



*La investigación, su esencia y arte.*

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

**TESIS:**

“INFLUENCIA DEL SECADO CON AIRE CALIENTE EN EL CONTENIDO DE FENÓLICOS TOTALES Y CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DE SEMILLAS DE PALTA (*Persea americana*) ORGÁNICA VAR. HAS”

**Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero en Industrias Alimentarias**

**LINEA DE INVESTIGACION:**

CARACTERIZACION DE MATERIAS PRIMAS, PRODUCTOS Y SEGURIDAD ALIMENTARIA

**OBJETIVO DE DESARROLLO SOSTENIBLE:**

ODS 3. SALUD Y BIENESTAR

**CAMPO DE LA INVESTIGACIÓN Y EL DESARROLLO OCDE:**

2.00.00 (Ingeniería, tecnología)

2.04.00 (Ingeniería Química)

**PRESENTADO POR:**

JUDITH LAURA SILVA GONZALES

(ORCID: 0000-0001-8771-7757) (<https://orcid.org/0000-0001-8771-7757>)

**ASESORA**

**Dra. LUCIA RUTH PANTOJA TIRADO**

(ORCID: 0000-0001-9157-6088) (<https://orcid.org/0000-0001-9157-6088>)

**Pampas – Perú**

**2026**

"Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres"

## FACULTAD DE INGENIERÍA

<b>ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS EN LA MODALIDAD PRESENCIAL PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS</b>	
Expediente N° 01-2026-UNAT/FI-EPIA	Página 1 de 1

En esta acta, se hace constar que en el auditorium de la Escuela Profesional de auditorio de la Escuela Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional Autónoma de Tayacaja Daniel Hernández Morillo, ubicado en el distrito de Ahuaycha, provincia de Tayacaja, departamento Huancavelica, el día **12 de enero del 2026**, a las **11:00** horas, se reunieron los miembros del Jurado Calificador designados con Resolución de Comisión Organizadora N° 235-2023-CO-UNAT de 25 de julio del 2023, con el propósito de llevar a cabo el **Acto de Sustentación** de la Tesis de Titulación Profesional:

### **"INFLUENCIA DEL SECADO CON AIRE CALIENTE EN EL CONTENIDO DE FENÓLICOS TOTALES Y LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DE SEMILLAS DE PALTA (Persea americana) ORGÁNICA VAR. HASS"**

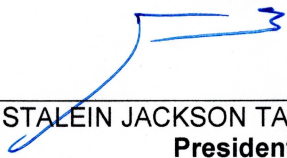

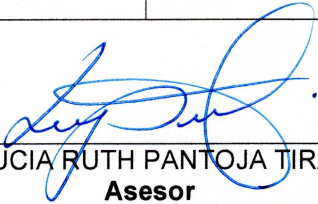
Dicha tesis ha sido presentada por la Bachiller en Ingeniería en Industrias Alimentarias **SILVA GONZALES JUDITH LAURA**, asesorado por la docente **Dra. LUCIA RUTH PANTOJA TIRADO** adscrita al Departamento Académico de Ingeniería en Industrias Alimentarias.

Después de haber calificado el informe final de tesis, escuchada la sustentación y las respuestas a las preguntas formuladas por el Jurado, se le declara<sup>1</sup>: Aprobado, para optar el **Título Profesional de INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**, con la calificación de 18, que corresponde a la condición<sup>2</sup>: Muy bueno.

En consecuencia, el sustentante:

- Queda en condición de recibir el indicado Título Profesional, de conformidad con las normas legales, estatutarias y reglamentarias aplicables en materia del proceso de titulación profesional.
- NO queda en condición de recibir el indicado Título Profesional, de conformidad con las normas legales, estatutarias y reglamentarias aplicables en materia del proceso de titulación profesional.

Siendo las 12:25 horas del mismo día, mes y año, se da por concluido el Acto de Sustentación, firmando a continuación los intervinientes, en señal de conformidad de lo acontecido y consignado.

	
Dr. STALEIN JACKSON TAMARA TAMARIZ <b>Presidente</b>	Mg. EUDES VILLANUEVA LOPEZ <b>Miembro</b>
	
Dra. LUCIA RUTH PANTOJA TIRADO <b>Asesor</b>	

1. Indicar: Aprobado y/o Desaprobado.
2. Indicar: Excelente, Muy Bueno, Bueno, Regular y/o Desaprobado.

## CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD N° 006-2026

EL DIRECTOR DE LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE TAYACAJA DANIEL HERNÁNDEZ MORILLO, QUIEN SUSCRIBE:


### HACE CONSTAR:

Que, la tesis titulada: "INFLUENCIA DEL SECADO CON AIRE CALIENTE EN EL CONTENIDO DE FENÓLICOS TOTALES Y CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DE SEMILLAS DE PALTA (*Persea americana*) ORGÁNICA VAR. HAS", desarrollado por la tesista de la Escuela Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias, **Judith Laura Silva Gonzales**, asesorada por la Dra. Lucia Ruth Pantoja Tirado, cumple con los requisitos de conformidad de originalidad mediante (*software Anti Plagio Turnitin*), evidenciándose en el informe de originalidad un porcentaje de similitud de dieciocho (18%), el cual se encuentra dentro del parámetro establecido por la Universidad Nacional Autónoma de Tayacaja Daniel Hernández Morillo.

Se expide la presente constancia para los fines que estime conveniente.

Ahuaycha, 29 de enero de 2026

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE TAYACAJA  
"DANIEL HERNÁNDEZ MORILLO"

  
Dr. Julio Miguel Angeles Suazo  
DIRECTOR DE LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN  
DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

Constancia: N°006-2026.  
Cc. Archivo.

## AGRADECIMIENTO

Deseo expresar mi más profundo agradecimiento:

A la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de Tayacaja, por el apoyo institucional brindado durante el desarrollo de este estudio, así como por la disponibilidad de los recursos e infraestructura necesarios para la ejecución de la investigación.

A la Dra. Lucia Ruth Pantoja Tirado, cuya dedicación, acompañamiento académico y valiosas recomendaciones resultaron decisivas para el logro de los objetivos planteados y para el fortalecimiento del proceso investigativo.

Al Dr. Heber Peleg Cornelio Santiago, por su importante colaboración en el análisis y procesamiento de los datos, así como por su permanente respaldo académico, que enriqueció significativamente los resultados obtenidos.

A la Asociación de Productores de Palta del anexo Los Ángeles de Cucharán, , del distrito de Daniel Hernández – Tayacaja, región Huancavelica, por su disponibilidad y apoyo en la recolección de muestras, contribuyendo de manera esencial a la calidad y alcance de este trabajo.

A toda mi familia, amigos e instituciones que directa o indirectamente aportaron a esta investigación, expreso mi sincero reconocimiento. Su esfuerzo y colaboración hicieron posible la culminación exitosa de este estudio, el cual contribuye al desarrollo y a la valorización de los subproductos.

## **DEDICATORIA**

A Dios por brindarme salud, trabajo y familia, así mismo agradezco a mi madre Hilda Gonzales Amancay quien se ha convertido en mi ángel de todos los días me acompaña y me guía en todo este recorrido de mis objetivos y agradezco a mi mamita Marta quien con su esfuerzo me dio educación para ser la persona quien soy, mis tíos por ese amor sin precio, apoyo constante que me otorgaron, gracias al ejemplo impartido seguiré logrando muchas metas.

A mis amigos, que con su compañía, paciencia y palabras de aliento hicieron que este viaje académico fuera más llevadero y enriquecedor.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	<b>iv</b>
<b>DEDICATORIA</b> .....	<b>v</b>
<b>ÍNDICE DE CONTENIDO</b> .....	<b>vi</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b> .....	<b>ix</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	<b>x</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>xi</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>xii</b>
<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>II. MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>4</b>
2.1. Antecedentes .....	4
2.2. Bases teóricas .....	5
2.2.1. Palta.....	5
2.2.1.1. Clasificación taxonómica .....	6
2.2.1.2. Composición nutricional.....	7
2.2.2. Compuestos fenólicos .....	8
2.2.3. Capacidad antioxidante .....	9
2.2.4. Metodología para determinar capacidad antioxidante .....	9
2.2.4.1. Método de DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidrazilo).....	9
2.2.4.2. Método de ABTS (ácido 2,2-azinobis-3-etilbenzotiazolin-6-sulfónico).....	10
2.2.4.3. Método ORAC (Capacidad de absorción de oxígeno radical) ...	10
2.2.4.4. Método FRAP (Poder reductor de férrico).....	10
2.2.5. Beneficios para la Salud de los Antioxidantes de las Semillas de Palta .....	10
2.2.6. secado .....	10
<b>III. METODOLOGÍA</b> .....	<b>11</b>
3.1. Tipo y nivel de investigación .....	11
3.2. Diseño de la investigación.....	12
3.3. Población y muestra .....	13
3.3.1. Población.....	13
3.3.2. Muestra.....	13
3.4. Diseño experimental.....	13
3.5. Procedimiento de la Investigación .....	13
3.5.1. Recolección de palta orgánica Has.....	14

3.5.2.	Tratamientos de la palta orgánica Hass .....	16
3.5.2.1.	Transporte .....	16
3.5.2.2.	Lavado .....	16
3.5.2.3.	Desinfección .....	16
3.5.2.4.	Fórmula para preparar solución de desinfección .....	16
3.5.2.5.	Almacenamiento .....	16
3.5.2.6.	Obtención de semilla .....	17
3.5.2.7.	Pesado .....	17
3.5.2.8.	Picado de las semillas de la palta.....	17
3.5.2.9.	Secado.....	17
3.5.2.10.	Molienda.....	17
3.5.2.11.	Tamizado .....	17
3.5.2.12.	Almacenamiento:.....	18
3.5.2.13.	Proceso de obtención de extracto en harina de semilla de la palta .....	18
3.5.2.14.	Determinación de contenido de fenólicos totales .....	18
3.5.2.15.	Determinación de la capacidad antioxidante .....	19
3.6.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	19
3.6.1.	Materiales.....	19
3.6.2.	Equipos.....	20
3.6.3.	Reactivos .....	20
3.7.	Análisis estadístico .....	21
3.7.1.	Hipótesis estadísticas .....	21
3.7.1.1.	Hipótesis nula. ....	21
3.7.1.2.	Hipótesis alterna. ....	21
3.7.2.	Estadístico .....	21
<b>IV.</b>	<b>RESULTADOS .....</b>	<b>22</b>
4.1.	Determinación de la composición química de la semilla de la palta variedad Hass ..	22
4.2.	Capacidad antioxidante en la semilla de palta variedad Hass .....	22
4.3.	Determinación del contenido de fenólicos totales en la harina de la semilla de palta orgánica variedad Hass a 80 C°.....	23
<b>V.</b>	<b>DISCUSIÓN .....</b>	<b>26</b>
<b>VI.</b>	<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>30</b>
<b>VII.</b>	<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>32</b>

<b>VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>33</b>
<b>IX. ANEXOS.....</b>	<b>39</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Información nutricional de la palta por cada 100 g.....	8
<b>Tabla 2</b> Determinación del análisis proximal en harina de semilla de palta orgánica variedad Hass. ....	22
<b>Tabla 3</b> Resultados de la (CA) en la harina de semilla de palta orgánica Hass. ....	22
<b>Tabla 4</b> Contenido de fenólicos individuales y totales en la harina de la semilla de palta orgánica Hass a 80 C° .....	24
<b>Tabla 5</b> Contenido de catequinas en harina de la semilla de palta orgánica Hass a 80 °C. ....	24

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> <i>Estructura de la palta Hass</i> .....	7
<b>Figura 2</b> <i>Gráfico del diagrama de flujo de investigación</i> .....	12
<b>Figura 3</b> <i>Esquema que sintetiza las acciones ejecutadas de acuerdo a la metodología</i> . .....	14
<b>Figura 4</b> <i>Localización del centro poblado, lugar de obtención de materia prima</i> .....	15
<b>Figura 5</b> <i>Ubicación del lugar según Google Earth Pro, las imágenes proporcionadas son del año 2023 con una altitud de aproximada 3359 msnm</i> . .....	15
<b>Figura 6</b> <i>Gráfico de los resultados de la (CA) en harina de semilla de palta variedad Hass según temperatura de tratamiento</i> . .....	23
<b>Figura 7</b> <i>Distribución porcentual de catequinas en la muestra de harina de semilla de palta orgánica Hass a 80 °C</i> .....	25

## RESUMEN

Esta tesis investigó el efecto del secado con aire caliente sobre los compuestos fenólicos totales y capacidad antioxidante de las semillas de palta orgánica variedad Hass. Se evaluaron temperaturas de secado de 60 °C, 70 °C, 80 °C y 90 °C durante 18 horas para determinar cómo afectan las propiedades bioactivas de las semillas. Los resultados indican que a 80 °C se alcanzaron los mayores niveles de fenoles totales ( $1324,72 \pm 35,044$  mg/kg) y la mayor capacidad antioxidante ( $197,625 \pm 1,50614$   $\mu$ mol ET/g), mientras que a 90 °C hubo una disminución significativa. El análisis de catequinas reveló que la epigallocatequina-3-galato (EGCG) fue el compuesto predominante. Las conclusiones sugieren que el secado a 80 °C durante 18 horas es el proceso más favorable para preservar los compuestos fenólicos y antioxidantes, lo que favorece su uso en industrias alimentarias, farmacéuticas y cosméticas. Además, este proceso contribuye al aprovechamiento de las semillas de palta, tradicionalmente un residuo agroindustrial, para la creación de productos funcionales y suplementos nutricionales.

**Palabras clave:** Secado con aire caliente, semillas de palta, compuestos fenólicos, capacidad antioxidante, epigallocatequina-3-galato, proceso de secado, aprovechamiento de subproductos.

## ABSTRACT

This thesis investigates the effect of hot air drying on the total phenolic content and antioxidant capacity of organic Hass avocado seeds. Drying temperatures of 60 °C, 70 °C, 80 °C, and 90 °C were evaluated for 18 h to determine how they affect the bioactive properties of the seeds. The results indicate that the highest levels of total phenols ( $1324.72 \pm 35.044$  mg/kg) and the highest antioxidant capacity ( $197.625 \pm 1.50614$   $\mu$ mol TE/g) were reached at 80 °C, while a significant decrease was observed at 90 °C. Catechin analysis revealed that epigallocatechin-3-gallate (EGCG) was the predominant compound. The findings suggest that drying at 80°C for 18 hours is the optimal process for preserving phenolic and antioxidant compounds, favoring their use in the food, pharmaceutical, and cosmetic industries. Furthermore, this process contributes to the utilization of avocado seeds, traditionally an agro-industrial waste, for the creation of functional products and nutritional supplements.

