó una mayor productividad mediada por un mayor número de hojas verdes maduras y racimos en bosques de terrazas ubicados a menor altitud.

Los picos de brotes de las palmeras se dieron en julio y agosto, durante la estación seca. El máximo pico de frutos inmaduros se observó en septiembre, mientras que las frutas maduras mostraron un pico en diciembre y enero en los bosques de terraza baja y alta terraza, respectivamente, durante la temporada de lluvias. Los datos del estudio mostraron que la producción fue continua durante el período evaluado, mientras que la fructificación aumentó durante la temporada de lluvias asociada con un mayor número de días con precipitaciones (10).

De esta información se resalta la disponibilidad por temporada del fruto del sinami (*Oenocarpus mapora* H. Karst) que suele ser durante los meses de verano, lo que, como ya se dijo, fue una limitante para este estudio.

3) Fredy Quispe Jacobo et al. (2009), en el artículo titulado *Caracterización de aceites, tortas y harinas de frutos de ungurahui y aguaje de la Amazonía peruana*, mencionan que los frutos de ungurahui y el aguaje de las zonas cercanas a la localidad de Yurimaguas, en la región amazónica de Loreto, en un índice de maduración verde y maduro, se investigaron dependiendo de sus características morfológicas, análisis proximal, extracción, caracterización de ácidos grasos, propiedades fisicoquímicas de los aceites crudos y caracterización proximal de las tortas y harinas obtenidos durante el proceso de prensado y extracción de aceite correspondiente. “Los resultados morfológicos indicaron longitudes, diámetros y peso de frutos iguales a 33,568 cm. Y 51,759 cm., 22,25 cm. Y 39,601 cm., y 11,058 g. y 51,208 g. para el ungurahui y aguaje respectivamente” (3). El análisis proximal en frutos de estado maduro de ungurahui indicó contenidos de “humedad, fibra y grasa superiores, mientras que ceniza,

proteína y carbohidratos superiores para los verdes” (3). En el caso de los frutos de aguaje, fueron superiores en contenido de fibra, cenizas, proteína y carbohidratos. La investigación reveló que la extracción óptima de aceites en unguahui y aguaje se realiza a la temperatura de 60°C y humedad del 12 %; de otro lado, el perfil lipídico presentó al ácido oleico (78%) como el componente mayoritario en unguahui y aguaje. Además, se indicó que las tortas y harinas “mostraron que en su mayoría contienen fibra, proteínas y carbohidratos, cualidades que pueden ser aprovechadas en la industria de insumos e ingredientes alimentarios” (3).

- 4) Lidia Estela Castro Arevalo. (2015) realizó un estudio titulado “*Biometría de frutos de Oenocarpus mapora H. Karst “cinamillo” en comunidades de la carretera Iquitos – Nauta con fines de selección de individuos con mejores características productivas, Loreto-Perú*” (4). El estudio comprueba la existencia de diferencias biométricas entre los frutos de los 20 centros poblados del eje de la carretera Iquitos – Nauta. Los centros poblados con mayor similitud con respecto a las variables peso, diámetro y largo del fruto son Amazonas y San Francisco, alcanzaron los mejores rangos de tamaño (1).

Como se sabe, las características de suelo local, clima y ubicación geográfica afectan las características de los sujetos de estudio. Para el caso de esta tesis, se usaron frutos de sinami (*Oenocarpus mapora H. Karst*) de la zona de Alegría, en Puerto Maldonado, en el departamento de Madre de Dios.

- 5) Alessandra Ferraiolo Nogueira Domingues et al. (2014), en su publicación titulada *Caracterización fisicoquímica da Polpa de Bacabi (Oenocarpus mapora H. Karsten)*, demostraron que los principales constituyentes de la pulpa son los lípidos, con un contenido medio de 58,24%, seguido por las fibras (16,61%) y las proteínas (6,64%) (4).

En esta publicación los autores vuelven a resaltar la poca literatura disponible en lo que se refiere a la composición química de los frutos del bacabi o sinami (*Oenocarpus mapora H. Karsten*) y productos derivados. Por ello buscaban que con su trabajo se pudiera contribuir con la tabla de composición química de alimentos y con los profesionales de la salud, para la orientación de una dieta alimenticia equilibrada (4).

De igual modo, esta tesis busca aportar nuevos conocimientos e información sobre la torta residual obtenida por el presado expeller de los frutos del sinami (*Oenocarpus mapora H. Karst*), para dar pie a otras posibles investigaciones o ideas de desarrollo de productos

comerciales o industriales, buscando aprovechar al máximo el fruto (pulpa y mermas de producción).

- 6) Mariane Lutz (2013), en su publicación *Biodisponibilidad de compuestos bioactivos en alimentos*, indica que la determinación de la biodisponibilidad constituye una herramienta de gran utilidad para conocer los bioactivos presentes en los alimentos. Estos son capaces de llegar a los sistemas de cuerpo humano responsables de ejercer sus efectos beneficiosos en el organismo. Sin embargo, es necesario considerar que la biodisponibilidad depende de gran variedad de factores: algunos son propios del cada individuo, que es el quien consume el alimento, y otros están dados por la matriz que contiene los compuestos de interés, que además están íntimamente relacionados al tipo de microflora intestinal presente en el colon. “Los métodos tradicionales de medición de la biodisponibilidad, a partir de los niveles plasmáticos y de excreción urinaria de las moléculas potencialmente bioactivas presentes en los alimentos ingeridos, deben tomar en consideración todos estos factores, para lograr una interpretación adecuada de los resultados obtenidos” (5).

- 7) Nancy Chasquibol Silva et al. (2015) estudiaron la *Composición fitoquímica del aceite de las semillas del fruto del aguaymanto, Physalis Peruviana*. En esta publicación se analiza el contenido de ácidos grasos y antioxidantes en el aceite de las semillas del fruto del aguaymanto. La extracción del aceite de semillas se realizó mediante el método de prensado por expeller con un rendimiento indicado del 18,09 %. Además, se cuantificaron los ácidos grasos, los tocoferoles y los esteroides por métodos cromatográficos. El aceite presentó un alto porcentaje de omega 6 (76,7 %) con un grado de insaturación de 77,1 %. “Los tocoferoles α - (70 ppm), β - (1452 ppm), γ - (1469 ppm) y δ - (1445 ppm) son las principales especies que han sido separadas y cuantificadas por HPLC” (11). En estudio también encontró que “los esteroides δ -5-avenasterol (17,1%), β -sitosterol (9,7%), estigmasterol (4,9%) y campesterol (4,8 %) son las especies más importantes separadas y cuantificadas por cromatografía de gases”. Los resultados obtenidos por la investigación confirmaron que el aceite y la torta obtenidos de las semillas del aguaymanto pueden ser considerados como una fuente alimenticia de antioxidantes naturales que promueven una buena salud y aportan al cuidado de la piel (11).

- 8) En el Boletim de Pesquisae Desenvolvimento se publicó un artículo sobre “*Caracterização físico-química da polpa de bacabi (Oenocarpus mapora H. Karsten)*”, cuyo objetivo fue evaluar la composición fisicoquímica de la pulpa de bacabi o sinami (*Oenocarpus mapora H. Karsten*),

una planta que produce racimos “con frutos de excelente calidad nutricional” (10) y similares en tamaño y color a los frutos del açaizeiro (la palmera de azaí, huasaí, palma murrayo, naidí, o açai es una palmera nativa del norte de Sudamérica, apreciada por las propiedades nutritivas de su fruto). Los análisis de pH, acidez titulable, sólidos solubles, humedad, cenizas, fibras, proteínas, lípidos y antocianinas totales se realizaron en la pulpa de sinami y se observó que sus principales constituyentes son los lípidos, con un contenido medio del 58,24%, seguidos de las fibras, con 16,61%, y las proteínas, con 6,64%. Para las antocianinas, se observó un contenido de 40,31 mg/100 g. En la publicación se indicó que los lípidos “corresponden al 85,10% de las calorías contenidas en la pulpa, mientras que solo el 10,59% y el 4,31% equivalen a energía derivada de hidratos de carbono y proteínas, respectivamente” (11).

- 9) Agustín Gonzales Coral, en su libro *Frutales nativos amazónicos: patrimonio alimenticio de la humanidad*, menciona que el IAP “con el fin de contribuir a mejorar las condiciones socio económicas del poblador regional a través de la investigación dirigida al desarrollo sostenible y al cuidado de los recursos naturales, viene conduciendo de manera sistemática estudios sobre el manejo y conservación de los frutales nativos amazónicos. Estos estudios, así como la conservación y manejo de los recursos fitogenéticos de los frutales constituye un aspecto importante dentro de un esquema de desarrollo sostenible de la región, de modo que puedan desarrollarse cultivos muy bien adaptados a las condiciones ecológicas de Amazonía, introduciendo nuevas especies a la economía regional y nacional y sentando las bases para una agricultura diversificada y básicamente sostenible”. En este documento se resalta la gran importancia para la económica nacional y local de los frutales nativos de la Amazonía peruana, También destaca la generación de conocimientos en este tema, orientando su utilización tanto a “la alimentación humana, en la alimentación de la fauna silvestre y domesticada, así como materia prima para la agroindustria”, como al uso de fruto del sinami y sus mermas de producción a través de la torta. De acuerdo con el autor, estos podrían aportar al desarrollo económico del país.
- 10) Narel Paniagua (2014) en su publicación *Nuestro conocimiento y uso de las palmeras: una herencia para nuestros hijos. Comunidades Llaquash, San Martín, Peru*, indica que las palmeras son “el grupo de plantas más importantes en los bosques amazónicos” (12) y resalta que tienen una gran importancia en su composición, dinámica y estructura, y por lo tanto influyen directamente en el mantenimiento del equilibrio ecológico de la Amazonía. Resalta en su publicación su gran importancia ecológica y su papel relevante para las comunidades locales

que viven en estos bosques, ya que es una de las principales fuentes de recursos alimenticios, así como de materiales de construcción de sus viviendas, de fabricación de los utensilios de la casa, de artesanías y, en varios casos, de utilidad con finalidades medicinales o cosméticas. El autor menciona que “la importancia y la amplia gama de usos de las palmeras amazónicas es el reflejo de un conocimiento que ha sido transmitido y adquirido a lo largo de muchas generaciones, de su constante contacto con el bosque y de su continua experimentación en búsqueda de los recursos que les proporciona el bosque”. Sobre este comentario del autor, se debe tomar en cuenta que mucho del conocimiento que se tiene es transmitido de generación a generación, mas no hay un sustento científico ni evidencia que lo acompañe.

A pesar de su implícita importancia, en las últimas décadas, las poblaciones de palmeras de diferentes especies han disminuido de una manera considerable, debido a su sobreexplotación y a la deforestación de los bosques donde crecen. Esto parece ser motivado en gran medida por el desconocimiento del uso potencial de la palmera y el desinterés de los pobladores locales por aprovecharla en beneficio de su economía y desarrollo. El autor comenta que dicha situación “está provocando un deterioro en la calidad de vida de poblador y en la cultura de las poblaciones rurales amazónicas, pero además de un daño irreversible al bosque donde tanto la gente como las palmeras habitan” (12).

2.2. Fundamentos teóricos de la investigación

La presente tesis buscó conocer la caracterización química del sinami (*Oenocarpus mapora* H. Karst) provenientes de Madre de Dios, Perú. Dicha caracterización se realizó mediante diversos métodos estandarizados que permitieron cuantificar los componentes de los frutos de esta palmera y aprovechar sus beneficios nutricionales.

2.2.1. Sinami (*Oenocarpus mapora* H. Karst)

La *Oenocarpus mapora* H. Karst es una palmera amazónica con un alto potencial económico y nutracéutico, de la cual se puede aprovechar la pulpa y realizar extracción del aceite (10).

“La palmera de sinami (*Oenocarpus mapora* H. Karsten) es una palmera perenne nativa de la Amazonía, que presenta precocidad de producción y racimos con frutos de excelente calidad nutricional y de gran capacidad para la agroindustria de pulpa.” (13)

“La *Oenocarpus mapora* H. Karst es originaria de varios lugares de América Central y Meridional tropical como Bolivia, Brasil, Colombia, Costa Rica, Ecuador, Panamá, Perú y Venezuela, donde crece en los bosques húmedos hasta los 1000m.s.n.m sobre suelos prevalentemente arenosos llegando a la altura de 10 a 15 metros de alto”. (14)

Sus frutos son similares en muchos aspectos a los producidos por otras palmeras como la *Oenocarpus acaba* y *O. distichus*, pero la *Oenocarpus mapora* H. Karst se puede distinguir fácilmente de sus primos porque tiende a formar grupos a lo largo de las orillas de ríos y arroyos y su tronco es mucho más delgado. Es difícil distinguir los rodales “naturales” de la palma de los que han surgido de semillas desechadas o plantaciones alrededor de casas rurales. *Oenocarpus mapora* H. Karst se encuentra en el centro y oeste de la Amazonía y llega al norte hasta Venezuela y partes de América Central. Los frutos se recogen para hacer un jugo muy apreciado en estos países. Dado que su tronco no tiene espinas, las personas se deslizan por este para recoger los frutos o usan una escalera. Los troncos robustos se utilizan para postes y pisos en algunas áreas, mientras que los de especímenes jóvenes se usaron alguna vez para fabricar cerbatanas (15).

2.2.2. Taxonomía

Según el libro *Cultivo de frutales nativos amazónicos – Manual para el Extensionista* de 1997, la clasificación taxonómica es (16):

Tabla 1. Taxonomía de la palmera de sinami (*Oenocarpus mapora* H. Karsten)

Reino:	Plantae
Clado:	Monocots
Clado:	Commelinids
Orden:	Arecales
Familia:	Arecaceae
Género:	Oenocarpus

Especie:	Mapora
Clado:	Angiosperms

Fuente: Cultivo de frutales nativos amazónicos – Manual para el Extensionista. 1997. Elaboración propia.



Figura 2. Palmera de sinami. Fuente: ICAN USIL.



Figura 3. Racimo de frutos de sinami. Fuente: ICAN USIL.



Figura 4. Fruto de sinami recolectado. Fuente: ICAN USIL



Figura 5. Fruto de sinami recolectado. Fuente: ICAN USIL.

2.2.3. Distribución

El género *Oenocarpus* se compone de siete especies, que se distribuyen en el norte de América del Sur y América Central; cinco especies de *Oenocarpus* existen en la selva amazónica, entre ellas, la especie *Oenocarpus. Mapora H. Karst*, que también es conocida como ‘bacabi’, ‘bacabinha’ o, regionalmente, “cinamillo”. Es una fuente importante de alimentos, obtenidos de sus frutos y de su palmito (6). La pulpa de la fruta produce una bebida que es muy apreciada y puede ser consumida localmente o explotada comercialmente. Su palmito también tiene características organolépticas finas . Además, de sus frutos se puede obtener un aceite similar al aceite de oliva (7).

En Colombia, por ejemplo, que comparte la selva amazónica con Perú, se han identificado especies similares como el *Oenocarpus* de la región del río Caquetá. Dos de ellas, *Oenocarpus simplex* y *Oenocarpus makeru* se describen como nuevas. *Oenocarpus bacaba var. parvus* es considerada un sinónimo de *O. balickii*. Esta especie, junto con *O. minor*, es registrada por primera vez en Colombia. Se da información adicional sobre *O. circumtextus*, una especie muy poco conocida. Los nuevos hallazgos respaldan la unión de *Jessenia bataua* y *Oenocarpus* (17).

2.3. Factores importantes para la ecología de palmeras

2.3.1. Fenología

Un estudio realizado por USIL evaluó la fenología de *Oenocarpus mapora H. Karst* en bosques de terraza baja y alta terraza de la Región Madre de Dios, entre junio de 2019 y enero de 2020. Se evaluó la presencia de capullos florales, flores abiertas, frutos inmaduros y frutos maduros. El estudio observó una mayor productividad mediada por un mayor número de hojas verdes maduras y racimos en bosques de terrazas ubicados a menor altitud. En ambos subtipos de bosque, los capullos florales y las flores abiertas fueron continuos con un pico en julio y agosto, respectivamente, durante la estación seca. En ambos hábitats, los frutos inmaduros también fueron continuos con un pico en septiembre, mientras que los frutos maduros mostraron un pico en diciembre y enero en los bosques de terraza baja y alta terraza, respectivamente, durante la temporada de lluvias. En síntesis, el estudio muestra que la floración fue continua durante el

período evaluado, mientras que la fructificación aumentó durante la temporada de lluvias, asociada con un mayor número de días con precipitaciones (10).

2.3.2. Temperatura

“Las palmeras tropicales se desarrollan entre los 18 y 30° C. Las palmeras toleran más o menos bien las temperaturas bajas, aunque su crecimiento es más lento; el frío reduce su actividad radicular. Las temperaturas diurnas de 25°C y nocturnas de 13° C son válidas cuando la iluminación, humedad ambiental y riegos son los adecuados” (2).

2.3.3. Humedad

“La humedad ambiental ideal oscila entre el 60 y 80%. Las palmeras sobreviven durante largos periodos de tiempo con solo un 30% de humedad ambiental pero después de varias semanas o meses se marchitan, pierden brillo y el ápice de los folíolos se seca” (2).

2.3.4. Iluminación

“Otro factor importante en la ecología de las palmeras es la disponibilidad de luz y se estima que requieren 40% de sombra. Muchas palmeras prefieren posiciones soleadas desde el principio para lograr su óptimo crecimiento o al menos, cuando son adultas, requiriendo solamente posiciones permanentemente sombreada” (2).

2.3.5. Suelo

“Las palmeras se adaptan a gran número de suelos. El tipo de suelo depende de la procedencia de la especie. Las especies tropicales necesitan de suelos muy fértiles, neutros o ligeramente ácidos, mientras que las especies de latitudes secas se desarrollan mejor en suelos más pobres” (2).

2.3.6. Biometría

La biometría de frutos constituye un instrumento importante para detectar la variabilidad genética dentro de poblaciones de una misma especie, y las relaciones entre esta variabilidad y los factores ambientales, proporcionando importantes informaciones para la caracterización de los aspectos ecológicos como el tipo de dispersión, agentes dispersores y establecimiento de las plántulas (12) (8) (13). La clasificación de las semillas por tamaño o por peso es una estrategia que puede ser adoptada para uniformizar la emergencia de las plántulas y para la obtención de mudas de tamaño semejante o de mayor vigor (8).

2.4. Importancia del sinami (*Oenocarpus mapora* H. Karst)

El interés por la búsqueda de más alimentos funcionales ha crecido día a día como respuesta a la búsqueda de mayor bienestar por parte de los consumidores. Este interés ha generado la investigación de nuevas fuentes de principios activos en el reino vegetal, por su amplia variedad de compuestos bioactivos, especialmente antioxidantes. Es así que como fuente de ingredientes naturales entre las especies de la biodiversidad amazónica se identifican palmeras como el milpesillos, (*Oenocarpus mapora*), cuyo contenido de aceite posee un alto contenido de ácido linoléico (84%) u Omega 6 y ácido palmítico (12-13%). Esto la convierte en un ingrediente natural y muy atractivo para la industria nutracéutica (18).

Oenocarpus mapora es una palmera muy importante en la economía de la población amazónica. A pesar de eso, se reporta poca información acerca de sus propiedades en la Amazonía peruana. Para su uso medicinal y cosmético, por ejemplo, según las costumbres culturales de la región, las raíces son usadas para la preparación de medicamentos contra los síntomas de la hepatitis, la tos, la malaria e incluso para la diarrea; también se reportan usos como shampoo; las vainas suelen ser utilizadas como compresas contra el dolor de espalda; los frutos son utilizados también contra la malaria, la tos y dolores estomacales. Respecto a su aprovechamiento como material de construcción, los troncos son utilizados como postes o vigas. Además de su uso obvio como madera, ya sea para pisos y paredes en la construcción de viviendas; las hojas también son usadas para cubrir el techo de viviendas rurales. Las hojas jóvenes se utilizan para la fabricación de canastas y el raquis de la inflorescencia ocasionalmente

es usado como cepillo. En la época de carnavales se suele utilizar toda la palmera como decoración. Como en las fiestas de yunza, en esta se ponen regalos en la copa y se dan golpes al tronco hasta que caen los regalos. Los frutos maduros comestibles con cocidos y posteriormente despulpados para ser utilizados en la preparación de bebidas. Incluso su el “centro” o palmito es comestible, pero muy pocos productores extraen el aceite y lo aprovechan (9).

2.5. Torta residual

La torta residual es un subproducto muy utilizado en diversos frutos y aplicaciones, como por ejemplo en la obtención de concentrados proteicos de la torta residual de sachá inchi para su empleo en alimentos de consumo humano (19), desarrollo de bioplásticos a partir de tortas residuales y gomas naturales (20), empleo de torta de semillas de Moringa oleífera en el tratamiento de residuales turbias (21), subproductos de la palma de aceite como materias primas de biomasa (22), solo por citar algunas referencias.

Es decir, de las tortas residuales se pueden obtener diversos con muchos beneficios para la salud, la industria y comercio. Pero además genera un beneficio indudable para el medio ambiente, ya que tiene como finalidad el uso total de un producto, incluida la merma resultante de su procesamiento, como por ejemplo las tortas resultantes de la extracción del aceite de oliva, el orujo de la elaboración de las uvas o del aceite de pepita de uva, la torta proveniente del prensado del licor de cacao, o del prensado del maní, linaza, ajonjolí, o cualquier otro fruto oleaginoso.

