



FACULTAD DE OCEANOGRAFÍA, PESQUERÍA, CIENCIAS ALIMENTARIAS Y ACUICULTURA

FORMULACIÓN Y EVALUACIÓN DE SALSA A BASE DE PALTA (*Persea americana L.*),
ROCOTO (*Capsicum pubescens L.*) Y ACEITE DE SACHA INCHI CON ACEPTABILIDAD
SENSORIAL Y MAYOR CAPACIDAD ANTIOXIDANTE RESPECTO A SALSAS DEL MERCADO

Línea de investigación:
Competitividad industrial, diversificación productiva y prospectiva

Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Alimentario

Autor

Julca Campos, Etni Hernan

Asesor

Blas Ramos, Walter Eduardo

ORCID: 0000-0001-7817-122X

Jurado

Marín Machuca, Olegario

Aldave Palacios, Gladis Josefina

Ventura Guevara, Luis Leónidas

Lima - Perú

2025



FORMULACIÓN Y EVALUACIÓN DE SALSA A BASE DE PALTA (Persea americana L.), ROCOTO (Capsicum pubescens L.) Y ACEITE DE SACHA INCHI CON ACEPTABILIDAD SENSORIAL Y MAYOR CAPACIDAD ANTIOXIDANTE RESPECTO A SA

INFORME DE ORIGINALIDAD

26%

INDICE DE SIMILITUD

25%

FUENTES DE INTERNET

6%

PUBLICACIONES

8%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.uwiener.edu.pe Fuente de Internet	5%
2	repositorio.unc.edu.pe Fuente de Internet	3%
3	repositorio.cientifica.edu.pe Fuente de Internet	2%
4	www.coursehero.com Fuente de Internet	1%
5	repositorio.uma.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	repositorio.unfv.edu.pe Fuente de Internet	1%
7	hdl.handle.net Fuente de Internet	1%
8	repository.unad.edu.co Fuente de Internet	1%
9	Submitted to Universidad Nacional Federico Villarreal Trabajo del estudiante	<1%
10	Submitted to Universidad Internacional de la Rioja Trabajo del estudiante	<1%



Universidad Nacional
Federico Villarreal

VRIN | VICERRECTORADO
DE INVESTIGACIÓN

**FACULTAD DE OCEANOGRAFÍA, PESQUERÍA, CIENCIAS
ALIMENTARIAS Y ACUICULTURA**

**FORMULACIÓN Y EVALUACIÓN DE SALSA A BASE DE PALTA
(*Persea americana L.*), ROCOTO (*Capsicum pubescens L.*) Y ACEITE DE
SACHA INCHI CON ACEPTABILIDAD SENSORIAL Y MAYOR
CAPACIDAD ANTIOXIDANTE RESPECTO A SALSAS DEL
MERCADO**

Línea de Investigación:
Competitividad industrial, diversificación productiva y prospectiva

Tesis para optar al Título Profesional de Ingeniero Alimentario

Autor:
Julca Campos, Etni Hernan

Asesor:
Blas Ramos, Walter Eduardo
ORCID: 0000-0001-7817-122X

Jurado:
Marín Machuca, Olegario
Aldave Palacios, Gladis Josefina
Ventura Guevara, Luis Leónidas

Lima – Perú
2025

Dedicatoria

Son muchas las personas especiales a las que me gustaría agradecer su amistad, apoyo, ánimo y compañía en las diferentes etapas de mi vida. Algunas están aquí conmigo y otras en mis recuerdos y en el corazón. Sin importar dónde estén o si alguna vez llegan a leer esta dedicatoria quiero darles las gracias por formar parte de mí, por todo lo que me han brindado y por todas sus bendiciones.

Al más especial de todos, a DIOS porque me permitió hacer realidad este sueño, con su grande misericordia dándome fortaleza en los momentos difíciles y rodeándome con su grande e infinito de amor.

A mí padre Etni Hecnan, Julca Campos, éste es un logro que quiero compartir contigo por ser mi papá y por creer en mí. Quiero que sepas que ocupas un lugar especial. Acertada y rica herencia es su ejemplo, con el tiempo quizá pueda imitarlo, tal vez pueda igualarlo, pero jamás superarlo. Por eso mi padre merece hoy mañana y siempre todos mis honores, mi cariño y el respeto de su hijo.

A mí mamá Flora Isabel, Campos Arias, la mejor mamá del mundo, gracias por todo su esfuerzo, apoyo y confianza que siempre depositaste en mí y por permanecer a mi lado siempre. Te quiero mucha mamá.

A mis hermanos quienes con su apoyo moral me ayudaron a no abandonar mi batalla contra la adversidad en los días que se me acumularon compromisos de estudios y trabajos. A todos mis profesores no sólo de la carrera sino de toda la vida, mil gracias porque de alguna manera forman parte de lo que ahora soy. Especialmente a los maestros de la FOPCA de la UNFV.

Etni Hernan Julca Campos

Agradecimiento

En primer lugar, a Dios por haberme dado la sabiduría, paciencia, fuerza de voluntad y ser mi guía por el buen sendero para superar obstáculos y protegerme durante todo mi camino.

A la Universidad Nacional Federico Villarreal, institución a la cual le debo la realización profesional, en especial a la Facultad Oceanografía, Pesquería, Ciencias Alimentarias y Acuicultura, docentes y técnicos, por brindar sus conocimientos para culminar la ejecución de mi proyecto de tesis. Al Ing. Walter Eduardo Blas Ramos, asesor de la tesis, por brindarme sus conocimientos, el apoyo y las facilidades de realizar este proyecto de tesis.

Etni Hernan Julca Campos

ÍNDICE

Resumen.....	viii
Abstract.....	ix
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Descripción y formulación del problema.....	2
1.2. Antecedentes.....	4
1.3. Objetivos	7
1.3.1. <i>Objetivo General</i>	7
1.3.2. <i>Objetivos Específicos</i>	7
1.4. Justificación	7
1.5. Hipótesis.....	9
II. MARCO TEÓRICO.....	10
2.1. Bases teóricas sobre el tema de investigación.....	10
2.1.1. <i>Salsas</i>	10
2.1.2. <i>Palta (Persea americana L.)</i>	12
2.1.3. <i>Rocoto (Capsium pubescens L.)</i>	15
2.1.4. <i>Aceite de Sacha Inchi (Plukenetia volubilis)</i>	18
2.1.5. <i>Capacidad antioxidante</i>	22
2.1.6. <i>Evaluacion sensorial</i>	24
III. MÉTODO.....	24
3.1. Tipo de investigación	29
3.2. Ámbito temporal y espacial	29
3.3. Variables.....	29
3.4. Población y muestra.....	30
3.5. Instrumentos.....	31

3.6. Procedimientos.....	34
3.7. Análisis de datos.....	41
IV. RESULTADOS.....	42
4.1. Materias primas utilizadas para elaboración de salsas.....	42
4.1.1 Evaluacion del color.....	42
4.1.2 Evaluacion del olor.....	44
4.1.3 Evaluacion del sabor.....	45
4.1.4 Evaluacion de la textura.....	47
4.1.5 Evaluacion de la pungencia.....	48
4.2. Capacidad antioxidante de las salsas	49
4.3. Propiedades fisicoquimicas de las salsas.....	51
4.4. Capacidad antioxidante de mejor salsa formulada y salsa comercial.....	53
V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	54
VI. CONCLUSIONES.....	56
VII. RECOMENDACIONES.....	57
VIII. REFERENCIAS.....	58
IX. ANEXOS.....	66

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Componentes de la Palta Hass y Fuerte.....	15
Tabla 2. Valor nutricional del rocoto por 100 g de muestra.....	17
Tabla 3. Contenido de ácidos grasos en aceite de Sacha Inchi	20
Tabla 4. Composición de ácidos grasos (AG) de aceites vegetales (%) ^a	21
Tabla 5. Escala hedónica verbal de 7 puntos.....	32
Tabla 6. Formulación de las salsas (%).....	35
Tabla 7. Comparación pareada del color de las formulaciones con la prueba de Wilcoxon....	43
Tabla 8. Comparación pareada del olor de las formulaciones con la prueba de Wilcoxon....	45
Tabla 9. Comparación pareada del sabor de las formulaciones con la prueba de Wilcoxon...	46
Tabla 10. Comparación pareada de textura de las formulaciones con la prueba de Wilcoxon.	48
Tabla 11. Patrones de referencia para DPPH: Trolox.....	49
Tabla 12. Actividad antioxidante en las tres formulaciones de salsas.....	50
Tabla 13. Acidez de las formulaciones de salsas (% de ácido cítrico).....	51
Tabla 14. Densidad de las formulaciones de salsas (g/ml).....	52
Tabla 15. pH de las formulaciones de salsas.....	52

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Pulpa de aguacate.....	13
Figura 2. Rocoto de color rojo.....	16
Figura 3. Aceite de Sacha Inchi.....	19
Figura 4. Reacción de la actividad antioxidante del DPPH.....	23
Figura 5. Ficha de evaluación para la prueba de satisfacción	33
Figura 6. Codificación de las formulaciones para evaluación sensorial.....	34
Figura 7. Flujograma de elaboración de la salsa.....	37
Figura 8. Reacción del radical con compuestos antioxidantes.....	38
Figura 9. Promedios de satisfacción del color en las tres formulaciones de salsas.....	42
Figura 10. Promedios de satisfacción del olor en las tres formulaciones de salsas.....	44
Figura 11. Promedios de satisfacción del sabor en las tres formulaciones de salsas.....	45
Figura 12. Promedios de satisfacción de la textura en las tres formulaciones de salsas.....	47
Figura 13. Promedios de satisfacción de la pungencia en las tres formulaciones de salsas....	48
Figura 14. Recta de Trolox para DPPH.....	50
Figura 15. Actividad antioxidante en las tres formulaciones.....	51

Resumen

Objetivo: Formular y evaluar una salsa a base de palta, rocoto y aceite de Sacha Inchi con aceptabilidad sensorial y mayor capacidad antioxidante respecto a salsas del mercado. **Método:** la investigación fue de enfoque cuantitativo y de tipo descriptivo y experimental, el tamaño de muestra fue de 51 y se utilizó la escala hedónica. **Resultados:** la Formulación 1 con (palta 80%, Rocoto 10% y Aceite de Sacha Inchi 10%) tuvo promedios de 6,51 color; 5,61 olor; 6,53 sabor; 6,18 textura; 5,61 pungencia y 585,96 μM Equivalente Trolox de capacidad antioxidante. La Formulación 2 con (palta 60%, Rocoto 10% y Aceite de Sacha Inchi 30%) tuvo promedios de 5,53 color; 5,08 olor; 4,82 sabor; 4,63 textura; 5,47 pungencia y 707,16 μM Equivalente Trolox de capacidad antioxidante. La Formulación 3 con (palta 40%, Rocoto 10% y Aceite de Sacha Inchi 50%) tuvo promedios de 4,51 color; 5,10 olor; 4,45 sabor; 4,22 textura; 5,49 pungencia y 856,24 μM Equivalente Trolox de capacidad antioxidante. **Conclusiones:** Al 5% de significancia, la salsa con la Formulación 1 (80% de palta, 10% de rocoto y 10% de aceite de Sacha Inchi), tiene la mayor aceptabilidad sensorial, así mismo la salsa con la Formulación 3 (palta 40%, Rocoto 10% y Aceite de Sacha Inchi 50%) tiene la mayor capacidad antioxidante. Considerando que la aceptabilidad sensorial es un factor decisivo para la compra del producto, la Formulación 1 es la mejor salsa con 80% de palta, 10% de rocoto y 10% de aceite de Sacha Inchi.

Palabras clave: salsas, palta, rocoto, Sacha Inchi

Abstract

Objective: Formulate and evaluate a sauce based on avocado, rocoto and Sacha Inchi oil with sensory acceptability and greater antioxidant capacity compared to sauces on the market.

Method: the research had a quantitative and descriptive and experimental approach, the sample size was 51 and the hedonic scale was used. **Results:** Formulation 1 with (avocado 80%, Rocoto 10% and Sacha Inchi Oil 10%) had averages of 6.51 color; 5.61 colors; 6.53 flavor; 6.18 texture; 5.61 pungency and 585.96 μM Trolox equivalent of antioxidant capacity. Formulation 2 with (avocado 60%, Rocoto 10% and Sacha Inchi Oil 30%) had averages of 5.53 color; 5.08 colors; 4.82 flavor; 4.63 texture; 5.47 pungency and 707.16 μM Trolox equivalent of antioxidant capacity. Formulation 3 with (avocado 40%, Rocoto 10% and Sacha Inchi Oil 50%) had averages of 4.51 color; 5.10 colors; 4.45 flavor; 4.22 texture; 5.49 pungency and 856.24 μM Trolox equivalent of antioxidant capacity. **Conclusions:** At 5% significance, the sauce with Formulation 1 (80% avocado, 10% rocoto and 10% Sacha Inchi oil), has the greatest sensory acceptability, likewise the sauce with Formulation 3 (avocado 40%, Rocoto 10% and Sacha Inchi Oil 50%) has the greatest antioxidant capacity. Considering that sensory acceptability is a decisive factor for the purchase of the product, Formulation 1 would be the best sauce with 80% avocado, 10% rocoto and 10% Sacha Inchi oil.

Keywords: sauces, avocado, rocoto, Sacha Inchi

I. INTRODUCCIÓN

La investigación sobre compuestos naturales con propiedades antioxidantes ha adquirido gran importancia, dado que el estrés oxidativo juega un papel fundamental en el desarrollo de la dislipidemia y las enfermedades cerebrovasculares (ECV). Diversos estudios científicos han resaltado la relevancia de los antioxidantes en la regulación del estrés oxidativo y su relación con la salud del sistema cardiovascular (Halliwell, 2007).

Los antioxidantes cumplen la función de neutralizar los radicales libres, minimizando el daño oxidativo en las moléculas biológicas, incluidas las lipoproteínas de baja densidad (LDL), cuya oxidación es un factor determinante en la formación de placas ateroscleróticas. En este sentido, se ha evidenciado que una alimentación rica en antioxidantes puede contribuir a mejorar el perfil lipídico y disminuir el riesgo de padecer ECV (Halliwell, 2007).

Entre los diversos compuestos antioxidantes, la palta (*Persea americana* L.), el rocoto (*Capsicum pubescens* L.) y el aceite de Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis*) han despertado un creciente interés debido a sus propiedades nutricionales y su potencial efecto en la salud cardiovascular. La palta, gracias a su contenido de carotenoides, vitamina E y vitamina C, ha sido objeto de estudios que indican su capacidad para reducir los niveles de LDL y favorecer la función endotelial (Dreher y Davenport, 2013).

El rocoto, por su parte, contiene carotenoides y capsaicinoides, los cuales se han vinculado con propiedades antioxidantes y efectos antiinflamatorios (Halliwell, 2007; Yang et al., 2019). Asimismo, el aceite de Sacha Inchi, caracterizado por su alta concentración de ácidos grasos omega-3 y vitamina E, ha mostrado potencial en la reducción de la oxidación de LDL y la mejora del perfil lipídico (Keawkim et al., 2021).

A pesar de la creciente evidencia que respalda los beneficios de estos compuestos naturales en la prevención y tratamiento de la dislipidemia, la mayoría de los estudios se han enfocado en analizar sus propiedades nutricionales y actividad antioxidante de manera

individual. Por ello, resulta fundamental desarrollar investigaciones que examinen la interacción de estos antioxidantes en conjunto y su efecto específico en el manejo de la dislipidemia.

La seguridad alimentaria es de suma importancia en el desarrollo de nuevos productos alimenticios. Por lo tanto, se llevará a cabo un estudio *in vitro* para evaluar la inocuidad de la salsa propuesta. Esto involucrará análisis de parámetros microbiológicos y la detección de posibles contaminantes que puedan afectar la calidad y seguridad del producto final. Además, se realizarán análisis fisicoquímicos exhaustivos para determinar la composición nutricional de la salsa. Estos análisis incluirán la cuantificación de antioxidantes específicos y la evaluación de parámetros físicos como la viscosidad y el pH. Estos datos fisicoquímicos proporcionarán información valiosa sobre la calidad y estabilidad de la salsa, así como su potencial para ofrecer beneficios antioxidantes. Por ello, el presente estudio busca explorar el potencial de estos ingredientes en la creación de una salsa innovadora con potencial antioxidante.

A través de un enfoque multidisciplinario que incluye la nutrición, la gastronomía y la ciencia de alimentos, se llevará a cabo un estudio que abarcará aspectos específicos como la inocuidad alimentaria desde el ámbito microbiológico, el análisis fisicoquímico en lo correspondiente a su capacidad antioxidante y la evaluación sensorial para cuantificar su aceptabilidad. Se pretende no solo desarrollar una salsa que sea agradable al paladar, sino también garantizar su seguridad y contenido antioxidante.

1.1. Descripción y formulación del problema

La dislipidemia, una alteración en los niveles de lípidos en la sangre, representa un desafío creciente para la salud pública debido a su asociación con enfermedades cardiovasculares, incluyendo la enfermedad coronaria y el accidente cerebrovascular. A

medida que las tasas de dislipidemia continúan aumentando en todo el mundo, se requieren enfoques innovadores para su prevención y tratamiento.