**Keywords:** Hot air drying, avocado seeds, phenolic compounds, antioxidant capacity, epigallocatechin-3-gallate, drying process, byproduct utilization.

## I. INTRODUCCIÓN

En el entorno sudamericano, la palta (*Persea americana*) se ha posicionado como uno de los productos agroexportadores de mayor relevancia, impulsada por un mercado que valora alimentos provenientes de sistemas de cultivo con mínima o nula utilización de agroquímicos, lo que favorece la producción orgánica. Este fruto, caracterizado por una forma semejante a la de una pera y un peso habitual entre 200 y 400 g, está compuesto por tres (3) partes principales: la pulpa, la semilla y la cáscara. El árbol que la produce puede alcanzar hasta 20 m de altura y se distingue por generar frutos con un perfil nutricional notable, que incluye vitaminas del complejo B, así como vitaminas C, D y E, junto con polifenoles, proteínas, fibra dietaria y lípidos monoinsaturados.

Diversas investigaciones han documentado que su consumo contribuye positivamente a la salud humana, debido a efectos metabólicos y fisiológicos como la reducción de la presión arterial, la actividad antimicrobiana, la acción antioxidante, la modulación del peso corporal, el control de la glucemia y la protección hepática (Bulut et al., 2019).

En los últimos años, la semilla de la variedad Hass ha captado particular atención académica por su riqueza en compuestos bioactivos. Dentro de ellos, los fenoles destacan por su capacidad de neutralizar especies reactivas de oxígeno, lo que los vincula con la prevención de diferentes enfermedades crónicas tales como neoplasias y trastornos cardiovasculares. Estas características refuerzan el potencial nutritivo y funcional tanto del fruto como de sus subproductos, cuyo valor se incrementa gracias a que proceden de un cultivo sostenible que no recurre a insumos químicos y que promueve el bienestar del consumidor.

En el Perú la variedad Hass se ha convertido en el oro verde esto es gracias a la demanda que hoy en día tiene y es una de las frutas con alta aceptabilidad y demanda para la exportación, presentando beneficios y nutrientes en su totalidad de la fruta; pulpa, semilla, cáscara los cuales contienen alta concentración de proteínas y grasas no saturadas, proporcionando una excelente fuente natural de extractos ricos en compuestos fenoles con propiedades de antioxidantes con una buena fuente natural para la salud, la industria alimentaria, la industria farmacéutica y cosmética porque no contienen compuestos nocivos.

Por otro lado, la región Huancavelica cuenta con mayor producción y exportación de palta variedad Hass, esta región cuenta con certificaciones de productos orgánicos como la palta Hass, es por ello que se les hace fácil entrar a los mercados nacionales e internacionales debido a la gran aceptación para el consumo, las características que reúne esta fruta son impresionante; color único, dureza de cáscara, cremosidad de la pulpa y fuente importante de compuestos naturales bioactivos. Según el Ministerio de Agricultura, Huancavelica es una de las regiones con mayor exportación

en palta Hass representando el 94,30%a nivel nacional.

Para los sectores productivos, resulta esencial disponer de insumos que mantengan elevados estándares de calidad y que además cumplan con parámetros nutricionales definidos. En este contexto, la semilla de palta surge como un recurso prometedor para la investigación, especialmente por su potencial en compuestos fenólicos, su actividad antioxidante y las posibilidades de optimización mediante procesos de secado. Este subproducto ofrece características funcionales que justifican su estudio y eventual aprovechamiento industrial. Dentro de estos análisis, la temperatura aplicada durante el secado adquiere un rol determinante, pues de ella depende tanto la estabilidad del material como la integridad de sus componentes bioactivos. Variaciones térmicas pueden inducir cambios significativos en la concentración de la capacidad antioxidante y los compuestos fenoles totales, lo que evidencia la necesidad de controlar rigurosamente este parámetro para asegurar la calidad final del producto.

El presente trabajo busca comprender, con un enfoque analítico riguroso, cómo el proceso de deshidratación mediante aire caliente modifica los compuestos bioactivos presentes en las semillas de palta (*Persea americana*) variedad Hass provenientes de cultivos orgánicos. La investigación se centra en evaluar el impacto que este tratamiento térmico ejerce sobre dos parámetros esenciales para determinar el valor funcional del material: la cantidad de fenoles totales y la capacidad antioxidante. Estos indicadores reflejan la respuesta del tejido vegetal frente al calor y permiten estimar en qué medida el secado puede preservar o alterar sus componentes bioactivos.

Los procesos de deshidratación que utilizan transferencia de calor pueden generar modificaciones fisicoquímicas en los metabolitos presentes en la semilla; la magnitud de dichos cambios está condicionada por factores críticos como la temperatura seleccionada, la duración del tratamiento y la humedad residual del material. Si estas variables no se controlan y ajustan adecuadamente, existe el riesgo de que los compuestos bioactivos sufran degradación o pérdida significativa, reduciendo su aporte nutricional y limitando su potencial incorporación en desarrollos de importancia como son: las industrias alimentarias, farmacéutica y nutracéutica.

La investigación tuvo como objetivo examinar cómo diferentes regímenes de secado con aire caliente 60, 70, 80 y 90 °C durante 18 horas modifican la concentración de fenoles totales y la capacidad antioxidante que se puedan encontrar en las semillas de palta (*Persea americana*) variedad Hass, cultivadas bajo sistemas orgánicos. Para desarrollar este análisis, se establecieron tres metas específicas: Evaluar el nivel de actividad antioxidante alcanzado por las semillas después de ser sometidas al secado en cada una de las temperaturas seleccionadas; Medir la cantidad de fenoles totales y catequinas en las muestras que exhibieron mayores valores antioxidantes; y

Determinar las combinaciones de temperatura y tiempo que permitan conservar de manera más eficaz la actividad antioxidante asociada y los compuestos fenólicos.

La importancia del estudio reside en que aporta evidencia útil para mejorar un proceso tecnológico que podría otorgar valor agregado a un subproducto agrícola de gran interés funcional. La adecuada conservación de los metabolitos bioactivos presentes en la semilla no solo constituye un beneficio potencial para la salud, sino que además amplía las oportunidades de uso de este material en aplicaciones vinculadas a la industria alimentaria y al sector farmacéutico.

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Antecedentes

Avhad y Marchetti (2016) señalan que la semilla de la *Persea americana* Mill., que constituye alrededor del 13% del peso de la palta, suele ser tratada como un residuo agrícola y descartada sin un aprovechamiento adecuado. En su estudio, los autores desarrollan una modelación matemática orientada a describir la cinética de secado de este subproducto. La investigación evaluó experimentalmente el comportamiento del secado en semillas de palta Hass sometidas a distintas condiciones de procesamiento: sin pretratamiento y con pretratamientos consistentes en rebanado y trituración. Las muestras fueron expuestas en un horno de calentamiento a cinco temperaturas del aire 313, 323, 333, 343 y 353 K con el fin de analizar de manera sistemática su efecto sobre la tasa de evaporación de humedad. Los resultados evidenciaron que los pretratamientos aplicados aceleraron significativamente el proceso del secado. Para analizar la tendencia de las curvas de secado, se emplearon cuatro modelos matemáticos de naturaleza semi teórica, cuya adecuación se examinó mediante diversos indicadores de ajuste. Entre estos se incluyeron la capacidad explicativa del modelo (medida a través del coeficiente de determinación) y varios estimadores de error, tales como el error cuadrático medio, su versión ajustada, el error de sesgo y el error absoluto promedio, con el fin de determinar con precisión cuál de los modelos representaba de manera más fiel la cinética de deshidratación. El aumento de la temperatura del aire produjo una reducción más marcada en la relación de humedad, modificando de forma notable la morfología de la curva de secado. Los autores concluyen que el modelo propuesto por Avhad y Marchetti ofrece una capacidad predictiva superior respecto a los modelos de Lewis, Henderson y Pabis, y Page, dentro del rango de temperaturas evaluado.

Según Razola-Díaz et al. (2023), se implementó un proceso de secado por convección con el objetivo de obtener ingredientes deshidratados con elevada actividad antioxidante, empleando como materia prima los subproductos del aguacate Hass (semillas y cáscaras). En este estudio se evaluaron distintas condiciones operativas: temperaturas entre 45 °C y 75 °C, velocidades de flujo de aire de 0,8 m/s a 1,8 m/s y densidades de carga comprendidas entre 1 y 3 kg/m<sup>2</sup>. Como variables de respuesta se consideraron el contenido total de fenoles (TPC) y la capacidad antioxidante medida mediante el método DPPH. El análisis cinético de secado reveló que las semillas tenían una mayor difusividad del agua que las cáscaras, pero estas últimas mostraron tiempos de secado más cortos. Múltiples rutinas de optimización permitieron maximizar simultáneamente DPPH y TPC. Así, en las cáscaras y semillas deshidratadas se retuvo el 62,82% y el 54,81% del TPC inicial, respectivamente. Las isotermas de sorción para ambos subproductos deshidratados mostraron que las semillas de aguacate eran más higroscópicas que las cáscaras, lo que se atribuyó a diferencias

en su composición. Los resultados de este estudio han permitido establecer un método eficaz para convertir los residuos generados por el aguacate en insumos estables y conservables, caracterizados por una elevada capacidad antioxidante, lo cual abre la posibilidad de incorporarlos en diversas aplicaciones dentro del sector alimentario.

Almusallam et al. (2020), los autores mencionan que compararon los compuestos fenólicos y la cantidad de actividad antioxidante en pulpa, cáscara y semillas de palta maduras e inmaduras. Se encontró que la cáscara y las semillas contenían más compuestos fenólicos que la pulpa, y que los frutos inmaduros tenían mayores concentraciones de estos compuestos. Además, se observó que el secado afectaba la actividad antioxidante y la composición de los ácidos grasos, en las diferentes partes del fruto.

Sánchez-Machado et al. (2024) reportan, a partir de una revisión exhaustiva de investigaciones recientes, que los extractos obtenidos de semillas de palta en particular de la variedad Hass exhiben una notable capacidad antioxidante, evaluada mediante diversos ensayos como DPPH, FRAP y ABTS. Los autores señalan que esta actividad se relaciona directamente con la presencia de múltiples compuestos fenólicos identificados en dichos extractos.

El trabajo también analiza las distintas estrategias empleadas para aislar estos metabolitos, destacando el uso de solventes orgánicos y métodos de extracción como calentamiento controlado, ultrasonido y procesos en frío. Se subraya que la selección del solvente y las condiciones operativas influyen de manera decisiva en el rendimiento y en la composición fenólica obtenida, lo cual repercute en la magnitud de la actividad antioxidante final.

Asimismo, la revisión profundiza en los principios y aplicaciones de los ensayos más utilizados para valorar el potencial antioxidante de los extractos. Entre ellos se encuentran el DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidrazilo), el ABTS y el FRAP, técnicas fundamentales para cuantificar la capacidad de los compuestos de neutralizar especies reactivas y, por ende, su posible utilidad en la reducción del riesgo asociado a patologías como cáncer, diabetes, trastornos cardiovasculares y otras enfermedades vinculadas al estrés oxidativo.

## **2.2. Bases teóricas**

### **2.2.1. Palta**

La palta (*Persea americana*) también conocido en algunos lugares como aguacate, es una fruta que al madurar varía de un color verde claro brillante a verde oscuro opaco, la cáscara que posee es rugosa, tiene la forma de una pera, por dentro es cremoso, de color amarillento y tiene un alto contenido en grasa. También, posee una única pepa o semilla que es de color café claro. Este

fruto es uno de los alimentos de mayor importancia para llevar una alimentación saludable, ya que aporta un alto valor nutricional en proteínas, grasas, vitaminas, entre otros (Quintanilla et al., 2003).

Este alimento es considerado como una fruta climatérica que tiene forma prolongada y su piel es de color verde y cuando llega a su etapa de maduración tiende a tener un color negro púrpura. Por lo cual, la palta está considerada como una fruta que contiene gran cantidad de aceites y también concentraciones de ácidos grasos monos insaturados lo que la hace muy saludable y nutritiva. Por otra parte, podemos decir que la palta tiene un periodo de vida muy corto ya que su maduración se da cuando se retira del árbol y luego pasa a ser almacenada, una vez almacenada en una atmósfera controlada pasará al proceso de maduración para pasar a ser consumido. Dado que la palta no se puede consumir verde. Por ello, también se habla de la incorporación del etileno para acelerar y sincronizar el estado de maduración (Yahia & Woolf, 2011).

#### **2.2.1.1. Clasificación taxonómica**

Según los (Chávez, 2008) la clasificación taxonómica de la palta es:

Reino: Plantae

Clase: Magnoliopsida

División: Magnoliophyta

Subreino: Tracheobionta

Familia: Lauraceae

Orden: Laurales

Género: Persea

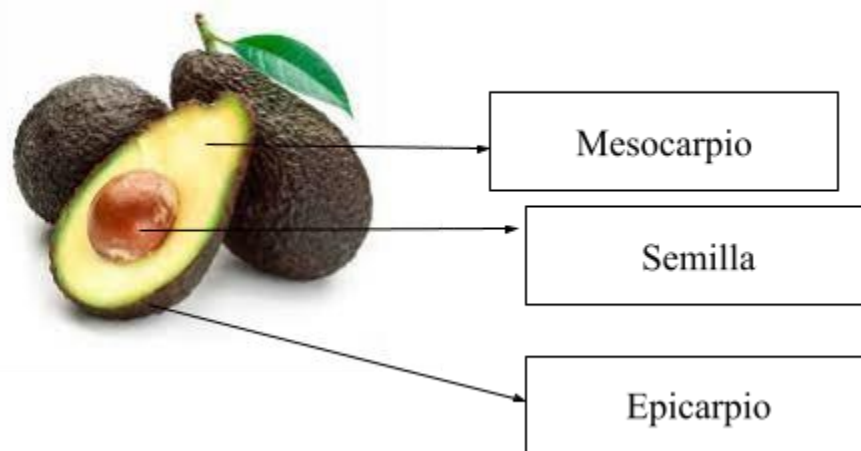
Especie: Persea americana

Estructura de la palta.

La palta es un tipo de baya que tiene una cáscara interna fina y una pulpa jugosa y aceitosa. Su tamaño, forma y color varían, dependiendo de las variedades. Las formas más comunes son ovaladas, cónicas, en forma de huevo, redondas y similares a las peras. La piel puede tener una superficie suave o áspera. (PROHACIENDO, 2001).