La torta es el subproducto resultante de la trituración mecánica de las semillas o pulpa para obtener un aceite comestible, el cual representa una importante fuente de proteínas, en especial por las características funcionales y nutritivas que aporta a los alimentos (10). El sistema de fabricación usado en la extracción de aceite, el cual se utiliza para facilitar la separación del aceite en las semillas, requiere el uso del vapor indirecto (alta temperatura), baño maría o escaldado sumado a la fricción de la prensa continua durante el proceso. Al extraer el aceite de las semillas o frutos debidamente acondicionados (rotura y laminación previa), se generan tortas con un contenido residual de aceites entre que suele variar del 8% al 10% (10).

Los subproductos de origen agrícola (ya sean cultivos agrícolas y/o forestales) han logrado una importante atención como una posible fuente de recursos de uso ganadero u otras aplicaciones que podrían aportar beneficios adicionales a los agricultores locales. Considerando lo mencionado anteriormente, una de las ventajas del uso de subproductos agrícolas sería principalmente el bajo coste (bajas inversiones en su adquisición) pero con un aporte útil, dado su valor nutricional. Esto los hace susceptibles, en la mayoría de los casos, a ser utilizados como piensos, o en menor proporción en el consumo humano (10).

El primer paso necesario para en el aprovechamiento de un subproducto agrícolas suele ser la determinación de la composición fisicoquímica (proximal) “en carbohidratos, fibra y contenido proteico, factores anti nutricionales, así como también es clave determinar la digestibilidad in vitro, antes de sr incorporados en dietas animales o para consumo humano a diferentes edades” (10).

2.6. Métodos extractivos

“La extracción es un proceso por el cual se separa una sustancia o grupos de sustancias basándose en la diferencia de solubilidad de estas, en un determinado disolvente. La extracción se puede realizar a partir de muestras sólidas o líquidas. En el primer caso hay dos fases una sólida y una líquida, mientras que en el segundo se deben presentar dos fases líquidas inmiscibles. En los métodos de extracción para la separación de grasas, la mayoría se basa en la extracción con diversos disolventes tales como hexano, cloroformo, éter de petróleo o etílico, entre otros. Para lograr la extracción de metabolitos de interés con un mínimo de degradación de las grasas” (5).

2.7. Glosario de términos

- **Humedad:** “Es el agua que está impregnada en el alimento” (11).
- **Carbohidratos:** “Sustancia orgánica formado por carbono, hidrogeno y oxígeno, en la que estos dos últimos elementos se encuentran en la proporción de dos a uno” (11).

- **Proteína:** “Sustancia constitutiva de la materia viva formada por una o varias cadenas de aminoácidos” (11).
- **Extracto etéreo:** “Cada uno de los compuestos orgánicos que resultan de la esterificación de alcoholes, como la glicerina y el colesterol, con ácidos grasos” (11).
- **Cenizas:** “Polvo de color gris claro que queda después de la combustión completa, y está formado, por sales alcalinas y térreas, sílice y óxidos metálicos” (11).
- **Componentes fenólicos:** “Son compuestos orgánicos cuyas estructuras moleculares contienen al menos un grupo fenol, un anillo aromático unido a lo menos a un grupo hidroxilo” (11).
- **Antioxidante:** “Un antioxidante dietético es una sustancia que forma parte de los alimentos de consumo cotidiano y que puede prevenir los efectos adversos de especies reactivas sobre las funciones fisiológicas normales de los humanos” (13). “Las propiedades antioxidantes no sólo deben estudiarse por sus interacciones químico-biológicas, sino por su función en el deterioro oxidativo que afecta a los alimentos” (14). “Se utilizan en la industria alimentaria adicionados a las grasas u otros productos para retrasar los procesos de oxidación, en tanto previenen el comienzo de la rancidez oxidativa (grasas)” (15).
- **Precocidad de producción:** “La precocidad es un concepto de fitomejoramiento y producción que presenta muchas dimensiones diferentes. Afecta el riesgo, el manejo de cultivos, la mano de obra, el uso de la tierra y del capital, las posibilidades de venta y la disponibilidad de alimentos durante el año” (23).

CAPITULO III

3. HIPÓTESIS Y VARIABLES

3.1. Hipótesis general y específicas

El presente estudio no tiene hipótesis, pues es del tipo descriptivo.

3.2. Variables

- Proteína total de la torta residual de la torta del fruto sinami.
- Extracto etéreo de la torta residual del fruto sinami.
- Carbohidratos de la torta residual del fruto sinami.
- Cenizas de la torta residual del fruto sinami.
- Humedad de la torta residual del fruto sinami.
- Ácidos grasos de la torta residual del fruto sinami.
- Componentes fenólicos de la torta residual del fruto sinami.
- Polifenoles totales de la torta residual del fruto sinami.
- Actividad antioxidante de la torta residual del fruto sinami.
- Contenido de metales de la torta residual de fruto de sinami.

3.3. Conceptualización y operacionalización de las variables

Variables	Conceptualización	Indicadores	Técnica
Proteína total de la torta residual del fruto sinami.	“Las proteínas son macronutrientes cuya principal característica es ser nitrogenada al estar compuesta de largas cadenas de ácidos orgánicos animados en el carbono continuo del grupo carboxilo (posición alfa), a estos ácidos se denominan aminoácidos. En el sistema biológico y en concreto en la alimentación humana hay 20 aminoácidos que son utilizados por el cuerpo humano. A las cadenas largas de aminoácidos se llaman proteínas, que tienen una estructura y conformación espacial” (24).	gr / 100 gr	Gravimetría Volumetría
Extracto etéreo de la torta residual del fruto sinami.	“Los lípidos constituyen un grupo diverso de compuestos, generalmente solubles en disolventes orgánicos, pero con escasa solubilidad en agua (estos compuestos están constituidos por carbono, hidrogeno y oxigeno que integran cadenas hidrocarbonadas	gr / 100 gr	Gravimetría

	alifáticas o aromáticas, aunque también contienen fosforo y nitrógeno” (24).		
Carbohidratos de la torta residual del fruto sinami.	<p>“Los carbohidratos son moléculas de azúcar. Junto con las proteínas y las grasas, los carbohidratos son uno de los tres nutrientes principales que se encuentran en alimentos y bebidas.</p> <p>Su cuerpo descompone los carbohidratos en glucosa. La glucosa, o azúcar en la sangre, es la principal fuente de energía para las células, tejidos y órganos del cuerpo. La glucosa puede usarse inmediatamente o almacenarse en el hígado y los músculos para su uso posterior” (25).</p>	gr / 100 gr	Por cálculo
Cenizas de la torta residual del fruto sinami.	“La determinación de ceniza es referida como el análisis de residuos inorgánicos que quedan después de la ignición u oxidación completa de la materia orgánica de un alimento, determinando así la cantidad de minerales correspondientes” (26).	gr / 100 gr	Gravimetría
Humedad de la torta residual del fruto sinami.	“El agua es el componente mayoritario y fundamental de los frutos, ya que constituye el 50 – 90 por ciento de su masa, en estado de madurez” (27).	gr / 100 gr	Gravimetría
Ácidos grasos de la torta residual del fruto sinami.	“Los ácidos grasos son llamados así porque fueron principalmente aislados de las grasas (por hidrolisis) y caracterizados como ácidos por su habilidad de formar sales con las bases. Desde un punto de vista estrictamente químico, los ácidos grasos son mucho más interesantes que los glicéridos, a los cuales están unidos. Los ácidos grasos son monobásicos y tienen la formula general siguiente: Estos difieren entre sí en el número de átomos carbono de su cadena y en el número de posición de los enlaces etilénicos o dobles entre los átomos de carbono” (28).	gr / 100 gr	Cromatografía de gases

<p>Componentes fenólicos individuales de la torta residual del fruto sinami.</p>	<p>“Son metabolitos secundarios sintetizados por las plantas, tanto durante el desarrollo normal y en respuesta a condiciones de estrés tales como: lesiones, infecciones y radiaciones UV, entre otros. Estos compuestos son un grupo muy diversificado de fitoquímicos derivados de fenilalanina y tirosina, por la vía de shikimato” (29). “Las plantas pueden contener fenoles simples y ácidos fenólicos, cumarinas, flavonoides, estilbenos, taninos hidrolizables y condensados, ligninas y lignanos. En las plantas, los fenoles pueden actuar como fitoalexinas, anti-alimentadores, atrayentes para polinizadores, colaboradores de la pigmentación de la planta” (30).</p>	<p>mg / kg</p>	<p>Cromatografía líquida</p>
<p>Contenido de polifenoles totales de la torta residual del fruto sinami.</p>	<p>Se refieren a un grupo de compuestos químicos, que poseen anillo aromático con uno o más sustituyentes hidroxilos frecuentemente como glucósidos. Relativamente polares, tienden a ser solubles en agua, pudiendo ser detectados por el color verde, purpura, azul o negro que producen cuando se le agrega solución acuosa al 1% de cloruro férrico. Dada la naturaleza aromática de estos compuestos fenólicos, muestra intensa absorción en la región UV del espectro, siendo este método espectral especialmente importante para su identificación y análisis cuantitativo (31)</p>	<p>mmol / kg</p>	<p>Espectrofotometría</p>
<p>Actividad antioxidante total de la torta residual del fruto sinami.</p>	<p>DPPH. Este ensayo fue propuesto originalmente por Brand- Williams. El DPPH* es uno de los pocos radicales orgánicos estables, presenta una fuerte coloración violeta, es comercialmente disponible y no tiene que ser generado in situ como el ABTS* El ensayo se fundamenta en la medición de la capacidad antioxidante para estabilizar el radical DPPH*, esta medición puede hacerse</p>	<p>mmol / kg</p>	<p>Espectrofotometría.</p>

	<p>espectrofotométricamente, siguiendo el decaimiento de la absorbancia a 517nm (32)</p> <p>ABTS. Este método fue reportado por Miller y colaboradores, y se fundamenta en la capacidad de un antioxidante para estabilizar el radical catión coloreado ABTS* el cual es formado previamente por la oxidación del ABTS por metamioglobina y peróxido de hidrogeno. (32)</p>		
Contenido de Metales	<p>“Los minerales y elementos traza son esenciales para una amplia gama de funciones metabólicas en el cuerpo humano. Las deficiencias de minerales y elementos traza pueden producir severos daños en la salud (1). Los alimentos juegan un rol clave al suministrar estos nutrientes para su consumo por los seres humanos. Los datos sobre el contenido de minerales y elementos traza de los alimentos son críticos para las personas involucradas en investigación epidemiológica y patrones de enfermedades, evaluación de la salud y estado nutricional de individuos y poblaciones y el comercio nacional e internacional de los alimentos” (28)</p>	mg / kg	Espectrometría de absorción atómica

CAPITULO IV

4. METODOLOGÍA

4.1. Tipo y diseño de investigación

Tipo de estudio: el tipo de estudio es cuantitativo.

Diseño:

- a. **Según el objetivo de estudio:** el estudio es de tipo descriptivo, pues pretende describir la caracterización química del sinami.
- b. **Según el control de la variable:** el estudio es observacional, porque solo se observan las variables.
- c. **Según el número de mediciones:** el estudio es transversal, pues se midió una sola vez cada una de las variables.
- d. **Según la direccionalidad:** el estudio es prospectivo, porque la recolección de los datos se tomó después de iniciada la investigación.

4.2. Selección de la muestra

4.2.1. Población

Para el presente estudio se utilizó la torta residual obtenida por el método mecánico de “prensado expeller” de frutos de sinami (*Oenocarpus Mapora H. Karst*) cosechados en Tambopata, Madre de Dios, Perú.

4.2.2. Selección de frutos

Las muestras fueron seleccionadas por el personal de ICAN USIL, quienes evaluaron a través de los sentidos las características de olor, color, textura, sabor y apariencia de los frutos de sinami, buscando uniformidad en el brillo y textura firme. Además, se verificó que los frutos no se encuentren dañados o aplastados, y que gocen de buena apariencia física.



Figura 6. Selección de frutos de Sinami.

4.2.3. Muestreo

No probabilístico, por conveniencia.

4.3. Recolección de datos

4.3.1. Procedimiento de la recolección de datos

4.3.1.1. Lugar de origen de las muestras de fruto de sinami

Las muestras de estudio fueron obtenidas el departamento de Madre de Dios, en las cercanías del poblado de Alegría, ubicado en la provincia de Tambopata.

(1) País	Perú	9°11'23.9" S 75°0'54.5" O (GMS)
(2) Departamento / región	Madre de Dios	11°59'S 70°35'O (GMS)
3) Provincia	Tambopata	12°35'35.9"S 69°11'20.9" O (GMS)
4) Área de recolección de muestras	Cercanías de Alegría	12°03'53.9"S 69°01'14.14'O'

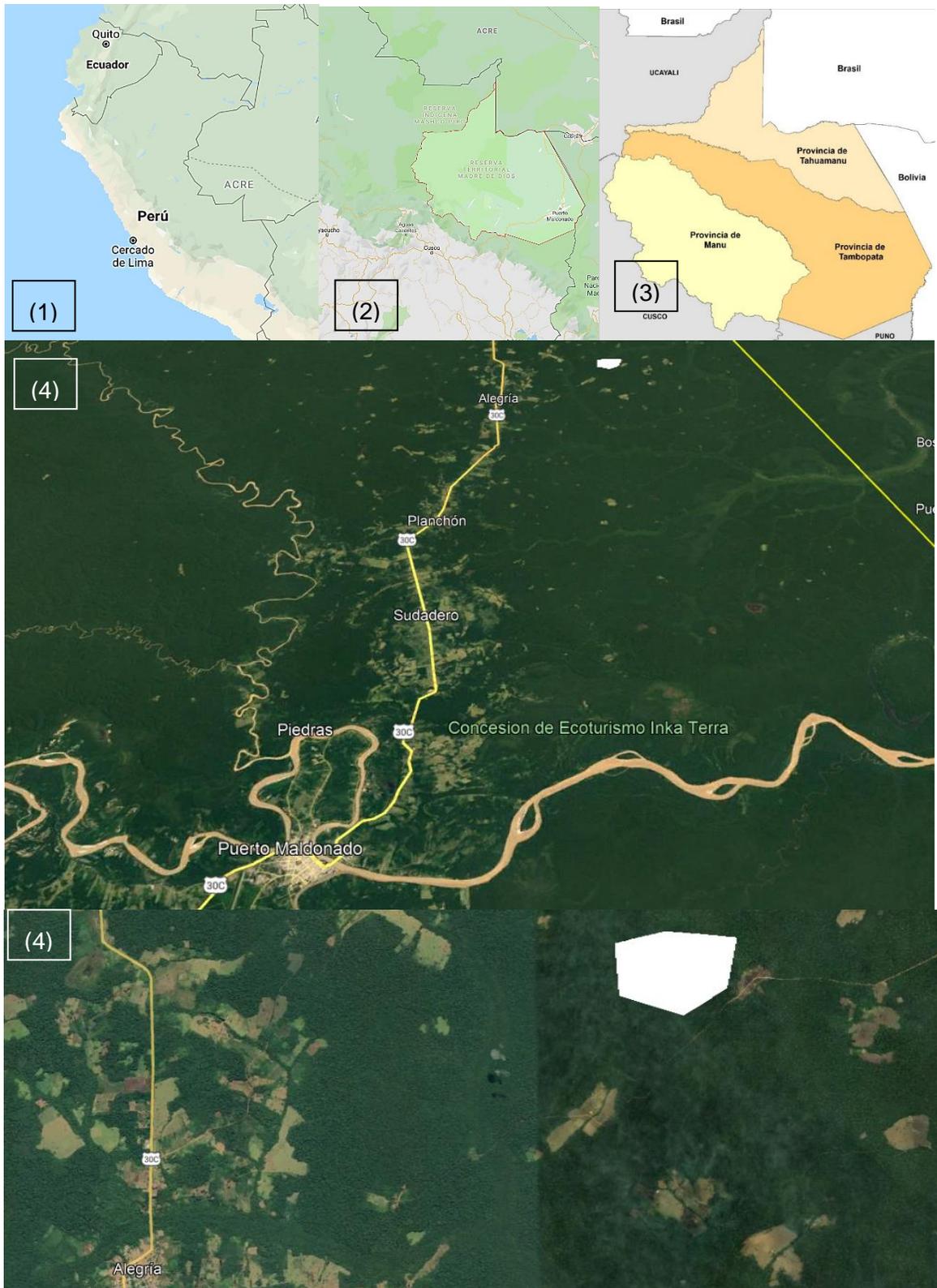


Figura 7. Georreferenciación de obtención de muestras de fruto de sinami.

4.3.1.2. Obtención de torta residual de sinami

La extracción de aceite de frutos con contenido oleaginosos se lleva a cabo generalmente mediante la aplicación de presión mecánica o por disolventes, generándose subproductos que conservan las cualidades nutricionales del grano o fruto (31).

“En la industria de alimentos existen diversos métodos de extracción mediante el prensado de frutos y semillas, que emplean presiones altas con la finalidad de separar el aceite de las materias orgánicas que lo contienen. El principio de la extracción mecánica es fundamental en la aplicación de presión en una masa” (32). El “prensado en frío” convencional no implica ni tratamientos térmicos ni químicos a las semillas, con el objetivo de conservar los ácidos grasos esenciales, las vitaminas y los antioxidantes naturales que se encuentran en el producto (33).

“Básicamente un aceite prensado en frío es un aceite que al momento de su extracción no se somete a más de 70 grados centígrados, esto hace que conserve todas las propiedades biológicas que tenía en su forma original de fruto o semilla, puesto que a partir de esta temperatura los aceites comienzan a perder sus propiedades, empezando por los antioxidantes, esto conlleva a que a los aceites convencionales prensados a altas temperaturas se les tenga que añadir antioxidantes químicos, los cuales son normalmente a base de petróleo (petrolatos), esto genera en primer lugar que el aceite no sea puro” (34).

El aceite resultante de estos métodos se suele denominar “aceite extra virgen” el cual resulta a partir de la primera extracción de la materia prima. Como resultado se obtiene un aceite de la más alta calidad y pureza, tanto en nutrientes como en la percepción del sabor. Cuando el restante de la primera extracción se somete a un nuevo proceso de prensado, este aceite resultante es llamado “de segunda prensa” siendo de calidad media (35).

Estos prensados en frío se realizan generalmente mediante el uso de una prensa mecánica o hidráulica, o una prensa tipo expeller (de tornillo sin fin) (35).

La extracción mecánica es uno de los métodos más antiguos para la extracción de aceite. El principio se basa en colocar las semillas o pulpa dentro de una manga sometida a una presión, lo que obliga a extraer el aceite. La calidad del aceite obtenido por este método se mide con mayor frecuencia como un factor de su índice de acidez, contenido de agua e índice de yodo. La ventaja de la extracción mecánica, respecto a la extracción por disolventes, incluye la producción de un aceite virgen de buena calidad y, además, el uso de su torta (subproducto rico en proteínas). La extracción del aceite se obtiene mediante prensas hidráulicas (36).

Cuando se realiza la extracción en prensa expeller o tornillo, que fue el método usado para la obtención de la torta de sinami, se puede utilizar prensado en frío o en caliente, siempre tomando en cuenta las características del aceite resultante de estos procesos. Es importante señalar que mientras más caliente este el material más fácil se hará la extracción, pero igual de importante es controlar que esta temperatura no exceda de los parámetros predeterminados, ya que cualquier exceso ocasionará una pérdida de calidad del producto final, sea este aceite, harina o torta (36).

El calentamiento de las semillas tiene varios objetivos: la eficiencia del prensado, lograr destruir bacterias y hongos, dar plasticidad y agrupar el aceite disperso en la semilla para lograr una buena extracción. En el caso de la semilla de ajonjolí, si se decide hacer el prensado en caliente, la temperatura recomendada según algunas referencias es de 85 °C a 90 °C.

La prensa expeller, método recomendado para extracción en fríos, consiste en un tornillo que gira dentro un barril horizontal perforado, dejando que el aceite fluya a lo largo del barril. En la cabeza del tornillo, un cono obstruye parcialmente el área de descarga de la torta, generando el aumento de la presión necesario para extraer el aceite. La presión en algunas prensas puede llegar hasta 96 MPa. El aceite extraído de la torta se descarga a través de ranuras entre las barras (37).

4.3.1.3. Deshidratación de pulpa de sinami

Para obtener la torta de sinami usada en la presente tesis se realizaron los siguientes procedimientos. Los frutos de sinami fueron seleccionados, lavados y sometidos a tratamiento térmico (100 °C/15 min) para facilitar la separación de la pulpa. El despulpado se realizó en forma manual. La pulpa se deshidrató a 100 °C por 2 horas, utilizando una estufa de aire forzada (UF160, Memmert, Alemania); luego las muestras se empacaron al vacío y se guardaron en congelación a -20°C, para su posterior uso en los cuatro sistemas de extracción.



Figura 8. Proceso de deshidratación de pulpa de sinami. Fuente: ICAN USIL.