El estrés oxidativo, resultado del desequilibrio entre los radicales libres y las defensas antioxidantes del organismo, ha emergido como un factor clave en la patogénesis de la dislipidemia al promover la oxidación de lipoproteínas de baja densidad (LDL) y la inflamación vascular. Ante la creciente incidencia de dislipidemia y la necesidad de estrategias preventivas y terapéuticas más efectivas, surge la necesidad de desarrollar productos alimenticios a base de insumos vegetales con alto nivel de capacidad antioxidante para lo cual se ha seleccionado la palta, el rocoto y el aceite de sacha inchi combinados en una salsa, lo que conduce a la siguiente pregunta: ¿Cómo formular y evaluar una salsa a base de palta (*Persea americana* L.), rocoto (*Capsicum pubescens* L.) y aceite de Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis*) con aceptabilidad sensorial y mayor capacidad antioxidante respecto a salsas del mercado?

Esta investigación se orienta al consumo de los antioxidantes naturales presentes en la palta, el rocoto y el aceite de Sacha Inchi con la finalidad de contribuir a la mitigación del estrés oxidativo y su posible impacto en la prevención y tratamiento de la dislipidemia. Al abordar esta cuestión, se pretende identificar si la incorporación de estos ingredientes en la dieta puede contribuir a mejorar el perfil lipídico y reducir el riesgo de enfermedades cardiovasculares asociadas con la dislipidemia, además, esta investigación tiene implicaciones significativas para la salud pública al abordar la creciente preocupación por la dislipidemia y sus consecuencias cardiovasculares.

Es importante estudiar los antioxidantes de la palta, el rocoto y el aceite de Sacha Inchi que pueden atenuar el estrés oxidativo y mejorar el perfil lipídico, de ser así, se podría desarrollar estrategias dietéticas y terapéuticas innovadoras para la prevención y el tratamiento de la dislipidemia, reduciendo así el riesgo de enfermedades cardiovasculares y mejorando la calidad de vida de las personas.

El aumento constante de enfermedades crónicas asociadas al estrés oxidativo y la inflamación ha motivado un mayor interés en la exploración de alimentos funcionales y nutracéuticos capaces de contrarrestar los efectos perjudiciales de los radicales libres en el organismo. Los antioxidantes presentes en determinados alimentos tienen la capacidad de neutralizar estos radicales libres y proteger las células del daño oxidativo, lo que conlleva a la reducción del riesgo de diversas enfermedades.

1.2. Antecedentes

Loaiza y López (2013) realizaron un estudio enfocado en la elaboración de una salsa a partir de la pulpa de aguacate de la variedad Hass, con la finalidad de proyectar su producción a escala industrial. Los resultados indicaron que la aplicación de pretratamientos térmicos adecuados permitió inactivar la enzima polifenol oxidasa, evitando así el oscurecimiento enzimático y prolongando la vida útil del producto. Además, la evaluación sensorial ayudó a ajustar la formulación para obtener un producto con alta aceptación por parte de los consumidores, lo que sugiere un gran potencial para su comercialización y producción a nivel industrial.

Chapoñan y Medina (2014) desarrollaron un estudio orientado a la elaboración de una salsa picante a base de rocoto (*Capsicum pubescens*) y tomate de árbol (*Solanum betaceum*), sin el uso de aditivos químicos. Para determinar la formulación óptima, se realizó una evaluación sensorial con la participación de un panel de expertos que analizaron diversas muestras en función de su sabor, aroma, color y aceptación general. Los resultados revelaron que la salsa picante tiene una vida útil aproximada de 80 días, equivalente a 11.5 semanas, durante las cuales mantiene sus propiedades fisicoquímicas, sensoriales y microbiológicas dentro de los estándares de calidad y seguridad requeridos para el consumo humano.

Flores (2019) llevó a cabo una investigación con el propósito de formular una salsa a partir de dos ingredientes principales: Huacatay (*Tagetes minuta*) y Rocoto (*Capsicum*

pubescens). En el estudio se evaluaron cuatro formulaciones distintas: F1 (60% Huacatay y 10% Rocoto), F2 (55% Huacatay y 15% Rocoto), F3 (50% Huacatay y 20% Rocoto) y F4 (45% Huacatay y 25% Rocoto). Todas las formulaciones incluían otros ingredientes como sal (3%), comino (1%), ajo (2%) y aceite (24%). Los resultados indicaron que la formulación F1, con 60% de Huacatay y 10% de Rocoto, fue la más aceptada en términos de sabor y características sensoriales. Este estudio ofrece una base para el desarrollo de una salsa atractiva y de gran aceptación, dirigida a consumidores interesados en sabores tradicionales y autóctonos. Asimismo, se analizaron las características fisicoquímicas del producto, aportando información relevante para su adecuada conservación y manipulación.

Ríos (2020) realizó una investigación con el objetivo de desarrollar un prototipo de salsa de tomate enriquecida con Shiitake y ácidos grasos insaturados omega, obtenidos del aceite de Sacha Inchi. Como resultado, se logró formular un producto innovador que, además de cumplir la función de una salsa de tomate de consumo masivo, ofrece beneficios nutricionales adicionales y contribuye a mejorar la calidad de vida de los consumidores. El prototipo final seleccionado, con un 10% de Shiitake y un 6% de omegas, fue el mejor valorado por los panelistas y cumplió con los estándares de calidad y seguridad exigidos por las normativas colombianas.

Cárdenas (2020) llevó a cabo un estudio con el propósito de analizar las propiedades fisicoquímicas y la estabilidad de una salsa de fruta con quinua, desarrollada por la empresa Quality Q en Cundinamarca. Para estandarizar su proceso de producción, se evaluaron distintas formulaciones y se realizaron análisis fisicoquímicos y microbiológicos. Además, se llevó a cabo una evaluación sensorial con la participación de 70 consumidores para determinar su percepción y nivel de aceptación del producto. Se concluyó que la salsa cumple con las normativas vigentes y tiene una vida útil de hasta 32 días a temperatura ambiente. Al no contener conservantes, este factor puede influir en su estabilidad, pero al mismo tiempo,

representa una alternativa saludable y nutritiva para los consumidores que buscan opciones alimenticias más naturales.

Cortez (2021) realizó una investigación enfocada en la elaboración de una salsa picante a partir de ingredientes autóctonos de la región, como el aguaje, el ají charapita y el palillo, los cuales poseen propiedades antioxidantes. Además, se analizó la estabilidad del producto durante el almacenamiento en diferentes condiciones de tiempo y temperatura, evaluando su capacidad antioxidante cada 10 días a lo largo de 50 días. Se observó que, a 60 °C, la capacidad antioxidante se redujo considerablemente, con una disminución del 59,75% en el radical DPPH y del 61,21% en el radical ABTS. Los resultados evidenciaron la viabilidad de producir una salsa picante con estos ingredientes, destacando la formulación 4 como la más aceptada sensorialmente y la que presentó mejores propiedades fisicoquímicas y mayor capacidad antioxidante.

Reyes y Sánchez (2021) llevaron a cabo un estudio con el objetivo de evaluar las propiedades fisicoquímicas y sensoriales de mayonesa y alioli elaborados con distintos tipos de aceite: girasol, oliva y sacha Inchi extra virgen. Los hallazgos indicaron que no hubo diferencias significativas entre las formulaciones de mayonesa con aceite de sacha Inchi y oliva, ni entre las de alioli con los mismos aceites. Esto se debe a que la variación en la proporción de aceite dentro de las formulaciones fue mínima, con solo un 2% de diferencia. Sin embargo, se concluyó que la mayonesa con aceite de sacha Inchi es una alternativa más rica en ácidos grasos esenciales, lo que podría aportar beneficios adicionales para la salud. Estos resultados aportan información valiosa tanto para la industria alimentaria como para los consumidores interesados en aderezos más saludables y nutritivos.

Echevarría y Flórez (2022) desarrollaron y analizaron dos salsas veganas tipo mayonesa, elaboradas con aceite de aguacate Hass y aceite de semilla de Sacha Inchi como ingredientes principales. La selección de estos aceites se basó en su disponibilidad en el

mercado colombiano y en las propiedades nutricionales que ofrecen. El estudio tuvo como objetivo evaluar la calidad de las salsas, considerando la alta concentración de aceite en sus formulaciones. Los resultados indicaron que los aceites utilizados eran puros y presentaban niveles bajos de oxidación inicial; pero mostraron una elevada oxidación secundaria. En la caracterización de las mayonesas, se identificó que factores como la estabilidad, el índice de consistencia k, la firmeza, la cohesión y la consistencia eran determinantes en su calidad final.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

Formular y evaluar una salsa a base de palta (*Persea americana L.*), rocoto (*Capsicum pubescens L.*) y aceite de Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis*) con aceptabilidad sensorial y mayor capacidad antioxidante respecto a salsas del mercado.

1.3.2. Objetivos Específicos

-Evaluar de qué manera la formulación con palta, rocoto y aceite de Sacha Inchi influye en la aceptabilidad sensorial de las salsas elaboradas.

-Evaluar de qué manera la formulación con palta, rocoto y aceite de Sacha Inchi influye en la capacidad antioxidante de las salsas elaboradas.

-Evaluar de qué manera la formulación con palta, rocoto y aceite de Sacha Inchi influye en las propiedades fisicoquímicas de las salsas elaboradas.

-Comparar la capacidad antioxidante de la salsa con mayor aceptabilidad sensorial con una salsa disponible en el mercado.

1.4. Justificación

La palta es una fuente rica en carotenoides, vitamina E y vitamina C, compuestos con propiedades antioxidantes que han demostrado ser efectivos en la reducción del estrés oxidativo en el organismo humano (Dreher y Davenport, 2013).

De manera similar, el rocoto contiene diversos antioxidantes, entre los cuales destacan los carotenoides y los capsaicinoides, conocidos por sus efectos beneficiosos para la salud (Blanco-Ríos et al., 2013).

Por otro lado, el aceite de Sacha Inchi se distingue por su alto contenido de ácidos grasos omega-3 y vitamina E, lo que le otorga propiedades antioxidantes que favorecen la salud (Keawkim et al., 2021; Ramos-Escudero et al., 2016; Shaikh, 2022).

La combinación de estos ingredientes naturales, cada uno con un respaldo científico sobre su capacidad antioxidante, sugiere que una salsa formulada a partir de ellos podría proporcionar una mayor cantidad de antioxidantes en comparación con las salsas tradicionales. Dado que los antioxidantes cumplen una función clave en la protección celular contra el daño generado por los radicales libres, se prevé que esta salsa pueda tener un efecto positivo en la salud, contribuyendo a la prevención de enfermedades asociadas al estrés oxidativo.

El estrés oxidativo desempeña un papel central en el desarrollo de la dislipidemia, ya que los radicales libres producidos en este proceso pueden inducir la oxidación de las lipoproteínas de baja densidad (LDL). Como consecuencia, estas se vuelven más propensas a acumularse en las arterias, favoreciendo la formación de placas ateroscleróticas. La presencia de estas placas conduce al estrechamiento arterial y eleva el riesgo de enfermedades cardiovasculares. Los antioxidantes presentes en la palta, el rocoto y el aceite de Sacha Inchi pueden neutralizar los radicales libres y mitigar el estrés oxidativo. Esto no solo ayudaría a prevenir la oxidación de las LDL, sino que también podría mejorar la función endotelial, reducir la inflamación y facilitar la eliminación de lípidos en las arterias.

La dislipidemia es una alteración en los niveles de lípidos en sangre, incluyendo colesterol y triglicéridos, que representa un factor de riesgo significativo para enfermedades cardiovasculares, como la enfermedad coronaria y el accidente cerebrovascular. Los antioxidantes juegan un papel esencial en la protección frente al estrés oxidativo, un

mecanismo que contribuye a la aparición y progresión de la dislipidemia y sus complicaciones asociadas (Kris-Etherton et al., 2002).

La palta (*Persea americana L.*), el rocoto (*Capsicum pubescens L.*) y el aceite de Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis*) han sido identificados como ingredientes con un alto contenido de antioxidantes, lo que sugiere un impacto positivo en la prevención y control de la dislipidemia (Blanco-Ríos et al., 2013; Unlu et al., 2005).

El desarrollo de una salsa a base de estos tres ingredientes podría representar una estrategia dietética efectiva para combatir la dislipidemia. Su consumo regular podría contribuir a reducir la oxidación de LDL, mejorar los niveles de lípidos en sangre y disminuir el riesgo de enfermedades cardiovasculares asociadas a esta condición.

1.5. Hipótesis

La salsa formulada a base de palta (*Persea americana L.*), rocoto (*Capsicum pubescens L.*) y aceite de Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis*) tiene aceptabilidad sensorial y mayor capacidad antioxidante respecto a salsas del mercado.

II. MARCO TEÓRICO

2.1 Bases teóricas sobre el tema de investigación

2.1.1. Salsas

De acuerdo con el Codex Alimentarius (2011a), la salsa de ají es un producto destinado a ser utilizado como condimento o aliño. Se elabora a partir de la parte comestible de materias primas en óptimas condiciones, las cuales son mezcladas y procesadas para lograr la calidad y características deseadas. Para evitar su deterioro, el producto es sometido a un tratamiento térmico adecuado antes o después de ser sellado herméticamente en su envase.

Según Panché (2013), las salsas pueden clasificarse en tres tipos principales:

-Salsas emulsionadas: Son aquellas que requieren la formación de una emulsión, es decir, la dispersión de un sólido en un líquido no soluble, manteniéndose estable durante un tiempo determinado. Pueden prepararse en frío, como la mayonesa, o en caliente, como la salsa holandesa.

-Salsas no emulsionadas: Se obtienen mediante la combinación de ingredientes líquidos y sólidos, ya sea en frío o en caliente, sin necesidad de emulsión. Entre ellas se encuentran el ketchup, la mostaza y el tomate frito.

-Salsa de ají: Se elabora con ingredientes como ají rocoto, ají mirasol, pimiento, ajo, cebolla, sal, azúcar, espesantes, agua, conservantes y otros aditivos.

El Codex Alimentarius (2011a) establece que las salsas de ají pueden clasificarse según su presentación en las siguientes categorías:

-Salsa de ají con pulpa y pepitas trituradas de manera homogénea.

-Salsa de ají con pulpa y pepitas trituradas de forma homogénea, con la adición de trozos o copos de ají distribuidos en la mezcla.

-Salsa de ají con pulpa y pepitas trituradas dispuestas en capas separadas o mezcladas dentro de la salsa.

-Salsa de ají elaborada exclusivamente con pulpa o pulpa triturada, o ambas.

Según Panché (2013), otra clasificación común de las salsas es la división entre salsas madres y salsas derivadas.

Salsas madres: Constituyen la base de muchas preparaciones y pueden ser frías o calientes. Dentro de las frías, se subdividen en emulsionadas o no emulsionadas, y estas últimas pueden ser cocidas o sin cocción. Las salsas emulsionadas pueden presentar una estructura más ligada. Ejemplos de salsas base incluyen la mayonesa (emulsionada en frío), la salsa holandesa (emulsionada en caliente), la bechamel, la salsa de tomate, la española, la demi-glace, la velouté, así como salsas dulces, agridulces y vinagretas.

Muchas salsas incorporan ingredientes distintivos que les otorgan una identidad regional. Por ejemplo, el curry evoca la cocina india, mientras que la albahaca es un componente esencial en salsas italianas, asociadas con la gastronomía mediterránea.

Elaboración de las salsas

Según Paltrineri y Figuerola (1997), la producción de salsas se basa en principios generales aplicados a diversos productos culinarios. Estos productos permiten aprovechar ingredientes disponibles en distintos sistemas productivos o entornos naturales.

Las formulaciones de las salsas incluyen una amplia variedad de ingredientes, cuya proporción varía según los criterios de la empresa productora y las preferencias de los consumidores. Se trata de productos generalmente finamente triturados, utilizados como aderezo o acompañamiento, con el objetivo de realzar el sabor y aroma de las comidas. Su conservación se logra mediante una combinación de concentración de sólidos y procesos de esterilización comercial.

Para su elaboración, es necesario considerar diversas etapas fundamentales que garantizan la calidad y estabilidad del producto final. Así mismo es fundamental considerar diversos aspectos técnicos productivos y de costos para su elaboración.

Base

Constituye el principal ingrediente de la salsa y le proporciona volumen. Puede incluir fondos, caldos, vinagres, cremas o mantequilla, entre otros.

Sazón

Es el conjunto de condimentos y especias utilizados para realzar y definir el sabor de la salsa. Para ello, se emplean hierbas aromáticas y diversos ingredientes que aportan carácter a la preparación.

Ligante

Elemento que otorga la consistencia o viscosidad deseada a la salsa, regulando su fluidez.

Guarnición

Ingredientes sólidos que complementan la salsa, contribuyendo a su presentación y textura final.

2.1.2. Palta (*Persea americana L.*)

De acuerdo con Araújo et al. (2018), se considera que la palta tiene su origen en México y América Central. Existen hallazgos arqueológicos que sugieren su consumo en México desde hace aproximadamente 10 000 años. Popularmente, esta fruta es conocida como "pera de mantequilla" debido a su forma y a la suavidad de su pulpa.

Según Zafar y Sidhu (2011), la palta pertenece al reino Plantae, familia Lauraceae, orden Laurales, género *Persea* y especie *P. americana*. Su nombre científico es *Persea americana* Mill., y se distingue en tres variedades principales según su origen y características: la guatemalteca, la mexicana y la antillana.