## Figura 1

### *Estructura de la palta Hass*



#### **2.2.1.2. Composición nutricional**

La palta ha adquirido un papel protagónico en los mercados internacionales, impulsada por su composición nutricional excepcional y por el aporte de grasas de origen natural que favorecen la salud. La literatura científica indica que este fruto constituye una fuente importante de micronutrientes asociados con la reducción del riesgo de padecer trastornos cardiovasculares y con el mantenimiento de funciones neurológicas adecuadas (Villar, 2016).

Entre las variedades cultivadas, la Hass sobresale por su alta concentración de componentes bioactivos. Esta incluye antioxidantes solubles en lípidos y una diversidad de fitoquímicos de interés, además de un conjunto amplio de nutrientes que son esenciales como: las vitaminas A, C, E, K, riboflavina, niacina, potasio, magnesio, ácido pantoténico, piridoxina y folato. A ello se añade un contenido significativo de fibra dietaria, lo que refuerza su valor nutricional global (Vivero et al., 2019).

Además, este fruto destaca por producirse mayoritariamente bajo sistemas de cultivo orgánico y por su creciente posicionamiento en el mercado global, donde es apreciado por sus características sensoriales y su amplio aporte nutricional (Ávalos et al., 2014). En este caso particular para la variedad Hass, su pulpa presenta una elevada concentración de vitaminas, incluyendo  $\beta$ -caroteno, vitamina E, retinol, ácido ascórbico, tiamina, riboflavina, niacina, piridoxina y ácido fólico. Asimismo, se identifica por su significativo contenido de lípidos monoinsaturados, especialmente ácido oleico, cuya incorporación en la dieta se ha vinculado con la reducción del colesterol total, del colesterol LDL y de los triglicéridos, conforme a lo señalado por Salgado et al. (2013). Seguidamente, en la tabla 1 se muestra la información nutricional de

palta.

**Tabla 1.**

*Información nutricional de la palta por cada 100 g*

Nutrientes	Cantidad
Energía	160 kcal
Proteínas	2 g
Grasa total	14.7 g
Proteína total	4.34 g
Hidratos de carbonos	8.5 g
Fibra dietética	6.7 g
Sodio	7 g
Potasio	485 mg
Fósforo	52 mg
Calcio	12 mg
Hierro	0.6 mg
Magnesio	29 mg
Zinc	0.6 mg
Vitamina A	7 mg
Vitamina C	10 mg

*Nota.* FDA (2020).

**2.2.2. Compuestos fenólicos**

Los compuestos fenólicos forman parte de un grupo diverso de metabolitos presentes en numerosos tejidos vegetales y se han vinculado con múltiples beneficios para la salud humana (González-Aguilar et al., 2019). Su consumo habitual se asocia con una reducción en la probabilidad de desarrollar patologías crónicas o de alta severidad. En la actualidad, estos compuestos reciben especial atención científica debido a su capacidad para neutralizar especies reactivas de oxígeno, consideradas uno de los principales agentes generadores de estrés oxidativo

(Socrier et al., 2019). Además de su reconocido potencial antioxidante, se les atribuyen efectos anticancerígenos, antiproliferativos, antimicrobianos y antiinflamatorios.

En los últimos años, se ha observado que aproximadamente el 70 % de los medicamentos formulados para la prevención de enfermedades graves e infecciosas incorporan algún tipo de compuesto fenólico en su estructura (Abubakar et al., 2017). Dentro de este panorama, los residuos derivados de la palta especialmente la cáscara y la semilla adquieren relevancia debido a su notable concentración de estos metabolitos. Dichas moléculas, consideradas compuestos secundarios, se caracterizan por la presencia de uno o varios grupos hidroxilo unidos a anillos aromáticos simples o múltiples (Manach et al., 2004; Stalikas, 2007).

### **2.2.3. Capacidad antioxidante**

La capacidad antioxidante total o radical scavenging, de cualquier sustrato o sistema, corresponde al potencial para neutralizar moléculas de radicales libres mediante mecanismos de reducción. La antocianina reflejo del metabolismo activo del fruto, representa la capacidad antioxidante analizada para el cultivo de Uva. El método DPPH o 2,2-difenil-1-picrilhidrazilo evalúa la capacidad del antioxidante para reducir un radical libre del reactivo DPPH, cuyo cambio de color conlleva a una variación de absorbancia analizable mediante espectrofotometría.

Las semillas de palta (*Persea americana*) contienen compuestos fenólicos que tienen un potente poder antioxidante. Estos compuestos incluyen flavonoides, taninos, ácido gálico, catequinas y antocianinas. Aunque las semillas no son tan comunes como los frutos, estudios recientes han mostrado que tienen un potencial antioxidante significativo. Además, al ser una parte frecuentemente desechada, las semillas de palta ofrecen una oportunidad para ser aprovechadas como fuente de antioxidantes naturales.

Varias investigaciones han concluido que las semillas de palta tienen un contenido considerable de fenólicos totales, que exhiben una alta capacidad para neutralizar los radicales libres. Este contenido y actividad antioxidante puede variar según el método de preparación y procesamiento (como el secado). Un estudio realizado por Jiménez-Escrig et al. (2017) mostró que las semillas de palta secadas a temperaturas moderadas conservaban un alto contenido de fenoles y mantenían una capacidad antioxidante significativa.

### **2.2.4. Metodología para determinar capacidad antioxidante**

#### **2.2.4.1. Método de DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidrazilo)**

Mide la capacidad de una sustancia para capturar radicales libres, particularmente los radicales DPPH, que son de color morado. La descoloración del DPPH indica la actividad

antioxidante de la muestra.

#### **2.2.4.2. Método de ABTS (ácido 2,2-azinobis-3-etilbenzotiazolin-6-sulfónico)**

Similar al DPPH, mide la capacidad de una sustancia para reducir el radical ABTS<sup>+</sup>, que es de color verde azulado.

#### **2.2.4.3. Método ORAC (Capacidad de absorción de oxígeno radical)**

Evalúa la capacidad de una sustancia para neutralizar radicales libres generados por un sistema fluorescente.

#### **2.2.4.4. Método FRAP (Poder reductor de férrico)**

Este método mide la capacidad de una sustancia para reducir el hierro férrico (Fe<sup>3+</sup>) a hierro ferroso (Fe<sup>2+</sup>), lo cual es indicativo de la presencia de compuestos antioxidantes.

### **2.2.5. *Beneficios para la Salud de los Antioxidantes de las Semillas de Palta***

Los antioxidantes contenidos en las semillas de palta presentan un amplio espectro de efectos provechosos para nuestra salud. Entre ellos destaca su capacidad para contrarrestar el estrés oxidativo mediante la neutralización de radicales libres, lo que contribuye a aminorar el daño celular y a prevenir patologías vinculadas al envejecimiento prematuro.

Asimismo, los compuestos fenólicos exhiben actividad antiinflamatoria, favoreciendo la modulación de procesos inflamatorios crónicos y resultando de utilidad en el abordaje de afecciones como la artritis.

Del mismo modo, estos antioxidantes poseen efectos cardioprotectores, ya que inhiben la oxidación de las lipoproteínas de baja densidad (LDL), reduciendo así el riesgo de desarrollar enfermedades cardiovasculares.

### **2.2.6. *secado***

El secado es una operación básica de tratamiento térmico que permite disminuir la cantidad de agua en un alimento para evitar la reactividad microbiana. La deshidratación con aire caliente ayuda a la extracción de humedad del objeto y el mantenimiento de la temperatura del producto durante el proceso acarrea modificaciones tanto en la textura como en la composición química, específicas de la palta. Según la temperatura y tiempo del proceso, se puede incrementar o disminuir la capacidad antioxidante y el contenido de fenoles.

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. Tipo y nivel de investigación

La presente tesis se enmarca dentro de la investigación de carácter básico, pues su finalidad principal es generar nuevo conocimiento acerca del comportamiento de los compuestos bioactivos presentes en las semillas de palta (*Persea americana*). En particular, se analiza cómo varían los fenoles totales y la actividad antioxidante cuando este material vegetal es sometido a un proceso de secado mediante aire caliente. Este tipo de estudio no tiene como objetivo inmediato la aplicación tecnológica, sino que busca profundizar en la comprensión de un fenómeno, aportando fundamentos teóricos relevantes para las áreas de ciencia y tecnología de los alimentos.

Desde el plano metodológico, el trabajo adopta un enfoque cuantitativo, dado que se centra en la obtención de información numérica y en su posterior evaluación utilizando herramientas estadísticas que permiten identificar relaciones objetivas entre las variables examinadas. En este caso, se estudian las variaciones que presentan el contenido de compuestos fenólicos y en la capacidad antioxidante frente a diferentes combinaciones de temperatura y tiempo de secado, todo ello bajo un esquema experimental controlado. Este enfoque garantiza exactitud, objetividad y posibilidad de replicación, elementos que respaldan la solidez científica del estudio (Hernández et al., 2021).

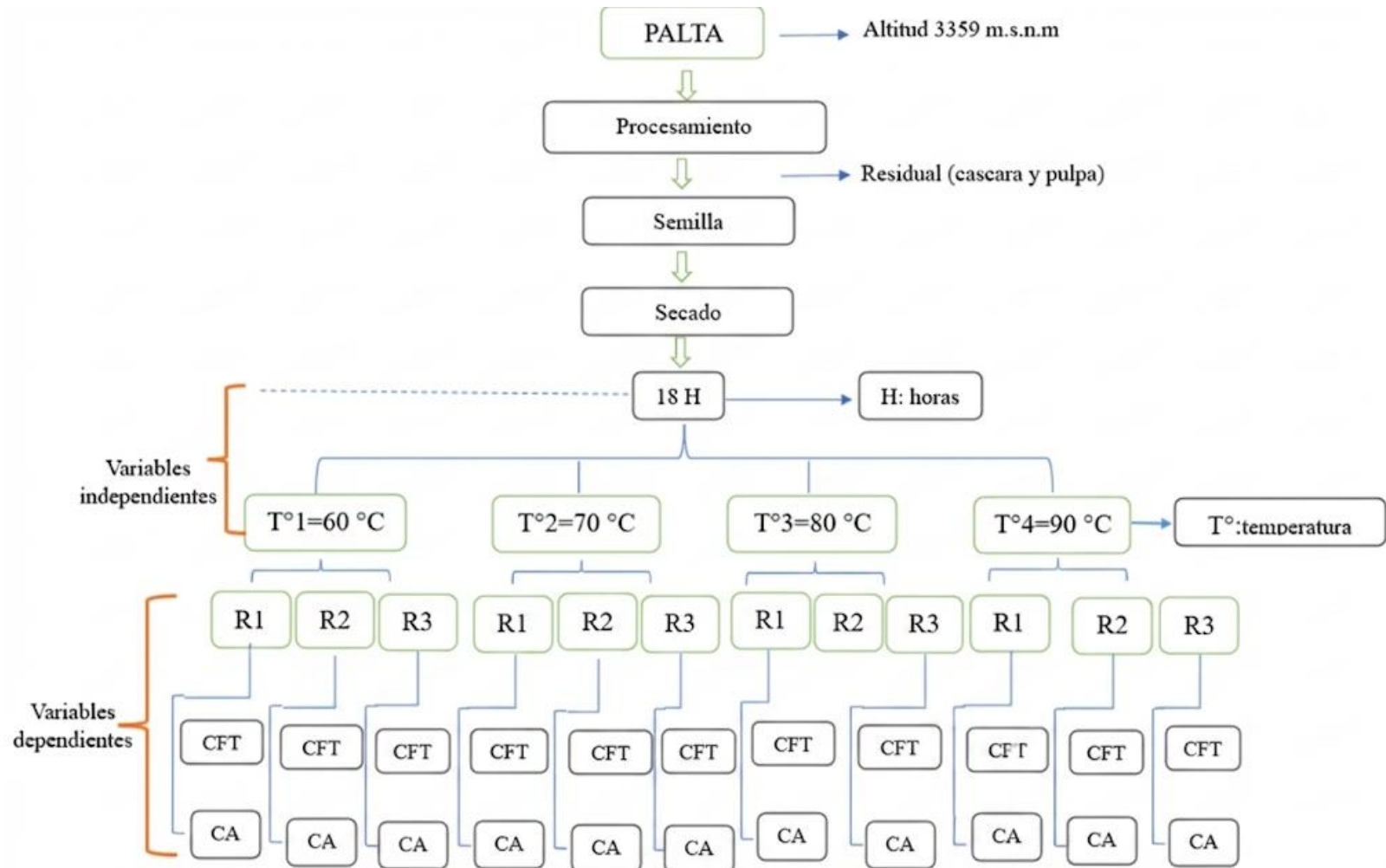
En cuanto al nivel de investigación, el estudio se clasifica como explicativo, puesto que su propósito no se limita a describir fenómenos ni a establecer asociaciones entre variables, sino que busca determinar los mecanismos causales mediante los cuales el tratamiento térmico modifica las propiedades funcionales de las semillas de palta. Su finalidad es esclarecer cómo y por qué el proceso de secado afecta la concentración de los compuestos fenólicos y la capacidad antioxidante, lo cual exige un análisis orientado a la identificación de relaciones causa-efecto. Este tipo de estudios es esencial en las ciencias aplicadas porque permite desarrollar modelos predictivos y plantear hipótesis más consistentes para investigaciones futuras.

En coherencia con ello, el diseño metodológico adoptado posibilita el control riguroso de las condiciones experimentales, permitiendo evaluar el efecto de variables independientes tiempo y temperatura de secado sobre las variables dependientes contenido de fenoles totales y capacidad antioxidante. Este planteamiento responde a las características de un estudio de tipo básico, cuantitativo y explicativo, orientado a producir conocimiento científico sistemático, objetivo y sustentado empíricamente (Sampieri et al., 2021).

### 3.2. Diseño de la investigación

Figura 2

Gráfico del diagrama de flujo de investigación.



### **3.3. Población y muestra**

#### **3.3.1. Población**

La materia prima utilizada en este estudio está centrada en evaluar la influencia del secado por aire caliente sobre el contenido de compuestos fenólicos y la capacidad antioxidante de semillas de palta orgánica variedad Hass, la cual fue obtenida de la asociación Los Ángeles de Cucharán, situado a 3359 m s. n. m., en el distrito de Daniel Hernández, Tayacaja, Huancavelica, con coordenadas aproximadas de latitud 12.31° y longitud 74.83°.

Los frutos correspondieron a palta Hass con grado de madurez fisiológica apta para exportación, estas frutas son recolectadas en los meses de agosto y septiembre en un estado de madurez de senescencia. Las plantas en si tenían entre 3 y 4 años de edad y correspondían a cosechas de primera y segunda producción.