4.3.1.4. Extracción por prensa expeller y obtención de torta de sinami

Para la obtención de aceite de sinami se utilizó una prensa expeller modelo Maquina prensadora de aceite, Genérico (Perú) a una temperatura de 90 °C. Luego se hizo una decantación estática con agua (1:3) a 60 °C por 24 horas. Para la separación de la fase oleosa, se realizó una centrifugación (Centrifuge 5810R, Eppendorf) a 25 °C, 5000 rpm por 30 minutos. El aceite obtenido se colocó en un envase de color oscuro y se almacenó a -20 °C, hasta su uso en los diferentes análisis.



Figura 9. Prensado de pulpa de sinami. Fuente: ICAN
USIL.



Figura 10. Obtención de aceite de sinami. Fuente: ICAN
USIL.



Figura 11. Obtención de torta de sinami. Fuente: ICAN USIL



Figura 12. Frutos de sinami descartados



Figura 13. Pedúnculo de sinami.



Figura 14. Selección final del sinami

4.3.2. Metodología de análisis y ensayos

4.3.2.1. Análisis proximal

“La química y el análisis de los alimentos son disciplinas muy amplias que se basan en los principios de la fisicoquímica, química orgánica, biología y química analítica. Los avances en estas ciencias realizados en los siglos XIX y XX han tenido un efecto importante en la comprensión de muchos aspectos de la ciencia y tecnología de alimentos y han sido decisivos en el mejoramiento de la cantidad, calidad y disponibilidad del suministro de alimentos a nivel mundial” (38). Según la definición del *Manual del laboratorio de bromatología* de la universidad de Veracruz: “El análisis de alimentos es la disciplina que se ocupa del desarrollo, uso y estudio de los procedimientos analíticos para evaluar las características de alimentos y de sus componentes. Esta información es crítica para el entendimiento de los factores que determinan las propiedades de los alimentos, así como la habilidad para producir alimentos que sean consistentemente seguros, nutritivos y deseables para el consumidor” (38). Existen un número considerable de técnicas analíticas para determinar una propiedad particular del alimento, de ahí que es necesario seleccionar la más apropiada para la aplicación específica. La técnica seleccionada dependerá de la propiedad que sea medida, del tipo de alimento a analizar y la razón de llevar a cabo el análisis. Las determinaciones que se realizan con mayor frecuencia para conocer la composición de los alimentos incluyen la determinación de humedad, cenizas, extracto etéreo (grasa cruda), proteína total, fibra y carbohidratos asimilables, en un protocolo conocido como Análisis Proximal (39) (38).

Los análisis proximales en matrices alimentarias siempre se realizan con especial cuidado y atención en todos sus procesos, partiendo desde la toma de la muestra, el control del tratamiento de esta y la selección del mejor y más adecuado método analítico para obtener resultados viables y confiables. Estos deben servir como sustento para la toma de decisiones y acciones, ya que todos estos factores afectan los resultados obtenidos. Los reportes resultantes deben ser analizados con bajo criterio estadístico apropiado y puestos en revisión, para compararlos con la norma vigente de cada uno de los productos analizados, ya que estos resultados son la base para la realización del “etiquetado nutricional del producto” e identificación de sus propiedades (40) (38).

Los análisis proximales se aplican o bien en la materia prima utilizada para poder formular o también en los productos ya terminados de procesar, como parte del control de calidad, para verificar si cumplen o no con los estándares, especificaciones y/o requerimientos establecidos previamente por las normas vigentes. La finalidad de la realización de los análisis proximales es tener un “conocimiento general” de valor nutricional de un alimento al cual se le haya realizado este procedimiento. Este también puede ser analizado posteriormente, de forma más profunda, para determinar sus nutrientes, incluso de forma individual. Esto se hace tomando en cuenta cada uno de los bioactivos presentes en el alimento, llegando incluso, muchas veces, a partir de las fracciones obtenidas en el análisis elemental, a realizar un análisis complementario para determinar proteínas, azúcares, minerales, vitaminas, ácidos grasos, compuestos lipídicos y otros que justifiquen ser analizados en alimentos de características particulares (40) (39).

a) Humedad

“Durante el balanceo de la ración, es fundamental conocer el contenido de agua en cada uno de los elementos que la compondrán; así mismo, es necesario vigilar la humedad en el alimento preparado, ya que niveles superiores al 8% favorecen la presencia de insectos y arriba del 14%, existe el riesgo de contaminación por hongos y bacterias. El método se basa en el secado de una muestra en un horno y su determinación por diferencia de peso entre el material seco y húmedo” (40)

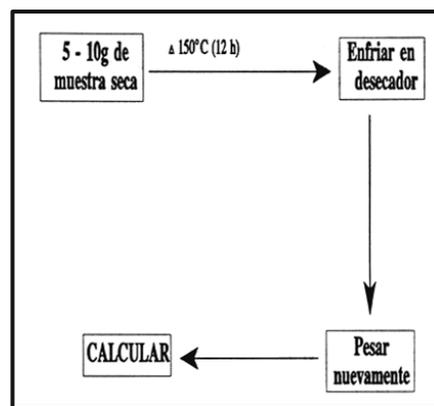


Figura 15. Determinación del contenido de humedad en ingredientes alimenticios. Fuente: FAO.

b) Proteína cruda

“Por su costo es este el nutriente más importante en la dieta en una operación comercial; su adecuada evaluación permite controlar la calidad de los insumos proteicos que están siendo adquiridos o del alimento que se está suministrando. Su análisis se efectúa mediante el método no extractivo llamado Kjeldahl, mismo que evalúa el contenido de nitrógeno total en la muestra, después de ser digerida con ácido sulfúrico en presencia de un catalizador de mercurio o selenio” (40).

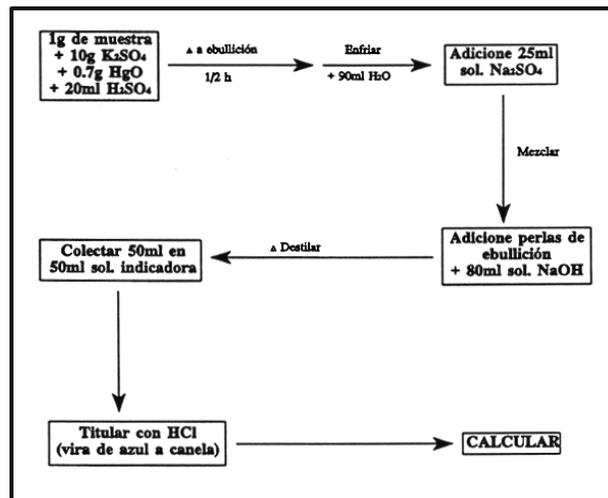


Figura 16. Determinación de proteína cruda por el método Kjeldahl. Método simple propuesto por Chow et al. (1980) Fuente: FAO.

c) Lípidos crudos

“En este método, las grasas de la muestra son extraídas con éter de petróleo y evaluadas como porcentaje del peso después de evaporar el solvente” (40).

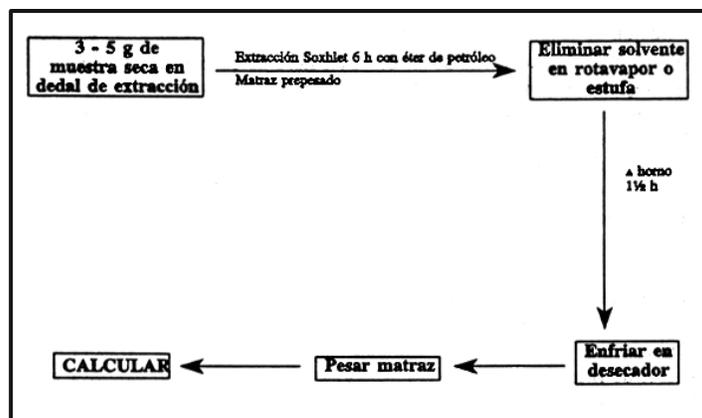


Figura 17. Determinación de lípidos por el método de Soxhlet. Fuente: FAO.

d) Fibra cruda

“Este método permite determinar el contenido de fibra en la muestra, después de ser digerida con soluciones de ácido sulfúrico e hidróxido de sodio y calcinado el residuo. La diferencia de pesos después de la calcinación nos indica la cantidad de fibra presente” (40).

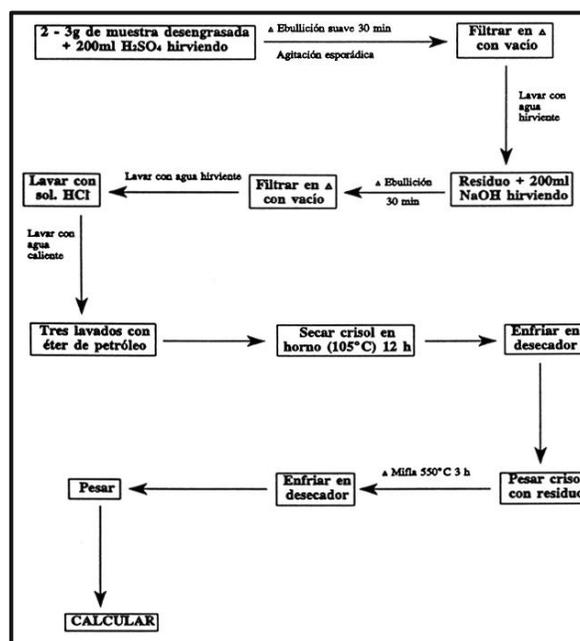


Figura 18. Determinación proximal de fibra cruda. Fuente: FAO.

e) Ceniza

“El método aquí presentado se emplea para determinar el contenido de ceniza en los alimentos o sus ingredientes mediante la calcinación. Se considera como el contenido de minerales totales o material inorgánico en la muestra” (40).

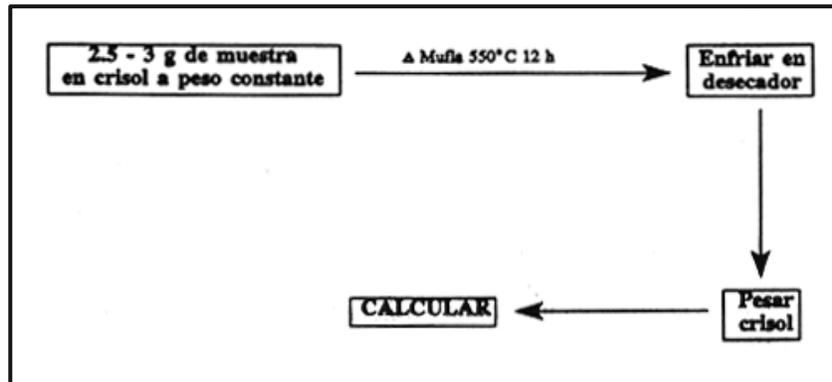


Figura 19. Determinación del contenido de ceniza en ingredientes alimenticios. Fuente: FAO.

f) Extracto Libre de Nitrógeno (ELN)

“Dentro de este concepto se agrupan todos los nutrientes no evaluados con los métodos señalados anteriormente dentro del análisis proximal, constituido principalmente por carbohidratos digeribles, así como también vitaminas y demás compuestos orgánicos solubles no nitrogenados; debido a que se obtiene como la resultante de restar a 100 los porcentajes calculados para cada nutriente, los errores cometidos en su respectiva evaluación repercutirán en el cómputo final” (40).

“Así mismo, dependiendo del objetivo principal del análisis, resultan importantes las determinaciones relacionadas con la caracterización de algún grupo de nutrientes en particular, tal es el caso del análisis de carbohidratos en el que se podría considerar la diferenciación de los que presentan poder reductor, del contenido total. En el mismo sentido se podrían analizar las proteínas solubles o considerar la caracterización de los lípidos extraídos de un alimento” (40).

Los ensayos de proximal de esta tesis se realizaron en el laboratorio de La Molina, Calidad Total, entre el 22/03/2022 y el 30/03/2022. Se utilizaron los siguientes métodos.

Tabla 2. Ensayos realizados para determinación de análisis proximal de la torta residual de sinami.

Métodos utilizados en el análisis		Método
1	% Kcal. Proveniente de carbohidratos	Por calculo MS-INN Collazos 1993
2	% Kcal. Proveniente de grasa	Por calculo MS-INN Collazos 1993
3	% Kcal proveniente de proteínas	Por calculo MS-INN Collazos 1993
4	Cenizas (g/100g de muestra original)	AOAC 935.09 (B) Cap 32, Pag 79, 21st Edition 2019
5	Energía total (k/cal100 de muestra original)	Por calculo MS-INN Collazos 1993
6	Proteína (g/100g de muestra original) (factor 6.25)	AOAC 935.39 (D) Cap32, Pag. 79 21st Edition 2019
7	Carbohidratos (g/100g de muestra original)	Por diferencia MS-INN Collazos 1993
8	Grasa (g/100g de muestra original)	AOAC 935.39(D) Cap 32, Pag. 79, 21 st Edition 2019
9	Humedad (g/100 de muestra original)	NTP 206.011:2018
10	Fibra cruda (g/10g de muestra original)	NTP 205.003:1980 (Revisada al 2011)

Fuente: laboratorio de La Molina, Calidad Total. Elaboración propia.

4.3.2.2. Determinación de ácidos grasos

Los ácidos grasos son un grupo de moléculas con diversas características. Existen ácidos grasos de cadena corta, de cadena larga, insaturados, saturados e incluso una mezcla de los antes mencionados. Además, para el caso particular de los ácidos grasos insaturados, la nomenclatura “omega” da cuenta su posición, contando desde el grupo metilo, donde aparece el primer doble enlace. Esto permite tener una clasificación de los ácidos grasos en tipos como el omega-9, omega-6 y omega-3. Cualquiera de los ácidos grasos mencionados tiene efectos positivos en el organismo, ya sea generar energía o regular una acción bioquímica, así como fisiológica del individuo. Junto con otros componentes nutricionales de una dieta

diaria, las cantidades relativas de los diversos conjuntos de ácidos grasos determinan finalmente si la dieta consumida es saludable o perjudicial para la salud (41).

El ensayo de ácidos grasos de la presente tesis fue realizado en el IMARPE mediante el método de Ichihara y Fukubayashi (42), el cual consiste en añadir tolueno, metanol y ácido clorhídrico a 1 mg. de los lípidos extraídos e incubar la mezcla a 45°C para la derivatización. Los metilesteres producidos se extrajeron con hexano para ser analizados por cromatografía gaseosa en el equipo Varian CP-3800, bajo ciertas condiciones instrumentales del análisis realizado (42).

4.3.2.3. Componentes fenólicos individuales de extracciones en la muestra solida (torta) mediante de método Soxhlet y método Folch

La Dra. Ana María Muñoz y el Dr. Fernando Ramos-Escudero indican en una investigación realizada que: “Los compuestos fenólicos son metabolitos esenciales para el crecimiento y reproducción de las plantas y actúan como agentes protectores frente a patógenos, siendo secretados como mecanismo de defensa a condiciones de estrés, tales como infecciones, radiaciones UV, entre otros” (43).

La identificación de los componentes fenólicos individuales para la presente tesis se realizó a través del análisis por HPLC, cuantificando de forma individual los ácidos fenólicos y flavonoles fueron recogidos en función a las respectivas áreas de los picos registrados por el HPLC.

Estos ensayos fueron realizados en las instalaciones de ICAN USIL, mediante los métodos de Soxhlet y método Folch.

4.3.2.4. Polifenoles totales mediante Folin-Ciocalteu y la actividad antioxidante total mediante DPPH, ABTS

“Este método se basa en la reducción de la absorbancia medida a 515 nm. del radical DPPH*, por antioxidantes con modificaciones. El método descrito por KIM et al. se basa el radical ABTS* y se obtiene tras la reacción de ABTS (7mM) con persulfato potásico (2,45 nM. concentración final) incubada a temperatura ambiente ($\pm 25^{\circ}\text{C}$) y en oscuridad 16 h. Una vez formado el radical ABTS *se diluye con etanol hasta obtener un valor de absorbancia comprendido entre 0.70 (± 0.1) a 754nm (longitud de onda de máxima absorción). Las muestras filtradas (antocianos) se diluyen con etanol hasta que se produce una inhibición del 20% al 80% en comparación con la absorbancia del blanco, tras añadir 20 μL de la muestra. A 980 μL la dilución del radical ABTS* así generado se le determina la A_{754} a 30°C , se añade 20 μL (dilución de antocianos) y se mide de nuevo la A_{754} pasado 1 minuto. La absorbancia se mide de forma continua transcurridos 7 minutos” (5).

“La mayor parte de los métodos de medida de la actividad antioxidante consideran solamente compuestos solubles en agua debido a las naturalezas hidrofílicas de las especies reactivas y de los sustratos oxidables que emplean. Algunos ensayos pueden adaptarse para medir antioxidantes lipofílicos como el ABTS; por ese motivo es aconsejable emplear varios métodos, ya que cada uno ofrece información diferente. Hay compuestos antioxidantes que no reaccionan con determinadas especies oxidantes y sí con otras” (5).

El contenido de polifenoles totales mediante el método de Folin-Ciocalteu, junto con la actividad antioxidante total mediante DPPH y ABTS en las muestras solidas de la torta residual de sinami fueron realizadas en ICAN USIL.

4.3.2.5. Determinación de metales

La contaminación de alimentos por metales pesados y metaloides presentes en recursos hídricos, suelos y aire plantea una de las más severos y grandes problemas que comprometen la seguridad alimentaria, así como la salud pública a nivel global y local (44).

La presencia de altos niveles de ciertos metales pesados como el plomo, níquel, cadmio y manganeso, que suelen estar presentes de forma natural en suelos, así como en aguas que frecuentemente son utilizadas el para riego agrícola, pueden acumularse en estos sistemas de suma importancia para la agricultura. Dado su carácter no biodegradable (por ser metales), la toxicidad que ejercen sobre los diferentes cultivos y su biodisponibilidad puede resultar peligrosa en determinadas concentraciones (45).

Para analizar metales en alimentos, se suelen usar técnicas espectro métricas de emisión atómica. Esto se suele realizar con equipos muy sensibles y equipos muy sofisticados, ya que es necesario llegar en algunos casos a límites de detección muy bajos, de hasta ppm (parte por millón).

Para determinar el contenido de metales de esta tesis se usó del método de la “Food Safety and Standards Authority of India” de determinación de elementos en alimentos mediante microondas asistido, digestión por Espectrómetro de Emisión Óptica de Plasma acoplado inductivamente (ICP-OES). Los análisis fueron realizados en el laboratorio Alex Steward Internacional Peru

1. Envío de muestras La Molina Calidad Total Laboratorios de la Universidad Nacional Agraria La Molina, para evaluar la composición nutricional de la torta residual de frutos de sinami (humedad, proteína, extracto etéreo, cenizas y carbohidratos) (Objetivo 1).
2. Envío de muestras de muestras a IMARPE determinar la composición de ácidos grasos de la torta residual de frutos sinami (Objetivo 2).
3. Envío de muestras a ICAN USIL para determinar los componentes fenólicos individuales de extracciones en la muestra solida (torta) mediante de método Soxhlet y método Folch (Objetivo 3).

4. Envío de muestras de a ICAN USIL para determinar el contenido de polifenoles totales mediante Folin-Ciocalteu y la actividad antioxidante total mediante DPPH, ABTS en la muestra solida (torta) (Objetivo 4).
5. Envío de muestras de laboratorio Alex Stewart Internacional del Perú SRL para determinar el contenido de metales de la torta residual de frutos de sinami mediante el método de la “Food Safery y Standars Athority of India” de determinación de elementos en alimentos mediante microondas asistido, digestión por Espectrómetro de Emisión Óptica de Plasma acoplado inductivamente (ICP-OES) (Objetivo 5).

4.3.3. Métodos, técnicas e instrumentos para el análisis de datos

4.3.3.1. Instrumentos de análisis de ICAN USIL

A continuación, se detallan los equipos mayores que se usaron para la realización de las pruebas.

- a) **Rotavapor Diagonal Manual con sistema de vacío**; modelo: R-300 HL / I-300 / B-300 /B305 / V-300; marca Buchi; fecha de fabricación 2017.
- b) **Refrigerador – Congelado combinado**; modelo MC20SS-SAEE-TS; marca Thermo Scientific; fecha de fabricación 2019.
- c) **Congeladora -20**; modelo HBS-116; MARCA Haier, fecha de fabricación 2019.
- d) **Extractor de grasas Soxhlet**; modelo E-816; marca Buchi; fecha de fabricación 2017.
- e) **Estufa aire forzado 160 L**, modelo UF160, marca Memmert, fecha de fabricación 2019.
- f) **Centrifuga refrigerada**; modelo Centrifuge 5810R; marca Eppendorf, fecha de fabricación 2019.
- g) **Molino de cuchillas**, MODELO GM200, MARCA Retsch; fecha de fabricación 2019.
- h) **Cromatografía Liquida HPLC-DAD- MS**; modelo Chromaster (5430 DAD / 5310 Column Oven / 5260 Auto sampler / 5160 Pump / Foxy R1 / ELSD100 / 5610 MS detector); marca VWR Hitachi; fecha de fabricación 2019.
- i) **Cromatógrafo de Gases GC-HS**; modelo Clarus 690 / Turbo matrix 40; marca Perkin Elmer, fecha de fabricación 2019.
- j) **Balanza de precisión 5200g**; modelo Entris5201-1S; marca Sartorius; fecha de fabricación 2019.