A nivel mundial, la producción anual de palta asciende a aproximadamente 8,06 millones de toneladas, según datos del 2020 proporcionados por la FAO. Dentro de los

principales países productores, Kenia ocupa el sexto lugar en la producción global de esta fruta. (Nyakangi et al., 2023)

La palta es una fruta muy valorada por su alto contenido de compuestos bioactivos destacando los ácidos grasos del grupo Omega, lo que ha impulsado su consumo a nivel mundial. Su versatilidad permite su uso en diversas formas y productos comerciales, como palta congelada, helados, aceite de palta, guacamole y productos cosméticos. En Perú, se cultivan diversas variedades, siendo la palta Fuerte la más comercializada en el mercado local e internacional. (Colombo y Papetti, 2019)

En la figura 1, se muestra la palta cortada por la mitad, donde se pueden observar la pulpa comestible, la cáscara y la semilla.

Figura 1

Pulpa de aguacate



Nota. Tomado de Bustos, 2023

Actualmente, el interés por incluir la palta como ingrediente funcional en la industria alimentaria ha crecido significativamente. Esto se debe a su alto contenido de compuestos bioactivos como ácidos grasos insaturados, fibra dietética, vitaminas (C, B y E), pigmentos (clorofilas, antocianinas y carotenoides) y compuestos fenólicos. Además, contiene cantidades importantes de ácido oleico y carotenoides como la luteína y el β -caroteno, con propiedades

antioxidantes que pueden contribuir a la reducción del daño celular. (Dreher y Davenport, 2013; Kris-Etherton et al., 2002)

Aspectos botánicos de la palta

El árbol de palta, perteneciente a la familia Lauraceae, es originario de América Central y América del Sur. Se caracteriza por su fruto de forma ovalada o redondeada, cuyo tamaño varía según la variedad y el clima donde se cultiva. Puede alcanzar hasta 20 m de altura, aunque su crecimiento y morfología dependen de la variedad y las técnicas de cultivo empleadas.

Sus hojas son grandes, perennes, de color verde oscuro, con forma lanceolada y una textura coriácea que les confiere resistencia. El fruto de la palta es una baya de gran tamaño con una piel gruesa y rugosa, cuyo color varía entre verde, negro o morado, dependiendo de la variedad y su grado de madurez. (Dreher y Davenport, 2013; Hueso et al., 2006)

Características y beneficios nutricionales

La palta, originaria de América Central y América del Sur, ha ganado gran popularidad a nivel mundial gracias a su sabor suave, textura cremosa y sus múltiples beneficios nutricionales. Es una fuente rica en ácidos grasos monoinsaturados, especialmente ácido oleico, cuya ingesta está relacionada con la reducción del riesgo de enfermedades cardiovasculares y la promoción de la salud en general. (Dreher y Davenport, 2013)

Valor Nutricional

Se considera una fruta altamente nutritiva, ya que aporta grasas saludables, como el ácido oleico, que contribuye a la salud cardiovascular. También es fuente de diversas vitaminas y minerales, incluyendo vitamina K, E, C, B6, ácido fólico, potasio y magnesio. Además, su alto contenido de fibra dietética favorece la digestión y promueve la saciedad.

Investigaciones recientes han demostrado que la semilla de la palta es rica en minerales y antioxidantes, lo que sugiere beneficios adicionales para la salud humana. (Dreher y Davenport, 2013)

En la tabla 1, se presentan los principales componentes químicos de las variedades Hass y Fuerte.

Tabla 1

Componentes de la Palta Hass y Fuerte

Componentes	Palta Hass	Palta Fuerte
Agua (%)	74,6	71,2
Grasa (%)	20,6	23,4
Proteína (%)	1,8	2,0
Fibra (%)	1,4	1,9
Cenizas (%)	1,2	1,2
Acido ascórbico	11	6
Niacina (mg)	1,9	1,5
Vitamina B6 (mg)	0,62	0,61
Potasio (mg)	480	460
Fosforo (mg)	14	29
Magnesio (mg)	23	23

Nota. Ambas variedades de palta se caracterizan por tener alto porcentaje de grasa (20.6 – 23,4), asimismo contiene potasio, fosforo y magnesio. Tomado de Palpex, 2010

2.1.3. Rocoto (*Capsicum pubescens* L.)

El rocoto, también conocido como ají amarillo, es una variedad de ají que contiene capsaicina, escutelarina y otros compuestos con propiedades antioxidantes, los cuales suelen tener generalmente colores rojo, amarillo y verde. Estos compuestos han sido asociados con la reducción del estrés oxidativo y la inflamación en el organismo. (Rahman et al., 2017; Quispe-Fuentes et al., 2019)

En la figura 2 se presenta un rocoto de color rojo

Figura 2

Rocoto de color rojo



Nota. Tomado de Apega, 2012

Aspecto Botánico del Rocoto

El rocoto es una planta perenne que puede alcanzar hasta dos metros de altura en condiciones óptimas de cultivo. Posee un sistema de raíces profundo y resistente, lo que le permite desarrollarse en suelos diversos y adaptarse a entornos con condiciones climáticas adversas. Sus flores, de tonalidades blancas o amarillo pálido, presentan pétalos parcialmente fusionados, lo que les da una apariencia particular. Los frutos del rocoto pueden variar en forma, siendo redondos o cónicos, según la variedad, y su coloración abarca desde verde hasta rojo, naranja, amarillo o combinaciones de estos tonos. Esta planta tiene la capacidad de producir frutos durante casi todo el año, especialmente en regiones con buena exposición a la luz solar. (Bosland y Votava, 2012)

Características del Rocoto

El rocoto es una variedad de ají originaria de América del Sur, particularmente de Perú, Bolivia y Ecuador. Su resistencia y adaptabilidad a climas fríos lo diferencian de otros tipos de chiles, ya que puede crecer a altitudes elevadas y tolerar temperaturas cercanas al punto de congelación. Es una opción viable para el cultivo en zonas montañosas con climas fríos. Se utiliza en culinario, en la elaboración de mezclas naturales para combatir plagas agrícolas, aprovechando sus propiedades picantes como repelente de insectos. (Bosland y Votava, 2012)

Valor Nutricional del Rocoto

El rocoto es una fuente rica en nutrientes esenciales, incluyendo vitaminas C, A y del complejo B, así como minerales potasio y magnesio. También contiene compuestos antioxidantes, entre ellos los carotenoides, que aportan beneficios a la salud. (Ugás, 2009)

En la tabla 2 se muestra el valor nutricional del rocoto

Tabla 2

Valor nutricional del rocoto por 100 g de muestra

Componente	Mínimo	Máximo
Agua (g)	20,7	93,1
Hidratos de carbono (g)	5,3	63,8
Proteína (g)	0,8	6,7
Extracto etéreo (g)	0,3	0,8
Fibra (g)	1,4	23,2
Cenizas (g)	0,6	7,1
Calcio (mg)	7,0	116,0
Fosforo (mg)	31,0	200,0
Hierro (mg)	1,3	15,1
Caroteno (mg)	0,03	25,2
Tiamina (mg)	0,03	1,09
Riboflavina (mg)	0,07	1,73
Niacina (mg)	0,75	3,30
Ácido ascórbico (mg)	14,4	157,5
Calorías	23,0	233,0
Capsicina (mg)	150,0	335,0

Nota. El rocoto destaca por su contenido de Capsicina. Tomado de Ugás, 2009

2.1.4. Aceite de Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis*)

Según Sihuayro (2013), el aceite de Sacha Inchi se obtiene a través del prensado de sus semillas. Para ello, primero se realiza una selección manual de aquellas en buen estado. Luego, estas semillas son trituradas utilizando un molino con discos en forma de corona. Posteriormente, el material triturado pasa por un proceso de tamizado con mallas de 2, 4 y 6 mm para refinar su textura. El producto tamizado se somete a una prensa hidráulica con una presión de entre 160 y 200 bar durante 15 minutos, lo que permite extraer el aceite crudo. Este se deja reposar entre 24 y 48 horas para que las partículas en suspensión se asienten. Finalmente, se filtra utilizando una bomba de vacío para obtener un aceite puro, listo para ser envasado y comercializado.

El aceite de Sacha Inchi es altamente valorado por su elevado contenido de ácidos grasos poliinsaturados, especialmente ácido α -linolénico (omega-3), que contribuye a la protección de las membranas celulares y reduce la oxidación de los lípidos, beneficiando la salud de quienes lo consumen. (González et al., 2013)

Composición Química del Aceite de Sacha Inchi

Este aceite se ha convertido en un ingrediente esencial tanto en la nutrición humana como en el animal debido a su alta concentración de ácidos grasos poliinsaturados (AGPI), que representan aproximadamente el 82% de su composición.

En comparación con otros aceites, el aceite de Sacha Inchi destaca por su equilibrio en la proporción de omega-3 (linolénico), omega-6 (linoleico) y omega-9 (oleico), lo que lo convierte en una opción nutricional superior. Estudios comparativos han demostrado que presenta una mejor relación de estos ácidos grasos en comparación con aceites como el de oliva y el de pescado, evaluados en supermercados locales de Perú. (Paucar et al., 2015)

En la figura 3 se presenta el aceite de Sacha Inchi en su presentación comercial envasado en frasco de vidrio.

Figura 3

Aceite de Sacha Inchi



Nota. Tomado de González et al., 2013

Aspecto Botánico del Sacha Inchi

El Sacha Inchi es una planta trepadora perteneciente a la familia Euphorbiaceae, originaria de la región amazónica de América del Sur. Su nombre científico, *Plukenetia volubilis*, refleja su naturaleza enredadera y su capacidad de crecer en árboles y otras estructuras. Produce frutos en forma de cápsula que contienen en su interior las semillas de las cuales se extrae su valioso aceite. Estas cápsulas, de color oscuro, resguardan semillas pequeñas, ovaladas y de tonalidad marrón. Se ha documentado que esta semilla era parte de la dieta de los incas desde tiempos ancestrales. (Rodríguez-Bencomo et al., 2016)

Características del Aceite de Sacha Inchi

Obtenido a partir de las semillas del Sacha Inchi, este aceite se ha popularizado debido a sus notables beneficios nutricionales y para la salud. Se distingue por su riqueza en ácidos grasos esenciales, en particular ácido α -linolénico (omega-3) y ácido linoleico (omega-6), que se encuentran en una proporción equilibrada. Gracias a estas propiedades, el aceite de Sacha Inchi es utilizado en la elaboración de alimentos saludables y orgánicos, además de formar parte de la industria cosmética para la fabricación de productos destinados al cuidado de la piel y el cabello, así como en aplicaciones farmacéuticas. (Berti et al., 2017)

Valor Nutricional del Aceite de Sacha Inchi

Considerado uno de los aceites vegetales más saludables, el aceite de Sacha Inchi destaca por su contenido en ácidos grasos esenciales, particularmente ácido alfa-linolénico (ALA), un tipo de omega-3 asociado con la salud cardiovascular y el buen funcionamiento del cerebro. También contiene ácido linoleico (omega-6) y ácido oleico (omega-9), ambos fundamentales para diversas funciones metabólicas del organismo y en beneficio de la salud integral. (Ramos-Escudero et al., 2016)

En la tabla 3 se presenta el contenido de ácidos grasos del aceite de Sacha Inchi, en sus formas de saturados, monoinsaturados y polinsaturados

Tabla 3

Contenido de ácidos grasos en aceite de Sacha Inchi

Muestra de aceite de Sacha Inchi	Ácidos grasos (%)		
	Saturados	Monoinsaturados	Polinsaturados
1	8,2	10,7	77,5
2	6,7	8,4	84,5
3	7,0	9,0	84,0
4	6,3	8,1	85,5
5	7,0	9,0	83,0

Nota. El aceite de Sacha Inchi contiene poco porcentaje de ácidos grasos saturados de (6,3 a 8,2) así mismo los monoinsaturados también son de bajo porcentaje de (8,1 a 10,7), en cambio contiene alto porcentaje de ácidos grasos polinsaturados de (77,5 a 85,5). Tomado de Ramos-Escudero et al., 2016

En la tabla 4 se presenta la composición de los ácidos grasos de aceites vegetales, observándose que el aceite de Sacha Inchi contiene mayor cantidad de Omega 6, así mismo contiene alto porcentaje de Omega 3.

Tabla 4*Composición de ácidos grasos (AG) de aceites vegetales (%)^a*

Aceite	Omega 3	Omega 6	Omega 9
Oliva	0,6	8,4	74,3
Canola	6,6	20,2	64,1
Girasol	0,37	29,0	60,2
Linaza	54,4	15,5	20,0
Sacha Inchi	44,0	33,5	10,7

Nota. (%) ^a = porcentaje relativo de ácidos grasos basados en el área del pico cromatográfico CG. Adaptado de Maurer et al., 2012

Los ácidos grasos insaturados en el aceite de Sacha Inchi representan un porcentaje elevado, alcanzando hasta un 91,2 % del total, mientras que los ácidos grasos saturados se encuentran en menor proporción, aproximadamente un 8 %. Dentro de los insaturados, el más abundante es el ácido linolénico (omega-3) con un $48,2 \pm 0,4$ %, seguido del ácido linoleico (omega-6) con un $34,1 \pm 0,1$ %, el ácido oleico (omega-9) con un $8,9 \pm 0,1$ %, el ácido palmítico con un $4,7 \pm 0,2$ % y el ácido esteárico con un $3,3 \pm 0,1$ %. (Cisneros et al., 2014)

Los ácidos grasos omega-3 (ω -3) forman parte de un grupo de biomoléculas poliinsaturadas que tienen su primer doble enlace en el tercer carbono de la cadena, contado desde el extremo final. Entre los más relevantes se encuentran el ácido alfa-linolénico, con 18 carbonos y 3 dobles enlaces; el ácido eicosapentaenoico (EPA), con 20 carbonos y 5 dobles enlaces; y el ácido docosahexaenoico (DHA), compuesto por 22 carbonos y 6 dobles enlaces. En el caso de los ácidos grasos omega-6 (ω -6), también son insaturados y poseen dobles enlaces en su estructura, situando su primer doble enlace en el carbono 6 desde el extremo final de la cadena. Los principales omega-6 se encuentran el ácido linoleico, con 18 carbonos y 2 dobles enlaces, y el ácido araquidónico, con 20 carbonos y 4 dobles enlaces. (Carhuapoma, 2009)

El ácido graso omega-9 (ω -9) se caracteriza por presentar un solo doble enlace en el carbono 9 de su estructura química. Este tipo de ácido graso se encuentra en diversas fuentes naturales como aceitunas y aceite de oliva, semillas de canola, avellanas, nueces, la pulpa del aguacate, así como en los lípidos y fosfolípidos de los animales. Su beneficio radica en la capacidad de reducir los niveles de lipoproteínas de baja densidad (LDL) sin afectar las lipoproteínas de alta densidad (HDL). Es esencial moderar el consumo de omega-9 y de grasas saturadas para maximizar sus efectos positivos en la salud. (Suzuki et al., 2001)

Los ácidos grasos del aceite de Sacha Inchi tienen sus efectos beneficiosos en el metabolismo de los lípidos. Se sabe que el ácido linolénico contribuye a la reducción de los niveles de triglicéridos (TGL) y al incremento de las lipoproteínas de alta densidad (HDL), mientras que los ácidos linoleico y oleico ayudan a disminuir las concentraciones de lipoproteínas de baja densidad (LDL) en la sangre. (Argüeso et al., 2011)

2.1.5. Capacidad antioxidante

La capacidad antioxidante hace referencia a la habilidad de un compuesto para impedir o retardar la oxidación de un sustrato incluso en pequeñas cantidades. Los radicales libres presentes en el organismo son moléculas inestables y altamente reactivas que pueden provocar daños celulares y contribuir al estrés oxidativo. Este fenómeno se ha vinculado con diversas enfermedades crónicas y degenerativas, como el cáncer y las afecciones cardiovasculares, además del proceso de envejecimiento. La acumulación excesiva de radicales libres, en gran parte debido a la exposición a contaminantes externos a lo largo del tiempo, puede afectar negativamente la salud humana. (Goodarzi et al., 2018; Valko et al., 2007)

La capacidad antioxidante de un compuesto se mide por distintos métodos, entre ellos el ABTS, DPPH, el Poder Antioxidante Reductor Férrico (FRAP) y la Capacidad de Absorbancia de Radicales de Oxígeno (ORAC). Estos procedimientos pueden utilizarse de

manera individual o combinada, permitiendo así obtener un análisis más detallado de las propiedades antioxidantes de los recursos vegetales. (Martínez-Flores et al., 2002)

El método DPPH consiste en mezclar una solución de este radical libre con la muestra analizada. Los antioxidantes presentes en la muestra reaccionan con el DPPH donando electrones, lo que lo reduce a una forma estable y provoca un cambio de color de violeta oscuro a amarillo pálido. La magnitud de este cambio de tonalidad se relaciona directamente con la capacidad antioxidante de la muestra. (Pellegrini et al., 2019)

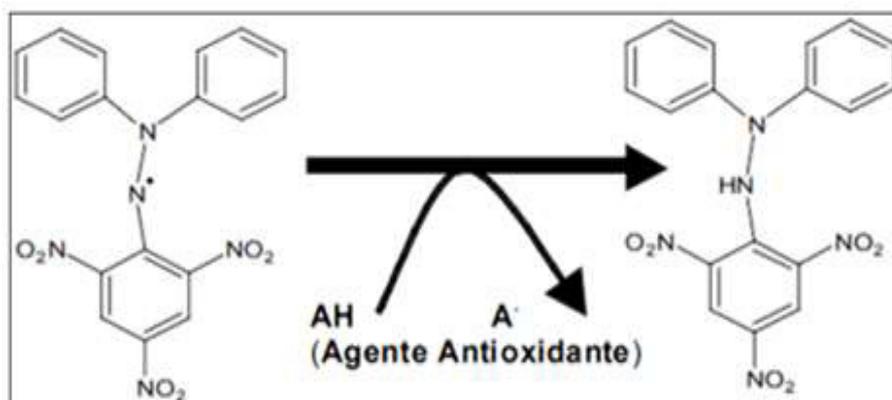
El ensayo con el radical libre DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidracilo) permite evaluar la capacidad de los antioxidantes para reducir su absorbancia. El DPPH en su estado inicial presenta un electrón desapareado que le confiere un color azul-violeta. Sin embargo, cuando entra en contacto con un compuesto antioxidante, se produce un cambio de color hacia amarillo pálido. Este proceso se mide espectrofotométricamente mediante la absorbancia a 517 nm. (Castañeda et al., 2008; Ramos-Llica et al., 2008)

El radical libre en la muestra analizada se determina a partir de una curva de calibración y se expresa en equivalentes de Trolox. (Kuskolkil et al., 2005; Molyneux, 2004)

En la figura 4 se presenta la reacción de la actividad antioxidante del DPPH

Figura 4

Reacción de la actividad antioxidante del DPPH



Nota. El modelo representa la reacción química producida. Adaptado de Molyneux, 2004

De acuerdo con Londoño (2012), la actividad antioxidante se define como la capacidad de una sustancia para inhibir los procesos de oxidación al neutralizar los radicales libres. Estos radicales son moléculas que contienen un electrón desapareado en su última órbita, lo que las hace altamente reactivas.