#### **3.3.2. Muestra**

La muestra para esta investigación fueron las semillas de la palta orgánica, este subproducto se utilizó para llevar a cabo el proyecto de secado con aire caliente en el contenido de fenólicos totales y capacidad antioxidante con una cantidad de recolección de 60 kg de fruta entera, esta materia prima fue proveniente del Anexo Los Ángeles De Cucharan; cantidades que fueron necesarias para los análisis y tratamientos. Las muestras fueron recolectadas en cajas cosechadoras de palta y posteriormente fueron trasladados al laboratorio de la facultad de Enfermería de la Universidad Nacional de Autónoma de Tayacaja (UNAT) para su posterior análisis.

### **3.4. Diseño experimental**

El estudio contempló la aplicación de proceso de secado por aire caliente a cuatro niveles de temperatura: 90 °C (T4), 80 °C (T3), 70 °C (T2) y 60 °C (T1), y manteniendo un tiempo de exposición constante de 18 horas. Estas condiciones experimentales se evaluaron sobre dos variables de respuesta: el contenido de fenólicos totales y la capacidad antioxidante de semillas de palta orgánica variedad Hass.

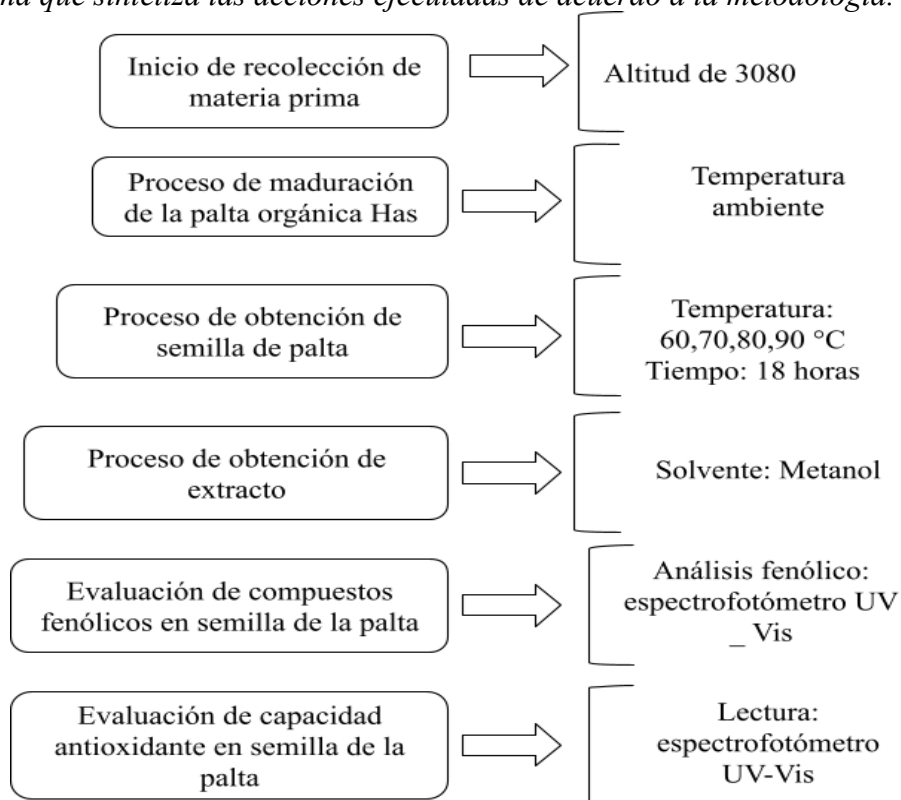
El diseño incluyó dos repeticiones por tratamiento, lo que permitió efectuar un análisis de varianza (ANOVA) y posteriormente aplicar la prueba de comparaciones múltiples de Tukey, utilizando un nivel de significancia del 5% ( $p < 0.05$ ) para determinar diferencias estadísticas entre los tratamientos.

### **3.5. Procedimiento de la Investigación**

A continuación, se evidencia la Figura 3 con el enfoque de investigación aplicado en la ejecución del trabajo de tesis:

**Figura 3**

*Esquema que sintetiza las acciones ejecutadas de acuerdo a la metodología.*



### **3.5.1. *Recolección de palta orgánica Has***

El materia prima se obtuvo en el anexo Los Ángeles de Cucharán, ubicado a 3359 m s. n. m., en el distrito de Daniel Hernández, Tayacaja, Huancavelica. Los frutos fueron cosechados en un estado de madurez climática, condición que permite la continuación del proceso de maduración aun después de ser separados del árbol (Agustí, 2000).

La cosecha se realizó empleando tijeras especializadas, realizando el corte directamente desde la rama que sostenía cada fruto, procurando no dañar el pedúnculo para preservar su integridad.

En la figura 4 se evidencia el lugar geográfico de la localidad Los Ángeles de Cucharán, lugar donde se llevó a cabo la ejecución del proyecto.

#### Figura 4

Localización del centro poblado, lugar de obtención de materia prima



Nota. Google Maps (2023). Centro Poblado de Mashuayllo.

#### Figura 5

Ubicación del lugar según Google Earth Pro, las imágenes proporcionadas son del año 2023 con una altitud de aproximada 3359 msnm.



Nota. Google Earth Pro

### **3.5.2. Tratamientos de la palta orgánica Hass**

#### **3.5.2.1. Transporte**

La palta orgánica variedad Hass fueron transportadas en cajas de cosecheras, estas cajas son especiales para cosechar las paltas orgánicas variedad Hass, con una capacidad de aproximadamente 20 kilos, para su traslado se tomaron los cuidados necesarios, evitando contacto con la luz.

Las paltas fueron trasladados al laboratorio de la escuela de enfermería de la Universidad Nacional Autónoma de Tayacaja (UNAT) donde se realizaron el resto de procesos

#### **3.5.2.2. Lavado**

En este proceso las paltas fueron sumergidas en una tina con agua con capacidad de 20 litros y se sumergió 20 kilos de palta, luego se removió por dos minutos, este proceso se hizo para limpiar el polvo o suciedad de la palta, para los 40 kilos restantes se hizo el mismo proceso.

#### **3.5.2.3. Desinfección**

Para la desinfección se preparó 20 mL de concentración de (NaOCl) en 20 Lt de agua, luego se introdujo 20 kg de paltas y se dejó por dos minutos, en estos dos minutos se removió la fruta, este proceso es básicamente para controlar los microorganismos que normalmente que normalmente están presentes en las frutas.

#### **3.5.2.4. Fórmula para preparar solución de desinfección**

Se utilizó hipoclorito de sodio al 4% para la preparación de la solución, esto es un equivalente a 40 000 ppm. Para la preparación de 20 litros (20 000 ml) de una solución a 40 ppm, se aplica la relación  $C_1 V_1 = C_2 V_2$ .

Sustituyendo los valores:  $40000 \text{ ppm} \times V_1 = 40 \text{ ppm} \times 20000 \text{ ml}$  y despejando  $V_1$ , se obtiene el volumen del hipoclorito de sodio, el cual resulta 20 ml.

Por lo tanto, se deben mezclar 20 ml de hipoclorito al 4% con 20 litros de agua para obtener una solución de desinfección a 40 ppm.

#### **3.5.2.5. Almacenamiento**

Una vez que las paltas pasaron por proceso de lavado y desinfección se almacenaron a temperatura ambiente, en un lugar fresco y limpio, libre de cualquier tipo de impurezas o sustancias tóxicas que dañen su proceso de maduración, las paltas fueron almacenado en una jaba de cosechadora, estas paltas estuvieron cubierto con papel de manteca por un promedio de 7 a 10 días para su proceso de maduración.

## Proceso de obtención de semilla de la palta orgánica

Una vez que se cumplió el proceso de maduración de las paltas Has, se inició con el siguiente procedimiento que se detalla a continuación

### **3.5.2.6. Obtención de semilla**

Una vez cumplido los días de maduración de la palta se prosiguió con el proceso de separación de pulpa, semilla y cáscara, lo cual se realizó manualmente. Unidades de palta variedad Hass orgánica fueron colocadas en una mesa de acero inoxidable con unas medidas de 2.5 m de largo por 1.8 m de ancho, seguido se realizó el corte de la fruta en dos partes longitudinales (necesariamente de la mitad), seguido a ellos se procede a separar la cáscara, pulpa y la semilla de la fruta, en bolsas de polietileno; la cáscara y pulpa fueron destinados para otros proyectos, para nuestro proyecto solo usamos la semilla.

### **3.5.2.7. Pesado**

Una vez que se extrajo la semilla de la palta se procedió a pesar y ver cuánto de rendimiento tuvo la semilla sobre el total de la materia prima, aproximadamente logramos obtener 8 kilos de semilla de palta, lo cual fue utilizada en todo el proceso de secado.

### **3.5.2.8. Picado de las semillas de la palta**

Para este proceso las semillas de la palta se picaron en pequeños trozos, haciendo uso de una herramienta de acero inoxidable y de una tabla de picar. Según Montoya (2013), las semillas de la palta son duras de aproximadamente de 18 a 25 gr y para realizar el secado no son aptos llevarlas enteras a una estufa y lo más recomendable es trozarlo.

### **3.5.2.9. Secado**

Este proceso se llevó a cabo en una estufa a diferentes temperaturas ((T1) 60, (T2) 70, (T3) 80, (T4) 90 °C), con tiempos de 18 horas, este equipo nos facilitó la escuela profesional de Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional Autónoma de Tayacaja (UNAT).

### **3.5.2.10. Molienda**

Este proceso se realizó para reducir de tamaño en pequeñas cantidades con el fin de obtener harina de semilla de palta orgánica has, para este proceso se utilizó molino pulverizador (molino Rotor) con una revolución de 6000 rvp/m a un tiempo de 1 minuto

### **3.5.2.11. Tamizado**

Se utilizó un tamiz de acero inoxidable N°100 con abertura de (150 µm) y un marco del mismo material, la altura total es de 2-5/8 pulgadas.

### **3.5.2.12. Almacenamiento:**

Una vez obtenido el producto de semilla de palta orgánica variedad Hass en proceso de harina fue almacenada en bolsas de polietileno de 400 g a temperatura ambiente

### **3.5.2.13. Proceso de obtención de extracto en harina de semilla de la palta**

Para preparar los extractos, se inició tomando 1 gramo de la muestra en forma de harina de semilla, la cual se colocó dentro de tubos cónicos de polietileno. Luego, en cada tubo se incorporaron 10 mL de una mezcla etanol-agua en una proporción de (80:20, v/v). Esta suspensión fue agitada durante cinco minutos utilizando un equipo de vórtex (Velp Scientifica, modelo Classic, Italia), a fin de asegurar el contacto inicial entre el solvente y el material sólido.

Posteriormente, los tubos fueron sometidos a un tratamiento de sonicación en un baño ultrasónico a 40 °C durante una hora. Durante este periodo, se realizaron intervalos de agitación en el vórtex cada cinco minutos para optimizar el proceso extractivo. Una vez concluida la etapa de sonicación, las muestras se centrifugaron en un equipo Hettich en una medida de 5000 revolución por minuto (rpm) por un tiempo de 20 minutos, con una temperatura de 4 °C.

Del sobrenadante obtenido se recolectaron alícuotas de 1 mL, repitiendo esta extracción en tres ocasiones. Las porciones líquidas resultantes fueron posteriormente sometidas a evaporación bajo flujo de nitrógeno a 36 °C, cuyo propósito fue eliminar el solvente. Finalmente, los extractos secos obtenidos de las semillas se conservaron a una temperatura de -18 °C posterior a ello realizar las evaluaciones necesarias.

### **3.5.2.14. Determinación de contenido de fenólicos totales**

Para determinar el contenido fenólico en el extracto de harina de semilla de la palta orgánica variedad Hass se utilizó el método de Folin – Ciocalteu: el equipo utilizado para este método fue el espectrofotométrico con la concentración de ácido gálico un compuesto que permite para tener como referencia para los análisis.

La elaboración de reactivos se realizo usando la solución estándar de ácido gálico a una concentración de (0.1 mg/ml). Esta mezcla debe permanecer fuera de la luz y conservar hasta el momento adecuado para dar inicio con la obtención de soluciones

A continuación, se presenta dos soluciones con las cantidades establecidas

SOLUCIÓN A: Se pesó 5 mg de ácido gálico y medir 5 ml con agua destilada.

SOLUCIÓN B: Tomar 1 ml de la solución A y medir los 10 ml

Para preparar la solución de carbonato de sodio al 20 %, se pesan 5 g del compuesto

( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , PM = 105,99 g/mol) y se transfieren a un matraz aforado de 25 mL. Posteriormente, se añade agua destilada hasta completar el volumen indicado, mezclando cuidadosamente hasta lograr su total disolución. Este reactivo no requiere protección frente a la luz. Tras su elaboración, la solución puede conservarse bajo refrigeración, asegurando siempre que se encuentre homogéneamente disuelta antes de su uso.

#### **3.5.2.15. Determinación de la capacidad antioxidante**

Para la cuantificación de capacidad antioxidante de utilizo el método de ABTS (**Ácido 2,2'-azino-bis-3-etilbenzotiazolina-6-sulfónico**) cuyo método se basa neutralizar los radicales libres. El proceso de extracción del solvente es adquiriendo radical con una coloración de color azul verdoso, este colore es la reacción del agente antioxidante comúnmente conocido como persulfato de potasio ( $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$ ).

### **3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

Los procedimientos destinados a cuantificar los fenoles totales y la actividad antioxidante en semillas de palta variedad Hass se llevaron a cabo en los laboratorios del Instituto de Ciencias de los Alimentos y Nutrición de la Universidad San Ignacio de Loyola S.A.

Para desarrollar estos análisis se empleó un conjunto diverso de equipos, reactivos y material de laboratorio. El proceso metodológico incluyó inicialmente la revisión e interpretación de datos, además de la búsqueda y recopilación de información en distintas fuentes científicas especializadas. A partir de esta fase exploratoria, se identificó que la caracterización de los compuestos fenólicos y la evaluación de la actividad antioxidante en este tipo de muestras se ha realizado comúnmente mediante técnicas como análisis gravimétricos, volumetría y el ensayo ABTS, los cuales fueron considerados como referencia para la ejecución del estudio.

Seguidamente, se detalla tipos de materiales, equipos y reactivos que se usaron en este estudio.