- k) **Balanza de precisión 2200g**; modelo Entris2201-1S; marca Sartorius; fecha de fabricación 2019.
- l) **Empacadora de vacío**; modelo SU-316; marca Sammic SL, fecha de fabricación 2019.
- m) **Manta de calentamiento**, modelo CMU Controlled Electromantle 1210B99 marca Electrothermal (Cole-Parmer), fecha de fabricación 2021.
- n) **Ultrasonido.**
- o) **Vortex.**

4.3.3.2. Reactivos utilizados en ICAN USIL

- a) Hexano p.a.
- b) Cloroformo p.a.
- c) Metanol HPLC
- d) Carbonato de sodio
- e) Estándar para fenoles por HPLC-DAD
- f) 6-hydroxy-2,5,7,8-tetramethylchroman-2-carboxylic acid
- g) Acido gálico
- h) Etanol absoluto al 96%
- i) Folin ciocalteu 2N
- j) 2,2`- azino – bis (3- etilbenzotiazolina – 6 – ácido sulfónico)
- k) 2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl
- l) Persulfato de potasio

4.3.3.3. Materiales utilizados ICAN USIL

- a) Tubos de centrifuga de 15 mL & 50 mL
- b) Tubos eppendorf
- c) Gradillas
- d) Parafilm
- e) Cucharas espátula
- f) Baguetas
- g) Fiolas

- h) Vasos de precipitados 100 mL
- i) Micropipetas Eppendorf de 5000 uL
- j) Micropipetas Eppendorf de 1000 uL
- k) Micropipetas Eppendorf de 200 uL
- l) Cubetas de cuarzo
- m) Cubetas descartables
- n) Puntas para micropipetas (5000, 1000 y 200 uL)
- o) Papel Whatman #41
- p) Cartucho para extracción de grasa
- q) Piscetas
- r) Probetas
- s) Papel tissue
- t) Refrigerantes
- u) Vasos de equipo de extractor soxhlet
- v) Jeringas
- w) Filtro de jeringa Millex, Durapore® (PVDF) de 0.45 μm y 33 mm
- x) Viales
- y) Pipetas Pasteur
- z) Balones

4.4. Estrategia del análisis de datos

4.4.1. Análisis exploratorio descriptivo.

Las variables cuantitativas se presentan como tablas de medidas de tendencia central y de dispersión.

4.4.2. Aspectos éticos

El presente estudio no tiene implicancias éticas porque la unidad de análisis son alimentos y no presenta mayores aspectos a considerar en este rubro.

CAPITULO V

5. Resultados, discusión, conclusiones y recomendaciones

5.1. Resultados

5.1.1. Composición nutricional de la torta residual de frutos de sinami (humedad, proteína, extracto etéreo, cenizas y carbohidratos)

Este estudio tuvo como objetivo evaluar la composición fisicoquímica obtenida por prensado de frutos de sinami (*Oenocarpus mapora H. Karst*) mediante prensado expeller, una palmera perenne que se encuentra distribuida en toda la Amazonía.

Para la realización de estos ensayos se envió una muestra de 165.3 gramos de torta de sinami a laboratorio La Molina Calidad Total Laboratorios – Universidad Nacional Agraria La Molina.

Los ensayos proximales realizados mostraron los siguientes resultados.

Tabla 3. Ensayos Físico/químicos Proximales de la torta de sinami

	ENSAYOS	RESULTADO
1	% Kcal. Proveniente de Carbohidratos	66,5
2	% Kcal. Proveniente de Grasa	26,8
3	% Kcal proveniente de proteínas	6,7
4	Cenizas (g/100g de muestra original)	2,2
5	Energía Total (k/cal100 de muestra Original)	457,2
6	Proteína (g/100g de muestra original) (Factor 6.25)	7,7
7	Carbohidratos (g/100g) muestra original)	76
8	Grasa (g/100g muestra original)	13,6
9	Humedad (g/100 de muestra original)	0,5
10	Fibra Cruda (g/10g de muestra original)	19,2

Fuente: Ensayos realizados en La molina Calidad Total. Elaboración propia.

5.1.2. Composición de ácidos grasos de la torta residual de frutos sinami utilizando el método Ichihara y Fukubayashi

Los ensayos tuvieron el objetivo de evaluar el contenido de ácidos grasos del aceite obtenido de la torta residual de fruto de sinami.

Los ensayos se realizaron en el Laboratorio de Análisis Instrumental del Instituto del Mar del Perú, en el área Funcional de Investigación en acuicultura, presentando los siguientes resultados:

Tabla 4. Composición de ácidos grasos (g/100 g)

Código de Muestra	TFF1	TFS2
C 14:0	0,81 ± 0,03	0,88 ± 0,06
C 16:0	195,96 ± 7,5	202,33 ± 13,53
C 16:1n-7	8,49 ± 0,31	8,73 ± 0,57
C 18:0	19,61 ± 0,47	20,17 ± 1,24
C 18:1n-9	636,07 ± 16,61	646,37 ± 40,42
C 18:1n-7	20,76 ± 0,71	21,51 ± 0,97
C 18:2n-6	135,59 ± 3,63	137,54 ± 8,68
C 18:3n-3	5,89 ± 0,16	5,93 ± 0,37
C 18:4n-3	0,19 ± 0,02	0,21 ± 0,03

Ácido palmítico (16:0), ácido palmitoléico (16:1n-7), ácido esteárico (18:0), ácido oleico (18:1n-9) y ácido linoleico (18:2n-6).

Fuente: IMARPE. Elaboración propia.

5.1.3. Componentes fenólicos individuales de extracciones en la muestra sólida (torta) mediante de método Soxhlet y método Folch

El ensayo de ácidos grasos fue realizado mediante el método de Ichihara y Fukubayashi (46) el cual consiste en añadir tolueno, metanol y ácido clorhídrico a 1 mg. de los lípidos extraídos e incubar la mezcla a 45°C para la derivatización. Los metilesteres producidos se extrajeron

con hexano para ser analizados por cromatografía gaseosa en el equipo Varian CP-3800, bajo las siguientes condiciones:

Tabla 5. Componentes fenólicos individuales de extracciones en la muestra sólida (torta) mediante de método Soxhlet y método Folch.

Sistema de extracción	Soxhlet	Folch
2-hydroxycinnamic acid	13.87±0.5	6.45±0.07
3,4-dihydroxybenzoic acid	247.1±7.12	139.72±0.21
Caffeic acid	3.47±0.1	1.63±0.03
Chlorogenic acid	183.34±5.36	173.08±0.17
Ferulic acid	22.73±0.34	7.77±0.02
Gallic acid	39.11±0.13	15.29±0.28
Rutin trihydrate	6.72±0.1	4.54±0.97
Sinapic acid	27.67±0.91	18.64±0.14
Syringic acid	72.45±2.55	53.98±0.14
Vainillin	23.6±0.59	14.96±0.05
Vanillic acid	148.1±3.6	85.69±1.25

Fuente: ICAN USIL. Elaboración propia.

5.1.4. Contenido de polifenoles totales mediante Folin-Ciocalteu y la actividad antioxidante total mediante DPPH, ABTS en la muestra sólida (torta)

Tabla 6. Componentes fenólicos individuales de extracciones en la muestra sólida (torta) mediante de método Soxhlet y método Folch.

Sistema de extracción	Polifenoles totales	Actividad antioxidante	
		DPPH	ABTS
Soxhlet	550.42±0.70	986.02±1.95	326.86±1.65
Folch	359.49±3.52	472.89±2.07	295.79±1.95

Fuente: ICAN USIL. Elaboración propia.

5.1.5. Contenido de metales

El análisis del contenido de metales se realizó sobre una muestra de torta de sinami en los laboratorios de Alex Stewart Internacional del Perú SRL, obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 7. Contenido de metales en torta de sinami

Ag mg/kg	Al mg/kg	As mg/kg	Ba mg/kg	Bi mg/kg	Ca mg/kg	Cd mg/kg	Co mg/kg	Cr mg/kg	Cu mg/kg
<0.25	36	<0.5	6.8	<0.5	610.8	<0.25	<0.25	19.2	11.3
Fe mg/kg	Ga mg/kg	Hg mg/kg	In mg/kg	K mg/kg	La mg/kg	Li mg/kg	Mg mg/kg	Mn mg/kg	Mo mg/kg
103	<0.3	<0.05	<0.5	4929	<0.5	<0.5	592	129	<0.5
Na mg/kg	Ni mg/kg	P mg/kg	Pb mg/kg	Sb mg/kg	Se mg/kg	Sn mg/kg	Sr mg/kg	Ta mg/kg	Te mg/kg
9	8.7	908.298	<0.25	<0.5	<0.5	0.6	2.3	<0.5	<0.5
Ti mg/kg	Tl mg/kg	V mg/kg	W mg/kg	Zn mg/kg	Zr mg/kg	S mg/kg			
<0.5	<0.5	<0.5	<1	16	<0.5	1416			

Fuente: Ensayos realizados en Laboratorio Alex Stewart del Perú Srl. Elaboración Propia.

5.2. Discusión

Los frutos sinami pueden ser aprovechados para el desarrollo de alimentos funcionales y cosméticos. Los resultados de este estudio muestran que el contenido de carbohidratos fue 76.0 g/100 g y la fibra cruda fue 19.20 g/100g. El perfil de ácidos grasos mostró que el c18:1n-9/ ácido oleico, c16:0/ ácido palmítico, c18:2n-6/ ácido linoleico son los mayoritarios. Además, la prueba de t al 5% de probabilidad no mostró diferencias significativas entre el método folch y soxhlet. El rendimiento de la extracción fue mayor con n-hexano en comparación a la mezcla de disolventes cloroformo/metanol. El contenido de polifenoles totales y la actividad antioxidante fue mayor en el residuo después de la extracción con n-hexano. Los resultados de este estudio evidencian la factibilidad del uso de la torta de sinami como sustituto parcial en productos comerciales

A nivel mundial se cuenta con una gran número de residuos producidos por la industria en la producción mundial de aceite, tal es así que en el mundo hay alrededor de 600,41 millones de toneladas métricas de producción de semillas oleaginosas (44). Por ello, el uso de las tortas y harinas obtenidas luego de la extracción de grasas se observa como una alternativa promisorio para enriquecer con proteínas distintos productos. Ello en relación con la creciente demanda global de proteínas de origen animal, pues se espera se duplique dentro de los próximos 28 años (45). Por ello, los estudios con relación a los residuos conocidos como tortas residuales en la extracción de aceite se han incrementado en el tiempo debido a la composición nutricional que presentarían. Con ello, se exploran alternativas para el enriquecimiento de productos.

Sin embargo, en el desarrollo del marco teórico referencial y la selección de artículos para la redacción de discusiones de esta investigación, se observó una carencia importante de publicaciones relacionadas a *Oenocarpus mapora* H. Karsten, más aún, tratándose de estudios sobre la torta residual obtenida por prensado. Por ello, los resultados de esta investigación son comparados con otros aceites y grasas vegetales, que pueden utilizarse como referencia.

En uno de los pocos estudios previos, realizado por Nogueira A., Carvalho A. y Ramos C. (2014), se evaluó la composición nutricional de la pulpa de *Oenocarpus mapora* H. Karts, donde se encontró un contenido de lípidos de 58,24% frente a los 26,8% de la torta residual. Asimismo, el aporte de fibra resultó en 16,61g \pm 0,01 muy cercano a los valores reportados en esta investigación, con un contenido de 19.2 g de fibra cruda. La variación principal debido a la diferencia entre la pulpa y la torta residual se observó en el contenido de carbohidratos totales, pues la pulpa contenía 16,31 \pm 0,15, mientras que la torta residual presenta 76 gramos de carbohidratos. Asimismo, el contenido de proteínas también resulta similar pues la pulpa aporta 6,64 g \pm 0,13 mientras que se encontró 7.7 g en la torta residual (46).

Por otro lado, una variación también importante se encuentra en el valor calórico, puesto que la pulpa, debido a su mayor contenido en humedad (88,60 \pm 0,14), frente a 0,5% presente en la torta residual, termina confiriendo un mayor aporte calórico a esta última, pues alcanza las 457,2 Kcal por 100 gramos, frente a las 70,22 kcal de la pulpa (46). En el caso de la

composición del orujo de *Physalis peruviana*, se observan diferencias más marcadas con el contenido de carbohidratos particularmente, ya que este contiene un 19,3% de lípidos, un 28,7% de fibra 17,8% de proteínas, 3,10% de cenizas y 24,5% de carbohidratos (47).

Por otra parte, de acuerdo con el análisis proximal, la muestra de torta residual de sinami presenta 6,7% (7,7g) de proteínas por 100 gramos, valor similar a lo encontrado en la torta residual de las semillas de té (48), ya que contiene 6,79 % de proteínas. Sin embargo, el contenido proteico *Oenocarpus mapora H karst* es superior de lo encontrado en la torta residual de aceite de oliva prensado en frío, donde los estudios muestran un rango de 0,4 a 4,77% de proteínas por 100g (49,50). Sin embargo, en comparación con las tortas residuales de otros frutos y semillas prensados en frío, el sinami tendría un menor contenido proteico, puesto que en la torta residual de aceite de sancha inchi posee 56.61 % de proteínas (48) por cada 100g, en el caso del coco prensado en frío se encuentra un rango de proteínas de 17.4 a 25.2 %/100 g (51), en las almendras 51.3 % /100g (52), en el de ajonjolí 16.96 – 45.9 %/100g (53,54) y en las semillas de chía, donde se encuentra un rango de 28,2 a 35 % de proteínas en 100g (52,55). En todos los casos, las muestras fueron de tortas residuales de prensado en frío.

En cuanto al aporte de grasas, el análisis proximal muestra que la torta residual de sinami presenta 26,8% (13,6 g/100g), valor superior al rango promedio comparado con lo obtenido del olivo, pues de acuerdo con algunos estudios el contenido de lípidos de la torta residual del aceite de oliva prensado en frío presenta un rango de 8,72 a 11,1 % por cada 100 gramos (49,50). Por otro lado, comparada con otras muestras residuales se observa una gran variación, en la torta residual de aceite de calabaza prensado en frío con un promedio entre 5, 92 a 36,22 % /100g (52,53), en el caso de la linaza los valores fluctúan entre 6,11 a 21,4 %/100g (53,56,57), en la torta residual de girasol se encuentra en un 7 a 16,6 % de grasa (58-60) , en el aceite de soya 9,3 – 15,55% /100g (61,62) y en el aceite de almendras 19%/ 100g (52) . Asimismo, en el caso de la torta residual de aceite de coco prensado en frío se observa un promedio ligeramente más alto que en el sinami, con un contenido promedio de 15,15 % / 100g (51). Finalmente, en el caso de las semillas de chía, el contenido de lípidos varía entre 6,52 a 11,39 % en 100 gramos (52,55). Debido a su aporte en grasas es una excelente alternativa para la producción de harinas o productos de panificación, como se ha

observado con el uso de torta residual de sachá inchi, la cual contiene un 4,13% de grasas en 100 g (48).

En el caso de producirse harinas a base de la torta residual, esta pasaría por un proceso para la extracción de la grasa, conocido como *Deffated*, por lo que el aporte de grasas de las harinas de torta residual es significativamente menor. Tal es así que en el caso de la torta residual de ajonjolí su contenido de grasas en prensado en frío se encuentra en un rango de 5,10 a 48% (53,54), y cuando se trata de la harina el aporte en grasas es de entre 0,4 a un máximo de 5% por cada 100 gramos (63–65). Reducciones similares se observan con la torta residual de soya, el aceite más producido en el mundo, el cual contiene entre 9,5 y 15,55 % de grasa en la torta residual (61,62), mientras que en la harina se presenta un promedio de entre 0,5 a 0,65 % de grasa por cada 100g (66,67). Asimismo, la torta residual de aceite colza/canola, el segundo aceite de mayor producción a nivel global, contienen entre 5,14 a 23,1 % de grasas por cada 100 g de torta residual prensada en frío (53,68,69), mientras que la harina de sandía puede contener entre 1,7 a 23 % de lípidos (70–72). Cabe resaltar que los valores de las tortas residuales de distintas semillas y oleaginosas varían de acuerdo con el método de extracción, pues el prensado en frío, torta residual por extracción con solvente, o torta de expulsión presentan valores muy distintos. Por ello, y debido a que el aceite de oliva es considerado el *gold standard*, se ha tenido como referencia los valores de las tortas residuales prensadas en frío.

Por otra parte, el contenido de carbohidratos resulta importante para la aplicación en la industria, debido a que es el componente principal en las harinas de tortas residuales y como macronutriente energético aporta el mayor valor calórico en la dieta humana. En ese sentido, la torta residual de sinami contiene 66,5% de su aporte calórico en carbohidratos por cada 100g (76g/100g). Comparado con otras tortas residuales se tienen los siguientes valores: en el caso de la torta residual de aceite de colza, esta presenta entre 25,1 a 48% de carbohidratos (53,68,69), de la semilla de chía entre 23,53 a 30,24% (52,55), en el ajonjolí, 22,5 a 46,96% (53,54), en el caso de las almendras se tiene un 18,8% (52). Asimismo, en la torta residual de coco se observa un 53,94% de carbohidratos (51,58), mientras que en la de aceite de oliva se tiene entre 10,1 a 20,6% de hidratos de carbono (49,50,73). Dados los valores observados en otras oleaginosas se puede afirmar que la torta residual de *Oenocarpus mapora* H. Karst tiene un aporte superior en carbohidratos que todas las tortas

residuales de distintas nueces y semillas oleaginosas. Por ello, sería una alternativa interesante en el desarrollo y elaboración de harinas sucedáneas, considerando únicamente los componentes de su composición nutricional.

En ese sentido, y debido a las recomendaciones globales sobre el consumo de fibra, cabe resaltar que el aporte de fibra de la torta residual de sinami es de 19,2 gramos, valor superior al de varias oleaginosas, ya que en la torta residual de calabaza se tiene un rango entre 3,89 y 7,1% de fibra (52,53), en la linaza, entre 6,29 a 12,9%, en la soya entre 4,95 a 11,28% (62,74), en nueces entre 6,79 a 18,5% (75,76), en las almendras 5,6% (52) y en el aceite de coco de 10,8% (51,58). Sin embargo, en el caso de las semillas de girasol, estas presentan un aporte superior, pues el aporte en fibra alcanza los 30,2 gramos por 100 g de torta residual, mientras que la semilla contiene 8,6 g (77). Y si se compara el aporte de fibra cruda con la torta residual de aceite de oliva prensado en frío, esta presenta entre 40 a 60,1% de fibra (49,50,73), uno de los aportes más altos entre todas las tortas residuales de distintos aceites.

Cabe recordar que, de acuerdo con registros mundiales sobre el manejo de residuos, más del 33% es vertido directamente y sólo el 5,5% se destina a la elaboración de compost. Ello por la dificultad en la gestión de residuos sólidos, tanto en países de altos y medianos recursos, por lo que el manejo de estos es importante tanto por la presencia de ácidos grasos, proteínas, así como compuestos antioxidantes y bioactivos (78).

Entre ese grupo de nutrientes que pueden ser aprovechados se encuentran los aceites y grasas, los que son considerados componentes de la alimentación con una alta densidad energética, pues representan formar concentradas de calorías. En ese sentido, los ácidos grasos como unidades estructurales de los lípidos pueden clasificarse de acuerdo con la longitud de la cadena y grado de saturación. Asimismo, por su grado de saturación, pueden dividirse como saturados, monoinsaturados y poliinsaturados; así como por el largo de la cadena, considerándose de cadena corta de 2 a 6 carbonos, media de 8 a 12 carbonos y larga de 14 a 24 carbonos (79).

En relación con el perfil de lípidos del sinami, se observa en mayor proporción ácidos grasos de cadena larga, entre ellos el ácido oleico, cuyo contenido fue de entre $636,07 \pm 16,61$ a

646,37 \pm 40,42 g/100g, el ácido hexadecanoico, conocido también como ácido palmítico presente en un rango entre 195,96 \pm 7,5 g/100g, asimismo el ácido linoleico cuyo contenido se encontró en un rango de 135,59 \pm 3,36 g/100g, luego el ácido esteárico con un aporte entre 19,61 \pm 0,47 a 20,17 \pm 1,24 g/100g. Asimismo, en la composición nutricional de un fruto de la misma familia como *Oenocarpus bataua Mart*, se señala que los principales componentes al igual que en el sinami, son ácidos monoinsaturados, como el oleico y el linoleico (80). Tal es así que en el aceite virgen de Ungurahui, alrededor del 78,9% del total de ácidos grasos sería oleico, y sólo un 13,2% del total de ácidos grasos como ácido palmítico (81).