Según Gutiérrez-Salinas et al. (2014), un antioxidante es una molécula que puede prevenir o frenar la oxidación de otra, ya sea estabilizando sus formas altamente reactivas o cediendo electrones para transformarlas en compuestos más estables y menos reactivos.

2.1.6. Evaluación sensorial

Según Lawless (2010) la evaluación sensorial es una disciplina científica que permite provocar, medir, examinar e interpretar las reacciones de las personas ante ciertas características de los alimentos y otros materiales, según son percibidas por los sentidos de la vista, el olfato, el gusto, el tacto y la audición. Este proceso se compone de dos aspectos fundamentales: el análisis sensorial y el análisis estadístico. El primero busca recopilar de manera adecuada las percepciones de un panel de evaluadores (parte subjetiva), mientras que el segundo se encarga de transformar y analizar los datos obtenidos (parte objetiva). La evaluación sensorial es una disciplina interdisciplinaria que involucra áreas como la psicología, la química, la fisiología y la estadística. Debido a su amplio alcance, su aplicación ha ganado reconocimiento y ha experimentado una evolución significativa en los últimos años. Es utilizada en sectores como la industria alimentaria, la perfumería, la farmacéutica y la producción de pinturas y tintes.

El análisis sensorial se fundamenta en la idea de que la calidad de un producto es percibida por los seres humanos como el resultado de diferentes estímulos, lo que hace necesario descomponer y estudiar cada una de estas respuestas. En la industria alimentaria, algunas de sus principales aplicaciones tecnológicas incluyen:

- Establecimiento de normas y criterios de calidad para clasificar y evaluar productos.

- Control de calidad mediante la definición de parámetros sensoriales de referencia.
- Evaluación de modificaciones en los procesos productivos.
- Determinación de la estabilidad de los productos en diversas condiciones de almacenamiento.
- Desarrollo de nuevos productos mediante el diseño y aplicación de pruebas sensoriales.
- Relación entre los parámetros sensoriales y otros factores físicos, químicos y mecánicos.
- Análisis discriminativo para identificar si pequeñas variaciones en los ingredientes son detectadas por los consumidores.

Propiedades sensoriales de los alimentos

De acuerdo con Bravo et al. (2011), las propiedades sensoriales son aquellas características de los alimentos que pueden ser percibidas por nuestros sentidos. Entre ellas se encuentran el color, la apariencia, el olor, el aroma, el gusto y el sabor.

Color

El color es el resultado de la percepción de la luz reflejada por un objeto con una determinada longitud de onda. Los objetos blancos reflejan todas las longitudes de onda, mientras que los negros las absorben por completo. Su medición puede realizarse mediante escalas visuales o con un colorímetro. Además, el color puede influir en la percepción de otros sentidos, por ejemplo, si un alimento tiene un color poco atractivo, puede asociarse con un sabor desagradable. Esta propiedad se define por tres aspectos principales:

- Tono: Longitud de onda específica de la luz reflejada.
- Intensidad: Depende de la concentración de pigmentos en el objeto.
- Brillo: Se relaciona con la cantidad de luz reflejada en comparación con la luz que incide sobre el objeto.

Apariencia o impresión visual

Hace referencia al aspecto externo de los alimentos, resultado de la combinación de su color, tamaño, forma y estado.

Olor

Es la percepción olfativa de sustancias volátiles liberadas por los objetos. Existe una relación entre la intensidad del olor y el tiempo de percepción, ya que, tras la eliminación de la fuente olorosa, el olfato puede seguir detectándolo por un período breve. Por esta razón, en las pruebas sensoriales de alimentos es fundamental contar con espacios bien ventilados y realizar mediciones rápidas, ya que con el tiempo las personas pueden acostumbrarse a un olor determinado.

Aroma

El aroma se percibe cuando un alimento se encuentra en la boca, ya que las moléculas olorosas se disuelven en la mucosa del paladar y la faringe, activando los receptores olfativos. A diferencia del olor, que se detecta por la nariz, el aroma se percibe internamente al consumir el alimento. Esta propiedad es crucial en la calidad sensorial de los alimentos.

Gusto

El gusto se percibe a través de la lengua y se clasifica en cuatro tipos básicos: ácido (agrio), dulce, salado y amargo. La capacidad de detectar estos sabores es fundamental para la participación en pruebas de degustación. El gusto es uno de los principales atributos de los alimentos durante su evaluación sensorial.

Sabor

El sabor es el resultado de la combinación del olor, el aroma y el gusto, lo que hace que su evaluación sea más compleja. La diferencia sensorial entre los alimentos radica en su sabor, por lo que es esencial que los evaluadores tengan el sentido del gusto, el olfato y la garganta en óptimas condiciones.

Pungencia

La pungencia, también conocida como picor, es la sensación de ardor agudo provocada por la presencia de sustancias picantes en los alimentos. Se mide a través de la escala de Scoville, que se basa en la concentración de capsaicina presente en los chiles. La unidad de medida utilizada es la Scoville Heat Unit (SHU), que determina el nivel de picor de un alimento. En el Anexo A se presenta la escala de clasificación de la pungencia según la norma del Codex para el Chile. (Codex Alimentarius, 2011b; Peralta, 2007; Orjeda et al., 2017).

Pruebas sensoriales

Según Hernández (2005), en la industria alimentaria las pruebas sensoriales se clasifican en tres categorías: pruebas discriminativas, descriptivas y afectivas.

La evaluación sensorial permite responder diversas preguntas relacionadas con la calidad de un producto. En este proceso, se busca determinar si existen diferencias entre dos o más muestras (pruebas discriminativas), describir y cuantificar dichas diferencias (pruebas descriptivas) y, finalmente, evaluar el nivel de agrado, preferencia o satisfacción de los consumidores respecto a un producto específico (pruebas afectivas). De este modo, el análisis sensorial facilita la toma de decisiones sobre un producto determinado.

Pruebas afectivas

Según Hernández (2005), las pruebas afectivas permiten conocer el grado de aceptación, agrado y preferencia de los panelistas por un alimento, comparándolo, en algunos casos, con otro producto. Para ello, se utilizan escalas de calificación que permiten medir la percepción de los evaluadores.

Pruebas de satisfacción

Estas pruebas emplean la escala hedónica verbal, en la cual se solicita a los panelistas que expresen su nivel de satisfacción con un producto. La escala puede presentarse de forma verbal o gráfica. La escala verbal abarca desde “me gusta muchísimo” hasta “me disgusta

muchísimo”, e incluye un punto intermedio de “ni me gusta ni me disgusta”. En el caso de la escala gráfica, se utilizan imágenes de rostros o expresiones faciales que reflejan distintas emociones.

Ventajas de la escala hedónica

- Es fácil de comprender para los consumidores.
- Requiere poca instrucción previa.
- Permite obtener respuestas con mayor cantidad de información.
- Puede aplicarse a distintos atributos sensoriales de un producto.
- Aplicaciones de las pruebas afectivas

Según Hernández (2005), estas pruebas pueden utilizarse en los siguientes casos:

- Desarrollo de nuevos productos.
- Determinación de la vida útil de los productos.
- Optimización o equiparación con productos de la competencia.
- Evaluación de las preferencias del consumidor.

III. MÉTODO

3.1 Tipo de investigación

El presente estudio de investigación tiene un enfoque cuantitativo y es de tipo descriptivo y experimental, donde se han realizado formulaciones para la elaboración de una salsa con capacidad antioxidante en beneficio de la salud de sus consumidores.

3.2 Ámbito temporal y espacial

La investigación se inició en el año 2023 y concluyó el presente año 2024. Durante este periodo, se llevó a cabo el desarrollo de la investigación, que incluye la revisión bibliográfica, desarrollo experimental, análisis de laboratorio, recolección y análisis de datos, elaboración de conclusiones y recomendaciones. En la fase experimental se desarrollaron las formulaciones de las salsas, luego se realizó la evaluación sensorial de sus atributos, los análisis fisicoquímicos y microbiológicos, con los cuales se consiguió alcanzar los objetivos planteados al inicio del estudio.

La investigación se llevó a cabo en el laboratorio de Tecnología de Alimentos de la Facultad de Oceanografía, Pesquería, Ciencias Alimentarias y Acuicultura de la UNFV ubicada en el distrito de Miraflores, ciudad de Lima.

Los análisis fisicoquímicos correspondientes a la capacidad antioxidante se llevaron a cabo en el Laboratorio del Instituto de Investigación Traslacional y Biotransversal Ayru S.A.C. ubicado en la ciudad de Huaraz, Ancash.

3.3 Variables

La investigación comprende el estudio de tres variables dependientes y una independiente, considerando que las características de las salsas estuvieron en función a las formulaciones desarrolladas, las cuales se describen a continuación:

- a) Variables dependientes:
 - Características fisicoquímicas de las salsas

Cuyos indicadores serán: capacidad antioxidante, pH, acidez, densidad y °Brix

-Características sensoriales de las salsas

Cuyos indicadores serán: color, olor, sabor, textura y pungencia

b) Variable independiente:

Formulación de las salsas

Cuyos indicadores son: Formulación 1, Formulación 2 y Formulación 3, los cuales contienen las materias primas en diferentes proporciones; para el diseño experimental representan los tratamientos en estudio.

3.4 Población y muestra

La población de estudio relacionada a las salsas que se puede disponer para la investigación dependió del volumen de producción que se puede realizar, siendo de carácter no determinado o desconocido.

La muestra de estudio se determinó aplicando el muestreo de tipo probabilístico aleatorio simple para población desconocida con los siguientes parámetros de trabajo:

Nivel de confianza = 95%

Valor crítico de Z para 95% de confianza= 1.96

Proporción de aceptación = 0,95

Proporción de rechazo = 0,05

Error = 0,06

n = tamaño de la muestra

$$n = (Z^2 * P * q) / (E^2)$$

$$n = (1,96^2 * 0,95 * 0,05) / (0,06^2)$$

$$n = 51$$

El tamaño de muestra calculado, para la evaluación sensorial fue de 51 muestras de cada una de las formulaciones de salsa desarrolladas.

3.5 Instrumentos

Materiales de laboratorio

- Matraz Erlenmeyer
- Tubos de ensayo
- Rejillas
- Vortex
- Papel aluminio
- Reactivo Folin-Ciocalteu (0,1) M
- Carbonato de Sodio (Na_2CO_3)
- Solución Trolox
- Solución metanólica de DPPH al 0.1 mM
- Metanol
- Agua destilada

Equipos

- Balanza
- Licuadora
- Refractómetro
- pH metro
- Equipo de Cromatografía Líquida de Alta Eficiencia (HPLC)

Materias primas e insumos

- Rocoto
- Palta
- Aceite de Sacha Inchi
- Sal de mesa
- Envases de vidrio

Fichas de evaluación sensorial

Para la evaluación de los atributos sensoriales se utilizó la prueba afectiva de satisfacción con una escala hedónica verbal, en la cual el jurado evaluador califica en una ficha el grado de satisfacción que percibe de los productos que evalúa en una escala verbal de número impar, que va desde me gusta muchísimo hasta me disgusta muchísimo., con un punto intermedio en el cual existe la posibilidad que el jurado marque una puntuación donde ni le gusta ni le disgusta. (Hernández, 2005)

En la tabla 5 se presenta la escala hedónica de 7 puntos

Tabla 5

Escala hedónica verbal de 7 puntos

Descripción	Calificación
Me gusta muchísimo	7
Me gusta bastante	6
Me gusta ligeramente	5
Ni me gusta ni me disgusta	4
Me disgusta ligeramente	3
Me disgusta bastante	2
Me disgusta muchísimo	1

Nota. Tomado de Hernández, 2005

La prueba de aceptación se basa en la cuantificación del nivel de preferencia que tiene el jurado calificador respecto al producto que está evaluando, por lo tanto, el evaluador debe indicar cuál de los productos le agradó más respecto a los demás. (Hernández, 2005)

Para la evaluación sensorial se contó con la participación de alumnos de la FOPCA, quienes fueron los panelistas en su condición de panel semi entrenado, los cuales recibieron indicaciones previas de cómo llevar a cabo la evaluación sensorial y el llenado de la ficha.

En la figura 5 se presenta la ficha de evaluación para la prueba de satisfacción

Figura 5

Ficha de evaluación para la prueba de satisfacción

EVALUACIÓN DE ATRIBUTOS SENSORIALES			
MARCAR CON UNA X LA CALIFICACIÓN PARA CADA FORMULACIÓN			
EVALUACIÓN DEL COLOR	FORMULACIÓN		
VALORACIÓN	A 101	A 102	A 103
(7) Me gusta muchísimo			
(6) Me gusta bastante			
(5) Me gusta ligeramente			
(4) Ni me gusta ni me disgusta			
(3) Me disgusta ligeramente			
(2) Me disgusta bastante			
(1) Me disgusta muchísimo			
EVALUACIÓN DEL OLOR	FORMULACIÓN		
VALORACIÓN	A 101	A 102	A 103
(7) Me gusta muchísimo			
(6) Me gusta bastante			
(5) Me gusta ligeramente			
(4) Ni me gusta ni me disgusta			
(3) Me disgusta ligeramente			
(2) Me disgusta bastante			
(1) Me disgusta muchísimo			
EVALUACIÓN DEL SABOR	FORMULACIÓN		
VALORACIÓN	A 101	A 102	A 103
(7) Me gusta muchísimo			
(6) Me gusta bastante			
(5) Me gusta ligeramente			
(4) Ni me gusta ni me disgusta			
(3) Me disgusta ligeramente			
(2) Me disgusta bastante			
(1) Me disgusta muchísimo			
EVALUACIÓN DE TEXTURA	FORMULACIÓN		
VALORACIÓN	A 101	A 102	A 103
(7) Me gusta muchísimo			
(6) Me gusta bastante			
(5) Me gusta ligeramente			
(4) Ni me gusta ni me disgusta			
(3) Me disgusta ligeramente			
(2) Me disgusta bastante			
(1) Me disgusta muchísimo			
EVALUACIÓN DE PUNGENCIA	FORMULACIÓN		
VALORACIÓN	A 101	A 102	A 103
(7) Me gusta muchísimo			
(6) Me gusta bastante			
(5) Me gusta ligeramente			
(4) Ni me gusta ni me disgusta			
(3) Me disgusta ligeramente			
(2) Me disgusta bastante			
(1) Me disgusta muchísimo			

Nota. Adaptado de Hernández, 2005 y Peralta, 2007

En la figura 6 se presenta los productos elaborados de las tres formulaciones con sus respectivas codificaciones, las cuales fueron evaluadas por los panelistas utilizando la ficha que se muestra en la figura 5

Figura 6

Codificación de las formulaciones para evaluación sensorial



Nota. Para la evaluación sensorial mediante la prueba de satisfacción, calificando cada uno de los atributos sensoriales con la escala hedónica de siete puntos, las muestras estuvieron codificadas para que los jueces no conozcan las formulaciones. En tal sentido, el código A 101 se asignó a la Formulación 1, el código A 102 a la Formulación 2 y el código A 103 a la Formulación 3.