#### **3.6.1. Materiales**

- Cooler
- Herramientas de escritorio (lapiceros, cuaderno de apuntes, hojas bond, folders, plumón indeleble, etc.)
- Bolsas de Polietileno para envasado al vacío
- Pipetas de distintas medidas
- Parafilm

- Vasos precipitados
- Papel filtro
- Placas Petri
- Tubos de ensayo
- Crisoles
- Probeta de 50 ml
- Fiolas de 25 ml
- Frascos ámbar

### **3.6.2. Equipos**

- Balanza analítica Congeladora
- Estufa termostática
- Estufa MEMMERT
- Vortex
- Centrífuga
- Molinos Rotor
- Molino Pulverizador
- Agitador magnético
- Purificador de Agua

### **3.6.3. Reactivos**

- Agua destilada
- Carbonato de sodio
- Ácido gálico
- Hidróxido de Sodio
- Alcohol Etilico 96%
- Reactivo ABTS

### **3.7. Análisis estadístico**

#### **3.7.1. Hipótesis estadísticas**

##### **3.7.1.1. Hipótesis nula.**

Esta suposición plantea que las variaciones térmicas aplicadas durante el secado 60 °C (T1), 70 °C (T2), 80 °C (T3) y 90 °C (T4) no generan diferencias significativas en el Contenido de Fenólicos Totales (CFT) ni en la Capacidad Antioxidante (CA) de las semillas de palta variedad has tratadas bajo dichas condiciones.

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4$$

$\mu_1$ : Media del CFT/CA de (T1) 60C°

$\mu_2$ : Media del CFT/CA de (T2) 70C°

$\mu_3$ : Media del CFT/CA de (T3) 80C°

$\mu_4$ : Media del CFT/CA de (T4) 90C°

##### **3.7.1.2. Hipótesis alterna.**

Esta suposición plantea que afirma lo opuesto a la hipótesis nula: propone que las semillas de palta sometidas a diferentes temperaturas de secado 60 °C (T1), 70 °C (T2), 80 °C (T3) y 90 °C (T4) presentan variaciones significativas tanto en el Contenido de Compuestos Fenólicos (CFT) asimismo en la Capacidad Antioxidante (CA).

$$H_a: \mu_1 \neq \mu_k$$

$\mu_1$  y  $\mu_k$  son las medias de algunas semejanzas a diferentes temperaturas.

#### **3.7.2. Estadístico**

Para la evaluación de los datos referentes a la media y la desviación estandar, se llevó a cabo un estudio mediante varianza (ANOVA), considerando el valor significativo de P menor a 0,05, además de aplicar la prueba de Tukey con una significancia del 5%, utilizada para detectar diferencias relevantes. Igualmente, el análisis estadístico fue ejecutado utilizando el programa IBM SPSS Statistics versión 2024.

## IV. RESULTADOS

### 4.1. Determinación de la composición química de la semilla de la palta variedad Hass

La Tabla 1, muestra resultados del análisis proximal obtenidos en el laboratorio de la harina de semilla de palta orgánica variedad Hass. (Ver anexo 6)

**Tabla 2**

*Determinación del análisis proximal en harina de semilla de palta orgánica variedad Hass.*

Ensayo	Unidad	Resultado (*)
Humedad	g/100 g	9.15 ±0.0212
Cenizas	g/100 g	1.26 ±0.000
Grasa	g/100 g	1.55 ±0.000
Proteína total	g/100 g	4.34 ±0.0354
Carbohidratos Totales	g/100 g	83.7 ±0.0141
Energía total	Kcal/100 g	366.11 ±0.0849
Fibra cruda	g/100 g	2.56 ±0.00707

*Nota.* Los resultados en la tabla están expresados mediante la media ± desviación estándar.

### 4.2. Capacidad antioxidante en la semilla de palta variedad Hass

En la tabla 3 se registra los resultados obtenidos de la (CA), a distintas temperaturas de la semilla de la palta. (Ver anexo 6).

**Tabla 3**

*Resultados de la (CA) en la harina de semilla de palta orgánica Hass.*

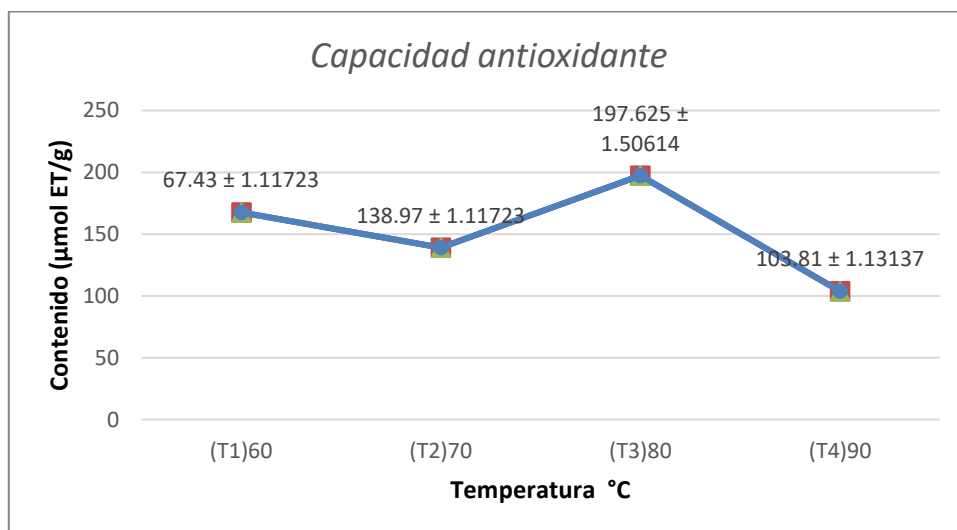
Temperatura °C	Capacidad Antioxidante (ABTS) µmol ET/g
(T1)60	167.43 ± 1.11723 <sup>a</sup>
(T2)70	138.97 ± 1.11723 <sup>b</sup>

(T3)80	197.625 ± 1.50614 <sup>c</sup>
(T4)90	103.81 ± 1.13137 <sup>d</sup>

*Nota.* Los datos emitidos en esta tabla reportan como un promedio total acompañado de la desviación estándar. Las letras pequeñas asignadas a cada tratamiento (a, b, c, d) señala de que hay presencia de diferencias estadísticamente significativas entre los grupos comparados, considerando un nivel de significancia establecido en  $p < 0,05$ .

### Figura 6

Gráfico de los resultados de la (CA) en harina de semilla de palta variedad Hass según temperatura de tratamiento.



Se observa un aumento en la actividad antioxidante a una temperatura de 80 °C, alcanzando el valor máximo (197,625 ± 1,50614 µmol ET/g), seguido de una disminución significativa a 90 °C, lo que sugiere degradación térmica de compuestos bioactivos.

#### 4.3. Determinación del contenido de fenólicos totales en la harina de la semilla de palta orgánica variedad Hass a 80 C°.

Se estudio el (CFT) en semilla de palta orgánica variedad Hass, que a continuación se visualiza en la Tabla 4.

**Tabla 4**

Contenido de fenólicos individuales y totales en la harina de la semilla de palta orgánica Hass a 80 C°.

Fenólicos individuales	Resultado mg/Kg
Ácido gálico	23,63 ± 0.59397 <sup>a</sup>
Ácido 4-hidroxifenilacético	1117,72 ± 40.8142 <sup>b</sup>
Ácido clorogénico	183,37 ± 5.1760 <sup>c</sup>
Contenido de fenólicos totales	1324,72 ± 35.044 <sup>d</sup>

*Nota.* Los valores consignados en la tabla corresponden al promedio de las mediciones acompañado de su respectiva dispersión estadística. La asignación de letras diferentes a los tratamientos (a, b, c, d) evidencia la presencia de diferencias significativas entre los grupos evaluados, de acuerdo con un criterio estadístico establecido en un nivel de probabilidad menor a 0,05.

**Tabla 5**

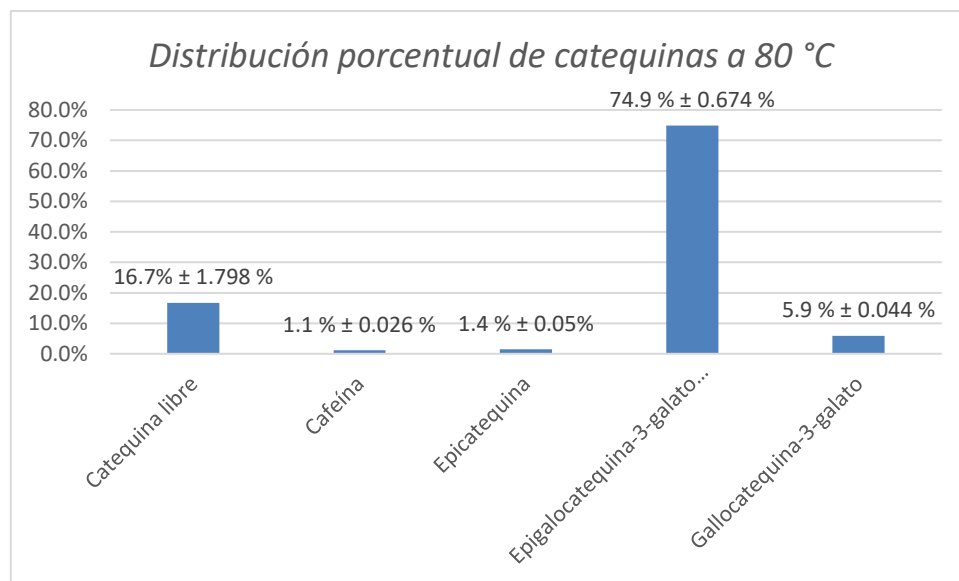
Contenido de catequinas en harina de la semilla de palta orgánica Hass a 80 °C.

Catequinas	Resultado mg/Kg
Catequina libre	58.63 ± 6.3215 <sup>a</sup>
Cafeína	4.02 ± 0.09192 <sup>b</sup>
Epicatequina	5.01 ± 0.17678 <sup>c</sup>
Epigallocatequina-3-galato (EGCG)	263.11 ± 2.3759 <sup>d</sup>
Gallocatequina-3-galato	20.72 ± 0.1556 <sup>e</sup>

*Nota.* La información presentada en la tabla se reporta utilizando valores promedio acompañados de su correspondiente variabilidad estadística. La diferenciación mediante letras superíndices (a, b, c, d, e) indica la presencia de contrastes estadísticamente significativos entre los tratamientos evaluados, considerando un nivel de confianza asociado a  $p < 0,05$ .

**Figura 7**

*Distribución porcentual de catequinas en la muestra de harina de semilla de palta orgánica Hass a 80 °C*



En la figura 7 se nos indica la distribución porcentual de las catequinas detectadas en la harina de semilla de palta orgánica Hass tratada a (T3) 80 °C. El compuesto predominante fue la epigallocatequina-3-galato (EGCG), con un (74.9 % ± 0.674 %) del total, seguida por la catequina libre (16.7% ± 1.798 %), la gallocatequina-3-galato (5.9 % ± 0.044 %) y la epicatequina (1.4 % ± 0.05%). Este perfil sugiere que, aun bajo tratamiento térmico moderado, la semilla de palta conserva compuestos de alto valor antioxidante, siendo la EGCG el principal flavanol responsable de dicha capacidad.

## V. DISCUSIÓN

En la (tabla 1), Podemos encontrar los resultados de la composición química de la harina de la semilla de palta Hass a una altitud de 3359 m.s.n.m aproximadamente, nos muestra una composición caracterizada por un bajo contenido de humedad ( $9,15 \pm 0.0212$  g/100 g), lo cual favorece la estabilidad del producto durante su almacenamiento al reducir el riesgo de deterioro microbiológico; parecido a lo reportado por Segura et al. (2020), quienes hallaron valores cercanos al 8,9% en semillas de palta procesadas. El contenido de cenizas ( $1,26 \pm 0.000$  g/100 g) indica una presencia moderada de minerales, mientras que el nivel de grasa ( $1,55 \pm 0.000$  g/100 g) es bajo, lo que sugiere que la harina no constituye una fuente significativa de lípidos, estudios anteriores señalan que la fracción lipídica se concentra principalmente en la pulpa, mientras que la semilla cumple un rol estructural con menor contenido de aceites (Olaeta et al., 2009).

En relación con el contenido proteico, se obtuvo un valor de  $4,34 \pm 0,0354$  g/100 g, el cual, si bien no es elevado, puede aportar de manera complementaria al perfil proteico de formulaciones alimentarias. Este resultado se registra dentro del rango mencionado por Krumreich et al. (2018), quienes reportan entre 3 % y 5 % de proteína en semillas de *Persea americana*, evidenciando que su contribución proteica es moderada en comparación con fuentes tradicionales como los cereales (trigo o maíz). El componente mayoritario corresponde a los carbohidratos totales ( $83,70 \pm 0,0141$  g/100 g), lo que explica la alta densidad energética registrada ( $366,11 \pm 0,0849$  kcal/100 g). Este comportamiento es similar con lo señalado por Rodríguez-Carpena et al. (2011), quienes indican que la semilla de palta es predominantemente rica en almidón, representando más del 80 % de su peso seco y justificando así su considerable aporte energético. En consecuencia, este subproducto se perfila como una fuente concentrada de energía, principalmente en forma de almidones. Por otro lado, el contenido de fibra cruda ( $2,56 \pm 0,00707$  g/100 g) le confiere un valor funcional relevante, dado que investigaciones como el de Arukwe et al. (2012) muestran que la harina de semilla de palta puede emplearse como ingrediente funcional capaz de favorecer la digestión y contribuir a la regulación del tránsito intestinal. En conjunto, la harina de semilla de palta orgánica variedad Hass presenta características promisorias para su incorporación en el desarrollo de productos alimentarios energéticos y funcionales, aportando valor agregado y promoviendo la revalorización de subproductos agrícolas que habitualmente son descartados.

La evaluación de la actividad antioxidante en la harina de semilla de palta orgánica variedad Hass, determinada mediante el ensayo ABTS, evidenció que las condiciones térmicas aplicadas durante el secado influyen de manera decisiva en la magnitud de dicha actividad, expresada en  $\mu\text{mol ET/g}$ . Los datos consignados en la Tabla 3 muestran que el tratamiento realizado a  $80^\circ\text{C}$  (T3)

generó el mayor nivel de capacidad antioxidante, con un valor promedio de  $197,625 \pm 1,50614$   $\mu\text{mol ET/g}$ . En segundo lugar, se ubicó el tratamiento a  $60\text{ }^\circ\text{C}$  (T1), que alcanzó  $167,43 \pm 1,11723$   $\mu\text{mol ET/g}$ . Por el contrario, la exposición a una temperatura más elevada, correspondiente a  $90\text{ }^\circ\text{C}$  (T4), produjo una disminución sustancial de la actividad antioxidante, registrándose únicamente  $103,81 \pm 1,13137$   $\mu\text{mol ET/g}$ . Este patrón de comportamiento indica que la aplicación de calor excesivo durante el secado puede generar una degradación de los compuestos bioactivos sensibles a la temperatura, particularmente polifenoles y flavonoides, los cuales desempeñan un rol fundamental en la capacidad antioxidante del extracto obtenido.