Por ello, el principal aporte de ácidos grasos provenientes del sinami se da en forma de ácido oleico, presente en el aceite más recomendado por sus propiedades benéficas observadas en uno de los estudios más largos de análisis dietario como PREDIMED, puesto que uno de los componentes principales de la dieta mediterránea es el aceite de oliva. Tal es así que un estudio experimental de Terés et al, 2008, señaló que el contenido de ácido oleico, también llamado omega 9, era responsable de la reducción de la presión arterial resultante del consumo de aceite de oliva virgen extra, ya que el ácido oleico se encuentra en su composición entre el 70% y 80%, mientras que el efecto del ácido eláidico (isómero del ácido oleico) y el ácido esteárico produjeron cambios significativos en la presión arterial (82). El efecto estaría relacionado con la forma molecular de los lípidos, puesto que ejercen un efecto sobre la estructura de la membrana celular. Debido a que el ácido oleico es un lípido sin predisposición a formar estructura lamelar, similar a los diacilglicéridos y la fosfatidilenolamina, se produce una reducción del empaquetamiento superficial de las cabezas de fosfolípidos presentes en la bicapa lipídica, que resulta en una mejora del acoplamiento de proteínas de señalización periféricas como la proteína G y PKC relacionadas con el control de la presión arterial (83).

De acuerdo con los análisis del perfil de lípidos en la torta de sinami, el ácido palmítico se encuentra en promedio en 195,96 \pm 7,5 g por cada 100 gramos. Con relación a este ácido graso, estudios recientes observaron el efecto de una dieta alta en grasas, con un alto ratio de ácido esteárico y palmítico, cuya incorporación resultó en una forma más grave de alteraciones en el metabolismo de glucosa y lípidos. El ácido palmítico y esteárico son los ácidos grasos de cadena larga que más abundan en el organismo, más aún, C16:0 puede

convertirse en C18:0 en el organismo. Dicho incremento favorece el desarrollo de resistencia a la insulina severa en ratones comparado con una dieta isocalórica alta en grasas (84). Sin embargo, el ácido palmítico no es el ácido graso con mayor proporción en *Oenocarpus Mapora H Karst.*

En comparación el aceite de palma, este presenta cantidades iguales de ácidos grasos saturados e insaturados, tendiendo en porcentajes 1% ácido mirístico, 5% esteárico, 44% de ácido palmítico y finalmente 39% de ácido oleico, composición que varía en gran medida con el contenido de oleico en el aceite de maní que presenta de 52% a 60%, y el de oliva, que algunos autores señalan que alcanza entre 65% y 80% de sus ácidos grasos (85). El aceite de coco presenta un 92% de ácidos grasos saturados y 82,5 g de grasas saturadas en 100 gramos, lo que es superior a los otros aceites vegetales, incluido el de *Oenocarpus mapora H. Karsten.*

Por ello, a diferencia de lo observado en sinami, múltiples informes indican que los principales ácidos grasos del aceite de coco son el ácido láurico (12:0), el mirístico (14:0) y el palmítico (16:0), los que se encontrarían aproximadamente en 32-51 %, 17-21 % y el 6,9-14% respectivamente. De acuerdo con diversas publicaciones, los ácidos grasos saturados son clasificados como hipercolesterolémicos, mientras que los ácidos grasos monoinsaturados serían ligeramente hipercolesterolémico, y los poliinsaturados tendrían un efecto contrario actuando como hipocolesterolémicos (86).

Dados estudios sobre las grasas saturadas, particularmente del aceite de palma, lo anterior motivó una publicación en la revista americana de cardiología, el 2015, para dar a conocer la posición de expertos frente al consumo de aceite de palma y el riesgo coronario, debido a su alto contenido en ácido palmítico. Como conclusión del estudio, se indicó que el consumo de aceite de palma dentro de una dieta balanceada no representa un incremento en el riesgo de desarrollar enfermedades cardiovasculares, sin embargo, se señala la importancia de más estudios longitudinales basados en la población, a fin de caracterizar el consumo de aceite de palma en comparación con aceites cardio-saludables como el de oliva, considerando marcadores lipídicos (87,88). Los ácidos grasos presentes en el aceite de oliva son palmítico (C16:0), palmitoleico (C16:1), esteárico (C18:0), oleico (C18:1), linoleico (C18:2) y linolénico

(C18:3). Los ácidos mirístico (C14:0), heptadecanoico y eicosanoico se encuentran en cantidades mínimas (89).

Los triglicéridos que se encuentran en proporciones significativas en el aceite de oliva son, OOO (40-59%), POO (12-20%), OOL (12,5-20%), POL (5,5-7%) y SOO (3-7%) (90). En la fracción de los diacilgliceroles predominan los compuestos C-34 y C-36 (91,92). Considerando el alto contenido de oleico presente en *Oenocarpus mapora* H. Karst, que también es el principal componente del aceite de oliva, se puede indicar que el sinami se encuentra dentro de los aceites considerados saludables para la salud cardiovascular.

En el caso de *Physalis peruviana*, se ha encontrado que los principales ácidos grasos son el linoleico y esteárico (insaturados), mientras que los ácidos palmíticos y esteáricos fueron los principales ácidos grasos saturados, con un contenido superior a 16% y en 11,7% PUFAS y un 8,886% de GLA en el aceite de pulpa/cáscara más (93). Además, alrededor del 81% del aceite obtenido de las bayas enteras total de lípidos eran triglicéridos. Entre otros componentes del aceite, se encuentran los fitoesteroles y tocoferoles, incluso se ha observado niveles altos de β -caroteno y la vitamina K1 en el aceite de pulpa/cáscara de aguaymanto (94).

Por otra parte, no se encontraron ácidos grasos de cadena media en sinami, a diferencia de otras oleaginosas. Cabe señalar que ha habido un incremento en el interés por los ácidos grasos de cadena media en los aceites vegetales, relacionado con la concienciación sobre sus beneficios para la salud (95), ya que además son energéticamente menos densos pues contienen 8,4 kcal frente a 9,2 kcal por gramo (96). Ello, ya que por su composición pueden ser absorbidos directamente por el intestino y enviados al hígado para ser utilizados como energía (97).

Entre los aceites que cobran importancia debido a que son comercialmente más utilizados como fuentes de ácidos grasos de cadena media se encuentran el coco, palmiste y babasú (babassu) (97). Desde los beneficios a la salud, estos serían resultado de su alto contenido de ácidos grasos de cadena media, pues son alrededor de 64%, significativamente superiores al ser comparados con aceites vegetales como soya, palma, mostaza y girasol (79), además

de tener el menor porcentaje de ácidos grasos de cadena larga (98) . Cabe señalar que en la obtención de aceite de coco se consideran 3 formas de extracción por proceso húmedo, fermentación y tradicional a partir de copra. Entre los principales ácidos grasos encontrados, se observa un alto nivel de ácido láurico, seguido de ácido mirístico y finalmente de palmítico en todas las formas de extracción, estos últimos como ácidos grasos de cadena larga.

Por otro lado, el aceite obtenido a partir de la fermentación (uso de *Lactobacillus plantarum* 1041) mostró actividad anti-ulcerativa, seguida del aceite extraído del proceso húmedo (emulsión de leche de coco) y finalmente el aceite de copra. Pese a esta ligera diferencia entre el efecto anti-ulcerativo, todas las variedades de aceite tuvieron actividad superior a la ranitidina 100 mg/kg, utilizada como fármaco de referencia para el tratamiento. Estos beneficios estarían asociados al método de extracción, pues de ello dependería el contenido de compuestos bioactivos como vitamina E, polifenoles y ácidos grasos, que serían responsables de su actividad antioxidante y antiinflamatoria, anti-trombogénica, anti-hiperlipidimérica y cardioprotectora (99).

Los compuestos fenólicos son importantes fitoquímicos que presentan varias propiedades bioactivas, incluida la actividad antioxidante (100). Se conoce que diversos aceites vegetales son excelentes fuentes de fenoles que pueden eliminar los radicales libres producidos por la liberación de sustancias reactivas al oxígeno en nuestro organismo (101).

De acuerdo con los análisis de fenoles, por métodos de extracción Soxhlet, Folch, se encontraron en el sinami, ácido 2-hidroxicinámico (S. 13.87 ± 0.5 , F. 6.45 ± 0.07), ácido 3,4-dihidroxibenzoico (S. 247.1 ± 7.12 , F. 139.72 ± 0.21), ácido cafeico (S. 3.47 ± 0.1 , F. 1.63 ± 0.03), ácido clorogénico (S. 183.34 ± 5.36 , F. 173.08 ± 0.17), ácido ferúlico (S. 22.73 ± 0.34 , F. 7.77 ± 0.02), ácido gálico (S. 39.11 ± 0.13 , F. 15.29 ± 0.28), Rutina trihidrato (S. 6.72 ± 0.1 , F. 4.54 ± 0.97), Ácido sinápico (S. 27.67 ± 0.91 , F. 18.64 ± 0.14), Ácido siríngico (S. 72.45 ± 2.55 , F. 53.98 ± 0.14), vainillina (S. 23.6 ± 0.59 , F. 14.96 ± 0.05) y ácido vanílico (S. 148.1 ± 3.6 , F. 85.69 ± 1.25). En ese sentido, estudios sobre el contenido de fenoles en *Euterpe oleracea*, *acaí* muestran compuestos similares en el extracto de aceite, donde se encuentra ácido vanílico en 1616 ± 94 mg/L, ácido ferúlico en 101 ± 5.9 , ácido siríngico 1073 ± 62 . Sin embargo, en los valores encontrados en la pulpa de acaí, el contenido varía en gran proporción, siendo los valores de los mismos ácidos 5.5 ± 0.2 , 1.1 ± 0.1 y 3.7 ± 0.4 mg/L respectivamente (102).

En una de las especies más cercanas al Sinami, se encuentra *Oenocarpus bataua*, conocida también como Ungurahui, o Seje en Brasil. En esta se encontró que el aceite virgen presenta ácidos fenólicos, como el ácido cinámico, el ácido cafeico y el ácido ferúlico, y de flavonoides, como la quercetina, la vainillina y la naringenina. Los primeros componentes, también presentes en *Oenocarpus mapora* H. Karst, permiten indicar que tendrían una resistencia alta a la oxidación durante el almacenamiento particularmente en condiciones de calor y humedad (81).

Asimismo, el contenido de polifenoles en la torta residual de semillas de linaza es de 492 ± 49.6 mg GAE (equivalentes de ácido gálico) / 100g, mientras que para las semillas se encontraron valores de 269 ± 13.1 mg de GAE/100g. Esta diferencia entre las semillas y la torta residual de las mismas podría darse debido al proceso de prensado, ya que este extraería gran parte del aceite, permitiendo una mayor concentración de los compuestos fenólicos presentes en la torta residual. Diferencias similares han sido observadas en las tortas residuales de otras nueces y semillas. En cuanto al contenido fenólico en el aceite se han reportado cantidades de 0.27 ± 0.11 mg/GAE, esto ya que solo el 0,1% de los polifenoles puede ser transferido de las semillas al aceite prensado en frío (103).

Entre los principales fenoles presentes en *Oenocarpus mapora* H Karst destacan el ácido clorogénico, válico, siríngico y gálico. El ácido clorogénico, que es predominante en *Oenocarpus mapora* H Karst, es considerado uno de los polifenoles más importantes que se encuentran en las familias de las Asteraceae, donde se encuentra el girasol y el cártamo como oleaginosas y de la familia Lamiaceae, con abundancia en el café (104). Suele conocerse como isómero de ácido cafeol quínico y también es un éster del ácido quínico. Sin embargo, el término ácido cafeol quínico se refiere a todo el conjunto de ésteres cinámicos hidroxilados, entre ellos el isómero como ácido clorogénico es el más disponible en los granos de café, pues se encuentra en alrededor de 10 g/100 g o alrededor de 76-84% en granos de café verde (105).

Cabe resaltar que, de acuerdo con diversas investigaciones, el ácido clorogénico puede ejercer grandes beneficios como antioxidante y sobre el sistema inmunitario y a nivel intestinal en la reducción del riesgo de muchas enfermedades infecciosas. Asimismo, los ácidos

clorogénicos pueden ser considerados como suplementos alimentarios naturales y seguros que podrían utilizarse como potenciadores del sistema inmunitario, favoreciendo la reducción de los costos en medicamentos (106).

Más aún, tendría una gran biodisponibilidad, pues trazas del ácido clorogénico ingerido y el 11% del ácido cafeico ingerido se excretan en la orina. Esto debido a que un tercio del ácido clorogénico y casi todo el ácido cafeico es absorbido en el intestino delgado de los humanos. Esto implica que una parte del ácido clorogénico de los alimentos entrará en la circulación sanguínea, pero la mayor parte llegará al colon (107). Ello podría explicar el efecto potenciador del sistema inmune, ya que este se encuentra estrechamente relacionado con la eubiosis de la microbiota intestinal.

Por otro parte, el ácido siríngico es uno de los abundantes compuestos fenólicos presentes en las aceitunas, los dátiles, las especias, la calabaza, las uvas, la palma de acai, la miel, el vino tinto y otras plantas (108). Sobre este se han realizado estudios experimentales de daño hepático, donde se muestra que el ácido siríngico y el ácido vanílico suprimen de forma evidente la acumulación de colágeno y disminuyen significativamente el contenido de hidroxiprolina hepática (marcador cuantitativo de la fibrosis). Ambos compuestos inhibieron la activación de las células estrelladas hepáticas cultivadas, que desempeñan un papel central en la fibrogénesis hepática, y mantuvieron la homeostasis de los hepatocitos. Estos datos sugieren que la administración de ácido siríngico y ácido vanílico podría suprimir la fibrosis hepática en lesiones hepáticas crónicas (109).

En relación con el ácido vanílico y su metabolito vanillyl, estos tienen varias actividades farmacológicas. Dado que la inflamación es una característica frecuente en el desarrollo de diversas enfermedades, entre ellas crónicas y otras nuevas que tienen menos opciones terapéuticas, para combatirlas es necesario desarrollar y buscar moléculas/fármacos y moléculas/drogas que tengan la capacidad de modificar el proceso inflamatorio. Por lo tanto, en esta revisión se ha de recopilar información sobre las actividades terapéuticas de la vainillina y sus principales metabolitos para el tratamiento de enfermedades inflamatorias (110).

Más aún, a partir de un estudio que se realizó empleando un modelo en roedores de inflamación, se observó que el ácido vanílico ejerce una acción antiinflamatoria y analgésica al reducir la liberación de citoquinas proinflamatorias (111). Asimismo, el tratamiento con ácido vanílico puede reducir significativamente los signos clínicos de la colitis ulcerosa y los niveles de mediadores inflamatorios en un modelo de ratón de colitis inducida por dextrano sulfato de sodio. Sobre la base de estos resultados, el ácido vanílico puede ser un candidato terapéutico para la colitis. Sin embargo, el estudio señala la necesidad de más estudios para dilucidar el mecanismo de acción preciso del ácido vanílico en el tratamiento de los trastornos inflamatorios intestinales (112).

Por otro lado, a los ácidos fenólicos presentes en el aceite de coco se les atribuyen beneficios para la salud, como actividades antiinflamatorias, antioxidantes y quimioprotectoras (113). Sin embargo, el contenido de estos compuestos depende del método de procesamiento, en húmedo y en seco, pues con ello se pueden modular los compuestos fenólicos presentes tanto en el aceite de coco como en otros aceites vegetales (114). Más aún, debido a que el mayor contenido fenólico se observaría en el aceite de coco virgen en comparación con la extracción tradicional. Entre estos compuestos se encontró que el aceite de coco posee ácido ferúlico y ácido cafeico, al igual que el sinami, así como el p-cumárico, quercetina y la catequina, a los que se le atribuye una importante actividad antioxidante(101), y que serían incluso mayores en la extracción por fermentación (113).

Por otro lado, en el caso del acai, los extractos de sus semillas son ricos en proantocianidinas (PAs), una clase de polifenoles, también conocidos como taninos condensados (115,116), así como catequinas al igual que el aceite de coco, los que serían predominantes en el acai, siendo identificados por espectrometría de masas (115–118).

El contenido de polifenoles totales en sinami, a través del método Soxhlet, fue un promedio de 550.42 ± 0.70 y de 359.49 ± 3.52 por Folch. Resultados similares para el aceite de oliva fueron encontrados por (119,120), donde se indicó que el contenido fenólico total de los aceites de oliva es de más de 500 mg/kg, lo cual es contrario a los datos de (121-123), que mostraron que los aceites de oliva contenían una media de 196 mg/kg de fenoles totales, según el análisis por HPLC (124). Sin embargo, el valor del aceite de oliva virgen extra (VOL) fue significativamente mayor que el del aceite virgen refinado (OVR) ($p < 0,0001$). Owen et al.

llevaron a cabo una evaluación exhaustiva de los fenoles individuales en los aceites de oliva y demostraron que la diferencia en los fenoles totales entre el VOL y el OVR también se reflejaba en la concentración de los principales componentes individuales. Asimismo, se detectaron cantidades apreciables de hidroxitirosol y tirosol en los aceites de oliva mediante HPLC (125).

Por otro lado, análisis RP-HPLC-DAD, tras la cloroglucinólisis de las procianidinas solubles, mostraron la presencia de procianidina altamente polimerizada en los extractos de semillas de acai, con más del 95% de epicatequina como subunidad de extensión, que sería responsable de gran parte de sus actividades biológicas. Recientemente, un estudio demostró que solo los oligos de epicatequina, que son más largos que los trímeros, presentan actividad antitumoral significativa contra las células de cáncer de próstata humano (126).

Las procianidinas poliméricas presentes también en la manzana han demostrado que la mayoría de las procianidinas altamente poliméricas llegaban inalterables al colon y modulaban la microbiota intestinal, ejerciendo efectos similares a los prebióticos en el intestino (127) y proporcionando una cascada de cambios metabólicos que prevenían la obesidad, como los del extracto de semilla de acai con un mDP de >10. Además, también se sabe que el metabolismo en el intestino delgado y la fermentación en el colon pueden transformar las procianidinas en fenilvalerolactonas y ácidos fenólicos, dando lugar a la formación de varios catabolitos finales que podrían activar vías de señalización y modular respuestas biológicas (128). Dado que los ácidos fenólicos presentes en el sinami, presentan actividades antioxidantes, antiinflamatorias, antibacterianas y promotoras del sistema inmune, representa un producto importante para la industria farmacéutica y de alimentos, pues en los últimos años se viene promoviendo el consumo de alimentos funcionales, y compuestos bioactivos con actividad antioxidante.

En cuanto a la actividad antioxidante, por método Soxhlet se encontró una actividad DPPH de 986.02 ± 1.95 , lo que resulta casi tres veces superior a los encontrados bajo el mismo método en el extracto de hojas de olivo de 6 tipos de cultivos españoles, en lo que se encontró en actividad entre los 265.7 ± 37.7 y los 431.8 ± 80.7 expresados en DPPH (mmol TE/kg) (129).

Con relación al contenido fenólico en otros aceites vegetales, se conoce que el contenido fenólico total de aceite de coco presenta entre 292.06 ± 10.04 mg GAE / kg y que su actividad antioxidante ($\mu\text{mol TE/g}$) de DPPH fue de 10.17 ± 1.20 y en ABTS 19.23 ± 0.98 en la fracción hidrofílica. Mientras que en el aceite de cacay, un árbol amazónico conocido como *Caryodendron orinocense*, se tiene una actividad antioxidante en DPPH de 156.57 ± 2.25 y en ABTS de 77.79 ± 0.56 en la fracción hidrofílica. Este último logró una inhibición del crecimiento bacteriano de las cepas *Bacillus cereus*, *Enterococcus faecalis*, y *Staphylococcus aureus*, actividad relacionada al contenido en fenoles y su actividad antioxidante (130). Por ello, y de debido a la superioridad en actividad antioxidante observada en sinami, se sugiere el desarrollo de estudios relacionados a una posible actividad antimicrobiana.

Jorge Brice indica en una publicación que “La contaminación por metales pesados en suelos agrícolas puede generar un grave problema para la salud humana, debido a que muchas especies vegetales comestibles pueden absorber del suelo grandes cantidades de metales potencialmente tóxicos. La ingesta de metales, a través del consumo de alimentos contaminados, puede provocar malformaciones, disfunciones neuronales e incluso la muerte” (47).

Siempre se tiene que considerar el contenido total de metales, ya sea presentes en los suelos de cultivo como en los cultivos mismos. Esto debido a que “la composición del suelo” va a ser uno de los factores que más influyen directamente en la transferencia de “elementos traza” dentro de la interacción del suelo y la planta como parte del ciclo de vida y bioquímico (48).

Adicionalmente, conocer el contenido de metales permite evidenciar que el contenido de nutrientes sea el adecuado para el cultivo, y que los metales pesados potencialmente contaminantes estén por debajo de los límites permisibles, según las normativas ambientales nacionales e internacionales.

La contaminación por metales pesados en suelos agrícolas puede generar un grave problema para la salud humana, debido a que muchas especies vegetales comestibles pueden absorber del suelo grandes cantidades de metales potencialmente tóxicos. La ingesta

de metales, a través del consumo de alimentos contaminados, puede provocar malformaciones, disfunciones neuronales e incluso la muerte (49).