3.6. Procedimientos

La investigación experimental preliminar a nivel piloto de la salsa a base de palta, rocoto y aceite de Sacha Inchi se desarrolló en el laboratorio de Tecnología de Alimentos de la FOPCA-UNFV el año 2018 y participó en el concurso de diseño de productos en la celebración de la semana de la Ingeniería Alimentaria 2018, ocupando el primer lugar la salsa mencionada en la línea de productos a base de frutas y verduras. Dicha experiencia posteriormente al finalizar la carrera se pudo consolidar mediante el desarrollo científico del producto a través de la presente tesis.

Etapa 1. Formulación de las salsas

El desarrollo del producto se basó en utilizar una materia prima ya conocida de gran consumo por la población como es la palta el cual posee importantes antioxidantes, al cual se añadió dos materias primas como el rocoto que aporta otros tipos de antioxidante y el aceite de Sacha Inchi con contribuye sumando ácidos grasos poliinsaturados, convirtiendo la salsa en un producto con gran capacidad antioxidante.

En la tabla 6 se presentan las tres formulaciones de salsas

Tabla 6

Formulaciones de las salsas (%)

Formulaciones	Palta	Rocoto	Aceite de Sacha Inchi
Formulación 1 (F1)	80	10	10
Formulación 2 (F2)	60	10	30
Formulación 3 (F3)	40	10	50

Nota. Los porcentajes de palta y rocoto corresponden a parte comestible, mientras que el aceite de Sacha Inchi es un producto elaborado. El contenido de rocoto se mantiene constante ya que un incremento en la formulación puede tener un efecto en el grado de picante del producto terminado y por lo tanto puede ser rechazado por los consumidores. El contenido de sal de 1,5% ha sido igual para las 3 formulaciones sobre la base 100 g de materias primas.

Etapa 2. Preparación de la salsa

-Compra de insumos

La palta y el rocoto fueron adquiridos de proveedores que garantizan materias primas inocuas no contaminadas con algún agente tóxico sea orgánico o químico.

Las materias primas estuvieron en un punto de madures adecuado tanto la palta y el rocoto permitiendo obtener un producto de buena calidad y con la mayor concentración posible de antioxidantes para incrementar su potencial de capacidad antioxidante.

-Lavado y pesado de palta y rocoto

Para el lavado se utilizó agua potable para asegurar la inocuidad de los insumos que se utilizó. Luego del lavado se realizó el pesado de la palta y el rocoto para determinar rendimientos productivos de las materias primas que se utilizó en la elaboración de la salsa, bajo estrictas medidas de higiene para no contaminar las materias primas.

-Corte de la palta y el rocoto

En la palta se realizó el corte separando el producto en dos partes, para luego extraer la pulpa y desechar la cáscara y pepa. En el rocoto primero se retiró el pedúnculo, luego se dividió longitudinalmente en 4 partes y se extrajo pepas y venas, luego se remojó y enjuagó en agua potable para quitar los compuestos picantes. Los procesos fueron realizados cumpliendo las buenas prácticas de manipulación de alimentos.

-Proceso de mezclado

Para el mezclado se utilizó una licuadora limpia y desinfectada en la cual se realizó el proceso de mezcla, añadiendo la pulpa de palta, la pulpa del rocoto, el aceite de sachá Inchi y sal en las proporciones establecidas para cada formulación. El tiempo de licuado fue variable en función a los °Brix que debía tener el producto final.

-Envasado

Concluido el proceso de mezclado de las tres materias primas, la salsa elaborada fue envasada en frascos de vidrio limpios con un peso neto aproximado de 250 g, sellándose con la tapa metálica en forma manual.

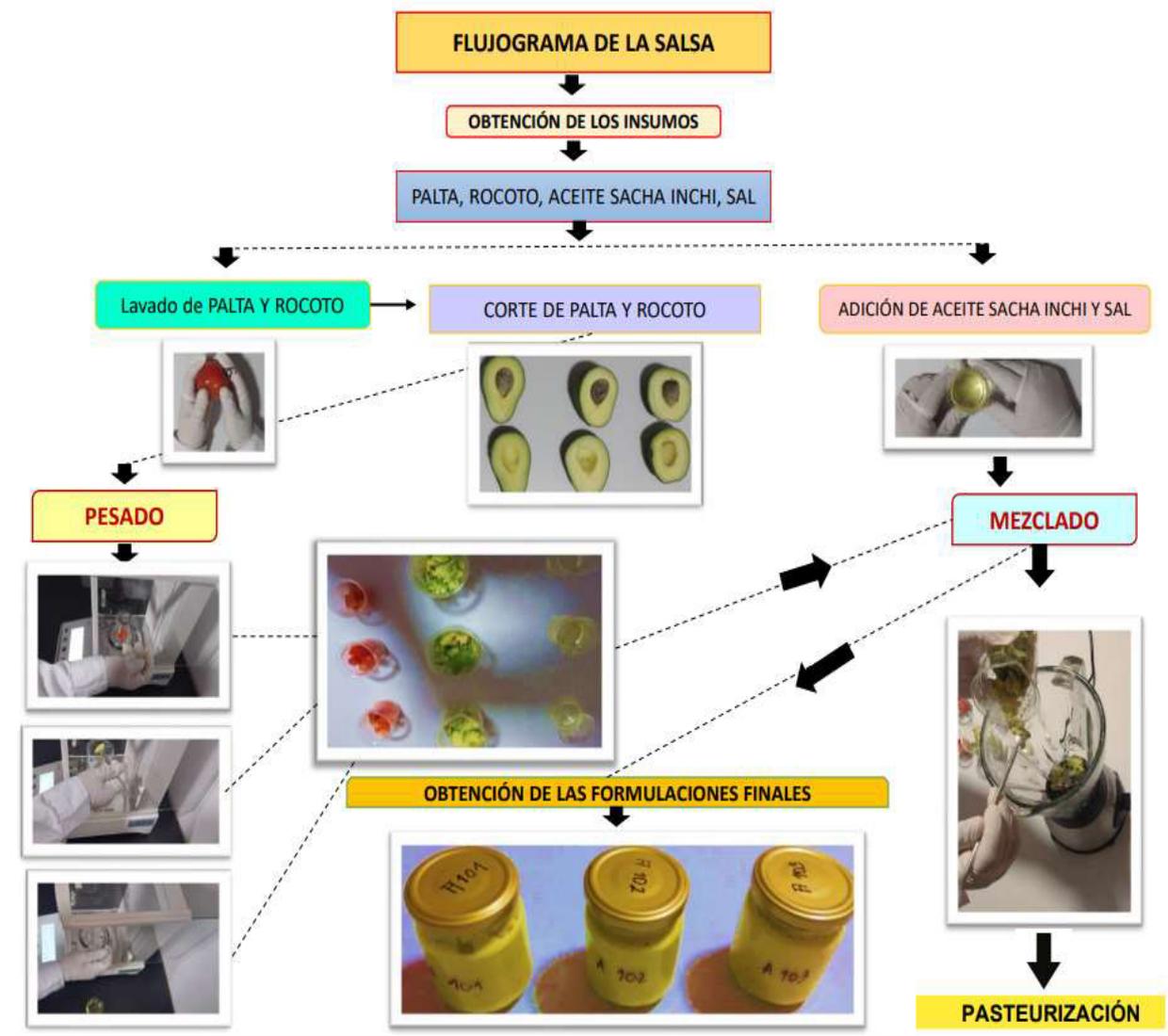
-Pasteurizado

El pasteurizado se realizó en un recipiente abierto con agua donde se colocó los frascos cerrados conteniendo la salsa y se calentó el hasta alcanzar una temperatura de 100 °C y se mantuvo los frascos por un periodo de 1 minuto (60 segundos), luego del cual se extrajeron los frascos y se les aplicó un shock térmico con agua fría.

En la figura 7 se presenta el flujograma de elaboración de la salsa

Figura 7

Flujograma de elaboración de la salsa



Nota. El diagrama de flujo de elaboración de la salsa se inicia con la obtención de los insumos, pasando por las diferentes etapas de proceso dentro de las cuales se realizan las tres formulaciones finalizando con la pasteurización del producto envasado.

Etapa 3. Evaluación sensorial

La evaluación sensorial se llevó a cabo mediante la prueba de satisfacción, con el formato que se presentó en la figura 5. La prueba de satisfacción utilizó la escala hedónica de 7 puntos para calificar los atributos sensoriales del color, olor, sabor, textura y pungencia.

Etapa 4. Evaluación de características fisicoquímicas

Las tres formulaciones fueron evaluadas para determinar sus características fisicoquímicas siguientes:

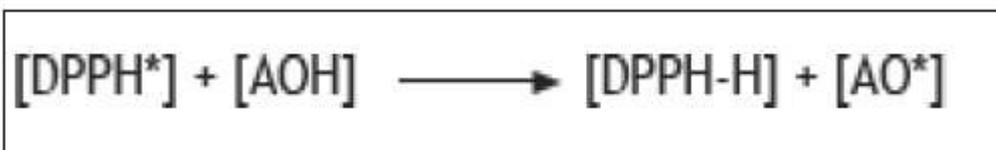
-Capacidad antioxidante

La estimación de la capacidad de barrido de radicales se realizó utilizando la técnica del radical libre 2,2-Difenil-1-Picrilhidrazilo (DPPH., Sigma Aldrich), método elaborado por Brand-Williams et al. (1995). La técnica se basa en la reacción del radical con compuestos antioxidantes, mediante la cesión de un átomo de hidrógeno que es brindado por el agente antioxidante. La reacción presenta una fase inicial rápida, seguida por una reacción lenta, la cual puede medirse a través del tiempo por la disminución de la absorbancia en función del tiempo. La reacción química es una reacción de óxido-reducción.

En la figura 08 se muestra la reacción del radical con compuestos antioxidantes

Figura 08

Reacción del radical con compuestos antioxidantes



Nota. Tomado de Instituto de Investigación Traslacional y Biotransversal Ayru S.A.C., 2023

De acuerdo con la metodología el reactivo DPPH presenta un color azul violeta intenso al inicio de la reacción, decolorándose a un amarillo ligero luego de reaccionar con el analito. Este cambio de color nos indica la transferencia de hidrógeno desde el antioxidante presente en la muestra hacia el reactivo, es decir que la variación de color en la muestra corresponde proporcionalmente a la actividad antioxidante.

Esta es medida a través de Espectroscopia Ultravioleta - Visible (UV) la absorbancia del reactivo DPPH es de 517 nm, el valor de la misma se reduce progresivamente al contacto

con el antioxidante. La variación en la absorbancia determino la actividad oxidante del analito y se calculó mediante la C.I.₅₀ (capacidad inhibitoria media) por medio del porcentaje de reducción de DPPH, es decir C.I.₅₀ mide la concentración de antioxidantes requeridos para inhibir un 50% de las moléculas de DPPH, este proceso tiene un periodo de tiempo aproximado entre 15 a 30 minutos, por lo que a menor cantidad de C.I.₅₀ se deduce una mayor capacidad antioxidante de la muestra.

Procedimiento

Se procedió a preparar las siguientes soluciones:

-Solución del patrón de referencia: Solución metanólica de Trolox a 1000 μ M (tipo de solución: solución madre). De la solución madre del estándar de Trolox se realizaron diluciones en metanol obteniendo soluciones de 100, 200, 400, 800 y 1000 μ M, estas soluciones sirvieron para realizar la curva de calibración.

-Solución DPPH: solución metanólica de DPPH al 0.1 mM

-Solución Blanco: Se usaron 0,7mL del solvente (metanol) y se adicionó 1,4mL de DPPH con 1,4mL de metanol más y 0,7mL de agua destilada, esta solución se usó para ajustar el espectrofotómetro a cero.

-Blanco de la muestra: 1,4mL de metanol más 0,7mL de muestra.

-Preparación de las muestras con solución DPPH: Se evaluó la actividad antioxidante de la de acuerdo con el siguiente método; se usaron 3 tubos de ensayo y en ellos se colocaron 0,7 mL de cada muestra en concentraciones de 100 μ g/mL, 500 μ g/mL y 1000 μ g/mL), se le adicionó 1,4 mL de la solución DPPH a 0,1 mM, se homogenizó en vórtex y se dejó en reposo durante 30 minutos a temperatura ambiente y protegido de la luz, transcurrido este tiempo, se procedió a medir la absorbancia a 517 nm en el espectrofotómetro Ultravioleta-Visible. Los análisis se realizaron en triplicado (n=3) y los cálculos se expresaron en porcentaje DPPH remanente (% de inhibición), así como también en equivalentes Trolox.

-El porcentaje de DPPH remanente (% de inhibición) fue calculado según la ecuación:

$$\% \text{ de inhibición} = [(A_i - A_f) / A_i] * 100$$

Donde:

A_i: Absorbancia inicial de DPPH

A_f: Absorbancia final de DPPH después de 30 min.

Según el Instituto de Investigación Traslacional y Biotransversal Ayru S.A.C. (2023), el cálculo realizado para expresar la actividad antioxidante en equivalentes Trolox fue el que se describe a continuación:

-Se calculó el porcentaje de inhibición del radical DPPH con la ecuación descrita en el ítem anterior

_Se calculó la actividad antioxidante equivalente a Trolox. Se despejó X en la ecuación de la recta del estándar de Trolox ($Y = a X + b$), se sustituyó el valor de porcentaje de inhibición obtenido y se resolvió la ecuación. El coeficiente “a” representa la pendiente de la recta.

-Al valor resultante se multiplicó por el factor de dilución correspondiente para obtener así la actividad antioxidante equivalente al valor Trolox real. En el presente estudio correspondió a: 4/0.1 (donde 4 es el volumen final de reacción expresado en mL y 0,1 el volumen expresado en mL de la muestra tomada). Los resultados se expresaron finalmente en μmol de Trolox/100mL

-Finalmente, para expresar los resultados por gramo de producto, al valor obtenido anteriormente se multiplicó por el equivalente en gramos de muestra contenido en 100 mL. Los resultados se expresan en μM Equivalente Trolox.

Acidez

Para medir la acidez total de las muestras se aplicó el método AOAC 981.12-2000 utilizando un potenciómetro automatizado (877 Metrohm China Co. Ltd) que utiliza soluciones tampón de pH 4 y 7 a 25 °C. (Zhang et al., 2023)

Densidad

Para la determinación de la densidad se aplicó el método AOAC 985.19-2005, para lo cual se utilizó un picnómetro de vidrio que determinó la densidad de la pasta de secado. El picnómetro se calibró con agua para obtener su volumen real, luego, se analizó la pasta seca y se calculó su densidad por la relación entre el peso de la muestra y el volumen real del picnómetro.

pH

El pH se determinó mediante un potenciómetro (PG2000, Gehaka) previamente calibrado.

3.7. Análisis de datos

Los datos obtenidos durante el desarrollo de la investigación fueron ordenados y procesados según los objetivos del estudio, utilizando el software estadístico SPSS.26.

Los datos procedentes de la evaluación sensorial de atributos tales como color, olor, sabor, textura y pungencia fueron evaluados a nivel descriptivo e inferencial. En el ámbito descriptivo se desarrolló gráficos comparativos a nivel de promedios y en la parte inferencial se realizaron pruebas de hipótesis de comparación de promedios a un nivel de significancia del 5% para determinar la formulación con mayor grado de satisfacción sensorial.

En lo correspondiente a los datos provenientes de los análisis fisicoquímicos y microbiológicos se realizaron evaluaciones de carácter descriptivo empleando gráficos comparativos según los objetivos del estudio.

IV. RESULTADOS

4.1 Evaluación sensorial de las salsas

La evaluación sensorial de las tres salsas formuladas ha consistido primeramente en un análisis estadístico descriptivo seguido de un análisis inferencial para cada uno de los atributos analizados tales como el color, olor, sabor, textura y pungencia.

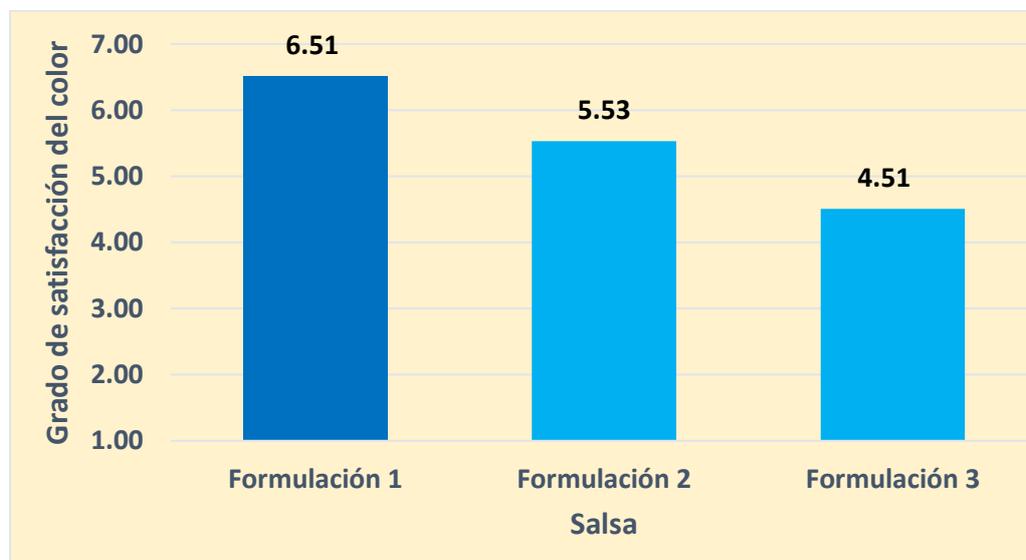
El análisis descriptivo ha consistido en presentar cuadros comparativos a nivel de promedios entre las tres formulaciones, y para el análisis inferencial primeramente se aplicó la prueba de normalidad de Kolmogorov Smirnov a los datos obtenidos de las 51 muestras calificadas por los 51 panelistas semi entrenados, los resultados se muestran en el Anexo B. Según los resultados de la prueba de normalidad, los datos de todas muestras no siguen una distribución normal, por lo tanto, para comparar las formulaciones se utilizó la prueba no paramétrica de Friedman por ser mas de 2 muestras en comparación y para la comparación de pares se utilizó la prueba de Wilcoxon

4.1.1 Evaluación del color

La figura 09 muestra los promedios de satisfacción del color en las tres formulaciones

Figura 09

Promedios de satisfacción del color en las tres formulaciones de salsas



Nota. La formulación 1 tiene mayor promedio de satisfacción del color

Para el análisis inferencial del color se aplicó la prueba no paramétrica de Friedman a un nivel de significancia del 5%, en la cual el supuesto de comparación principal consistió en plantear que el grado de satisfacción del color es igual en las tres formulaciones de salsas.

