



UNAP



FACULTAD DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

TESIS

HAMBURGUESA DE BOQUICHICO (*Prochilodus nigricans*) CON
MICROPARTÍCULAS CONTENIENDO ACEITE DE SACHA INCHI (*Plukenetia
volubilis L.*)

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

PRESENTADO POR:

PATRICIA LIZBETH HUAMANÍ MENDOZA

ASESOR(ES):

Ing. FERNANDO TELLO CÉLIS, Dr.

Ing. JUAN DARIO RIOS MERA, Dr.

IQUITOS, PERÚ

2022

ACTA DE SUSTENTACIÓN



FACULTAD DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

Escuela Profesional de
Ingeniería en Industrias Alimentarias

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS N° 015-CGT-FIA-UNAP-2022

A los 27 días del mes de junio de 2022, a horas 6:05 PM, en las instalaciones del Auditorio del vicerrectorado de Investigación, ubicado Pasaje los Paujiles s/n, Nuevo San Lorenzo, San Juan Bautista, dando inicio a la sustentación pública de la Tesis titulada "**HAMBURGUESA DE BOQUICHICO (*Prochilodus nigricans*) CON MICROPARTICULAS CONTENIENDO ACEITE DE SACHA INCHI (*Plukenetia volubilis* L.)**", presentado por la Bachiller **PATRICIA LIZBETH HUAMANI MENDOZA**, para optar el Título Profesional de Ingeniero (a) en Industrias Alimentarias, que otorga la Universidad de acuerdo a Ley y Estatuto.

El Jurado Calificador y dictaminador designado mediante Resolución Decanal N° 0233-FIA-UNAP-2022 del 07 de junio de 2022, está integrado por:

Ing. ANTONIO PASQUEL RUIZ, Dr.
Blga. JESSY PATRICIA VASQUEZ CHUMBE, Mtra.
Ing. GABRIEL EMILIO VARGAS ARANA, Dr.

Luego de haber escuchado con atención y formulado las preguntas necesarias, las cuales fueron respondidas: SATISFACTORIAMENTE

El Jurado después de las deliberaciones correspondientes, llegó a las siguientes conclusiones:

La sustentación pública y la tesis ha sido: APROBADA con la calificación BUENA

Estando la bachiller apta para obtener el Título Profesional de Ingeniero (a) en Industrias Alimentarias Siendo las 6:05 PM se dio por terminado el acto de sustentación.

Presidente
Ing. ANTONIO PASQUEL RUIZ, Dr.
CIP: 27695

Miembro
Blga. JESSY PATRICIA VASQUEZ CHUMBE, Mtra.
CIP: 2584

Miembro
Ing. GABRIEL EMILIO VARGAS ARANA, Dr.
CIP: 147224

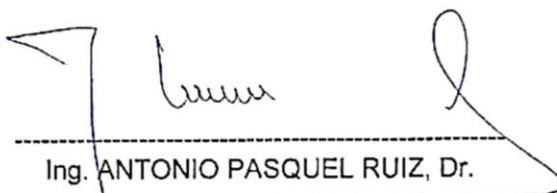
Asesor
Ing. FERNANDO TELLO CELIS, Dr.
CIP: 47489

Asesor
Ing. JUAN DARIO RÍOS MERA, Dr.
CIP: 187270

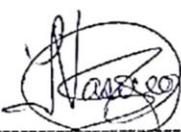


JURADO

El jurado calificador certifica que el trabajo de investigación “**HAMBURGUESA DE BOQUICHICO (*Prochilodus nigricans*) CON MICROPARTÍCULAS CONTENIENDO ACEITE DE SACHA INCHI (*Plukenetia volubilis L.*)**” de responsabilidad de la bachiller **PATRICIA LIZBETH HUAMANÍ MENDOZA**; han sido detalladamente revisados por los miembros del jurado, quedando autorizado para la sustentación.



Ing. ANTONIO PASQUEL RUIZ, Dr.
Presidente



Blga. JESSY PATRICIA VASQUEZ CHUMBE, Mtra
Miembro



Ing. GABRIEL EMILIO VARGAS ARANA, Dr.
Miembro

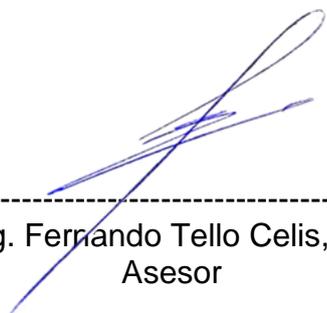
AUTORIZACIÓN DE ASESORES

El Ing. Fernando Tello Célis, Dr., docente principal adscrito al Departamento de Ingeniería de Alimentos de la Facultad de Industrias Alimentarias, Ing. Juan Dario Rios Mera, Dr., docente auxiliar adscrito al Departamento Académico de Ingeniería de Industrias Alimentarias de la Facultad de Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional de Jaén.

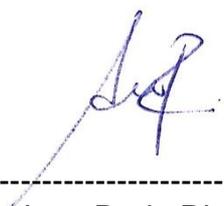
INFORMAMOS:

Que la Bachiller **Patricia Lizbeth Huamaní Mendoza**, ha realizado bajo nuestra dirección, el trabajo contenido en la tesis intitulada: “Hamburguesa de boquichico (*Prochilodus nigricans*) con micropartículas conteniendo aceite de Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis L.*)”, considerando que el mismo reúne los requisitos necesarios para ser presentado, ante el Jurado Calificador, a tal efecto damos pase para su sustentación y posterior obtención del título de: Ingeniera en Ingeniería en Industrias Alimentarias.

AUTORIZAMOS: A la citada Bachiller a presentar el Trabajo Final de Carrera, para proceder a su sustentación cumpliendo así con la normativa vigente que regula el Reglamento de Grados y Títulos en la Facultad de Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional de la Amazonia Peruana.



Ing. Fernando Tello Celis, Dr.
Asesor



Ing. Juan Dario Rios Mera, Dr.
Asesor

RESULTADO DEL INFORME DE SIMILITUD



Nombre del usuario:
Universidad Nacional de la Amazonia Peruana

ID de Comprobación:
68928574

Fecha de comprobación:
03.06.2022 14:22:03 -05

Tipo de comprobación:
Doc vs Internet

Fecha del informe:
03.06.2022 14:23:57 -05

ID de Usuario:
Ocultado por Ajustes de Privacidad

Nombre de archivo: TESIS RESUMEN PATRICIA LIZBETH HUAMANÍ MENDOZA

Recuento de páginas: 65 Recuento de palabras: 17316 Recuento de caracteres: 110085 Tamaño de archivo: 2.20 MB ID de archivo: 79969341

15.7% de Coincidencias

La coincidencia más alta: 4.12% con la fuente de Internet (<https://www.ecmar.una.ac.cr/index.php/repositorio-de-archivos/categ...>)

15.7% Fuentes de Internet 1000 Página 67



No se llevó a cabo la búsqueda en la Biblioteca

26.6% de Citas

Citas 117 Página 68

No se han encontrado referencias

0% de Exclusiones

No hay exclusiones

Modifind

Modificaciones del texto detectadas. Busque más detalles en el informe en línea.

Caracteres sustituidos 6

DEDICATORIA

Este trabajo va dedicado a Dios, a mis padres Silverio y Rosa por el apoyo incondicional, y porque han sabido formarme con buenos sentimientos, valores, hábitos lo cual me ha ayudado a seguir adelante para lograr mis sueños.

Patricia Lizbeth

AGRADECIMIENTO

Un especial agradecimiento al **CONCYTEC – PROCIENCIA** por el financiamiento de este trabajo en el marco de la convocatoria E041 - 01 (Contrato N° 021-2018-FONDECYT – BM – IADT – MU).

Agradezco a Dios, a mis padres Silverio y Rosa por ser los principales promotores de mis sueños, por confiar y creer en mí, por anhelar siempre lo mejor para mi vida, a sus consejos que sirvieron para guiarme en el camino.

A mis asesores, el Ing. Fernando Tello Célis, Dr. y el Ing. Juan Dario Rios Mera, Dr., por brindarme sus conocimientos, su paciencia y comprensión, con su apoyo hicieron posible culminar este trabajo de investigación y lograr mi objetivo.

A la Universidad Nacional de la Amazonia por la oportunidad de permitirme ampliar y profundizar mis convicciones profesionales.

A mi novio Rommel por su apoyo incondicional, su cariño y motivación.

A mis compañeros de tesis Alicia, Alexander, Flavia y Estefany, por su tiempo, apoyo, orientación y amistad.

Patricia Lizbeth

CONTENIDO

PORTADA	i
ACTA DE SUSTENTACIÓN	ii
JURADO	iii
AUTORIZACIÓN DE ASESORES	iv
RESULTADO DEL INFORME DE SIMILITUD	v
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO	vii
CONTENIDO	viii
ÍNDICE DE TABLAS	xi
ÍNDICE DE FIGURAS	xii
ABREVIATURAS	xiii
RESUMEN	xiv
ABSTRACT	xv
INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO I: MARCO TEÓRICO	4
1.1 Antecedentes	4
1.2 Bases teóricas	6
1.2.1 Productos de adquisición rápida	6
1.2.2 Producción pesquera en la región Loreto	6
1.2.3 Productos elaborados a base de pescado	8
1.2.4 Aporte nutricional del pescado	10
1.2.5 Fuentes vegetales de lípidos	15
1.2.6 Enriquecimiento de alimentos	17
1.2.7 Opciones tecnológicas para la sustitución de la grasa animal	17
1.2.8 Microencapsulación	18
1.2.9 Microencapsulación de alimentos	19
1.2.10 Técnicas de microencapsulación	19
1.3 Definición de términos básicos	20
1.3.1 Ácidos grasos poliinsaturados	20
1.3.2 Enriquecimiento de alimentos	20
1.3.3 Evaluación sensorial	21
1.3.4 Hamburguesa de pescado	21
1.3.5 Micropartículas	21
1.3.6 Productos cárnicos	21
	viii

1.3.7	Microencapsulación	22
1.3.8	Spray drying	22
1.3.9	Estabilidad oxidativa	22
1.3.10	Vida útil	22
CAPITULO II: HIPÓTESIS Y VARIABLES		23
2.1	Formulación de la hipótesis	23
2.2	Variables y su operacionalización	23
2.2.1	Variable independiente	23
2.2.2	Variables dependientes	23
2.2.3	Operacionalización de variables	25
CAPITULO III: METODOLOGÍA		26
3.1	Tipo y diseño de estudio	28
3.1.1	Diseño metodológico	28
3.1.2	Diseño experimental	28
3.2	Diseño muestral	29
3.2.1	Población	29
3.2.2	Muestra	29
3.3	Procedimientos de recolección de datos	29
3.3.1	Caracterización de materia prima	29
3.3.2	Producción de micropartículas por spray drying	30
3.3.3	Obtención de hamburguesa de boquichico (<i>Prochilodus nigricans</i>), enriquecida con aceite de sacha inchi microencapsulado.	31
3.3.4	Composición centesimal de hamburguesa de pescado	37
3.3.5	Propiedades de rendimiento	39
3.3.6	Análisis del perfil de Textura	39
3.3.7	Análisis de perfil de ácidos grasos	40
3.3.8	Calidad microbiológica de hamburguesa	42
3.3.9	Análisis sensorial	45
3.3.10	Determinación de vida útil del producto	47
3.4	Procesamiento y análisis de datos	48
3.5	Aspectos éticos	48
CAPÍTULO IV: RESULTADOS		49
4.1	Caracterización de la materia prima	49
4.1.1	Análisis de frescura	49
4.1.2	Rendimiento de pulpa de boquichico	50
4.1.3	Composición centesimal de pulpa de boquichico	50

4.1.4	Ensayos microbiológicos de la pulpa de boquichico	50
4.2	Producción de micropartículas conteniendo aceite de sachá inchi por spray drying	51
4.3	Propuesta tecnológica de elaboración de hamburguesas de pescado	51
4.4	Caracterización de hamburguesas de pulpa de boquichico	53
4.4.1	Componentes mayoritarios de la hamburguesa de boquichico	53
4.4.2	Perfil lipídico de pulpa de boquichico, aceite de sachá inchi y hamburguesa	54
4.4.3	pH	56
4.4.4	Propiedades de rendimiento	56
4.4.5	Perfil de textura instrumental (Texture Profile Analysis, TPA)	58
4.4.6	Oxidación de lípidos	59
4.4.7	Calidad microbiológica de las hamburguesas	63
4.4.8	Estudio de aceptación por consumidores directos	63
4.4.8.1	Caracterización sensorial del consumidor y gusto general	63
CAPITULO V: DISCUSIÓN		67
CAPITULO VI: CONCLUSIONES		71
CAPITULO VII: RECOMENDACIONES		72
CAPITULO VIII: FUENTES DE INFORMACIÓN		73
ANEXOS		85

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2. 1 Operacionalización de variables	25
Tabla 3. 1 Diseño experimental de los tratamientos de hamburguesa de boquichico	24
Tabla 3. 2 Formulaciones de hamburguesa de pulpa Boquichico	28
Tabla 4. 1 Análisis de frescura de boquichico	49
Tabla 4. 2 Rendimiento de pulpa de boquichico	50
Tabla 4. 3 Composición centesimal de pulpa de boquichico	50
Tabla 4. 4 Resultados microbiológicos de pulpa de boquichico (<i>Prochilodus nigricans</i>) fresco	51
Tabla 4. 5 Composición centesimal de hamburguesa de boquichico	53
Tabla 4. 6 Perfil lipídico de pulpa de boquichico, aceite de sachá inchi y hamburguesa de boquichico (g/100 g de muestra)	54
Tabla 4. 7 Parámetros de pH de hamburguesa de boquichico	56
Tabla 4. 8 Propiedades de rendimiento de hamburguesa de boquichico (<i>Prochilodus nigricans</i>)	57
Tabla 4. 9 Parámetros de textura de hamburguesa de boquichico	58
Tabla 4. 10 Análisis de TBARS de hamburguesa de pescado crudo	59
Tabla 4. 11 Análisis de TBARS de hamburguesa de pescado cocidos	60
Tabla 4. 12 Calidad microbiológica de hamburguesa de boquichico (<i>Prochilodus nigricans</i>)	63
Tabla 4. 13 Prueba de ANOVA de Hamburguesa de boquichico (<i>Prochilodus nigricans</i>) con diferentes concentraciones de micropartículas	65

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. 1 CONSUMO PER CÁPITA ANUAL DE PRODUCTOS HIDROBIOLÓGICOS EN LAS REGIONES DEL PERÚ	7
Figura 3. 1 Flujograma de obtención de la materia prima	33
Figura 3. 2 Flujograma de obtención de la hamburguesa	35
Figura 3. 3 Flujograma de elaboración de hamburguesa de pulpa de boquichico	36
Figura 3. 4 Procedimiento para análisis de <i>Staphylococcus aureus</i>	44
Figura 3. 5 Procedimiento para análisis de <i>Salmonella</i> sp.	45
Figura 4. 1 Análisis de TBARS de las hamburguesas de pescado crudas con diferentes concentraciones	59
Figura 4. 2 Análisis de TBARS de las hamburguesas de pescado cocidas con diferentes concentraciones	60
Figura 4. 3 Análisis de correspondencia de los tratamientos con atributos	64
Figura 4. 4 Prueba de ANOVA de Hamburguesa de boquichico (<i>Prochilodus nigricans</i>)	65
Figura 4. 5 Aceptación de los diferentes tratamientos de hamburguesa de boquichico (<i>Prochilodus nigricans</i>)	66
Figura 4. 6 Frecuencia de consumo de hamburguesa	66

ABREVIATURAS

SIGLAS	CONCEPTOS
ASI	Aceite de sachá inchi
ASIM	Aceite de sachá inchi microencapsulado
ASIL	Aceite de sachá inchi libre
GA	Goma arábica
INU	Inulina
AG	Ácidos grasos
AGP	Ácidos grasos poliinsaturados
AGS	Ácidos grasos saturados
MUFA (INGLÉS)	Ácidos grasos monoinsaturados
OA	Ácido oleico
MG	Monoacilgliceroles
DG	Diacilgliceroles
TG	Triacilgliceroles
FL	Fosfolípidos
EPA	Ácido eicosapentaenoico
DHA	Ácido docosahexaenoico
AA	Ácido araquidónico
TCA	Ácido tricloroacético
TBA	Ácido tiobarbitúrico
TEP	Tetraetoxipropano
ALA	Ácido α -linolénico
TPA	Perfil de textura
TBARS	Sustancias reactivas del ácido tiobarbitúrico
T1	Hamburguesa de boquichico con 0% ASIM
T2	Hamburguesa de boquichico con ASIL
T3	Hamburguesa de boquichico con sustitución del 15% ASIM
T4	Hamburguesa de boquichico con sustitución del 20% ASIM
T5	Hamburguesa de boquichico con sustitución del 25% ASIM
T6	Hamburguesa de boquichico con sustitución del 30% ASIM

RESUMEN

Las hamburguesas son productos cárnicos de consumo masivo a nivel mundial, sin embargo, es conocido que presentan alto contenido de grasas saturadas, debido a esto, varios estudios han optado por la reformulación de este producto, utilizando carnes saludables que incluye el pescado. Este estudio, tiene como objetivo elaborar hamburguesa de pulpa de boquichico (*Prochilodus nigricans*) con sustitución de grasa porcina por diferentes cantidades de aceite de sachá inchi microencapsulado por *spray dryer*, evaluar los rendimientos de pulpa y de cocción, así como la determinación del valor nutricional y la aceptabilidad sensorial de la hamburguesa. En este estudio fueron producidos varios tipos de hamburguesa de filete de boquichico para sustituir la grasa saturada por grasa poliinsaturada con diferentes concentraciones de micropartículas conteniendo aceite de sachá inchi, T1 (control); T2 (aceite libre); T3 (15% de sustitución); T4 (20% de sustitución); T5 (25% de sustitución); T6 (30% de sustitución). Las hamburguesas fueron caracterizadas con relación a sus propiedades físico químicas, perfil lipídico y aceptabilidad. Hamburguesas con y sin sustitución parcial de grasa porcina mostraron en promedio alrededor de 18% de proteína y lípido total. Hubo diferencia estadísticamente significativa entre las hamburguesas con sustitución de 15%, 20%, 25% y 30%, siendo la que contenía 15% de aceite microencapsulado con mayor respuesta positiva de aceptabilidad. El rendimiento de pulpa alcanzó el 35.50%, la adición de aceite microencapsulado produjo dureza alrededor de 98% para sustituciones del 15% a 25%. Los resultados muestran que la sustitución de grasa porcina es factible y es una alternativa para modificar el perfil lipídico sin afectar las propiedades fisicoquímicas y sensoriales de las hamburguesas.

Palabras claves: *Prochilodus nigricans*, sachá inchi, micropartículas, *spray drying*.

ABSTRACT

Hamburgers are the most consumed processed meat products worldwide, however, it is well known that they have a high content of saturated fats, due to this different studies have opted for the reformulation of this product, using healthier meats such as fish and modifying its lipid profile. The objective of this study is to prepare boquichico (*Prochilodus nigricans*) fillet hamburger with substitution of pork fat with different amounts of microencapsulated sacha inchi oil by spray drying and to evaluate the pulp and cooking yields, the nutritional value, and the sensory acceptability of the hamburger. In this study, several types of boquichico fillet hamburgers were produced to replace saturated fat with polyunsaturated fat with different concentrations of microparticles containing sacha inchi oil T1 (C); T2 (free oil); T3 (15% of substitution); T4 (20% of substitution); T5 (25% of substitution); T6 (30% of substitution). The hamburgers were characterized physicochemically, lipid profile and acceptance tests. Burgers with and without partial fat substitution showed on average about 18% protein and total lipid. There was a statistically significant difference between the hamburgers with substitution of 15%, 20%, 25% and 30%, the general acceptability scores showed that the hamburger containing 15% of microencapsulated oil had a positive response. The pulp yield reached 35.50%, the addition of microencapsulated oil produced hardness around 98% for substitutions of 15% to 25%. The results show that the modification of the formulation of the hamburgers with substitution of pork fat is feasible and it can be seen as an alternative to improve the nutritional composition without affecting the physical, chemical and sensory properties of the resulting hamburgers.

Keywords: *Prochilodus nigricans*, sacha inchi, microparticles, spray dryer.

INTRODUCCIÓN

Hoy en día el mundo vive una transición alimentaria nutricional caracterizada por el incremento del consumo de azúcares, grasas saturadas y sodio. Esta situación ha impactado negativamente en la salud, incrementando la prevalencia de muchas enfermedades crónicas no transmisibles (Saavedra-Garcia et al. 2002).

La grasa animal es uno de los ingredientes en los productos cárnicos con alto impacto en sus propiedades tecnológicas y sensoriales. Sin embargo, su alto porcentaje en ácidos grasos saturados (AGS) es asociado con una serie de enfermedades que incluye la obesidad, enfermedades cardiovasculares y crónicas (FAO 2016). Lo cual, es un verdadero problema para los consumidores de hoy en día que están realmente preocupados por su salud, demandando alimentos más saludables. La grasa de cerdo es utilizada para la elaboración hamburguesa de carne bovino por su funcionalidad, sin embargo, contiene colesterol y ácidos grasos saturados, que incrementan el riesgo para la salud del consumidor (Moghtadaei, Soltanizadeh y Goli 2018). Varios estudios han intentado determinar un método para reducir el contenido de grasa en productos cárnicos con aceites como el de canola, aceite de oliva o una mezcla de ingredientes funcionales como colágeno y fibra dietética (Choe y Kim 2019).

Las hamburguesas se encuentran entre los productos cárnicos procesados más populares del mundo, son altamente aceptados y consumidos por grandes segmentos de la población, principalmente debido a la conveniencia y precio bajo. Sin embargo, tienen estabilidad limitada, principalmente debido al deterioro microbiano y oxidación de lípidos, ambos con posibles repercusiones en la seguridad y la salud (Chaves et al. 2018). Una solución para hacer de las hamburguesas un producto más saludable es la utilización de carnes más

saludables como el pescado y la adición de ácidos grasos poliinsaturados (AGP) con sustitución de grasa saturada por grasa poliinsaturada, de esta manera se logra mejorar el perfil lipídico de la hamburguesa, haciéndola más saludable frente a los otros tipos de hamburguesas que se expenden a la población (Sibbel 2007).

El pescado es una importante fuente de nutrientes fácilmente accesible en todo el mundo. Se ha comprobado que el pescado posee beneficios para la salud, que incluye propiedades antioxidantes, antiinflamatorias, cicatrizantes, neuroprotectoras, cardioprotectoras y hepatoprotectoras. Las proteínas de pescado, como las inmunoglobinas, actúan como agentes de defensa contra infecciones virales y bacterianas y previenen la desnutrición proteico-calórica. (Chen et al. 2022). Los beneficios para la salud son una de las principales razones para comer pescado, pero la falta de practicidad, como las espinas y la escasez de productos pesqueros listos para el consumo, es una de las principales limitaciones para su consumo (Carlucci et al. 2015).

Los AGP ejercen una influencia positiva en la salud humana, debido a la contribución para un adecuado crecimiento y desarrollo infantil, además de ser importantes en la prevención y tratamiento de enfermedades coronarias y neurodegenerativas (Haq y Chun 2018). Sin embargo, el cuerpo humano no tiene la capacidad de sintetizar AGP en cantidades adecuadas, por lo que, es necesario que sean incorporados a través de la dieta o mediante suplementos alimenticios (Kolanowski y Berger 1999). Las fuentes comerciales de AGP de cadena larga generalmente vienen de aceites de pescado, sin embargo, estos presentan olor y sabor desagradables. Además, debido a la alta demanda de AGP de cadena larga, los peces marinos han sido capturados en exceso, lo cual en el futuro podrían causar la extinción de estas especies. Es por esto que en los últimos años, se ha

puesto atención a las fuentes de AGP de origen vegetal, como es el caso del aceite de sachá inchi, el cual, además de presentar un alto contenido de AGP, presenta una proporción ω -3/ ω -6 ideal (Timilsena et al. 2017).

A su vez, estos aceites al ser químicamente inestables, son susceptibles a la degradación oxidativa y a la pérdida de compuestos volátiles, al ser expuestos a factores adversos del medio ambiente (Velasco, Dobarganes y Márquez-Ruiz 2003). Este hecho, puede alterar las propiedades organolépticas de productos enriquecidos con AGP, durante su manipulación, transporte y almacenamiento (Kolanowski y Berger 1999). Es por eso que la industria alimentaria propone dos estrategias principales: la incorporación de sustancias antioxidantes y la tecnología de microencapsulación (Timilsena et al. 2017). Siendo esta última, la que ha ganado mayor popularidad en los últimos años, una de las técnicas más utilizadas para proteger aceites es el *spray drying*, debido a que, comparada con otras técnicas sobresale por su bajo costo y alta rentabilidad a escala industrial (Bakry et al. 2016).

El objetivo del presente estudio fue elaborar hamburguesa de boquichico (*Prochilodus nigricans*) con sustitución parcial de grasa porcina por aceite de sachá inchi (*Plukenetia volubilis*) microencapsulado, el cual sería una alternativa de alimento saludable apto para consumo humano.

CAPITULO I: MARCO TEÓRICO

1.1 Antecedentes

En un estudio reciente fue evaluado la estabilidad oxidativa de aceite de sachá inchi mediante la microencapsulación por *spray drying*. Donde, al realizar un análisis termogravimétrico, fue comprobado que los AGP resistieron los procesos de pasteurización y esterilización, las cuales son muy comunes en la industria alimentaria (Sanchez-Reinoso y Gutiérrez 2017). En otro estudio de encapsulación de aceite de pescado en micropartículas de soja mediante emulsificación por *spray drying* consiguieron estabilidad oxidativa del aceite para facilitar su manejo en la incorporación de productos alimenticios (Di Giorgio, Salgado y Mauri 2019).

En otro estudio con el fin de elaborar hamburguesa utilizando como materia prima la carne de boquichico (*Prochilodus nigricans*), se determinó los parámetros para el procesamiento del producto final, así mismo se caracterizó fisicoquímicamente y se evaluó la calidad microbiológica del producto final. Fueron ejecutados experimentos tendientes a encontrar las fórmulas adecuadas para la elaboración del producto en mención; después de varios ensayos tomando como materia prima la pulpa de boquichico llegaron a la obtención de hamburguesa con características similares a la de carne roja: suave, firme, jugosa. Se aplicaron varios procesos de elaboración de hamburguesa, llegando a obtener una formulación final, siendo esta pulpa 73.38%, NaCl 1.47%, azúcar 1.10%, glutamato monosódico 0.19%, pimienta 0.10%, cebolla 3.57%, clara de huevo 3.28%, aceite 3.59%, galleta 4.49%, polifosfato de sodio 0.08%, leche en polvo 1.45%, agua tratada 7.30%. También se garantizó una vida útil del producto de 30 días a – 20 °C., obteniendo un producto de calidad con una composición química final: Calorías 125.33%,

humedad 72.33, proteína 18.90%, carbohidratos 6.52%, pH 6.50, grasa 4.85%, ceniza 2.40%, cloruros 1.42% (Melgarejo y Maury 2002).

Por su parte, Heck et al. (2017) elaboró hamburguesas sometidas a reformulación lipídica, en la cual reemplazó el 50% del componente graso por micropartículas conteniendo aceites de chía y linaza obtenidos por gelificación iónica externa. Las micropartículas obtenidas presentaron altos niveles de AGP ω -3 y fueron resistentes a las condiciones de pH y temperatura usualmente empleadas en el procesamiento de hamburguesas. Dicha reformulación de lípidos no afectó la dureza y mejoró importantes propiedades tecnológicas, como la pérdida por cocción y la retención de grasa. Las hamburguesas con micropartículas con aceite de chía exhibieron mayor oxidación lipídica. Sin embargo, la sustitución de grasa porcina por micropartículas con aceite de linaza no perjudicó la calidad sensorial de las hamburguesas. Por ende, la microencapsulación de aceites ricos en AGP ω -3 mediante gelificación iónica externa puede ser considerado como una estrategia eficaz para producir hamburguesas más saludables (Heck et al. 2017).

Vargas-Ramella et al. (2020) en su estudio evaluaron los efectos de la sustitución de grasa porcina en hamburguesas de carne de venado con la adición de aceites ricos en AGP con respecto a su composición fisicoquímica, perfil de ácidos grasos, perfil de textura y análisis sensorial. Los resultados demostraron que el perfil de ácidos grasos fue mejorado significativamente, pues hubo un decrecimiento de AGS, y las hamburguesas que contenían aceite de chía y aceite de linaza mostraron mayor contenido de AGP, mientras que la hamburguesa con aceite de chufa presentó mayor cantidad de ácidos grasos monoinsaturados (MUFA'S). El reemplazo de la grasa animal por las emulsiones de los aceites no afectó la aceptabilidad global de las hamburguesas de carne de venado. Sin

embargo, la hamburguesa que contenía aceite de chía presentó mayores valores de oxidación debido a su alto contenido de AGP.

Recientemente, Presenza et al. (2022), formularon hamburguesas de pescado a base de carne separada mecánicamente de tambaqui (*Colossoma macropomum*) con avena y almidón de yuca, las concentraciones de harina total variaron de 0% a 10%. Los autores reportaron que la adición de harina tuvo un efecto positivo ($p \leq 0.05$) sobre las propiedades fisicoquímicas y sensoriales, siendo que se obtuvo un 12% más de rendimiento de cocción en comparación con la formulación sin harina. Asimismo, se reportó mayor aceptabilidad en la formulación con la combinación binaria de las harinas, obteniendo una puntuación de 7.58 en la escala hedónica de 9 Puntos de aceptación global.

1.2 Bases teóricas

1.2.1 Productos de adquisición rápida

Los productos *fast food* se pueden clasificar en dos tipos: los de influencia y características anglosajonas, como hamburguesas, salchichas y papas fritas, acompañadas de salsas diversas; y los de procedencia mediterránea, como pizzas, bocadillos y kebabs, los cuales son bastante más saludables (Arbaiza et al. 2014).

1.2.2 Producción pesquera en la región Loreto

La región Loreto se caracteriza por incluir en sus actividades económicas, a la pesca, siendo esta una de las actividades más importantes, gracias a su fuente de abastecimiento de proteína animal y de ingresos económicos para el poblador de nuestra región, debido a que el pescado es el principal componente de la dieta familiar y a que las capturas totales están valorizadas en aproximadamente 80 millones de dólares anuales (Tello y Bayley 2001).

Esta actividad es sumamente dinámica, con particularidades regionales que obedecen a la historia natural de los recursos que aprovechan, la productividad y variabilidad de los ecosistemas en donde se desarrolla, los mercados nacionales e internacionales que demandan la pesca, los métodos de captura y procesamiento, entre otros (Urtecho 2015).

La dinámica pesquera artesanal del ámbito continental peruano es muy diferente a aquella del ámbito marítimo. Si bien las capturas son significativamente menores en los ríos y lagos peruanos que en el mar, quizás la diferencia fundamental de la pesca continental con la marítima es el destino de las capturas (Urtecho 2015).

Durante el período 2010-2014, el consumo anual per cápita en kg de productos hidrobiológicos (pescado fresco, congelado, enlatado y mariscos) ha aumentado progresivamente en la región Loreto. Cabe resaltar que dicho nivel es el más alto a nivel nacional y supera ampliamente al promedio (Ministerio de la producción 2014).

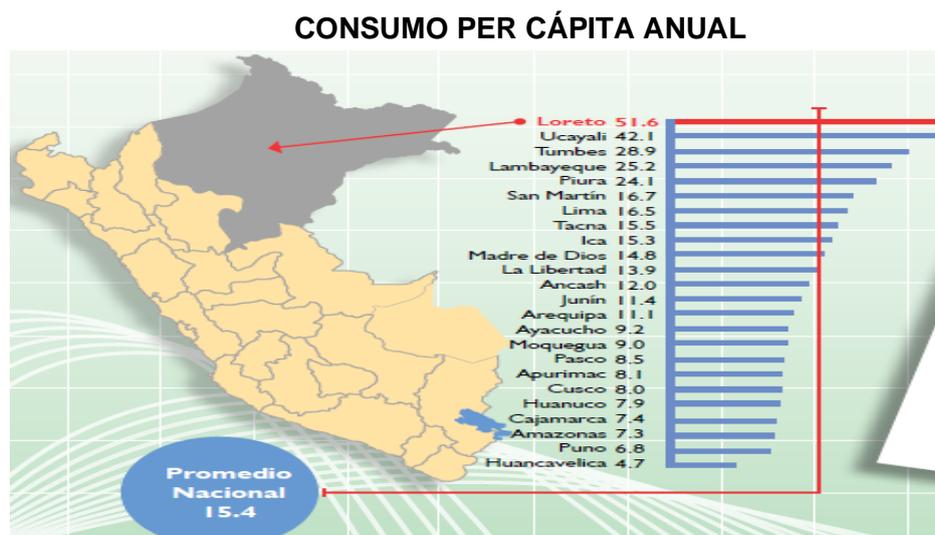


Figura 1. 1 CONSUMO PER CÁPITA ANUAL DE PRODUCTOS HIDROBIOLÓGICOS EN LAS REGIONES DEL PERÚ

1.2.3 Productos elaborados a base de pescado

La industria alimentaria produce un gran número de productos variados para todo tipo de mercado, los cuales deben cumplir con las normas de calidad exigidas por cada país para facilitar su comercio y distribución. Por tanto, la industria ha posibilitado la aplicación de nuevas tecnologías, tales como:

1.2.3.1 Conservas de pescado

El pescado enlatado es una alternativa saludable a los alimentos procesados, importados y de mala calidad que promueven el aumento de enfermedades no transmisibles. El aumento de la disponibilidad y el consumo de pescado enlatado también prometen ayudar a llenar la brecha entre la producción sostenible de pescado costero y la ingesta recomendada de pescado para una buena nutrición (Bell et al. 2019). Para el envasado y conservación se debe tomar en cuenta tres aspectos importantes:

- El **envase**, debe contar con las normas de calidad requeridas; no debe presentar raspones y/o abolladuras; y debe ser resistente a las temperaturas a las cuales pueda quedar expuesto o sometido el producto en condiciones normales, entre otras, de almacenamiento, traslado, distribución y comercialización, antes de ser consumido.
- El **proceso de esterilización** debe ser correctamente realizado para evitar la formación de microorganismos que, en caso no fuera realizado en las mejores condiciones, podría causar daños severos a la salud del consumidor.
- El **cuidado de la higiene** es un factor fundamental del proceso. Este cuidado debe darse tanto respecto del producto como de los utensilios,

instrumentos y bienes de capital que se utilicen durante su elaboración, como es el caso de envases y maquinaria en general.

1.2.3.2 Nuggets

El propósito principal de la aplicación del recubrimiento tipo empanizado en alimentos fritos es producir productos con alta calidad en términos organolépticos y satisfacción favorable al consumidor (Dogan, Sahin y Sumnu 2005). El empanizado de los productos fritos puede proveer textura crocante, color dorado y puede actuar como una barrera en contra de la pérdida de humedad, protegiendo los jugos naturales del alimento (Dogan, Sahin y Sumnu 2005). Los empanizados son comúnmente almacenados y comercializados en estado congelado. Sin embargo, el pescado y productos pesqueros pueden someterse a cambios indeseables durante el almacenamiento, congelado y la deterioración puede limitar el tiempo de almacenaje (Khanipour, Jorjani y Soltani 2014).

1.2.3.3 Hamburguesa

A Fletcher Davis se le atribuye la elaboración de la primera hamburguesa a finales del siglo XIX, de hecho, la popularidad de la hamburguesa es asombrosa: un estimado 50 mil millones de hamburguesas se consumen anualmente en los Estados Unidos por el año 2012, esto comprende el 60% de la producción total de carne en los Estados Unidos y equivale a más de 16 mil millones de dólares (Crandall et al. 2013). Restaurantes de servicio rápido han jugado un papel vital en la creciente popularidad de las hamburguesas, particularmente cuando se considera la conveniencia y el precio. Se estima que los restaurantes de comida rápida representan más de 50% de las hamburguesas consumidas, con otro 30% consumido en el hogar. Un porcentaje menor de las hamburguesas se consume en restaurantes, cafeterías, restaurantes residenciales, ubicaciones y tiendas de

conveniencia (Ralston et al. 2001). Además, la hamburguesa es un componente de muchos platos de consumo común, incluye tacos, espaguetis, albóndigas, productos para el desayuno, platos étnicos entre otros. La hamburguesa puede ser definido como un producto cárnico crudo; no embutido que se moldea en formas cuadradas o circulares para posteriormente congelarse, que luego es, sometido o no a tratamiento térmico, su elaboración es generalmente a base a carne de animales de abasto y con la adición de sustancias de uso permitido (Beltrán 2014).

1.2.4 Aporte nutricional del pescado

Las variaciones en la composición química del pescado están estrechamente relacionadas con la alimentación, nado migratorio y cambios sexuales relacionados con el desove. El pez tiene períodos de inanición por razones naturales o fisiológicas (como desove o migración) o bien por factores externos como la escasez de alimento (Poulter y Nicolaidis 1985).

Usualmente el desove, independientemente de que ocurra luego de largas migraciones o no, requiere mayores niveles de energía. Los peces que tienen energía almacenada en la forma de lípidos recurrirán a ella. Las especies que llevan a cabo largas migraciones antes de alcanzar las zonas específicas de desove o ríos, degradarán -además de los lípidos- las proteínas almacenadas para obtener energía, agotando las reservas tanto de lípidos como de proteínas, originando una reducción de la condición biológica del pez. En adición, muchas especies generalmente no ingieren mucho alimento durante la migración para el desove y por lo tanto, no tienen la capacidad de obtener energía a través de los alimentos (Poulter y Nicolaidis 1985).

Durante los períodos de intensa alimentación, el contenido de proteínas del músculo aumenta hasta una extensión que depende de la cantidad de proteína

agotada; por ejemplo con relación a la migración por el desove. Posteriormente, el contenido de lípidos muestra un marcado y rápido aumento. Después del desove el pez recobra su comportamiento de alimentación y generalmente migra hasta encontrar fuentes adecuadas de alimento. Las especies que se alimentan de plancton, como el arenque, experimentan una variación estacional natural dado que la producción de plancton depende de la estación (Poulter y Nicolaidis 1985). La fracción lipídica es el componente que muestra la mayor variación. A menudo, dentro de ciertas especies la variación presenta una curva estacional característica con un mínimo cuando se acerca la época de desove (Poulter y Nicolaidis 1985).

1.2.4.1 Proteínas

Las proteínas de la pulpa del pescado, están divididas en tres grupos:

- Proteínas estructurales (actina, miosina, tropomiosina y actomiosina), que constituyen el 70-80 por ciento del contenido total de proteínas.
- Proteínas sarcoplasmáticas (mioalbúmina, globulina y enzimas), esta fracción constituye el 25-30 por ciento del total de proteínas.
- Proteínas del tejido conectivo (colágeno), que constituyen aproximadamente el 3 por ciento del total de las proteínas en teleósteos y cerca del 10 por ciento en elasmobranquios.

Las proteínas estructurales conforman el aparato contráctil responsable de los movimientos musculares. La composición de aminoácidos es aproximadamente la misma que en las correspondientes proteínas del músculo de mamíferos, a pesar de que las propiedades físicas pueden ser ligeramente diferentes. El punto isoeléctrico (pI) está alrededor del pH 4.5 - 5.5, a estos valores de pH las proteínas presentan su menor solubilidad (Montowska y Pospiech 2007). La estructura conformacional de las proteínas de los peces es fácilmente modificada mediante

cambios en el ambiente físico. Después de utilizar un método de conservación como la congelación y la deshidratación, cambian las características de solubilidad de las proteínas miofibrilares. Tratamientos con altas concentraciones salinas o calor pueden ocasionar la desnaturalización, causando cambios irreversibles en la estructura nativa de la proteína (Montowska y Pospiech 2007).

Cuando las proteínas son desnaturalizadas bajo condiciones controladas, sus propiedades pueden ser utilizadas con propósitos tecnológicos. Las proteínas forman un gel muy resistente cuando se añade sal y estabilizadores a una preparación de proteínas musculares (carne finamente picada), que posteriormente se somete a un proceso de calentamiento y enfriamiento controlado (Salfi, Fucetola y Pannunzio 1985). La mayor parte de las proteínas sarcoplasmáticas son enzimas que participan en el metabolismo celular, como en el caso de la conversión de energía anaeróbica del glucógeno a ATP. Si los organelos dentro de las células musculares se rompen, pueden también estar presentes en la fracción proteica, las enzimas metabólicas localizadas dentro del retículo endoplasmático, las mitocondrias y los lisosomas (Montowska y Pospiech 2007).

Cuando los organelos se rompen, ocurren cambios en la composición de la fracción de proteínas sarcoplasmáticas. Este hecho fue sugerido como método para diferenciar pescado fresco de pescado congelado, asumiendo que los organelos estaban intactos hasta la congelación (Duflos et al. 2002; Salfi, Fucetola y Pannunzio 1985), Sin embargo, posteriormente se estableció que estos métodos deben ser empleados con gran precaución, dado que algunas enzimas son liberadas de los organelos incluso durante el almacenamiento del pescado en hielo (Duflos et al. 2002). Diferentes especies contienen diversas cantidades de colágeno en sus tejidos corporales. Esto ha llevado a una teoría: la distribución del

colágeno puede reflejar el comportamiento natatorio de las especies. Más aún, las diversas cantidades y los diferentes tipos de colágeno en diferentes peces pueden de igual forma tener una influencia en las propiedades texturales del músculo del pez (Gómez-Guillén et al. 2009).

1.2.4.2 Lípidos

Los lípidos están formados por compuestos orgánicos, entre los que se incluyen los ácidos grasos (AG), monoacilgliceroles (MG), diacilgliceroles (DG), triacilgliceroles (TG), fosfolípidos (FL), eicosanoides, resolvinas, docosanoides, esteroides, ésteres de esteroides, carotenoides, vitaminas liposolubles, alcoholes grasos, hidrocarburos y ésteres de ceras. Tradicionalmente se ha definido a los lípidos como sustancias solubles en solventes orgánicos. Sin embargo, con el tiempo esta definición ha dejado de ser la más adecuada y precisa, por lo que se propuso una nueva definición y un sistema de clasificación de los lípidos mucho más exhaustivo (Fahy et al. 2005). La nueva definición parte de una base química y define los lípidos como pequeñas moléculas hidrófobas o anfipáticas (o anfifílicas) que pueden originarse completamente o en parte a través de condensaciones de tioésteres o unidades de isopreno (Fahy et al. 2005).

Las grasas constituyen uno de los componentes más abundantes en la flora y fauna mundial. En el reino animal forman parte de las células adiposas dentro del citoplasma, también se encuentran en los tejidos viscerales y en el subcutáneo, por otra parte las grasas también se encuentran en las semillas, hojas, y flores de un sin número de plantas. Las grasas sirven como fuente de energía para el ser humano, y está distribuido en 3 grandes regiones del cuerpo; la subcutánea, gluteofemoral, y la intrabdominal, esta última da una característica a la obesidad, convirtiéndose en un factor de riesgo cardiovascular (Nasiff-Hadad y Meriño-Lbarra

2003). Los monoglicéridos, diglicéridos y triglicéridos, son la composición de las grasas, que a su vez están también compuestas por una molécula de glicerol, la cual se une con 1, 2 o 3 ácidos grasos (Nasiff-Hadad y Meriño-Lbarra 2003).

1.2.4.2.1 Ácidos grasos saturados

Estos ácidos presentan la fórmula general R-COOH. Se clasifican además en cuatro subgrupos según la longitud de su cadena: corta, media, larga o muy larga. Existen varias definiciones en numerosas publicaciones sobre los subgrupos de AGS. Sin embargo, la Consulta de Expertos FAO/WHO reconoció que era necesario establecer unas definiciones a nivel internacional y es por ello que recomendó las siguientes definiciones para describir los subgrupos: ácidos grasos de cadena corta, media larga y muy larga (Ackman y Fish 2008).

1.2.4.2.2 Ácidos grasos monoinsaturados

En la naturaleza existen más de un centenar de ácidos grasos monoinsaturados (MUFA's) *cis*, pero la mayoría son componentes poco comunes. El ácido oleico (OA) es el MUFA's más común y está presente en cantidades considerables en fuentes tanto de origen animal como vegetal (Ackman y Fish 2008).

1.2.4.2.3 Ácidos grasos poliinsaturados

Los ácidos grasos poliinsaturados (AGP) se encuentran principalmente en peces de aguas frías, algas y algunas semillas de plantas. Los AGP contenidos en aceites de plantas son de cadena corta los cuales incluyen al ácido α -linolénico (ALA) C18:3, ω -3 (Omega-3) y ácido linoleico (LA) C18:2, ω -6 (Omega-6), por su parte los aceites de pescado y de algas contienen AGP de cadena larga como el ácido eicosapentanoico (EPA) C20:5, ω -3, ácido docohexanoico (DHA) C22:6, ω -3

y el ácido araquidónico (AA) C20:4 ω -6. Debido a que el cuerpo no puede sintetizar AGP de cadena larga ácido alfa linolénico ALA y LA, se consideran como ácidos grasos esenciales (Prasad et al. 2017).

1.2.5 Fuentes vegetales de lípidos

1.2.5.1 Linaza (*Linum usitatissimum*)

La linaza (*Linum usitatissimum* L.) es una semilla vegetal que crece en un clima templado frío, es una hierba con tallos erectos. A pesar de que hay varios fines de utilización, se cultiva comercialmente por su semilla, que se procesa en aceite, contiene ácidos grasos esenciales y además es una buena fuente de proteína de origen vegetal (Sankari 2000).

1.2.5.2 Semillas de chía (*Salvia hispánica*)

La chía contribuye al cuidado de la piel, el órgano más grande del cuerpo humano y primera línea de defensa. Esta semilla es una planta oleaginosa, constituida por 40% de aceite, 20% de proteínas, no posee colesterol y cuenta con minerales como calcio, hierro, magnesio, fósforo y zinc, contiene fibra dietética, aminoácidos, antioxidantes y vitaminas; la cantidad de ácidos grasos saturados que la componen es mínima y por la alta concentración de antioxidantes no permite la oxidación de los ácidos grasos poliinsaturados. La chía es un excelente cardioprotector por su contenido de ácido α -linolénico (60%) del que es una de las fuentes más importantes. Por otro lado, gracias al contenido de omega 3 evita procesos inflamatorios y presenta efectos antiedad, además previene el desarrollo de cáncer, evita el estreñimiento y contiene muy pocas calorías. Por todo ello y más, este tipo de alimentos que no tienen una amplia demanda, de gran valor nutricional y de bajo valor económico, incitan a reiniciar su consumo y redescubrir

algunos recursos olvidados que permiten llevar una alimentación saludable y prevenir enfermedades con facilidad y a bajo costo (Carrillo-Gómez et al. 2017).

1.2.5.3 Semillas de sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L.)

El sacha Inchi es una planta nativa de la región amazónica de América del Sur (específicamente Perú y Brasil), cuyo nombre científico es *Plukenetia volubilis* Linneo, y pertenece a la familia *Euphorbiaceae*, aunque también, es conocida como maní sacha, maní de montaña, nuez inca o maní inca (Wang, Zhu y Kakuda 2018). La planta de sacha inchi produce frutos verdes en forma de estrella, que, a su vez, producen semillas comestibles con coloración marrón oscura, que son ligeramente agrandadas en el centro y aplastadas hacia los bordes. Estas semillas son ricas en aceite (35–60%) y proteínas (27%) y contienen sustancias termolábiles de sabor amargo. Y desde tiempos antiguos, los indios chancas y otros grupos nativos de la Amazonía extraen aceite de las semillas, las cuales, lo utilizan para la preparación de diversas comidas (Fanali et al. 2011).

El descubrimiento científico de las propiedades del sacha inchi o maní de los incas ha elevado su potencial para la alimentación y medicina tradicional al constituir una de las fuentes vegetales más grandes de Omega, un ácido graso esencial para la vida. A modo de comparación debemos señalar que el Omega 6 se encuentra en un 5% en el germen de trigo, en un 7% en la soya, en 15% en la semilla de calabaza, y, aunque parezca increíble, en un 36 % en el Sacha Inchi. Además, contiene Omega 3 (48%), Omega 9 (9%), proteínas (33%) y antioxidantes (50%) por lo que su consumo proporciona energía al cerebro, limpia el torrente sanguíneo, y lleva los nutrientes a las células (Zanqui et al. 2016).

En la actualidad, el aceite de sacha inchi (ASI) es reconocido como el aceite de mayor contenido de ácidos grasos insaturados (90% aproximadamente),

aportando en promedio, 48 – 50% de ácido linolénico ω -3 (Omega-3), 32 – 37% de ácido linoleico ω -6 (Omega-6), y 9 – 12% de ácido oleico ω -9 (Omega-9) (Follegatti-Romero et al. 2009). Esta composición significativa de ácidos grasos ofrece importantes beneficios para la salud y nutrición, tales como, reducir el riesgo de enfermedades inflamatorias, ciertos tipos de cáncer, además de favorecer el desarrollo cerebral (Vicente et al. 2017). Por todo esto, el ASI es ampliamente utilizado en la industria farmacéutica, alimentaria y cosmética (Gutiérrez et al. 2017).

1.2.6 Enriquecimiento de alimentos

El enriquecimiento de los productos alimenticios se ha venido aplicando por mucho tiempo en varios países, para el suministro exitoso de algunas vitaminas que el organismo necesita y que por muchos motivos no se logra cumplir con el requerimiento diario a través de la alimentación. Es por esto que esta práctica se ha venido ampliando en forma progresiva en todo el mundo, como es el caso de la sal yodada y la fortificación de alimentos con hierro, pensando en la prevención de la anemia en niños pequeños, asimismo, se ha reportado estudios donde se fortifica la harina de trigo con ácido fólico (Allen et al. 2017). El enriquecimiento de los alimentos se refiere a la adición de un nutriente al alimento que se piensa procesar, siendo esto una estrategia para potenciar el estado nutricional de una gran parte de la población mundial (Allen et al. 2017).

1.2.7 Opciones tecnológicas para la sustitución de la grasa animal

A causa de las diferentes características fisicoquímicas que presentan los aceites de origen animal, resulta importante ajustar las condiciones de procesamiento para poder obtener el producto cárnico deseado. El tipo de composición grasa y lipídica no solo son interesantes desde el punto de vista nutricional, sino que también tienen

un papel significativo en la estructura, textura, propiedades sensoriales y tecnológicas del producto final (Barros et al., 2021). Por ello, se han aplicado diversas estrategias para sustituir la grasa animal por aceites vegetales minimizando tanto su efecto sobre las propiedades fisicoquímicas y sensoriales del producto final, para asegurar su aceptabilidad por parte de los consumidores, como sobre sus características tecnológicas, para asegurar su valor tecnológico y viabilidad en la industria cárnica (Carvalho et al., 2020). Una forma de hacer esta sustitución, con efectos tecnológicos mínimos, podría ser el uso de emulsiones gelificadas (Alejandre et al. 2017). Diversos aceites vegetales con perfiles lipídicos saludables (aceites de germen de trigo, chufa, chía, linaza, linaza, oliva, canola y soja, entre otros) y emulsionantes o gelificantes (gelatina, alginato, mucílago de chía, proteína de soja, carragenina, harina de castaña, gomas e inulina, entre otros) se han utilizado con éxito en el desarrollo de estos geles (Öztürk-Kerimoğlu et al. 2021).

1.2.8 Microencapsulación

La microencapsulación es una tecnología que se emplea en diversas áreas de la industria, como la farmacéutica y la alimentaria. En la industria alimentaria es utilizada para proteger compuestos activos sensibles a condiciones de calor, humedad, variación de pH manteniendo de esa forma viable al compuesto. Además, la microencapsulación provee resistencia y estabilidad a los productos alimenticios durante el procesamiento, empaquetamiento y almacenamiento, optimizando de esa manera las características organolépticas (Desai y Park 2005). El producto resultante de las diferentes técnicas de microencapsulación son matrices poliméricas denominadas micropartículas, aunque también existen otros términos como, microesferas, microcápsulas, microperlas, entre otros. Así mismo

el término que se utilizará va a depender de las características de la matriz en cuanto a su dimensión, estructura y aplicación (Chang, Stone y Nickerson 2018).

1.2.9 Microencapsulación de alimentos

Respecto al área de alimentos, la aplicación de técnicas de microencapsulación se viene incrementando debido a la protección de los materiales encapsulados de factores como calor y humedad, permitiendo mantener su estabilidad y viabilidad. Las micropartículas, ayudan a que los materiales alimenticios empleados resistan a las condiciones de procesamiento y empaque mejorando sabor, aroma, estabilidad, valor nutritivo y apariencia de los productos (Desai y Park 2005).

1.2.10 Técnicas de microencapsulación

1.2.10.1 Coacervación compleja

La coacervación compleja es uno de los métodos de microencapsulación existentes, más efectivos en la actualidad. Y se refiere al sistema donde, un solvente que, conteniendo dos biopolímeros con cargas opuestas, interactúan electrostáticamente y forman complejos precipitados (Timilsena et al. 2019).

La coacervación compleja viene siendo utilizada ampliamente en la industria alimentaria por su alta eficiencia de encapsulación y las condiciones de procesamiento moderadas. Se produce con la interacción electrostática entre dos biopolímeros de carga opuesta en medios acuosos y hay un equilibrio electrostático en la fase concentrada (Eghbal y Choudhary 2018).

1.2.10.2 Gelificación iónica

La gelificación iónica también conocida como gelificación ionotrópica por procesos de extrusión, produce micropartículas del tamaño de 1 – 1000µm dentro

de un proceso continuo. Este proceso de obtención de micropartículas tiene la capacidad de producir geles ante la interacción de polímeros con cargas negativas, en presencia de iones de carga opuesta como el calcio, esto debido al reordenamiento de la cadena polimérica entre las moléculas de ácido gulurónico y los iones de calcio que van entrecruzándose (Comunian y Favaro-Trindade 2016).

1.2.10.3 *Spray drying*

La tecnología de *spray drying* se caracteriza por la conversión de líquidos en sólidos, a partir de fluidos atomizados que generan pequeñas gotas que entran en contacto en una corriente de gas caliente, y son pulverizadas (Himmetagaoglu y Erbay 2019). La eficiencia del producto dependerá de condiciones establecidas como: la tasa de flujo de alimentación, la entrada y las temperaturas del aire de salida, la velocidad del atomizador, la concentración de alimentación, la temperatura de alimentación, entre otros (Chegini y Ghobadian 2005). De esta forma, dicha tecnología, nos permite obtener polvos de alta calidad, y que conservan sus características organolépticas y nutricionales.

1.3 Definición de términos básicos

1.3.1 Ácidos grasos poliinsaturados

Tipo de ácidos grasos que cuentan en su cadena hidrocarbonada con más de dos dobles enlaces (Nasiff-Hadad y Meriño-Lbarra 2003).

1.3.2 Enriquecimiento de alimentos

El enriquecimiento es sinónimo de fortificación y se refiere a la adición de micronutrientes a un alimento sin importar si los nutrientes se encontraban o no en el alimento antes de su procesamiento (Allen et al. 2017).

1.3.3 Evaluación sensorial

El Instituto de Alimentos de EEUU (IFT), define la evaluación sensorial como “la disciplina científica utilizada para evocar, medir analizar e interpretar las reacciones a aquellas características de alimentos y otras sustancias, que son percibidas por los sentidos de la vista, olfato, gusto, tacto y oído” (Alarcon Hernandez 2005).

1.3.4 Hamburguesa de pescado

La hamburguesa de pescado es un producto a base de carne molida sin piel, sin escamas, ni espinas, mezclado con diversos ingredientes naturales, también es congelado con el fin de que su textura, forma y muchas otras características se asemejen a la hamburguesa de carne bovina o de res, que las personas están acostumbradas a consumir (Melgarejo y Maury 2002).

1.3.5 Micropartículas

Las micropartículas son el producto de un proceso tecnológico en el que sustancias bioactivas son envueltas por un revestimiento formado por microcápsulas con la finalidad de protegerlas, conservando de ese modo sus propiedades, alargando su vida útil, y protegiéndolas del ambiente externo (Chang, Stone y Nickerson 2018).

1.3.6 Productos cárnicos

Son productos procesados, obtenidos de la transformación de carne mayormente de cerdo, res; el cual en su procesamiento se agregan diferentes tipos de insumos, como sal, especias y condimentos, y otros ingredientes más, obteniendo un producto final como, embutidos, salchichas, chorizos, hot dog, hamburguesas, etc.(FAO 2003).

1.3.7 Microencapsulación

La microencapsulación es un proceso tecnológico en el que sustancias bioactivas son envueltas por un revestimiento formando microcápsulas con la finalidad de protegerlas del ambiente externo y conservar sus propiedades, prolongando su vida útil (Chang, Stone y Nickerson 2018).

1.3.8 Spray drying

Es la técnica de microencapsulación más utilizada en la industria alimentaria, para la producción de micropartículas en polvo a partir de un fluido, ha sido considerada ideal para la microencapsulación de aceites por su corto tiempo de secado, y se caracteriza por su baja actividad de agua lo que garantiza estabilidad microbiológica (Encina et al. 2016).

1.3.9 Estabilidad oxidativa

Para la industria alimentaria la estabilidad oxidativa es un indicador característico de la resistencia de lípidos al deterioro, debido a la exposición al oxígeno y altas temperaturas, determinando la vida útil de un alimento o producto alimenticio (Kerrihard et al. 2015; Li et al. 2018).

1.3.10 Vida útil

La vida útil de un alimento, procesado o no, puede ser definida como el periodo de tiempo en el cual el producto retiene en un nivel de calidad aceptable, sus características de seguridad alimentaria y condiciones organolépticas (Robertson 2019).

CAPITULO II: HIPÓTESIS Y VARIABLES

2.1 Formulación de la hipótesis

La hamburguesa de boquichico (*Prochilodus nigricans*) con sustitución parcial de grasa porcina por aceite de sacha inchi (*Plukenetia volubilis L.*) microencapsulado, sería una alternativa de calidad óptima para consumo humano y más saludable.

2.2 Variables y su operacionalización

2.2.1 Variable independiente

Sustitución parcial de grasa porcina por micropartículas conteniendo ASI en los niveles:

➤ **Indicador**

15%, 20%, 25% y 30%

2.2.2 Variables dependientes

Análisis centesimal y microbiológico:

✓ **Definición conceptual:**

Análisis fisicoquímicos: Es el conjunto de métodos y técnicas determinan la composición y características químicas y físicas de los alimentos.

Calidad microbiológica: Es el uso de métodos biológicos, bioquímicos, moleculares o químicos para la detección, identificación o enumeración de microorganismos en un material.

✓ **Definición operacional:** Análisis fisicoquímicos y calidad microbiológica.

✓ **Indicadores:**

Análisis fisicoquímicos:

- Humedad

- Ceniza
- Índice de Peróxidos
- Carbohidratos
- Proteínas
- Energía

Calidad microbiológica:

- Aerobios mesófilos
- *Escherichia Coli.*
- *Staphylococcus aureus*
- *Salmonella sp.*
- *Escherichia coli* 0157:H7

✓ **Instrumentos:** Ficha de resultado de análisis.

Evaluación sensorial:

- ✓ **Definición conceptual:** Es el examen que se encarga de estudiar las características organolépticas de un producto.
- ✓ **Definición operacional:** Análisis sensorial.
- ✓ **Indicadores:** Olor, sabor, textura, consistencia.
- ✓ **Ítems:** Amargo, condimentado, sabroso, jugoso, salado, suave, extraño, pescado, duro.
- ✓ **Instrumentos:** Perfil de CATA

2.2.3 Operacionalización de variables

Tabla 2. 1 Operacionalización de variables

Variables	Definición	Tipo por su naturaleza	Indicador	Escala de medición	Categorías	Valores de categorías	Medio de verificación
Independiente							
Sustitución de grasa porcina por micropartículas conteniendo aceite sachá inchi (<i>Plukenetia volubilis</i>)	Elaboración de hamburguesa con sustitución parcial de grasa porcina por aceite de <i>Plukenetia volubilis</i>	Cuantitativo	Porcentaje	Continua	Bajo	Control	Reporte de Laboratorio
						Aceite Libre	
					Medio	15%	
					Alto	20%	
						25%	
						30%	
Dependientes							
Caracterización de Hamburguesa de boquichico (<i>Prochilodus nigricans</i>) conteniendo micropartículas de aceite de sachá inchi (<i>Plukenetia volubilis</i>)	Hamburguesa de boquichico (<i>Prochilodus nigricans</i>), obtenida por un proceso tecnológico, conteniendo micropartículas de aceite de <i>Plukenetia volubilis</i> .	Cuantitativo	Análisis fisicoquímico	Continua	Humedad	0-100%	Reporte de análisis
					Cenizas		
					Índice de Peróxidos		
					Carbohidratos		
					Proteínas		
		Energía					
		Cuantitativo	Análisis microbiológico	Continua	<i>Aerobios mesófilos</i>	10 ⁵ – 10 ⁷	Reporte de análisis
					<i>Escherichia Coli.</i>	50 – 500	
					<i>Staphylococcus aureus</i>	10 ² - 10 ³	
					<i>Salmonella sp.</i>	Ausencia 25 g.	
					<i>Escherichia coli 0157:H7</i>	Ausencia 25 g.	
		Cualitativo	Evaluación Sensorial	Nominal	Atributos	Me disgustó extremadamente	Ficha de Evaluación
						Ni me gustó ni me disgustó	
Me gustó extremadamente							

CAPITULO III: METODOLOGÍA

La producción de micropartículas se realizó en las instalaciones del Laboratorio de Ingeniería de Alimentos (**SL03TA06**) y la producción de hamburguesa de boquichico (*Prochilodus nigricans*) se ejecutó en las instalaciones del TALLER DE PRODUCTOS CÁRNICOS (**SL03TA02**) de la FIA-UNAP (Planta Piloto), ubicado en el distrito de Iquitos, provincia de Maynas, región Loreto.

Los análisis y ensayos experimentales fueron realizados en las instalaciones del Laboratorio de Control de Calidad y el Laboratorio de Microbiología de Alimentos (**SL03TA07**) de la Planta Piloto, ubicado en el distrito de Iquitos, provincia de Maynas, región Loreto.

Las evaluaciones sensoriales se realizaron en las instalaciones de la Planta Piloto de la Facultad de Industrias Alimentarias de la UNAP.

Material y equipos

Material

El aceite de sacha inchi (lote: 06019, Laboratorio Arefon, Tarapoto, Perú) fue usado como material activo, los materiales de pared utilizados fueron inulina (lote: RRTPF7APF7, Frutarom Perú S.A. Lima, Perú) y goma arábica (lote: 19-02078, Frutarom Perú S.A., Lima, Perú). Polisorbato 80 (lote: 0018523278, INSUQUIMICA.SAC, Lima, Perú)

Como materia prima: boquichico (*Prochilodus nigricans*) adquirido del FUNDO TONY (carretera Iquitos- Nauta km 32), San Juan Bautista, Maynas, Loreto almacenado en cadena frío a -18°C en los ambientes del CITE productivo Maynas hasta su utilización.

Los materiales de producción de hamburguesa fueron: tocino de cerdo (mercado Belén), cebolla en polvo, ajo en polvo, pimienta en polvo, sal yodada de

mesa, glutamato mono sódico (ajino moto), orégano en polvo marca bahia, erisorbato de sodio (Biosinplus) en polvo, Agua tratada de la Planta Piloto UNAP.

Los reactivos que se emplearon para los análisis fisicoquímicos fueron: n-Hexano (lote: K52748067 039), ácido clorhídrico (lote: K47688817 611), ácido sulfúrico (lote: K47246131 545), hidróxido de sodio (lote: K47498778), sulfato de hierro II (lote: # MKCJ9113), cloruro de bario dihidrato (lote: # MKCJ8225), cloruro de hierro III (lote: S7924445 013) obtenidos de Merck Peruana S.A., Lima, Perú. Ácido tricloroacético (TCA) , titriplex (EDTA), propyl 3, 4, 5 – trihidroxi-benzoato (PG), 1,1,3,3 tetraethoxy-propano 97% (TEP), ácido 2-thiobarbiturico $\geq 98\%$ (TBA), agua mili-Q, agua destilada y los demás reactivos utilizados fueron de grado analítico.

Los medios de cultivo que se emplearon para el análisis microbiológico de *Mesófilos aerobios*, *Escherichia coli*, *Escherichia coli* 0157:H7 en los cuales se utilizó una prueba rápida, asimismo para determinar Salmonella fue empleado un test rápido, para *Staphylococcus aureus* se utilizó el agar *Baird Parker*, caldo cerebro corazón y plasma de conejo liofilizado.

Equipos

- **Spray drying** (LabPlant UK Ltd, Modelo: SD-Basic, #SDB1117158, Voltage 230V/50Hz/60HZ 13A).
- **Agitador magnético** (VELP CIENTIFICA, MOD. ARE, CODIGO: F20500162, ITALIA). Descripción: Construida en aleación de aluminio y revestida con una protección espacial. Velocidad: de 50 hasta 1500 rpm, temperatura: 370 °C, Potencia: 630 W, Voltaje: 115 V o 230 V / 50 -60 Hz, Peso: 2,6 kg.

- **Homogenizador Ultra Turrax** (ISOLAB, 621.12.001, 220-240V, Speed-10000 30000 min-1, 2,4A 500W, Ser. No.: 500120036).
- **Balanza Analítica** (OHUAS, MOD. AX324, CODIGO: B734566620, USA).
Condiciones: controles de ajuste para el medio ambiente: tres filtros y seguimiento de cero. Capacidad: 210 g, sensibilidad: 0.1 mg, calibración: Digital externa, peso neto: 4.5 Kg.
- **Estufa** (MEMMERT, LOADING MODELS 30-750, CODIGO: E24 899).
- **Vortex** (Mini Shake) (IKA, MOD. MSI Mini Shaker CODIGO: 05-011148, GERMANY).
- **Baño María** (MARCONI, MOD. MA184, CODIGO: 91510539, ITALY).
- **Centrífuga** (HETTICH MOD. 320R, CODIGO: 0004500-02, HOLANDA).

3.1 Tipo y diseño de estudio

3.1.1 Diseño metodológico

El estudio fue de tipo experimental, con un diseño factorial con niveles.

3.1.2 Diseño experimental

Tabla 3. 1 Diseño experimental de los tratamientos de hamburguesa de boquichico.

ESPECIE HIDROBIOLÓGICA	FORMULACIONES					
	Control		Concentraciones de micropartículas de Sacha Inchi (<i>Plukenetia volubilis</i>)			
	1	2	15%	20%	25%	30%
	Sin ASI*	ASIL**				
BOQUICHICO <i>(Prochilodus nigricans)</i>	T1	T2	T3	T4	T5	T6

*Hamburguesa sin aceite de sacha inchi. **Hamburguesa con aceite de sacha inchi libre.

3.2 Diseño muestral

Se utilizó un diseño probabilístico cuyos tratamientos fueron tomados al azar por 3 repeticiones. La cual contó con un factor con 4 niveles:

F: Sustitución de micropartículas 15%, 20%, 25%, y 30%.

Experimentos: $1 \times 5 = 5$; $5 \times 3 = 15$

3.2.1 Población

Para la elaboración de hamburguesa se utilizó como población a la especie hidrobiológica boquichico (*Prochilodus nigricans*).

3.2.2 Muestra

Para la elaboración de la hamburguesa se utilizó como muestra hidrobiológica al boquichico (*Prochilodus nigricans*), mientras transcurrió el proceso de producción del producto final se sustituyó parcialmente la grasa por las micropartículas de aceite sacha inchi (*Plukenetia volubilis L.*).

3.3 Procedimientos de recolección de datos

3.3.1 Caracterización de materia prima

La materia prima que se utilizó en el estudio fue evaluada con respecto al contenido de proteína, carbohidratos, lípidos, humedad y cenizas según metodología de la Asociación of Official Analytical Chemistry (AOAC 2012), con relación al contenido de lípidos se utilizó el método Soxhlet (AOAC 2012). Con respecto a la calidad microbiológica de la materia prima se utilizó la NTS N° 071 – MINSA/DIGESA-V.01(MINSA 2008), norma sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano, la cual exige para nuestra materia prima la determinación de

aerobios mesófilos, *Escherichia coli*, *Escherichia coli* 0157:H7, *Staphylococcus aureus* y *Salmonella* sp.

3.3.2 Producción de micropartículas por spray drying

El secado por aspersión fue realizado en un secador de laboratorio con sistema de secado en boquillas - mini spray dryer - LabPlant, modelo SD-Basic, con boquilla inyector de 1.0 mm de diámetro, flujo de aire de 73 m³/h, presión del aire de 0.6 bar y caudal másico de 12 g/minutos, determinado en pruebas preliminares, siendo el máximo caudal en que no ocurrió goteo de la muestra en la cámara de atomización. La alimentación del secador fue realizada a través de una bomba peristáltica, con velocidad de rotación ajustada en función de la velocidad máxima, la temperatura de entrada del aire de 163 °C, con temperatura de salida equivalente a 90 °C.

Inicialmente se preparó la solución utilizando 100 g de la mezcla (GA: INU) en 1000 mL de agua destilada, mantenido en agitación constante durante 12 horas. Para preparar la emulsión fue adicionado 30 g aceite de Sacha Inchi, más 1.5 g de polisorbato 80 como agente emulsificante, la emulsión fue preparada en homogenizador ULTRA TURRAX (Marca Borg, Modelo WT-500; Wertheim, Alemania) durante 3 minutos a 18000 rpm. Finalmente, la emulsión de los sistemas se alimentó al equipo Mini *Spray-dryer* B-290 (SD-Basic, Inglaterra), con alimentación y flujo de aire de secado en paralelo. Al finalizar el secado por aspersión, las micropartículas resultantes se almacenaron en refrigeración (5-7°C), en láminas de aluminio con sellado al vacío, hasta su análisis.

3.3.3 Obtención de hamburguesa de boquichico (*Prochilodus nigricans*), enriquecida con aceite de sachá inchi microencapsulado.

Se produjo hamburguesa de pescado teniendo como referencia la metodología planteada por Rios-Mera et al. (2019) y se siguió los siguientes pasos: se pesó pulpa magra de pescado (70%), grasa porcina (20%), la cual fue sustituida por aceite de sachá inchi microencapsulado en las siguientes concentraciones: 15%, 20%, 25% y 30%, así mismo se contaron con 2 tratamientos controles (sin ASI y ASIL), agua (7.5%), sal 1.5%, glutamato monosódico (0.13%), pimienta blanca polvo (0.15%), cebolla en polvo (0.28%), ajo en polvo (0.28%) y eritorbato de sodio (0.01%). Todos los ingredientes fueron mezclados durante 5 min, luego las hamburguesas se moldearon, empacaron y mantuvieron a -18°C para su posterior análisis (caracterización fisicoquímica, microbiológica y sensorial) que enmarca la investigación. La Tabla 3.2, muestra los ingredientes y cantidades de cada una de las hamburguesas estudiadas.

Tabla 3. 2 Formulaciones de hamburguesa de pulpa Boquichico

Componente (%)	Hamburguesa de Boquichico					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Pulpa de boquichico	70.00	70.00	70.00	70.00	70.00	70.00
Grasa	20.00	17.00	17.00	16.00	15.00	14.00
ASIM	0.00	0.00	3.00	4.00	5.00	6.00
ASIL	0.00	3.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Sal	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
Agua	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50
Glutamato monosodico	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13
Orégano	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Pimienta	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Cebolla	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28
Ajo	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28
Erisorbato de sodio	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
TOTAL	100	100	100	100	100	100

T1: Hamburguesa de Boquichico con 0% ASIM, T2: Hamburguesa de Boquichico con ASIL, T3: Hamburguesa de Boquichico con sustitución del 15% ASIM, T4: Hamburguesa de Boquichico con sustitución del 20% ASIM, T5: Hamburguesa de Boquichico con sustitución del 25% ASIM, T6: Hamburguesa de Boquichico con sustitución del 30% ASIM

Pasos para la producción de hamburguesa:

Materia prima

- **Recepción de la materia prima**

En este proceso se recibió la materia prima en la planta pesquera del CITE productivo Maynas, alcanzando los parámetros de cadena de frío y características organolépticas.

- **Lavado**

Se procedió al lavado, desinfectado y enjuagado de la materia prima con agua potable clorada (0.5 a 1.0 ppm) a una temperatura de 0- 5°C, tratando de eliminar los residuos o suciedad que esta pueda tener.

- **Selección y clasificación**

Una vez culminado el proceso de lavado, se realizó la selección y clasificación de la materia prima, siguiendo parámetros de calidad, frescura y textura.

- **Pesado**

Se procedió a pesar la materia prima en bruto, para el cálculo de rendimiento.

- **Eviscerado**

La materia prima fue eviscerada sobre una mesa de acero inoxidable, y con la ayuda de un cuchillo, se logró retirar las escamas, aletas, vísceras y piel de nuestras especies en estudio.

- **Descarnado**

En este proceso con ayuda de un cuchillo se retiró la pulpa o carne del pescado, eliminando las espinas, etc.

- **Pesado**

Nuevamente pesamos la pulpa o filete de la especie en estudio.

- **Empaquetado al vacío y etiquetado**

Una vez pesada nuestra materia prima, se procedió con ayuda de una selladora al vacío, a empaquetar en paquetes de un kilogramo y a su respectivo sellado e etiquetado.

- **Almacenado y congelado**

La pulpa o filete fue almacenado en las condiciones adecuadas de congelación a una temperatura de -18°C , hasta el día de producción.

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE OBTENCIÓN DE LA MATERIA PRIMA

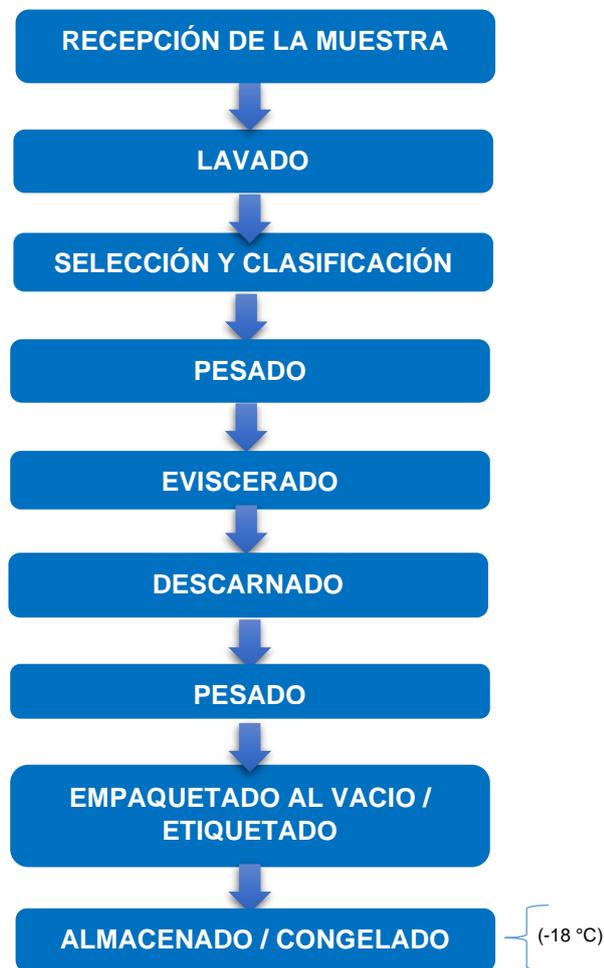


Figura 3. 1 Flujograma de obtención de la materia prima

Una vez obtenida la materia prima, se inició el proceso de producción de la hamburguesa, siguiendo estos pasos:

- **Descongelado de la materia prima**

La materia prima obtenida en el flujograma anterior fue descongelada, para luego ser utilizada en los siguientes pasos del proceso de elaboración de la hamburguesa.

- **Molido**

En este proceso se agregó la pulpa a la moledora, cortada en trozos pequeños donde se procedió al triturado. Esta operación tuvo como fin obtener partículas pequeñas de la materia prima, que puedan ser mezcladas con los demás ingredientes.

- **Mezclado, adición de las micropartículas**

En esta operación se procedió a mezclar los ingredientes, donde se adicionaron las micropartículas. Luego, se mezcló homogéneamente, con el fin de lograr una mezcla uniforme.

- **Formado**

Este proceso se pesó 100 g de la mezcla, y con ayuda de un equipo formador o moldeador, se moldeó la hamburguesa.

- **Enfriado o congelado**

Las hamburguesas ya formadas, fueron congeladas a temperaturas – 18 °C.

- **Empaquetado al vacío**

Pasado el proceso de congelación, fueron empacadas al vacío, para prolongar su conservación.

- **Etiquetado y almacenado**

Las bolsas conteniendo las hamburguesas fueron etiquetadas y almacenadas de forma adecuada, con el fin de alargar la vida útil del producto, para continuar con las pruebas al producto final.

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE OBTENCIÓN DE LA HAMBURGUESA

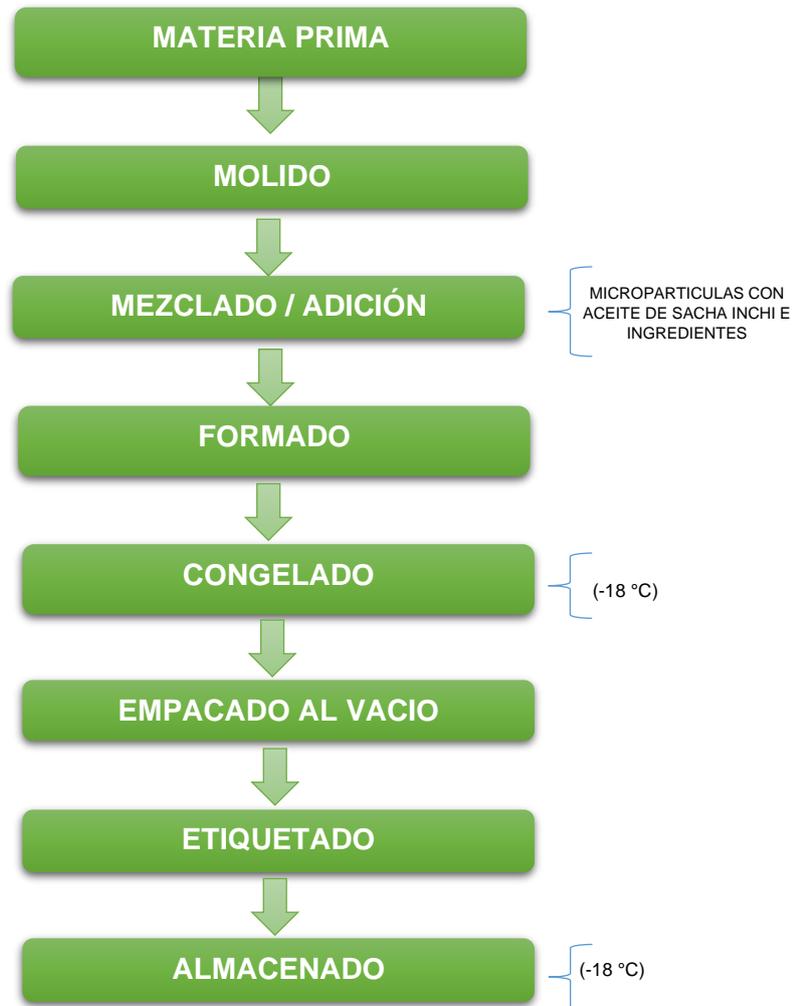


Figura 3. 2 Flujograma de obtención de la hamburguesa

Para llevar un proceso uniforme en el desarrollo de nuestra hamburguesa, se planteó el siguiente flujograma de proceso:

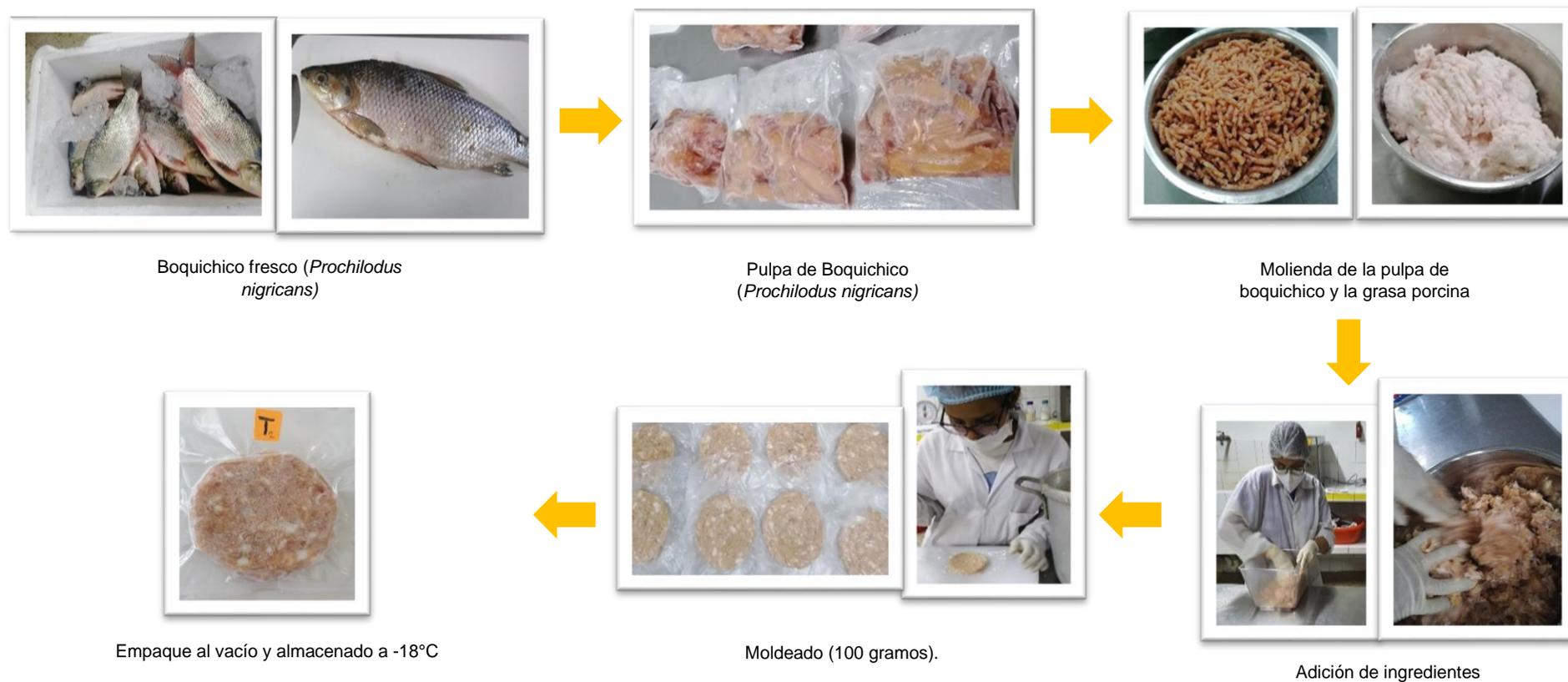


Figura 3. 3 Flujograma de elaboración de hamburguesa de pulpa de boquichico

3.3.4 Composición centesimal de hamburguesa de pescado

3.3.4.1 Análisis de humedad

Se realizó según el método AOAC (2012). Fue pesado alrededor de 2 – 5 g de muestra en una placa Petri y fueron introducidos en estufa a 105 °C por 6 horas. Pasado el tiempo, las placas fueron retiradas y colocadas en un desecador conteniendo sílica y luego se pesaron. El cálculo del porcentaje de humedad fue realizado con la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Humedad} = \frac{P. \text{placa} + \text{muestra húmeda} - P. \text{placa} + \text{materia seca}}{P. \text{muestra}} \times 100$$

3.3.4.2 Análisis de ceniza

La determinación de ceniza se realizó según la metodología de la AOAC (2012). Fueron pesados 5 g de muestra y colocados en crisoles de porcelana previamente tarados para su posterior incineración en mufla a temperatura de 550 °C durante 5 horas. Pasado este periodo de tiempo, los crisoles fueron transferidos a la campana de desecación para su enfriamiento, luego fueron pesados. Los resultados fueron expresados según la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Ceniza} = \frac{P. \text{crisol con residuo}(g) - P. \text{crisol vacío}(g)}{P. \text{muestra}(g)} \times 100$$

3.3.4.3 Análisis de proteínas

La determinación de proteína fue realizada de acuerdo al método de AOAC (2012). Para el proceso de digestión fueron pesados 0.25 g de muestra y colocados en balón de digestión, para luego adicionar 7 mL de ácido sulfúrico concentrado, 0.125 g de sulfato de cobre y 2.5 g de sulfato de sodio. Seguidamente, el balón fue colocado en el digestor hasta que el color de la mezcla en el balón adquiriera una coloración azul verdosa transparente.

Posteriormente, cuando el balón se dejó enfriar a temperatura ambiente, se añadió 70 mL de agua destilada alcalinizó con hidróxido de sodio al 33%. En seguida, el balón fue colocado en el destilador para liberación del amoniaco, el cual fue recogido en un matraz conteniendo 7 mL de ácido bórico y gotas de azul de metileno como indicador. Después de haber destilado 50 mL de líquido, éste fue titulado con solución de ácido sulfúrico 0.025 N.

3.3.4.4 Análisis de grasas

Se determinó de acuerdo a la metodología descrita por la AOAC (2012). Fueron pesados 5 g de muestra para luego transferir en papel filtro y colocar en el equipo Soxhlet. La grasa extraída fue recepcionada en un balón conteniendo 120 mL de hexano, el cual será calentado durante 5 horas. Pasado ese periodo de tiempo, será retirado el balón y el hexano será recuperado, para luego colocar el balón en estufa a 105 °C por 3 horas. Los resultados fueron expresados utilizando la siguiente formula:

$$\% \text{ Grasa} = \frac{P. \text{ balón con grasa}(g) - P. \text{ balón vacío}(g)}{P. \text{ muestra}(g)} \times 100$$

3.3.4.5 Análisis de carbohidratos

Los datos de carbohidratos fueron obtenidos por diferencia de porcentaje.

$$\% \text{ Carbohidratos} = 100 - (\%P + \%G + \%H + \%C)$$

Donde: P (Proteína)

G (Grasa)

H (Humedad)

C (Ceniza)

3.3.4.6 Análisis de valor calórico

Se determinó por cálculo directo, donde intervinieron los porcentajes de grasa (%G) multiplicado por nueve, proteínas (%P) multiplicado por cuatro y carbohidratos (%C) multiplicado por cuatro (AOAC 2012).

$$VCT = (\%C \times 4) + (\%P \times 4) + (\%G \times 9)$$

3.3.5 Propiedades de rendimiento

Para determinar el rendimiento de la hamburguesa se realizaron los análisis de pérdida de cocción, reducción de diámetro, retención de humedad y retención de grasa, las cuales se midieron por triplicado, y se calculó utilizando las ecuaciones planteadas por (Albarracín et al. 2011; Selani et al. 2016).

$$\% \text{ pérdida cocción} = \frac{\text{Hamburguesa cruda(g)} - \text{Hamburguesa cocida(g)}}{\text{Hamburguesa cruda(g)}} \times 100$$

$$\% \text{ Reducción diámetro} = \frac{\text{Hamburguesa cruda(cm)} - \text{Hamburguesa cocida(cm)}}{\text{Hamburguesa cruda(cm)}} \times 100$$

$$\% \text{ Retención humedad} = \frac{\text{peso cocido} \times \% \text{ humedad en hamburguesa cocida}}{\text{peso crudo} \times \% \text{ humedad en hamburguesa cruda}} \times 100$$

$$\% \text{ Retención grasa humedad} = \frac{\text{peso cocido} \times \% \text{ grasa en hamburguesa cocida}}{\text{peso crudo} \times \% \text{ grasa en hamburguesa cruda}} \times 100$$

3.3.6 Análisis del perfil de Textura

La determinación del perfil de textura (TPA) se evaluó utilizando un analizador de textura TA-HD PLUS (Stable Micro Systems, Godalming, Reino Unido) de acuerdo con Selani et al. (2016). Las muestras de hamburguesas fueron cortadas utilizando un cortador cilíndrico, de 2.5 cm de diámetro por 1 cm de altura, las muestras fueron comprimidas mediante una sonda de 7.5 cm de diámetro (P/75, Stable Micro Systems, Godalming, Reino Unido) acoplado al Texturómetro. Las

muestras se comprimieron hasta el 50% de su altura original a una velocidad constante de 20 cm/min (velocidad previa a la prueba) y 20 cm/min (velocidad post-test). Mediante estos análisis se determinó: dureza, elasticidad, cohesión, y masticabilidad. Los experimentos se realizaron por triplicado.

3.3.7 Análisis de perfil de ácidos grasos

Los análisis del perfil de ácidos grasos se determinaron siguiendo la metodología de la AOAC (2012), siguiendo el principio se realizaron las siguientes etapas:

Extracción de grasa, fueron molidos 200 g de hamburguesa, se agregó 100 mg de ácido pirogálico, y 2 mL de solución estándar interna de triglicéridos en un matraz, se añadió 2 mL de etanol y se homogenizó la muestra en la solución, luego fue añadido 10 mL de HCL 8,3 N y se colocó el matraz en un baño de agua con agitación a 70-80 °C y ajustado a una velocidad de 250 rpm por un tiempo de 40 minutos aproximadamente. Con ayuda de un vortex se homogenizó la solución cada 10 minutos, después de la digestión, se retiró el matraz del baño y se dejó enfriar a temperatura ambiente. Se agregó suficiente etanol hasta llenar el interior del matraz mezclando suavemente, una vez enfriado el matraz se añadió 25 mL de éter dietílico, se tapó el matraz y se agitó durante 5 minutos; se añadió 25 mL de éter de petróleo, y se agitó por 5 minutos más, y se llevó al vortex por una hora; posteriormente se dejó decantar la capa de éter (superior) en un vaso de precipitados de 150 mL y se enjuagó cuidadosamente el borde del matraz en el vaso de precipitados con una mezcla de éter dietílico y éter de petróleo; el éter fue evaporado con ayuda de un baño de vapor, utilizando nitrógeno corriente para ayudar la evaporación, el residuo que quedó en el vaso representa a la grasa extraída de la muestra.

Metilación, para la metilación se disolvió el residuo de grasa extraído previamente en 3 mL de cloroformo y 3 mL de éter dietílico. La mezcla fue transferida a un vial de vidrio de 3 copitas y luego fue evaporado a sequedad en baño de agua a 40 °C bajo nitrógeno; se agregó 2 mL de reactivo BF₃ al 7%, y 1 mL de tolueno, el vial fue completamente sellado, y se llevó a calentar en el horno 45 minutos a 100 °C. El vial fue agitado suavemente cada 10 minutos, culminado el tiempo se dejó enfriar a temperatura ambiente, seguidamente fueron agregados 5mL de H₂O, 1 mL de hexano y 1 g de Na₂S₀₄, la mezcla se agitó por 1 minuto y se dejó reposar hasta que las capas se separen, una vez separada cuidadosamente se separó la capa superior a otro vial que contenía 1 g de Na₂S₀₄.

Determinación por cromatografía gaseosa, para determinar el perfil de ácidos grasos se utilizó un cromatógrafo de gases (Agilent Technologies 7890^a GC System US10813015, USA) equipado con una columna Restek-Wax (30 m x 0,32 mm d.i. x 0,25 µm de espesor de película) acoplada a un detector de ionización de llama (FID). El programa de temperatura comenzó en 60 °C y alcanzó los 130 °C a razón de 20 °C/minutos, permaneciendo en esa temperatura durante 7 minutos el programa alcanzó los 240 °C a razón de 30 °C/minutos, permaneciendo en esta condición durante 18 minutos. El inyector y las temperaturas del detector se fijaron en 250 °C. El volumen de inyección fue 1 µL en un modo dividido de 1/10. La identificación de los ácidos grasos se hizo por comparación de sus tiempos de retención con los de una mezcla de ácidos grasos estándares de éster metílico (FAME C8-C22, Sigma-Aldrich), que fue mezclado con un aceite de sachá inchi para identificar estos ácidos grasos en las muestras. El análisis se hizo dentro de los 10 días posteriores al procesamiento de la hamburguesa, y las medidas fueron realizadas por triplicado (dos extracciones de lípidos/tratamiento/lote).

Cálculos, la grasa total es la suma de ácidos grasos de todas las fuentes, expresada como triglicéridos. Expresando los ácidos grasos medidos como triglicéridos requiere el equivalente matemático de condensar cada ácido graso con glicerol. Por cada 3 moléculas de ácidos grasos, se requiere 1 glicerol. Esencialmente, se añaden 2 grupos metileno y 1 grupo metilo a cada 3 ácidos grasos.

3.3.8 Calidad microbiológica de hamburguesa

El estudio de la calidad microbiológica del producto final, se realizó en el laboratorio de Microbiología de Alimentos de la Facultad de Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional de la Amazonia Peruana, guiándonos de la Norma Técnica Sanitaria NTS N° 071 “Norma sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano”(MINSA 2008) de la Dirección General de Salud Ambiental del Ministerio de Salud, que para nuestra hamburguesa comprende la determinación de indicadores de calidad como: *Aerobios mesófilos*, *escherichia coli*, *escherichia coli 0157:H7*, *Staphylococcus aureus*, y *Salmonella sp.*

- ***Aerobios mesófilos, escherichia coli, y escherichia coli 0157:H7***

Para realizar el análisis de *aerobios mesófilos* y *escherichia coli*, *escherichia coli 0157:H7* se utilizó la metodología de (ICMSF 2000), utilizando placas de agar MC-Media Pad para el recuento rápido de *aerobios mesófilos*, *escherichia coli*, y *escherichia coli 0157:H7*; inicialmente se realizó la homogenización y dilución de nuestra muestra en estudio, fue pesado 10 gramos de muestra en un frasco conteniendo 90 mL de agua peptonada tamponada (APT) (dilución 10^{-1}), a partir de esta dilución se pipeteó 1 mL a un tubo de ensayo conteniendo 9 mL de (APT) así sucesivamente hasta llegar a la dilución 10^{-3} , es

preciso señalar que las diluciones se ejecutaron con el fin de disminuir la carga microbiana de nuestra muestra para realizar un recuento adecuado. Después de realizar las diluciones se procedió a inocular las placas de MC-Media Pad, y se incubaron a 35 °C por 24 horas. Pasado el tiempo de incubación, se realizó el recuento con la ayuda de un contador de colonias.

- ***Staphylococcus aureus***

En un frasco conteniendo 90 mL de APT (dilución 10^{-1}) se homogenizó y diluyó diez g de muestra, a partir de esta dilución se pipeteó 1 mL a un tubo de ensayo conteniendo 9 mL de APT, así sucesivamente hasta llegar a la dilución 10^{-3} . De las diluciones se inoculó asépticamente 1 mL sobre 3 placas de agar Baird-Parker, dividido equitativamente (0.3, 0.3, 0.4 mL), y se extendió con la ayuda de una espátula de drigalsky hasta que el inóculo sea absorbido completamente. Se incubó las placas en posición invertida a 35-37°C durante 30-48 horas. Posterior a las primeras 30 horas de incubación, se eligió las placas que contengan entre 20-200 colonias aisladas y se contó todas las colonias negras brillantes de margen estrecho blanco y rodeado de halos claros que se extendían en el medio opaco. Se marcó la posición de estas colonias y se incubó las placas hasta que se complete las 48 horas. Finalizado la incubación se contó todas las colonias características de *S. aureus* y también aquellas colonias negras con o sin margen estrecho blanco y sin zonas claras. Y se llevó a cabo la prueba de la coagulasa con un número significativo de cinco colonias sospechosas.

La prueba de la coagulasa consistió en pasar las colonias elegidas a tubos de caldo Infusión cerebro corazón (BHI) e incubar durante 20-24 horas a 35-37 °C. Pasado el tiempo de incubación, se pasó 0.2-0.3 mL de los cultivos a tubos que contenían 0.5 mL de plasma de conejo y se incubó a 35°C por 6 horas. Terminado

este tiempo, se examinó con el fin de detectar la presencia de los coágulos, sino se observa ningún coágulo, mantener los tubos a temperatura ambiente y leer a las 24 horas. La aparición de un coágulo bien diferenciado (4+) es indicativa de la actividad de la coagulasa; para las colonias que presentan coagulasa 2+ y 3+, realizar pruebas adicionales, realizando coloración gram, pruebas de control con un organismo negativo y positivo. (ICMSF 2000)

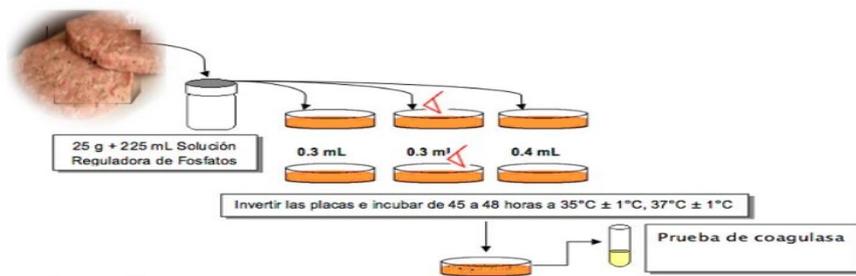


Figura 3. 4 Procedimiento para análisis de *Staphylococcus aureus*

- ***Salmonella sp.***

Para el análisis de *Salmonella sp.* Se utilizó el producto MERCK singlepath salmonella, el cual consta de cuatro pasos:

- **Pre enriquecimiento**

Se adicionó 25 g de muestra en 225 mL de caldo de pre enriquecimiento caldo lactosa, luego se homogenizó por 2 minutos, y se incubó durante 18 ± 2 horas a 37°C .

- **Segundo enriquecimiento**

Se inoculó 10 mL del caldo de enriquecimiento selectivo RV con 0.1 mL del cultivo de enriquecimiento previo. Y se incubó por 24 ± 3 horas a 41.5°C .

- **Prueba**

Se adicionó 2 mL del caldo enriquecimiento selectivo RV en un tubo y se puso a hervir en un baño de agua por 15 minutos, se dejó enfriar a 18-26 °C y se adicionó 160 uL del caldo inactivado en el singlepath, después de 25 minutos se hizo la lectura del resultado (Positivo 2 líneas, negativo una línea).

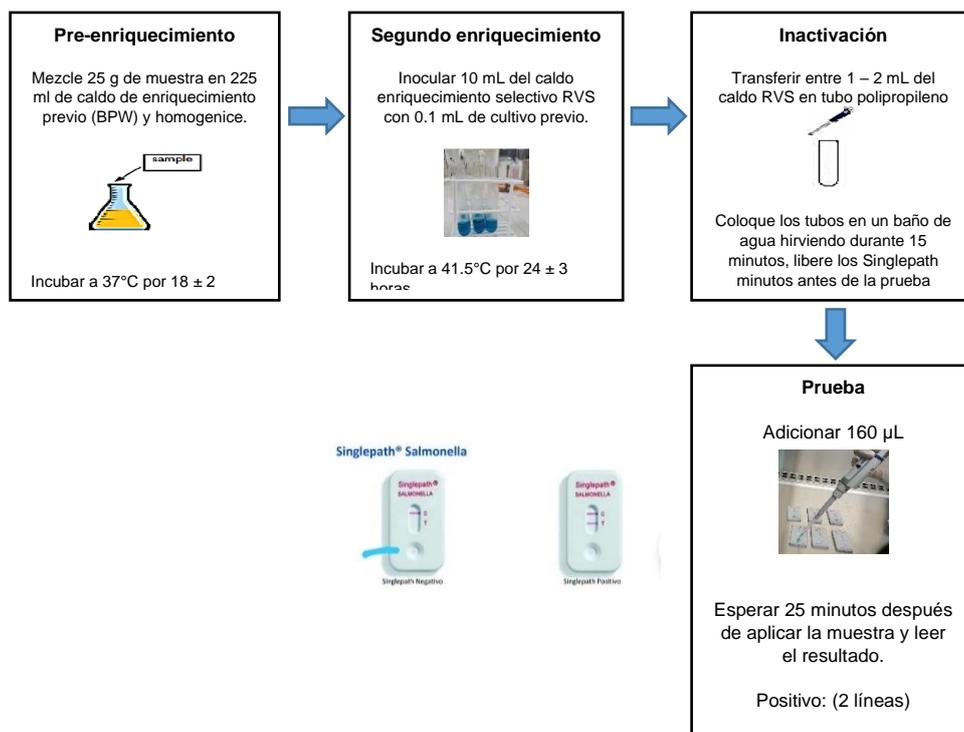


Figura 3. 5 Procedimiento para análisis de Salmonella sp.

3.3.9 Análisis sensorial

El análisis sensorial se realizó en un laboratorio de análisis sensorial, que cumple las condiciones adecuadas para llevar a cabo la prueba, que duró aproximadamente 15 minutos. Se entregó 10 g de cada tratamiento de forma monódica a los participantes, en platos codificados con tres números aleatorios siguiendo un diseño cuadrado latino (Wakeling y MacFie 1995); Las muestras se sirvieron a 45 °C, los participantes calificaron su gusto general utilizando una categoría hedónica de 9 puntos escala, que va desde "no me gusta mucho" a "me gusta mucho" (Lim 2011). Luego, los participantes realizaron el Check-All-That-

Apply (CATA) con una serie de preguntas. Para las preguntas de CATA, se pidió a los consumidores que verificaran los términos que consideraron apropiados para describir las muestras. Los términos sensoriales fueron los reportados por [Rios-Mera et al. \(2019\)](#). Después de la entrega y la degustación de cada muestra se ofrecieron agua y galletas sin sal a los consumidores para la limpieza del paladar al término de cada muestra.

3.3.9.1 Caracterización sensorial y aceptación

Previo al análisis sensorial se determinó la calidad microbiológica de las hamburguesas. Se consideró la Norma Técnica Sanitaria: “Norma sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad e inocuidad sanitaria de los alimentos y bebidas de consumo humano” de la Dirección General de Salud Ambiental del Ministerio de Salud del Perú (Perú, 2008), que para hamburguesas incluye la determinación de los siguientes microorganismos: Aerobios mesófilos, *Escherichia coli*, *Escherichia coli* O157:H7, *Staphylococcus aureus* y *Salmonella* sp.

3.3.9.2 Consumidores

Se reclutaron 95 consumidores habituales de hamburguesas (45% mujeres y 55% hombres, con edades comprendidas entre 17 y 56 años), para realizar la caracterización sensorial basada en el consumo auto informado de hamburguesas (22% de los consumidores declararon consumir hamburguesas cada 15 días), 5% 1-3 veces por semana, 44% una vez al mes y 28% raramente. Antes de realizar el análisis sensorial, los consumidores leyeron y firmaron un consentimiento informado aprobado por el Comité Institucional de Ética en Investigación de la UNAP (protocolo N° PI-007 CIEI-UNAP).

3.3.10 Determinación de vida útil del producto

3.3.10.1 Productos secundarios de oxidación (método de TBARS)

La determinación de productos secundarios de oxidación se realizó utilizando el método de TBARS, para ello fue pesado 0.015 g de ácido etilendiamino tetra-acético (EDTA) y 0.015 g de galato de propilo, los cuales se transfirieron a cada tubo conteniendo la muestra, los tubos fueron homogenizados en un agitador de tubos por aproximadamente 1 min. Luego, se adicionó 15 mL de ácido tricloroacético (TCA) 7.5% a cada tubo, con la ayuda de un embudo de vástago largo con papel de filtro y un erlenmeyer de 250 mL, se filtró la muestra. Fue utilizado alrededor de 3 mL de TCA 7.5% para humedecer, filtrar la muestra y retirar el exceso, después se homogenizó y fue pipeteado 2.5 mL del filtrado en cada tubo de ensayo. Asimismo, se adicionó 2.5 mL de ácido tiobarbitúrico (TBA) 46 mM y los tubos fueron colocados en un baño maría (95°C +/- 5°C) por 35 minutos, luego se colocaron las muestras en un baño frío por 5 minutos, después se realizó la lectura de la absorbancia de las muestras y del blanco en longitud de onda de 532nm.

$$\text{Valor de TBA (mg de malonaldeído/kg)} = \left(\frac{abs-b}{a} \right) \cdot \frac{V}{1000} \cdot \frac{pm}{m}$$

Donde:

abs = medida de la lectura de absorbancia de la muestra

a = coeficiente angular de la ecuación de la línea recta

b = coeficiente lineal de la ecuación de la línea recta

V = volumen total de extracto (30mL)

pm = peso molecular de malonaldeído (72.0636g/mol)

m = masa de la muestra analizada en gramos.

3.4 Procesamiento y análisis de datos

Para la determinación de los efectos de las variables independientes sobre las variables dependientes en estudio fue utilizado el Análisis de la Varianza (ANOVA), y cuando se registró diferencia significativa a un nivel $\alpha = 0.05$ se aplicó el test Tukey utilizando el programa SPSS versión 25.0. Las diferencias entre los promedios de las respuestas de la producción de micropartículas fueron evaluadas utilizando Análisis de la Varianza (ANOVA) y al existir diferencias estadísticas entre los tratamientos a un $P < 0.05$ fue aplicada la prueba del test Tukey con ayuda del programa estadístico SAS versión 9.0.

3.5 Aspectos éticos

Toda información recolectada durante esta investigación se obtuvo estrictamente de fuentes confiables científicas. El procesamiento de la información fue realizado de forma responsable y honesta con el objetivo de salvaguardar la integridad de la misma, para el caso de la evaluación sensorial se contó con un compromiso de confidencialidad y autorización firmada por las personas que realizaron la evaluación.

	N° Y FECHA VERSIÓN	DECISIÓN
PROTOCOLO	PI-007-11/04/22-CIEI-UNAP	(1)
CONSENTIMIENTO INFORMADO	CI-007-11/04/22-CIEI-UNAP	(1)

CAPÍTULO IV: RESULTADOS

4.1 Caracterización de la materia prima

4.1.1 Análisis de frescura

La Tabla 4.1, muestra la evaluación de frescura de la materia prima utilizada en el desarrollo de las hamburguesas, las cuales fueron sometidas al formato de evaluación sensorial de la FAO (FAO 2007).

Tabla 4. 1 Análisis de frescura de boquichico

ANÁLISIS SENSORIAL DE FRESCURA DE PESCADO			
NOMBRE DEL PESCADO	Boquichico (<i>Prochilodus nigricans</i>)		
FECHA DE PESCA	19/01/2021		
FECHA DE SACRIFICIO	19/01/2021		
ITEMS	CUMPLE	NO CUMPLE	EVIDENCIA
PIEL (Color brillante y firme; Mucus transparente)	SI		
OJOS (Convexos, Transparentes, y Brillantes)	SI		
BRANQUIAS (Rojas, bien formadas y Brillantes)	SI		
APARIENCIA MUSCULAR (Firme, Elastica, color uniforme)	SI		
OLOR MUSCULAR (Fresco a rio)	SI		
VISCERAS (Firmes, bien definido, sin olor fetido)	SI		

4.1.2 Rendimiento de pulpa de boquichico

La Tabla 4.2 muestran el rendimiento de la materia prima, teniendo el boquichico (*Prochilodus nigricans*) un 35.82% de rendimiento.

Tabla 4. 2 Rendimiento de pulpa de boquichico

Materia prima	Peso fresco (kg)	Peso pulpa (kg)	Peso vísceras (kg)	Rendimiento (%)
BOQUICHICO (<i>Prochilodus nigricans</i>)	40.00 ± 1.00	14.33 ± 0.39	25.65 ± 0.44	35.82 ± 0.18

Promedio ± desvío estadístico (n=3)

4.1.3 Composición centesimal de pulpa de boquichico

La Tabla 4.3, muestra la composición centesimal de pulpa fresca de boquichico (*Prochilodus nigricans*), con relación a los contenidos de proteínas, humedad y cenizas. La especie boquichico mostró alto contenido humedad reportando el 74.35±0.34%, 18.56±0.22% de proteínas, 4.79±0.04% de lípidos, 1.09±0.12% de cenizas y 1.21±0.16% de carbohidratos, con relación a la energía se reportó un valor de 122.21±1.53 kcal.

Tabla 4. 3 Composición centesimal de pulpa de boquichico

Materia prima	Composición centesimal (%)					
	Humedad	Proteína	Lípidos	Ceniza	Energía (kcal)	CHO (*)
Boquichico (<i>Prochilodus nigricans</i>)	74.35 ± 0.34	18.56 ± 0.22	4.79 ± 0.04	1.09 ± 0.12	122.21 ± 1.53	1.21 ± 0.16

*Calculado por diferencia. Promedio ± desvío estadístico (n=3).

4.1.4 Ensayos microbiológicos de la pulpa de boquichico

La pulpa de boquichico fue sometida a ensayos microbiológicos para evidenciar la carga microbiana, de este modo garantizamos la inocuidad de la pulpa para ser utilizada en la obtención de la hamburguesa de acuerdo con la norma sanitaria NTS N° 071 – MINSA/DIGESA-V.01. Los resultados se muestran en la

Tabla 4.4, donde se evidencia que la pulpa se encuentra dentro de los rangos permitidos, de este modo afirmamos que la pulpa está apto para el consumo humano.

Tabla 4. 4 Resultados microbiológicos de pulpa de boquichico (*Prochilodus nigricans*) fresco

Materia prima	Mesófilos aerobios UFC/g	<i>Escherichia coli</i> UFC/g	<i>Staphylococcus aureus</i> UFC/g	<i>Salmonella sp</i>
Boquichico (<i>Prochilodus nigricans</i>)	5.7 x 10 ²	0	<10	Ausencia

4.2 Producción de micropartículas conteniendo aceite de sachá inchi por spray drying

Las micropartículas conteniendo aceite de sachá inchi para la formulación de hamburguesa de pescado fueron producidas por *spray drying* de acuerdo con la metodología utilizada por Palomino (2021) (en prensa), en la que optimizó la producción con el objetivo de obtener parámetros de eficiencia de encapsulación utilizando las variables temperatura de entrada y relación de biopolímeros en la que obtuvo alta eficiencia de encapsulación utilizando temperatura de entrada 163 °C y 90 °C de salida y la relación de biopolímeros (GA: INU) de (0.854:0.146). Las micropartículas obtenidas presentaron 84.5% ±1.52 de eficiencia de encapsulación, 2.58% de contenido de agua, 4.6 g/100g de higroscopicidad y 3.56 meq peróxidos/kg de aceite.

4.3 Propuesta tecnológica de elaboración de hamburguesas de pescado

Los productos procesados son fuente mayoritariamente de ácidos grasos saturados, que ha dado paso a una visión negativa, debido a que los consumidores asocian la presencia de las grasas saturadas con el aumento del riesgo de padecer enfermedades no transmisibles. Una estrategia que puede representar una

oportunidad para que la industria cárnica mejore esta percepción es la reformulación utilizando fuentes proteicas más saludables como el pescado y la sustitución de la grasa porcina por aceites conteniendo alto valor de ácidos grasos poliinsaturados en estado libre o microencapsulado. Preliminarmente, fueron producidas hamburguesas sustituyendo la grasa porcina por ASIM (5%, 10%, 15%, 20%, 30% y 40% con relación al total de grasa porcina) con la finalidad de obtener hamburguesa con textura adecuada. De la observación y evaluación realizada con relación a la textura y con la finalidad de continuar la investigación se resolvió producir seis (06) tipos de hamburguesa de pulpa boquichico.

4.4 Caracterización de hamburguesas de pulpa de boquichico

4.4.1 Componentes mayoritarios de la hamburguesa de boquichico

Los resultados de la composición centesimal de las diferentes formulaciones de hamburguesa se muestran en la Tabla 4.5, con relación al contenido de humedad no presentan diferencias significativas ($p>0.05$) variando de $54.26\pm 0.22\%$ a $55.38\pm 0.07\%$. El contenido de proteína varió entre 18.02 ± 0.10 a $18.65\pm 0.25\%$. Comportamiento semejante fue observado con relación al contenido de proteína, probablemente debido a que los tratamientos se formularon con la misma cantidad de pulpa de pescado. Es posible observar pequeñas diferencias con relación a lípidos totales siendo $18.43\pm 0.07\%$ para la hamburguesa conteniendo grasa porcina y $19.84\pm 0.10\%$ para la hamburguesa con mayor porcentaje de sustitución de grasa porcina (T6, ASIM 30%), probablemente debido a la mayor sustitución con aceite microencapsulado.

Tabla 4. 5 Composición centesimal de hamburguesa de boquichico

Tratamientos	Composición centesimal (%)					
	Humedad	Proteína	Lípido	Ceniza	Carbohidrato	Energía
T1	54.48 ± 0.39^a	18.64 ± 0.17^a	18.43 ± 0.07^c	1.64 ± 0.13^b	6.81 ± 0.49^{ba}	267.68 ± 1.04^b
T2	54.43 ± 0.22^a	18.65 ± 0.25^a	18.86 ± 0.06^b	1.88 ± 0.07^a	6.18 ± 0.22^{bc}	269.06 ± 0.48^b
T3	54.30 ± 0.07^a	18.02 ± 0.10^b	18.54 ± 0.21^{cb}	1.94 ± 0.05^a	7.20 ± 0.36^a	267.72 ± 0.99^b
T4	54.26 ± 0.22^a	18.33 ± 0.17^{ba}	18.39 ± 0.05^c	1.89 ± 0.04^a	7.13 ± 0.13^{ba}	267.33 ± 1.14^b
T5	54.38 ± 0.07^a	18.49 ± 0.23^{ba}	18.84 ± 0.10^b	1.91 ± 0.06^a	6.38 ± 0.15^{bac}	269.06 ± 0.51^b
T6	55.38 ± 0.07^a	18.26 ± 0.17^{ba}	19.84 ± 0.10^a	1.92 ± 0.07^a	5.75 ± 0.46^c	274.61 ± 0.27^b

Promedio \pm desvío estadístico (n=3). T1: Hamburguesa de Boquichico con 0% ASIM, T2: Hamburguesa de Boquichico con ASIL, T3: Hamburguesa de Boquichico con sustitución del 15% ASIM, T4: Hamburguesa de Boquichico con sustitución del 20% ASIM, T5: Hamburguesa de Boquichico con sustitución del 25% ASIM, T6: Hamburguesa de Boquichico con sustitución del 30% ASIM.

Nota: letras diferentes en la misma línea representan una diferencia significativa ($p < 0.05$) entre las medias obtenidas mediante la prueba de Tukey.

4.4.2 Perfil lipídico de pulpa de boquichico, aceite de sachá inchi y hamburguesa

Tabla 4. 6 Perfil lipídico de pulpa de boquichico, aceite de sachá inchi y hamburguesa de boquichico (g/100 g de muestra)

Nº	Ensayos	ASI	PBO	HBOMASI
1	Ac. Araquidico (C20:0)	0.159±0.003		0.033±0.001
2	Ac. Araquidonico(C20:4(w 6))		0.097±0.015	0.100±0.037
3	Ac. Cis-11, 14, 17- Eicosatrienoico(C20:3(w 3))		0.039±0.001	0.028±0.008
4	Ac. Cis-11, 14- Eicosadienoico(C20:2)	0.037±0.000	0.029±0.002	0.091±0.001
5	Ac. Cis-11-Eicosenoico(C20:1)	0.219±0.042	0.055±0.002	0.108±0.002
6	Ac. cis-4, 7, 10, 13, 16, 19- Docosahexaenoico(C22:6(w 3) DHA)		0.121±0.025	0.074±0.074
7	Ac. cis-5, 8, 11, 14, 17- Eicosapentaenoico(C20:5(w 3) EPA)		0.063±0.007	0.048±0.025
8	Ac. Cis-8, 11, 14- Eicosatrienoico(C20:3(w 6))		0.032±0.002	0.034±0.010
9	Ac. Elaidico (trans)(C18:1(w 9 trans))			0.012±0.001
10	Ac. Erucico(C22:1(w 9))		0.051±0.001	0.031±0.015
11	Ac. Esteárico(C18:0)	2.950±0.039	0.218±0.011	1.459±0.055
12	Ac. Laurico(C12:0)			0.010±0.001
13	Ac. Linoleico(C18:2(w 6 cis))	34.263±0.440	0.154±0.004	1.990±0.015
14	Ac. Margarico(C17:0)	0.100±0.007	0.061±0.002	0.064±0.017
15	Ac. Mirístico(C14:0)		0.051±0.002	0.143±0.012
16	Ac. Miristoleico(C14:1)		0.020±0.001	0.041±0.043
17	Ac. Oleico(C18:1(w 9 cis))	8.866±0.259	0.246±0.061	3.875±0.177
18	Ac. Palmítico(C16:0)	3.923±0.114	0.683±0.009	2.722±0.037
19	Ac. Palmítoleico (C16:1)	0.049±0.002	0.102±0.003	0.213±0.031
20	Ac. Pentadecanoico(C15:0)		0.034±0.001	0.028±0.010
21	Ac. Linolenico(C18:3(w 3))	49.280±0.756	0.151±0.004	0.461±0.138

Promedio ± desvío estadístico (n=3). ASI= Aceite de sachá inchi. PBO= Pulpa de boquichico. HBOMASI = Hamburguesa de boquichico con micropartículas conteniendo aceite de sachá inchi (15%)

Para determinar el perfil de ácidos grasos de pulpa de boquichico, del aceite de sachá inchi y de la hamburguesa de boquichico, se siguió el principio del análisis del perfil lipídico por cromatografía de gases, la Tabla 4.6, muestra los valores obtenidos en gramos por cien gramos de muestra (g/100g).

4.4.2.1 Perfil de ácidos grasos de aceite sachá inchi

La Tabla 4.6 muestra el perfil de ácidos grasos del aceite de sachá inchi, donde el ácido α -linolénico (ALA) fue el ácido graso más predominante con un valor de 49.280 ± 0.756 g/100 g de muestra, seguido del ácido linoleico 34.263 ± 0.440 g/100 g de muestra, y para el ácido oleico se registraron valores de 8.866 ± 0.259 g/100 g de muestra.

4.4.2.2 Perfil de ácidos grasos de pulpa de boquichico

El análisis del perfil de ácidos grasos de la pulpa fresca de boquichico muestra que los ácidos grasos saturados son los más predominantes registrando un valor de 1.046 ± 0.021 g/100 g de muestra, en el caso de los ácidos grasos monoinsaturados se observaron valores de 0.51 ± 0.011 g/100 g de muestra, 0.691 ± 0.051 g/100 g de muestra para poliinsaturados y 0.036 ± 0.022 g/100 g de muestra para ácidos grasos no identificados, haciendo un total de 2.283 ± 0.040 g/100 g de muestra.

El ácido palmítico (C16:0) fue el ácido graso predominante en los ácidos grasos saturados. Los resultados también muestran que, para los ácidos grasos monoinsaturados, el ácido oleico (C18:1) es el predominante. Los ácidos grasos dominantes en el grupo AGP fueron el ácido linolénico (C18:3) como el ácido omega 3 y ácido docosahexaenoico DHA (C22:6). Los resultados también muestran que el contenido de omega ω -3 fue mayor que el contenido de ω -6.

4.4.2.3 Perfil de ácidos grasos de hamburguesa de boquichico

Para el desarrollo de las hamburguesas fueron empleados diferentes estrategias, siendo sin duda la más exitosa basada en el proceso de reformulación lo cual nos ha permitido modificar el perfil lipídico de hamburguesa de boquichico. Los resultados evidencian un incremento del ácido oleico a valores de 3.875 ± 0.177 g/100 g de muestra, ácido palmítico 2.722 ± 0.037 g/100 g de muestra, asimismo se incrementó el ácido linoleico a 1.990 ± 0.015 g/100 g, y en pequeña cantidad ácido linolénico, equivalente a 0.461 ± 0.138 g/100 g de muestra.

4.4.3 pH

Las hamburguesas presentan pequeñas diferencias ($p < 0.05$) en valores de pH afectado por la formulación, variando de 6.20 a 6.30.

Tabla 4. 7 Parámetros de pH de hamburguesa de boquichico

Parámetro de pH de hamburguesa de pescado	pH de hamburguesa de boquichico					
	Tratamientos					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Hamburguesa cruda	6.38 ± 0.02^a	6.30 ± 0.01^b	6.30 ± 0.02^b	6.24 ± 0.01^c	6.20 ± 0.01^d	6.30 ± 0.02^b
Hamburguesa cocida	6.39 ± 0.01^a	6.31 ± 0.01^b	6.31 ± 0.02^b	6.25 ± 0.01^c	6.21 ± 0.02^d	6.31 ± 0.02^b

Promedio \pm desvío estadístico (n=3). T1: Hamburguesa de Boquichico con 0% ASIM, T2: Hamburguesa de Boquichico con ASIL, T3: Hamburguesa de Boquichico con sustitución del 15% ASIM, T4: Hamburguesa de Boquichico con sustitución del 20% ASIM, T5: Hamburguesa de Boquichico con sustitución del 25% ASIM, T6: Hamburguesa de Boquichico con sustitución del 30% ASIM

Nota: letras diferentes en la misma línea representan una diferencia significativa ($p < 0.05$) entre las medias obtenidas mediante la prueba de Tukey.

4.4.4 Propiedades de rendimiento

La Tabla 4.8 muestra, los resultados obtenidos al realizar los análisis de las propiedades de rendimiento de las hamburguesas de pescado. Las diferentes hamburguesas muestran en promedio pérdida de 33.61 ± 0.57 % posterior a la cocción.

Tabla 4. 8 Propiedades de rendimiento de hamburguesa de boquichico (*Prochilodus nigricans*)

Parámetros (%)	Tratamientos					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Perdida de cocción	33.43 ± 0.18 ^{ab}	33.84 ± 0.10 ^a	33.49 ± 0.26 ^{ab}	34.13 ± 0.35 ^a	34.16 ± 0.31 ^a	32.63 ± 0.54 ^b
Reducción de diámetro	10.96 ± 1.66 ^b	11.67 ± 2.89 ^{ab}	14.44 ± 3.85 ^a	10.67 ± 1.20 ^b	10.61 ± 2.31 ^b	9.67 ± 2.89 ^b
Retención de humedad	63.06 ± 0.32 ^a	59.14 ± 0.57 ^{bc}	60.37 ± 0.88 ^b	51.98 ± 0.92 ^{bc}	56.09 ± 4.91 ^c	58.91 ± 0.79 ^{bc}
Retención de grasa	67.91 ± 0.62 ^a	67.20 ± 0.30 ^{ab}	67.01 ± 0.40 ^{ab}	66.14 ± 0.46 ^b	64.42 ± 0.29 ^c	67.21 ± 0.18 ^{ab}

Promedio ± desvío estadístico (n=3). T1: Hamburguesa de Boquichico con 0% ASIM, T2: Hamburguesa de Boquichico con ASIL, T3: Hamburguesa de Boquichico con sustitución del 15% ASIM, T4: Hamburguesa de Boquichico con sustitución del 20% ASIM, T5: Hamburguesa de Boquichico con sustitución del 25% ASIM, T6: Hamburguesa de Boquichico con sustitución del 30% ASIM

Nota: letras diferentes en la misma línea representan una diferencia significativa ($p < 0.05$) entre las medias obtenidas mediante la prueba de Tukey.

La pérdida por cocción, la reducción del diámetro y la retención de humedad y la retención de grasa no se vieron afectados significativamente ($p > 0.05$) por el nivel de sustitución de grasa porcina por aceite de sachá inchi microencapsulado. Sin embargo, la reducción de diámetro fue significativamente afectada ($p > 0.05$), la menor reducción fue observada para la hamburguesa con mayor cantidad de sustitución y la mayor reducción para la hamburguesa con el 15% de sustitución. Con la relación a la retención de grasa no hubo diferencias significativas resultando en promedio una reducción del 66.65 ± 1.23 , variando de 64.42 ± 0.29 hasta 67.91 ± 0.62 . Rendimiento de cocción de la hamburguesa de pescado de control fue del 66.57%, valores similares fueron observados en los otros tratamientos. Las pérdidas por cocción ocurrieron durante la cocción principalmente debido a la evaporación del agua y al goteo de la grasa derretida. La retención de humedad de la hamburguesa de pescado de control fue del $63.06 \pm 0.32\%$. Este valor fue superior a los valores de retención de los otros tratamientos que en promedio reportaron $57.30 \pm 3.36\%$. Estos valores fueron muy próximos a los valores reportados por Bochi et al. (2008).

No hubo diferencias ($p > 0.05$) entre los valores de retención de humedad entre las hamburguesas de pescado con sustitución de grasa porcina por aceite de sacha inchi microencapsulado. Sin embargo, los valores de retención de humedad a niveles más altos los niveles de reemplazo fueron más bajos ($p < 0,05$) que la hamburguesa de pescado de control.

4.4.5 Perfil de textura instrumental (Texture Profile Analysis, TPA)

Los resultados sobre el efecto de la sustitución de grasa porcina por ASIM con relación a la textura de la hamburguesa son mostrados en la Tabla 4.9. La dureza describe la fuerza requerida para la deformación de la hamburguesa en los dientes, los resultados mostraron similares valores en el estudio con hamburguesa con Nile tilapia (*Oreochromis nilo-ticus*) (Bainy et al. 2015). En trabajo reciente con tambaqui (*Colossoma macropomum*) mostraron nuevamente valores similares (Presenza et al. 2022).

Tabla 4. 9 Parámetros de textura de hamburguesa de boquichico

Parámetros	Tratamientos					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Dureza (N)	14.48±1.25 ^{bc}	16.58±1.08 ^b	22.62±2.66 ^a	24.03±2.20 ^a	28.06±3.25 ^a	14.15±0.78 ^{bc}
Elasticidad	0.84±0.01 ^a	0.84±0.01 ^a	0.80±0.07 ^a	0.81±0.09 ^a	0.81±0.09 ^a	0.76±0.05 ^a
Cohesión	0.68±0.03 ^{ab}	0.70±0.01 ^a	0.63±0.03 ^{ab}	0.62±0.01 ^b	0.62±0.01 ^b	0.61±0.04 ^b
Masticabilidad (N)	8.11±1.25 ^b	9.69±0.94 ^b	13.27±2.35 ^a	12.06±1.33 ^a	14.18±2.17 ^b	7.16±0.86 ^c
Resiliencia	0.34±0.03 ^a	0.35±0.01 ^a	0.26±0.03 ^b	0.25±0.02 ^b	0.35±0.03 ^b	0.25±0.03 ^b

Promedio ± desvío estadístico (n=3). T1: Hamburguesa de Boquichico con 0% ASIM, T2: Hamburguesa de Boquichico con ASIL, T3: Hamburguesa de Boquichico con sustitución del 15% ASIM, T4: Hamburguesa de Boquichico con sustitución del 20% ASIM, T5: Hamburguesa de Boquichico con sustitución del 25% ASIM, T6: Hamburguesa de Boquichico con sustitución del 30% ASIM

Nota: letras diferentes en la misma línea representan una diferencia significativa ($p < 0.05$) entre las medias obtenidas mediante la prueba de Tukey.

Resultados similares de dureza fueron reportados por Rios-Mera et al. (2021), quien en su estudio se encontró que la adición de micropartículas aumentó la dureza de las hamburguesas.

4.4.6 Oxidación de lípidos

La oxidación de lípidos se evaluó usando el método de rancidez (TBA) en donde se ejecutó el análisis de la hamburguesa cruda y cocida con diferentes concentraciones de sustitución de micropartículas conteniendo aceite sacha inchi, las figuras 4.2 y 4.3 muestra los valores obtenidos en miligramo de malonaldeído por kilogramos (mg de malonaldeído/kg).

Tabla 4. 10 Análisis de TBARS de hamburguesa de pescado crudo

Índice de peróxidos de hamburguesa de pescado						
Tratamientos						
Sin cocción						
Tiempo	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Tiempo 0	0.15 ± 0.01 fE	0.19 ± 0.02 dE	0.48 ± 0.06 cD	0.71 ± 0.04 eC	0.91 ± 0.01 dB	1.01 ± 0.01 eA
Semana 1	0.16 ± 0.01 efE	0.20 ± 0.02 dE	0.48 ± 0.05 bcD	0.73 ± 0.04 edC	0.92 ± 0.02 cdB	1.04 ± 0.01 edA
Semana 2	0.17 ± 0.01 eff	0.21 ± 0.02 dE	0.51 ± 0.04 bacD	0.80 ± 0.03 cdC	0.94 ± 0.01 cbB	1.06 ± 0.01 dcA
Semana 3	0.18 ± 0.01 edE	0.22 ± 0.01 dE	0.54 ± 0.01 bacD	0.80 ± 0.01 cbC	0.96 ± 0.01 bB	1.07 ± 0.01 bcA
Semana 4	0.21 ± 0.01 dF	0.27 ± 0.02 cE	0.55 ± 0.01 baD	0.83 ± 0.01 cbC	0.96 ± 0.02 bB	1.08 ± 0.00 bacA
Semana 5	0.24 ± 0.01 cF	0.28 ± 0.00 cE	0.55 ± 0.01 baD	0.83 ± 0.02 cbC	0.99 ± 0.01 aB	1.08 ± 0.01 bacA
Semana 6	0.26 ± 0.01 bcF	0.29 ± 0.01 cE	0.55 ± 0.00 baD	0.85 ± 0.01 cbC	1.00 ± 0.00 aB	1.08 ± 0.01 baA
Semana 7	0.28 ± 0.01 baF	0.33 ± 0.01 bE	0.56 ± 0.00 baD	0.85 ± 0.01 bC	1.00 ± 0.00 aB	1.09 ± 0.00 baA
Semana 8	0.30 ± 0.00 aF	0.38 ± 0.01 aE	0.58 ± 0.01 aD	0.92 ± 0.01 aC	1.01 ± 0.00 aB	1.10 ± 0.00 aA

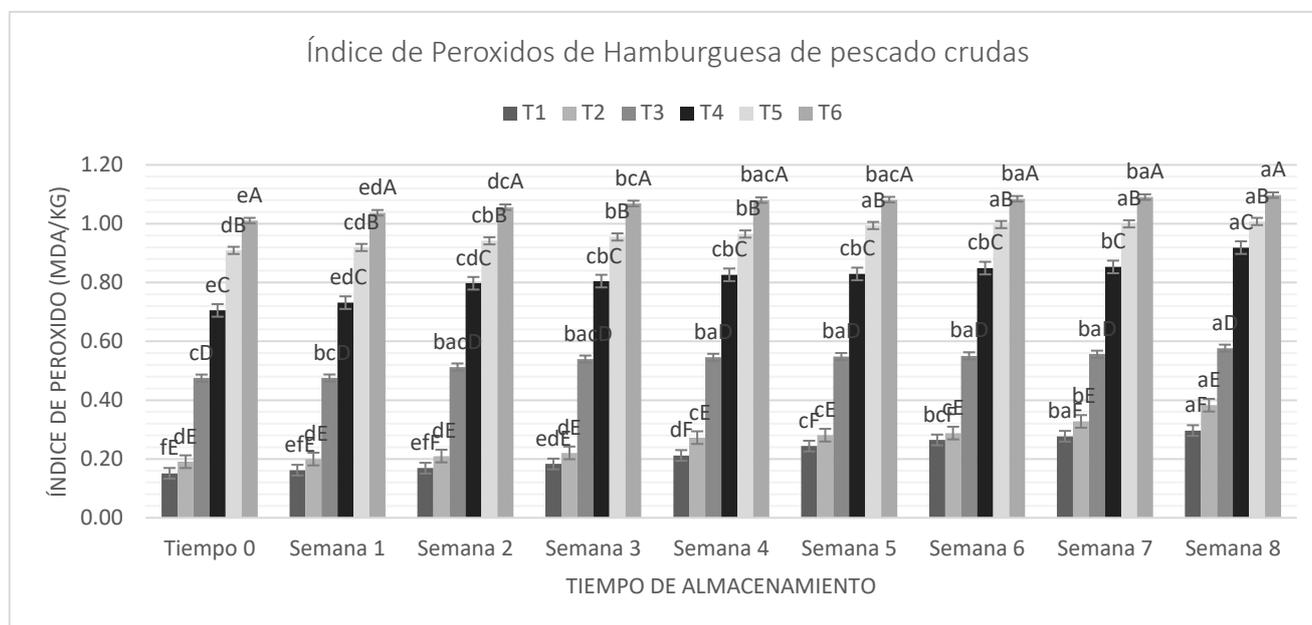


Figura 4. 1 Análisis de TBARS de las hamburguesas de pescado crudas con diferentes concentraciones

Tabla 4. 11 Análisis de TBARS de hamburguesa de pescado cocidos

Índice de peróxidos de hamburguesa de pescado						
Tratamientos						
Con cocción						
Tiempo	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Tiempo 0	0.17 ± 0.01 eF	0.21 ± 0.01 dE	0.57 ± 0.01 cedD	0.71 ± 0.01 eC	0.92 ± 0.01 eB	1.03 ± 0.02 eA
Semana 1	0.18 ± 0.01 eE	0.21 ± 0.02 dE	0.58 ± 0.01 cbdD	0.74 ± 0.04 edC	0.92 ± 0.01 eB	1.04 ± 0.01 deA
Semana 2	0.18 ± 0.01 eF	0.22 ± 0.02 dE	0.59 ± 0.01 cbD	0.80 ± 0.03 cdC	0.95 ± 0.01 dB	1.06 ± 0.01 dcA
Semana 3	0.19 ± 0.01 eF	0.23 ± 0.01 dE	0.60 ± 0.01 bD	0.81 ± 0.00 cbC	0.97 ± 0.00 dcB	1.08 ± 0.01 bcA
Semana 4	0.22 ± 0.00 dF	0.28 ± 0.01 cE	0.55 ± 0.01 eD	0.83 ± 0.010 cbC	0.98 ± 0.01 bcB	1.09 ± 0.00 bA
Semana 5	0.25 ± 0.00 cF	0.28 ± 0.00 cE	0.55 ± 0.01 eD	0.84 ± 0.015 cbC	1.00 ± 0.01 baB	1.09 ± 0.01 bA
Semana 6	0.27 ± 0.01 bcF	0.29 ± 0.01 cE	0.55 ± 0.00 eD	0.85 ± 0.01 bC	1.00 ± 0.00 aB	1.09 ± 0.01 bA
Semana 7	0.29 ± 0.01 baF	0.33 ± 0.01 bE	0.56 ± 0.01 edD	0.86 ± 0.01 bC	1.01 ± 0.00 aB	1.09 ± 0.00 baA
Semana 8	0.31 ± 0.01 aF	0.46 ± 0.01 aE	0.85 ± 0.01 aD	0.96 ± 0.01 aC	1.01 ± 0.01 aB	1.11 ± 0.01 aA

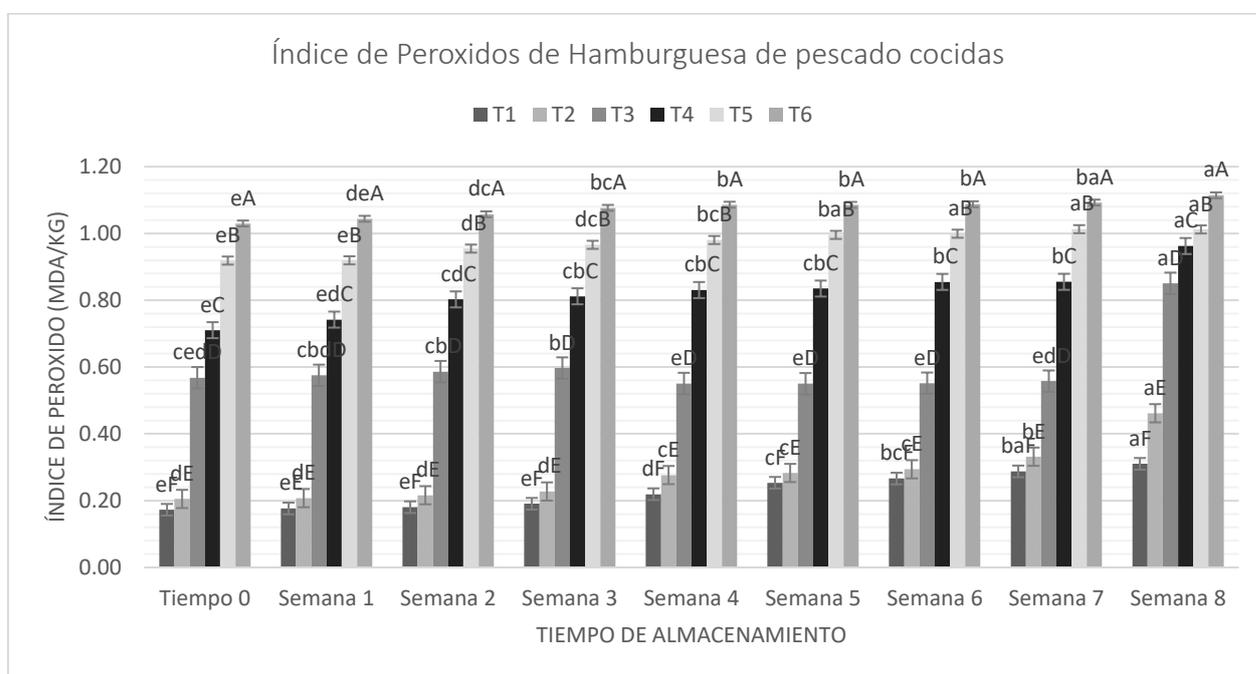


Figura 4. 2 Análisis de TBARS de las hamburguesas de pescado cocidas con diferentes concentraciones

La oxidación lipídica de las hamburguesas fue evaluada por la determinación de niveles de TBARS expresados en mg MDA/kg de muestra. Los índices de peróxidos de la muestra control, de la hamburguesa de boquichico con ASIL y hamburguesas con ASIM son mostrados en las Figuras 4.1 y 4.2.

Inicialmente, de acuerdo con la figura, la muestra control presentó el menor nivel de oxidación equivalente a 0.1512±0.008 mg MDA/kg de muestra. La oxidación de

las hamburguesas conteniendo ASIM mostraron mayores niveles de oxidación variando entre 0.4751 ± 0.057 mg MDA/kg de muestra para ASIM 15% a 1.0104 ± 0.011 mg MDA/kg de muestra para ASIM 30%, valores considerablemente superiores cuando comparado con el valor de la muestra control, la oxidación lipídica se incrementó durante el periodo experimental.

El MDA, que es el principal producto secundario de la oxidación lipídica, los cuales mostraron diferencia entre los valores iniciales y finales de los experimentos de las hamburguesas. Es posible ver los valores en la Figura 4.2, que para la muestra control, el valor promedio de TBARS aumentó de 0.1512 ± 0.008 a 0.2966 ± 0.003 MDA/kg durante el periodo experimental (ocho semanas). La hamburguesa elaborada ASIL mostró valores próximos cuando comparado con la muestra control. Así como también presentaron menores niveles de oxidación durante el periodo almacenamiento a temperatura de congelación, la hamburguesa elaborada con ASIM 15% mostró aumento de 0.4751 ± 0.057 a 0.5768 ± 0.007 MDA/kg durante el periodo experimental (ocho semanas).

En cuanto a la oxidación lipídica de las hamburguesas (crudas y cocidas) mostradas en las Figuras 4.1 y 4.2, durante el período de ocho (8) semanas de análisis para los productos crudos y en el tiempo inicial para los productos cocidos, se observó que, al ser cocidos la hamburguesa tiene mayor oxidación. Sin embargo, los valores de TBARS para ambos estados de la hamburguesa (T6) (crudo 1.0972 ± 0.003 mg MDA/kg y cocida 1.1143 ± 0.005 mg MDA/kg) con mayor porcentaje de sustitución de grasa porcina, se encuentran dentro del valor aceptable para su consumo, el cual, según Qiu y Chin (2020), establece que 2.5 mg de MDA/kg de muestra como el valor mínimo para producir propiedades sensoriales indeseables, como la rancidez. Por otro lado, de acuerdo con Ozer y

Saricoban (2010) los valores de TBARS hasta 1.59 mg MDA / kg no tienen efectos negativos sobre la salud el consumidor.

En este contexto, al relacionar la aplicación de temperatura y el ensayo TBARS, los resultados estuvieron de acuerdo con Wang et al. (2018) quienes informan que, en general, la oxidación de lípidos es una reacción dependiente de la temperatura, y cuanto más baja es, más lenta es la tasa de oxidación.

El análisis de TBARS cuantifica los productos secundarios formados por descomposición de hidroperóxidos de ácidos grasos poliinsaturados. Observamos altos valores de malonaldehído para los tratamientos T5 y T6 en comparación con el control T1. Una posible explicación podría ser que los tratamientos T5 y T6 al tener mayor contenido de micropartículas conteniendo aceite de sachá inchi, el cual presenta un alto contenido de AGP se oxidaron y promovieron la formación de compuestos secundarios y, en consecuencia, la conversión de malonaldehído se vio incrementado.

El proceso de cocción de las hamburguesas fue responsable de un aumento considerable de incremento de la oxidación. Este incremento se justifica por el proceso de cocción, que utilizó una temperatura de 175 °C. A esta temperatura, las hamburguesas sufren algunas modificaciones, como la pérdida de agua por evaporación y consecuentemente la concentración de compuestos, la reacción de Maillard y sus productos de reacción, ya que las altas temperaturas se encargan de facilitar la liberación de productos secundarios de la oxidación. De estos factores se entiende que después de la cocción, las hamburguesas presentan mayor producción de peróxidos (Bainy, Eduarda Molardi et al. 2015).

4.4.7 Calidad microbiológica de las hamburguesas

Los resultados de la calidad microbiológica de hamburguesa Boquichico (*Prochilodus nigricans*), según la NTS N° 071, se encuentran dentro de los rangos permitidos, por lo que podemos afirmar que la materia prima se encuentra apto para el consumo humano (Tabla 4.10). Asimismo, la buena calidad de la materia prima, además de que las hamburguesas fueron envasadas al vacío y almacenadas bajo congelación, puede haber contribuido a estos resultados.

Tabla 4. 12 Calidad microbiológica de hamburguesa de boquichico (*Prochilodus nigricans*).

Materia prima	Resultados microbiológicos				
	Mesófilos aerobios UFC/gr	Escherichia coli UFC/gr	Escherichia coli 0157:H7 UFC/gr	Staphylococcus aureus UFC/gr	Salmonella sp en 25 gramos
T1	1.2 x10 ³	0	Ausencia	<10	Ausencia
T2	1.2 x10 ³	0	Ausencia	<10	Ausencia
T3	1.4 x10 ³	0	Ausencia	<10	Ausencia
T4	1.8 x10 ³	0	Ausencia	<10	Ausencia
T5	2.5 x10 ³	0	Ausencia	<10	Ausencia
T6	2.6 x10 ³	0	Ausencia	<10	Ausencia

Promedio ± desvío estadístico (n=3). T1: Hamburguesa de Boquichico sin modificación, T2: Hamburguesa de Boquichico con aceite libre, T3: Hamburguesa de Boquichico con sustitución del 15% de grasa por micropartículas, T4: Hamburguesa de Boquichico con sustitución del 20% de grasa por micropartículas, T5: Hamburguesa de Boquichico con sustitución del 25% de grasa por micropartículas, T6: Hamburguesa de Boquichico con sustitución del 30% de grasa por micropartículas.

4.4.8 Estudio de aceptación por consumidores directos

4.4.8.1 Caracterización sensorial del consumidor y gusto general

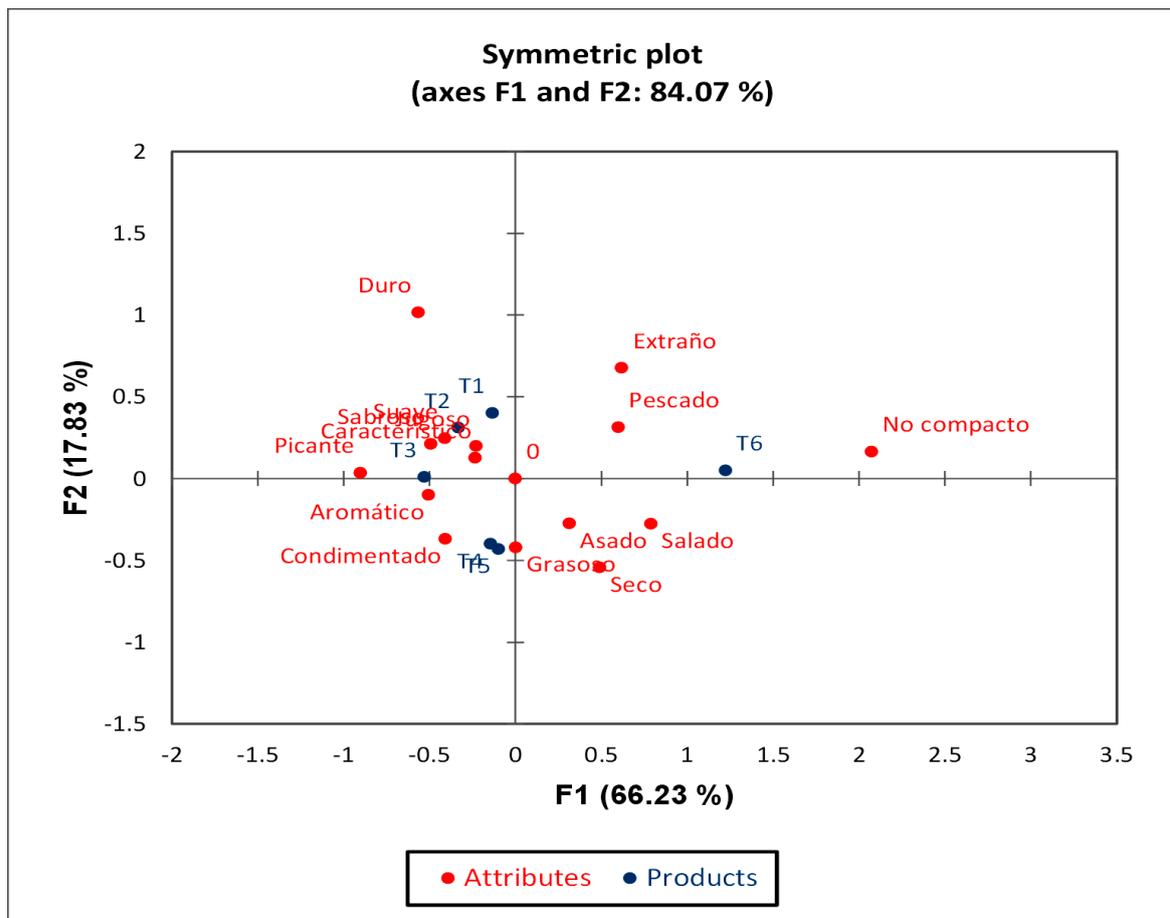
La sustitución de grasa por porcina por ASIM integradas en las hamburguesas no afectó el conteo de microorganismos, por lo tanto, los productos fueron considerados aptos para el consumo humano según la normativa peruana (Perú, 2008). El perfil sensorial de las hamburguesas se muestra en la Fig. 4.3, Las

dos primeras dimensiones del CA explican el 84,07% de la variabilidad de los datos. Observamos el análisis de correspondencia de los tratamientos con atributos, donde en el componente horizontal (66.23%), se tiene que el tratamiento T2, T3, y T4 se encuentran próximos a los atributos jugoso, asado, sabroso, característico, aromático y suave, entrando en el cuadrante de aceptación; y que el T6 se encuentra cerca a los atributos negativos no compacto, extraño, pescado, salado, seco y grasoso.

Prueba de aceptación

Hamburguesas de Boquichico (*Prochilodus nigricans*) con diferentes concentraciones de micropartículas.

Figura 4. 3 Análisis de correspondencia de los tratamientos con atributos



Fuente: Análisis CATA realizado por el investigador.

En la Tabla 4.13 y Figura 4.4, se muestra el análisis ANOVA de las hamburguesas en donde se observa que no existe diferencias estadísticamente significativas a un $p < 0.05$.

Tabla 4. 13 Prueba de ANOVA de Hamburguesa de boquichico (*Prochilodus nigricans*) con diferentes concentraciones de micropartículas

Contrast	Difference	Standardize d difference	Critical value	Pr > Diff	Significant
T3 vs T6	5.457	43.336	2.862	<0.0001	Yes
T3 vs T5	3.117	24.752	2.862	<0.0001	Yes
T3 vs T4	1.713	13.601	2.862	<0.0001	Yes
T3 vs T2	1.160	9.208	2.862	<0.0001	Yes
T3 vs T1	1.064	8.448	2.862	<0.0001	Yes
T1 vs T6	4.394	34.889	2.862	<0.0001	Yes
T1 vs T5	2.053	16.304	2.862	<0.0001	Yes
T1 vs T4	0.649	5.153	2.862	<0.0001	Yes
T1 vs T2	0.096	0.760	2.862	0.974	No
T2 vs T6	4.298	34.129	2.862	<0.0001	Yes
T2 vs T5	1.957	15.544	2.862	<0.0001	Yes
T2 vs T4	0.553	4.393	2.862	0.000	Yes
T4 vs T6	3.745	29.736	2.862	<0.0001	Yes
T4 vs T5	1.404	11.151	2.862	<0.0001	Yes
T5 vs T6	2.340	18.585	2.862	<0.0001	Yes
Tukey's d critical value:			4.047		

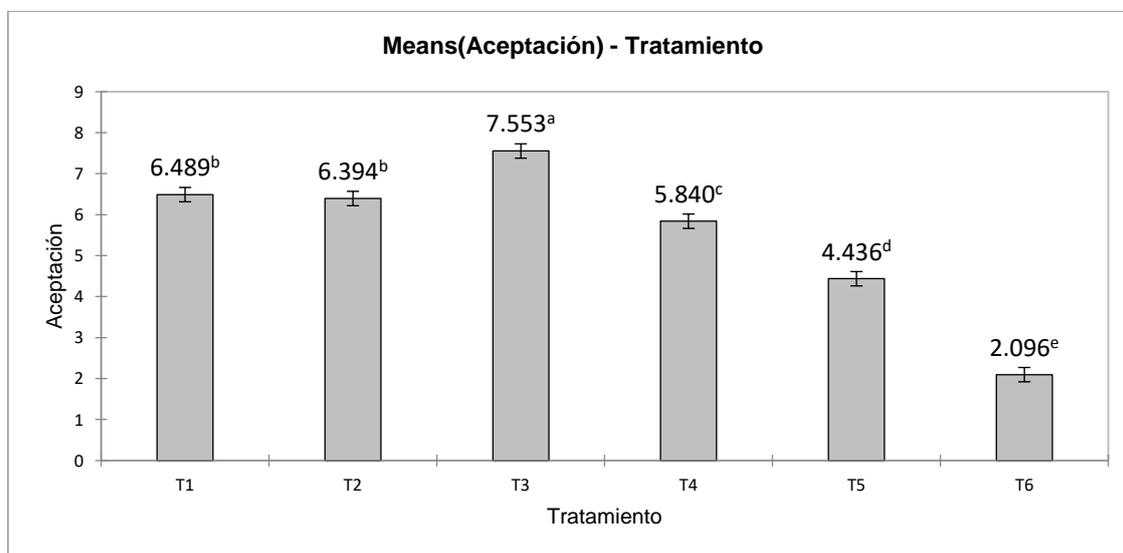


Figura 4. 4 Prueba de ANOVA de Hamburguesa de boquichico (*Prochilodus nigricans*).

La Figura 4.5 muestra que el tratamiento T3 es el que mayor aceptación estadística tiene, seguido del T1, T2, T4, T5 y T6, respectivamente.

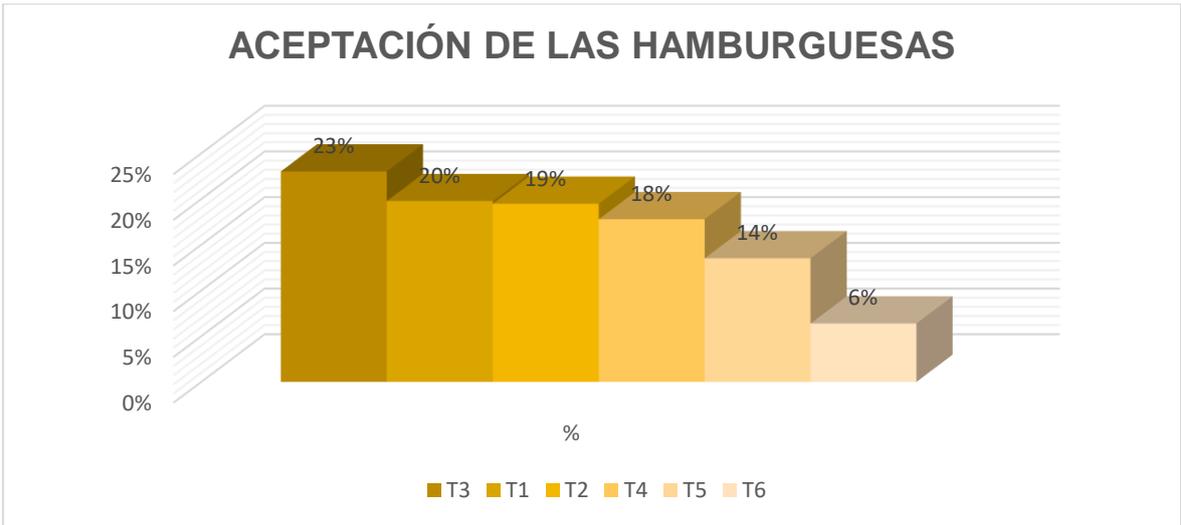


Figura 4. 5 Aceptación de los diferentes tratamientos de hamburguesa de boquichico (*Prochilodus nigricans*)

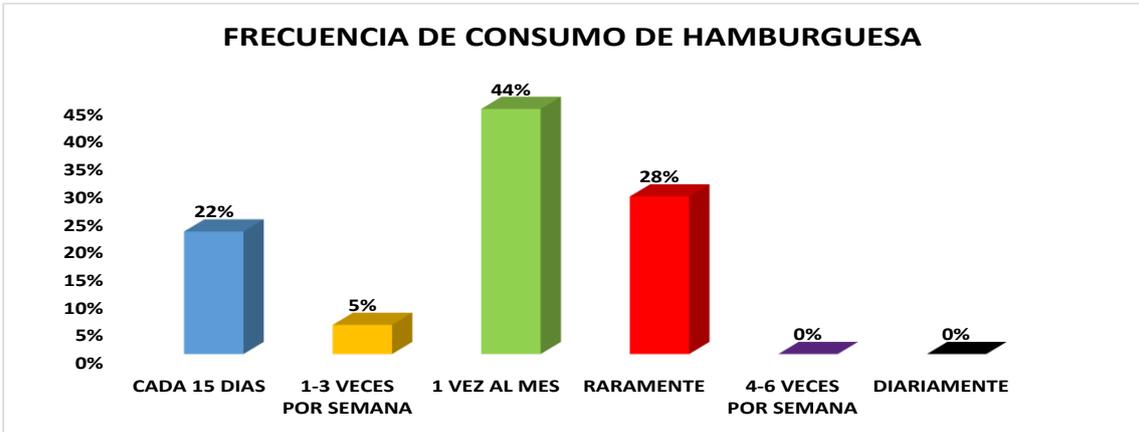


Figura 4. 6 Frecuencia de consumo de hamburguesa

Noventa y cinco consumidores habituales de hamburguesas (45% mujeres y 55% varones, con edades entre 17 y 56 años), fueron reclutados para realizar la prueba sensorial de hamburguesa de boquichico (*Prochilodus nigricans*), basado en el consumo auto informado de hamburguesas (22% de los consumidores declararon consumir hamburguesas cada 15 días, 5% 1-3 veces a la semana, 44% una vez al mes, y 28% raramente). Antes de realizar el análisis sensorial, los consumidores leyeron y firmaron un consentimiento informado.

CAPITULO V: DISCUSIÓN

La literatura reporta varias investigaciones con el objetivo de demostrar el efecto de consumo de ácidos grasos en la salud humana. Al respecto, es conocido que los ácidos grasos saturados tienen efectos negativos sobre la salud y favorecen la aparición de diferentes enfermedades, los ácidos grasos monoinsaturados (especialmente el oleico) y los ácidos grasos poliinsaturados previenen múltiples enfermedades como el cáncer, las enfermedades cardiovasculares y la diabetes (Nagy y Tiuca 2017). Así, siguiendo la evidencia científica, fue diseñado este trabajo con la finalidad de cuantificar el nivel de sustitución de grasa porcina con aceite de sacha inchi microencapsulado en matrices de goma arábica e inulina utilizando un atomizador por *spray drying*.

En estudio reciente de Presenza, Fabrício, Luis Felipe de Freitas, et al. (2022), evaluaron el rendimiento de tambaqui (*Colossoma macropomum*) separada mecánicamente, fue de 59,81%. Asimismo, en otro estudio con bagre (*Clarias gariepinus*) utilizando la misma técnica el rendimiento fue de 57,33% y 93,88% en relación al peso vivo y tronco limpio, respectivamente (Daga et al. 2020).

En el estudio de Guimarães et al. (2018), analizaron la composición centesimal de filetes de *Pagrus pagrus* y *Percophis brasiliensis* capturados en Niteroi, Rio de Janeiro, encontrando los siguientes resultados, la humedad fue $71,89 \pm 0,24\%$, $10,05 \pm 0,17\%$ grasa, $15,78 \pm 0,55\%$ proteína, $1,28 \pm 0,04\%$ y $1,01 \pm 0,26\%$ ceniza y carbohidratos, respectivamente. La actividad del agua fue de 0,99 y el pH de 6,53. Los datos obtenidos para ambas especies fueron similares (Guimarães et al. 2018).

Como la materia prima e ingredientes utilizados fueron los mismos, variando en la cantidad de sustitución de grasa porcina que influye en la composición final de las formulaciones. Sin variación con relación a la cantidad de ceniza.

Los resultados sobre la composición proximal de las formulaciones mostraron valores correlacionados con estudios sin adición de sucedáneos de grasas, como en el estudio con hamburguesas de pescado de bagre plateado (*Rhamdia quelen*) residuo de fileteado, que presentó valores de 67.89%, 2.97%, 7.24% y 16.74% para humedad, proteína, lípidos, ceniza y contenido de carbohidratos, respectivamente, cuando la adición de residuos fue mayor (Bochi et al. 2008).

Anjos et al. (2021) encontraron valores correlacionados de humedad (entre 57.69 ± 0.46 a 66.42 ± 0.45) de hamburguesas de pescado de tambaqui (*Colossoma macropomum*) enriquecidas con plátano verde y biomasa de quitosano. Los cuales se encuentran próximos a los resultados encontrados en el presente estudio.

Con relación al ácido linolénico, valores próximos fueron encontrados en el estudio de Chirinos et al. (2013) y Vicente, de Souza Cezarino, et al. (2017) equivalente a 48 a 50 %. El ALA es el principal ácido graso del aceite de sachá inchi, un ácido graso esencial poliinsaturado ω_3 con efectos beneficiosos sobre los niveles de colesterol, pues puede disminuir los lipoproteínas de baja densidad (LDL) sin afectar el colesterol de lipoproteínas de alta densidad (HDL) (Valenzuela et al. 2014).

Otros autores han reportado valores similares en este tipo de producto. En estudio de Ali et al. (2019), utilizaron filete de tilapia para producir hamburguesas con diferentes niveles de puré de papa o calabaza mostraron valores de pH

equivalente a 6.095 ± 0.09 , valores ligeramente menores a lo observado en el presente estudio.

Bainy et al. (2015) informaron que las hamburguesas bajas en grasa tienen una densa matriz proteica con bajo contenido en grasas, que impide la migración de los lípidos durante el proceso de cocción.

Ali et al. (2019) informó que el rendimiento de cocción de hamburguesas de tilapia formuladas con puré de papa y puré de calabaza fue del 84.75 ± 2.32 . El rendimiento de cocción en el presente estudio fue inferior a este valor. Esto puede atribuirse a la adición de calabaza y papa en forma de puré.

Por su parte Raúl et al. (2018), al formular hamburguesas de pescado biquara (*Haemulon plumieri*) con adición de salvado de trigo en mostró un efecto reductor de la dureza y la cohesividad. Sin embargo, los resultados de la adición de avena y almidón de yuca en concentraciones altas mostraron aumento en la dureza y cohesión, posiblemente porque estos ingredientes son fibrosos y tienden a debilitar los enlaces miofibrilares. Es importante considerar que la adición de harina favorece la retención de macronutrientes y tiende a mejorar la integridad del producto.

Los valores de TBA ($0.185 - 0.277$ mg MDA/kg) encontrados en hamburguesas de tilapia de Ali et al. (2019), son valores semejantes a los encontrados en el presente estudio.

Después de la primera semana de almacenamiento a temperatura de congelación la muestra control y la hamburguesa conteniendo aceite libre continuaron mostrando menor nivel de oxidación. Todas las hamburguesas con sustitución de grasa porcina mostraron mayor nivel de oxidación con diferencia significativa entre

las medias ($p>0.05$). Las hamburguesas con menor cantidad de sustitución (15%) mostraron menor nivel de oxidación dentro de las hamburguesas evaluadas.

Durante la segunda, tercera, cuarta, quinta, sexta, séptima y octava semanas de almacenamiento la tendencia de nivel de oxidación fue semejante, siendo mayor el índice de oxidación para las hamburguesas con mayor cantidad de sustitución de grasa porcina ASIM (25% y 30%). La muestra control y la hamburguesa conteniendo ASIL mantuvieron su tendencia de menor oxidación, para la octava semana mostraron 0.3103 ± 0.005 y 0.4617 ± 0.006 mg MDA/kg de muestra, respectivamente. Las muestras que alcanzaron mayor nivel de oxidación (25% y 30%), mantuvieron el nivel de oxidación.

Por lo tanto, es posible afirmar que a mayor proporción de sustitución se obtuvieron valores de TBARS a lo largo del periodo analizado, indicando mayor oxidación. Estos resultados son semejantes a los observado por Ripke Ferreira et al. (2022) en el estudio de la estabilidad oxidativa de hamburguesas a base de salmón con adición de *Salvia officinalis*. Entonces se puede afirmar que, los valores de TBARS fueron afectados por la formulación y el tiempo almacenamiento de las hamburguesas.

Resultados similares, fueron reportados por (Ferreira et al. 2022), donde los análisis microbiológicos para hamburguesas de salmón enriquecida con polvo de *Salvia officinalis*, mostraron la ausencia de *Salmonella* spp para todas las tratamientos. En cuanto a *Staphylococcus aureus* coagulasa positivo y clostridios reductores de sulfito, los recuentos estaban por debajo de 2 log CFU/g. Para coliformes termotolerantes a 45 °C, los recuentos estaban por debajo de 3,0 NMP/g. Siendo que los resultados concuerdan con las Buenas Prácticas de Manufactura (BMP).

CAPITULO VI: CONCLUSIONES

El rendimiento de pulpa alcanzó el 35.50% cuando fue utilizado la especie hidrobiológica boquichico para producir hamburguesas. La microencapsulación por pulverización es una herramienta eficaz para incorporar aceites con alto contenido ácidos grasos poliinsaturados en productos a base de pulpa de pescado, protegiendo a los aceites de factores externos como los efectos del calor y oxígeno.

La inclusión de aceite de sachá inchi microencapsulado en matriz de goma arábica-inulina modificó el perfil de ácidos grasos de la hamburguesa, evidenciando que la misma es un alimento saludable.

El incremento de la sustitución de grasa porcina por aceite sachá inchi microencapsulado aumentó la dureza del 98% cuando fue utilizado el 25% de sustitución cuando comparado con el control (sin sustitución).

En el estudio de oxidación de las hamburguesas en el periodo estudiado muestra que las hamburguesas generan productos secundarios de oxidación por debajo del límite máximo permitido (2.5 mg de MDA /kg de muestra).

El en estudio de aceptación la hamburguesa producida con el 15% de sustitución de grasa porcina por aceite de sachá inchi microencapsulado obtuvo mayor aceptación (23%) cuando comparado con los tratamientos estudiados. Los resultados de este estudio sugieren que la formulación de hamburguesa de pulpa de pescado sustituyendo grasa porcina es factible y puede verse como una alternativa viable para mejorar la composición nutricional sin afectar adversamente las propiedades fisicoquímicas (pH y textura) o el aspecto físico de las hamburguesas resultantes.

CAPITULO VII: RECOMENDACIONES

Considerando las afirmaciones de este estudio, las futuras investigaciones deberían centrarse en:

- i) Utilización de otras técnicas de microencapsulación que incluye gelificación iónica, de aceite con alto contenido de ácidos grasos poliinsaturados de pescado, con especial atención a la cuantificación de ácidos grasos ω -3 así como su comportamiento en una gran variedad de peces amazónicas;
- ii) El impacto del proceso de almacenamiento y los diferentes tipos de proceso culinario en los productos cárnicos enriquecidos; y iii) estudios sobre la digestión y absorción de los productos cárnicos enriquecidos, realizados tanto en modelos in vitro como in vivo. Además, se deben evaluar los efectos a largo plazo del consumo regular de productos cárnicos fortificados con ácidos grasos ω -3.
- iii) Incorporar en la formulación de hamburguesas de pescado antioxidantes naturales libre y microencapsulados para evaluar la vida útil del producto final.

CAPITULO VIII: FUENTES DE INFORMACIÓN

- ACKMAN, R.G. y FISH, B.F., 2008. Fatty Acids in Fish and Shellfish. ,
- ALARCON HERNANDEZ, E., 2005. Sensorial. *Universidad Nacional Abierta Y Adistancia – Unad*, pp. 11-18.
- ALBARRACÍN, W., SÁNCHEZ, I.C., GRAU, R. y BARAT, J.M., 2011. Salt in food processing; usage and reduction: A review. *International Journal of Food Science and Technology*, vol. 46, no. 7, pp. 1329-1336. ISSN 09505423. DOI 10.1111/j.1365-2621.2010.02492.x.
- ALEJANDRE, M., PASSARINI, D., ASTIASARÁN, I. y ANSORENA, D., 2017. The effect of low-fat beef patties formulated with a low-energy fat analogue enriched in long-chain polyunsaturated fatty acids on lipid oxidation and sensory attributes. *Meat Science*, vol. 134, no. July, pp. 7-13. ISSN 03091740. DOI 10.1016/j.meatsci.2017.07.009.
- ALI, H.A., MANSOUR, E.H., E-LBEDAWAY, A.E.F.A. y OSHEBA, A.S., 2019. Evaluation of tilapia fish burgers as affected by different replacement levels of mashed pumpkin or mashed potato. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, vol. 18, no. 2, pp. 127-132. ISSN 1658077X. DOI 10.1016/j.jssas.2017.01.003.
- ALLEN, L., DE BENOIST, B., DARY, O. y HURREL, R., 2017. *Guías para la fortificación de alimentos con micronutrientes* [en línea]. S.l.: s.n. ISBN 9789243594019. Disponible en:
<http://www.fao.org/docrep/006/w0073s/w0073s10.htm>.
- ANJOS, R., MOTA, T.A., SANTANA, T.S. De, COSTA, M.D.O., MOURA, L. y EVANGELISTA-BARRETO, N.S., 2021. Formulação e aceitação de hambúrguer de tambaqui (*Colossoma de macropomum*) sabor defumado, enriquecido com biomassa de banana verde e quitosana. *Ciencia e Tecnologia do Pescado: Uma analise Pluralista*, vol. 2, pp. 136-146.
- AOAC, 2012. *Association of Official Analytical Chemists. Official Methods of Analytical Chemists of Association Chemistry*. 19th Ed. S.l.: s.n.
- ARBAIZA, L., CÁNEPA, M., CORTEZ, Ó. y LÉVANO, G., 2014. *Análisis prospectivo del sector de comida rápida en Lima: 2014-2030*. S.l.: s.n. ISBN

9786124110368.

- BAE, E.K. y LEE, S.J., 2008. Microencapsulation of avocado oil by spray drying using whey protein and maltodextrin. *Journal of Microencapsulation*, vol. 25, no. 8, pp. 549-560. ISSN 02652048. DOI 10.1080/02652040802075682.
- BAINY, Eduarda Molardi, BERTAN, L.C., CORAZZA, M.L. y LENZI, M.K., 2015. Effect of grilling and baking on physicochemical and textural properties of tilapia (*Oreochromis niloticus*) fish burger. *Journal of Food Science and Technology*, vol. 52, no. 8, pp. 5111-5119. ISSN 09758402. DOI 10.1007/s13197-014-1604-3.
- BAINY, Eduarda M., BERTAN, L.C., CORAZZA, M.L. y LENZI, M.K., 2015. Physical Changes of Tilapia Fish Burger During Frozen Storage. *Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos*, vol. 33, no. 2, pp. 113-120. ISSN 0102-0323. DOI 10.5380/cep.v33i2.47171.
- BAKRY, A.M., ABBAS, S., ALI, B., MAJEED, H., ABOUELWAFI, M.Y., MOUSA, A. y LIANG, L., 2016. Microencapsulation of Oils: A Comprehensive Review of Benefits, Techniques, and Applications. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, vol. 15, no. 1, pp. 143-182. ISSN 15414337. DOI 10.1111/1541-4337.12179.
- BELL, J.D., SHARP, M.K., HAVICE, E., BATTY, M., CHARLTON, K.E., RUSSELL, J., ADAMS, W., AZMI, K., ROMEO, A., WABNITZ, C.C.C., ANDREW, N.L., RODWELL, L., GU'URAU, S. y GILLETT, R., 2019. Realising the food security benefits of canned fish for Pacific Island countries. *Marine Policy*, vol. 100, no. December 2018, pp. 183-191. ISSN 0308597X. DOI 10.1016/j.marpol.2018.10.034.
- BELTRÁN, C., 2014. Evaluación sensorial de hamburguesa, utilizando carne de soya como sustituto parcial de la carne de res. [en línea], pp. 17. Disponible en: http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/4485/1/CD00736-2015-TRABAJO_COMPLETO.pdf.
- BOCHI, V.C., WEBER, J., RIBEIRO, C.P., VICTÓRIO, A. de M. y EMANUELLI, T., 2008. Fishburgers with silver catfish (*Rhamdia quelen*) filleting residue. *Bioresource Technology*, vol. 99, no. 18, pp. 8844-8849. ISSN 09608524. DOI 10.1016/j.biortech.2008.04.075.

- CARLUCCI, D., NOCELLA, G., DE DEVITIIS, B., VISCECCHIA, R., BIMBO, F. y NARDONE, G., 2015. Consumer purchasing behaviour towards fish and seafood products. Patterns and insights from a sample of international studies. *Appetite*, vol. 84, pp. 212-227. ISSN 10958304. DOI 10.1016/j.appet.2014.10.008.
- CARRILLO-GÓMEZ, C.S., ZA GUTIÉRREZ-CUEVAS, M., EL MURO-VALVERDE, M., CA MARTÍNEZ-HORNER, R. y IA TORRES-BUGARÍN, O., 2017. La chía como súper alimento y sus beneficios en la salud de la piel. *El Residente*, vol. 12, no. 1, pp. 18-24. ISSN 2007-2783.
- CHANG, C., STONE, A.K. y NICKERSON, M.T., 2018. Microencapsulated Food Ingredients. , pp. 1-5.
- CHAVES, M.A., SILVA, J.M.A. da, GENIAKE, A.C.V., DOURADO, E.C., SANTOS, M.P.D.O. y BALDISSERA, E. maria, 2018. Bovine Meat Hamburger With Chia Mixed Flour, Oats and Linseed. *Revista Produção e Desenvolvimento*, vol. 4, no. 2, pp. 21-30. DOI 10.32358/rpd.2018.v4.306.
- CHEGINI, G.R. y GHOBADIAN, B., 2005. Effect of spray-drying conditions on physical properties of orange juice powder. *Drying Technology*, vol. 23, no. 3, pp. 657-668. ISSN 07373937. DOI 10.1081/DRT-200054161.
- CHEN, J., JAYACHANDRAN, M., BAI, W. y XU, B., 2022. A critical review on the health benefits of fish consumption and its bioactive constituents. *Food Chemistry*, vol. 369. ISSN 18737072. DOI 10.1016/j.foodchem.2021.130874.
- CHIRINOS, R., ZULOETA, G., PEDRESCHI, R., MIGNOLET, E., LARONDELLE, Y. y CAMPOS, D., 2013. Sacha inchi (*Plukenetia volubilis*): A seed source of polyunsaturated fatty acids, tocopherols, phytosterols, phenolic compounds and antioxidant capacity. *Food Chemistry* [en línea], vol. 141, no. 3, pp. 1732-1739. ISSN 18737072. DOI 10.1016/j.foodchem.2013.04.078. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.04.078>.
- CHOE, J. y KIM, H.Y., 2019. *Quality characteristics of reduced fat emulsion-type chicken sausages using chicken skin and wheat fiber mixture as fat replacer*. 2019. S.l.: s.n.
- COMUNIAN, T.A. y FAVARO-TRINDADE, C.S., 2016. Microencapsulation using

- biopolymers as an alternative to produce food enhanced with phytosterols and omega-3 fatty acids: A review. *Food Hydrocolloids* [en línea], vol. 61, pp. 442-457. ISSN 0268005X. DOI 10.1016/j.foodhyd.2016.06.003. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodhyd.2016.06.003>.
- CRANDALL, P.G., O'BRYAN, C.A., BABU, D., JARVIS, N., DAVIS, M.L., BUSER, M., ADAM, B., MARCY, J. y RICKE, S.C., 2013. Whole-chain traceability, is it possible to trace your hamburger to a particular steer, a U. S. perspective. *Meat Science* [en línea], vol. 95, no. 2, pp. 137-144. ISSN 03091740. DOI 10.1016/j.meatsci.2013.04.022. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.meatsci.2013.04.022>.
- DESAI, K.G.H. y PARK, H.J., 2005. Recent Developments in Microencapsulation of Food Ingredients. *Drying Technology*, vol. 23, pp. 1361-1394. DOI 10.1081/DRT-200063478.
- DI GIORGIO, L., SALGADO, P.R. y MAURI, A.N., 2019. Encapsulation of fish oil in soybean protein particles by emulsification and spray drying. *Food Hydrocolloids*, vol. 87, no. July 2018, pp. 891-901. ISSN 0268005X. DOI 10.1016/j.foodhyd.2018.09.024.
- DOGAN, S.F., SAHIN, S. y SUMNU, G., 2005. Effects of soy and rice flour addition on batter rheology and quality of deep-fat fried chicken nuggets. , vol. 71, pp. 127-132. DOI 10.1016/j.jfoodeng.2004.10.028.
- DUFLOS, G., FUR, B. Le, MULAK, V., BECEL, P. y MALLE, P., 2002. Comparison of methods of differentiating between fresh and frozen-thawed fish or fillets. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, vol. 82, no. 12, pp. 1341-1345. ISSN 00225142. DOI 10.1002/jsfa.1195.
- EGHBAL, N. y CHOUDHARY, R., 2018. Complex coacervation: Encapsulation and controlled release of active agents in food systems. *LWT - Food Science and Technology* [en línea], vol. 90, pp. 254-264. ISSN 00236438. DOI 10.1016/j.lwt.2017.12.036. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2017.12.036>.
- ENCINA, C., VERGARA, C., GIMÉNEZ, B., OYARZÚN-AMPUERO, F. y ROBERT, P., 2016. Conventional spray-drying and future trends for the microencapsulation of fish oil. *Trends in Food Science & Technology*, vol. 56,

pp. 46-60. DOI 10.1016/j.tifs.2016.07.014.

FAHY, E., SUBRAMANIAM, S., BROWN, H.A., GLASS, C.K., MERRILL, A.H., MURPHY, R.C., RAETZ, C.R.H., RUSSELL, D.W., SEYAMA, Y., SHAW, W., SHIMIZU, T., SPENER, F., VAN MEER, G., VANNIEUWENHZE, M.S., WHITE, S.H., WITZTUM, J.L. y DENNIS, E.A., 2005. A comprehensive classification system for lipids. *Journal of Lipid Research*, vol. 46, no. 5, pp. 839-861. ISSN 00222275. DOI 10.1194/jlr.E400004-JLR200.

FANALI, C., DUGO, L., CACCIOLA, F., BECCARIA, M., GRASSO, S., DACHÀ, M., DUGO, P. y MONDELLO, L., 2011. Chemical characterization of Sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L.) oil. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, vol. 59, no. 24, pp. 13043-13049. ISSN 00218561. DOI 10.1021/jf203184y.

FAO, 2003. Procesados de Carnicos. *Fichas Técnicas*, pp. 5. ISSN 13514180. DOI 10.1007/s13398-014-0173-7.2.

FAO, 2007. *Buenas prácticas para la industria de la carne* [en línea]. S.l.: s.n. ISBN 8789253051. Disponible en: <http://orton.catie.ac.cr/cgi-bin/wxis.exe/?IsisScript=CIDAB.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=mfn=016887>.

FAO, 2016. *Influencing food environments for healthy diets* [en línea]. S.l.: s.n. ISBN 0028-0836. Disponible en: <http://www.fao.org/3/i6484e/i6484e.pdf>.

FERREIRA, C.S., FIGUEIREDO SAQUETI, B.H., DOS SANTOS, P.D., DA SILVA, J., MATIUCCI, M.A., FEIHRMANN, A.C., MIKCHA, J.M. y SANTOS, O.O., 2022. Effect of *Salvia* (*Salvia officinalis*) on the oxidative stability of salmon hamburgers. *LWT - Food Science and Technology*, vol. 154, no. January, pp. 112867. ISSN 00236438. DOI 10.1016/j.lwt.2021.112867.

FOLLEGATTI-ROMERO, L.A., PIANTINO, C.R., GRIMALDI, R. y CABRAL, F.A., 2009. Supercritical CO₂ extraction of omega-3 rich oil from Sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L.) seeds. *Journal of Supercritical Fluids*, vol. 49, no. 3, pp. 323-329. ISSN 08968446. DOI 10.1016/j.supflu.2009.03.010.

GÓMEZ-GUILLÉN, M.C., PÉREZ-MATEOS, M., GÓMEZ-ESTACA, J., LÓPEZ-CABALLERO, E., GIMÉNEZ, B. y MONTERO, P., 2009. Fish gelatin: a renewable material for developing active biodegradable films. *Trends in Food*

- Science and Technology*, vol. 20, no. 1, pp. 3-16. ISSN 09242244. DOI 10.1016/j.tifs.2008.10.002.
- GUIMARÃES, J. de L.B., CALIXTO, F.A.A., KELLER, L.A. de M., TORREZAN, R., FURTADO, Â.A.L. y MESQUITA, E. de F.M. de, 2018. Quality of mechanically separated meat (MSM) and surimi obtained from low commercial value fish. *Boletim do Instituto de Pesca*, vol. 44, no. 2, pp. e243. ISSN 00469939. DOI 10.20950/1678-2305.2018.243.
- GUTIÉRREZ, L., QUIÑONES-SEGURA, Y., SANCHEZ-REINOSO, Z., DÍAZ, D.L. y ABRIL, J.I., 2017. Physicochemical properties of oils extracted from c - irradiated Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis* L .) seeds. , vol. 237, pp. 581-587.
- HAQ, M. y CHUN, B.-S., 2018. Microencapsulation of omega-3 polyunsaturated fatty acids and astaxanthin- rich salmon oil using particles from gas saturated solutions (PGSS) process. *LWT - Food Science and Technology*, vol. 92, no. November 2017, pp. 523-530.
- HECK, R., VENDRUSCOLO, R., ETCHEPARE, M., CICHOSKI, A., DE MENEZES, C., BARIN, J., LORENZO, J., WAGNER, R. y CAMPAGNOL, P.C.B., 2017. Is it possible to produce a low-fat burger with a healthy n-6/n-3 PUFA ratio without affecting the technological and sensory properties? *Meat Science* [en línea], vol. 130, no. March, pp. 16-25. ISSN 0309-1740. DOI 10.1016/j.meatsci.2017.03.010. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.meatsci.2017.03.010>.
- HIMMETAGAOGLU, A.B. y ERBAY, Z., 2019. Effects of spray drying process conditions on the quality properties of microencapsulated cream powder. *International Dairy Journal* [en línea], vol. 88, pp. 60-70. ISSN 09586946. DOI 10.1016/j.idairyj.2018.08.004. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2018.08.004>.
- ICMSF, 2000. International Commission on Microbiological Specifications for Foods. ,
- KERRIHARD, A.L., NAGY, K., CRAFT, B.D., BEGGIO, M. y PEGG, R.B., 2015. Oxidative Stability of Commodity Fats and Oils: Modeling Based on Fatty Acid Composition. *JAOCS, Journal of the American Oil Chemists' Society*, vol. 92, no. 8, pp. 1153-1163. ISSN 0003021X. DOI 10.1007/s11746-015-2686-4.

- KHANIPOUR, A.A., JORJANI, S. y SOLTANI, M., 2014. Chemical, sensory and microbial quality changes of breaded kilka (*Clupeonella cultriventris*) with tempura batter in production stage and during frozen storage. *International Food Research Journal*, vol. 21, no. 6, pp. 2421-2430. ISSN 22317546.
- KOLANOWSKI, W. y BERGER, S., 1999. Possibilities of fish oil application for food products enrichment with omega-3 PUFA. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, vol. 50, no. 1, pp. 39-49. ISSN 0963-7486. DOI 10.1080/096374899101409.
- LI, J., LIU, J., SUN, X. y LIU, Y., 2018. The mathematical prediction model for the oxidative stability of vegetable oils by the main fatty acids composition and thermogravimetric analysis. *Lwt*, vol. 96, no. April, pp. 51-57. ISSN 00236438. DOI 10.1016/j.lwt.2018.05.003.
- LIM, J., 2011. Hedonic scaling : A review of methods and theory. *Food Quality and Preference* [en línea], vol. 22, no. 8, pp. 733-747. ISSN 0950-3293. DOI 10.1016/j.foodqual.2011.05.008. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodqual.2011.05.008>.
- MELGAREJO, I. y MAURY, M., 2002. Elaboración de hamburguesa a partir de *Prochylodus nigricans* «Boquichico». *Revista Amazónica de Investigación Alimentaria*, vol. 2, no. 1, pp. 79-87. ISSN 11671122.
- MINISTERIO DE LA PRODUCCIÓN, 2014. Programa Nacional «A comer pescado»-Reporte informativo, Loreto. , pp. 1-4.
- MINSA, 2008. Norma sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano. *El Peruano*, pp. 7-22.
- MOGHTADAEI, M., SOLTANIZADEH, N. y GOLI, S.A.H., 2018. Production of sesame oil oleogels based on beeswax and application as partial substitutes of animal fat in beef burger. *Food Research International*, vol. 108, no. September 2017, pp. 368-377. ISSN 18737145. DOI 10.1016/j.foodres.2018.03.051.
- MONTOWSKA, M. y POSPIECH, E., 2007. Species Identification of Meat By Electrophoretic Methods. *Acta Sci. Pol., Technol. Aliment.*, vol. 6, no. 6, pp. 5-

16.

NAGY, K. y TIUCA, I.-D., 2017. Importance of Fatty Acids in Physiopathology of Human Body. *Fatty Acids*. S.l.: s.n., pp. 3-22.

NASIFF-HADAD, A. y MERIÑO-LBARRA, E., 2003. Ácidos Grasos Omega-3: Pescados De Carne Azul Y Concentrados De Aceites De Pescado. Lo Bueno Y Lo Malo. *Revista Cubana de Medicina*, vol. 42, no. 2, pp. 49-55. ISSN 00347523.

OZER, O. y SARICOBAN, C., 2010. The effects of butylated hydroxyanisole, ascorbic acid and alpha-tocopherol on Some Quality Characteristics of mechanically deboned chicken patty freeze storage. *Czech Journal Food Science*, vol. 28, no. 2, pp. 150-160.

ÖZTÜRK-KERIMOĞLU, B., KARA, A., URGU-ÖZTÜRK, M. y SERDAROĞLU, M., 2021. A new inverse olive oil emulsion plus carrot powder to replace animal fat in model meat batters. *LWT - Food Science and Technology*, vol. 135, no. April 2020, pp. 110044. ISSN 00236438. DOI 10.1016/j.lwt.2020.110044.

POULTER, N.H. y NICOLAIDES, L., 1985. Studies of the iced storage characteristics and composition of a variety of Bolivian freshwater fish. *Journal of Food Technology*, vol. 20, pp. 437-449.

PRASAD, Y., WANG, B., ADHIKARI, R. y ADHIKARI, B., 2017. Advances in microencapsulation of polyunsaturated fatty acids (PUFAs) -rich plant oils using complex coacervation: A review. *Food Hydrocolloids*, vol. 69, pp. 369-381.

PRESENZA, L., FABRÍCIO, Luis, GALVAO, J. y VIEIRA, T.M.F. de S., 2022. Simplex-centroid mixture design as a tool to evaluate the effect of added flours for optimizing the formulation of native Brazilian freshwater fish burger. *LWT - Food Science and Technology*, vol. 156, pp. 113008.

PRESENZA, L., FABRÍCIO, Luis Felipe de Freitas, GALVÃO, J.A. y VIEIRA, T.M.F. de S., 2022. Simplex-centroid mixture design as a tool to evaluate the effect of added flours for optimizing the formulation of native Brazilian freshwater fish burger. *LWT - Food Science and Technology*, vol. 156, pp. 113008. ISSN 00236438. DOI 10.1016/j.lwt.2021.113008.

- QIU, Z.Z. y CHIN, K.B., 2020. Physicochemical properties and shelf-life of raw and cooked patties added with various levels of grape tomato powder by different drying methods. *Food Science of Animal Resources*, vol. 40, no. 5, pp. 722-733. ISSN 00236438. DOI 10.1016/j.lwt.2021.111415.
- RALSTON, K., BRENT, P., STARKE, Y., RIGGINS, T. y LIN, C.-T.J., 2001. Consumer food safety behavior: a case study in hamburger cooking and ordering. *USDA, Agricultural Economic Report*, no. 804, pp. 1-2. ISSN 1758-535X. DOI 10.1093/gerona/gls004.
- RAÚL, L.J., ARAÚJO, I.B. de, BARBOSA, R.C., MACIEL, M.I.S., SHINOHARA, N.K.S. y CAMPAGNOLI DE OLIVEIRA FILHO, P.R., 2018. Manufacture of Biquara (*Haemulon Plumierii* - Lacepède, 1801) Fishburger with Addition of Wheat Bran. *Journal of Aquatic Food Product Technology*, vol. 27, no. 5, pp. 544-556. ISSN 15470636. DOI 10.1080/10498850.2018.1461159.
- RIOS-MERA, J.D., SALDAÑA, E., CRUZADO-BRAVO, M.L.M., PATINHO, I., SELANI, M.M., VALENTIN, D. y CONTRERAS-CASTILLO, C.J., 2019. Reducing the sodium content without modifying the quality of beef burgers by adding micronized salt. *Food Research International*, vol. 121, no. January, pp. 288-295. ISSN 18737145. DOI 10.1016/j.foodres.2019.03.044.
- RIOS-MERA, J.D., SALDAÑA, E., PATINHO, I., SELANI, M.M. y CONTRERAS-CASTILLO, C.J., 2021. Enrichment of NaCl-reduced burger with long-chain polyunsaturated fatty acids: Effects on physicochemical, technological, nutritional, and sensory characteristics. *Meat Science*, vol. 177, no. March. ISSN 03091740. DOI 10.1016/j.meatsci.2021.108497.
- RIPKE FERREIRA, C.S., FIGUEIREDO SAQUETI, B.H., SILVA DOS SANTOS, P.D., MARTINS DA SILVA, J., MATIUCCI, M.A., FEHRMANN, A.C., GRATON MIKCHA, J.M. y SANTOS, O.O., 2022. Effect of *Salvia officinalis* on the oxidative stability of salmon hamburgers. *LWT - Food Science and Technology*, vol. 154, no. January, pp. 112867. ISSN 00236438. DOI 10.1016/j.lwt.2021.112867.
- ROBERTSON, G.L., 2019. *Packaging and food and beverage shelf life*. 2019. S.I.: s.n. ISBN 9780081004357.
- SAAVEDRA-GARCIA, L., BERNABÉ-ORTIZ, A., DIEZ-CANSECO, F. y

- MIRANDA, J.J., 2002. Generando información ¿Sabemos cuanto es el consumo promedio de sal y cuales son su fuentes? *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Publica*, vol. 31, no. 1, pp. 169-180. ISSN 1726-4634.
- SALFI, V., FUCETOLA, F. y PANNUNZIO, G., 1985. A micromethod for the differentiation of fresh from frozen fish muscle. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, vol. 36, no. 9, pp. 811-814. ISSN 10970010. DOI 10.1002/jsfa.2740360909.
- SANCHEZ-REINOSO, Z. y GUTIÉRREZ, L.F., 2017. Effects of the Emulsion Composition on the Physical Properties and Oxidative Stability of Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis* L.) Oil Microcapsules Produced by Spray Drying. *Food and Bioprocess Technology*, vol. 10, no. 7, pp. 1354-1366. ISSN 19355149. DOI 10.1007/s11947-017-1906-3.
- SANKARI, H.S., 2000. Linseed (*Linum usitatissimum* L.) cultivars and breeding lines as stem biomass producers. *Journal of Agronomy and Crop Science*, vol. 184, no. 4, pp. 225-231. ISSN 09312250. DOI 10.1046/j.1439-037X.2000.00375.x.
- SELANI, M.M., SHIRADO, G.A.N., MARGIOTTA, G.B., RASERA, M.L., MARABESI, A.C., PIEDADE, S.M.S., CONTRERAS-CASTILLO, C.J. y CANNIATTI-BRAZACA, S.G., 2016. Pineapple by-product and canola oil as partial fat replacers in low-fat beef burger: Effects on oxidative stability, cholesterol content and fatty acid profile. *Meat Science*, vol. 115, pp. 9-15. ISSN 03091740. DOI 10.1016/j.meatsci.2016.01.002.
- SHANTHA, N. y DECKER, E.A., 1994. Rapid, Sensitive, Iron-Based Spectrophotometric Methods for Determination of Peroxide Values of Food Lipids. *Journal AOAC International*, vol. 77, no. 2, pp. 421-424.
- SIBBEL, A., 2007. The sustainability of functional foods. *Social Science and Medicine*, vol. 64, no. 3, pp. 554-561. ISSN 02779536. DOI 10.1016/j.socscimed.2006.08.042.
- TELLO, S. y BAYLEY, P., 2001. LA PESQUERÍA COMERCIAL DE LORETO CON ÉNFASIS EN EL ANÁLISIS DE LA RELACIÓN ENTRE CAPTURA Y ESFUERZO PESQUERO DE LA FLOTA COMERCIAL DE IQUITOS,

- CUENCA DEL AMAZONAS (PERÚ). , vol. 12, pp. 123-139.
- TIMILSENA, Y., WANG, B., ADHIKARI, R. y ADHIKARI, B., 2017. Advances in microencapsulation of polyunsaturated fatty acids (PUFAs)-rich plant oils using complex coacervation: A review. *Food hydrocolloids* [en línea], vol. 69, pp. 369-381. ISSN 0268-005X. DOI 10.1016/j.foodhyd.2017.03.007. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodhyd.2017.03.007>.
- TIMILSENA, Y.P., AKANBI, T.O., KHALID, N., ADHIKARI, B. y BARROW, C.J., 2019. Complex coacervation: Principles, mechanisms and applications in microencapsulation. *International Journal of Biological Macromolecules*, vol. 121, pp. 1276-1286. ISSN 18790003. DOI 10.1016/j.ijbiomac.2018.10.144.
- URTECHO, P.R., 2015. INFORME TEMÁTICO N°140/2014-2015- ESTADO SITUACIONAL DE LA PESCA ARTESANAL EN LA SELVA DEL PERÚ. , no. 511, pp. 1-39.
- VALENZUELA, R., BARRERA, C., GONZÁLEZ-ASTORGA, M., SANHUEZA, J. y VALENZUELA, A., 2014. Alpha linolenic acid (ALA) from Rosa canina, sacha inchi and chia oils may increase ALA accretion and its conversion into n-3 LCPUFA in diverse tissues of the rat. *Food and Function*, vol. 5, no. 7, pp. 1564-1572. ISSN 2042650X. DOI 10.1039/c3fo60688k.
- VARGAS-RAMELLA, M., MUNEKATA, P.E.S., PATEIRO, M., FRANCO, D., CAMPAGNOL, P.C.B., TOMASEVIC, I., DOMÍNGUEZ, R. y LORENZO, J.M., 2020. Physicochemical composition and nutritional properties of deer burger enhanced with healthier oils. *Foods*, vol. 9, no. 5, pp. 1-17. ISSN 23048158. DOI 10.3390/foods9050571.
- VELASCO, J., DOBARGANES, C. y MÁRQUEZ-RUIZ, G., 2003. Variables affecting lipid oxidation in dried microencapsulated oils. *Grasas y Aceites*, vol. 54, no. 3, pp. 304-314. ISSN 0017-3495. DOI 10.3989/gya.2003.v54.i3.246.
- VICENTE, J., DE SOUZA CEZARINO, T., PEREIRA, L.J.B., DA ROCHA, E.P., SÁ, G.R., GAMALLO, O.D., DE CARVALHO, M.G. y GARCIA-ROJAS, E.E., 2017. Microencapsulation of sacha inchi oil using emulsion-based delivery systems. *Food Research International*, vol. 99, no. March, pp. 612-622. ISSN 18737145. DOI 10.1016/j.foodres.2017.06.039.

- WAKELING, I.N. y MACFIE, H., 1995. Designing consumer trials balanced for first and higher orders of carry-over effect when only a subset of k samples from t may be tested. *Food Quality and Preference*, vol. 6, no. 95, pp. 299-308.
- WANG, S., ZHU, F. y KAKUDA, Y., 2018. Sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L.): Nutritional composition, biological activity, and uses. *Food Chemistry*, vol. 265, no. April, pp. 316-328. ISSN 18737072. DOI 10.1016/j.foodchem.2018.05.055.
- WANG, Z., HE, Z., GAN, X. y LI, H., 2018. *Interrelationship among ferrous myoglobin, lipid and protein oxidations in rabbit meat during refrigerated and superchilled storage*. S.l.: s.n. ISBN 8623652525.
- ZANQUI, A.B., DA SILVA, C.M., DE MORAIS, D.R., SANTOS, J.M., RIBEIRO, S.A.O., EBERLIN, M.N., CARDOZO-FILHO, L., VISENTAINER, J.V., GOMES, S.T.M. y MATSUSHITA, M., 2016. Sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L.) oil composition varies with changes in temperature and pressure in subcritical extraction with n-propane. *Industrial Crops and Products* [en línea], vol. 87, pp. 64-70. ISSN 09266690. DOI 10.1016/j.indcrop.2016.04.029. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.indcrop.2016.04.029>.

ANEXOS

Anexo N°1: Formato de evaluación sensorial de frescura de la materia prima

	NOMBRE DEL PESCADO			
	FECHA DE PESCA			
	FECHA DE SACRIFICIO			
	ANALISIS SENSORIAL DE FRESCURA DE PESCADO			
	ITEMS	CUMPLE	NO CUMPLE	EVIDENCIA
	PIEL (Color brillante y firme; Mucus transparente)			
	OJOS (Convexos, Transparentes, y Brillantes)			
	BRANQUIAS (Rojas, bien formadas y Brillantes)			
	APARIENCIA MUSCULAR (Firme, Elastica, color uniforme)			
	OLOR MUSCULAR (Fresco a rio)			
	VISCERAS (Firmes, bien definido, sin olor fetido)			

Anexo N°2: Tabla de Reporte de resultados de la Caracterización Fisicoquímica.

Materia prima	Composición centesimal (%)						
	Humedad	Proteína	Lípido	Ceniza	Fibra	Carbohidrato	Energía

Anexo N°3: Tabla de reporte de resultados microbiológicos

Muestra	Resultados microbiológicos			
	Mesofilos aerobios UFC/gr	<i>Escherichia coli</i> NMP/gr	<i>Staphylococcus aureus</i> UFC/gr	<i>Salmonella sp</i> en 25 gramos

Anexo N°4: Ficha de evaluación sensorial del producto final (prueba de aceptación)

Ficha de Evaluación Sensorial de hamburguesa de pescado

Bienvenido al análisis sensorial de hamburguesa de pescado. Será entregado a Usted muestras de hamburguesa de pescado para evaluar la aceptación y sus características sensoriales. Por favor, lea atentamente las instrucciones antes de realizar la evaluación.

Por cada muestra será entregada una ficha de evaluación. Al finalizar una muestra, por favor consuma agua y galleta de agua para limpiar el paladar. Al finalizar la evaluación, será entregado una ficha para llenado de algunos datos de interés y un chocolate por su participación.

Nombre y Apellidos: _____

Código de muestra: 465

1. Por favor indique con una línea vertical cuanto le gustó utilizando la escala de aceptación que varía de "me disgustó extremadamente" hasta "me gustó extremadamente".



2. Marque con una "x" en el espacio a lado de la(s) característica(s) sensorial(es) que según Usted crea que se aplica para la muestra. Usted podrá marcar la cantidad de características sensoriales que crea que se aplica a la muestra, o no marcar ninguna.

- | | | | |
|------------------------------------|---|---|----------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Seco | <input type="checkbox"/> Sabor residual | <input type="checkbox"/> Característico | <input type="checkbox"/> Extraño |
| <input type="checkbox"/> Sabroso | <input type="checkbox"/> Rancio | <input type="checkbox"/> Grasoso | <input type="checkbox"/> Picante |
| <input type="checkbox"/> Pescado | <input type="checkbox"/> Jugoso | <input type="checkbox"/> Mal sabor | <input type="checkbox"/> Salado |
| <input type="checkbox"/> Aromático | <input type="checkbox"/> Asado | <input type="checkbox"/> Compacto | <input type="checkbox"/> Suave |
| <input type="checkbox"/> Mal olor | <input type="checkbox"/> Ácido | <input type="checkbox"/> Condimentado | <input type="checkbox"/> Duro |

Muchas gracias.

Anexo N°5: Ficha de consentimiento informado para la prueba de aceptabilidad



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA AMAZONIA
PERUANA**
FACULTAD DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS
**ESCUELA DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS
ALIMENTARIAS**

CONSENTIMIENTO INFORMADO

Yo _____ estudiante de la Escuela de Formación Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias de la UNAP, identificado con DNI _____ declaro que he sido informado sobre el trabajo de investigación sobre la recopilación de datos en las pruebas sensoriales de Hamburguesa de Boquichico (*Prochilodus nigricans*) con micropartículas conteniendo aceite de Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis* L.), desarrollada por la bachiller Patricia Lizbeth Huamani Mendoza, luego de haber sido informado(a) acerca de la investigación a realizar, el instrumento de recolección de datos que utilizaré y en señal de conformidad firmo el presente documento.

FIRMA

NOMBRES Y APELLIDOS
DNI

Anexo N°6: Evaluación de aprobación de Comité de Ética



UNAP

Universidad Nacional de la Amazonía Peruana

**COMITÉ INSTITUCIONAL DE
ÉTICA EN INVESTIGACIÓN-(CIEI)**

"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"

DICTAMEN DE EVALUACIÓN N° 007-2022-CIEI-VRINV-UNAP

Iquitos, 11 de abril de 2022

Señora:

PATRICIA LIZBETH HUAMANI MENDOZA

Investigadora

TÍTULO DEL PLAN DE INVESTIACIÓN: **"HAMBURGUESA DE BOQUICHICO (*PROCHILODUS NIGRICANS*) CON MICROPARTICULAS CONTENIENDO ACEITE DE SACHA INCHI (*PLUKENETIA VOLUBILIS L.*)"**, recepcionado el 31 de marzo de 2022 con la tasa de ciento uno y 00/100 soles (S/ 101.00), efectuado en el Banco de la Nación con Voucher N° 569100071 correspondiente.

Código asignado por el Comité:

Le informamos que su proyecto de referencia ha sido evaluado por el Comité y las opiniones acerca de los documentos presentados se encuentran a continuación:



	N° Y FECHA VERSIÓN	DECISIÓN
PROTOCOLO	PI-007-11/04/22-CIEI-UNAP	(1)
CONSENTIMIENTO INFORMADO	CI-007-11/04/22-CIEI-UNAP	(1)

Se concluye que:

Ha sido **APROBADO SIN MODIFICACIONES EN EL PROTOCOLO Y EN EL CONSENTIMIENTO INFORMADO.**

Este protocolo tiene vigencia del 11/04/2022 hasta 11/10/2022, por un periodo de 6 meses.

En caso de requerir una ampliación, le rogamos tenga en cuenta que deberá enviar al Comité Institucional de Ética en Investigación de la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana (CIEI-UNAP), un reporte de progreso al menos 30 días antes de la fecha de término de su vigencia.

El Comité dispone de un formato estándar que podrá usarse al efecto, ubícanos al correo electrónico: comite_etica@unapiquitos.edu.pe.

OBSERVACIONES AL PROTOCOLO

1. El Plan de Investigación, titulado: **"HAMBURGUESA DE BOQUICHICO (*PROCHILODUS NIGRICANS*) CON MICROPARTICULAS CONTENIENDO ACEITE DE SACHA INCHI (*PLUKENETIA VOLUBILIS L.*)"**, fue **Aprobado sin Modificaciones en el Protocolo**, presentado mediante Oficio N° 025-2022-FIA-UNAP-FTC-DH de fecha 28 de marzo de 2022.

Calle Nauta N° 555, Distrito de Iquitos – Provincia de Maynas – Departamento de Loreto
<http://www.unapiquitos.edu.pe> – E mail: comite_etica@unapiquitos.edu.pe
COMITÉ INSTITUCIONAL DE ÉTICA EN INVESTIGACIÓN
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN



UNAP

Universidad Nacional de la Amazonía Peruana

**COMITÉ INSTITUCIONAL DE
ÉTICA EN INVESTIGACIÓN-(CIEI)**

OBSERVACIONES AL CONSENTIMIENTO INFORMADO

1. El Plan de Investigación, titulado: **"HAMBURGUESA DE BOQUICHICO (PROCHILODUS NIGRICANS) CON MICROPARTICULAS CONTENIENDO ACEITE DE SACHA INCHI (PLUKENETIA VOLUBILIS L.)"**, fue **Aprobado sin Modificaciones en el Consentimiento Informado**, según Oficio N° 025-2022-FIA-UNAP-FTC-DH (28/03/2022); se anexa copia del mencionado documento.

Atentamente,


HERMANN FEDERICO SILVA DELGADO
Presidente

Comité Institucional de Ética en Investigación – UNAP



ESTÁNDARES DE EVALUACIÓN:

- a. APROBADO SIN MODIFICACIONES (1)
- b. APROBADO CON MODIFICACIONES (2)
- c. DEVUELTO PARA CORRECCIONES (3)
- d. DESAPROBADO (4)
- e. INVALIDADA POR PLAGIO (5)

Se adjunta:

- Consentimiento Informado, dos (2).

C.c.: Interesados (2), Archivo.

Ulveth

Calle Nauta N° 555, Distrito de Iquitos – Provincia de Maynas – Departamento de Loreto
<http://www.unapiquitos.edu.pe> – E mail: comite_etica@unapiquitos.edu.pe
COMITÉ INSTITUCIONAL DE ÉTICA EN INVESTIGACIÓN
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN

Especie hidrobiológica de boquichico (*Prochilodus nigricans*)



Pulpa de Boquichico empacadas al vacío



Picado de Pulpa de Boquichico y grasa para el siguiente proceso.



Pulpa y grasa molida para la elaboración de la Hamburguesa de boquichico



Ingredientes



Mesclado y adición de micropartículas para la elaboración de la hamburguesa





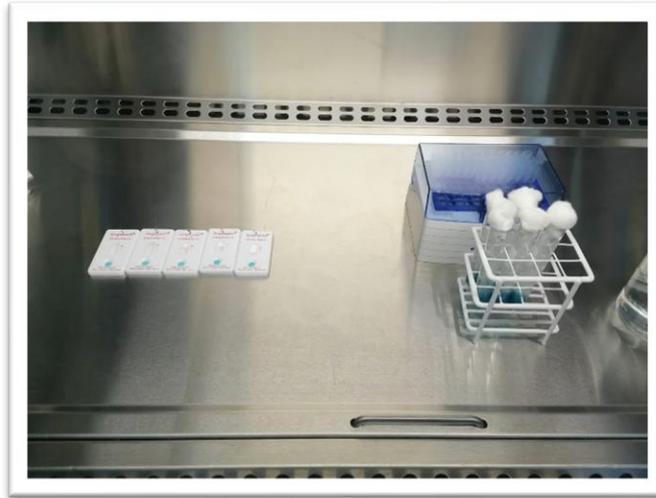
Moldeado de hamburguesa de boquichico.



Hamburguesas empacadas al vacío.



Análisis microbiológicos de hamburguesa de pescado Boquichico



Resultados del análisis de *Salmonella*



Análisis físico-químico de hamburguesa de pescado Boquichico



Evaluación sensorial de las diferentes concentraciones de hamburguesa de Boquichico



Prueba sensorial con consumidores directos