Según los resultados obtenidos en el análisis de la torta residual de sinami, se observa que el contenido de metales pesados contaminantes está por debajo de los límites de seguridad, lo cual indica que la torta es un producto adecuado para su consumo. Así, se aprecia que su contenido de metales pesados como Mercurio (Hg) está por debajo de los 0,05 mg/kg, para un límite establecido que suele oscilar entre 0,02 mg/kg y 0,9 mg/kg según el *Codex Alimentarius*; para el Plomo (Pb) se encontró contenido menor al 0,25 mg/kg, para un límite establecido que oscila entre 0,3 y 0,5 mg de plomo. Además, hay que tomar en cuenta que cerca del 80% se elimina mediante la orina. Un consumo mayor a 0,6 mg al día es acumulado en el organismo y posteriormente aumentan las posibilidades de desencadenar una intoxicación. (50). El contenido de Cadmio (Cd) se aprecia que es menor a 0,25 mg/kg, y si se toma en cuenta que las normas de la Unión Europea han recomendado un contenido máximo de Cadmio de 0,8 mg/kg, el encontrado en la muestra está por debajo de los límites peligrosos; el contenido de Arsénico (As) de la muestra es menor al 0,5, siendo el límite 2 mg/kg según el *Codex Alimentarius*; la presencia de Cromo (Cr) es de 19,2 mg/kg en la muestra. En este caso, la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA) establece una ingesta diaria tolerable (IDT) de 0,3 miligramos por kilogramo de peso corporal por día, siendo la sugerencia diaria de hombres adultos de 19 a 50 años 35 mg/kg.

Respecto al contenido de minerales beneficios, se encontró contenido de Calcio de 610,8 mg/kg. Teniendo en cuenta que lo recomendado para el calcio es de 1000 miligramos al día para adultos de 19 a 50 años según la clínica Mayo (51) se presenta un contenido interesante de Calcio.

Otros niveles encontrados en la muestra que son significativos son Hierro (Fe) con 103 mg/Kg, Potasio (K) con 4299 mg/kg, Magnesio (Mg) con 592 mg/kg, Sodio (Na) con 9 mg/Kg y Fósforo (P) con 908.298 mg/kg.

5.3. Conclusiones

Sobre la composición proximal de la torta residual de frutos de sinami (humedad, proteína, extracto etéreo, cenizas y carbohidratos), lo más destacable es que se observa un alto contenido de carbohidratos (76g) y fibra cruda residual de 19,2g. lo cual es un valor superior al de varias oleaginosas.

El perfil de ácidos grasos del aceite de la torta residual de sinami muestra que los más abundantes son el ácido oleico, ácido palmítico y el ácido linolénico. Se observa en mayor proporción ácidos grasos de cadena larga, entre ellos el ácido oleico, cuyo contenido fue de entre $636,07 \pm 16,61$ y $646,37 \pm 40,42$ g/100g, el ácido hexadecanoico, conocido también como ácido palmítico, presente en un rango entre $195,96 \pm 7,5$ g/100g. Asimismo el ácido linoleico, cuyo contenido se encontró en un rango de $135,59 \pm 3,36$ g/100g, luego el ácido esteárico con un aporte entre $19,61 \pm 0,47$ a $20,17 \pm 1,24$ g/100g.

Entre los principales fenoles presentes en *Oenocarpus mapora* H Karst destacan el ácido clorogénico, válico, siríngico y gálico. Sobre el ácido clorogénico, que es predominante en *Oenocarpus mapora* H Karst, es considerado uno de los polifenoles más importantes que se encuentran en las familias de las Asteraceae, donde se encuentra el girasol y el cártamo como oleaginosas, y en la familia Lamiaceae, con abundancia en el café.

Sobre el contenido de polifenoles y actividad antioxidante, por método Soxhlet se encontró una actividad DPPH de 986.02 ± 1.95 , lo que resulta casi tres veces superior a lo encontrado bajo el mismo método en el extracto de hojas de olivo de seis tipos de cultivos españoles. Por ello, y debido a la superioridad en actividad antioxidante observada en el sinami, se sugiere el desarrollo de estudios relacionados a una posible actividad antimicrobiana.

Finalmente, se observa que el sinami no presenta metales contaminantes, y más bien se ve una presencia interesante de nutrientes como el calcio, hierro, potasio y magnesio lo que lo hace un posible subproducto alimenticio con un potencial uso en la industria alimentaria, agropecuaria e incluso cosmética.

5.4. Recomendaciones

- Revalorización de la torta residual de sinami, para el aprovechamiento total de producto, pues actualmente suele ser un producto de descarte, para su empleo como alimento de remplazo parcial en alimentos a nivel industrial y/o artesanal.
- Desarrollo de mejor metodología y procedimiento para la elaboración de harina de torta de sinami para su estudio en el remplazo parcial de otras harinas usadas en la elaboración de producto como batidos, galletas, muffins, y otros productos de panificación.
- Promover a un nivel comercial la utilización de pulpa de sinami para generar una nueva oportunidad comercial en la zona de impacto del estudio de este producto.
- Debido a la superioridad en actividad antioxidante observada en sinami, se sugiere el desarrollo de estudios relacionados a una posible actividad antimicrobiana.

REFERENCIAS

1. Montúfar, R; Laffargue, A; Pintaud, J-C; Hamon, S; Avallone, S; Dussert, S. *Oenocarpus bataua* Mart. (arecaceae): Rediscovering a source of high oleic vegetable oil from amazonia. *JAOCS, Journal of the American Oil Chemists' Society*. 2010; 2 (167-172).
2. Miranda, I; Rabelo A. Guia de identificação das palmeiras de um fragmento florestal urbano. 8574011568th ed. EDUA; 2006.
3. Silva, RJF. Anatomia foliar comparada em espécies de *Oenocarpus* Mart. (Arecaceae) de Belém, Pará, Brasil: uma contribuição taxonômica. [Online].; 2006. Acesso 15 de enero de 2022. Disponible en: <http://repositorio.ufra.edu.br/jspui/handle/123456789/391>.
4. Henderson, A. GGRB. Field Guide to the Palms of the Americas. *SIDA, contributions to botany*. 1995; 16 (797 - 799).
5. Verde, E. *Ecologia Verde*. [Online].; 2018. Acesso 10 de 06 de 2022. Disponible en: <https://www.ecologiaverde.com/diferencias-entre-plantas-de-hoja-perenne-y-plantas-de-hoja-caduca-1514.html>.
6. Oliveira, MSP; Moura, EF. Repetibilidade e número mínimo de medições para caracteres de cacho de bacabi (*Oenocarpus mapora*). *Revista Brasileira de Fruticultura*. 2010; 32 (4).
7. Domingues, AFN; Carvalho, AV; Barros, CRD. Caracterização Físico-Química da Polpa de Bacabi (*Oenocarpus mapora* H. Karsten). *Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento*. 2014.
8. Morfologia e desenvolvimento germinativo de *Oenocarpus bacaba* mart. (arecaceae) da Amazônia Ocidental. *Revista Arvore*. 2009; 33 (6).
9. Muñoz, AM. Comparison of Four Oil Extraction Methods for Sinami Fruit (*Oenocarpus mapora* H. Karst): Evaluating Quality, Polyphenol Content and Antioxidant Activity. *Food*. 2022. 11 (1518).

10. Best, I; Rengifo, H; Velarde, E; Loja, JF; Portugal, A; Rengifo, P; Aguilar, L; Ramos-Escudero, F; Muñoz, AM. Phenology of *Oenocarpus mapora* H. Karst in Low-Terrace and High-Terrace Forests of the Madre de Dios Region, Peru. Forests. 2021; <http://dx.doi.org/10.3390/f12101424>.
11. Domingues, AFN. caracterización físico química de la pulpa de bacabi (*Oenocarpus mapora* H. Karst): embajada amazonia oriental; 2014.
12. Paniagua Zambrana, N. Nuestro conocimiento y uso de las palmeras: una herencia para nuestros hijos. Comunidades Llaquash, San Martín, Peru. Ethnobotany Research and Applications. 2014; 13 (2).
13. Oliveira, MYME. Repetibilidade e número mínimo de medições para caracteres de cacho de bacabi (*Oenocarpus mapora*). Revista Brasileira. Frutic. 2010; 32 (4).
14. Balick, M. Systematics and economic botany of the *Oenocarpus*/*Jessenia* (Palmae) complex. Advances in Economic Botany. 1986; 3.
15. Smith, N. Palms and People in the Amazon. Springer C, editor.; 2014.
16. Flores, P. Cultivo de frutales nativos amazónicos- Manual para el extensionista OTCA. Lima: Mirigaf S.R.L; 1997.
17. Bernal, R; Galeano, G; Henderson, A. Notes on *Oenocarpus* (Palmae) in the Colombian Amazon. New York Botanical Garden. 1991; <https://doi.org/10.2307/2807045>.
18. Cardona, J; Carrilo, MP; Mosquera, D; Gutierrez, RH; Hernández, MS. Evaluación de métodos de extracción del aceite de milpesillos (*Oenocarpus*). Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal. 2012; p. 183-185.
19. Rios Prado, GJ. 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. Agropecuarias FDC, editor. Ucayali: Universidad Nacional de Ucayali; 2019.
20. Sayavedra, J; Rodríguez, R. Desarrollo de bioplásticos a partir de tortas residuales y gomas naturales. Departamento de Energía y Mecánica, Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE. 2018; 13 (1).

21. Mejía Carrilo, PW; Urquia Collantes, K; Cabello Torres, RJ; Valdiviezo Gonzales, LG. Evaluación de la Moringa oleifera en el tratamiento de aguas con alta turbidez y carga orgánica. Ingeniería del Agua. 2020; 24.
22. Dam, V. Subproductos de la palma de aceite como materias primas de biomasa. Revista Palmas. 2016; 37(2).
23. Janssen, W. Perspectiva socio-económica sobre la precocidad en frijol. Repositorio Institucional de la Universidad de Costa Rica. [Online]; 1988. Acceso 14 de 6de 2022. Disponible en: <https://www.kerwa.ucr.ac.cr/handle/10669/79706#:~:text=Resumen,de%20alimentos%20durante%20el%20a%C3%B1o>.
24. FAO, JB. World agriculture: towards 2015 / 2030 an FAO Perspective London: FAO; 2003.
25. MedlinePlus. Carbohidratos en la dieta [Online]; 2021. Acceso 10 de 5de 2022. Disponible en: <https://medlineplus.gov/spanish/carbohydrates.html>.
26. Vivanco, E; Matute, L; Campo, M. Caracterización físico-química de la cascarilla de Theobroma cacao L, variedades Nacional y CCN-51. Universidad Técnica de Machala. 2018; 2 (1).
27. Del Pilar, I; Fischer; G; Corredor, G. Determinación de los estados de madurez del fruto de la gulupa. Agronomía Colombiana 2. 2007; 83 (95).
28. Nutrición Efav. Grasas y ácidos grasos en nutrición humana Consulta de expertos FAO editor. España: FAO; 2008.
29. 29. Ávalos, A; Pérez-Urria, E. Metabolismo secundario de plantas. Reduca (Biología). Serie Fisiología Vegetal. 2009; 2 (3).
30. Bravo, J; Peñarrieta, M; Tejeda, L; Silva, J. Phenolic compounds in food. Revista Boliviana de Química. 2014; 31(2).
31. Vásquez, D. Aprovechamiento de subproductos de sachá inchi (Plukenetia volubilis L.): Desarrollo de un producto alimenticio, empleando harina proveniente de torta residual en la extracción del aceite. [Tesis de posgrado]. Lasallista CU, editor. Caldas: Corporación Universitaria Lasallista; 2016.

32. Herquínigo, E. Estudio técnico para la instalación de una planta de aceite de sacha inchi. Peruana UNdIA editor. Iquitos: Universidad Nacional de la Amazonia Peruana; 2013.
33. Tobar, A. Aceite de Sacha inchi como potenciador cognitivo Ecuador: Universidad Central de Ecuador; 2018.
34. Torres Meléndez, AF. Extracción de aceite a partir de semilla de granadilla (*Passiflora ligularis*) por prensado en frío y solvente orgánico. [Tesis]. Lima: Universidad Señor de Sipan, Escuela de Ingeniería Agroindustrial y Comercio Exterior.
35. Sánchez-Rodríguez, E; Mesa, M. Compuestos bioactivos del aceite de oliva virgen. *Nutrición Clínica en Medicina*. 2018; 12 (2).
36. Sobrados, JF; Chagma, GP; Jaimes, MIS; Ruíz, BS; Pérez, AG; Zelada, CE. Efecto del tratamiento enzimático de la semilla de moringa (*Moringa oleífera*) sobre las características físico-químicas del aceite obtenido por extracción con prensa expeller. *Scientia Agropecuaria*. 2018; 9 (3).
37. Savoire, R; Lanoiselle, JL; Vorobiev, E. Mechanical Continuous Oil Expression from Oilseeds: A Review. *Food and Bioprocess Technology*. 2013; 1 (16).
38. Díaz Inocencio, DL. Manual del Laboratorio de Bromatología. Universidad Veracruzana, 2017. Acceso 20 de enero de 2022. Disponible en: <https://www.uv.mx/pozarica/cba/files/2017/09/MANUAL-DE-PROCEDIMIENTOS-BROMA-2017-SEP.pdf>.
39. Díaz Inocencio, DL. Manual del laboratorio de bormatología. Universidad Veracruzana, 2017. Acceso 20 de enero de 2022. Disponible en: <https://www.uv.mx/pozarica/cba/files/2017/09/MANUAL-DE-BROMATOLOGIA-2017.pdf>.
40. Cockerell. Análisis proximales. 1971. Acceso 10 de febrero de 2022. Disponible en: <https://www.fao.org/3/AB489S/AB489S03.htm>.
41. Sanhueza, J; Durán, S; Torres, J. Los ácidos grasos dietarios y su relación con la salud. *Nutrición Hospitalaria*. 2015; 32 (3).

42. Ichihara, K; Fukubayashi, Y. Preparation of fatty acid methyl esters for gas-liquid chromatography. *J Lipid Res.* 2010; 51 (3).
43. Muñoz, A; Ramos-Escudero, F; Alvarado-Ortiz, C; Castañeda, B. Evaluación de la capacidad antioxidante y contenido de compuestos fenólicos en recursos vegetales promisorios. *Rev. Soc. Quím. Perú.* 2007; 73 (3).
44. Reyes, Y; Vergara, I; Torres, O; Díaz, M; González, E. Contaminación por metales pesados. Implicaciones en salud, ambiente y seguridad alimentaria. *Ingeniería Investigación y Desarrollo: I2+D.* 2016; 16 (2).
45. Prieto Méndez, J; González Ramírez, CA; Román Gutiérrez, AD; Prieto García, F. Contaminación y fitotoxicidad en plantas por metales pesados provenientes de suelos y agua. *Tropical and Subtropical Agroecosystems.* 2009; 10 (1).
46. Ichihara, K; Fukubayashi Y. Preparation of fatty acid methyl esters for gas-liquid chromatography. *J Lipid Res.* 2010; 51 (3).
47. Briceño, J; Tomato, E; Silva, M; Paredes, M; Armado, A. Evaluación del contenido de metales en suelos y tejidos comestibles de *Allium fistulosum* L. cultivado en zonas cercanas al volcán Tungurahua. *La Granja. Revista de Ciencias de la Vida.* 2020; 32 (2).
48. Kabata-Pendias, A; Sadurski, W. Trace Elements and Compounds in Soil. En: *Elements and their compounds in the environment: Occurrence, analysis and biological relevance.* 2004; 79-99.
49. Kumar, P; Lee, S; Zhang, M; Tsang, Y; Kim, K. Heavy metals in food crops: Health risks, fate, mechanisms, and management. *Environment International.* 2019; 125.
50. Salas-Marcial, C; Garduño-Ayala, M; Mendiola-Ortiz, P. Fuentes de contaminación por plomo en alimentos, efectos en la salud y estrategias de prevención. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha.* 2019; 20 (1).
51. Mayo C. Clinica Mayo. [Online]; 2022. Acceso 12 de junio de 2022. Disponible en: <https://www.mayoclinic.org/es-es/healthy-lifestyle/nutrition-and-healthy-eating/in-depth/calcium-supplements/art-20047097>.
52. Wikipedia. <https://es.wikipedia.org/wiki/Tocoferol>. [Online] Acceso 10 de febrero de 2022.

53. Patthamakanokporn, O; Puwastien, P; Nitithamyong, A; Sirichakwal, P. Changes of antioxidant activity and total phenolic compounds during storage of selected fruits. *J Food Composition Analysis*. 2008.
54. Pastene, E. Estado actual de la búsqueda de plantas con actividad antioxidante. *Boletín Latinoam Caribe Plantas Med Aromáticas*. 2009.
55. Chasquibol, N. Composición fitoquímica del aceite de las semillas del fruto del “aguaymanto”, *Physalis peruviana* L. *Rev Soc Quím Perú*. 2015.
56. Balick, M. *Systematics and Economic Botany of the Oenocarpus-Jessenia*. *Adv Econ Bot*. 1986.
57. Lutz, M. Biodisponibilidad de compuestos bioactivos en alimentos. Publicado por Escuela de Nutrición y Dietética, Universidad de Antioquia. Medellín, Colombia Vol. 15, N° 2. 2013.
58. Llancari A. Valoración de los nutrientes y antioxidantes en la salud humana e industria alimentaria. En: Universidad Peruana Unión. I Congreso Nacional de Investigación. Perú, Lima, 2-4 de noviembre, 2011.
59. Española, RRA. Obtenido de <https://dle.rae.es/> [Online]; 2019.
60. Carvalho, JE. *Ciência, tecnologia e produção*. Jaboticabal FUNEP, 2000.
61. Cardona J; Carrillo, M; Mosquera, D; Gutiérrez, R; Hernández, M. Evaluación de métodos de extracción del aceite de milpesillos (*Oenocarpus Mapora*). *Vitae*. 2012; 19 (1).
62. Balslev, H; Grandez, C; Paniagua, N; Møller, A; Hansen, S. Palmas (*Arecaceae*) útiles en los alrededores de Iquitos, Amazonía peruana. *Rev Peru Biol - UNMSM*. 2008.
63. Quispe, F; Ayala, M; Ingunza, G; Landeo; E; Pascual, G. Caracterización de aceites, tortas y harinas de frutos de unguahui (*Jessenia polycarpa*) y aguaje (*Mauritia flexuosa* L.) de la Amazonía peruana. *Rev Soc Quím Perú*. 75 (2). 2009.
64. Arevalo, L. Biometría de frutos de *Oenocarpus mapora* H. Karst “cinamillo” en comunidades de la carretera Iquitos – Nauta con fines de selección de individuos

con mejores características productivas, Loreto-Perú. Universidad Nacional de la Amazonia Peruana. 2015.

65. Quispe RJM. Diversidad y uso de las palmeras en el parque nacional Tingo Maria, Huanuco. Universidad Nacional Agraria de la Selva. 2009.
66. Guédé, S; Soro, Y; Koumané, A; Brou, K. Optimization of screw press extraction of *Citrillus lanatus* seed oil and physicochemical characterization. *European Food Research and Technology*. 2017; 35 (46).
67. Pojic, M; Misan, A; Tiwarim B. Eco-innovative technologies for extraction of proteins for human consumption from renewable protein sources of plant origin. *Trends food Sci Technol*. 2018; 75, 93-104. Disponible en: <https://dx.doi.org/10.1016/j.tifs.2018.03.010>.
68. Nogueira, A; Carvalho, A; Ramos, C. Caracterização Físico-Química da Polpa de Bacabi (*Oenocarpus mapora* H. Karsten;). 2014. Disponible en: www.cpatu.embrapa.br.
69. Ramadan, MF. Bioactive phytochemicals, nutritional value, and functional properties of cape gooseberry (*Physalis peruviana*): An overview. *Food Res Int*. 2011; 44. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2010.12.042>.
70. Rawdkuen, S; Murdayanti, D; Ketnawa, S; Phongthai, S. Chemical properties and nutritional factors of pressed-cake from tea and sachu inchi seeds. *Food Biosci*. 2016 Sep 1; 15, 64-71.
71. Contreras, M; Romero, I; Moya, M; Castro, E. Olive-derived biomass as a renewable source of value-added products. *Process Biochem*. 2020; 97, 43–56. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.procbio.2020.06.013>.
72. Moftah, OAS; Grbavčić, S; Žuža, M; Luković, N; Bezbradica, D; Knežević-Jugović, Z. Adding Value to the Oil Cake as a Waste from Oil Processing Industry: Production of Lipase and Protease by *Candida utilis* in Solid State Fermentation. *Appl Biochem Biotechnol*. 2012; 166 (2), 348–64. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s12010-011-9429-2>.