Los resultados de la prueba de Friedman para el color que se presentan en el Anexo C muestran un p-valor de 0,000 el cual es inferior al nivel de significancia del 5%

En función a los resultados se puede afirmar que el grado de satisfacción del color es diferente para las tres formulaciones de salsas

Para poder comparar el grado de satisfacción del color comparando las formulaciones por pares se aplicó la prueba de Wilcoxon que se adjunta en el Anexo D

En la tabla 7 se muestra la comparación del grado de satisfacción de color de las formulaciones

Tabla 7

Comparación pareada del color de las formulaciones con la prueba de Wilcoxon

Formulaciones	p-valor	α	Decisión
F1 vs F2	0,000	0,05	El color de las formulaciones F1 y F2 son diferentes
F1 vs F3	0,000	0,05	El color de las formulaciones F1 y F3 son diferentes
F2 vs F3	0,000	0,05	El color de las formulaciones F2 y F3 son diferentes

Nota. Según la percepción de los evaluadores el grado de satisfacción del color de las tres formulaciones de salsas son diferentes una contra otras es decir haciendo las comparaciones pareadas.

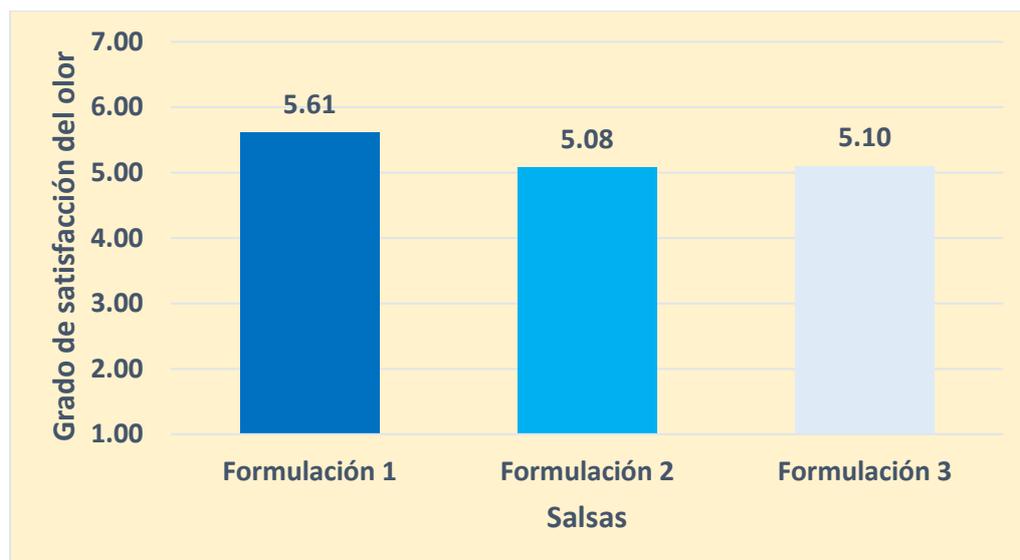
Uniando los resultados descriptivos con los inferenciales, se puede establecer que en el análisis descriptivo de promedios la Formulación 1 tiene mayor promedio respecto a las formulaciones 2 y 3, por lo tanto, habiéndose comprobado en el análisis inferencial que todas las comparaciones pareadas entre las formulaciones son significativas se puede establecer que la formulación 1 de la salsa tiene mayor grado de satisfacción en el color del producto.

4.1.2 Evaluación del olor

La figura 10 muestra los promedios de satisfacción del olor de las tres formulaciones de salsas

Figura 10

Promedios de satisfacción del olor de las tres formulaciones de salsas



Nota. La formulación 1 tiene mayor promedio de satisfacción del olor

Para el análisis inferencial del olor se aplicó la prueba no paramétrica de Friedman a un nivel de significancia del 5%, en la cual el supuesto de comparación principal consistió en plantear que el grado de satisfacción del olor es igual en las tres formulaciones de salsas.

Los resultados de la prueba de Friedman para el olor que se presentan en el Anexo C muestra un p-valor de 0,000 el cual es inferior al nivel de significancia del 5%

En función a los resultados se puede afirmar que el grado de satisfacción del olor es diferente para las tres formulaciones de salsas

Para poder comparar el grado de satisfacción del atributo olor comparando las formulaciones por pares se aplicó la prueba de Wilcoxon a un nivel de significancia del 5% cuyos resultados se adjunta en el Anexo D

En la tabla 8 se muestra la comparación del grado de satisfacción de olor de las formulaciones en forma pareada.

Tabla 8

Comparación pareada del olor de las formulaciones con la prueba de Wilcoxon

Formulaciones	p-valor	α	Decisión
F1 vs F2	0,000	0,05	El olor de las formulaciones F1 y F2 son diferentes
F1 vs F3	0,000	0,05	El olor de las formulaciones F1 y F3 son diferentes
F2 vs F3	0,881	0,05	El olor de las formulaciones F2 y F3 son iguales

Nota. Según la percepción de los evaluadores el grado de satisfacción del olor entre F1 vs F2 así como entre F1 vs F3 son diferentes, mientras que entre F2 vs F3 son iguales.

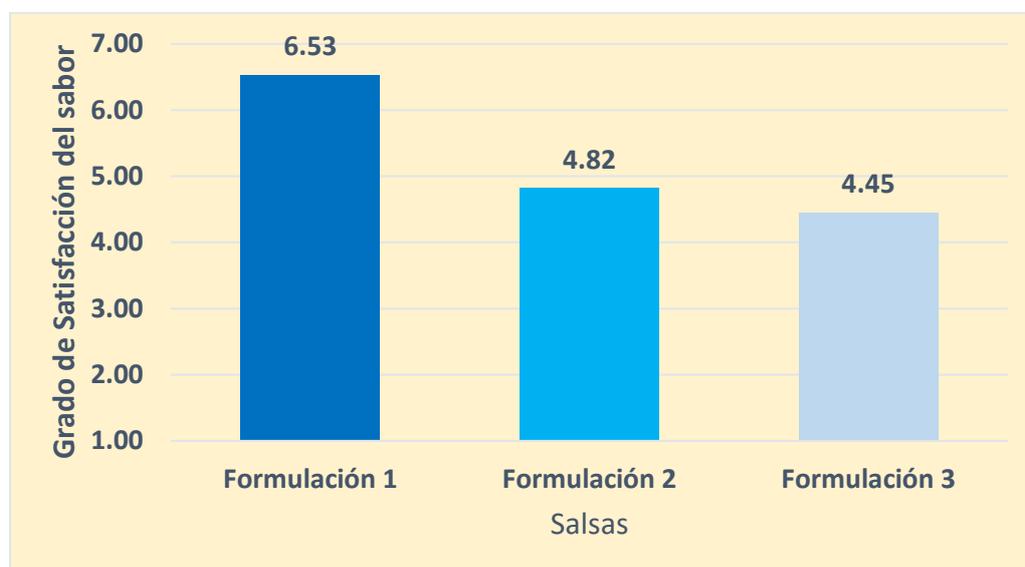
Uniando los resultados descriptivos con los inferenciales, se puede observar que en el análisis descriptivo de promedios la Formulación 1 tiene mayor promedio respecto a las demás, por lo tanto, habiéndose comprobado en el análisis inferencial que el olor de las formulaciones F1 vs F2 y F1 vs F3 son diferentes se puede establecer que la formulación 1 de la salsa tiene mayor grado de satisfacción en el olor del producto.

4.1.3 Evaluación del sabor

La figura 11 muestra los promedios de satisfacción del sabor de las tres formulaciones

Figura 11

Promedios de satisfacción del sabor de las tres formulaciones de salsas



Nota. La formulación 1 tiene mayor promedio de satisfacción del sabor

Para el análisis inferencial del sabor se aplicó la prueba no paramétrica de Friedman a un nivel de significancia del 5%, en la cual el supuesto de comparación principal consistió en plantear que el grado de satisfacción del sabor es igual en las tres formulaciones de salsas.

Los resultados de la prueba de Friedman para el sabor que se presentan en el Anexo C muestran un p-valor de 0,000 el cual es inferior al nivel de significancia del 5%

En función a los resultados se puede afirmar que el grado de satisfacción del sabor es diferente para las tres formulaciones de salsas

Para poder comparar el grado de satisfacción del atributo sabor comparando las formulaciones por pares se aplicó la prueba de Wilcoxon a un nivel de significancia del 5% cuyos resultados se adjunta en el Anexo D

En la tabla 9 se muestra la comparación del grado de satisfacción de sabor de las formulaciones en forma pareada.

Tabla 9

Comparación pareada del sabor de las formulaciones con la prueba de Wilcoxon

Formulaciones	p-valor	α	Decisión
F1 vs F2	0,000	0,05	El sabor de las formulaciones F1 y F2 son diferentes
F1 vs F3	0,000	0,05	El sabor de las formulaciones F1 y F3 son diferentes
F2 vs F3	0,002	0,05	El sabor de las formulaciones F2 y F3 son diferentes

Nota. Según la percepción de los evaluadores el grado de satisfacción del sabor entre F1 vs F2, F1 vs F3 y F2 vs F3 son diferentes.

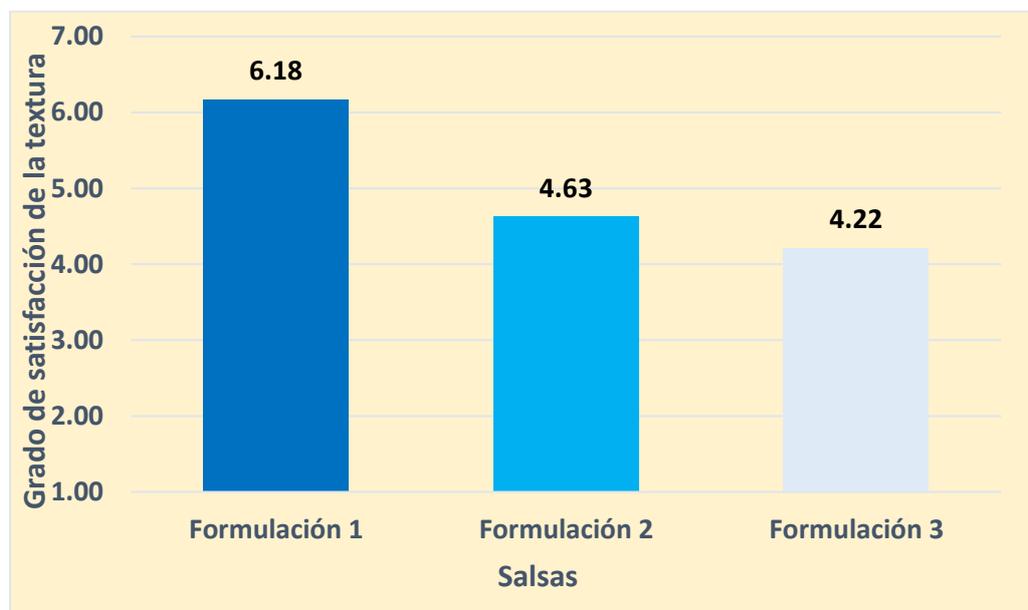
Uniendo los resultados descriptivos con los inferenciales, se puede observar que en el análisis descriptivo de promedios del sabor la Formulación 1 tiene mayor promedio respecto a los demás, por lo tanto, habiéndose comprobado en el análisis inferencial que el sabor de las formulaciones F1 vs F2, F1 vs F3 y F2 vs F3 son diferentes se puede establecer que la formulación 1 de la salsa tiene mayor grado de satisfacción en el sabor del producto.

4.1.4 Evaluación de la textura

La figura 12 muestra los promedios de satisfacción de la textura.

Figura 12

Promedios de satisfacción de la textura de las tres formulaciones de salsas



Nota. La formulación 1 tiene mayor promedio de satisfacción de la textura respecto a las formulaciones 2 y 3.

Para el análisis inferencial de la textura se aplicó la prueba no paramétrica de Friedman a un nivel de significancia del 5%, en la cual el supuesto de comparación principal consistió en plantear que el grado de satisfacción de la textura es igual en las tres formulaciones de salsas. Los resultados de la prueba de Friedman para la textura que se presentan en el Anexo C, muestran un p-valor de 0,000 el cual es inferior al nivel de significancia del 5%. En función a los resultados se puede afirmar que el grado de satisfacción de la textura es diferente para las tres formulaciones de salsas

Para poder comparar el grado de satisfacción del atributo textura comparando las formulaciones por pares se aplicó la prueba de Wilcoxon a un nivel de significancia del 5% cuyos resultados se adjunta en el Anexo D

En la tabla 10 se muestra la comparación del grado de satisfacción de la textura

Tabla 10

Comparación pareada de la textura de las formulaciones con la prueba de Wilcoxon

Formulaciones	p-valor	α	Decisión
F1 vs F2	0,000	0,05	El sabor de las formulaciones F1 y F2 son diferentes
F1 vs F3	0,000	0,05	El sabor de las formulaciones F1 y F3 son diferentes
F2 vs F3	0,003	0,05	El sabor de las formulaciones F2 y F3 son diferentes

Nota. La satisfacción de la textura entre F1 vs F2, F1 vs F3 y F2 vs F3 son diferentes.

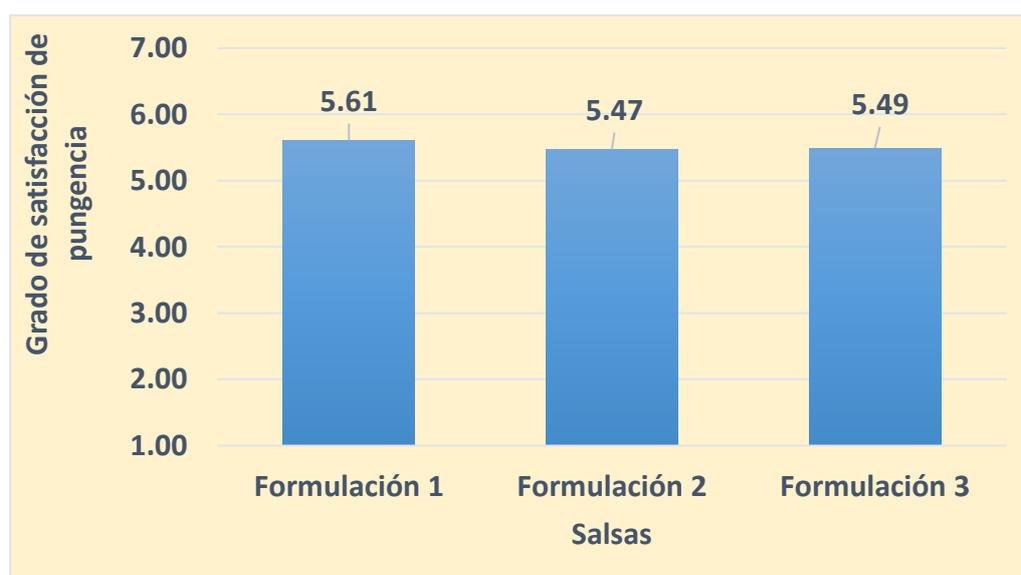
Uniendo los resultados descriptivos con los inferenciales, se puede observar que en el análisis descriptivo de promedios del sabor la Formulación 1 tiene mayor promedio respecto a los demás, por lo tanto, habiéndose comprobado en el análisis inferencial que el sabor de las formulaciones F1 vs F2, F1 vs F3 y F2 vs F3 son diferentes se puede establecer que la formulación 1 de la salsa tiene mayor grado de satisfacción en la textura del producto.

4.1.5 Evaluación de la pungencia

La figura 13 muestra los promedios de satisfacción de la pungencia de las tres salsas

Figura 13

Promedios de satisfacción de la pungencia de las tres formulaciones de salsas



Nota. Los promedios de satisfacción de la pungencia son cercanos en las tres formulaciones

Para el análisis inferencial de la pungencia se aplicó la prueba no paramétrica de Friedman a un nivel de significancia del 5%, en la cual el supuesto de comparación principal consistió en plantear que el grado de satisfacción de la pungencia es igual en las tres formulaciones de salsas. Los resultados de la prueba de Friedman para la pungencia que se presentan en el Anexo C, tienen un p-valor de 0.405 el cual es superior al nivel de significancia del 5%. En función a los resultados se puede afirmar que el grado de satisfacción de la pungencia es igual para las tres formulaciones de salsas.