Este comportamiento sugiere que existe un rango mejor de temperatura en el que se favorece la liberación de compuestos antioxidantes ligados a la matriz vegetal sin comprometer su integridad. A temperaturas moderadas, como (T1)  $60\text{ }^\circ\text{C}$ , se preserva gran parte de la actividad antioxidante original, mientras que a (T3)  $80\text{ }^\circ\text{C}$  se produce una intensificación que podría deberse a la ruptura de enlaces que liberan antioxidantes previamente inaccesibles. Sin embargo, temperaturas más elevadas, como (T4)  $90\text{ }^\circ\text{C}$ , inducen degradación térmica y pérdida de efectividad.

Estos hallazgos coinciden con lo mencionado en la investigación de Rodríguez-Carpena et al. (2011), quienes observaron que temperaturas moderadas favorecen la liberación de antioxidantes en subproductos de palta, mientras que el calor excesivo reduce su eficacia. Segura et al. (2020) también documentaron que tratamientos por encima de  $85\text{ }^\circ\text{C}$  provocan una disminución significativa de compuestos fenólicos. De igual forma, Kosińska et al. (2012) señalaron que el procesamiento térmico prolongado disminuye el contenido de flavonoides y taninos condensados, reduciendo la capacidad antioxidante.

El valor registrado a  $60\text{ }^\circ\text{C}$  ( $167,43\text{ } \mu\text{mol ET/g}$ ) concuerda con lo informado por Arukwe et al. (2012) para extractos acuosos de semilla de palta, quienes sostienen que las temperaturas moderadas permiten conservar gran parte de la actividad antioxidante original. Asimismo, el incremento observado a  $80\text{ }^\circ\text{C}$  es consistente con lo descrito por Dewanto et al. (2002), quienes señalan que un calentamiento controlado puede ayudar a la liberación de polifenoles ligados, incrementando así la actividad antioxidante total. En conjunto, los resultados de este estudio evidencian que un tratamiento térmico adecuadamente regulado particularmente en torno a los  $80\text{ }^\circ\text{C}$  puede maximizar la capacidad antioxidante de la harina de semilla de palta, siempre que se evite la aplicación de temperaturas excesivas que aceleren la degradación de sus compuestos bioactivos.

El análisis de fenoles individuales por HPLC en la muestra a (T3)  $80\text{ }^\circ\text{C}$  de harina de semilla de palta (*Persea americana Mill*) variedad Hass permitió identificar y cuantificar tres compuestos

principales: ácido gálico ( $23,63 \pm 0.59397$  mg/kg), ácido 4-hidroxifenilacético ( $1117,72 \pm 40.8142$ mg/kg) y ácido clorogénico ( $183,37 \pm 5.1760$ mg/kg).

La suma de estos valores arroja un contenido total de  $1324,72 \pm 35.044$ mg/kg de fenoles identificados. Es importante señalar que este valor corresponde únicamente a la fracción de compuestos fenólicos detectados e identificados mediante cromatografía líquida de alta resolución (HPLC), y no representa el valor de fenoles totales medido por métodos espectrofotométricos globales como Folin-Ciocalteu, el cual cuantifica de forma conjunta todos los compuestos fenólicos, incluyendo aquellos no identificados de manera individual.

Bajo los parámetros establecidos en la (tabla 4), la predominancia del ácido 4-hidroxifenilacético en la muestra concuerda con lo descrito por Rodríguez-Carpena et al. (2011), quienes encontraron que este compuesto puede representar una fracción importante del perfil fenólico de la semilla de palta, asociándose a una alta capacidad antioxidante. El ácido clorogénico, presente en  $183,37 \pm 5.1760$  mg/kg, es reconocido por su actividad biológica y su contribución a la protección frente a la oxidación lipídica (Kosińska et al., 2012). Por su parte, el ácido gálico, aunque en menor concentración ( $23,63 \pm 0.59397$ mg/kg), es un compuesto ampliamente estudiado por su potencial como antioxidante natural y antimicrobiano (Soong & Barlow, 2004).

Finalmente, la (tabla 5) menciona que en la harina de semilla de palta orgánica Hass tratada a  $80$  °C, el análisis de catequinas por HPLC reveló que la epigallocatequina-3-galato (EGCG) presentó la mayor concentración con  $263.11 \pm 2.3759$  mg/kg, seguida por la catequina libre ( $58.63 \pm 6.3215$  mg/kg), la galocatequina-3-galato ( $20.72 \pm 0.1556$  mg/kg) y la epicatequina ( $5.01 \pm 0.17678$  mg/kg). Otros derivados como la epicatequina-3-galato, la catequina-3-galato y la galocatequina no fueron detectados. Este perfil confirma que la EGCG es el flavanol predominante en la muestra, aportando el mayor potencial antioxidante, mientras que las demás catequinas contribuyen en menor proporción. Estudios previos en subproductos de palta (semilla y piel) han identificado catequina y epicatequina como compuestos mayoritarios, aunque la EGCG no siempre es cuantificada en niveles tan destacados (Rodríguez-Carvajal et al., 2019; López-Cobo et al., 2017). Investigaciones con extracción mediante agua presurizada a  $80$  °C han reportado concentraciones de catequina en semilla cercanas a  $1200$ – $1280$  mg/kg (Ong et al., 2022), considerablemente superiores a las observadas en este estudio, lo que se explica por la naturaleza concentrada del extracto frente a la matriz integral. En comparación con el té verde, cuyas hojas secas pueden contener entre  $1600$  y  $2320$  mg/100 g de EGCG (European Food Safety Authority, 2018), la semilla de palta presenta niveles más bajos, pero se posiciona como un ingrediente vegetal alternativo de interés nutracéutico. Cabe señalar que el tratamiento térmico a  $80$  °C, aunque

moderado, puede provocar degradación o epimerización de catequinas termolábiles como la epicatequina, lo que justificaría sus niveles reducidos en la muestra (Wang et al., 2011; Starowicz et al., 2018).

## VI. CONCLUSIONES

La aplicación del secado por aire caliente bajo distintos regímenes térmicos 60 °C (T1), 70 °C (T2), 80 °C (T3) y 90 °C (T4) evidenció un impacto significativo sobre la concentración de (CFT) en las semillas de palta orgánica variedad Hass. El análisis de los resultados indicó que el tratamiento a 80 °C permitió alcanzar la mayor concentración de fenoles totales, con un valor promedio de  $1324,72 \pm 35,044$  mg/kg, lo que sugiere que una intensidad térmica intermedia favorece tanto la liberación como la estabilidad de estos metabolitos bioactivos.

En contraste, cuando se procesó a 90 °C, se observó una pérdida notable en el contenido fenólico, lo que pone de manifiesto que la exposición a temperaturas excesivamente elevadas puede inducir procesos de degradación térmica de los compuestos fenólicos, afectando negativamente su conservación.

La (CA) de las semillas de palta orgánica, fue medida por el método ABTS, también estuvo influenciada por las condiciones de secado. El secado a (T3) 80 °C presentó la mayor capacidad antioxidante, alcanzando un valor de  $197,625 \pm 1,50614$   $\mu\text{mol ET/g}$ , lo que destaca la efectividad de esta temperatura para maximizar los beneficios antioxidantes. Por otro lado, a (T4) 90 °C, la capacidad antioxidante se redujo significativamente a  $103,81 \pm 1,13137$   $\mu\text{mol ET/g}$ , lo que demuestra que temperaturas excesivas afectan negativamente las propiedades antioxidantes de las semillas de palta.

El análisis de catequinas en la harina de semilla de palta tratada a (T3) 80 °C reveló que la epigallocatequina-3-galato (EGCG) fue el compuesto predominante, representando el  $(74.9 \% \pm 0.674 \%)$  del total de catequinas detectadas. Además, se encontraron cantidades menores de catequina libre ( $16.7\% \pm 1.798 \%$ ), galocatequina-3-galato ( $5.9 \% \pm 0.044 \%$ ) y epicatequina ( $1.4 \% \pm 0.05\%$ ). Estos resultados resaltan el potencial de este subproducto como fuente de catequinas antioxidantes, especialmente EGCG, que podría tener aplicaciones en productos funcionales y suplementos antioxidantes.

Con respecto a los resultados obtenidos, se llega a la conclusión que la mejor temperatura de secado para conservar tanto los (CFT) como la (CA) de las semillas de palta es 80 °C durante 18 horas. Este tratamiento térmico favorece la liberación de compuestos antioxidantes sin inducir la degradación térmica que ocurre a temperaturas más altas. Por lo tanto, el secado a esta temperatura es recomendable para preservar los beneficios bioactivos de las semillas de palta para su uso en diversas industrias.

Los resultados obtenidos demuestran un alto valor nutritivo y funcional de las semillas de palta, las cuales, a través de procesos de secado controlado, pueden ser transformadas en harinas o extractos con aplicaciones en la industria de alimentos, farmacéutica y cosmética. La semilla de palta, un subproducto frecuentemente desechado, representa una alternativa prometedora para el desarrollo de productos de valor agregado, contribuyendo a la economía circular y la reducción de desechos agroindustriales.

El material obtenido en forma de harina a partir de semillas de palta, tras la aplicación de un secado cuidadosamente controlado, presenta un alto potencial para su incorporación como ingrediente en el desarrollo de alimentos con propiedades funcionales. Entre sus posibles aplicaciones se incluyen productos como barras de aporte energético, formulaciones nutracéuticas y bebidas con valor añadido, lo cual se sustenta en su elevada actividad antioxidante y en su riqueza en compuestos fenólicos. La inclusión de este tipo de productos en la alimentación podría contribuir a la atenuación del daño inducido por el estrés oxidativo y a la prevención de alteraciones asociadas al envejecimiento celular, generando beneficios relevantes para la salud humana.

## VII. RECOMENDACIONES

- Implementar procesos de secado por aire caliente bajo condiciones controladas, específicamente a 80 °C durante 18 horas, en el aprovechamiento industrial de semillas de palta variedad Hass, con el objetivo de obtener harinas o extractos con elevada actividad antioxidante. Esta estrategia permitiría disponer de productos funcionales con un alto potencial para la aplicación en las industrias de alimentos, farmacéutica y cosmética, contribuyendo al desarrollo de productos con propiedades bioactivas diferenciadas.
- Incentivar la valorización integral de la semilla de palta, actualmente considerada un residuo agroindustrial, promoviendo su uso como materia básica en la elaboración de productos de valor agregado. Este enfoque no solo favorece la economía circular, sino que también contribuye a la disminución del impacto ambiental asociado a la generación de desechos y al aprovechamiento sostenible de los recursos agrícolas.
- Desarrollar investigaciones adicionales orientadas a evaluar la estabilidad de los (CFT) y de la (CA) durante el almacenamiento, considerando diferentes condiciones de temperatura, humedad y tiempo. Asimismo, resulta relevante analizar el comportamiento de estos compuestos dentro de diversas matrices alimentarias, con el fin de garantizar que sus propiedades funcionales se mantengan hasta el consumo final.
- Explorar de manera sistemática la incorporación de harina de semilla de palta en formulaciones destinadas a productos de panificación, barras energéticas, suplementos nutricionales y bebidas funcionales. Estos estudios deberían incluir evaluaciones de aceptabilidad sensorial, biodisponibilidad de los compuestos bioactivos e impacto sobre el perfil nutricional del producto final.
- Profundizar en el estudio del efecto de variables operativas adicionales, tales como la humedad inicial del material, la velocidad del flujo de aire y la duración del proceso de secado, sobre la preservación de los compuestos bioactivos. La optimización simultánea de estos parámetros permitiría mejorar el proceso y maximizar la retención de fenoles y actividad antioxidante.
- Considerar la aplicación de técnicas complementarias de pretratamiento, como molienda controlada, reducción de tamaño de partícula o tratamientos físicos no térmicos, con el propósito de incrementar la extracción de (CFT) y mejorar la calidad funcional del producto obtenido.

## VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agustí, M. 2000. Crecimiento y maduración del fruto. En: Fundamentos de la fisiología vegetal., J. Azcón-Bieto y M. Talón (eds.). McGraw-Hill Interamericana de España y Edicions Universitat de Barcelona. Madrid. 419-433 pp.
- Ainsworth, E. A., & Gillespie, K. M. (2007). Estimating the effect of elevated CO<sub>2</sub> on the antioxidant content of plants: Are we underestimating the benefits of rising CO<sub>2</sub> for plant nutritional quality? *Global Change Biology*, 13(3), 529-536. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2006.01228.x>
- Ainsworth, E. A., & Gillespie, K. M. (2007). Estimating the effect of elevated CO<sub>2</sub> on the antioxidant content of plants: Are we underestimating the benefits of rising CO<sub>2</sub> for plant nutritional quality? *Global Change Biology*, 13(3), 529-536.
- Almusallam, A. S., Al-Shammari, M. M., & Al-Dosary, M. A. (2020). Comparative analysis of antioxidant and fatty acid composition in avocado (*Persea americana*) seeds. *Food Chemistry*, 314, 126129. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.126129>
- Álvarez, E. (2017). Efecto de la adición de extractos de cáscara de palta y hojas de palto en polvo sobre la termo-oxidación de aceite de girasol. Memoria para optar al título de ingeniero en alimentos, *Universidad de Chile, Santiago de Chile*.
- Arukwe, U., Amadi, B. A., Duru, M. K. C., Agomuo, E. N., Adindu, E. A., Odika, P. C., Lele, K. C., & Egejuru, L. (2012). Chemical composition of *Persea americana* seed. *American Journal of Food Technology*, 7(10), 623-626.
- Arukwe, U., Amadi, B. A., Duru, M. K. C., Agomuo, E. N., Adindu, E. A., Odika, P. C., Lele, K. C., & Egejuru, L. (2012). Chemical composition of *Persea americana* seed. *American Journal of Food Technology*, 7(10), 623-626. <https://doi.org/10.3923/ajft.2012.623.626>
- Ávalos, C. O., Quijada J. L., Beltrán M. (2014). Caracterización de los aguacates criollos (*Persea americana* Miller). *Ciencias Agronómicas, Salvador*
- Avhad & Marchetti. (2016). Mathematical modelling of the drying kinetics of Hass avocado seeds, *Industrial Crops and Products, Volume 91*, 2016, Pages 76-87, ISSN 0926-6690, <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2016.06.035>