73. Sadh, PK; Duhan, S; Duhan, JS. Agro-industrial wastes and their utilization using solid state fermentation: a review. *Bioresour Bioprocess*. 2018; 5 (1). Disponible en: <https://doi.org/10.1186/s40643-017-0187-z>.
74. Montrimaité, K; Moščenkova, E. Possibilities of Usage of Oilcakes from Non-traditional Oil Plants for Development of Health-friendly Functional Food Products. *Food Sci Appl Biotechnol* 2018, 1 (2). Disponible en: <https://www.ijfsab.com/index.php/fsab/article/view/25>.
75. Bochkarev, MS; Egorova, EY; Reznichenko, IY; Poznyakovskiy, VM. Reasons for the ways of using oilcakes in food industry. *Foods Raw Mater*. 2016; 4 (1), 4–12.
76. Yasothai, R. Chemical composition of sesame oil cake—Review. *Int J Sci Envir Tech*. 2014; 3, 827–35.
77. Capitani, MI; Spotorno, V; Nolasco, SM; Tomás, MC. Physicochemical and functional characterization of by-products from chia (*Salvia hispanica* L.) seeds of Argentina. *LWT - Food Sci Technol*. 2012; 45 (1), 94–102. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0023643811002131>.
78. Tarek-Tilistyák, J; Juhász-Román, M; Jeko, J; Máthé, E. Short-term storability of oil seed and walnut cake — microbiological aspect. *Acta Aliment*. 2014; 43 (4), 632–9. Disponible en: <https://akjournals.com/view/journals/066/43/4/article-p632.xml>.
79. Mannucci, A; Castagna, A; Santin, M; Serra, A; Mele, M; Ranieri, A. Quality of flaxseed oil cake under different storage conditions. *LWT*. 2019; 104, 84–90. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S002364381930043X>.
80. Sobczak, P; Zawiślak, K; Starek, A; Żukiewicz-Sobczak, W; Sagan, A; Zdybel, B. Compaction Process as a Concept of Press-Cake Production from Organic Waste. *Sustainability*. 2020; 12.
81. Lazaro, E; Benjamin, Y; Robert, M. The effects of dehulling on physicochemical properties of seed oil and cake quality of sunflower. *Tanzania J Agric Sci*. 2014; 13 (1).

82. Salgado, PR; Molina Ortiz, SE; Petruccelli, S; Mauri, AN. Sunflower Protein Concentrates and Isolates Prepared from Oil Cakes Have High Water Solubility and Antioxidant Capacity. *J Am Oil Chem Soc.* 2011; 88 (3), 351–60. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s11746-010-1673-z>.
83. Tyapkova, O; Osen, R; Wagenstaller, M; Baier, B; Specht, F; Zacherl, C. Replacing fishmeal with oilseed cakes in fish feed – A study on the influence of processing parameters on the extrusion behavior and quality properties of the feed pellets. *J Food Eng.* 2016; 191, 28–36. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0260877416302564>.
84. Gerliani, N; Hammami, R; Aïder, M. A comparative study of the functional properties and antioxidant activity of soybean meal extracts obtained by conventional extraction and electro-activated solutions. *Food Chem.* 2020; 307, 125-547. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814619316711>.
85. Bigoniya, P; Nishad, R; Singh, CS. Preventive effect of sesame seed cake on hyperglycemia and obesity against high fructose-diet induced Type 2 diabetes in rats. *Food Chem.* 2012; 133 (4), 1355–61. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814612001902>.
86. Shu, Z; Liu, L; Geng, P; Liu, J; Shen, W; Tu, M. Sesame cake hydrolysates improved spatial learning and memory of mice. *Food Biosci.* 2019; 31, 100440. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212429217308957>.
87. Reshma, MV; Namitha, LK; Sundaresan, A; Ravi Kiran, C. Total Phenol Content, Antioxidant Activities and α -Glucosidase Inhibition of Sesame Cake Extracts. *J Food Biochem.* 2013; 37 (6), 723–31. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/j.1745-4514.2012.00671.x>.
88. Omer, HAA; Ahmed, SM; Abdel-Magid, SS; Bakry, BA; El-Karamany, MF; El-Sabaawy, EH. Nutritional impact of partial or complete replacement of soybean meal by sesame (*Sesamum indicum*) meal in lambs rations. *Bull Natl Res Cent.* 2019; 43 (1), 98. Disponible en: <https://doi.org/10.1186/s42269-019-0140-8>.

89. Tangendjaja, B. Quality control of feed ingredients for aquaculture. In: Feed and feeding practices in aquaculture. Elsevier; 2015, 141–69.
90. Maison, T. Evaluation of the nutritional value of canola meal, 00-rapeseed meal, and 00-rapeseed expellers fed to pigs. University of Illinois at Urbana-Champaign; 2014.
91. Egorova, TA; Lenkova, TN. Rapeseed (*Brassica napus* L.) and its prospective useage in poultry diet. Sel'skokhozyaistvennaya Biol. 2015; 50 (2),172–82.
92. Kaczmarek, P; Korniewicz, D; Lipiński, K; Mazur, M. Chemical composition of rapeseed products and their use in pig nutrition. Pol J Nat Sci. 2016; 31, 545–62.
93. Salazar-Villanea, S; Bruininx, EMAM; Gruppen, H; Hendriks, WH; Carré, P; Quinsac, A. Physical and chemical changes of rapeseed meal proteins during toasting and their effects on in vitro digestibility. J Anim Sci Biotechnol. 2016; 7 (1), 62. Disponible en: <https://doi.org/10.1186/s40104-016-0120-x>.
94. Mosenthin, R; Messerschmidt, U; Sauer, N; Carré, P; Quinsac, A; Schöne, F. Effect of the desolventizing / toasting process on chemical composition and protein quality of rapeseed meal. J Anim Sci Biotechnol. 2016; 7 (1), 36. Disponible en: <https://doi.org/10.1186/s40104-016-0095-7>.
95. Ramachandran, S; Singh, SK; Larroche, C; Soccol, CR; Pandey, A. Oil cakes and their biotechnological applications – A review. Bioresour Technol. 2007; 98 (10), 2000–9. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0960852406003981>.
96. Jahan, DA, Hussain, L; Islam, MA; Khan, M. Comparative Study of Mustard Oil Cake and Soybean Meal Based Artificial Diet for Rohu, *Labeo rohita* (Ham.) Fingerlings. Agric. 2013;11 (1), 61–6. Disponible en: <https://www.banglajol.info/index.php/AGRIC/article/view/15244>.
97. Grosu, C; Boaghi, E; Paladi, D; Deseatnicova, O; Reșitca, V. Prospects of using walnut oil cake in food industry. 2012.
98. Wang, R; Shaarani, SM; Godoy, LC; Melikoglu, M; Vergara, CS; Koutinas, A. Bioconversion of rapeseed meal for the production of a generic microbial

- feedstock. *Enzyme Microb Technol.* 2010; 47 (3), 77–83. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0141022910000888>.
99. Arrutia, F; Binner, E; Williams, P; Waldron, KW. Oilseeds beyond oil: Press cakes and meals supplying global protein requirements. *Trends Food Sci Technol.* 2020; 100, 88–102.
100. Rani, R; Badwaik, LS. Functional Properties of Oilseed Cakes and Defatted Meals of Mustard, Soybean and Flaxseed. *Waste Biomass Valorization* 2021; 12 (10). Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007/s12649-021-01407-z>.
101. Boateng, L; Ansong, R; Owusu, W; Steiner-Asiedu, M. Coconut oil and palm oil's role in nutrition, health and national development: A review. *Ghana Med J.* 2016; 50 (3),189–96.
102. Mushtaq, M; Akram, S; Hasany, SM. Seje (*Oenocarpus/Jessenia bataua*) Palm Oil BT - Fruit Oils: Chemistry and Functionality. En: Ramadan, MF (editor). Cham: Springer International Publishing. 2019; 883–98. Disponible en: https://doi.org/10.1007/978-3-030-12473-1_49.
103. Navas Hernández, PB; Fregapane, GM; Salvador, MD. Bioactive compounds, volatiles and antioxidant activity of virgin Seje oils (*Jessenia Bataua*) from the Amazonas. *J Food Lipids.* 2009; 16. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/j.1745-4522.2009.01171.x>.
104. Terés, S; Barceló-Coblijn, G; Benet, M; Álvarez, R; Bressani, R; Halver, JE. Oleic acid content is responsible for the reduction in blood pressure induced by olive oil. *Proc Natl Acad Sci U S A.* 2008; 105 (37), 13811–6. Disponible en: <https://www.pnas.org>.
105. Vögler, O; Casas, J; Capó, D; Nagy, T; Borchert, G; Martorell, G. The Gbetagamma dimer drives the interaction of heterotrimeric Gi proteins with nonlamellar membrane structures. *J Biol Chem.* 2004; 279 (35), 36540–5. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15231827/>.
106. Wang, L; Xu, F; Song, Z; Han, D; Zhang, J; Chen, L. A high fat diet with a high C18:0/C16:0 ratio induced worse metabolic and transcriptomic profiles in C57BL/6 mice. *Lipids Health Dis.* 2020;19 (1), 1–13. Disponible en: <https://lipidworld.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12944-020-01346-z>.

107. Odia, OJ; Ofori, S; Maduka, O. Palm oil and the heart: A review. *World J Cardiol.* 2015; 7 (3),144. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.4330/wjc.v7.i3.144>.
108. Miazgowski, T; Kaczmarkiewicz, A; Miazgowski, B; Kopeć, J. Cardiometabolic health, visceral fat and circulating irisin levels: results from a real-world weight loss study. *J Endocrinol Invest.* 2020. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s40618-020-01415-1>.
109. Teng, K-T; Chang, LF; Vethakkan, SR; Nesaretnam, K; Sanders, TAB. Effects of exchanging carbohydrate or monounsaturated fat with saturated fat on inflammatory and thrombogenic responses in subjects with abdominal obesity: A randomized controlled trial. *Clin Nutr.* 2017; 36 (5), 1250–8. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2016.08.026>.
110. Odia, OJ; Ofori, S; Maduka, O. Palm oil and the heart: A review. *World J Cardiol.* 2015; 7 (3),144.
111. Scano, P; Casu, M; Lai, A; Saba, G; Dessi, MA; Deiana, M. Recognition and quantitation of cis-vaccenic and eicosenoic fatty acids in olive oils by ¹³C nuclear magnetic resonance spectroscopy. *Lipids.* 1999; 34 (7), 757–9.
112. Boskou, D; Blekas, G; Tsimidou, M. Phenolic compounds in olive oil and olives. *Curr Top Nutraceutical Res.* 2005; 3.
113. Leone, AM; Santoro, M; Liuzzi, VA; Gambacorta, G. [The structure of diglycerides and their occurrence in olive oils as a means to characterize high quality products]. [Italiano]. *Riv Ital Delle Sostanze Grasse.* 1988.
114. Frega, N; Bocci, F; Lercker, G. Direct gas chromatographic analysis of the unsaponifiable fraction of different oils with a polar capillary column. *J Am Oil Chem Soc.* 1992; 69 (5), 447–50.
115. Ramadan, MF; Mörsel, J-T. Oil goldenberry (*Physalis peruviana* L.). *J Agric Food Chem.* 2003; 51. Disponible en: <https://doi.org/10.1021/jf020778z>.
116. Ramadan, MF; Mörsel, J-T. Goldenberry (*Physalis peruviana*) Oil BT - Fruit Oils: Chemistry and Functionality. En: Ramadan, MF (editor). Cham: Springer International Publishing. 2019; 397–404. Disponible en: https://doi.org/10.1007/978-3-030-12473-1_19.

117. Clegg, ME. They say coconut oil can aid weight loss, but can it really? *Eur J Clin Nutr.* 2017; 71 (10), 1139–43.
118. Marten, B; Pfeuffer, M; Schrezenmeir, J. Medium-chain triglycerides. *Int Dairy J.* 2006; 16 (11), 1374–82.
119. Boemeke, L; Marcadenti, A; Busnello, FM, Gottschall, CBA. Effects of coconut oil on human health. *Open J Endocr Metab Dis.* 2015; 5 (07), 84.
120. Orsavova, J; Misurcova, L; Ambrozova, JV; Vicha, R; Mlcek, J. Fatty acids composition of vegetable oils and its contribution to dietary energy intake and dependence of cardiovascular mortality on dietary intake of fatty acids. *Int J Mol Sci.* 2015; 16 (6), 12871–90.
121. Selverajah, M; Zakaria, ZA; Long, K; Ahmad, Z; Yaacob, A; Somchit, MN. Anti-ulcerogenic activity of virgin coconut oil contribute to the stomach health of humankind. *CELLMED.* 2016; 6 (2), 11.1-11.7. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.5667/tang.2015.0031>.
122. Mahayothee, B; Koomyart, I; Khuwijitjaru, P; Siriwongwilaichat, P; Nagle, M; Müller, J. Phenolic compounds, antioxidant activity, and medium chain fatty acids profiles of coconut water and meat at different maturity stages. *Int J Food Prop.* 2016; 19 (9), 2041–51.
123. Janu, C; Kumar, DRS; Reshma, MV; Jayamurthy, P; Sundaresan, A; Nisha, P. Comparative study on the total phenolic content and radical scavenging activity of common edible vegetable oils. *J Food Biochem.* 2014; 38 (1), 38–49.
124. Pacheco-Palencia, LA; Mertens-Talcott, S; Talcott, ST. Chemical Composition, Antioxidant Properties, and Thermal Stability of a Phytochemical Enriched Oil from Açai (*Euterpe oleracea* Mart.). *J Agric Food Chem.* 2008; 56 (12), 4631–6. Disponible en: <https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/jf800161u>.
125. Fruehwirth, S; Steinschaden, R; Woschitz, L; Richter, P; Schreiner, M; Hoffmann B. Oil-assisted extraction of polyphenols from press cake to enhance oxidative stability of flaxseed oil. *LWT.* 2020; 133.

126. Caprioli, G; Iannarelli, R; Sagratini, G; Vittori, S; Zorzetto, C; Sánchez-Mateo, CC. Phenolic acids, antioxidant and antiproliferative activities of Naviglio® extracts from *Schizogyne sericea* (Asteraceae). *Nat Prod Res.* 2017; 31 (5), 515–22.
127. Tajik, N; Tajik, M; Mack, I; Enck, P. The potential effects of chlorogenic acid, the main phenolic components in coffee, on health: a comprehensive review of the literature. *Eur J Nutr* 2017; 56 (7), 2215–44. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00394-017-1379-1>.
128. Naveed, M; Hejazi, V; Abbas, M; Kamboh, AA; Khan, GJ; Shumzaid, M. Chlorogenic acid (CGA): A pharmacological review and call for further research. *Biomed Pharmacother.* 2018; 97, 67–74.
129. Olthof, MR; Hollman, PCH; Katan, MB. Chlorogenic Acid and Caffeic Acid Are Absorbed in Humans. *J Nutr.* 2001; 131 (1), 66–71. Disponible en: <https://academic.oup.com/jn/article/131/1/66/4686566>.
130. Srinivasulu, C; Ramgopal, M; Ramanjaneyulu, G; Anuradha, CM; Suresh Kumar, C. Syringic acid (SA) – A Review of Its Occurrence, Biosynthesis, Pharmacological and Industrial Importance. *Biomed Pharmacother.* 2018; 108, 547–57.
131. Itoh, A; Isoda, K; Kondoh, M; Kawase, M; Watari, A; Kobayashi, M. Hepatoprotective Effect of Syringic Acid and Vanillic Acid on CCl₄-Induced Liver Injury. *Biol Pharm Bull.* 2010; 33 (6), 983–7.
132. Bezerra-Filho, CSM; Barboza, JN; Souza, MTS; Sabry, P; Ismail, NSM; De Sousa, DP. Therapeutic Potential of Vanillin and its Main Metabolites to Regulate the Inflammatory Response and Oxidative Stress. *Mini-Reviews Med Chem.* 2019; 19 (20), 1681–93.
133. Calixto-Campos, C; Carvalho, TT; Hohmann, MSN; Pinho-Ribeiro, FA; Fattori, V; Manchope, MF. Vanillic Acid Inhibits Inflammatory Pain by Inhibiting Neutrophil Recruitment, Oxidative Stress, Cytokine Production, and NFκB Activation in Mice. *J Nat Prod.* 2015; 78 (8), 1799–808. Disponible en: <https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/acs.jnatprod.5b00246>.
134. Kim, SJ; Kim, MC; Um, JY; Hong, SH. The Beneficial Effect of Vanillic Acid on Ulcerative Colitis. *Mol.* 2010; 15 (10), 7208–17. Disponible en: <https://www.mdpi.com/1420-3049/15/10/7208/htm>.

135. Illam, SP; Narayanankutty, A; Raghavamenon, AC. Polyphenols of virgin coconut oil prevent pro-oxidant mediated cell death. *Toxicol Mech Methods*. 2017; 27 (6), 442–50.
136. Mulyadi, AF; Schreiner, M; Dewi, IA. Phenolic and volatile compounds, antioxidant activity, and sensory properties of virgin coconut oil: occurrence and their relationship with quality. En: *AIP Conference Proceedings*. AIP Publishing LLC. 2018, 70020.
137. Barros, L; Calhelha, RC; Queiroz, MJRP; Santos-Buelga, C; Santos, EA; Regis WCB. The powerful in vitro bioactivity of *Euterpe oleracea* Mart. seeds and related phenolic compounds. *Ind Crops Prod*. 2015; 76, 318–22.
138. Melo, PS; Arrivetti, L de OR; De Alencar, SM; Skibsted, LH. Antioxidative and prooxidative effects in food lipids and synergism with α -tocopherol of açai seed extracts and grape rachis extracts. *Food Chem*. 2016; 213, 440–9.
139. Martins, GR; Do Amaral, FRL; Brum, FL; Mohana-Borges, R; De Moura, SST; Ferreira, FA. Chemical characterization, antioxidant and antimicrobial activities of açai seed (*Euterpe oleracea* Mart.) extracts containing A- and B-type procyanidins. *LWT*. 2020; 132, 1098-30.
140. Rodrigues, RB; Lichtenthaler, R; Zimmermann, BF; Papagiannopoulos, M; Fabricius, H; Marx, F. Total oxidant scavenging capacity of *Euterpe oleracea* Mart.(açai) seeds and identification of their polyphenolic compounds. *J Agric Food Chem*. 2006; 54 (12), 4162–7.
141. Montedoro, G; Servili, M; Baldioli, M; Miniati, E. Simple and hydrolyzable phenolic compounds in virgin olive oil. 2. Initial characterization of the hydrolyzable fraction. *J Agric Food Chem*. 1992; 40 (9),1577–80.
142. Montedoro, G; Servili, M; Baldioli, M; Selvaggini, R; Miniati, E; Macchioni, A. Simple and hydrolyzable compounds in virgin olive oil. 3. Spectroscopic characterizations of the secoiridoid derivatives. *J Agric Food Chem*. 1993; 41 (11), 2228–34.
143. Owen, RW; Giacosa, A; Hull, WE; Haubner, R; Spiegelhalder, B; Bartsch, H. The antioxidant / anticancer potential of phenolic compounds isolated from olive oil. *Eur J Cancer*. 2000; 36 (10), 1235–47.

144. Owen, RW; Mier, W; Giacosa, A; Hull, WE; Spiegelhalder, B; Bartsch, H. Identification of lignans as major components in the phenolic fraction of olive oil. *Clin Chem.* 2000; 46 (7), 976–88.
145. Owen, RW; Mier, W; Giacosa, A; Hull, WE; Spiegelhalder, B; Bartsch, H. Phenolic compounds and squalene in olive oils: the concentration and antioxidant potential of total phenols, simple phenols, secoiridoids, lignans and squalene. *Food Chem Toxicol.* 2000; 38 (8), 647–59.
146. Papadopoulos, G; Boskou, D. Antioxidant effect of natural phenols on olive oil. *J Am Oil Chem Soc.* 1991; 68 (9), 669–71.
147. Owen, RW; Giacosa, A; Hull, WE; Haubner, R; Würtele, G; Spiegelhalder, B. Olive-oil consumption and health: The possible role of antioxidants. *Lancet Oncol.* 2000; 1. Disponible en: [https://doi.org/10.1016/S1470-2045\(00\)00015-2](https://doi.org/10.1016/S1470-2045(00)00015-2).
148. Takanashi, K; Suda, M; Matsumoto, K; Ishihara, C; Toda, K; Kawaguchi, K. Epicatechin oligomers longer than trimers have anti-cancer activities, but not the catechin counterparts. *Sci Rep.* 2017; 7 (1), 1–13.
149. Ou, K; Gu, L. Absorption and metabolism of proanthocyanidins. *J Funct Foods.* 2014; 7, 43–53.
150. Shahidi, F; Ramakrishnan, VV; Oh, WY. Bioavailability and metabolism of food bioactives and their health effects: A review. *J Food Bioact.* 2019; 8.
151. Lama-Muñoz, A; Contreras, M; Espínola, F; Moya, M; Romero, I; Castro, E. Content of phenolic compounds and mannitol in olive leaves extracts from six Spanish cultivars: Extraction with the Soxhlet method and pressurized liquids. *Food Chem.* 2020; 320, 126626.
152. De Azevedo, WM; De Oliveira, LFR; Alcântara, MA; De Magalhães Cordeiro, AMT; Da Silva Chaves Damasceno, KSF; De Araújo, NK. Physicochemical characterization, fatty acid profile, antioxidant activity and antibacterial potential of cacay oil, coconut oil and cacay butter. *PLoS One.* 2020;15 (4). Disponible en: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0232224>.