Habiendo salido no significativa la prueba de Friedman para la pungencia, entonces no es necesario aplicar la prueba de Wilcoxon para la comparación entre pares.

4.2 Capacidad antioxidante de las salsas

Del tratamiento de la muestra

Se realizó una dilución de la muestra en agua destilada (1:10).

De la actividad antioxidante según el método DPPH

En la tabla 11 se muestra los resultados del patrón de referencia para DPPH: Trolox

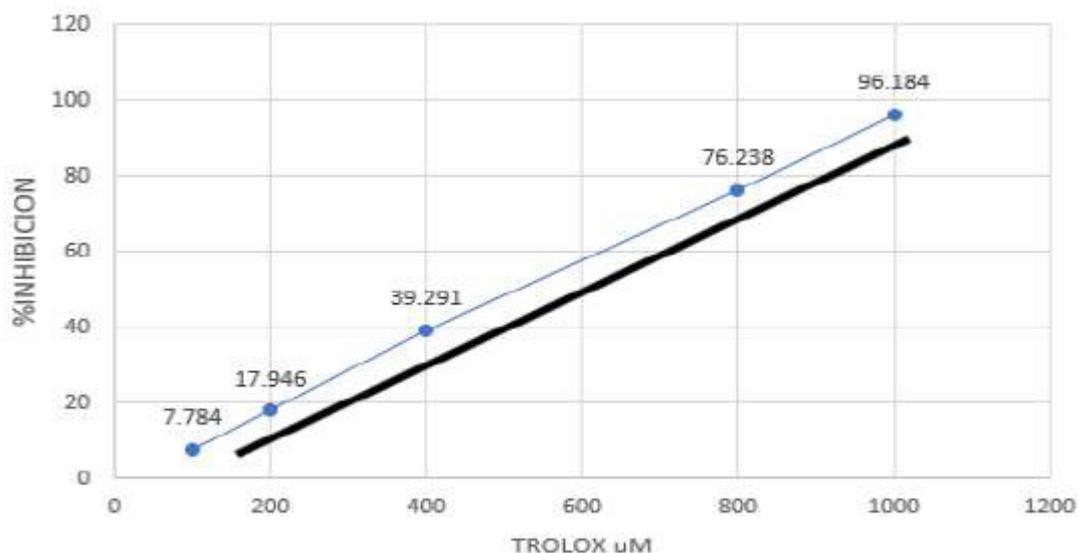
Tabla 11

Patrones de referencia para DPPH: Trolox

Ecuación recta de Trolox	100	200	400	800	1000
Absorbancias	0,814	0,724	0,539	0,207	0,032
Abs. Inicial DPPH: 0.8824	0,816	0,726	0,536	0,213	0,036
	0,811	0,722	0,532	0,209	0,033
Promedio de Absorbancias	0,814	0,724	0,536	0,210	0,034
Abs. Inicial DPPH – Promedio Abs. Trolox	0,069	0,158	0,347	0,673	0,840
% Inhibición	7,784	17,946	39,291	76,238	96,184

Nota. Se observa un incremento del % de inhibición respecto al patrón de referencia.

En la figura 14 se muestra la recta Trolox para DPPH

Figura 14*Recta de Trolox para DPPH*

Nota. La recta tiene tendencia creciente

Actividad antioxidante con método espectrofotométrico con radical DPPH en muestra

La tabla 12 presenta los resultados de la actividad antioxidante de las 3 formulaciones

Tabla 12*Actividad antioxidante en las tres formulaciones de salsas*

Descripción	F3	F2	F1
Absorbancias	0,145	0,285	0,395
Abs. Inicial DPPH: 0.8667	0,165	0,280	0,382
	0,160	0,290	0,391
Promedio de absorbancias	0,157	0,285	0,389
Abs. DPPH – Abs. Muestra	0,726	0,597	0,493
% de Inhibición	82,244	67,700	55,875
µM Equivalente Trolox *	856,244	707,164	585,963

Nota. (*) se ha considerado el factor de dilución inicial

En la figura 15 se presenta la actividad antioxidante para las tres formulaciones

Figura 15*Actividad antioxidante en las tres formulaciones*

Nota. Se observa que la Formulación 3 tiene mayor actividad antioxidante que se debe al mayor contenido de aceite de Sacha Inchi

4.3 Propiedades fisicoquímicas de las salsas

Acidez

La tabla 13 presenta mediciones de acidez de las tres formulaciones

Tabla 13*Acidez de las formulaciones de salsas (% de ácido cítrico)*

Descripción	Formulaciones		
	F1	F2	F3
	0,85	0,95	0,96
Muestras	0,93	0,98	1,03
	0,88	1,03	0,91
	0,9	1,04	0,98
Promedio	0,89	1,0	0,97

Nota. Se observa que la formulación 1 tiene menor Acidez respecto a las demás

Densidad

La tabla 14 presenta mediciones de densidad de las tres formulaciones

Tabla 14

Densidades de las formulaciones de salsas (g/ml)

Descripción	Formulaciones		
	F1	F2	F3
	0,87	1,14	0,93
	0,98	1,09	0,92
Muestras	0,84	1,05	0,84
	0,95	1,12	0,91
Promedio	0,91	1,1	0,9

Nota. Se observa que la formulación 2 tiene mayor densidad respecto a las demás

pH

La tabla 15 presenta mediciones de pH de las tres formulaciones

Tabla 15

pH de las formulaciones de salsas

Descripción	Formulaciones		
	F1	F2	F3
	4,4	3,8	2,7
	4,3	3,9	2,8
Muestras	4,0	4,1	2,6
	4,1	4,2	2,3
Promedio	4,2	4,0	2,6

Nota. Se observa que la formulación 3 tiene menor valor de pH que las demás formulaciones, siendo dicha formulación la que contiene 50% de Sacha Inchi.

4.4 Capacidad antioxidante de mejor salsa formulada y salsa comercial

De acuerdo a los resultados de los atributos sensoriales: color, olor, sabor, textura y pungencia la Formulación 1 alcanza mayor grado de satisfacción según la percepción de los panelistas, con una capacidad antioxidante de 5.85 mM TEAC/100 g

Cortez (2021) desarrolló una salsa picante muy conocida en la zona oriental del Perú utilizando ají charapita, palillo y aguaje luego de la caracterización físico química realizada a la capacidad antioxidante utilizando el método DPPH a su mejor formulación determinó un valor de 2,1 mM TEAC/100 g

Comparando los resultados de la capacidad antioxidante de la salsa formulada con palta, rocoto y aceite de sacha inchi en el presente estudio tiene mayor capacidad antioxidante que la salsa oriental formulada con ají charapita, palillo y aguaje.

V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

La investigación propone una salsa saludable con aceptabilidad sensorial para que puedan consumir personas con patologías cardiovasculares como hipertensos, patologías relacionadas al metabolismo como diabéticos, pacientes con colesterol y triglicéridos elevados, buscando convertirse en una alternativa idónea para una gran parte de la población, lo cual es concordante con la propuesta de Espinoza y Lázaro (2016) quienes formularon y seleccionaron una salsa picante con capacidad antioxidante a base de ají charapita, palillo y aguaje, producto de gran consumo en la zoma oriental del Perú.

Siendo el objetivo de la presente investigación formular una salsa con capacidad antioxidante a base de palta, rocoto y aceite de sachá inchi, coincide con la investigación realizada por Flores (2019) quien con el mismo objetivo elaboró una salsa de consumo humano con capacidad antioxidante a base de huacatay y rocoto evaluando sus características fisicoquímicas y sensoriales.

Según la investigación realizada por Loaiza y López (2013) formularon una salsa a base de pulpa de aguacate de la variedad Hass, y teniendo en consideración el potencial de la capacidad antioxidante de la palta, llevar la mejor formulación a una proyección producción industrial, el cual se asemeja al presente estudio que también pretende innovar un nuevo producto con alta capacidad antioxidante que contribuya a mejorar la salud de las personas y también ser el inicio de una propuesta para llevar la mejor formulación a una producción industrial a gran escala.

Los resultados del análisis DPPH obtenidos en el estudio llevado a cabo por Rodríguez-Bencomo et al. (2016) resaltan la capacidad antioxidante del aguacate la cual demostró tener actividad en la pulpa como en la semilla. Estos mismos hallazgos presentan similitudes con lo realizado por Chapoñan y Medina (2014) quienes formularon una salsa picante utilizando rocoto (*Capsicum pubescens*) y tomate de árbol (*Solanum betaceum*) dos materias primas con

alto nivel de capacidad antioxidante, y con abundante presencia de carotenoides, tocoferoles, tocotrienoles y otros compuestos fenólicos. Los mencionados estudios se encuentran relacionados con la presente investigación que también formula y selecciona una salsa con alto nivel de capacidad antioxidante.

De acuerdo a lo mostrado en los resultados del estudio al realizar una comparación con otros trabajos similares en la formulación, el presente desarrollo de la salsa base de Palta (*Persea americana L.*), Rocoto (*Capsicum pubescens L.*) y aceite de Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis*), no solo se convirtió en una nueva alternativa para aquellas personas que tienen problemas cardiovasculares sino que además de ser un producto natural brinda las propiedades antioxidantes que muy pocos productos del mercado poseen, siendo este el valor agregado del producto.

VI. CONCLUSIONES

- El atributo color en la Formulación 1 con (palta 80%, rocoto 10% y aceite de Sacha Inchi 10%) alcanzó el mayor puntaje promedio de calificación (6,51) y a la vez a un nivel de significancia del 5 % es diferente al promedio del color de las demás formulaciones.

- El atributo olor en la Formulación 1 con (palta 80%, rocoto 10% y aceite de Sacha Inchi 10%) alcanzó el mayor puntaje promedio de calificación (5,61) y a la vez a un nivel de significancia del 5 % es diferente al promedio del olor de las demás formulaciones.

- El atributo sabor en la Formulación 1 con (palta 80%, rocoto 10% y aceite de Sacha Inchi 10%) alcanzó el mayor puntaje promedio de calificación (6,53) y a la vez a un nivel de significancia del 5 % es diferente al promedio del sabor de las demás formulaciones.

- El atributo textura en la Formulación 1 con (palta 80%, rocoto 10% y aceite de Sacha Inchi 10%) alcanzó el mayor puntaje promedio de calificación (6,18) y a la vez a un nivel de significancia del 5 % es diferente al promedio de textura de las demás formulaciones.

- El atributo pungencia en la Formulación 1 con (palta 80%, rocoto 10% y aceite de Sacha Inchi 10%) alcanzó un puntaje promedio de (5,61), la Formulación 2 con (palta 60%, rocoto 10% y aceite de Sacha Inchi 30%) alcanzó un puntaje promedio de (5,47) y la Formulación 3 con (palta 40%, rocoto 10% y aceite de Sacha Inchi 50%) alcanzó un puntaje promedio de (5,49) y la vez a un nivel de significancia del 5 % los promedios de las pungencias son iguales, debido al igual contenido de rocoto (10% en las tres formulaciones).

- La capacidad antioxidante de la Formulación 3 con (palta 40%, rocoto 10% y aceite de Sacha Inchi 50%) alcanzó el mayor valor de medición de 856,24 (μM Equivalente Trolox) respecto a las dos formulaciones restantes.

- Considerando que la aceptabilidad sensorial es fundamental a la hora de adquirir un producto alimenticio, y siendo la Formulación 1 con (palta 80%, Rocoto 10% y Aceite de Sacha Inchi 10%) la que tiene mayor aceptabilidad, sería la mejor salsa formulada.

VII. RECOMENDACIONES

- Realizar más estudios sobre la factibilidad o viabilidad de estos tipos de productos, previo a un análisis sensorial para determinar su grado de satisfacción en los usuarios.
- Consumir alimentos que brindan mayor beneficio para la salud por su mayor concentración de antioxidantes, las cuales están relacionadas a disminuir la inflamación, fotoenvejecimiento, entre otros.
- Lograr la industrialización de productos naturales como el caso del desarrollo de la salsa a base de Palta (*Persea americana L.*), Rocoto (*Capsicum pubescens L.*) y aceite de Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis*), que puedan utilizar este producto ya que son alimentos de origen peruano que tienen un alto valor agregado por las combinaciones presentes en la formulación y que, además son un gran potencial de antioxidante.

VIII. REFERENCIAS

- Apega (2012). *Ajíes peruanos: Sazón para el mundo*. Editorial El Comercio.
- Araújo, R., Rodríguez, R., Ruiz, H., Pintado, M. y Aguilar, C. (2018). Avocado by-products: Nutritional and functional properties. *Trends in Food Science and Technology*, 80, 51-60. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2018.07.027>
- Argüeso, R., Díaz, J., Díaz, A., Rodríguez, A., Castro, M. y Diaz, F. (2011). Lípidos, colesterol y lipoproteínas. *Galicia Clínica*, 72(1), 7-17.
- Berti, J., Gonzales, G. y Zevallos A. (2017). Contenido de ácido α -linolénico del aceite de sachá inchi (*Plukenetia volubilis* L.) y composición de ácidos grasos de sus fracciones lipídicas. *Revista Peruana de Medicina Exper. y Salud Pública*, 34(3), 413-419.
- Blanco-Rios, A., Medina, L., González, G. y Gámez, N. (2013). Antioxidant Activity of the Phenolic and Oily Fractions of Different Sweet Bell Peppers. *Journal of the Mexican Chemical Society*, 57(2), 137-143.
- Bosland, P. y Votava, E. (2012). *Pimientos: pimientos vegetales y especiados*. CABI.
- Brand-Williams, W., Cuvelier, E. y Berset, C. (1995). Uso de un método de radicales libres para evaluar la actividad antioxidante. *Ciencia y Tecnología de los Alimentos*, (28)1, 25-30. [https://doi.org/10.1016/S0023-6438\(95\)80008-5](https://doi.org/10.1016/S0023-6438(95)80008-5)
- Bravo, J., Bravo, F., González, M., Molina, E., Pérez, A., y Sigüero, B. (2011). *Análisis Sensorial de Alimentos*. Instituto Mixto CSIC-UAM.
- Bustos, A. (2023). *El valor nutricional multivitamínico del aguacate/palta según Harvard*. <https://www.portalfruticola.com/noticias/2023/03/29/el-valor-nutricional-multivitaminico-del-aguacate-palta-segun-harvard/>
- Cárdenas, M. (2020). *Evaluación de las propiedades fisicoquímicas y de estabilidad de una salsa de fruta con inclusión de Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd)*. [Tesis de

- pregrado, Universidad Nacional Abierta y a Distancia]. Repositorio Institucional UNAD. <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/38128>
- Carhuapoma, M. (2009). *Sacha Inchi. Inca peanut: moléculas biofuncionales y cosmeceúticas*. CONCYTEC
- Castañeda, C., Ramos, L. y Ibáñez, V. (2008). Evaluación de la capacidad antioxidante de siete plantas medicinales peruanas. *Horizonte Médico, junio*, 8(1).
- Cisneros, F., Paredes, D., Arana, A. y Cisneros, L. (2014). Chemical composition, oxidative stability and antioxidant capacity of oil extracted from roasted seeds of Sacha-inchi (*Plukenetia volubilis* L.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 62(22), 5191–5197. <https://bit.ly/2ZHDkrV>
- Codex Alimentarius (2011a). *Norma regional para la Salsa de Aji*. CODEX STAN 306-20011.
- Codex Alimentarius (2011b). *Determinación de evaluación sensorial para pungencia*. CODEX STAN 307-2011.
- Colombo, R. y Papetti, A. (2019). Avocado (*Persea americana* Mill.) by-products and their impact: From bioactive compounds to biomass energy and sorbent material for removing contaminants. *International Journal of Food Science and Technology*, 54(4), 943-951. <https://doi.org/10.1111/ijfs.14143>
- Cortez, C. (2021). *Elaboración de una salsa picante con aguaje (*Mauritia flexuosa* L. f), aji charapita (*Capsicum frutescens* L.), palillo (*Cúrcuma longa* L.) y evaluación de su estabilidad en almacenamiento*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Repositorio Institucional UNAS. <https://hdl.handle.net/20.500.14292/1917>
- Chapoñan, A y Medina, J. (2014). *Determinación del tiempo de vida útil de una salsa picante a partir de rocoto (*Capsicum pubescens*) y tomate de árbol (*Solanum betaceum*)*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Santa]. Repositorio Institucional UNS. <https://hdl.handle.net/20.500.14278/1947>

- Dreher, M. y Davenport, A. (2013). Hass avocado composition and potential health effects. *Critical. Food Science and Nutrition*, 53(7), 738-750.
<https://doi.org/10.1080/10408398.2011.556759>
- Echeverri, A. y Flórez, V. (2022). *Elaboración y caracterización de una salsa vegana tipo mayonesa a base de aceite de aguacate Hass y aceite de semilla de Sacha Inchi*. [Tesis de pregrado, Universidad de los Andes]. Repositorio Institucional UNIANDES.
<http://hdl.handle.net/1992/55324>
- Espinoza, A. y Lázaro Y. (2016). *Elaboración de crema picante a base de (Capsicum pubescens) rocoto y (Satureja panicera) panizara*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión]. Repositorio Institucional UNJFSC
<https://repositorio.unjfsc.edu.pe/handle/20.500.14067/2534>
- Flores, N. (2019). *Elaboración de una salsa a base de huacatay (Tagetes minuta) y rocoto (Capsicum pubescens) evaluando sus características fisicoquímicas y sensoriales*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca]. Repositorio Institucional UNC. <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/3123>
- Gonzales, G., Zevallos, A., Rubio, J. y Gasco, M. (2013). Suplemento de L-arginina y antioxidantes sobre el rendimiento en ciclistas masculinos: un ensayo controlado aleatorio. *Revista Internac de Fisiología y Rendimiento Deportivo*, 8(3), 228-237.
- Goodarzi, S., Rafiei, S., Javadi, M., Haghghian, H. y Noroozi, S. (2018). A review on antioxidants and their health effects. *Journal of Nutrition and Food Security*, 3(2), 106-112. <http://jnfs.ssu.ac.ir/article-1-158-en.pdf>
- Gutiérrez-Salinas J, Mondragón, P., García, L, Hernández, S., Ramírez, S, y Núñez, N. (2014). Breve descripción de los mecanismos moleculares de daño celular provocado por los radicales libres derivados de oxígeno y nitrógeno. *Revista Española de Medicina Quirúrgica*, 19(4).