- Bulut, O., Akın, D., Sönmez, Ç., Öktem, A., Yücel, M., & Öktem, H. A. (2019). Phenolic compounds, carotenoids, and antioxidant capacities of a thermo-tolerant *Scenedesmus* sp. (Chlorophyta) extracted with different solvents. *Journal of Applied Phycology*, 31(3), 1675–1683. <https://doi.org/10.1007/s10811-018-1726-5>
- Ceballos A. y S. Montoya (2013). Evaluación química de la fibra en semilla, pulpa y cáscara de tres variedades de aguacate. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Ambiental* 11:103-112.
- Chavez. (2011). Evaluación Antioxidante y Antimicrobiana en Extractos de Residuos de Aguacate. Tesis de Maestría en Ciencias en Recursos Naturales. Instituto Tecnológico de Sonora, Cd. Obregón de Sonora.
- Dewanto, V., Wu, X., Adom, K. K., & Liu, R. H. (2002). Thermal processing enhances the nutritional value of tomatoes by increasing total antioxidant activity. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50(10), 3010–3014. <https://doi.org/10.1021/jf0115589>
- European Food Safety Authority. (2018). Scientific opinion on the safety of green tea catechins. *EFSA Journal*, 16(4), 5239. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2018.5239>
- FDA. (2020). Valor Diario y porcentaje de Valor Diario en las etiquetas de información nutricional y complementaria. Obtenido de <https://www.fda.gov/media/137914/download>
- González-Aguilar, G. A., Carrillo-Lopez, A., & Saavedra, M. (2019). Propiedades antioxidantes de frutos y semillas. *Revista Mexicana de Ciencias Farmacéuticas*, 50(2), 78-89.
- González-Aguilar, G. A., Carrillo-Lopez, A., & Saavedra, M. (2019). Propiedades antioxidantes de frutos y semillas. *Revista Mexicana de Ciencias Farmacéuticas*, 50(2), 78-89.
- Hernández, M., Rodríguez, S., & Sánchez, A. (2018). Propiedades antioxidantes de las semillas de palta (*Persea americana*). *Journal of Food Science and Technology*, 55(10), 4145-4151.
- Jiménez-Escrig, A., Medina, L., & Sánchez-Moreno, C. (2017). Efectos del secado sobre la actividad antioxidante en frutas. *Food Research International*, 95, 237-244. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2017.05.041>
- Jiménez-Escrig, A., Medina, L., & Sánchez-Moreno, C. (2017). Efectos del secado sobre la actividad antioxidante en frutas. *Food Research International*, 95, 237-244. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2017.05.041>

- K. V., & Colado-Velázquez, J. (2024). Antioxidant activity of avocado seed extract: A systematic review of literature. *Biomedical Research*, 36(2), 123–130. <https://biomedres.us/pdfs/BJSTR.MS.ID.009557.pdf>.
- Kosińska, A., Karamac, M., Estrella, I., Hernández, T., Bartolomé, B., & Dykes, G. A. (2012). Phenolic compound profiles and antioxidant capacity of *Persea americana* Mill. peels and seeds of two varieties. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 60(18), 4613–4619. <https://doi.org/10.1021/jf300090p>
- Krumreich, F. D., Borges, C. D., Mendonça, C. R. B., Jansen-Alves, C., & Zambiasi, R. C. (2018). Bioactive compounds and quality parameters of avocado (*Persea americana* Mill.) oil obtained by different processes. *Food Chemistry*, 257, 376–381. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.03.048>
- López-Cobo, A., et al. (2017). Bioactive characterization of *Persea americana* by-products: A rich source of (epi)catechin derivatives. *Industrial Crops and Products*, 110, 341–349. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2017.10.037>
- MINAGRI. (2015). La palta "producto estrella de exportación". Tendencias de la producción y el comercio de palta en el mercado internacional y nacional. <http://siea.minagri.gob.pe/siea/?q=la-palta-peruana>
- Olaeta, J. A., Undurraga, P., Witting, N., & Mora, M. (2009). Influencia del momento de cosecha en la calidad de paltas (*Persea americana* Mill.) cv. Hass en postcosecha. *Agricultura Técnica*, 69(4), 360–369. <https://doi.org/10.4067/S0365-28072009000400008>
- Oliveira, CHD; Silva, LM; Silva, AM; Fernández, CCL; Va, KLS; Duarte, SS; Rodríguez, FV; Bertolini, LR; Bezerra, FJ; Gómez, MA; Rondina, D. (2013). Características anatómicas y tisulares en caprinos alimentados por periodos prolongados con residuos de la producción de biodiesel. *Semin. Cienc. Agrar.*, 34 (6): 2865-2878
- Ong, E. S., Teo, C. C., et al. (2022). Valorization of avocado seeds with antioxidant capacity using pressurized hot water extraction. *Scientific Reports*, 12, 13036. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-17326-5>
- Polonia, W (2014). Actividad antioxidante de los residuos del aguacate Hass (*Persea americana* Mill. var Hass) sometidos a extracciones clásicas y a fluidos presurizados (*Ciencias Químicas*). *Universidad Nacional de Colombia*.

<https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/54445/Tesis%20Maestria%20Wilson%20Polania.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Quintanilla, Jean, & García, Teonila. (2003). Análisis del valor agregado: Producción de palta en trozoz. *Industrial Data*, 6(2),12-19. ISSN: 1560-9146. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81660203>
- Razola-Díaz, M. C., Saavedra, M., & García, M. (2023). Mathematical modelling of drying kinetics of avocado peels and its influence on flavan-3-ols content and antioxidant activity. *LWT - Food Science and Technology*, 176, 114552. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2023.114552>
- Robbins, R. (2003). Phenolic acids in foods: an overview of analytical methodology. *J. Agric. Food Chem*, 51, 2866-2887.[U1]
- Rodríguez-Carpena, J. G., Morcuende, D., & Estévez, M. (2011). Avocado by-products as a source of antioxidant and antimicrobial phenolics. *Food Research International*, 44(9), 3181–3187. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2011.08.012>
- Rodríguez-Carpena, J. G., Morcuende, D., & Estévez, M. (2011). Avocado by-products as a source of antioxidant and antimicrobial phenolics. *Food Research International*, 44(9), 3181–3187. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2011.08.012>
- Rodríguez-Carpena, J.G., Morcuende, D., Andrade, M. J., Kylli, P., & Estévez, M. (2011). Avocado (*Persea americana* Mill.) phenolics, in vitro antioxidant and antimicrobial activities, and inhibition of lipid and protein oxidation in porcine patties. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 59(10), 5625–5635. <https://doi.org/10.1021/jf1048832>
- Rodríguez-Carvajal, M. A., et al. (2019). Analysis of phenolic composition of byproducts (seeds and peels) of avocado (*Persea americana* Mill.) cultivated in Colombia. *Molecules*, 24(17), 3209. <https://doi.org/10.3390/molecules24173209>
- Salgado G. A., Patiño, J. H., Cano, J. A. (2013). Evaluación del proceso de extracción de aceite de aguacate Hass (*Persea americana* Mill) usando tratamiento enzimático. *Lasalista de investigación*, 9, 138-150.
- Sánchez-Machado, D. I., López-Cervantes, J. A., López-Valenzuela, J. A., Pineda-Hidalgo, Segura, R., Cruz, A., & Figueroa, J. (2020). Caracterización fisicoquímica y funcional de la harina

- de semilla de aguacate (*Persea americana* Mill.) variedad Hass. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 14(2), 214–223.  
<https://doi.org/10.17584/rcch.2020v14i2.11678>
- Segura, R., Cruz, A., & Figueroa, J. (2020). Caracterización fisicoquímica y funcional de la harina de semilla de aguacate (*Persea americana* Mill.) variedad Hass. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 14(2), 214–223.  
<https://doi.org/10.17584/rcch.2020v14i2.11678>
- Shahidi, F., & Zhong, Y. (2019). Maillard reaction and antioxidant properties of food systems. *Food Chemistry*, 303, 125317. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.125317>
- Shahidi, F., & Zhong, Y. (2019). Maillard reaction and antioxidant properties of food systems. *Food Chemistry*, 303, 125317. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.125317>
- Starowicz, M., et al. (2018). Thermal stability of catechin and epicatechin upon disaccharides addition. *International Journal of Food Science & Technology*, 53(5), 1195–1202.  
<https://doi.org/10.1111/ijfs.13780>
- Suarez, M., Figueroa, L., & Gonzalez, P. (2021). Compuestos fenólicos en semillas de palta (*Persea americana*) y su potencial antioxidante. *Revista de Nutrición y Salud*, 6(3), 85-91.
- Valencia-Molina, K., et al. (2024). The avocado peel as a source of catechins: A comparison between extraction methods. *Journal of Food Composition and Analysis*, 126, 105904.  
<https://doi.org/10.1016/j.jfca.2024.105904>
- Vega-Alvarez, M., de la Mora-López, G. S., Sánchez-Machado, D. I., López-Cervantes, J., López-Valenzuela, J. A., Pineda-Hidalgo, K. V., & Colado-Velázquez, J. (2025). High drying temperatures preserve the phenolic compounds and antioxidant, antihyperglycemic and antibacterial activities in avocado peel (*Persea americana*). *Journal of Food Measurement and Characterization*, 19(4), 1651–1661.  
<https://doi.org/10.1007/s11694-024-03061-0>
- Villar, M. (2016). Composición nutricional y componentes bioactivos de cuatro variedades de paltas (*Persea americana*) comerciales chilenas. Universidad de Chile. Santiago, Chile.
- Vivero S, Ariel, Valenzuela B, Rodrigo, Valenzuela B, Alfonso y Morales, Gladys. (2019). Palta: compuestos bioactivos y sus posibles beneficios en salud. *Revista chilena de nutrición*, 46

(4), 491-498. <https://dx.doi.org/10.4067/S0717-75182019000400491>

Wang, R., Zhou, W., & Jiang, X. (2011). Green tea catechins during food processing and storage: A review on stability and detection. *Food Research International*, 44(7), 2637–2648. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2011.05.007>

Wong, M., Eyres, L., & Ravetti, L. (2014). Modern Aqueous Oil Extraction. Centrifugation Systems for Olive and Avocado Oils. *Green Vegetable Oil Processing*, 19–51. <https://doi.org/10.1016/b978-0-9888565-3-0.50005-4>

Yahia, E. & Woolf, A. (2011). Avocado (*Persea americana* Mill.). Postharvest Biology and Technology of Tropical and Subtropical Fruits, 125-186e. <https://doi.org/10.1533/9780857092762.125>

Zielinska y Michalska. (2016). Secado asistido por microondas de frutos de arándano (*Vaccinium corymbosum* L.): Cinética de secado, polifenoles, antocianinas, capacidad antioxidante, color y textura. *Química de Alimentos*. Volumen 212. páginas 671-680.

## IX. ANEXOS

### Anexo 1

*Ubicación territorial del del centro poblado Los Ángeles de Cucharan, distrito Daniel Hernández, provincia Tayacaja, departamento Huancavelica*



## Anexo 2

### *Familiarización con los integrantes de la asociación productores de Palta orgánica has*



### Anexo 3

#### *Recolección de palta orgánica variedad Has*



## Anexo 4

*Etapas de proceso de acondicionamiento de palta Orgánica variedad Has*

*a) Lavado y desinfección*



*b) Selección*



*c) Almacenamiento*



*d) Separación de pulpa, semilla y cascara*



e) *Proceso de secado*



f) *Molienda y obtención de la harina*





## Anexo 5

*Determinación de análisis de compuestos fenólicos y capacidad antioxidante*



## Anexo 6

Informe de resultados realizado en el laboratorio del “Instituto de Ciencias de los Alimentos y Nutrición” de la USIL.S.A

Resultados del análisis proximal en harina de semilla de palta orgánica variedad Hass.

SPVH	Humedad (*)	g/100g	9.15	---
	Cenizas (*)	g/100g	1.26	---
	Grasa (*)	g/100g	1.55	---
	Proteína total (factor 6.25) (*)	g/100g	4.34	---
	Carbohidratos totales (**)	g/100g	83.7	---
	Energía total (**)	Kcal/100g	366.11	---
	Fibra cruda (*)	g/100g	2.56	---

ANEXO			
Ensayo	Norma	Técnica	Rango
Humedad*	AOAC Official Method 925.10; Cap. 32; Ed. 22, Pag 1, 2023. Solids (total) and loss on drying (moisture) in flour	---	---
Cenizas*	AOAC Official Method 923.03; Cap. 32; Ed. 22, pag. 1-2, 2023. Ash of Flour	---	---
Grasa*	AOAC Official Method 922.06; Cap. 32, Ed 22, Pag 5, 2023. Fat in flour	---	---
Proteínas*	ICAN-CIGA - 001 (validado)	---	---
Fibra cruda*	AOCS American Oil Chemists Society Ba 64-05, Crude Fiber in feed by filter bag technique, page 1-4	---	---
Carbohidratos; Energía total (**)	Maria Reyes García; Iván Gómez-Sánchez Prieto; Cecilia Espinoza Barrientos. 2017. Tablas peruanas de composición de alimentos. 10ma ed. Lima: Ministerio de Salud, Instituto Nacional de Salud.	---	---
Actividad antioxidante (ABTS)*	ICAN-CIGA - 008 (validado)	---	---

ANEXOS 1								
Muestra	Repetición de ensayo	Humedad	Cenizas	grasa	Proteína total	Fibra cruda	Carbohidratos totales	Energía total
SPVCT	R1	11.13	4.04	1.24	7.69	1.9	75.9	345.52
	R2	11.34	4.02	1.26	7.7	1.89	75.88	345.66
SPVH	R1	9.16	1.26	1.55	4.31	2.55	83.72	366.07
	R2	9.13	1.26	1.55	4.36	2.56	83.7	366.19

Muestra	Ensayo	Unidad	R1	R2
SPVCT-50	Actividad antioxidante (ABTS)	µmol TE/g	17.59	17.69
SPVCT-60	Actividad antioxidante (ABTS)		14.3	14.26
SPVCT-70	Actividad antioxidante (ABTS)		12.93	13.52
SPVCT-80	Actividad antioxidante (ABTS)		12.21	11.78
SPVCT-A	Actividad antioxidante (ABTS)		20.41	20.23

**Nota:**  
 (\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL – DA.  
 (\*\*\*) Por cálculo matemático

Universidad San Ignacio de Loyola S.A : Av. La Fontana 550 - Urb. San Cesar La Molina LIMA – PERU  
 ICAN USIL esta ubicado en: Campus USIL Pachacamac, Av. Pista Asfaltada, Fundo La Carolina Sección B, Parcela 1, Pachacamac, Lima, Lima, Peru – Web: <https://usil.edu.pe/investigacion/ican>

Prueba descriptiva del análisis proximal.

Descriptivas

	Proteína.T	Humedad	Cenizas	Grasa	Fibra.C	Carbohidratos. T	Energía.T
N	2	2	2	2	2	2	2
Perdidos	0	0	0	0	0	0	0
Media	4.33	9.14	1.26	1.55	2.55	83.7	366
Mediana	4.33	9.14	1.26	1.55	2.55	83.7	366
Desviación estándar	0.0354	0.0212	0.00	0.00	0.00707	0.0141	0.0849
Mínimo	4.31	9.13	1.26	1.55	2.55	83.7	366
Máximo	4.36	9.16	1.26	1.55	2.56	83.7	366

*Resultados de la capacidad antioxidantes, contenidos fenólicos individuales y catequinas.*

RESULTADOS				
Muestra	Ensayo	Unidad	Resultado	Incertidumbre
P1-90	Actividad antioxidante (ABTS)*	umol TE/g	103.01	---
P2-80	Actividad antioxidante (ABTS)*		197.63	---
P3-70	Actividad antioxidante (ABTS)*		138.97	---
P4-60	Actividad antioxidante (ABTS)*		167.43	---
PF	Actividad antioxidante (ABTS)*		45.365	---
P2-80	<b>Fenoles individuales (280 nm)</b>			
	Gallic acid	mg/Kg	23.63	---
	3,4-dihydroxybenzoic acid		***nd	---
	4-hydroxyphenylacetic acid		1117.72	---
	Vanillic acid		***nd	---
	Chlorogenic acid		183.37	---
	Caffeic acid		***nd	---
	Syringic acid		***nd	---
	Vainillin		***nd	---
	Ferulic acid		***nd	---
	Sinapic acid		***nd	---
	2-hydroxycinnamic acid		***nd	---
	Rutin		***nd	---
	Quercetin		***nd	---
	Luteolin		***nd	---
	<b>Catequinas (280 nm)</b>			
	Galocatechin	mg/Kg	***nd	---
Catechin	58.63		---	

Caffeine	4.02	--
Epicatechin	5.01	--
Epigallocatechin-3-gallate	263.11	--
Gallocatechin 3-gallate	20.72	--
Epicatechin-3-gallate	***nd	--
Catechin 3-gallate	***nd	--

\*\*\*nd = no detectable

ANEXO			
Ensayo	Norma	Técnica	Rango
Actividad antioxidante (ABTS)*	Muñoz, Ana María, Sandra Casimiro-Gonzales, Raquel B. Gómez-Coca, Wenceslao Moreda, Ivan Best, María Isabel Cajo-Pinche, Juan Francisco Loja, Elena Ibáñez, Alejandro Cifuentes y Fernando Ramos-Escudero. 2022. "Comparación de cuatro métodos de extracción de aceite para la fruta de Sinami ( <i>Oenocarpus mapora</i> H. Karst): evaluación de la calidad, el contenido de polifenoles y la actividad antioxidante" <i>Alimentos</i> 11, no. 10: 1518. <a href="https://doi.org/10.3390/foods11101518">https://doi.org/10.3390/foods11101518</a> .	---	---
Fenoles individuales (HPLC)*	Maritza Barriga-Sánchez, Sandra Casimiro-Gonzales, Fernando Ramos-Escudero, Ana María Muñoz, Mayra Anticona. 2024. Supercritical CO <sub>2</sub> assisted extraction of freeze-dried sinami fruit pulp ( <i>Oenocarpus mapora</i> H. karst) oil: An experimental optimization approach. <i>LWT</i> . Volume 198, 115956. ISSN 0023-6438. <a href="https://doi.org/10.1016/j.lwt.2024.115956">https://doi.org/10.1016/j.lwt.2024.115956</a> .		
Catequinas (HPLC)*	Ramos-Escudero, F., Casimiro-Gonzales, S., Cádiz-Gurrea, M.d.I.L. et al. Optimización del proceso de secado al vacío de polifenoles, flavanoles y ensayo de eliminación de radicales DPPH en cáscara de vaina y cáscara de frijol de cacao. <i>Sci Rep</i> 13, 13900 (2023). <a href="https://doi.org/10.1038/s41598-023-40815-0">https://doi.org/10.1038/s41598-023-40815-0</a> .		

Anexo 7.

Informe de las repeticiones realizadas para cada temperatura en el laboratorio del “Instituto de Ciencias de los Alimentos y Nutrición” de la USIL.S.A



Instituto de Ciencias de los Alimentos y  
Nutrición  
Universidad San Ignacio de Loyola S.R.L.  
RUC. 20297868790

Página 3 de 3

ANEXO I				
Muestra	Ensayo	Unidad	R1	R2
P1-90	Actividad antioxidante (ABTS)*	umol TE/g	103.81	102.21
P2-80	Actividad antioxidante (ABTS)*		196.56	198.69
P3-70	Actividad antioxidante (ABTS)*		138.18	139.76
P4-60	Actividad antioxidante (ABTS)*		166.64	168.22
PF	Actividad antioxidante (ABTS)*		45.73	45.00
P2-80	<b>Fenoles individuales (280 nm)</b>			
	Galic acid*	mg/Kg	24.05	23.21
	3,4-dihydroxybenzoic acid*		***nd	***nd
	4-hydroxyphenylacetic acid*		1088.86	1146.58
	Vanillic acid*		***nd	***nd
	Chlorogenic acid*		187.03	179.71
	Caffeic acid*		***nd	***nd
	Syringic acid*		***nd	***nd
	Vainillin*		***nd	***nd
	Ferulic acid*		***nd	***nd
	Sinapic acid*		***nd	***nd
	2-hydroxycinnamic acid*		***nd	***nd
	Rutin*		***nd	***nd
	Quercetin*		***nd	***nd
	Luteolin*	***nd	***nd	
	<b>Catequinas (280 nm)</b>			
	Gallocatechin	mg/Kg	***nd	***nd
	Catechin		54.16	63.1
	Caffeine		4.08	3.95
	Epicatechin		4.88	5.13
Epigallocatechin-3-gallate	261.43		264.79	
Gallocatechin 3-gallate	20.61		20.83	
Epicatechin-3-gallate	***nd		***nd	
Catechin 3-gallate	***nd		***nd	

## Anexo 8.

*Análisis estadístico ANOVA de un solo factor: Capacidad Antioxidante vs Temperatura*

Hipótesis nula                      Todas las medias son iguales

Hipótesis alterna                      No todas las medias son iguales

Nivel de significancia               $\alpha = 0.05$

*Donde las varianzas también son iguales*

### Pruebas de homogeneidad de varianzas

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
antioxidante	Se basa en la media	2,927E+26	3	4	<.001
	Se basa en la mediana	2,927E+26	3	4	<.001
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	2,927E+26	3	1.471	<.001
	Se basa en la media recortada	6,969E+25	3	4	<.001

### ANOVA

antioxidante					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	9778.587	3	3259.529	2156.897	<.001
Dentro de grupos	6.045	4	1.511		
Total	9784.632	7			

### Tamaños de efecto ANOVA<sup>a</sup>

		Estimación de puntos	Intervalo de confianza al 95%	
			Inferior	Superior
antioxidante	Eta cuadrado	.999	.990	1.000
	Epsilon cuadrado	.999	.982	.999
	Omega cuadrado efecto fijo	.999	.980	.999
	Omega cuadrado efecto aleatorio	.996	.942	.997

a. Eta cuadrado y Epsilon cuadrado se estiman basándose en el modelo de efecto fijo.

En la prueba realizada se visualiza el análisis ANOVA donde nos muestra una significancia menor a 0.05 lo cual nos indica que la media y varianza de por lo menos un grupo difieren significativamente al 95% de confianza.

## Obtención de los resultados de la prueba de Tukey

### Comparaciones múltiples

Variable dependiente: antioxidante

HSD Tukey

(I) temperatura	(J) temperatura	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
90T	80T	-94.61500*	1.22931	<.001	-99.6194	-89.6106
	70T	-35.96000*	1.22931	<.001	-40.9644	-30.9556
	60T	-64.42000*	1.22931	<.001	-69.4244	-59.4156
80T	90T	94.61500*	1.22931	<.001	89.6106	99.6194
	70T	58.65500*	1.22931	<.001	53.6506	63.6594
	60T	30.19500*	1.22931	<.001	25.1906	35.1994
70T	90T	35.96000*	1.22931	<.001	30.9556	40.9644
	80T	-58.65500*	1.22931	<.001	-63.6594	-53.6506
	60T	-28.46000*	1.22931	<.001	-33.4644	-23.4556
60T	90T	64.42000*	1.22931	<.001	59.4156	69.4244
	80T	-30.19500*	1.22931	<.001	-35.1994	-25.1906
	70T	28.46000*	1.22931	<.001	23.4556	33.4644

\*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

### Subconjuntos homogéneos

#### antioxidante

HSD Tukey<sup>a</sup>

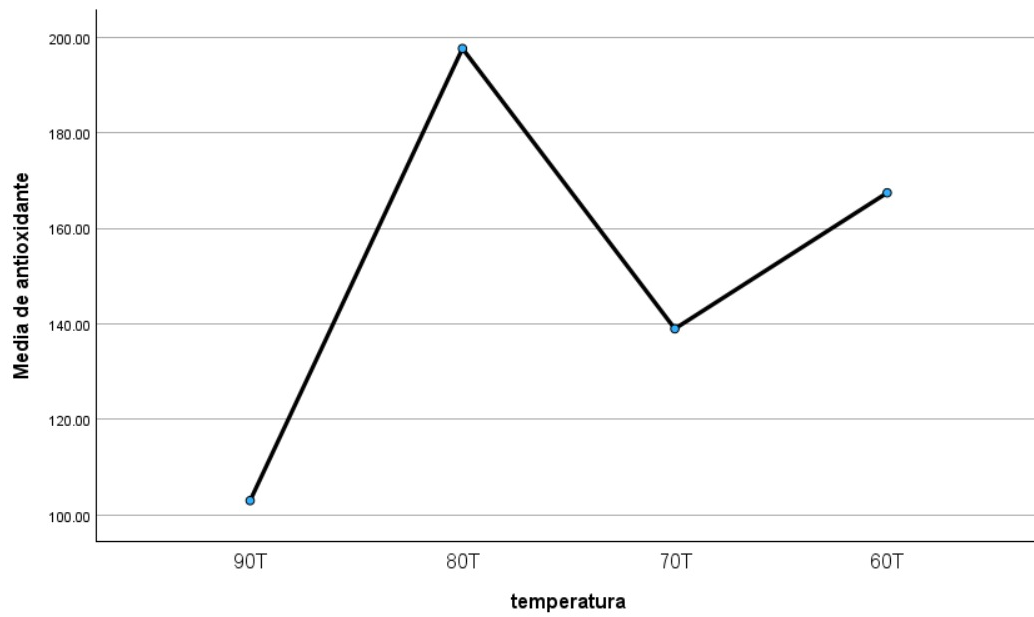
temperatura	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		1	2	3	4
90T	2	103.0100			
70T	2		138.9700		
60T	2			167.4300	
80T	2				197.6250
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

El programa SPSS nos muestra los resultados de la prueba Tukey donde la significancia en cada par es menor a 0.05 podemos decir que existe una diferencia significativa en las medias y varianzas en todos los pares comparados al 95% de confianza.

*Gráfico del comportamiento de la media de la capacidad antioxidante a las diferentes temperaturas.*

**Gráficos de medias**



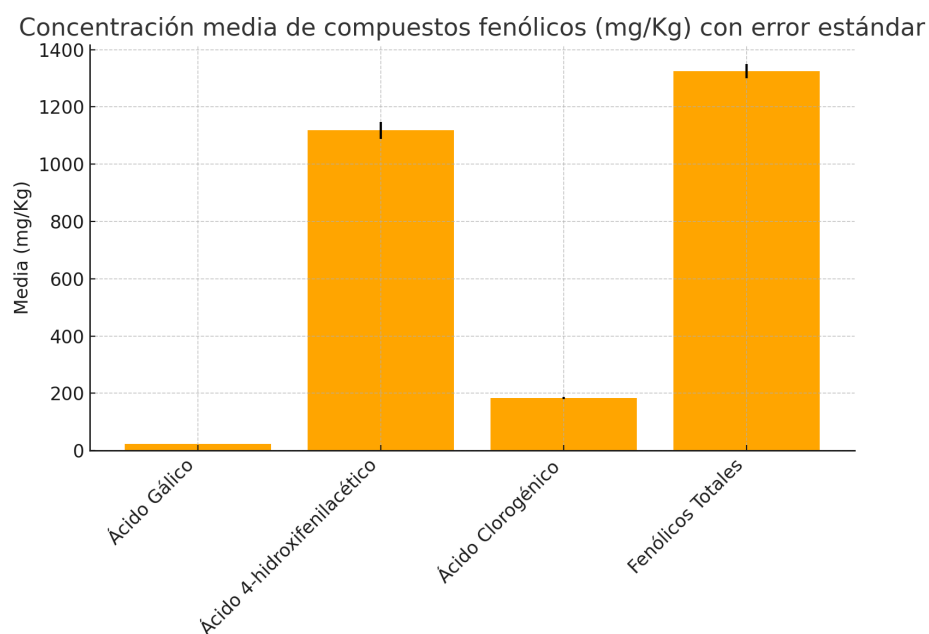
## Anexo 9

*Análisis estadístico descriptivo en el spss; contenido de fenólicos individuales y total a una temperatura de 80C°.*

	N	Media		Desv. estándar
	Estadístico	Estadístico	Error estándar	Estadístico
ÁcidoGálico	2	23.6300	.42000	.59397
ácido4hidroxifenilacetico	2	1117.7200	28.86000	40.81420
ÁcidoClorogenico	2	183.3700	3.66000	5.17602
FenolicosTotales	2	1324.7200	24.78000	35.04421
N válido (por lista)	2			

Podemos visualizar la desviación estándar y la media del contenido fenólico individual y total para una temperatura de 80C°.

*Gráfica de concentración media del contenido fenólico individual y total*



De la gráfica, se presenta la concentración media de compuestos fenólicos expresada en mg/Kg, junto con su error estándar. El Ácido 4-hidroxifenilacético muestra una concentración elevada, la cual es la mayor parte del contenido de fenólicos totales; seguidos por el Ácido Clorogénico y el Ácido Gálico, que presentaron valores mucho menores.

*Análisis estadístico descriptivo en el spss contenido de catequinas a una temperatura de 80C°.*

*Podemos visualizar la desviación estándar y la media de la catequina una temperatura de 80C°.*

	N	Media		Desv. estándar
	Estadístico	Estadístico	Error estándar	Estadístico
Catequina	2	58.6300	4.47000	6.32153
cafeína	2	4.0150	.06500	.09192
Epicatequina	2	5.0050	.12500	.17678
EGCG	2	263.1100	1.68000	2.37588
Gallocatequina	2	20.7200	.11000	.15556
N válido (por lista)	2			

*Distribución porcentual de catequinas en tu muestra de harina de semilla de palta orgánica Hass a 80 °C:*