ANEXOS

Anexo 1. ENSAYOS PROXIMALES



LA MOLINA CALIDAD TOTAL LABORATORIOS UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

Instituto de Certificación, Inspección y Ensayos



INFORME DE ENSAYOS N° 001350 - 2022

SOLICITANTE : PORTUGAL MELGAR ALAN
DIRECCIÓN LEGAL : CALLE CASTILLA LA NUEVA 373, LA MOLINA
: RUC: 40770340 Teléfono: ---
PRODUCTO : SINAMI
NÚMERO DE MUESTRAS : Uno
IDENTIFICACIÓN/MTRA. : FI: 10-122021
CANTIDAD RECIBIDA : 165,3 g (+envase) de muestra proporcionada por el solicitante.
MARCA(S) : S.M.
FORMA DE PRESENTACIÓN : A Granel, la muestra ingresa en bolsa cerrada
SOLICITUD DE SERVICIO : S/S N°EN-000807 -2022
REFERENCIA : ACEPTACION TELEFONICA
FECHA DE RECEPCIÓN : 22/03/2022
ENSAYOS SOLICITADOS : FÍSICO/QUÍMICO
PERÍODO DE CUSTODIA : No aplica

RESULTADOS :

ENSAYOS FÍSICOS/QUÍMICOS :

ALCANCE : N.A.

ENSAYOS	RESULTADO
1.- % Kcal. proveniente de Carbohidratos	66,5
2.- % Kcal. proveniente de Grasa	26,8
3.- % Kcal. proveniente de Proteínas	6,7
4.- Cenizas(g / 100 g de muestra original)	2,2
5.- Energía Total(Kcal / 100 g de muestra original)	457,2
6.- Proteína(g / 100 g de muestra original) (Factor: 6,25)	7,7
7.- Carbohidratos(g / 100 g de muestra original)	76,0
8.- Grasa(g / 100 g de muestra original)	13,6
9.- Humedad(g / 100 g de muestra original)	0,5
10.- Fibra Cruda(g / 100 g de muestra original)	19,2

MÉTODOS UTILIZADOS EN EL LABORATORIO :

- 1.- Por Cálculo MS-INN Collazos 1993
- 2.- Por Cálculo MS-INN Collazos 1993
- 3.- Por Cálculo MS-INN Collazos 1993
- 4.- AOAC 935.39 (B) Cap. 32, Pág. 79, 21st Edition 2019
- 5.- Por Cálculo MS-INN Collazos 1993
- 6.- AOAC 935.39 (C) Cap. 32, Pág. 79, 21st Edition 2019
- 7.- Por Diferencia MS-INN Collazos 1993
- 8.- AOAC 935.39 (D) Cap. 32, Pág. 79, 21st Edition 2019
- 9.- NTP 206.011:2018
- 10.- NTP 205.003:1980 (Revisada al 2011)

CONTINÚA INFORME DE ENSAYOS N° 001350 - 2022

Pág 1/2

Av. La Molina S/N (frente a la puerta principal de la Universidad Agraria) - La Molina - Lima - Perú
Telf.: (511) 3495640 - 3492507 Fax: (511) 3495794

E-mail: mktg@lamolina.edu.pe - Página Web: www.lamolina.edu.pe/calidadtotal -  la molina calidad total



LA MOLINA CALIDAD TOTAL LABORATORIOS
UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

Instituto de Certificación, Inspección y Ensayos



INFORME DE ENSAYOS

N° 001350 - 2022

FECHA DE EJECUCION DE ENSAYOS: Del 22/03/2022 Al 30/03/2022.

ADVERTENCIA :

- 1- El muestreo, las condiciones de muestreo, tratamiento y transporte de la muestra hasta su ingreso a La Molina Calidad Total - Laboratorios son de responsabilidad del Solicitante.
- 2- Se prohíbe la reproducción parcial o total del presente Informe sin la autorización de La Molina Calidad Total - Laboratorios.
- 3- Válido sólo para la cantidad recibida. No es un Certificado de Conformidad ni Certifiendo del Sistema de Calidad de quien lo produce.

La Molina, 30 de Marzo de 2022



LA MOLINA CALIDAD TOTAL LABORATORIOS - UNALM

Mg. Quím. Elsa Holman Parada
Directora Técnica (e)
C.Q.P. N° 470

Pág 2/2

Anexo 2. DUPLICADOS DE ENSAYOS PROXIMALES



LA MOLINA CALIDAD TOTAL LABORATORIOS UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

Instituto de Certificación, Inspección y Ensayos



INFORME DE ENSAYOS

N° 003653-2022

SOLICITANTE : PORTUGAL MELGAR ALAN
DIRECCIÓN LEGAL : CALLE CASTILLA LA NUEVA 373, LA MOLINA
RUC : 40770340 Teléfono : ---
PRODUCTO : SINAMI
NUMERO DE MUESTRAS : Uno
IDENTIFICACIÓN/MTRA : FI: 10-122021
CANTIDAD RECIBIDA : 165,3 g (+envase) de muestra proporcionada por el solicitante.
MARCA(S) : S.M.
FORMA DE PRESENTACIÓN : A Granel, la muestra ingresa en bolsa cerrada.
SOLICITUD DE SERVICIOS : S/S N°EN- 002364 -2022
REFERENCIA : ACEPTACIÓN TELEFONICA
FECHA DE RECEPCIÓN : 02/08/2022
ENSAYOS SOLICITADOS : FÍSICO / QUÍMICO
PERÍODO DE CUSTODIA : No aplica

RESULTADOS:

ENSAYOS FÍSICOS / QUÍMICOS:

ALCANCE: N.A.

ENSAYOS	PROMEDIO	RESULTADO 1	RESULTADO 2
1 - % Kcal. proveniente de Carbohidratos	66,5	---	---
2 - % Kcal. proveniente de Grasa	26,8	---	---
3 - % Kcal. proveniente de Proteínas	6,7	---	---
4 - Cenizas (g/100 g de muestra original)	2,2	2,27	2,16
5 - Energía Total (Kcal/100 g de muestra original)	457,2	---	---
6 - Proteína (g/100 g de muestra original) (Factor:6,25)	7,7	7,73	7,56
7 - Carbohidratos (g/100 g de muestra original)	76,0	---	---
8 - Grasa (g/100 g de muestra original)	13,6	13,59	13,59
9 - Humedad (g/100 g de muestra original)	0,5	0,59	0,48
10 - Fibra Cruda (g/100 g de muestra original)	19,2	19,40	19,06

MÉTODOS UTILIZADOS EN EL LABORATORIO:

- 1 - Por Cálculo MS-INN Collazos 1993
- 2 - Por Cálculo MS-INN Collazos 1993
- 3 - Por Cálculo MS-INN Collazos 1993
- 4 - AOAC 935.39 (B) Cap. 32, Pág. 79, 21st Edition 2019
- 5 - Por Cálculo MS-INN Collazos 1993
- 6 - AOAC 935.39 (C) Cap. 32, Pág. 79, 21st Edition 2019
- 7 - Por Diferencia MS-INN Collazos 1993
- 8 - AOAC 935.39 (D) Cap. 32, Pág. 79, 21st Edition 2019
- 9 - NTP 206.011:2018
- 10 - NTP 205.003:1980 (Revisada al 2011)

Observaciones: El presente informe reemplaza al informe de ensayo N° 001350-2022 de fecha 30 de Marzo de 2022 y se expide a solicitud del interesado.

CONTINÚA INFORME DE ENSAYOS N° 003653-2022

Pág. 1/2

Av. La Molina S/N (frente a la puerta principal de la Universidad Agraria) - La Molina - Lima - Perú
Telf.: (511) 3495640 - 3492507 Fax: (511) 3495794
E-mail: mktg@lamolina.edu.pe - Página Web: www.lamolina.edu.pe/calidadtotal - la molina calidad total



LA MOLINA CALIDAD TOTAL LABORATORIOS
UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

Instituto de Certificación, Inspección y Ensayos

INFORME DE ENSAYOS

N° 003653- 2022



FECHA DE EJECUCIÓN DE ENSAYOS: Del 22/03/2022 Al 30/03/2022.

ADVERTENCIA:

- 1.- El muestreo, las condiciones de muestreo, tratamiento y transporte de la muestra hasta su ingreso a La Molina Calidad Total - Laboratorios son de responsabilidad del Solicitante.
- 2.- Se prohíbe la reproducción parcial o total del presente Informe sin la autorización de La Molina Calidad Total - Laboratorios.
- 3.- Válido solo para la cantidad recibida. No es un certificado de Conformidad ni Certificado del Sistema de Calidad de quien lo produce.

La Molina, 02 de Agosto de 2022

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA



LA MOLINA CALIDAD TOTAL LABORATORIOS - UNALM

Lourdes Barco
Biol. Lourdes Margarita Barco Saldaña
Directora Técnica (e)
CBP - N° 01232

Pág. 2/2

Anexo 3. ENSAYOS DE ACIDOS GRASOS



INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ

Área Funcional de investigaciones en Acuicultura

LABORATORIO DE ANÁLISIS INSTRUMENTAL

INFORME DE RESULTADOS: N° 02/2022

Solicitante: Alan Jonathan Portugal Melgar
Muestras: Dos (02) muestras de aceite
Análisis: TUSNE N° 004
Fecha de recepción: 08/04/2022
Fecha de entrega de resultados: 13/04/2020

Resultados

En las páginas 02 y 03

Atentamente,

Quím. Leenin Flores Ramos
Responsable del Laboratorio de
Análisis Instrumental
N° CQP: 1107
Correo: lflores@imarpe.gob.pe
Teléfono: (051) 208-8650 anexo: 845

INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ
I.M.A.R.P.E.
por *Jorge Flores Mejo*
Big. Jorge Alfredo Flores Mejo
Coordinador del Área Funcional de
Investigaciones en Acuicultura



PROCEDIMIENTO

El ensayo de ácidos grasos fue realizado mediante el método de Ichihara y Fukubayashi (2010), el cual consiste en añadir tolueno, metanol y ácido clorhídrico a 1 mg de los lípidos extraídos e incubar la mezcla a 45°C para la derivatización. Los metilesteres producidos se extrajeron con hexano para ser analizados por cromatografía gaseosa en el equipo Varian CP-3800, bajo las siguientes condiciones de la tabla 1.

Tabla 1. Parámetros instrumentales del análisis de ácidos grasos.

PARÁMETROS INSTRUMENTALES	CONDICIONES
Volumen de inyección	1µL
Modo de inyección	splitless
Tiempo de inyección	0,5 min
Temperatura del inyector	250 °C
Columna capilar	Restek, FAMEWAX® WCOT fused silica 30mx0,25mmx0,25µm
Gas de arrastre	Helio
Flujo de gas	1 mL/min
Rampa de temperatura	120 °C por 1min, 30 °C/min hasta 160 °C, 160 °C por 1 min, 4 °C/min hasta 240 °C, 240 °C por 7min.
Tiempo total del programa de temperatura	30,33 min
Temperatura programada del detector	260 °C

El resultado de los ácidos grasos se expresó como mg de ácido graso por gramo de muestra. El análisis se realizó por duplicado.

RESULTADOS

Los resultados se muestran en la tabla 2.

Tabla 2. Composición de ácidos grasos (g/100 g).

Código de Muestra	TFF1	TFS2
C 14:0	0,81 ± 0,03	0,88 ± 0,06
C 16:0	195,96 ± 7,5	202,33 ± 13,53
C 16:1n-7	8,49 ± 0,31	8,73 ± 0,57
C 18:0	19,61 ± 0,47	20,17 ± 1,24
C 18:1n-9	636,07 ± 16,61	646,37 ± 40,42
C 18:1n-7	20,76 ± 0,71	21,51 ± 0,97
C 18:2n-6	135,59 ± 3,63	137,54 ± 8,68
C 18:3n-3	5,89 ± 0,16	5,93 ± 0,37
C 18:4n-3	0,19 ± 0,02	0,21 ± 0,03

Acido palmítico (16:0), Acido palmitoléico (16:1n-7), Acido esteárico (18:0), Acido oleico (18:1n-9) y Acido linoleico (18:2n-6).



J. FLORES

REFERENCIAS

Ichihara K. y Fukubayashi Y. 2010. Preparation of fatty acid methyl esters for gas-liquid chromatography. *J Lipid Res.* 2010 Mar; 51(3):635-40.

Anexo 4. ENSAYOS DE POLIFENOLES Y ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE

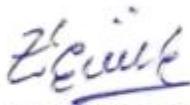
 Instituto de Ciencias de los Alimentos y Nutrición - ICAN USIL UNIVERSIDAD SAN IGNACIO DE LOYOLA S.A Vicerrectorado de Investigación y Desarrollo	Campus de USIL Pachacamac, Av. Pista Asfaltada, Fundo La Carolina Sección B, Parcela 1, Pachacamac, Lima, Lima, Peru Directora ICAN USIL: Dra. Ana Maria Muñoz Jauregui amunoz@usil.edu.pe / T. 317-1000 anexo 3142 web: https://investigacion.usil.edu.pe/sobre-vri/instituto-de-ciencias-de-los-alimentos-y-nutricion-ican/
--	---

Resultados del contenido de polifenoles totales, actividad antioxidante y fenoles individuales mediante HPLC-DAD

Contenido de polifenoles y actividad antioxidante en el residuo de la extracción mediante Soxhlet y Folch.

Sistema de extracción	Polifenoles totales	Actividad antioxidante	
		DPPH	ABTS
Soxhlet	550.42±0.70	986.02±1.95	326.86±1.65
Folch	359.49±3.52	472.89±2.07	295.79±1.95

USIL PACHACAMAC, 11 junio de 2022

MUESTRAS ELABORADAS PROCESADAS POR	
 SANDRA CASIMIRO GONZALES Jefa del Centro de Investigación CIQA ICAN USIL	 DIOMEDES FERNANDO RAMOS ESCUDERO Investigador del Centro de Investigación CIQA ICAN USIL

RESULTADOS DE ENSAYOS

Contenido de fenoles individuales en el residuo de la extracción mediante Soxhlet y Folch.

Sistema de extracción	Soxhlet	Folch
2-hydroxycinnamic acid	13.87±0.5	6.45±0.07
3,4-dihydroxybenzoic acid	247.1±7.12	139.72±0.21
Caffeic acid	3.47±0.1	1.63±0.03
Chlorogenic acid	183.34±5.36	173.08±0.17
Ferulic acid	22.73±0.34	7.77±0.02
Gallic acid	39.11±0.13	15.29±0.28
Rutin trihydrate	6.72±0.1	4.54±0.97
Sinapic acid	27.67±0.91	18.64±0.14
Syringic acid	72.45±2.55	53.98±0.14
Vainillin	23.6±0.59	14.96±0.05
Vanillic acid	148.1±3.6	85.69±1.25

Anexo 5. ENSAYOS DE METALES



**Alex Stewart
(International) del Perú S.R.L.**

**INFORME DE ENSAYO
N° 335/LOM-22**

Pág. 1 de 1

Cliente : UNIVERSIDAD SAN IGNACIO DE LOYOLA
Dirección : Av. La Fontana N° 550 – Urb. San César de la Molina
 La Molina – Lima.
Producto descrito por el cliente : RESIDUO DE PULPA DE SINAMI
Identificación de la muestra : Sub-producto de Sinami
Cantidad de muestra : 01 Muestra de 250g Aprox.
Envase : Bolsa plástica
Fecha de recepción : 23-05-2022
Inicio de análisis : 25-05-2022
Término de análisis : 31-05-2022
Nuestra referencia : Orden de Análisis N° 1550 / Cotización N° 21081
Referencia del cliente : E-mail del 23-05-2022

RESULTADOS:

ASA - O	Ag mg/kg	Al mg/kg	As mg/kg	Ba mg/kg	Bi mg/kg	Ca mg/kg	Cd mg/kg	Co mg/kg	Cr mg/kg	Cu mg/kg
7006	<0.25	36	<0.5	6.8	<0.5	610.8	<0.25	<0.25	19.2	11.3
ASA - O	Fe mg/kg	Ga mg/kg	Hg mg/kg	In mg/kg	K mg/kg	La mg/kg	Li mg/kg	Mg mg/kg	Mn mg/kg	Mo mg/kg
7006	103	<0.30	<0.05	<0.5	4929	<0.50	<0.50	592	129	<0.5
ASA - O	Na mg/kg	Ni mg/kg	P mg/kg	Pb mg/kg	Sb mg/kg	Se mg/kg	Sn mg/kg	Sr mg/kg	Ta mg/kg	Te mg/kg
7006	9	8.7	908.298	<0.25	<0.5	<0.5	0.6	2.3	<0.5	<0.5
ASA - O	Ti mg/kg	Tl mg/kg	V mg/kg	W mg/kg	Zn mg/kg	Zr mg/kg	S mg/kg			
7006	<0.5	<0.5	<0.5	<1	16.0	<0.5	1416			

MÉTODO:

Food Safety and Standards Authority of India. Determination of Elements in Foods Using Microwave Assisted. Digestion by Inductively Coupled Plasma-Optical Emission Spectrometer (ICP-OES).

Lima, 31 de Mayo del 2022

Gerencia de Calidad
Lic. Karyn Loo Paiva
CQP. N° 651

J.P.V.

Los resultados emitidos en este informe corresponden únicamente a la cantidad de muestra recibida y ensayada en el laboratorio, no deben ser utilizados como certificación de conformidad con las normas de producto o sistema de calidad.

ADVERTENCIA: La alteración parcial o total de este documento es penalizado por ley. Cualquier corrección sólo podrá ser realizada por Alex Stewart (International) del Perú S.R.L. reemplazándolo por uno nuevo.

ASA-P-T-09

Form.15.-Rev.07-Jul.19

ESTE DOCUMENTO HA SIDO EMITIDO EN BASE A LOS RESULTADOS DE ANÁLISIS Y PRUEBAS EFECTUADOS EN NUESTRO LABORATORIO CON LA MAYOR HABILIDAD, CONOCIMIENTOS Y BUENA FE. LA RESPONSABILIDAD DE ALEX STEWART (INTERNATIONAL) DEL PERU S.R.L. AL EMITIR EL PRESENTE DOCUMENTO ESTA LIMITADA A LAS CONDICIONES DE PRESTACIÓN DE NUESTROS SERVICIOS ACEPTADAS POR EL CLIENTE. EL PRESENTE DOCUMENTO NO EXIME A LAS PARTES CONTRATANTES DE SUS OBLIGACIONES NI LIMITA EL EJERCICIO DE SUS DERECHOS.

Calle Los Negocios 420, Surquillo - Lima 34, Perú ☎ 051-1 652-4650
 E-mail: asagerencia@alexstewart.com.pe www.alexstewart.com.pe

Anexo 6. ENSAYOS DE METALES (DUPLICADOS)

ALEXIS TRUWANT (ASAXP005) DELI PERU

10/10/2014	24/05/2022
Fecha de Análisis:	27/05/2022
Fecha de Reporte:	30/05/2022
Total de muestras:	1

Analista:	Sandra Gómez V
Atención:	

Análisis:	ICP
Tipo de Muestra:	



Identificación Muestra		ICP-PESalesHCl																																			
		Ag	Al	As	Ba	Bi	Ca	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Ga	Hg	In	K	La	Li	Mg	Mn	Mo	Na	Ni	P	Pb	Sb	Se	Sn	Sr	Ta	Ti	Te	Zn	Zr	S		
ASA-D-	7005	<0.25	43	<0.3	0.4	<0.5	522.5	<0.25	<0.25	19.2	11.3	103	<0.30	<0.05	<0.5	4929	<0.50	<0.50	592																		
ASA-D-	7006	<0.25	38	<0.3	0.4	<0.5	526.9	<0.25	<0.25	<0.25	11.2	17	<0.30	<0.05	<0.5	4234	<0.50	<0.50	486																		
ASA-D-	7006a	<0.25	46	<0.3	0.4	<0.5	518.1	<0.25	<0.25	<0.25	11.0	18	<0.30	<0.05	<0.5	4252	<0.50	<0.50	477																		
ASA-D-	7006b	<0.25	38	<0.3	0.8	<0.5	614.7	<0.25	<0.25	19.4	11.5	101	<0.30	<0.05	<0.5	4935	<0.50	<0.50	584																		
ASA-D-	7006b	<0.25	34	<0.3	6.7	<0.5	606.8	<0.25	<0.25	19.0	11.1	105	<0.30	<0.05	<0.5	4923	<0.50	<0.50	590																		
ASA-D-	7005	112	<0.5	3	1.4	745	<0.25	<0.5	<0.5	<0.5	2.0	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<1	14.6	<0.5	1182																	
ASA-D-	7006	129	<0.5	9	8.7	906	<0.25	<0.5	<0.5	0.6	2.3	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<1	16.0	<0.5	1416																	
ASA-D-	7006a	109	<0.5	4	1.4	745	<0.25	<0.5	<0.5	<0.5	2.00	<0.5	<0.25	<0.5	<0.5	<0.5	<1	14.9	<0.5	1176																	
ASA-D-	7006b	115	<0.5	2	1.4	745	<0.25	<0.5	<0.5	<0.5	2.00	<0.5	<0.25	<0.5	<0.5	<0.5	<1	14.3	<0.5	1188																	
ASA-D-	7006a	129	<0.5	10	9.3	904	<0.25	<0.5	<0.5	0.6	2.50	<0.5	<0.25	<0.5	<0.5	<0.5	<1	16.0	<0.5	1420																	
ASA-D-	7006b	129	<0.5	8	8.2	912	<0.25	<0.5	<0.5	0.6	2.10	<0.5	<0.25	<0.5	<0.5	<0.5	<1	16.0	<0.5	1412																	

VARIAN 720-ES-ICP OPTICAL EMISSION SPECTROMETER