- Halliwell, B. (2007). Biochemistry of oxidative stress. *Biochemical Society Transactions*, 35(5), 1147-1150. <https://doi.org/10.1042/BST0351147>
- Hernández, E. (2005). *Evaluación Sensorial*. Universidad Nacional Abierta y a Distancia
- Hueso, J., Cuevas, M. y Fernández, E. (2006). Efectos de los tratamientos de frío y osmótico en la germinación de semillas de aguacate (*Persea americana* Mill.). *Scientia Horticulturae*, 110(3), 235-239.
[https://doi.org/10.1016/s0002-9343\(01\)00995-0](https://doi.org/10.1016/s0002-9343(01)00995-0)
- Instituto de Investigación Traslacional y Biotransversal Ayru S.A.C. (2023). Informe de Análisis Ayru N° 131 - 2023
- Keawkim, K., Lorjaroenphon, Y., Vangnai, K., y Jom, K. (2021). Metabolite–Flavor Profile, Phenolic Content, and Antioxidant Activity Changes in Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis* L.) Seeds during Germination. *Foods*, 10(10).
<https://doi.org/10.3390/foods10102476>
- Kris-Etherton, P., Hecker, K., Bonanome, A., Coval, S., Binkoski, A., Hilpert, K., Griel, A. y Etherton, T. (2002). Bioactive compounds in foods: Their role in the prevention of cardiovascular disease and cancer. *The American Journal of Medicine*, 113.
[https://doi.org/10.1016/s0002-9343\(01\)00995-0](https://doi.org/10.1016/s0002-9343(01)00995-0)
- Kuskoski, E., Asuero, A., Troncoso, A., Mancini, J. y Fett, R. (2005). Aplicación de diversos métodos químicos para determinar actividad antioxidante en pulpa de frutos. *Ciencia Tecnología Alimentaria*, 25(4).
- Lawless, T. (2010). *Sensory evaluation of food. Principles and practices*, 2 ed. Springer.
- Loaiza, A. y López, N. (2013). *Elaboración de una salsa a base de la pulpa de aguacate variedad Hass y su proyección a nivel industrial*. [Tesis de pregrado, Escuela Superior Politécnica del Litoral]. Repositorio Institucional ESPOL
<http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/25161>

Londoño, J. (2012). *Antioxidantes: importancia biológica y métodos para medir su actividad*.

Corporación Universitaria Lasallista

Martínez-Flórez, S., González, J., Culebras, J. y Tuñón, M. (2002). Los flavonoides: propiedades y acciones antioxidantes. *Nutrición hospitalaria*, 17(6), 271-278.

Maurer, N., Hatta, B., Pascual, G. y Rodrigue, L. (2012). Characterization and authentication of a novel vegetable source of omega-3 fatty acids, Sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L.) oil. *Food Chemistry*, 134, 1173-1180.

Molyneux, P. (2004). The use of the stable free radical diphenylpicryl-hydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity. *Songklanakarin Journal of Science and Technology*, 26(2), 211-219.

<https://www.thaiscience.info/journals/article/song/10462423.pdf>

Nyakangi, C., Ebere, R., Marete, E. y Arimi, J. (2023). Avocado production in Kenya in relation to the world, Avocado by-products (seeds and peels) functionality and utilization in food products. *Applied Food Research*, 3(1).

<https://doi.org/10.1016/j.afres.2023.100275>

Orjeda, G., Herrera, M., Conza, J., Chasquibol, N. y Chirinos, R. (2017). Composición de capsaicinoides en diferentes híbridos de *Capsicum pubescens* (Rocoto). *Ecología Aplicada*, 16(2), 93-100. <https://doi.org/10.1080/10408398.2011.556759>

Palpex. (2010). *Palta peruana de exportación: Cadena productiva de la palta*.

<http://palpex.blogspot.com/2010/09/cadena-productiva-de-la-palta.html>

Paltrinieri, G. y Figuerola, F. (1997). *Procesamiento a pequeña escala de frutas y hortalizas amazónicas nativas e introducidas*. Secretaria Pro Tempore del Tratado de Cooperación Amazónica. <https://www.fao.org/4/x5029s/x5029s00.htm>

Panché, R. (2013). *Proceso de cocción de salsa de mora larga vida sin refrigeración a través de método de cocción mixto marmita autoclave*. Universidad Militar Nueva Granada.

<https://repository.unimilitar.edu.co/bitstreams/53a04fce-9a21-4ed9-8cb5-0eb22ba7d91b/download>

Paucar, L., Salvador, R., Guillen, J., Capa, Juan y Moreno, Cesar. (2015). Estudio comparativo de las características físico-químicas del aceite de sachá inchi (*Plukenetia volubilis* L.), aceite de oliva (*Olea europaea*) y aceite crudo de pescado. *Scientia Agropecuaria* (6)4, 279-290.

Pellegrini, N., Proteggente, A., Pannala, A., Yang, M. y Rice-Evans, C. (2019). Actividad antioxidante aplicando un ensayo mejorado de decoloración de cationes radicales ABTS. *Medicina y biología de radicales libres*, 26(9-10), 1231-1237.

<https://doi.org/10.1016/j.cbi.2018.10.006>

Peralta, G. (2007). *Determinación del nivel de pungencia en Unidades Scoville para Capsicum annum var. aviculare procedente de regiones productoras de Guatemala*. [Tesis de pregrado, Universidad San Carlos de Guatemala]. Repositorio Institucional USAC.

http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/06/06_2618.pdf

Quispe-Fuentes, I., Jaramillo, F., Valderrama, G. y Toledo, A. (2019). Compuestos bioactivos y sus propiedades funcionales en rocoto (*Capsicum pubescens* L.). *Scientia Agropecuaria*, 10(4), 549-563.

Rahman, M., Khan, M., Hossain, M. y Rahmatullah, M. (2017). Actividades antioxidantes, estabilizadoras de membrana y trombolíticas in vitro del extracto etanólico de frutos de *Capsicum pubescens* (Solanaceae). *Revista de Fisiología y Farmacología Básica y Clínica*, 28(5), 461-466.

Ramos-Escudero, F., Dayer, L., Mendoza, E., Saavedra, L. y Escudero, M. (2016). Fatty acid profile of sachá inchi (*Plukenetia volubilis*) oil in comparison to other virgin edible oils. *Revista Campus*, (5)21, 101-108.

<https://hdl.handle.net/20.500.12727/2176>

- Ramos-Llica, E., Castañeda, B. y Ibáñez, L. (2008). Evaluación de la capacidad antioxidante de plantas medicinales peruanas nativas e introducidas. *Revista académica Perú salud*, 15(1).
- Reyes, L. y Sánchez, J. (2021). *Análisis de las propiedades fisicoquímicas y sensoriales de la aplicación del aceite de girasol, oliva y Sacha Inchi en la elaboración de mayonesa, aderezo César y alioli*. [Tesis de pregrado, Universidad de Guayaquil]. Repositorio Institucional UG. <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/59434>
- Ríos, J. (2020). *Obtención de un prototipo de salsa de tomate con adicción de Shiitake y Omegas*. [Tesis de pregrado, Universidad de Santander]. Repositorio Institucional UDES. <https://repositorio.udes.edu.co/handle/001/4888>
- Rodríguez-Bencomo, J., Arbolea, H., Fernández, M. y González, O. (2016). Actividad antioxidante de *Persea americana* Mill. extractos de semillas en aceite de soja. *Grasas y Aceites*, 67(2), 134.
- Shaikh, S. (2022). Sources and Health Benefits of Functional Food Components. En *Current Topics in Functional Food*. <https://doi.org/10.5772/intechopen.104091>
- Sihuayro, D. (2013). *Evaluación del rendimiento en la extracción del aceite de Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis* L.) del ecotipo predominante en el valle del río Apurímac (Ayacucho) y su caracterización físico-química y sensorial*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann]. Repositorio Institucional UNJBG. <http://repositorio.unjbg.edu.pe/handle/UNJBG/2954>
- Suzuki, H., Morikawa, Y. y Takahashi, H. (2001). Effect of DHA oil supplementation on intelligence and visual acuity in the elderly. *World Review of Nutrition and Dietetics*, 88, 68-71.
- Ugás, R. (2009). *Gastronomía, biodiversidad y cultura*. Sociedad Peruana de Gastronomía, el Programa de Hortalizas de la Universidad Nacional Agraria La Molina, el Instituto

Nacional de Innovación Agraria y el Instituto de Investigaciones en Hotelería y Turismo de la Universidad de San Martín de Porres.

<http://www.lamolina.edu.pe/hortalizas/webdocs/ajiesdelPeru.pdf>

Unlu, N., Bohn, T., Clinton, S. y Schwartz, S. (2005). Carotenoid absorption from salad and salsa by humans is enhanced by the addition of avocado or avocado oil. *The Journal of Nutrition*, 135(3), 431-436. <https://doi.org/10.1093/jn/135.3.431>

Valko, M., Leibfritz, D., Moncol, J., Cronin, M., Mazur, M. y Telser, J. (2007). Radicales libres y antioxidantes en funciones fisiológicas normales y enfermedades humanas. *La revista internacional de bioquímica y biología celular*, 39(1), 44-84.

<http://dx.doi.org/10.1016/j.biocel.2006.07.001>

Yang, S., Liu, L., Meng, L. y Hu, X. (2019). Capsaicin is beneficial to hyperlipidemia oxidative stress endothelial dysfunction, and atherosclerosis in Guinea pigs fed on a high fat diet. *Chemico-biological Interactions*, 297, 1-7.

<https://doi.org/10.1016/j.cbi.2018.10.006>

Zafar, T. y Sidhu, J. (2011). Avocado: Production, Quality, and Major Processed Products. *Handbook of Vegetables and Vegetable Processing*, 525-543

<https://doi.org/10.1002/9780470958346.ch26>

Zhang, L., Xiong, S., Du, T., Xiao, M., Peng, Z., Xie, M., Guan, Q. y Xiong, T. (2023). Effects of microbial succession on the dynamics of flavor metabolites and physicochemical properties during soy sauce koji making. *Food Bioscience*, 53.

<https://doi.org/10.1016/j.fbio.2023.102636>

IX. ANEXOS

Anexo A. Niveles de pungencia según la Norma del Codex Alimentario para el Chile (Codex Stan 307-2011)

NIVELES DE PUNGENCIA

PUNGENCIA	UNIDADES SCOVILLE	CAPSAICINOIDES TOTALES (microg/gm de peso seco)
MODERADO	900 - 1.999	60 - 133
MEDIO	2.000 - 19.999	134 - 1.333
PICANTE	20.000 - 100.000	1.334 - 6.600
MUY PICANTE	> 100.000	> 6.600

Nota: 15 unidades de picor Scoville = 1 microgramo/gramos de peso seco

Anexo B. Resultados de la prueba de normalidad de Kolmogorov Smirnov, utilizando como herramienta para el análisis el software IBM SPSS 26.0

Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
F1_COLOR	,344	51	,000	,637	51	,000
F1_OLOR	,271	51	,000	,806	51	,000
F1_SABOR	,354	51	,000	,636	51	,000
F1_TEXTURA	,317	51	,000	,772	51	,000
F1_PUNGEN	,358	51	,000	,691	51	,000
F2_COLOR	,354	51	,000	,636	51	,000
F2_OLOR	,292	51	,000	,792	51	,000
F2_SABOR	,343	51	,000	,752	51	,000
F2_TEXTURA	,302	51	,000	,743	51	,000
F2_PUNGEN	,354	51	,000	,636	51	,000
F3_COLOR	,344	51	,000	,637	51	,000
F3_OLOR	,284	51	,000	,796	51	,000
F3_SABOR	,366	51	,000	,681	51	,000
F3_TEXTURA	,273	51	,000	,788	51	,000
F3_PUNGEN	,344	51	,000	,637	51	,000

a. Corrección de la significación de Lilliefors

Anexo C. Resultados de la Prueba de Friedman utilizando como herramienta para el análisis el software IBM SPSS 26.0

Para el color:

Prueba de Friedman

Rangos	
	Rango promedio
F1_COLOR	2,86
F2_COLOR	2,02
F3_COLOR	1,12

Estadísticos de contraste ^a	
N	51
Chi-cuadrado	89,034
gl	2
Sig. asintót.	,000

a. Prueba de Friedman

Para el olor:

Prueba de Friedman

Rangos	
	Rango promedio
F1_OLOR	2,38
F2_OLOR	1,79
F3_OLOR	1,82

Estadísticos de contraste ^a	
N	51
Chi-cuadrado	16,213
gl	2
Sig. asintót.	,000

a. Prueba de Friedman

Prueba del sabor:

Prueba de Friedman

Rangos	
	Rango promedio
F1_SABOR	2,95
F2_SABOR	1,70
F3_SABOR	1,35

Estadísticos de contraste ^a	
N	51
Chi-cuadrado	83,670
gl	2
Sig. asintót.	,000

a. Prueba de Friedman

Para la textura:

Prueba de Friedman

Rangos	
	Rango promedio
F1_TEXTURA	2,92
F2_TEXTURA	1,69
F3_TEXTURA	1,39

Estadísticos de contraste ^a	
N	51
Chi-cuadrado	76,989
gl	2
Sig. asintót.	,000

a. Prueba de Friedman

Para la pungencia:

Prueba de Friedman

Rangos	
	Rango promedio
F1_PUNGEN	2,12
F2_PUNGEN	1,92
F3_PUNGEN	1,96

Estadísticos de contraste ^a	
N	51
Chi-cuadrado	1,806
gl	2
Sig. asintót.	,405

a. Prueba de Friedman

Anexo D. Resultados de la prueba de Wilcoxon utilizando como herramienta para el análisis el software IBM SPSS 26.0

Para el color:

Estadísticos de contraste^a

	F2_COLOR - F1_COLOR	F3_COLOR - F1_COLOR	F3_COLOR - F2_COLOR
Z	-5,516 ^b	-6,302 ^b	-5,674 ^b
Sig. asintót. (bilateral)	,000	,000	,000

a. Prueba de los rangos con signo de Wilcoxon

b. Basado en los rangos positivos.

Para el olor:

Estadísticos de contraste^a

	F2_OLOR - F1_OLOR	F3_OLOR - F1_OLOR	F3_OLOR - F2_OLOR
Z	-3,699 ^b	-3,541 ^b	-,149 ^c
Sig. asintót. (bilateral)	,000	,000	,881

a. Prueba de los rangos con signo de Wilcoxon

b. Basado en los rangos positivos.

c. Basado en los rangos negativos.

Para el sabor:

Estadísticos de contraste^a

	F2_SABOR - F1_SABOR	F3_SABOR - F1_SABOR	F3_SABOR - F2_SABOR
Z	-6,117 ^b	-6,372 ^b	-3,122 ^b
Sig. asintót. (bilateral)	,000	,000	,002

a. Prueba de los rangos con signo de Wilcoxon

b. Basado en los rangos positivos.

Para la textura:

Estadísticos de contraste^a

	F2_TEXTURA - F1_TEXTURA	F3_TEXTURA - F1_TEXTURA	F3_TEXTURA - F2_TEXTURA
Z	-6,103 ^b	-6,091 ^b	-2,960 ^b
Sig. asintót. (bilateral)	,000	,000	,003

a. Prueba de los rangos con signo de Wilcoxon

b. Basado en los rangos positivos.

Para la pungencia:

Estadísticos de contraste^a

	F2_PUNGEN - F1_PUNGEN	F3_PUNGEN - F1_PUNGEN	F3_PUNGEN - F2_PUNGEN
Z	-1,300 ^b	-1,061 ^b	-,200 ^c
Sig. asintót. (bilateral)	,194	,289	,841

a. Prueba de los rangos con signo de Wilcoxon

b. Basado en los rangos positivos.

c. Basado en los rangos negativos.

Anexo E. Imágenes del proceso experimental

Materias primas utilizadas

Palta:



Rocoto:



Preparación de las materias primas para la mezcla:



Pesado de las materias primas:



Mezclado de materias primas:



Producto envasado:

