



UNAP



FACULTAD DE AGRONOMÍA

DOCTORADO EN AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE

TESIS

**ELABORACIÓN DE HAMBURGUESA DE PACO (*Piaractus brachypomus*)
CON CONTENIDO DE OLEORRESINA DE AJÍ CHARAPITA (*Capsicum
frutescens*) MICROENCAPSULADA**

**PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE DOCTOR EN AMBIENTE Y
DESARROLLO SOSTENIBLE**

PRESENTADO POR: PEDRO ROBERTO PAREDES MORI

**ASESORES: ING. ALIM. JUAN DARIO RIOS MERA, DR.
ING. ALIM. FERNANDO TELLO CELIS, DR.
ING. AGROIND. THONY ARCE SAAVEDRA, DR.**

IQUITOS, PERÚ

2024



UNAP



FACULTAD DE AGRONOMÍA

DOCTORADO EN AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE

TESIS

**ELABORACIÓN DE HAMBURGUESA DE PACO (*Piaractus brachypomus*)
CON CONTENIDO DE OLEORRESINA DE AJÍ CHARAPITA (*Capsicum
frutescens*) MICROENCAPSULADA**

**PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE DOCTOR EN AMBIENTE Y
DESARROLLO SOSTENIBLE**

PRESENTADO POR: PEDRO ROBERTO PAREDES MORI

**ASESORES: ING. ALIM. JUAN DARIO RIOS MERA, DR.
ING. ALIM. FERNANDO TELLO CELIS, DR.
ING. AGROIND. THONY ARCE SAAVEDRA, DR.**

IQUITOS, PERÚ

2024



Escuela de Postgrado

"Oficina de Asesorías Académicas"



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

N°134-2024-OAA-EPG-UNAP

En Iquitos en la Escuela de Postgrado (EPG) de la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana (UNAP) a los seis días del mes de setiembre de 2024 a las 10:00 a.m., se dió inicio a la sustentación de la tesis denominada "ELABORACIÓN DE HAMBURGUESA DE PACO (*Piaractus brachypomus*) CON CONTENIDO DE OLEORRESINA DE AJÍ CHARAPITA (*Capsicum frutescens*) MICROENCAPSULADA", aprobado con Resolución Directoral N°1313-2024-EPG-UNAP, presentado por el egresado PEDRO ROBERTO PAREDES MORI, para optar el Grado Académico de Doctor en Ambiente y Desarrollo Sostenible, que otorga la UNAP de acuerdo a la Ley Universitaria 30220 y el Estatuto de la UNAP.

El jurado calificador designado mediante Resolución Directoral N°0534-2024-EPG-UNAP, esta conformado por los profesionales siguientes:

- | | |
|---|--------------|
| Ing.Agron. Darvin Navarro Torres, Dr. | (Presidente) |
| Ing.Alim. Alenguer Gerónimo Alva Arévalo, Dr. | (Miembro) |
| Ing.Agron. Fidel Aspajo Varela, Dr. | (Miembro) |

Después de haber escuchado la sustentación y luego de formuladas las preguntas, éstas fueron respondidas: SATISFACTORIAMENTE

Finalizado la evaluación; se invitó al público presente y al sustentante abandonar el recinto; y, luego de una amplia deliberación por parte del jurado, se llegó al resultado siguiente:

La sustentación pública y la tesis ha sido: APROBADO con calificación 18 (Muy Buena)

A continuación, el Presidente del Jurado da por concluida la sustentación, siendo las 11:30 del seis de setiembre de 2024; con lo cual, se le declara al sustentante APRO, para recibir Grado Académico de Doctor en Ambiente y Desarrollo Sostenible.

Ing.Agron. Darvin Navarro Torres, Dr.
Presidente

Ing.Alim. Alenguer Gerónimo Alva Arévalo, Dr.
Miembro

Ing.Agron. Fidel Aspajo Varela, Dr.
Miembro

Ing.Alim. Juan Darío Ríos Mera, Dr.
Asesor

Ing.Alim. Fernando Tello Celis, Dr.
Asesor

Ing.Agroind. Thony Arce Saavedra, Dr.
Asesor

Somos la Universidad licenciada más importante de la Amazonía del Perú, tanto a la acreditación

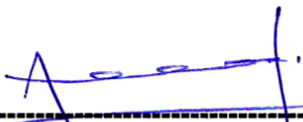
Calle Los Rocaes cuadra 5 s/n, San Juan Bautista, Maynas, Perú
Teléfono: (5165) 261101 Correo electrónico: postgrado@unapiquitos.edu.pe www.unapiquitos.edu.pe



TESIS APROBADA EN SUSTENTACIÓN PÚBLICA EL 06 DE SEPTIEMBRE DEL 2024 EN LA ESCUELA DE POSTGRADO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA AMAZONÍA PERUANA, EN LA CIUDAD DE IQUITOS-PERÚ.



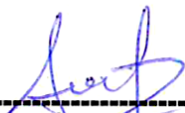
ING. AGRON. DARVIN NAVARRO TORRES, DR.
PRESIDENTE



ING. ALIM. ALENGUER GERÓNIMO ALVA ARÉVALO, DR.
MIEMBRO



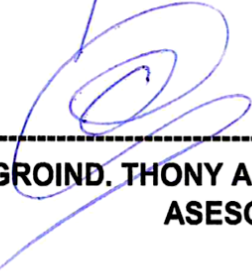
ING. AGRON. FIDEL ASPAÑO VARELA, DR.
MIEMBRO



ING. ALIM. JUAN DARÍO RÍOS MERA, DR.
ASESOR



ING. IND. ALIM. FERNANDO TELLO CELIS, DR.
ASESOR



ING. AGROIND. THONY ARCE SAAVEDRA, DR.
ASESOR

NOMBRE DEL TRABAJO

EPG_DOCTORADO_TESIS_PAREDES MORI.pdf

AUTOR

PEDRO ROBERTO PAREDES MORI

RECuento de palabras

15128 Words

Recuento de caracteres

79602 Characters

Recuento de páginas

57 Pages

Tamaño del archivo

895.0KB

Fecha de entrega

Jan 29, 2024 1:55 PM GMT-5

Fecha del informe

Jan 29, 2024 1:56 PM GMT-5

● **14% de similitud general**

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

- 11% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 9% Base de datos de trabajos entregados
- 2% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Cross

● **Excluir del Reporte de Similitud**

- Material bibliográfico
- Coincidencia baja (menos de 10 palabras)

A mi familia, por su apoyo incondicional.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional de la Amazonia Peruana, a los asesores Ing. Alim Juan Darío Ríos Mera Dr., Ing. Alim. Fernando Tello Celis Dr., Ing. Agroind. Thony Arce Saavedra Dr. y al jurado calificador Ing. Agron. Darwin Navarro Torres Dr., Ing. Alim. Alenguer Alva Arévalo Dr., Ing. Agron Fidel Aspajo Varela Dr.

A todos muchas gracias.

ÍNDICE DE CONTENIDO

	Páginas
Carátula	i
Contracarátula	ii
Acta de sustentación	iii
Jurado	iv
Resultado del informe de similitud	v
Dedicatoria	vi
Agradecimiento	vii
Índice de contenido	viii
Índice de tablas	x
Índice de figuras	xi
Resumen	xii
Abstract	xiii
Resumo	xiv
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO	4
1.1 Antecedentes	4
1.2 Bases teóricas	5
1.3 Definición de términos básicos	14
CAPÍTULO II: VARIABLES E HIPÓTESIS	16
2.1 Variables y su operacionalización	16
2.2 Formulación de hipótesis	17
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA	19
3.1 Tipo y diseño de la investigación	19
3.2 Población y muestra	22
3.3 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	22
3.4 Procedimientos de recolección de datos	23
3.5 Procesamiento y análisis de datos	29
3.6 Aspectos éticos	29
CAPITULO IV: RESULTADOS	30
CAPÍTULO V: DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS	46
CAPÍTULO VI: PROPUESTA	55
CAPÍTULO VII: CONCLUSIONES	56
CAPÍTULO VIII: RECOMENDACIONES	57
CAPITULO IX: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	58

ANEXOS

1. Matriz de consistencia
2. Tabla de operacionalización de variables
3. Dictamen de evaluación del comité de ética.
4. Consentimiento informado
5. Ficha de Evaluación Sensorial (prueba de aceptabilidad)
6. Obtención de la oleoresina
7. Microencapsulación de la oleoresina
8. Producción de hamburguesas de pescado con micropartículas
9. Ensayos de DPPH, ABTS y contenido de fenoles totales Formulaciones de hamburguesa de pescado.
10. Análisis de aceptabilidad
11. Base de datos de las fichas de evaluación sensorial

ÍNDICE DE TABLAS

	Páginas
Tabla N°1. Variedades más populares de capsicum	7
Tabla N°2. Formulación de las hamburguesas	26
Tabla N°3. Composición centesimal de materiales encapsulantes	30
Tabla N°4. Contenido de la actividad antioxidante (%Inhibición) y fenoles totales (mg de Ac. Gálico/g de muestra seca) de ají Charapita fresco y oleoresina	31
Tabla N°5. Composición centesimal de las micropartículas	31
Tabla N°6. Contenido de la actividad antioxidante (%Inhibición) y fenoles totales (mg de EAG/g) de micropartículas conteniendo oleoresina de ají charapita.	32
Tabla N°7. Composición centesimal de las hamburguesas de paco con micropartículas conteniendo oleoresina de ají Charapita	34
Tabla N°8. pH de las hamburguesas	35
Tabla N°9. Propiedades de rendimiento de las hamburguesas	35
Tabla N°10. Perfil de Textura de Hamburguesas de paco con micropartículas conteniendo oleoresina de ají charapita	36
Tabla N°11. Calidad microbiológica de hamburguesa de Paco con micropartículas conteniendo oleoresina de ají charapita	37
Tabla N°12. Actividad antioxidante (% de inhibición) DPPH	38
Tabla N°13. Actividad antioxidante (% Inhibición) ABTS	38
Tabla N°14. Contenido de Fenoles Totales (mgEAG/100 mL Aceite)	38
Tabla N°15. Distribución de los puntajes asignados por los jueces.	39
Tabla N°16. Análisis de TBARS (mg MDA/kg) de hamburguesas crudas de paco con micropartículas conteniendo oleoresina de ají charapita.	44
Tabla N°17. Análisis de TBARS (mg MDA/kg) de hamburguesas crudas de paco con micropartículas conteniendo oleoresina de ají charapita.	44

ÍNDICE DE FIGURAS

	Páginas
Figura N° 1. Frutos de ají charapita.	8
Figura N° 2. Flujograma para la obtención de oleorresina de ají charapita	19
Figura N° 3. Flujograma de la producción de micropartículas por coacervación compleja	20
Figura N° 4. Flujograma de obtención de hamburguesa	21
Figura N° 5. Micropartículas conteniendo oleorresina de ají Charapita obtenidas por microscopia óptica. A y B =10 x. C= 40x.	33
Figura N° 6. Comparación de aceptabilidad de las hamburguesas de paco con adición de diferentes cantidades de oleorresina de ají charapita microencapsulada: Diagrama de Cajas.	40
Figura N° 7. Comparación de la media de los puntajes asignado por los jueces en la prueba de aceptabilidad de las hamburguesas de paco con adición de diferentes cantidades de oleorresina de ají charapita microencapsulada.	41
Figura N° 8. Análisis de correspondencia entre las muestras (159, 357, 359, 413, 796 y 951) y los descriptores de la hamburguesa de paco con oleorresina de ají charapita.	42
Figura N° 9. Frecuencia de consumo de hamburguesas en la ciudad de Iquitos.	43

RESUMEN

En este estudio, oleorresina de ají charapita (*Capsicum frutescens*) fue microencapsulada mediante coacervación compleja para enriquecer hamburguesas de paco en concentraciones de 0.1, 0.2, 0.3, 0.4 y 0.5%. Se evaluaron los efectos sobre las características fisicoquímicas, propiedades de rendimiento, perfil de textura, actividad antioxidante, aceptabilidad y oxidación lipídica de las hamburguesas. La oleorresina mostró alta actividad concentración de compuestos fenólicos (5464.18 ± 101.90 mg EAG/100 g). La técnica de coacervación permitió la producción de micropartículas con alta eficiencia de encapsulación (81.92%) y estructuras esféricas bien definidas. Los resultados indicaron que la incorporación de micropartículas afectó significativamente las características fisicoquímicas de las hamburguesas. En cuanto a las propiedades de rendimiento y el perfil de textura, un mayor contenido de micropartículas resultó en una menor pérdida durante la cocción y una menor dureza del producto final. En las pruebas de aceptabilidad, se observó que a mayor la concentración de micropartículas, menores fueron los puntajes; sin embargo, para los primeros tres tratamientos esto no fue estadísticamente significativo. La hamburguesa del tratamiento 2 fue considerada la más aceptada. Además, las micropartículas demostraron un efecto positivo en el retraso de la oxidación lipídica, presentando menores valores en comparación con el control durante las semanas 2, 3 y 4 del análisis. En conclusión, el ají Charapita tiene un gran potencial como ingrediente para la industria alimentaria debido a sus propiedades antioxidantes naturales. La microencapsulación facilita su incorporación en productos alimenticios y mejora la estabilidad y calidad del producto final, sugiriendo que su uso podría ser una estrategia efectiva para enriquecer alimentos y prolongar su vida útil.

Palabras clave: *Capsicum frutescens*, coacervación compleja, hamburguesa de pescado, actividad antioxidante, oxidación lipídica.

ABSTRACT

In this study, oleoresin from Charapita pepper (*Capsicum frutescens*) was microencapsulated using complex coacervation to enrich paco hamburgers at concentrations of 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, and 0.5%. The effects on the physicochemical characteristics, performance properties, texture profile, antioxidant activity, acceptability, and lipid oxidation of the hamburgers were evaluated. The oleoresin showed high antioxidant activity and a significant concentration of phenolic compounds (5464.18 ± 101.90 mg EAG/100 g). The coacervation technique allowed for the production of microparticles with high encapsulation efficiency (81.92%) and well-defined spherical structures. The results indicated that the incorporation of microparticles significantly affected the physicochemical characteristics of the hamburgers. Regarding performance properties and texture profile, a higher content of microparticles resulted in less cooking loss and lower hardness of the final product. In acceptability tests, it was observed that as the concentration of microparticles increased, the scores decreased; however, for the first three treatments, this was not statistically significant. The hamburger from treatment 2 was considered the most accepted. Additionally, the microparticles demonstrated a positive effect in delaying lipid oxidation, showing lower values compared to the control during weeks 2, 3, and 4 of the analysis. In conclusion, Aji Charapita has great potential as an ingredient for the food industry due to its natural antioxidant properties. Microencapsulation facilitates its incorporation into food products and improves the stability and quality of the final product, suggesting that its use could be an effective strategy for enriching foods and extending their shelf life.

Keywords: *Capsicum frutescens*, complex coacervation, fish burger, antioxidant activity, lipid oxidation.

RESUMO

Neste estudo, a oleorresina de chili charapita (*Capsicum frutescens*) foi microencapsulada por coacervação complexa para enriquecer hambúrgueres de paco nas concentrações de 0,1, 0,2, 0,3, 0,4 e 0,5%. Foram avaliados os efeitos nas características físico-químicas, propriedades de rendimento, perfil de textura, atividade antioxidante, aceitabilidade e oxidação lipídica dos hambúrgueres. A oleorresina apresentou alta concentração de atividade de compostos fenólicos ($5464,18 \pm 101,90$ mg EAG/100 g). A técnica de coacervação permitiu a produção de micropartículas com alta eficiência de encapsulamento (81,92%) e estruturas esféricas bem definidas. Os resultados indicaram que a incorporação de micropartículas afetou significativamente as características físico-químicas dos hambúrgueres. Em termos de propriedades de desempenho e perfil de textura, maior teor de micropartículas resultou em menor perda durante o cozimento e menor dureza do produto final. Nos testes de aceitabilidade observou-se que quanto maior a concentração de micropartículas menores as pontuações; no entanto, para os três primeiros tratamentos isto não foi estatisticamente significativo. O hambúrguer do tratamento 2 foi considerado o mais aceito. Além disso, as micropartículas demonstraram efeito positivo no retardo da oxidação lipídica, apresentando valores inferiores em relação ao controle durante as semanas 2, 3 e 4 da análise. Concluindo, a pimenta Charapita apresenta grande potencial como ingrediente para a indústria alimentícia devido às suas propriedades antioxidantes naturais. A microencapsulação facilita a sua incorporação em produtos alimentares e melhora a estabilidade e qualidade do produto final, sugerindo que a sua utilização pode ser uma estratégia eficaz para enriquecer os alimentos e prolongar a sua vida útil.

Palavras-chave: *Capsicum frutescens*, coacervação complexa, hambúrguer de peixe, atividade antioxidante, oxidação lipídica.

INTRODUCCIÓN

Hoy en día, la demanda de alimentos saludables va en aumento, esto debido a que los consumidores son más conscientes de la relación que existe entre la dieta y la salud en general. Esto ha promovido que tecnólogos e investigadores de alimentos se encuentren en permanente búsqueda de alimentos saludables (Szakály et al., 2012).

Ante esto, el desarrollo de alimentos funcionales conteniendo compuestos bioactivos tiene gran potencial para responder a esta demanda. De acuerdo al estudio de Grasso et al. (2014), los productos cárnicos tienen gran potencial para ser utilizados como alimentos funcionales, esto debido a que son aceptados por los consumidores, son versátiles y contienen diferentes compuestos nutritivos. Especialmente los productos procesados a base de pescado, han llamado la atención, ya que, diversos estudios han demostrado que el consumo regular de pescado ayuda a la prevención de obesidad y enfermedades cardiovasculares (Goswami & Manna, 2020). A pesar de esto, muchas veces su consumo es todo desafío, debido al hecho de que su preparación resulta inconveniente y por ser un alimento altamente perecedero. Por lo que la elaboración de alimentos procesados a base de pescado puede ser una alternativa de hacer su consumo más versátil con mayor durabilidad en el tiempo (Albuquerque et al., 2018).

No obstante, durante el almacenamiento prolongado de los productos a base de pescado, es posible que se produzcan cambios adversos que pueden afectar su calidad y provocan un detrimento de la calidad. La oxidación de lípidos y la proliferación antimicrobiana son uno de los procesos que pueden alterar la estabilidad de los productos cárnicos, conllevando a su deterioro (Jaworska et al., 2021)

Principalmente, para evitar la oxidación de lípidos, se utilizan comúnmente antioxidantes sintéticos. Sin embargo, diversos estudios han reportado que estos compuestos pueden representar un riesgo para la salud, ya que en ciertos casos pueden resultar tóxicos. (Carocho et al., 2014). Ante esto, el uso de antioxidantes naturales extraídos de especies

vegetales podría ser una alternativa para abordar este problema. Esto debido a que son una fuente rica de compuestos activos con diferentes beneficios para la salud que incluyen actividades antibacterianas, antitumorales, antivirales, antimutagénicas y cardioprotectoras (Bustamante et al., 2016).

Hasta la fecha, se han utilizado hierbas y diversas especias para la extracción de antioxidantes naturales. Sin embargo, en los últimos años, ha surgido un interés particular en la utilización de carotenoides, pigmentos y otros compuestos extraídos de frutos del género *Capsicum sp.* Según Meckelmann et al. (2013), el Perú al ser un país de vasta diversidad, se destaca por ser uno de los mayores productores de chiles o ajíes en el mundo. Este fenómeno se debe a que el consumo de ajíes se remonta a la época precolombina y, hasta el día de hoy, continúa siendo un componente fundamental de la dieta local. Los ajíes no solo aportan sabor y color a los platos peruanos, sino que también son un símbolo de la rica herencia cultural del país.

Particularmente en la Amazonía peruana, se encuentran diversas especies de ajíes, destacando el *Capsicum frutescens L.*, comúnmente conocido como ají charapita, que es ampliamente consumido en la región. Este ají no solo es apreciado por su sabor distintivo, sino también por su alto contenido de compuestos bioactivos, como los capsaicinoides, la vitamina E, los flavonoides y la quercetina. Los cuales se ha reportado que presentan actividad antioxidante y antimicrobiana (Riva Ruiz, 2019). Debido a estas propiedades, el uso de extracto de ají charapita como antioxidante natural, puede presentarse como alternativa para prolongar la vida útil de productos alimenticios como los productos cárnicos (Salehi et al., 2018). Además, es relevante mencionar que los ajíes también pueden ser utilizados para obtener oleorresinas, que son extractos concentrados obtenidos a partir de la materia vegetal. Estas oleorresinas contienen aceites esenciales y otros compuestos bioactivos que no solo mejoran el sabor, sino que también aportan propiedades funcionales a los alimentos (Cardona et al., 2006).

No obstante, el uso de oleorresinas puede presentar limitaciones que dificultan su incorporación directa en productos alimenticios. Pues, son insolubles en agua e inestables, lo cual, puede comprometer su eficacia y funcionalidad en los productos finales (Vinceković et al., 2017). La tecnología de microencapsulación, que consiste en envolver el compuesto de interés (núcleo) dentro de una matriz polimérica para aislarlo de factores adversos del entorno, se presenta como una alternativa viable para la protección y liberación controlada de compuestos bioactivos de la oleorresina (Oré Q. et al., 2023).

Ante esto, el objetivo del presente proyecto es elaborar hamburguesas a base de filetes de paco (*Piaractus brachypomus*) con adición de oleorresina de ají charapita microencapsulada y evaluar sus efectos en sus propiedades fisicoquímicas, actividad antioxidante, rendimiento, textura, aceptación y oxidación lipídica.

CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO

1.1 Antecedentes

El ají *Capsicum* es la segunda especia más importante comercializada a nivel mundial, después del ají dulce y es considerada una de las frutas más saludables del mundo, debido a la importante cantidad y diversidad de compuestos bioactivos, como compuestos fenólicos, vitaminas C y E, así como capsaicinoides y carotenoides (Mendes et al., 2019). No obstante, estos compuestos son altamente sensibles a condiciones adversas del medio ambiente. Por lo que diversos trabajos sobre microencapsulación de extractos de chiles o ajíes se han reportado.

Juárez-Goiz et al.(2018), en su investigación microencapsularon capsaicinas de oleoresina de chile por el método de coacervación compleja. Para ello, primero se obtuvo el extracto de chile con acetona, utilizando un rotavapor, y se empleó maltodextrina y leche descremada como materiales encapsulantes. Los autores concluyeron que la coacervación compleja permitió la microencapsulación de capsaicinoides en altas cantidades, y las micropartículas presentaron buenas características fisicoquímicas y altos niveles de pungencia.

Por consiguiente, se han evaluado diferentes estrategias para incorporar bioactivos a productos lácteos, cárnicos y otros alimentos con sustancias de actividad antioxidante y se ha determinado que la técnica de microencapsulación es una de las más apropiadas (Joyce et al., 2018; Perez-Palacio et al., 2019).

Por su parte, Kim et al. (2017), evaluaron el efecto de la adición de micropartículas de extracto de chile sobre las propiedades sensoriales de queso Gouda. Las micropartículas fueron producidas por coacervación compleja utilizando gelatina y goma arábica, y se añadieron al queso, donde se evaluó los cambios en el pH, cultivos ácidos lácticos y aminoácidos libres durante seis meses. Los autores concluyeron que, la adición de 0.5% micropartículas, proporcionó al

queso ingredientes bioactivos que ayudaron a preservar la calidad del queso.

1.2 Bases teóricas

1.2.1 Hamburguesas de pescado

La hamburguesa de pescado se define como un producto elaborado a partir de pulpa de pescado triturada, que se mezcla con una variedad de ingredientes para obtener una masa homogénea y moldeable. Este proceso finaliza con una etapa de precocción y congelación, lo que asegura la conservación de su frescura y calidad (García et al., 2009). El pescado es un alimento de alto valor nutricional, pues además de contener proteínas de alto valor biológico, presenta vitaminas, minerales y ácidos grasos poliinsaturados (Soares & Silva, 2019). Su consumo se ha relacionado con un menor riesgo de enfermedades coronarias, diabetes y obesidad, además de mejorar el desarrollo neurológico en los niños durante los primeros años de vida (Raatz et al., 2013).

No obstante, a pesar de sus numerosos beneficios, muchas personas no consumen la cantidad recomendada de pescado. Esto se debe a diversos factores, como su alta susceptibilidad al deterioro, la presencia de espinas intramusculares y un sabor y olor fuertes, que convierten su consumo en un desafío. En respuesta a estas dificultades, se han desarrollado recientemente estrategias innovadoras para diversificar el consumo de pescado y hacerlo más accesible y atractivo para los consumidores (Bahramizadeh, 2016). Asimismo, teniendo en cuenta que hoy en día las personas, prefieren alimentos fáciles de preparar, la elaboración de hamburguesas de pescado, se ha visto como una solución conveniente y nutritiva para la población (Melo et al., 2014).

1.2.2 Paco (*Piaractus Brachipomus*)

El paco es un pez de la familia *Serrasalminidae* originario de la cuenca amazónica. Es una especie de gran importancia en la acuicultura de la región Loreto. Este pez se caracteriza por su cuerpo alto y comprimido lateralmente, con una coloración grisácea en el dorso y plateada en los flancos y el vientre. Alcanza tallas de hasta 1 metro de longitud y puede pesar hasta 30 kilogramos. Es una especie omnívora que se alimenta de frutos, semillas, insectos y pequeños peces. En el Perú, el paco se cultiva principalmente en las regiones de Loreto, San Martín, Madre de Dios, Ucayali y Amazonas, donde su carne es muy apreciada por los consumidores locales (Lopez Ríos, 2010).

Además de su valor gastronómico, el paco desempeña un papel crucial en la economía local, proporcionando ingresos a muchas familias dedicadas a su cultivo y comercialización. Su producción sostenible contribuye a la conservación de los ecosistemas acuáticos, ya que fomenta prácticas de acuicultura responsables. Asimismo, el paco es considerado un pez ideal para la cría en estanques debido a su rápida tasa de crecimiento y adaptabilidad a diferentes condiciones ambientales. Su carne es rica en proteínas y ácidos grasos omega-3, lo que la convierte en una opción saludable para los consumidores (ONUFI, 2017).

1.2.3 Género *Capsicum*

El género *Capsicum* se originó en América y abarca aproximadamente unas doscientas variedades. Su fruto, que puede presentar diferentes formas como cúbica, cónica o esférica, tiene un interior hueco dividido en cuatro compartimentos, donde las semillas se encuentran ubicadas cerca del tallo. Si bien es cierto, este género se conoce por ser picantes, existen algunas excepciones, a los cuales se les denomina ají dulce. Los cuales son utilizados en forma fresca en la preparación de ensaladas o como ingrediente de aderezos y comidas (M. R. Gallego, 2007). En la tabla 1, se muestra las principales variedades.

Tabla 1. Variedades más populares de capsicum

Variedad	Nombre común
<i>annum</i>	Pimentón Jalapeño Páprika
<i>chinense</i>	Habanero
<i>frutescens</i>	Tabasco
<i>pubescens</i>	Manzano
<i>baccatum</i>	Amarillo

Fuente: Gallego (2007)

Las características distintivas de su nivel de picante, aroma y sabor han convertido a este producto en un elemento fundamental en la alimentación cotidiana de innumerables personas. En varios países de América Latina y Asia, se ha convertido en un componente esencial de su cocina diaria. En la India, se considera un componente fundamental en las mezclas tradicionales de curry, mientras que, en la región mediterránea, se utiliza ampliamente como colorante, agente conservante y condimento en una variedad de salchichas, tanto frescas como deshidratadas (Melgar-Lalanne et al., 2017).

La calidad del producto se evalúa principalmente en función de la intensidad de su color rojo y el nivel de picante. La intensidad de este último depende del contenido de capsaicinoides, que a su vez varía según la variedad y el grado de madurez del fruto. La medida comúnmente utilizada para cuantificar el picante es la escala de calor Scoville (SHU). El color rojo se debe en su mayoría a la presencia de diversos carotenoides, con más de 50 estructuras identificadas. La capsantina, la capsorrubina y la criptocapsina son responsables de proporcionar un vibrante color rojo durante la maduración de los frutos, mientras que el tono amarillo anaranjado se debe a la presencia de β -caroteno, zeaxantina, violaxantina y β -criptoxantina (Cervantes-Paz et al., 2012).

1.2.4 Ají charapita

El ají Charapita (*Capsicum frutescens* L.) es una de las cinco especies cultivadas del género *Capsicum*, esta especie nativa de la Amazonía peruana consiste de una vaina esférica bastante pequeña, de hasta un centímetro y medio de diámetro. Es ampliamente consumido en la región, ya sea frescos, molidos, fermentados en salmuera o en vinagre, esto por su particular sabor picante. Las capsaicinas son los responsables del sabor picante del ají y probablemente de su actividad antioxidante y antimicrobiana (Riva Ruiz, 2019).



Figura 1. Frutos de ají charapita.
Fuente: (Iglesias Cruz, 2020).

Asimismo, el ají no solo exhibe propiedades antioxidantes, sino que también contiene cantidades significativas de vitamina A, C y ácido fólico. Por lo tanto, resulta de suma importancia promover tanto su consumo directo como su incorporación en la elaboración de alimentos nutraceuticos. Además, el contenido de vitamina C en el ají depende de su color; en frutos de color amarillo se encuentra aproximadamente 156.1 mg/100g, mientras que en frutos rojos se registra alrededor de 183.3 mg/100g. Como resultado del auge en la gastronomía en los últimos años, se ha observado un aumento en la demanda de la variedad amazónica de ají.

La flor y fruto de *Capsicum spp.* tiene cierta variación en los caracteres de longitud, color, forma y peso, pero es el fruto que tiene una alta variabilidad y está asociado a las diferencias de origen. Los caracteres que más contribuyen la divergencia entre accesiones

son: forma, color, tamaño, peso, pungencia, sabor, masa fresca, diámetro del fruto y tallo (Medina et al., 2020).

1.2.5 Antioxidantes

Capsaicina

La capsaicina es el mayor ingrediente activo y responsable del sabor picante de los ajíes, es un vaniloide natural que se encuentra tanto en el tejido placentario, como en las membranas internas y otras partes de los ajíes (Lu et al., 2016). La capsaicina es un compuesto cristalino blanco soluble en grasa formado a partir de ácido homovanílico que es insoluble en agua, inodoro e insípido (Nadeem et al., 2011). El contenido de capsaicinoides es dependiente del estado de madurez del ají, pues, este aumenta gradualmente en la maduración del fruto, cuando este va cambiando de verde a rojo o amarillo (Tobolka et al., 2021). Los estudios han demostrado que la capsaicina presenta diversas propiedades farmacéuticas, neurológicas, cardioprotectoras, anticancerógenas y antioxidantes (Chinn et al., 2011). Sumado a esto, se ha reportado que la capsaicina presenta actividad antimicrobiana, la cual le brinda potencial para ser utilizado como un aditivo natural con capacidad para inhibir los patógenos en alimentos (Kollmannsberger et al., 2011). No obstante, al ser una sustancia lipofílica, presenta baja solubilidad, la cual, afecta su biodisponibilidad.

Carotenoides

Se ha reportado, que las especies del género *capsicum*, poseen una de las cantidades de carotenoides más elevadas en la naturaleza. Los carotenoides se producen en las plantas, pero no se sintetizan en los animales. En la naturaleza, se han identificado más de 600 variedades de carotenoides. Estos compuestos se localizan en compartimentos subcelulares, específicamente en los plastidios, que incluyen cloroplastos y cromoplastos. En los cloroplastos, los carotenoides están principalmente vinculados a proteínas y desempeñan un papel como pigmentos accesorios en el proceso de

fotosíntesis. Por otro lado, en los cromoplastos, los carotenoides se almacenan en forma cristalina o como gotas de aceite (Agostini-Costa, 2018).

1.2.6 Extracción de oleorresina

La oleorresina de los ajíes, son el principal fuente de capsaicina, la cual, también presenta compuestos fenólicos con alta capacidad antioxidantes (Antero et al., 2022). Para la obtención de oleorresina, primero se realiza un proceso de extracción, existen los métodos clásicos como la extracción por Soxhlet, maceración, agitación magnética e hidroddestilación; y luego están los métodos modernos como la extracción por fluido supercrítico, extracción asistida por ultrasonidos, extracción asistida por enzimas, extracción asistida por microondas y extracción con líquido presurizado (Baenas et al., 2019). Los métodos modernos presentan ventajas como menor tiempo de extracción así como la oportunidad de utilizar disolventes verdes tales como etanol, agua y dióxido de carbono (CO₂) (R. Gallego et al., 2019).

Las oleorresinas son extractos de naturaleza oleosa obtenidos de diversas especias y plantas, y aportan a los productos color, sabor y un toque picante. Ofrecen múltiples ventajas en términos de manipulación, dosificación, uniformidad, almacenamiento y control microbiológico en comparación con los productos en forma de polvo. Según la Comunidad Económica Europea (CEE), se definen como 'extractos de especias de los cuales se ha eliminado el solvente de extracción, dejando una combinación del aceite volátil y la parte resinosa de la especia (M. R. Gallego, 2007). Generalmente, la mayoría de las oleorresinas de extraídas de especies *capsicum* contienen diversos carotenoides que poseen principalmente características picantes y propiedades de pigmentación. Entre los carotenoides más significativos incluyen la capsaicina, la dihidrocapsaicina, la capsantina, y la capsorrubina. Siendo que las dos primeras son responsables de la sensación de

picante, mientras que las últimas dos funcionan como pigmentos que contribuyen al color naranja o rojo de los frutos (M. R. Gallego, 2007).

1.2.7 Capacidad antioxidante

Los ensayos de antioxidantes se dividen en dos categorías: pruebas que cuantifican la capacidad de eliminar radicales libres y ensayos que evalúan la habilidad de prevenir la oxidación de lípidos. La capacidad de eliminar radicales libres es uno de los mecanismos que contribuye a la actividad antioxidante general, y esto puede generar un efecto sinérgico. Un método comúnmente utilizado para evaluar la capacidad antioxidante implica medir la capacidad de extractos o moléculas puras para neutralizar el radical DPPH•. Los antioxidantes tienen la capacidad de reducir el DPPH•, cambiando su color de púrpura a amarillo al donar un electrón o un radical de hidrógeno (Fraga et al., 2014).

1.2.8 Microencapsulación

La capsaicina no solo presenta baja solubilidad al agua, sino también es sensible a la temperatura, luz, y el oxígeno; por lo cual, su aplicación directa en matrices alimenticias es todo un desafío (Antero et al., 2022). Por ello, la microencapsulación, tecnología que consiste en proporcionar un recubrimiento a materiales sensibles en estado sólido, líquido o gaseoso, es una alternativa promisoriosa para proveer protección y mitigar estas desventajas inconvenientes (Favaro-trindade et al., 2020). Asimismo, esta tecnología nos brinda la oportunidad de liberar el ingrediente activo de forma controlada a través de la pared en las condiciones deseadas. Sumado a esto, la microencapsulación incrementa la estabilidad y vida útil de los compuestos bioactivos. Siendo que, las micropartículas, el producto resultante se encuentran entre 100 nm a 1000 nm de diámetro (Bakry et al., 2016). Por lo que su introducción a productos alimenticios se hace factible debido a estos tamaños microscópicos.

1.2.9 Técnicas de Microencapsulación

Hasta la fecha, se han desarrollado diversas técnicas de microencapsulación, las cuales pueden clasificarse en tres grupos: a) Métodos físicos (por ejemplo, secado por aspersion, evaporación por solvente, entre otros); b) Métodos fisicoquímicos (como la coacervación compleja y la gelificación iónica); y c) Métodos químicos (incluyendo la polimerización interfacial y la inclusión molecular) (Ozkan et al., 2019).

La coacervación compleja es uno de los métodos más utilizados y también el más antiguo. Fue descubierto por primera vez en el 1929, y fue categorizado en 2: coacervación simple y coacervación compleja (Jong & Kruyt, 1930). El término coacervación proviene del latín *Acervus*, que significa “montón”, además del prefijo “Co”, para indicar la unión de partículas coloidales (Weinbreck et al., 2004). Para realizar este método, principalmente se sigue tres pasos: emulsificación, coacervación, formación de pared o endurecimiento. (da Silva Soares et al., 2019).

El principio de este método, consiste en la interacción ocasionada por fuerzas electrostáticas de biopolímeros cargados opuestamente. Los cuales, al ser puestos en un sistema en las condiciones adecuadas, se produce la separación de dos fases, formando una fase coacervada alrededor del ingrediente activo, que se encontraba suspendido en el medio de reacción. Las micropartículas obtenidas por Coacervación compleja son resistente al calor, insolubles y presentan características de liberación controlada (Sánchez et al., 2016a).

1.2.10 Biopolímeros encapsulantes

La elección de los materiales de pared o encapsulantes depende del material a ser encapsulado, técnica de microencapsulación y las características deseadas en el producto final. Estos pueden ser clasificados en dos grupos: materiales hidrofílicos (carbohidratos y proteínas) y materiales hidrofóbicos

(lípidos). Son los carbohidratos, los que se utilizan con mayor frecuencia en la encapsulación de ingredientes alimenticios. Así como las proteínas, con sus características anfifílicas, proveen características funcionales y fisicoquímicas, necesarias para encapsular materiales hidrofóbicos (Calvo et al., 2012). Particularmente, en el método de la coacervación compleja, la gelatina en combinación con la goma arábiga son utilizados convencionalmente (Weinbreck et al., 2004).

Goma arábiga

La goma arábiga es una resina natural que se exuda de los troncos y ramas del árbol Acacia Senegal cuando se rompe la superficie de la corteza. Las acacias de este tipo crecen principalmente en la zona del Sahel en el norte de África (Patel & Goyal, 2015; Scherieber & Gareis, 2007).

Incluye una mezcla de polisacáridos con fracciones que se basa en su peso molecular y su composición de proteínas, conformada por: 90-99% de arabino/galactano y 1% de glicoproteína. En una solución, la viscosidad de la goma arábiga se encuentra relacionado directamente con el peso molecular de las cadenas poliméricas, que, sin embargo, no se producen de manera uniforme en el producto final. La calidad de las cosechas de goma arábiga tiende a variar considerablemente según las condiciones climáticas del año de cosecha en particular. Por lo tanto, las viscosidades logradas pueden variar hasta en un 50%. Además, la viscosidad está influenciada por otros factores de la matriz, como el pH, el contenido de sal y la temperatura. La goma arábiga es sensible tanto al pH como a la temperatura (Scherieber & Gareis, 2007).

Gelatina

La gelatina es uno de los polímeros solubles al agua más utilizados en el área de la microencapsulación, pues presenta excelente propiedades gelificantes, espesantes, y estabilizantes.

Esta es una proteína, obtenida de la hidrólisis del colágeno, la cual, es la estructura principal y la proteína más común en la naturaleza. Se extrae de huesos, cartílagos y pieles de animales (Johnston-Banks, 1990; Montero & Gómez-Guillén, 2000; Scherieber & Gareis, 2007). El proceso de elaboración de gelatina, consiste en la limpieza del material, extracción del colágeno, filtración, esterilización, secado, y finalmente triturado.

Existen 2 tipos de proteínas: Tipo A, con un punto isoeléctrico entre 7 a 9, obtenida mediante un tratamiento ácido. Tipo B, con punto isoeléctrico entre 4 a 5, resultado de un tratamiento alcalino (Kavoosi et al., 2014).

1.3 Definición de términos básicos

Capsaicinoides

Los capsaicinoides son metabolitos secundarios, a los cuales se les atribuye el sabor picante de pimientos. Entre ellos se destacaban 2 sustancias: la capsaicina y la dihidrocapsaicina, que son alrededor del 90% del total de capsaicinoides en pimientos (Baenas et al., 2019).

Compuestos bioactivos

Son sustancias químicas que pueden ser encontrados en pequeñas concentraciones en especies vegetales, los cuales, presentan propiedades beneficiosas en el mantenimiento de la salud y en la prevención de enfermedades (Drago et al., 2006).

Encapsulación

Es una tecnología que consiste en la incorporación de compuestos de interés dentro de una matriz biopolimérica, para proteger y conservar sus propiedades funcionales además de enmascarar el sabor de los componentes amargos, asegurar la administración adecuada de activos lábiles al calor u oxidación y su liberación a una velocidad predeterminada y a un lugar específico (Augustin et al. 2001; Lakkis 2016).

Liberación controlada

Liberación de un compuesto desde una matriz en condiciones específicas de humedad, pH, luz y temperatura (Fang & Bhandari, 2010).

Paco

Pez nativo de la cuenca amazónica, altamente consumido y conocido por su valor nutricional y su importancia en la acuicultura. El cual presenta gran capacidad para adaptarse a diferentes condiciones de cultivo (Tafur-Gonzales et al., 2009).

Ají charapita

Variedad de ají nativa de la Amazonía peruana, reconocida por su sabor picante y su uso en la gastronomía local. Presenta forma redonda y pequeño tamaño, mientras que su color varía desde el verde hasta el amarillo-naranja y el rojo al madurar (Iglesias Cruz, 2020).

Oleoresina

Extracto líquido obtenido de ajíes y pimientos del género *Capsicum*, que contiene compuestos bioactivos como capsaicinoides y carotenoides. Se utiliza en la industria alimentaria debido a su capacidad para mejorar el sabor y la textura de los alimentos, así como por los beneficios que aporta a la salud (Juárez-Goiz et al., 2018).

Hamburguesa de pescado

Producto alimenticio elaborado a partir de pulpa de pescado, que se mezcla con otros ingredientes para formar una masa moldeable. Este tipo de hamburguesa no solo ofrece una alternativa saludable a las hamburguesas tradicionales, sino que también promueve el consumo sostenible de recursos pesqueros (Rengifo et al., 2024).

CAPÍTULO II: VARIABLES E HIPÓTESIS

2.1 Variables y su operacionalización

2.1.1 Variable independiente

Formulación

- **Definición conceptual:** Es la mezcla de los ingredientes que incluye la oleorresina de ají charapita microencapsulada por coacervación compleja. antes de medir la capacidad antioxidante y la actividad antimicrobiana
- **Definición operacional:** Captación de radicales libres para medir la capacidad antioxidante y cuantificación de la actividad microbiana de la oleorresina de ají charapita
- **Indicadores:** Contenido de micropartículas
- **Ítems:** 2.5, 5.0 y 7.5 %
- **Instrumentos:** Tablero de apuntes

2.1.2 Variables dependientes

Caracterización

- **Definición conceptual:** Se refiere a la composición de la hamburguesa
- **Definición operacional:**
- **Indicadores:** Proteína, humedad, cenizas lípidos, índice de peróxidos, así como la textura y calidad microbiológica.
- **Ítems:** g/100g,
- **Instrumentos:** Reporte de análisis

Capacidad antioxidante

- **Definición conceptual:** Evaluación de la capacidad de una sustancia o un sistema para neutralizar o reducir los efectos dañinos de los radicales libres y otros compuestos oxidantes en un entorno biológico o químico
- **Definición operacional:** Capacidad de una sustancia, como un alimento, un extracto de planta o un compuesto químico, para proteger contra el estrés oxidativo o la oxidación no deseada.
- **Indicadores:** DPPH, ABTS
- **Ítems:** $\mu\text{mol TE}/100 \text{ mL Aceite}$, $\text{mg EAG}/100 \text{ g}$.
- **Instrumentos:** Reporte de resultados

Aceptabilidad

- **Definición conceptual:** Resultado de la interacción entre el alimento y el consumidor en un momento determinado.
- **Definición operacional:** Rango en el que el consumidor acepta o rechaza un alimento
- **Indicadores:** Nivel de aceptación y Nivel de rechazo
- **Ítems:** No me gustó nada, no me gusto, ni me gusto ni me disgusto, me gusto, Me gustó mucho
- **Instrumentos:** Ficha de evaluación sensorial

2.2 Formulación de hipótesis

La incorporación de oleoresina de ají charapita microencapsulada en la elaboración de hamburguesas de paco

mejorará significativamente las propiedades organolépticas y el valor nutricional del producto final.

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de la investigación

El estudio fue de tipo experimental, con un diseño completamente aleatorizado.

- Diseño experimental

Este trabajo adoptó un enfoque cuantitativo, experimental, transversal y prospectivo. Para controlar sesgos durante la investigación, se realizó en un laboratorio que permitió gestionar todas las variables involucradas en la determinación de la actividad antioxidante de la oleorresina de ají charapita microencapsulada en hamburguesa de paco.

1er Diseño: Extracción de oleorresina de ají charapita

Para la primera parte del estudio fue aplicada la estadística descriptiva, que permitió obtener los promedios y desvíos estadísticos para los análisis de actividad antioxidante y contenido de fenoles totales.

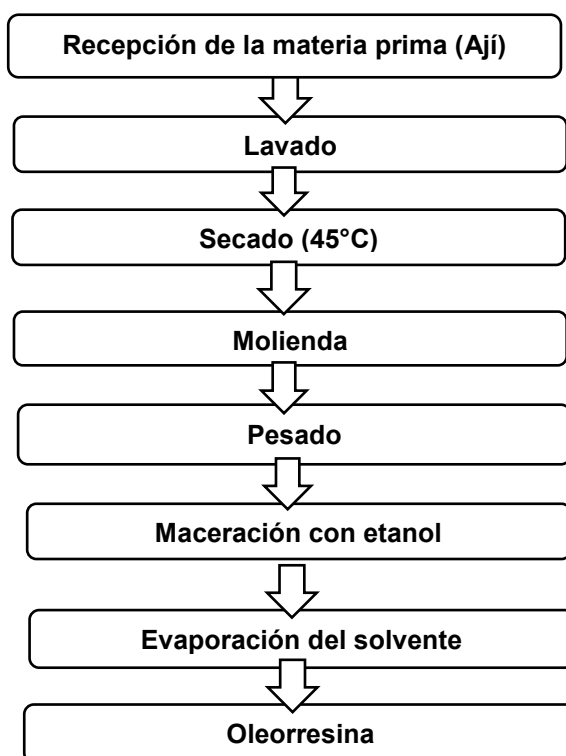


Figura 2. Flujograma para la obtención de oleorresina de ají charapita

2do Diseño: Producir micropartículas conteniendo oleorresina de ají charapita

En esta parte del estudio también se utilizó estadística descriptiva. Donde se realizaron diferentes análisis para determinar las características de las micropartículas producidas.

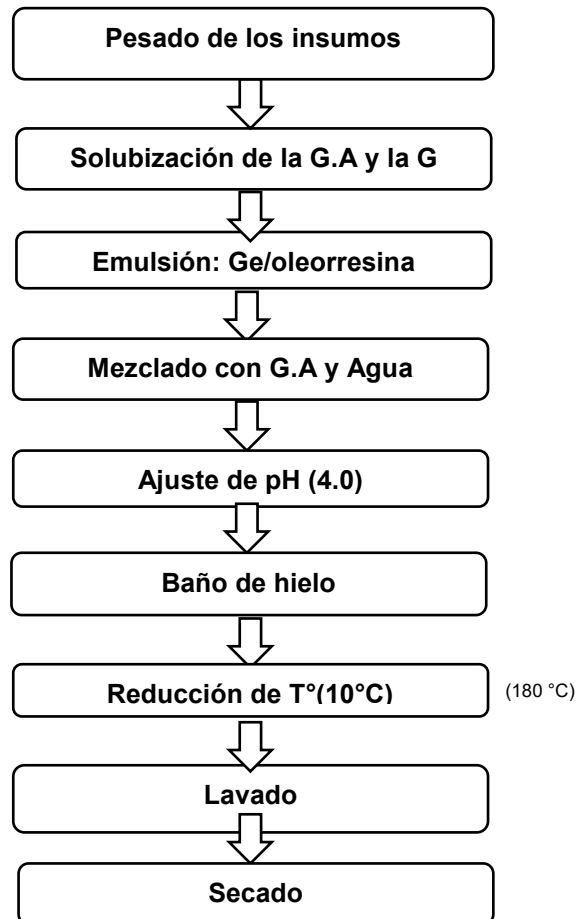


Figura 3. Flujograma de la producción de micropartículas por coacervación compleja

3er Diseño: Producir y caracterizar hamburguesa de pescado conteniendo micropartículas

La producción de micropartículas fue realizada de acuerdo a diseño completamente aleatorizado (DCA), con un 1 factor tipo de formulación con 6 niveles (T1 1= Hamburguesa control. T2= Hamburguesa con micropartículas 0.1%. T3= Hamburguesa con micropartículas 0.2%. T4= Hamburguesa con micropartículas 0.3%. T5= Hamburguesa con micropartículas 0.4%. T6= Hamburguesa con micropartículas 0.5%) y 3 repeticiones. Los cuáles fueron evaluados mediante diferentes análisis para ver las diferencias significativas entre los tratamientos.

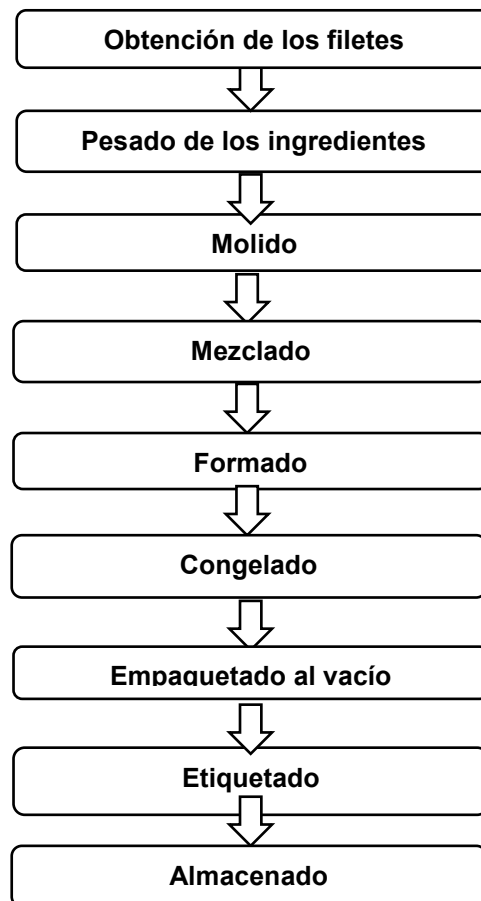


Figura 4. Flujograma de obtención de hamburguesa

- **Diseño muestral**

Se utilizó un diseño probabilístico cuyos tratamientos serán tomadas al azar con 3 repeticiones.

3.2 Población y muestra

- Población

El ámbito de estudio fue considerado la región Loreto, asimismo como población de estudio fueron las muestras de ají charapita que se utilizaron para la obtención de oleorresina y en la producción de micropartículas. Para la prueba sensorial de aceptabilidad de los panes, la población estuvo conformada por los alumnos de la Facultad de industrias alimentarias de la UNAP

- Muestra

Para la elaboración de la hamburguesa se utilizó como muestra filetes de paco (*Piaractus brachypomus*). La evaluación sensorial de la hamburguesa de pescado involucró a un grupo de 100 estudiantes pertenecientes a la Facultad de Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana (UNAP).

- Criterios de selección

Criterios de inclusión

La materia prima, ají charapita que se utilizó para la elaboración de micropartículas que luego se añadió al fue seleccionada teniendo en cuenta características de frescura, textura, olor, y color.

Criterios de exclusión

Se excluyeron las muestras que no cumplan con los parámetros de calidad (frescura, textura, olor, color, etc.).

3.3 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

- Reactivos

Los reactivos e insumos utilizados gelatina porcina tipo A (lote: HY211105, VM S.R.L., Lima, Perú) y goma arábiga (lote N°: #BCCC6490, Sigma-Aldrich, France) fueron utilizados como material de pared, aceite de pescado (lote: SLCG4897, Sigma Aldrich, Lima, USA). Transglutaminasa (MARCA), Cloruro de calcio anhidro (lote K47498778), ácido clorhídrico (lote K476888817611), ácido sulfúrico (lote K4746131545), cloroformo (lote K47769245) e

hidróxido de sodio (K47498778) fueron adquiridos de la empresa Merck Peruana S.A., Lima, Perú. Agua destilada y los demás reactivos utilizados fueron de grado analítico.

- **Ingredientes**

Para la producción de hamburguesas se utilizaron los siguientes ingredientes: filete de paco, tocino de cerdo y las especias (sal, glutamato monosódico, cebolla, ajo y pimienta en polvo) se compraron en el mercado local (Iquitos, Perú). El polvo de orégano se obtuvo de Badía (Lima, Perú).

3.4 Procedimientos de recolección de datos

3.4.1 Preparación de la materia prima (frutos de Ají “charapita”)

El Ají “charapita” fue adquirido en estado fresco en el mercado Belén (Iquitos, Perú), el cual secado en una estufa de aire forzado a 45 °C por tres días, luego, los ajíes fueron molido utilizando un molino de cuchillas y se almacenó a -20 °C en oscuridad, hasta su utilización.

3.4.2 Obtención de oleorresina

Para la obtención de oleorresina de Ají “charapita”, primero se realizaron extractos etanólicos siguiendo los métodos reportados por Menegali et al. (2020) con modificaciones. Para ello, se pesó 100 gr de ají en polvo, y se añadió 500 ml de etanol, el cual se dejó en maceración durante tres días. Luego, la mezcla fue filtrada y el solvente fue eliminado con la ayuda de un rotavapor. La oleorresina obtenida fue analizada para evaluar su actividad antioxidante mediante los ensayos de ABTS y DPPH, así como su contenido total de compuestos fenólicos.

3.4.3 Determinación de la capacidad antioxidante

a. Métodos ABTS

Para este análisis se siguió la metodología descrita por De Camargo et al. (de Camargo et al., 2015). Para ello, el radical ABTS • + se formó como resultado de la reacción de ABTS 7 mM y persulfato de potasio 2,45 mM, dicho procedimiento se realizó en la

oscuridad entre 12-16h. Para la lectura de la absorbancia se empleó un espectrofotómetro (UV-1800, Shimadzu, Japón) a 734, esto nos dió la confirmación de la formación del radical, la muestra se diluyó con etanol hasta obtener una absorbancia de $0,700 \pm 0,02$. Luego, 20 μl de oleorresina fue trasladada a tubos de ensayo y 2 mL de la solución del radical ABTS \bullet se añadió, después de 6 minutos las absorbancias de las muestras fueron leídas en el espectrofotómetro (UV-1800, Shimadzu, Japón) a 734 nm. Donde Trolox fue utilizado como patrón de referencia, los resultados se expresaron en μmol equivalente Trolox.g-1 MS.

b. Método DPPH

La capacidad antioxidante por el método DPPH fue analizada siguiendo la metodología descrita por Brand-Williams et al. (Brand-Williams et al., 1995). Como primer paso se preparó una solución con el radical DPPH y etanol, dicha solución fue leída a 515 nm en un espectrofotómetro (UV-1800, Shimadzu, Japón). Se procedió con la prueba, una vez confirmado el valor de la absorbancia entre $0,800 \pm 0,02$. Una vez confirmada la formación del radical DPPH, 500 μL la muestra se añadió a tubos de ensayo, seguido de 300 μL de la solución del radical DPPH \bullet y 3 mL de etanol. La solución obtenida, fue agitada y dejada en oscuridad durante 45 minutos, para después realizar las lecturas a 515 nm. Finalmente, Trolox fue utilizado como patrón de referencia, y los resultados se expresaron en μmol equivalente Trolox.g-1 MS.

3.4.4 Contenido de fenoles totales

El contenido de compuestos fenólicos totales fue realizado de acuerdo a la metodología descrita por Singleton et al. (43). Siendo que este método consistió en la reducción de grupos hidroxilo del anillo fenólico contenidos en la oleorresina de *Capsicum frutescens*. Que reaccionaron con el reactivo de Folin-Ciocalteu en un medio básico, resultando una coloración azul, la muestra fue leída en un espectrofotómetro UV-Vis a 765 nm.

3.4.5 Producción de micropartículas conteniendo oleorresina de ají charapita por coacervación compleja

Las micropartículas conteniendo oleorresina de ají Charapita (MOAC) se produjeron siguiendo la metodología descrita Marfil et al. (Marfil et al., 2018) con modificaciones. Como primer paso, se realizaron soluciones de gelatina tipo A y goma arábica 2.5% (1.1). La oleorresina fue añadida en una proporción de 50% en relación al peso total de los materiales encapsulante, que luego fue añadida a la solución de gelatina a 50 °C y homogenizada en un ultraturrax durante 5 minutos (18000 rpm). Luego, la solución de goma arábica se añadió a la emulsión formada y se agitaron con la ayuda de un agitador magnético. Luego, agua destilada equivalente al doble del volumen de las soluciones a la misma temperatura fue adicionada, manteniendo el sistema en agitación. El pH se ajustó con soluciones buffer de HCL 1 N y Na OH 1 N. hasta alcanzar pH 4 ± 0.02 . Finalmente, el sistema de micropartículas se enfrió en un baño de hielo, bajo agitación constante hasta alcanzar 10 °C.

3.4.6 Caracterización de las micropartículas

3.4.6.1 Morfología, microestructura y determinación de tamaño

Para determinar el tamaño medio y observar la morfología fue utilizado un microscopio óptico (ZEISS – Primo Start) con captación de imágenes mediante cámara digital controlada por el programa Microcal Origin pro 9.1 (Microcal Software, Inc., MA, USA).. Para la microestructura, micropartículas liofilizadas fueron analizadas mediante microscopía electrónica de barrido (MEB).

3.4.6.2 Eficiencia de Encapsulación

Para la determinación de la eficiencia de encapsulación, como primer paso se liberó la oleorresina de las micropartículas utilizando una solución citrato de sodio 3%. Luego, el aceite se cuantificó mediante la metodología de Bligh & Dyer (1959), para el cálculo de la EE se utilizó la siguiente ecuación:

$$\%EE = \frac{\text{aceite (g)}/\text{partícula en base seca (g)}}{\text{aceite(g)}/\text{sólidos totales iniciales (g)}} \times 100$$

3.4.7 Producción de hamburguesas

Las hamburguesas de Paco fueron producidas de acuerdo a la metodología descrita por Saavedra et al. (2022) con modificaciones. La composición de la hamburguesa será la siguiente: filete de Paco (70%), grasa porcina (17%), micropartículas con oleoresina de ají charapita (3%), agua (7.5%), sal (0.75%), glutamato monosódico (0.28%), pimienta blanca en polvo (0.15%), cebolla en polvo (0.28%), ajo en polvo (0.28%) y biosinplus (0.01%). Las formulaciones se encuentran en la siguiente tabla:

Tabla 2. Formulación de las hamburguesas

Insumos	Tratamientos					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Filete de Paco	70.0	69.90	69.80	69.70	69.60	69.50
MOAC*	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5
Grasa	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
Sal	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Agua	7.25	7.25	7.25	7.25	7.25	7.25
Ajinomoto	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
Orégano	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
Pimiento	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40
Cebolla	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40
Ajo	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40
Biosinplus	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

*MOAC= Micropartículas con oleoresina de ají Charapita. T1= Hamburguesa Control. T2= Hamburguesa con MOAC 0.1%. T3= Hamburguesa con MOAC 0.2%. T4= Hamburguesa con MOAC 0.3%. T5= Hamburguesa con MOAC 0.4%. T6= Hamburguesa con MOAC 0.5%.

Una vez pesado los ingredientes, el filete de pescado y la grasa fueron molidos en una picadora de carne, luego se mezclaron con las micropartículas, seguido de los demás ingredientes. La masa resultante se mezcló por 5 minutos, luego fue moldeada, empacada al vacío y almacenada a -18° C para posterior análisis.

3.4.8 Análisis fisicoquímico de las hamburguesas

Las hamburguesas de paco (*Piaractus brachypomus*) se analizaron con respecto a su contenido de proteínas totales, lípidos (método Soxhlet) humedad y ceniza según los protocolos de la AOAC (AOAC, 2012). Se utilizó el valor 6.25 como factor para convertir el nitrógeno a proteína.

3.4.9 Análisis de perfil de textura

Para la determinación del perfil de textura (TPA) de las hamburguesas se empleó un analizador de textura TA-HD PLUS (Stable Micro Systems, Godalming, Reino Unido) de acuerdo a Selani et al. (Selani et al., 2016). Las muestras se cortaron con un cortador cilíndrico, para obtener muestras de 2.5 cm de diámetro por 1 cm de altura, luego fueron comprimidas mediante una sonda de 7.5 cm de diámetro (P/75, Stable Micro Systems, Godalming, Reino Unido) acoplado al texturómetro. Durante el análisis las muestras fueron comprimidas 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). En este análisis se determinó parámetros como: dureza, elasticidad, cohesión, y masticabilidad. Los ensayos experimentales se realizaron por triplicado.

3.4.10 Actividad antioxidante en la hamburguesa

Ítem 4.3.5

3.4.11 Estabilidad oxidativa

La identificación de los subproductos de oxidación se llevó a cabo mediante el empleo del método TBARS. Este procedimiento comenzó con la trituración de la muestra en un mezclador, seguido por la medición de 5 gramos de la muestra y su colocación en tubos Falcon. Luego, se añadieron 15 mL de TCA a cada uno de estos tubos, y se procedió a agitarlos en un mezclador ultrasónico durante 45 segundos a 3500 rpm. Posteriormente, se realizó una filtración de la muestra homogeneizada a través de un embudo de vástago largo con papel de filtro, utilizando un matraz Erlenmeyer de 250 mL. Se pipetearon 5 mL del filtrado en sus correspondientes tubos de

ensayo con tapa rosca. A continuación, se añadieron 5 mL de TBA y se mezclaron en un agitador de tubos. Como control de referencia, se pipetearon 5 mL de TCA y 5 mL de TBA en un tubo de ensayo, y todos los tubos se sometieron a un baño de agua a 100°C durante 40 minutos. Después de esta etapa, los tubos se sometieron a un baño de ultrasonido para eliminar las burbujas de aire formadas. La lectura de la absorbancia de nuestras muestras se llevó a cabo utilizando un espectrofotómetro (modelo Genesys 150 de Thermo Scientific, EE. UU.) a una longitud de onda de 532 nm. Previamente, se calibró el espectrofotómetro utilizando agua destilada para medir la absorbancia de las muestras y del control de referencia a una longitud de onda de 600 nm.

3.4.12 Calidad microbiológica de la hamburguesa

La calidad microbiológica de las hamburguesas, se determinó de acuerdo con la Norma Técnica Sanitaria NTS N° 071 (DIGESA, 2003) “Norma sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano” de la Dirección General de Salud Ambiental del Ministerio de Salud, que para hamburguesas comprende la determinación de indicadores de calidad como: *Aerobios mesófilos*, *escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, y *Salmonella sp.* Los análisis se realizaron en el laboratorio de Microbiología de Alimentos de la Facultad de Industrias Alimentarias de la UNAP.

3.4.13 Aceptabilidad

La aceptabilidad de las hamburguesas en consumidores directos se evaluó utilizando una escala hedónica de 9 puntos. La prueba consistió en que los consumidores califiquen la aceptabilidad escogiendo un puntaje que va desde 1=me disgusta extremadamente hasta 9= me gusta extremadamente (Carvalho et al., 2019). Asimismo, se realizó una encuesta de frecuencia consumo, teniendo como participantes a 100 estudiantes de la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana.

3.5 Procesamiento y análisis de datos

Para evaluar cómo las variables independientes afectaban las variables dependientes de nuestro estudio, se llevó a cabo un análisis de la Varianza (ANOVA) con un nivel de significancia de $\alpha=0.05$. Además, se aplicó el Test Tukey utilizando el software estadístico SAS versión 9.0. En la prueba de aceptabilidad, empleamos el software estadístico SPSS versión 26 y realizamos un análisis de la Varianza (ANOVA) con un nivel de significancia de $\alpha=0.01$.

3.6 Aspectos éticos

Toda la información recolectada durante la ejecución del proyecto proviene de fuentes netamente confiables, manteniendo la confidencialidad de estos, con el objetivo de salvaguardar la integridad de la misma. En el análisis sensorial de las hamburguesas se considerará el consentimiento informado de los participantes voluntarios. Asimismo, los análisis de caracterización de toda la investigación fueron realizados con mucha dedicación y certeza.

CAPITULO IV: RESULTADOS

4.1 Caracterización de los materiales encapsulantes

La tabla 3, muestra la composición centesimal de ambos biopolímeros. Los resultados están de acorde con el tipo de biopolímero, ya que la goma arábica al ser un polisacárido presenta un alto contenido de carbohidratos y la gelatina al ser una proteína presenta alto contenido proteico. No obstante, ambos materiales presentan bajo contenido de humedad y lípidos.

Tabla 3. Composición centesimal de materiales encapsulantes

Material	Composición centesimal (%)				
	Humedad	Proteína	Lípido	Ceniza	Carbohidrato
Goma Arábica	10.31 ± 0.18	2.09 ± 0.06	0.35 ± 0.09	1.02 ± 0.33	87.02 ± 0.33
Gelatina	11.30 ± 0.15	88.97 ± 0.17	0.13 ± 0.04	---	---

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

4.2 Actividad antioxidante y contenido de fenoles totales de frutos frescos y oleoresina de ají charapita

Si bien es cierto, el ají Charapita es un fruto ampliamente consumido en la región Amazónica, sus propiedades nutraceuticas y funcionales aún no han sido totalmente descritos en la literatura científica. Por lo cual, fue de suma importancia como primer paso, determinar la capacidad antioxidante y el contenido de fenoles de los frutos frescos, así como de la oleoresina obtenida a partir de ellos. Los resultados se muestran en la tabla 4; de acuerdo a los resultados de DPPH y ABTS, se evidencia que ambos presentaron una alta actividad antioxidante. Siendo que la oleoresina presentó un alto contenido de fenoles totales, lo que sugiere su potencial uso en aplicaciones alimentarias y farmacéuticas. Asimismo, cabe resaltar que para el análisis se realizaron diferentes diluciones, lo que permitió obtener datos más precisos y confiables sobre las propiedades del ají Charapita.

Tabla 4. Contenido de la actividad antioxidante (%Inhibición) y fenoles totales (mg de Ac. Gálico/g de muestra seca) de ají Charapita fresco y oleorresina

Muestra	Ají Charapita Fresco (Base húmeda)	Oleorresina de ají charapita (Base húmeda)
ABTS (%Inhibición)	33.67±2.00	31.23±0.52
DPPH (%Inhibición)	56.47±0.63	47.86±1.00
Fenoles totales mg EAG/g	9.47±0.41	5464.18±101.90

Promedio ± desvío estadístico (n=3).

4.3 Microencapsulación de oleorresina de ají Charapita

Debido a la naturaleza sensible de los compuestos funcionales contenidos en la oleorresina de ají Charapita. Se aplicó la técnica de coacervación compleja con el objetivo de proteger estos compuestos al ser incorporados a la hamburguesa de pescado. La tabla 5, muestran los resultados de la composición centesimal de las micropartículas coacervadas. Es posible observar que estas, presentaron altos valores de humedad, así mismo, se determinó la eficiencia de encapsulación de las micropartículas, el cual fue de 81.92%.

Tabla 5. Composición centesimal de las micropartículas

	Composición centesimal (%)					
	Humedad	Lípidos	Proteína	Carbohidrato (*)	Ceniza	EE%
MOAC	79.22 ± 0.39	27.35 ± 0.02	38.172 ± 0.10	33.28 ±	1.20 ±0.02	81.92

Promedio ± desvío estadístico (n=3). MOAC= Micropartículas conteniendo oleorresina de ají charapita. (*) Por diferencia.

Asimismo, la actividad antioxidante y el contenido de fenoles totales (Tabla 6) también fue evaluado después del proceso de microencapsulación de la oleorresina. Esto con el objetivo de comprobar, que este mantiene sus propiedades aún después de pasar por el proceso de microencapsulación. Los resultados muestran que las micropartículas conservaron la capacidad de secuestro del radical ABTS, así como el contenido de fenoles totales. Mas aún, estos resultados, muestran la presencia de la oleorresina de ají Charapita dentro de las micropartículas. Las micropartículas

fueron liofilizadas y caracterizadas en cuanto a su solubilidad e higroscopicidad, siendo los valores encontrados $14.17 \pm 1.41\%$ y $13.38 \pm 0.50\%$. Asimismo, también se determinó su actividad antioxidante y contenido de fenoles totales.

Tabla 6. Contenido de la actividad antioxidante (%Inhibición) y fenoles totales (mg de EAG/g) de micropartículas conteniendo oleorresina de ají charapita.

Aceite Extraído de micropartícula	MOAC (Base húmeda)	MOAC Liofilizada (Base seca)
ABTS (%Inhibición)	30.67 ± 0.58	42.74 ± 8.69
DPPH (%Inhibición)	40.22 ± 1.07	60.20 ± 6.21
Fenoles Totales (mg EAG/g)	5034.63 ± 11.15	1017.25 ± 84.79

*MOAC= Micropartículas con oleorresina de ají Charapita. Promedio \pm desvío estadístico (n=3).

Por otro lado, las micropartículas también fueron evaluadas en cuanto a su morfología y tamaño medio. La figura 5, muestra imágenes obtenidas mediante microscopía óptica de micropartículas húmedas conteniendo oleorresina de Ají Charapita, capturadas a 10 y a 40x. Es posible observar que estas micropartículas presentaron una estructura esférica con tamaños variables y paredes definidas. La imagen a 40 x, nos permite observar con claridad que la oleorresina de color amarillo, se encuentra contenida homogéneamente dentro de la matriz. Corroborando los datos obtenidos anteriormente para Eficiencia de encapsulación. Asimismo, fueron obtenidos los valores para el tamaño medio de 300 micropartículas, dando como resultado $47.39 \pm 16.98 \mu\text{m}$.

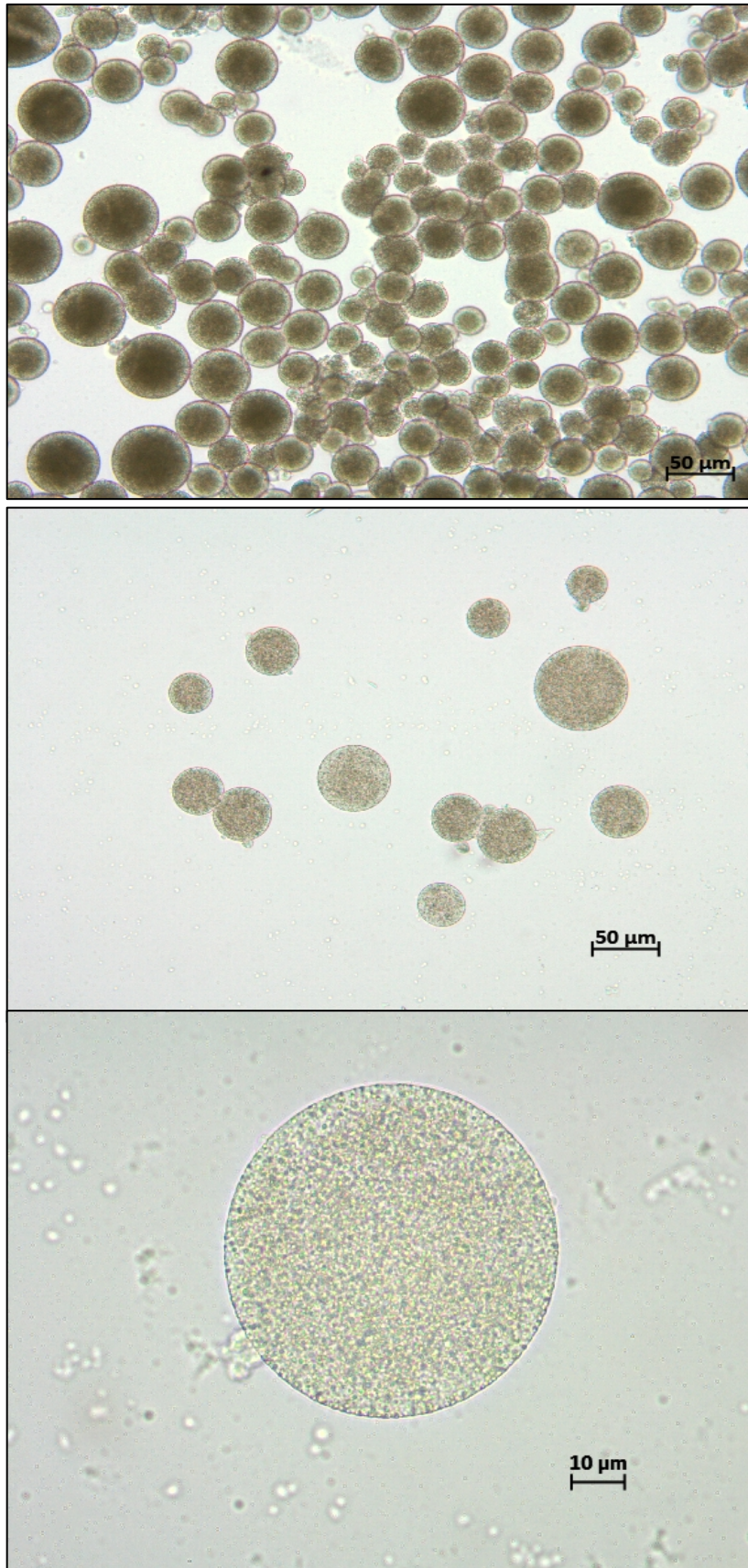


Figura 5. Micropartículas conteniendo oleoresina de ají Charapita obtenidas por microscopía óptica. A y B =10 x. C= 40x.

4.4 Composición centesimal de hamburguesas de paco

Este estudio, se pretendió darle un valor agregado al ají Charapita como ingrediente funcional en la formulación de hamburguesas de pescado por lo cual, fueron preparadas distintas formulaciones, donde las micropartículas conteniendo oleorresina fueron añadidas en diferentes concentraciones. La tabla 7 muestra los resultados de los análisis de la composición proximal, así como el contenido de cloruros y fibra total de las hamburguesas. Siendo que, fueron encontradas diferencias significativas para todos los parámetros. Los valores de humedad de las hamburguesas se encontraron entre 53.13 a 53.77 %, mientras que para proteínas y lípidos los niveles se encontraron entre 11.48-14.10% y 26.40-29.53%, respectivamente.

Tabla 7. Composición centesimal de las hamburguesas de paco con micropartículas conteniendo oleorresina de ají Charapita

Tratamientos	Humedad	Ceniza	Proteína	Lípido	Carbohidrato*	Cloruro	Fibra Total	Calorías
	(%)					mg	g	(Kcal)
T1	53.77±0.16 ^d	1.77±0.04 ^a	12.46±0.10 ^d	27.33±0.08 ^d	4.67±0.36 ^a	1.87±0.04 ^d	1.00±0.04 ^{ba}	314.49±0.06 ^c
T2	53.50±0.05 ^{ed}	1.73±0.08 ^a	12.80±0.09 ^c	27.83±0.25 ^c	4.14±0.31 ^a	1.89±0.03 ^d	0.87±0.04 ^b	318.23±0.05 ^b
T3	55.63±0.25 ^a	1.68±0.06 ^{ba}	14.35±0.06 ^a	26.40±0.20 ^e	1.95±0.44 ^c	2.34±0.05 ^b	1.11±0.09 ^a	302.76±0.09 ^e
T4	54.23±0.06 ^c	1.66±0.09 ^{ba}	11.48±0.11 ^e	29.53±0.14 ^a	3.10±0.09 ^b	2.11±0.08 ^c	1.00±0.10 ^{ba}	324.13±0.21 ^a
T5	54.94±0.07 ^b	1.64±0.05 ^{ba}	14.10±0.17 ^a	28.06±0.11 ^c	1.26±0.09 ^d	2.34±0.03 ^b	0.83±0.06 ^b	313.98±0.10 ^d
T6	53.13±0.11 ^e	1.55±0.14 ^b	13.78±0.10 ^b	28.57±0.17 ^b	2.97±0.19 ^b	2.57±0.05 ^a	0.90±0.07 ^b	324.15±0.21 ^a

Promedio ± desvío estadístico (n=3). Nota: Letras diferentes en la misma columna representan diferencia significativa (p>0.05) entre las medias determinadas utilizando la prueba Tukey. * Calculado por diferencia. T1= Hamburguesa Control. T2= Hamburguesa con MOAC 0.1%. T3= Hamburguesa con MOAC 0.2%. T4= Hamburguesa con MOAC 0.3%. T5= Hamburguesa con MOAC 0.4%. T6= Hamburguesa con MOAC 0.5%.

4.5 pH de las hamburguesas

La adición de micropartículas afectó significativamente ($P < 0.5$) el pH de las hamburguesas tanto crudas como cocidas (Tabla 8). Para las hamburguesas crudas, el nivel de pH varió entre 5.95 a 5.88, mientras que las hamburguesas cocidas se encontraron entre 5.89 a 5.78 de pH.

Tabla 8. pH de las hamburguesas

Tratamientos	pH	
	Crudo	Cocido
T1	5.95±0.01 ^{aA}	5.88±0.01 ^{aB}
T2	5.88±0.01 ^{cA}	5.78±0.01 ^{bB}
T3	5.94±0.01 ^{aA}	5.88±0.01 ^{aB}
T4	5.88±0.01 ^{bcA}	5.78±0.01 ^{bB}
T5	5.89±0.00 ^{bcA}	5.78±0.00 ^{bB}
T6	5.93±0.00 ^{baA}	5.89±0.01 ^{aA}

Promedio ± desvío estadístico (n=3). Nota: Letras diferentes en la misma columna representan diferencia significativa ($p > 0.05$) entre las medias determinadas utilizando la prueba Tukey. T1= Hamburguesa Control. T2= Hamburguesa con MOAC 0.1%. T3= Hamburguesa con MOAC 0.2%. T4= Hamburguesa con MOAC 0.3%. T5= Hamburguesa con MOAC 0.4%. T6= Hamburguesa con MOAC 0.5%.

4.6 Propiedades de rendimiento

La adición de micropartículas conteniendo oleorresina de ají Charapita afectó significativamente las propiedades de rendimiento de las hamburguesas. A medida que se aumentó las micropartículas, la pérdida de cocción, reducción de diámetro y retención de humedad disminuyeron progresivamente (Tabla 9). Por el contrario, la retención de grasa aumentó a mayor contenido de micropartículas.

Tabla 9. Propiedades de rendimiento de las hamburguesas

Tratamientos	Pérdida de cocción	Reducción de diámetro	Retención de humedad	Retención de grasa
T1	46.74±1.98 ^a	14.89±0.56 ^a	51.06±1.90 ^{ba}	44.35±1.65 ^d
T2	40.73±1.72 ^{cb}	13.13±1.87 ^b	48.02±1.40 ^{bc}	63.89±1.86 ^{ba}
T3	41.63±1.38 ^b	12.30±0.56 ^{bac}	45.99±1.09 ^c	60.74±1.44 ^{bc}
T4	37.30±1.59 ^c	11.33±1.12 ^{bc}	52.27±1.33 ^a	60.77±1.54 ^{bc}
T5	38.27±0.70 ^{cb}	10.36±0.56 ^c	45.76±0.52 ^c	67.63±0.77 ^a
T6	37.68±0.19 ^{cb}	10.03±0.56 ^c	54.37±0.17 ^a	56.69±0.18 ^c

Promedio ± desvío estadístico (n=3). Nota: Letras diferentes en la misma columna representan diferencia significativa ($p > 0.05$) entre las medias determinadas utilizando la prueba Tukey.

4.7 Perfil de textura

Los resultados de la prueba del análisis de perfil de textura para los diferentes tratamientos (Tabla 10), mostraron que la adición de micropartículas no tuvo efectos en los parámetros considerados, a excepción de la adhesividad. Aunque es posible observar que a media que la concentración de micropartículas fue mayor, los niveles de dureza y masticabilidad disminuyeron, no obstante, no fue significativo ($P>0.05$).

Tabla 10. Perfil de Textura de Hamburguesas de paco con micropartículas conteniendo oleoresina de ají charapita

Tratamientos	Dureza (gf)	Adhesividad	Elasticidad	Cohesividad	Gumosidad	Masticabilidad (gf)	Resiliencia
T1	436.63±12.83 ^a	33.16±16.019 ^b	0.34±8.78 ^a	0.28±4.86 ^a	123.25±12.72 ^a	42.28±21.54 ^a	0.09±4.08 ^a
T2	383.32±8.37 ^a	70.32±7.873 ^a	0.52±6.27 ^a	0.33±5.14 ^a	125.96±5.56 ^a	65.24±10.65 ^a	0.07±3.44 ^a
T3	310.90±9.29 ^a	42.79±9.359 ^b	0.42±6.07 ^a	0.33±6.25 ^a	102.81±2.80 ^a	43.26±4.73 ^a	0.08±5.03 ^a
T4	450.41±47.11 ^a	46.74±20.79 ^b	0.44±33.78 ^a	0.27±13.72 ^a	118.13±31.68 ^a	50.33±27.97 ^a	0.07±4.24 ^a
T5	374.08±13.30 ^a	54.68±26.06 ^{ba}	0.55±24.61 ^a	0.33±2.51 ^a	121.43±12.31 ^a	68.20±34.76 ^a	0.08±3.89 ^a
T6	352.82±11.82 ^a	32.11±9.78 ^b	0.33±2.47 ^a	0.28±9.60 ^a	98.11±4.82 ^a	32.73±6.78 ^a	0.08±13.54 ^a

Promedio ± desvío estadístico (n=3). Nota: Letras diferentes en la misma columna representan diferencia significativa ($p>0.05$) entre las medias determinadas utilizando la prueba Tukey. T1= Hamburguesa Control. T2= Hamburguesa con MOAC 0.1%. T3= Hamburguesa con MOAC 0.2%. T4= Hamburguesa con MOAC 0.3%. T5= Hamburguesa con MOAC 0.4%. T6= Hamburguesa con MOAC 0.5%.

4.8 Calidad microbiológica

Los resultados de las pruebas microbiológicas de las hamburguesas, se encontraron dentro de los niveles permitidos establecidos por la NTS n°71. Donde se mostró, contenidos promedios de 1.8×10^4 para aerobios mesófilos, <0.1 UFC/g para staphylococcus coagulasa positivo, así como ausencia para salmonella en 25 g.

Tabla 11. Calidad microbiológica de hamburguesa de Paco con micropartículas conteniendo oleorresina de ají charapita

Tratamientos	Aerobios Mesófilos (UFC/g)	Escherichia coli (UFC /g)	Staphylococcus aureus (UFC/g)	Salmonella sp. en 25 gramos
T1	1.9×10^4	0	<10	Ausencia
T2	1.8×10^4	0	<10	Ausencia
T3	1.7×10^4	0	<10	Ausencia
T4	1.8×10^4	0	<10	Ausencia
T5	2×10^4	0	<10	Ausencia
T6	2×10^4	0	<10	Ausencia

T1= Hamburguesa Control. T2= Hamburguesa con MOAC 0.1%. T3= Hamburguesa con MOAC 0.2%. T4= Hamburguesa con MOAC 0.3%. T5= Hamburguesa con MOAC 0.4%. T6= Hamburguesa con MOAC 0.5%.

4.9 Actividad antioxidante y Contenido de Fenoles Totales de las hamburguesas de Paco

Debido a que los capsaicinoides y otros antioxidantes contenidos en el ají Charapita son compuestos volátiles y sensibles. La actividad antioxidante y el contenido de fenoles totales fue determinada en la hamburguesa con micropartículas conteniendo oleorresina de ají Charapita (Tablas 12,13 y 14), con el objetivo de determinar cuan efectivo fue el proceso de microencapsulación en preservar sus características funcionales. Los análisis se realizaron en un periodo de 1 mes, cada dos semanas.

Tabla 12. Actividad antioxidante (% de inhibición) DPPH

Tratamientos	% inhibición - DPPH		
	Semana 0	Semana 2	Semana 4
T1	34.17 ± 3.90 ^{aA}	32.21 ± 0.66 ^{aA}	30.35 ± 1.93 ^{bA}
T2	34.62 ± 2.45 ^{aA}	33.42 ± 1.37 ^{aA}	32.37 ± 0.55 ^{baA}
T3	35.96 ± 0.45 ^{aA}	34.62 ± 1.25 ^{aA}	32.91 ± 2.12 ^{baA}
T4	36.58 ± 1.27 ^{aA}	35.07 ± 0.76 ^{aA}	34.80 ± 2.82 ^{baA}
T5	38.25 ± 5.82 ^{aA}	37.00 ± 1.02 ^{aA}	36.11 ± 2.49 ^{baA}
T6	38.66 ± 2.53 ^{aA}	38.35 ± 3.97 ^{aA}	37.45 ± 3.12 ^{aA}

Promedio ± desvío estadístico (n=3). Nota: Letras diferentes en minúscula en la misma columna representan diferencia significativa ($p>0.05$) entre las medias determinadas utilizando la prueba Tukey. Letras diferentes en mayúscula en la misma fila representan diferencia significativa ($p>0.05$) entre las medias determinadas utilizando la prueba Tukey.

Tabla 13. Actividad antioxidante (% Inhibición) ABTS

Tratamientos	% Inhibición - ABTS		
	Semana 0	Semana 2	Semana 4
T1	8.07 ± 1.09 ^{aA}	6.10 ± 0.93 ^{bA}	3.29 ± 0.76 ^{cB}
T2	8.68 ± 1.47 ^{aA}	6.33 ± 1.33 ^{bBA}	4.10 ± 0.15 ^{bcB}
T3	9.14 ± 0.64 ^{aA}	7.57 ± 1.43 ^{aB}	5.41 ± 0.75 ^{baC}
T4	9.24 ± 1.53 ^{aA}	7.90 ± 0.87 ^{aBA}	5.65 ± 1.40 ^{baC}
T5	9.44 ± 1.02 ^{aA}	8.04 ± 1.77 ^{aBA}	6.61 ± 1.20 ^{baB}
T6	9.60 ± 1.56 ^{aA}	8.24 ± 1.37 ^{aA}	7.95 ± 1.45 ^{aA}

Promedio ± desvío estadístico (n=3). Nota: Letras diferentes en minúscula en la misma columna representan diferencia significativa ($p>0.05$) entre las medias determinadas utilizando la prueba Tukey. Letras diferentes en mayúscula en la misma fila representan diferencia significativa ($p>0.05$) entre las medias determinadas utilizando la prueba Tukey

Tabla 14. Contenido de Fenoles Totales (mgEAG/100 mL Aceite)

Tratamientos	Fenoles Totales (mgEAG/ g)		
	Semana 0	Semana 2	Semana 4
T1	12.11± 0.41 ^a	10.20± 0.72 ^a	9.39± 0.52
T2	12.17± 1.17 ^a	10.29± 0.43 ^a	9.51± 1.72
T3	12.17± 0.74 ^a	10.49± 0.72 ^a	9.58± 0.85
T4	12.39± 0.43 ^a	10.64± 0.45 ^a	9.60± 1.20
T5	12.70± 1.14 ^a	10.75± 0.47 ^a	9.90± 1.56
T6	14.17± 1.00 ^a	10.98± 0.23 ^a	9.95± 1.30

Promedio ± desvío estadístico (n=3). Nota: Letras diferentes en minúscula en la misma columna representan diferencia significativa ($p>0.05$) entre las medias determinadas utilizando la prueba Tukey. Letras diferentes en mayúscula en la misma fila representan diferencia significativa ($p>0.05$) entre las medias determinadas utilizando la prueba Tukey

4.10 Aceptabilidad

La prueba sensorial se realizó para verificar la aceptabilidad de la hamburguesa de paco con diferentes cantidades de oleorresina de ají charapita microencapsulada. Se asignaron números aleatorios a los tratamientos: T1=357, T2=159, T3=951, T4=359, T5=796, T6=413.

a. Análisis estadístico de la aceptabilidad hamburguesa de paco con adición de diferentes cantidades de oleorresina de ají charapita microencapsulado

En la Tabla 15 se puede observar los puntajes asignados por los jueces a las muestras de hamburguesa con respecto a su aceptabilidad. El análisis de varianza reporta diferencias altamente significativas ($P < 0.01$) al comparar el promedio de los puntajes asignados.

Tabla 15. Distribución de los puntajes asignados por los jueces.

Calificación	Muestra					
	357	159	951	359	796	413
	<i>n</i>	<i>n</i>	<i>n</i>	<i>n</i>	<i>n</i>	<i>n</i>
Me gusta muchísimo (9)	11	17	15	9	17	6
Me gusta Mucho (8)	34	31	17	25	16	13
Me gusta moderadamente (7)	18	21	21	18	20	24
Me gusta ligeramente (6)	15	20	23	25	22	24
Indiferente (5)	7	2	14	8	8	3
Me disgusta ligeramente (4)	9	4	6	5	6	16
Me disgusta moderadamente (3)	3	2	3	2	3	6
Me disgusta mucho (2)	2	3	1	6	5	4
Me disgusta muchísimo (1)	1	0	0	2	3	4
$\bar{x} \pm s$	6.72±1.82 ^a	7.06±1.65 ^a	6.61±1.64 ^a	6.37±1.95 ^{ab}	6.39±2.10 ^{ab}	5.79±2.04 ^b

$\bar{x} \pm s$: promedio±desviación estándar, a y b: grupos formados por la prueba Tukey, ab: indica que pertenecen al mismo grupo. ANOVA: p-valor < 0.01

Luego al hacer las comparaciones múltiples de los promedios mediante la prueba de Tukey se encontró que las muestras **413, 359 y 796** se agruparon juntas en el grupo “a” debido a que no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre las medias de los puntajes asignados.

Por otro lado, las muestras **359, 796, 951, 357 y 159** se agruparon juntas en el grupo “b” debido a que no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre las medias de los puntajes asignados. Sin embargo, las muestras 359 y 796 forman parte de ambos grupos, esto indica que las muestras 359 y 796 ocupan una posición intermedia entre los dos grupos definidos por la prueba de Tukey. Mientras que las muestras 359 y 796 son percibidas como similares a 413 en términos de aceptabilidad (pues están en el mismo grupo que 413), también son percibidas como similares a las muestras del segundo grupo (359, 796, 951, 357, 159). Finalmente, se puede considerar que la muestra que tiene la mayor aceptabilidad son las muestras 159, 357 y 951.

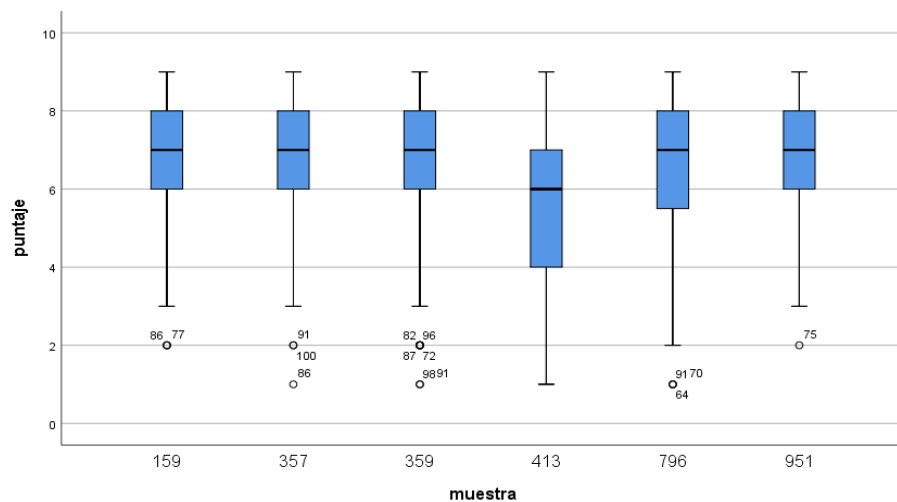


Figura 6. Comparación de aceptabilidad de las hamburguesas de paco con adición de diferentes cantidades de oleoresina de ají charapita microencapsulada: Diagrama de Cajas.

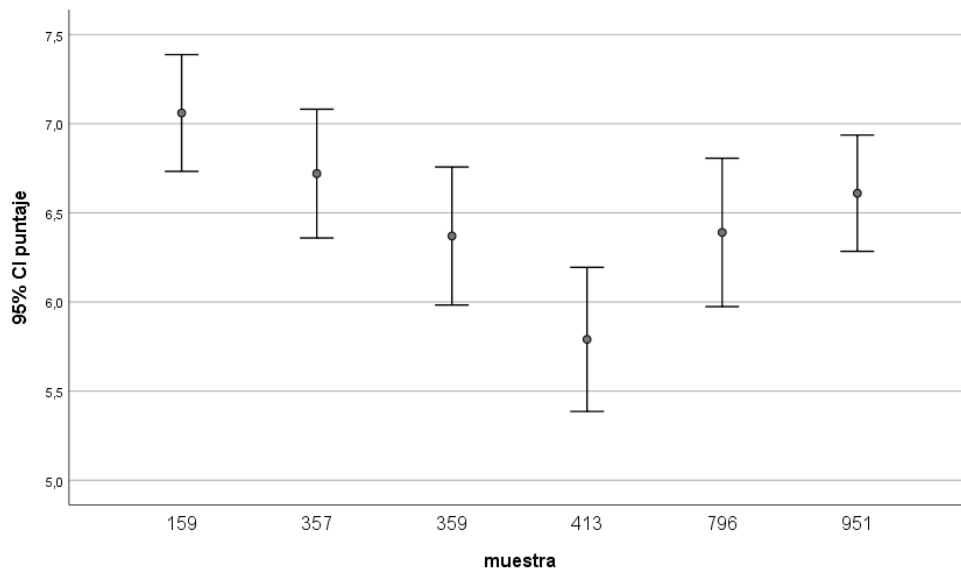


Figura 7. Comparación de la media de los puntajes asignado por los jueces en la prueba de aceptabilidad de las hamburguesas de paco con adición de diferentes cantidades de oleoresina de ají charapita microencapsulada.

Por otro lado, el análisis de correspondencia explicó el 80.9% del total de los datos en dos dimensiones donde se identificaron tres grupos (Figura 7), visualizándose la relación existente entre las muestras de hamburguesas y los atributos. El primer grupo estuvo representado por la muestra 357 (cuadrante superior izquierdo) caracterizado por buen olor, no es picante y condimento en su punto. El segundo grupo conformado por las muestras 413 y 796 se ubicó en el cuadrante superior derecho y se caracterizó por los atributos: picante rico, consistente, picante agradable. El tercer grupo conformado por las muestras 359 y 951 (cuadrante inferior derecho) y se caracterizó por los atributos: sabroso, sabor a pescado, sabor agradable y picante moderado. El cuarto grupo conformado por la muestra 159 (cuadrante inferior izquierdo) se caracterizó por los atributos menos picante y no grasoso. Cabe destacar que las muestras 159, 357 y 951 tuvieron la mayor aceptabilidad de parte de los jueces (consumidores) sin embargo, éstas muestras tienen diferentes razones de su aceptabilidad de los cuales la muestra 357 es la que está relacionada con los atributos: sabroso, sabor a pescado, sabor agradable y picante moderado lo que la ubicaría como la mejor muestra.

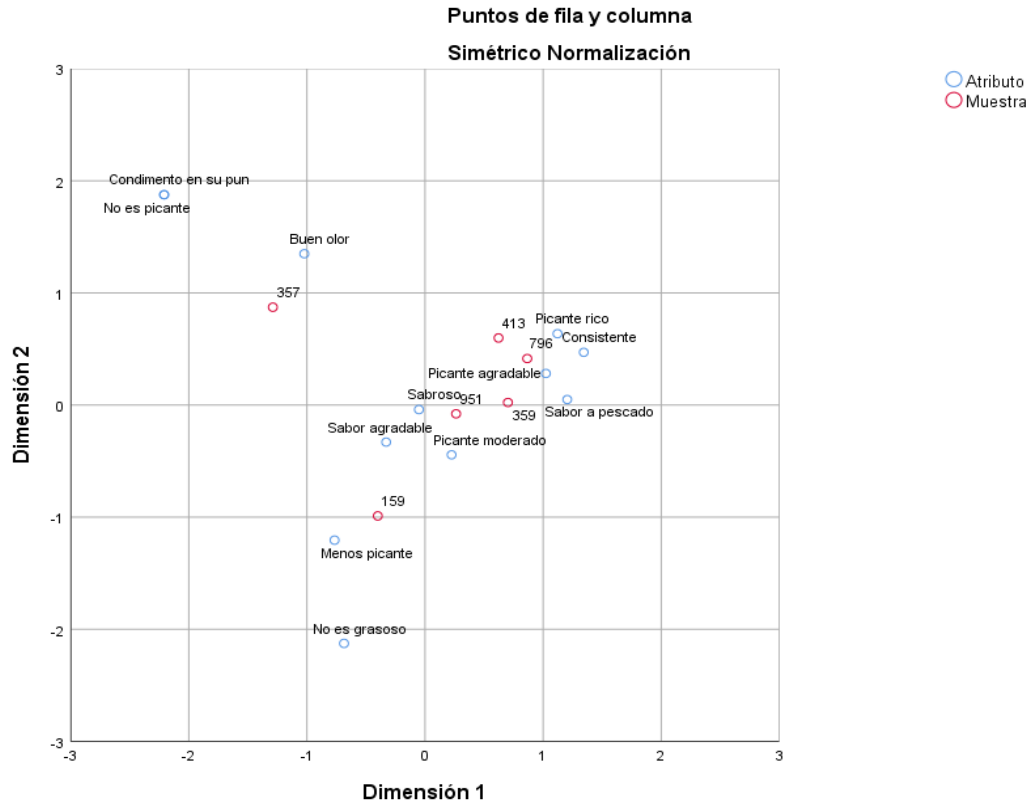


Figura 8. Análisis de correspondencia entre las muestras (159, 357, 359, 413, 796 y 951) y los descriptores de la hamburguesa de paco con oleorresina de ají charapita.

a. Frecuencia de consumo de hamburguesas

La figura 9 muestra la distribución de la frecuencia con la que las personas consumen hamburguesas en la ciudad de Iquitos, datos obtenidos de la encuesta de frecuencia de consumo realizado en 100 estudiantes de UNAP. Los resultados se muestran a continuación:

Mensual (56%): Esta es la categoría con el porcentaje más alto. Indica que un gran segmento de la población consume hamburguesas una vez al mes. Esto podría deberse a razones como la diversificación de la dieta o elecciones alimentarias basadas en la salud.

Quincenal (22%): Aquí vemos que un grupo más pequeño consume hamburguesas sólo una vez cada quince días. Esto podría deberse a razones como la diversificación de la dieta o elecciones alimentarias basadas en la salud. Esto podría reflejar una

preferencia por las hamburguesas como parte regular de la dieta, posiblemente para el desayuno, almuerzo o durante las comidas.

Semanal (22%): Esta categoría indica que un número similar de personas consume hamburguesas una vez al mes. Esto podría reflejar una preferencia por las hamburguesas como parte regular de la dieta, posiblemente para el desayuno, almuerzo o durante las comidas.

Diario (0%): Ninguno de los encuestados indico que consume diariamente hamburguesas. Esto podría deberse a razones como la diversificación de la dieta o elecciones alimentarias basadas en la salud.

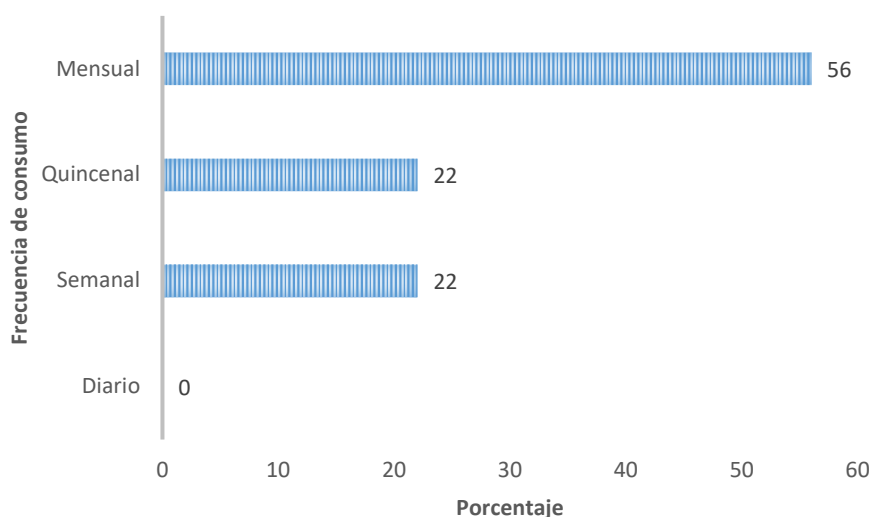


Figura 9 Frecuencia de consumo de hamburguesas.

4.11 TBARS

La oxidación lipídica de las hamburguesas tanto crudas y cocidas fue evaluada durante cuatro semanas en condiciones aceleradas de oxidación. Para la evaluación se consideraron el tratamiento control T1 (sin adición de micropartículas, así como el tratamiento con mayor puntaje en las pruebas sensoriales, el cual fue el tratamiento 5 que contenía MOAC al 0.4%. La tabla 16, muestra los resultados de TBARS de hamburguesas crudas, donde se observa que los niveles de oxidación de las dos muestras aumentaron

significativamente desde el tiempo cero hasta la semana 4. A su vez, tanto en el tiempo 0 como en la semana 2 y 4, no se encontraron diferencias en la oxidación de las hamburguesas del T1 y T5. Por el contrario, en las semanas 1 y 3, las hamburguesas T5 presentaron menores valores de oxidación comparado al tratamiento control.

Tabla 16. Análisis de TBARS (mg MDA/kg) de hamburguesas crudas de paco con micropartículas conteniendo oleoresina de ají charapita.

Tratamiento	Tiempo		
	Semana 1	Semana 2	Semana 3
T1	1.2580 ± 0.077aB	1.8264 ± 0.038aA	1.9019 ± 0.008aA
T2	1.0540 ± 0.188aB	1.3793 ± 0.197bA	1.5399 ± 0.010bA
T3	0.6771 ± 0.130bB	1.2409 ± 0.130bA	1.4352 ± 0.086bcA
T4	0.4463 ± 0.016bcB	1.2532 ± 0.101bA	1.2662 ± 0.016cA
T5	0.4102 ± 0.015cB	1.2240 ± 0.124bA	1.2772 ± 0.089cA
T6	0.4767 ± 0.012bcA	0.9784 ± 0.041cB	1.2634 ± 0.072cC

Promedio ± desvío estadístico (n=3). Nota: Letras diferentes en minúscula en la misma columna representan diferencia significativa ($p>0.05$) entre las medias determinadas utilizando la prueba Tukey. Letras diferentes en mayúscula en la misma fila representan diferencia significativa ($p>0.05$) entre las medias determinadas utilizando la prueba Tukey.

Tabla 17. Análisis de TBARS (mg MDA/kg) de hamburguesas crudas de paco con micropartículas conteniendo oleoresina de ají charapita.

Tratamiento	Tiempo		
	Semana 1	Semana 2	Semana 3
T1	1.4926 ± 0.218aB	2.3258 ± 0.255aA	2.1058 ± 0.080aA
T2	1.3738 ± 0.153aB	1.8650 ± 0.382abA	1.9996 ± 0.100abAB
T3	1.3618 ± 0.064aA	1.4894 ± 0.056bcA	1.8233 ± 0.018abA
T4	1.1097 ± 0.337aB	1.3951 ± 0.252bcAB	1.5491 ± 0.034abA
T5	1.1030 ± 0.195aB	1.3879 ± 0.061cAB	1.5124 ± 0.048abB
T6	1.0932 ± 0.160aA	1.1448 ± 0.259cA	1.4558 ± 0.046bA

Promedio ± desvío estadístico (n=3). Nota: Letras diferentes en minúscula en la misma columna representan diferencia significativa ($p>0.05$) entre las medias determinadas utilizando la prueba Tukey. Letras diferentes en mayúscula en la misma fila representan diferencia significativa ($p>0.05$) entre las medias determinadas utilizando la prueba Tukey.

Por otro lado, la tabla 17, presenta los resultados de TBARS para las hamburguesas cocidas. Los resultados nos muestran que para el tratamiento 1, los valores de TBARS aumentaron con el tiempo de forma significativa ($P>0.05$). Similarmente, para el tratamiento 5 también se observó un incremento, aunque en la semana 4 hubo disminución de los valores. Por otro lado, en la semana 1 y 2 no se encontraron diferencias entre los tratamientos. No obstante, se puede apreciar que a partir de la 2, el tratamiento T5 con MOAC, presentaron menores valores de TBARS ($P>0.05$).

CAPÍTULO V: DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

En este estudio, se obtuvieron micropartículas conteniendo oleorresina de ají charapita, los cuales fueron utilizadas como ingrediente alimentario en la producción de hamburguesas de pescado. En este estudio, se obtuvieron micropartículas conteniendo oleorresina de ají charapita, los cuales fueron utilizadas como ingrediente alimentario en la producción de hamburguesas de pescado.

5.1 Actividad antioxidante y contenido de Fenoles Totales de frutos frescos y oleorresina de ají charapita

Reportes sobre a actividad antioxidante de la oleorresina de ají charapita son escasos. Los resultados mostrados en la tabla 3, están en concordancia con lo reportado por Grande-Villanueva et al. (2015), quienes reportan que los ajíes del género *capsicum* suelen ser ricos en antioxidantes, ya que entre su composición se puede encontrar al ácido ascórbico, carotenoides, compuestos fenólicos, quercetina y catequina (Antonio et al., 2018). Asimismo, debido a que fueron utilizadas diferentes diluciones para los análisis, no fue posible una comparación directa entre el fruto fresco y la oleorresina. No obstante, se espera que la actividad antioxidante y la cantidad de compuestos fenólicos sea mayor en la oleorresina, ya que la muestra utilizada para el análisis se encontraba más diluida comparada a la muestra del fruto fresco. Los resultados son cercanos a lo reportado por Farahmandfar et al. (2017), quienes reportaron porcentajes de captación del radical DPPH de 54.65% para extractos hidroetanólicos de ajíes *Capsicum frutescens*. En esta misma investigación los autores también analizaron el contenido de compuestos fenólicos totales reportando valores de 742.87 mg GAE/100 g de oleorresina. Siendo que estos resultados, son menores a lo encontrado en este estudio (4363.87 mg GAE/100 g). Por su parte, Valencia-Córdova et al. (2021), evaluaron la actividad antioxidante del ají habanero (*Capsicum chinenses Jacq.*), donde encontraron que el contenido de fenoles totales fue de 29.13 GAE/ml.

Según Viktorija et al. (2014), la actividad antioxidante de las oleorresinas obtenidas de las especies del género *capsicum*, dependen principalmente de su contenido de capsaicina. Asimismo, también otros factores pueden influir en los resultados como tipo o especie del género *Capsicum* analizadas, tipo de extracción, estado de madurez del fruto, etc. (Manikharda et al., 2018).

Por otro lado, se sabe que los compuestos fenólicos pueden actuar como antioxidantes ya que también poseen la habilidad de donar moléculas de hidrógeno y a su vez actúan como quelantes de metales (Gurnani et al., 2016). Por lo que diferentes estudios han estudiado los beneficios de esto compuestos, que destacan en la prevención de enfermedades como el cáncer, enfermedades cardiovasculares, degenerativas y del sistema inmunológico (Nadeem et al., 2011). Por lo que, se puede afirmar que la presencia de compuestos fenólicos de las muestras estudiadas en esta investigación confirma que estas poseen las propiedades beneficiosas para la salud mencionadas anteriormente.

5.2 Producción y caracterización de micropartículas conteniendo oleorresina de ají charapita

Debido a que, la oleorresina de ají charapita es rico en compuestos fenólicos, carotenoides y otros compuestos bioactivos sensibles. La tecnología de la microencapsulación por coacervación compleja, fue utilizada para preservar sus propiedades funcionales. Los materiales encapsulantes utilizados fueron gelatina y goma arábica, los cuales nos permitieron obtener valores de eficiencia de encapsulación (EE) considerablemente altas (81.92%). Estos valores son mayores a lo encontrado por estudios previos, Juárez-Goiz et al. (2018), reportaron 63% de EE, para micropartículas conteniendo oleorresina de *Capsicum annum* producidas con maltodextrina y proteínas de leche desnatada en polvo. Por su parte, Zuanon et al. (2013), encontraron valores de EE de hasta 72.75% para micropartículas de gelatina y goma arábica conteniendo oleorresina de palillo. Estas diferencias pueden ser debido las condiciones de microencapsulación, como el pH utilizado,

estequiometría de los materiales encapsulantes y tipo de material encapsulante. Es bien conocido que la mezcla gelatina-goma arábica, son los materiales por excelencia en la coacervación compleja, ya que produce complejos de alta calidad con reducida solubilidad, el cual es importante para una buena separación de fases (Shaddel et al., 2018).

Asimismo, al analizar los otros resultados reportados en la tabla 3, se puede afirmar que estos presentan las características típicas de micropartículas coacervadas, tales como alto contenido de humedad. Por otro lado, también se evaluó la capacidad antioxidante de MOAC frescas y liofilizadas. Si bien es cierto, ya existen estudios en los que se encapsuló oleorresina de especies del género capsicums, aquellos en los que se empleó coacervación compleja como método de microencapsulación son escasos. Además, estos estudios se enfocaron más en la optimización parámetros de encapsulación, y no se determinó la actividad antioxidante de las micropartículas. Por ello, en este estudio, se realizaron estos análisis, los resultados descritos en la tabla 5, muestran que el proceso de coacervación compleja preservó las propiedades funcionales de la oleorresina. Lo cual, es de gran importancia ya que nos confirma que la técnica escogida fue la adecuada para microencapsular la oleorresina.

Por otro lado, la microscopía óptica fue tomada como uno de los indicativos principales para confirmar la formación de las micropartículas y analizar su morfología. De acuerdo a la fig. 4, se observaron estructuras esféricas con paredes bien definidas (estructura típica de las micropartículas obtenidas por coacervación compleja), las cuales tuvieron un tamaño promedio de $47.39 \pm 16.98 \mu\text{m}$. Lo cual, es similar a lo reportado por Sánchez et al. (2016), quienes en su estudio encapsularon extracto de broccoli, utilizando condiciones parecidas al de este estudio, los autores reportaron tamaños de micropartículas entre 50 a 100 μm . Favaro-Trindade et al. (2008), las micropartículas producidas por coacervación compleja pueden variar entre 1 a 500 μm .

5.3 Producción y caracterización de hamburguesas de paco con micropartículas

Debido a que existe suficiente evidencia que demuestra los efectos nocivos que tienen los antioxidantes sintéticos utilizados comúnmente en la industria. La búsqueda de antioxidantes naturales, ha conllevado a que explore nuevas fuentes naturales. En este estudio, las micropartículas conteniendo oleoresina de ají charapita fueron añadidas en diferentes concentraciones a formulaciones de hamburguesa de paco. De acuerdo con los resultados reportados en la Tabla 6, las hamburguesas presentaron contenido de humedad entre 53.13 a 53.77 %, proteínas y lípidos entre 11.48-14.10% y 26.40-29.53%, respectivamente. Resultados similares fueron encontrados por Saavedra et al. (2022), quienes en su estudio formularon hamburguesas de paco, los cuales, presentaron valores de humedad entre 52.83 a 54.82. No obstante, los valores de proteína fueron mayores comparados a este estudio (15.97-19.56), estas diferencias pueden ser debido a que la adición de las micropartículas se realizó en función de la pulpa de paco, es decir que a mayor cantidad de micropartículas, se disminuyó la cantidad de pulpa de pescado.

Por otro lado, se observó que la adición de micropartículas afectó significativamente el pH de las hamburguesas, aunque no se estableció una tendencia entre los diferentes tratamientos. Sin embargo, hubo diferencias significativas entre las hamburguesas crudas y cocidas, siendo que el proceso de cocción disminuyó el pH de todos los tratamientos a excepción del T6. Estos resultados, difieren de lo reportado por Bainy et al. (2015), ya que ellos encontraron que las hamburguesas de trucha cocidas presentaron mayor pH que las hamburguesas crudas. No obstante, los valores de pH son cercanos a lo encontrado en este estudio (6.1-6.30).

5.4. Propiedades de rendimiento y perfil de textura de las hamburguesas

El perfil de textura de las hamburguesas está estrechamente relacionado con las propiedades de rendimiento de las hamburguesas. Los resultados reportados en la Tabla 8 mostraron una tendencia decreciente en las pérdidas de cocción, reducción de diámetro y retención de humedad, aunque no se presentaron diferencias significativas. Según tal autor Rengifo et al. (2024), las pérdidas de cocción en las hamburguesas se deben principalmente a la evaporación de agua y derretimiento de la grasa durante la cocción. Por lo que, aquellos tratamientos que presentaron menor pérdida de cocción también fueron los que mostraron menores valores de dureza, gomosidad y masticabilidad. Previamente Bainy et al. (2014), encontró valores de dureza entre 4.01 a 5.52 N en hamburguesas de tilapia, sin embargo, estas hamburguesas no sufrieron ninguna modificación. Por su parte, Presenza et al. (2022), reportaron mayores valores de dureza para hamburguesas de *Colossoma macroporum* (gamitana) con adición de almidón de yuca y avena, siendo que los resultados encontrados para dureza estuvieron entre 20.46 a 38.67 N (Newton). Por lo que, al realizar la conversión de nuestros resultados, los valores de dureza, se encontrarían entre 3.04 a 4.28 N, alrededor de siete veces menos comparado al estudio anterior.

5.5 Calidad microbiológica

La tabla 10 muestra los resultados de las pruebas microbiológicas realizadas a las hamburguesas, los indicadores evaluados fueron: *Aérobios mesófilos*, *escherichia coli*, *stahphylococcus aureus* y *salmonella*. Los resultados se encontraron dentro de los parámetros establecidos por la Norma Técnica Sanitaria N° 71 (DIGESA, 2003), por lo que la adición de MOAC a las hamburguesas de pescado no afectó su calidad microbiológica. De hecho, posiblemente estas micropartículas probablemente contribuyeron al mantenimiento de la inocuidad de las hamburguesas. Esto debido a que se ha reportado, que el ají charapita no solo presenta actividad

antioxidante, si no también actividad antimicrobiana (Koleva Gudeva et al., 2013).

5.6 Actividad antioxidante y contenido de fenoles totales de las hamburguesas de paco

La actividad de secuestro de radicales DPPH y ABTS, así como el contenido de fenoles totales se analizaron en los diferentes tratamientos de hamburguesa de paco. Los resultados de actividad antioxidante mostrados en la tabla 11, revelan que tanto en la semana 0 como en la semana 4, no se presentaron diferencias significativas entre los tratamientos. Así mismo, para T1, T3 y T4, la disminución de los valores desde la semana 0 hasta la semana 4, no fue significativo. Mientras que para T2, T4 y T5, esta disminución si fue significativa. Similar comportamiento fue observado en el análisis de ABTS (Tabla 12). Por otro lado, de acuerdo a la tabla 13 donde se presenta los resultados del contenido de fenoles totales de las hamburguesas, tampoco se observaron diferencias significativas entre los tratamientos en la semana 0, 2 y 4. Aunque, al analizar cada tratamiento individualmente, se observa que los niveles de fenoles totales, disminuyeron en la semana 2, sin embargo, se observa un incremento significativo en la semana 4. En los últimos años la búsqueda de antioxidantes naturales se ha incrementado. En el estudio de Spinelli et al. (2016), micropartículas conteniendo propolis producidas por spray drying fueron añadidas a hamburguesas de pescado, lo cual incrementó el contenido de fenoles y la actividad antioxidante. De forma similar, en otro estudio realizado por Spinelli et al. (2015), en su estudio microencapsularon extracto de granos de cerveza para enriquecer hamburguesas de pescado, los autores encontraron que este extracto ejerció efectos positivos en la muestra, siendo que estas presentaron mayor contenido de polifenoles y flavonoides en un 30 y 50% comparado a la muestra control. Además, estos prepararon una muestra control donde añadieron un antioxidante comercial, que durante el ensayo de DPPH, mostró mayor porcentaje de inhibición. Lo cual, ya se esperaba, ya que estos son antioxidantes de alta pureza, no

obstante, como ya se mencionó antes, estos pueden tener efectos nocivos en la salud de las personas. En ambos, estudios la microencapsulación ayudó a enmascarar el sabor y olor de los extractos, si no que a su vez tuvieron efectos positivos en la protección de estos cuando estos eran sometidos a procesos de cocción. Si bien es cierto, en este estudio solo analizamos la actividad antioxidante y contenido de fenoles de las muestras crudas, se puede afirmar que el proceso de microencapsulación fue adecuado ya que nos ayudaría a proteger y preservar las propiedades que tiene la oleorresina de ají charapita.

5.7 Aceptabilidad

Todas las muestras fueron sometidas a una prueba de aceptabilidad. De acuerdo a los resultados reportados en la tabla 15. Es posible observar que a medida que se incrementaba la adición de MOAC, los puntajes de aceptabilidad disminuyeron. De acuerdo al puntaje, la muestra más aceptada fue la 159 (T2), seguido del 357 (T1) y 951 (T3), aunque estos fueron estadísticamente iguales, pero se puede decir que estas fueron las que tuvieron mayor aceptabilidad entre los consumidores.

Asimismo, al realizar el análisis de correspondencia (Figura 7), los tratamientos se dividieron en tres grupos. El primero (357) se relacionó con los atributos de buen olor, no muy picante y condimento en su punto. El segundo grupo (413 y 796) se relacionó con picante rico, consistente y picante agradable. El tercer grupo (359 y 951) se relacionó con sabroso, sabor a pescado, agradable y picante moderado. El cuarto grupo fue relacionado con menos picante y no grasoso (159). No obstante, debido a la variabilidad de sus atributos se concluye que la muestra más aceptada fue la 357. Lo cual es esperable ya que esta representa a la muestra control. Por lo que, si consideramos los tratamientos con adición de MOAC, la segunda muestra más aceptada sería el 159 (T2).

Estos resultados nos demuestran que si bien es cierto a los consumidores les agrada el sabor picante, esto solo se aplica hasta cierto punto, ya que, no todos toleran altos niveles de picante. Previamente, Flores Tecó (2019), en su estudio formuló queso con diferentes niveles de ají charapita en polvo (0.2%, 0.4%, 0.6% y 0.8%). El cual para el atributo color, olor y sabor, el T2 con 0,4% de ají en polvo, fue el más aceptado ya que otorgó a los quesos un color amarillo agradable, aroma picoso ligero y un sabor picante ligero. Los resultados mencionados en el estudio previo son muy similares a los encontrados al nuestro, ya que, en nuestro caso, fueron los tratamientos con menor concentración de MOAC los que obtuvieron mejores puntajes. Lo cual, nos demuestra que si es posible utilizar la oleorresina de ají charapita en un producto alimenticio que tenga buena aceptabilidad entre los consumidores.

Por otro lado, también se realizó una encuesta de frecuencia de consumo de hamburguesas. De los 100 participantes, un 56% consume hamburguesa una vez al mes, mientras que solo el 22% consume este producto al menos una vez a la semana. Estos resultados nos demuestran que, en nuestra región si existe un público que consume hamburguesas. No obstante, el consumo de hamburguesas podría incrementarse en el futuro, por lo que es de vital importancia ofrecer al público opciones que sean más saludables.

5.8 Oxidación lipídica

Como se ha venido mencionando antes, varios estudios han explorado los beneficios de la utilización de antioxidantes naturales, los cuales, no solamente otorgan en sí antioxidantes beneficiosos a la salud humana, si no también proveen ventajas tecnológicas a los productos alimenticios como es el caso del retraso o inhibición de la oxidación de lípidos. De acuerdo a nuestros resultados, mostrados en las tablas 14 y 15 para análisis de TBARS, de hamburguesas crudas y cocidas, respectivamente. Podemos observar, que largo de las semanas de

análisis los valores de oxidación se incrementaron, para ambos tipos de hamburguesa, lo cual era de esperarse.

Asimismo, fue en las hamburguesas cocidas fueron el tratamiento T5, el que tuvo menor valor de oxidación en las semanas 2, 3 y 4. Lo cual nos demuestra a mayor cantidad MOAC, en las hamburguesas se registraron menores valores de TBARS. Lo cual nos demuestra que la oleorresina de ají charapita realmente ejerció su actividad antioxidante en las hamburguesas. Similares resultados fueron reportados por otros autores, aunque ellos utilizaron fuentes diferentes de antioxidantes naturales. Olivas-Méndez et al. (2022) utilizaron aceites esenciales de romero ajo y oleorresina de chipotle en hamburguesas de carne. Menegali et al. (2020), emplearon extracto de pimienta rosa en hamburguesas de pollo. Además de los estudios de Spinelli antes mencionados, con extractos de semilla de cebada y propolis aplicadas en hamburguesas de pescado. Donde en todos estos estudios, estos fueron capaces de retrasar la oxidación.

CAPÍTULO VI: PROPUESTA

El presente proyecto se enfoca en la mejora de las hamburguesas de pescado Paco a través de la microencapsulación de oleorresina de ají Charapita a diferentes concentraciones. Los resultados más destacados de nuestra investigación respaldan la propuesta de valor de nuestro producto.

Esta propuesta contribuye a la competitividad de la región al aprovechar ingredientes locales y técnicas de vanguardia para crear un producto único y atractivo en el mercado alimentario. Asimismo, al realizar investigaciones innovadoras y producir alimentos de alta calidad, fortalecemos la imagen de la institución como un centro de excelencia en investigación y desarrollo. Sumado a esto, este proyecto demuestra la capacidad de la institución para colaborar con la industria, compartiendo conocimientos y tecnología para la creación de productos alimentarios innovadores y de alto valor nutricional.

Ante esto, las hamburguesas de pescado Paco con oleorresina de ají charapita microencapsulada son un producto único que combina la tradición culinaria con la innovación tecnológica. Con resultados sólidos respaldados por la investigación y un enfoque en el valor nutricional y la calidad, estamos listos para ofrecer un producto atractivo y beneficioso tanto para los consumidores como para la región y la institución.

CAPÍTULO VII: CONCLUSIONES

1. Los frutos frescos de ají Charapita tanto como su oleorresina, presentan alta actividad antioxidante y contenido de compuestos fenólicos.
2. El método de coacervación compleja permitió altos EE%, incorporando significativamente oleorresina en micropartículas. Resultados efectivos para cargar bioactivos, con implicaciones para productos funcionales mejorados.
3. La incorporación de micropartículas de oleorresina afectó las características fisicoquímicas de las hamburguesas, mejorando el rendimiento y la textura. A mayor cantidad de micropartículas, se redujo la pérdida de cocción y, por ende, la dureza del producto final.
4. El análisis microbiológico de las hamburguesas demostró que todos los tratamientos se encuentran dentro de los parámetros permitidos y, por lo tanto, son seguras para el consumo humano.
5. La actividad antioxidante de las hamburguesas disminuyó desde la semana de evaluación 1 hasta la semana 5.
6. La hamburguesa correspondiente al tratamiento 5 (MOAC al 0.1%), fue la más aceptada por los consumidores
7. La adición de oleorresina de ají Charapita contribuyó en el retraso de la oxidación de lípidos de la hamburguesa de Paco.

CAPÍTULO VIII: RECOMENDACIONES

1. Desarrollar futuros trabajos que involucren la adición de las micropartículas conteniendo oleorresina de ají Charapita en hamburguesas de otro tipo carne, como del pollo y la res.
2. Evaluar la actividad antimicrobiana de las micropartículas con oleorresina de ají Charapita en las hamburguesas.
3. Explorar otros métodos de microencapsulación de oleorresina de ají Charapita.

CAPITULO IX: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agostini-Costa, T. da S. (2018). Bioactive compounds and health benefits of some palm species traditionally used in Africa and the Americas – A review. *Journal of Ethnopharmacology*, 224(October 2017), 202–229. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2018.05.035>
- Albuquerque, T. G., Santos, J., Silva, M. A., Oliveira, M. B. P. P., & Costa, H. S. (2018). An update on processed foods: Relationship between salt, saturated and trans fatty acids contents. *Food Chemistry*, 267(February 2017), 75–82. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.01.029>
- Antero, A., Moya, A., Torsoni, A., Baú, C., Cazarin, C., & Hubinger, M. (2022). Characterization of Capsicum oleoresin microparticles and in vivo evaluation of short-term capsaicin intake. *Food Chemistry: X*, 13, 100179.
- Antonio, A. S., Wiedemann, L. S. M., & Veiga Junior, V. F. (2018). The genus: Capsicum: a phytochemical review of bioactive secondary metabolites. *RSC Advances*, 8(45), 25767–25784. <https://doi.org/10.1039/c8ra02067a>
- AOAC. (2012). *Association of Official Analytical Chemists. Official Methods of Analytical Chemists of Association Chemistry*. (19th Ed., Issue July).
- Baenas, N., Belović, M., Ilic, N., Moreno, D. A., & García-Viguera, C. (2019). Industrial use of pepper (*Capsicum annum* L.) derived products: Technological benefits and biological advantages. In *Food Chemistry* (Vol. 274, pp. 872–885). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.09.047>
- Bahramizadeh, I. (2016). Fish Burger Meat Products of Cyprinidae fish as prepared and semi-prepared sea food. *Internal Conference on Researches in Sciences & Engineering*, july, 1–12.
- Bainy, Eduarda M., Bertan, L. C., Corazza, M. L., & Lenzi, M. K. (2015). Physical Changes of Tilapia Fish Burger During Frozen Storage. *Boletim Do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos*, 33(2), 113–120. <https://doi.org/10.5380/cep.v33i2.47171>
- Bainy, Eduarda Molardi, Bertan, L. C., Corazza, M. L., & Lenzi, M. K. (2014). *Effect of grilling and baking on physicochemical and textural properties of tilapia (Oreochromis niloticus) fish burger*. <https://doi.org/10.1007/s13197-014-1604-3>
- Bakry, A. M., Abbas, S., Ali, B., Majeed, H., Abouelwafa, M. Y., Mousa, A., & Liang, L. (2016). Microencapsulation of Oils: A Comprehensive Review of Benefits, Techniques, and Applications. *Comprehensive*

- Reviews in Food Science and Food Safety*, 15(1), 143–182.
<https://doi.org/10.1111/1541-4337.12179>
- Brand-Williams, W., Cuvelier, M. E., & Berset, C. (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT - Food Science and Technology*, 28(1), 25–30. [https://doi.org/10.1016/S0023-6438\(95\)80008-5](https://doi.org/10.1016/S0023-6438(95)80008-5)
- Bustamante, A., Masson, L., Velasco, J., Del Valle, J. M., & Robert, P. (2016). Microencapsulation of *H. pluvialis* oleoresins with different fatty acid composition: Kinetic stability of astaxanthin and alpha-tocopherol. *Food Chemistry*, 190, 1013–1021. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.06.062>
- Calvo, P., Castaño, Á. L., Lozano, M., & González-Gómez, D. (2012). Influence of the microencapsulation on the quality parameters and shelf-life of extra-virgin olive oil encapsulated in the presence of BHT and different capsule wall components. *Food Research International*, 45(1), 256–261. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2011.10.036>
- Cardona, J., Lopera, M., Peña, J., M., M. G. I. L., Benavides, J. F., R., M. R. C., & Ríos, L. A. (2006). Obtención de oleorresina de pimentón. *Molecules*, 5–9.
- Carocho, M., Barreiro, M. F., Morales, P., & Ferreira, I. C. F. R. (2014). Adding molecules to food, pros and cons: A review on synthetic and natural food additives. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 13(4), 377–399. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12065>
- Carvalho, L. T., Pires, M. A., Baldin, J. C., Munekata, P. E. S., de Carvalho, F. A. L., Rodrigues, I., Polizer, Y. J., de Mello, J. L. M., Lapa-Guimarães, J., & Trindade, M. A. (2019). Partial replacement of meat and fat with hydrated wheat fiber in beef burgers decreases caloric value without reducing the feeling of satiety after consumption. *Meat Science*, 147(February 2018), 53–59. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2018.08.010>
- Cervantes-Paz, B., Yahia, E. M., Ornelas-Paz, J. de J., Gardea-Béjar, A. A., Ibarra-Junquera, V., & Pérez-Martínez, J. D. (2012). Effect of heat processing on the profile of pigments and antioxidant capacity of green and red Jalapeño peppers. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 60(43), 10822–10833. <https://doi.org/10.1021/jf303091u>
- Chinn, M. S., Sharma-Shivappa, R. R., & Cotter, J. L. (2011). Solvent extraction and quantification of capsaicinoids from *Capsicum chinense*. *Food and Bioprocess Processing*, 89(4), 340–345. <https://doi.org/10.1016/j.fbp.2010.08.003>

- da Silva Soares, B., Siqueira, R. P., de Carvalho, M. G., Vicente, J., & Garcia-Rojas, E. E. (2019). Microencapsulation of sachu inchi oil (*Plukenetia volubilis* L.) using complex coacervation: Formation and structural characterization. *Food Chemistry*, 298(February). <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.125045>
- de Camargo, A. C., Regitano-d'Arce, M. A. B., Gallo, C. R., & Shahidi, F. (2015). Gamma-irradiation induced changes in microbiological status, phenolic profile and antioxidant activity of peanut skin. *Journal of Functional Foods*, 12, 129–143. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2014.10.034>
- DIGESA. (2003). Norma sanitaria que establece los Criterios Microbiologicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo Humano. *Ministerio de Salud de La República Del Perú*, 18.
- Duchateau, G. S. M. J. E., & Klaffke, W. (2009). Health food product composition , structure and bioavailability. In J. McClements & E. Decker A. (Eds.), *Designing functional foods: Measuring and controlling food structure breakdown and nutrient absorption* (pp. 647–675). Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition. <https://doi.org/https://doi.org/10.1533/9781845696603.3.647>
- Farahmandfar, R., Asnaashari, M., & Sayyad, R. (2017). Antioxidant Activity and Total Phenolic Content of Capsicum frutescens Extracted by Supercritical CO₂, Ultrasound and Traditional Solvent Extraction Methods. *Journal of Essential Oil-Bearing Plants*, 20(1), 196–204. <https://doi.org/10.1080/0972060X.2017.1280420>
- Favaro-Trindade, C. S., de Pinho, S. C., & Rocha, G. (2008). Revisão : Microencapsulação de ingredientes alimentícios. *Brazilian Journal of Food Technology*, 11, 103–112. <https://doi.org/10.18406/2316-1817v1n32009223>
- Favaro-trindade, C. S., Patel, B., Silva, M. P., Comunian, T. A., Federici, E., Jones, O. G., & Campanella, O. H. (2020). *LWT - Food Science and Technology Microencapsulation as a tool to producing an extruded functional food*. 128(April).
- Flores Teco, J. M. (2019). Efecto de la utilización de ají charapita (*Capsicum chinense* Jacq) en polvo como saborizante, en la elaboración de queso ucayalino. In *Universidad Nacional de Ucayali*. Universidad Nacional de Ucayali.
- Fraga, C. G., Oteiza, P. I., & Galleano, M. (2014). In vitro measurements and interpretation of total antioxidant capacity. *Biochimica et Biophysica Acta - General Subjects*, 1840(2), 931–934. <https://doi.org/10.1016/j.bbagen.2013.06.030>

- Gallego, M. R. (2007). *Oleorresinas de capsicum en la industria alimentaria*. 3(2), 43–47.
- Gallego, R., Bueno, M., & Herrero, M. (2019). Sub- and supercritical fluid extraction of bioactive compounds from plants, food-by-products, seaweeds and microalgae – An update. *Trends in Analytical Chemistry*, 116, 198–213. <https://doi.org/10.1016/j.trac.2019.04.030>
- García, O., Acevedo, I., Mora, J. A., Sánchez, A., & Rodríguez, H. (2009). Evaluación física y proximal de la carne para hamburguesas elaborada a partir de pulpa de cachama blanca (*piaractus brachypomus*) con harina de soya texturizada. *Revista Científica UDO Agrícola*, 9(4), 951–962.
- Goswami, S., & Manna, K. (2020). Comparison of the effects of cooking methods on nutritional composition of fresh and salted *Tenualosa ilisha*. *Aquaculture and Fisheries*, January, 1–6. <https://doi.org/10.1016/j.aaf.2020.01.006>
- Grande-Villanueva, P., de Aguiar, A. C., Pereira-Coutinho, J., Teixeira-Godoy, H., Eleazar, E.-S., & Julian, M. (2015). Oleoresin Extraction from Jalapeño Pepper (*Capsicum annuum*) with Supercritical Carbon Dioxide: Effects in the Global Yield, Capsaicinoid Concentration and Antioxidant Activity. *Ciencia e Técnica Vitivinícola*, 30(1), 79–104. https://www.academia.edu/29761440/Oleoresin_Extraction_from_Jalapeño_Pepper_Capsicum_annuum_with_Supercritical_Carbon_Dioxide_Effects_in_the_Global_Yield_Capsaicinoid_Concentration_and_Antioxidant_Activity
- Grasso, S., Brunton, N. P., Lyng, J. G., Llorca, F., & Monahan, F. J. (2014). Healthy processed meat products - Regulatory, reformulation and consumer challenges. *Trends in Food Science and Technology*, 39(1), 4–17. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2014.06.006>
- Gurnani, N., Gupta, M., Mehta, D., & Mehta, B. K. (2016). Chemical composition, total phenolic and flavonoid contents, and in vitro antimicrobial and antioxidant activities of crude extracts from red chilli seeds (*Capsicum frutescens* L.). *Journal of Taibah University for Science*, 10(4), 462–470. <https://doi.org/10.1016/j.jtusci.2015.06.011>
- Iglesias Cruz, A. C. (2020). Variabilidad del fruto en el ecotipo ají “charapita” (*Capsicum frutescens* L.) de la Amazonía peruana. *Ciencia Amazónica (Iquitos)*, 8(2), 167–184. <https://doi.org/10.22386/ca.v8i2.295>
- Jaworska, D., Rosiak, E., Kostyra, E., Jaszczyk, K., Wroniszewska, M., & Przybylski, W. (2021). Effect of herbal addition on the microbiological, oxidative stability and sensory quality of minced poultry meat. *Foods*, 10(7). <https://doi.org/10.3390/foods10071537>

- Johnston-Banks, F. A. (1990). Gelatine. In P. Harris (Ed.), *Food Gels, Elsevier Applied Food Science Series* (Vol. 342, pp. 233–289). Springer Dordrecht. https://doi.org/10.1007/11689904_1
- Jong, V. H. G. B. de, & Kruyt, H. R. (1930). *Koacervation (Entmischungt in kolloiden Systemen.)*.
- Joyce, P., Gustafsson, H., & Prestidge, C. A. (2018). Enhancing the lipase-mediated bioaccessibility of omega-3 fatty acids by microencapsulation of fish oil droplets within porous silica particles. *Journal of Functional Foods*, 47(May), 491–502. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2018.06.015>
- Juárez-Goiz, J. M., Gómez-Leyva, J. F., Bernardino-Nicanor, A., González-Cruz, L., & Andrade-González, I. (2018a). Capsaicinoid microencapsulation of chili pepper fruit (*C. annuum*) oleoresin by complex coacervation. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 12(1), 278–284. <https://doi.org/10.1007/s11694-017-9638-7>
- Juárez-Goiz, J. M., Gómez-Leyva, J. F., Bernardino-Nicanor, A., González-Cruz, L., & Andrade-González, I. (2018b). Capsaicinoid microencapsulation of chili pepper fruit (*C. annuum*) oleoresin by complex coacervation. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 12(1), 278–284. <https://doi.org/10.1007/s11694-017-9638-7>
- Kavoosi, G., Rahmatollahi, A., Mohammad Mahdi Dadfar, S., & Mohammadi Purfard, A. (2014). Effects of essential oil on the water binding capacity, physico-mechanical properties, antioxidant and antibacterial activity of gelatin films. *LWT - Food Science and Technology*, 57(2), 556–561. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2014.02.008>
- Kim, Y. K., Nam, M. S., & Bae, H. C. (2017). Characteristics of gouda cheese supplemented with chili pepper extract microcapsules. *Korean Journal for Food Science of Animal Resources*, 37(6), 833–839. <https://doi.org/10.5851/kosfa.2017.37.6.833>
- Koleva Gudeva, L., Maksimova, V., Serafimovska Darkovska, M., Gulaboski, R., & Ivanovska Janevik, E. (2013). The effect of different methods of extractions of capsaicin on its content in the capsicum oleoresins. *Scientific Works: Food Science, Engineering and Technology 2013*, 60, 917–922.
- Kollmannsberger, H., Rodríguez-Burruezo, A., Nitz, S., & Nuez, F. (2011). Volatile and capsaicinoid composition of ají (*Capsicum baccatum*) and rocoto (*Capsicum pubescens*), two Andean species of chile peppers. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 91(9), 1598–1611. <https://doi.org/10.1002/jsfa.4354>

- Lopez Ríos, J. (2010). *El mercado de productos pesqueros en la ciudad de Iquitos Serie: El mercado de pescado en las grandes ciudades latinoamericanas*.
- Lu, M., Cao, Y., Ho, C. T., & Huang, Q. (2016). Development of organogel-derived capsaicin nanoemulsion with improved bioaccessibility and reduced gastric mucosa irritation. In *Journal of Agricultural and Food Chemistry* (Vol. 64, Issue 23). <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.6b01095>
- Manikharda, Takahashi, M., Arakaki, M., Yonamine, K., Hashimoto, F., Takara, K., & Wada, K. (2018). Influence of fruit ripening on color, organic acid contents, capsaicinoids, aroma compounds, and antioxidant capacity of shimatogarashi (*Capsicum frutescens*). *Journal of Oleo Science*, 67(1), 113–123. <https://doi.org/10.5650/jos.ess17156>
- Marfil, P. H. M., Paulo, B. B., Alvim, I. D., & Nicoletti, V. R. (2018). Production and characterization of palm oil microcapsules obtained by complex coacervation in gelatin/gum Arabic. *Journal of Food Process Engineering*, 41(4), 1–12. <https://doi.org/10.1111/jfpe.12673>
- Meckelmann, S. W., Riegel, D. W., Van Zonneveld, M. J., Ríos, L., Peña, K., Ugas, R., Quinonez, L., Mueller-Seitz, E., & Petz, M. (2013). Compositional characterization of native Peruvian chili peppers (*Capsicum* spp.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 61(10), 2530–2537. <https://doi.org/10.1021/jf304986q>
- Medina, E. L., Zavaleta, A. L., Rivero, A. E. G., León, J. M., de la Cruz Castillo, A. J., & Zapata, L. V. (2020). Fruit and seed morphometry of “ají mochero” capsicum chinense Jacq. *Ciencia Tecnología Agropecuaria*, 21(3), 1–11. https://doi.org/10.21930/RCTA.VOL21_NUM3_ART:1598
- Melgar-Lalanne, G., Hernández-Álvarez, A. J., Jiménez-Fernández, M., & Azuara, E. (2017). Oleoresins from *Capsicum* spp.: Extraction Methods and Bioactivity. *Food and Bioprocess Technology*, 10(1), 51–76. <https://doi.org/10.1007/s11947-016-1793-z>
- Melo, H. maria M., GALVÃO, S. M. R., SILVA, J. G., MACIEL, M. I. S., MOREIRA, R. T., ANDRADE, S. A. C., & MENDES, E. S. (2014). Qualidade Do Fishbúrger De Carne Mecanicamente Separada De Tilápia Do Nilo Adicionado De Fibra De Trigo E Óleo De Milho. *Ars Veterinaria*, 30(1), 23. <https://doi.org/10.15361/2175-0106.2014v30n1p23-31>
- Mendes, T. M. N., Murayama, Y., Yamaguchi, N., Sampaio, G. R., Fontes, L. C. B., Torres, E. A. F. da S., Tamura, H., & Yonekura, L. (2019). Guaraná (*Paullinia cupana*) catechins and procyanidins: Gastrointestinal/colonic bioaccessibility, Caco-2 cell permeability and the impact of macronutrients. *Journal of Functional Foods*,

55(February), 352–361. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2019.02.026>

- Menegali, B. S., Selani, M. M., Saldaña, E., Patinho, I., Diniz, J. P., Melo, P. S., Pimentel Filho, N. de J., & Contreras-Castillo, C. J. (2020). Pink pepper extract as a natural antioxidant in chicken burger: Effects on oxidative stability and dynamic sensory profile using Temporal Dominance of Sensations. *LWT - Food Science and Technology*, 121(September 2019). <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.108986>
- Montero, P., & Gómez-Guillén, M. C. (2000). Extracting conditions for megrim (*Lepidorhombus boscii*) skin collagen affect functional properties of the resulting gelatin. *Journal of Food Science*, 65(3), 434–438. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2000.tb16022.x>
- Nadeem, M., Anjum, F. M., Khan, M. R., Saeed, M., & Riaz, A. (2011). Antioxidant Potential of Bell Pepper (*Capsicum annum* L.) - A Review. *Pakistan Journal of Food Science*, 21(1), 45–51.
- Olivas-Méndez, P., Chávez-Martínez, A., Santellano-Estrada, E., Asorey, L. G., Sánchez-Vega, R., Rentería-Monterrubio, A. L., Chávez-Flores, D., Tirado-Gallegos, J. M., & Méndez-Zamora, G. (2022). Antioxidant and Antimicrobial Activity of Rosemary (*Rosmarinus officinalis*) and Garlic (*Allium sativum*) Essential Oils and Chipotle Pepper Oleoresin (*Capsicum annum*) on Beef Hamburgers. *Foods*, 11(14). <https://doi.org/10.3390/foods11142018>
- ONUDI. (2017). La Cadena de Valor Acuícola Amazónica en Perú: Un diagnóstico de cadena de valor. *Organización de Las Naciones Unidas Para El Desarrollo Industrial*.
- Oré Q., H., Seminario V., K., Espinoza H., L., & William, A. J. (2023). Microencapsulado y parámetros de concentración de zumo Citrus sinensis en la vitamina C. Microencapsulation and concentration parameters of Citrus sinensis juice in vitamin C. *Pakamuros*, 11(1), 96–109.
- Ozkan, G., Franco, P., Marco, I. De, Xiao, J., & Capanoglu, E. (2019). A review of microencapsulation methods for food antioxidants: Principles, advantages, drawbacks and applications. *Food Chemistry*, 272(August 2018), 494–506.
- Patel, S., & Goyal, A. (2015). Applications of Natural Polymer Gum Arabic: A Review. *International Journal of Food Properties*, 18, 986–998. <https://doi.org/10.1080/10942912.2013.809541>
- Perez-Palacio, T., Solomando, J. C., & Antequera, T. (2019). *MEJORA DEL PERFIL LIPÍDICO DE PRODUCTOS CÁRNICOS MEDIANTE ADICIÓN DE MICROCÁPSULAS DE ACEITE DE PESCADO* Trinidad Perez-Palacios , Juan Carlos Solomando y Teresa Antequera. May,

10–11. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.25343.74404>

- Presenza, L., Fabrício, L. F. de F., Galvão, J. A., & 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*, 156. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.113008>
- Raatz, S. K., Silverstein, J. T., Jahns, L., & Picklo, M. J. (2013). Issues of fish consumption for cardiovascular disease risk reduction. *Nutrients*, 5(4), 1081–1097. <https://doi.org/10.3390/nu5041081>
- Rengifo, E., Rios-mera, J. D., Huaman, P., Vela-paredes, R., Vasquez, J., Saldaña, E., & Tello, F. (2024). Fish Burgers Fortified with Microencapsulated Sacha Inchi Oil: Effects on Technological and Sensory Properties. *Foods*. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/foods13071004>
- Riva Ruiz, R. (2019). *Manual del cultivo de ají charapita (Capsicum frutescens L.)*.
- Saavedra, A. R. L., Rios-Mera, J. D., Imán, A., Vásquez, J., Saldaña, E., Siche, R., & Tello, F. (2022). A sequential approach to reduce sodium chloride in freshwater fish burgers considering chemical, texture, and consumer sensory responses. *Lwt*, 167. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2022.113854>
- Salehi, B., Hernández-Álvarez, A., Contreras, M., Martorell, M., Ramírez-Alarcón, K., Melgar-Lalanne, G., Matthews, K., Sharifi-Rad, M., Setzer, W., Nadeem, M., Yousaf, Z., & Sharifi-Rad, J. (2018). Potential Phytopharmacy and Food Applications of Capsicum spp: A Comprehensive Review. *Natural Product Communications*, 13(11), 1543–1556.
- Sánchez, F. M., García, F., Calvo, P., Bernalte, M. J., & González-Gómez, D. (2016a). Optimization of broccoli microencapsulation process by complex coacervation using response surface methodology. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 34, 243–249. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2016.02.008>
- Sánchez, F. M., García, F., Calvo, P., Bernalte, M. J., & González-Gómez, D. (2016b). Optimization of broccoli microencapsulation process by complex coacervation using response surface methodology. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 34, 243–249. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2016.02.008>
- Scherieber, R., & Gareis, H. (2007). *Gelatine Handbook: Theory and Industrial Practice* (Wiley-VCH (ed.)). <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>

- Selani, M. M., Shirado, G. A. N., Margiotta, G. B., Saldaña, E., Spada, F. P., Piedade, S. M. S., Contreras-Castillo, C. J., & Canniatti-Brazaca, S. G. (2016). Effects of pineapple byproduct and canola oil as fat replacers on physicochemical and sensory qualities of low-fat beef burger. *Meat Science*, *112*, 69–76.
- Shaddel, R., Hesari, J., Azadmard-Damirchi, S., Hamishehkar, H., Fathi-Achachlouei, B., & Huang, Q. (2018). Use of gelatin and gum Arabic for encapsulation of black raspberry anthocyanins by complex coacervation. *International Journal of Biological Macromolecules*, *107*, 1800–1810. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2017.10.044>
- Singleton, V. L., Orthofer, R., & Lamuela-Raventós, R. M. (1999). [14] Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of folin-ciocalteu reagent. *Methods in Enzymology*, *299*(1974), 152–178.
- Soares, A. C., & Silva, G. S. (2019). *ADICIONADO DE DIFERENTES EMULSIFICANTES DEVELOPMENT AND SENSORY ANALYSIS OF ADDED FISHBURGER FROM DIFFERENT EMULSIFICANTS*. *10*, 347–354.
- Spinelli, S., Conte, A., & Del Nobile, M. A. (2016). Microencapsulation of extracted bioactive compounds from brewer's spent grain to enrich fish-burgers. *Food and Bioproducts Processing*, *100*, 450–456.
- Spinelli, S., Conte, A., Lecce, L., Incoronato, A. L., & Del Nobile, M. A. (2015). Microencapsulated Propolis to Enhance the Antioxidant Properties of Fresh Fish Burgers. *Journal of Food Process Engineering*, *38*(6), 527–535. <https://doi.org/10.1111/jfpe.12183>
- Szakály, Z., Szente, V., Kövér, G., Polereczki, Z., & Szigeti, O. (2012). The influence of lifestyle on health behavior and preference for functional foods. *Appetite*, *58*(1), 406–413. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2011.11.003>
- Tafur-Gonzales, J., Alacntara-Bocanegra, F., Del Águila-Pizarro, M., Cubas-Guerra, R., Mori-Pinedo, L., & Chu-Koo, F. W. (2009). PACO (*Piaractus brachypomus*) Y GAMITANA (*Colossoma macropomum*) CRIADOS EN POLICULTIVO CON EL BUJURQUI-TUCUNARÉ, *Chaetobranchus semifasciatus* (CICHLIDAE). *Folia Amazónica*, *18*(1–2), 97. <https://doi.org/10.24841/fa.v18i1-2.336>
- Tobolka, A., Škorpilová, T., Dvořáková, Z., Cusimamani, E. F., & Rajchl, A. (2021). Determination of capsaicin in hot peppers (*Capsicum* spp.) by direct analysis in real time (DART) method. *Journal of Food Composition and Analysis*, *103*(April), 104074. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2021.104074>

- Valencia-Cordova, M. G., Suárez-Jacobo, Á., del Socorro Cruz-Cansino, N., Ramírez-Moreno, E., Zafra-Rojas, Q. Y., Alberto-Ariza-Ortega, J., & Alanís-García, E. (2021). Capsaicin, dihydrocapsaicin content and antioxidants properties of habanero pepper (*Capsicum chinense* Jacq.) Oleoresin during storage. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 33(7), 583–588. <https://doi.org/10.9755/ejfa.2021.v33.i7.2719>
- Viktorija, M., G. Liljana, K., Tatjana, R., Ana, C., & Rubin, G. (2014). Antioxidative effect of Capsicum oleoresins compared with pure capsaicin. *IOSR Journal of Pharmacy (IOSRPHR)*, 04(11), 44–48. <https://doi.org/10.9790/3013-04011044048>
- Vinceković, M., Viskiđ, M., Jurić, S., Giacometti, J., Bursać Kovačević, D., Putnik, P., Donsi, F., Barba, F. J., & Režek Jambrak, A. (2017). Innovative technologies for encapsulation of Mediterranean plants extracts. In *Trends in Food Science and Technology* (Vol. 69, pp. 1–12). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2017.08.001>
- Weinbreck, F., Minor, M., & Kruif, C. G. D. E. (2004). Microencapsulation of oils using whey protein / gum arabic coacervates. *Journal of Microencapsulation*, 21(6), 667–679. <https://doi.org/10.1080/02652040400008499>
- Zuanon, L. A. C., Malacrida, C. R., & Telis, V. R. N. (2013). Production of turmeric oleoresin microcapsules by complex coacervation with gelatin-gum arabic. *Journal of Food Process Engineering*, 36(3), 364–373. <https://doi.org/10.1111/jfpe.12003>

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de consistencia


Título de la Investigación	Problema de Investigación	Objetivos de la Investigación	Hipótesis	Tipo y diseño del estudio	Población de estudio y procesamiento	Instrumento de recolección
Elaboración de Hamburguesa de paco (<i>Piaractus brachyomus</i>) conteniendo oleorresina de ají charapita (<i>Capsicum frutescens</i>) microencapsulada	<u>Problema general</u> ¿Cuál será el efecto de la adición de la oleorresina de ají charapita (<i>Capsicum frutescens</i>) microencapsulada por coacervación compleja contenida en la hamburguesa de paco (<i>Piaractus brachyomus</i>)?	<u>Objetivo General:</u> Elaborar Hamburguesa de paco (<i>Piaractus brachyomus</i>) conteniendo oleorresina de ají charapita (<i>Capsicum frutescens</i>) microencapsulada	<u>Hipótesis general:</u> Existe capacidad antioxidante en la oleorresina de ají charapita (<i>Capsicum frutescens</i>) microencapsulada contenida en hamburguesa de paco (<i>Piaractus brachyomus</i>).	<u>Tipo de estudio:</u> Investigación cuantitativa <u>Nivel:</u> Descriptivo <u>Diseño:</u> Experimental, transversal, prospectivo.	Para cada muestra (matriz alimenticia) se tiene una población que está conformada por todas las matrices alimenticias que sean procesadas bajo las mismas condiciones del presente estudio. Las muestras se procesarán determinando inicialmente la cantidad de micropartículas conteniendo oleorresina de ají charapita Seguidamente se someterá determinación de actividad antioxidante Finalmente, se evaluará la aceptación del producto terminado	Determinación de los componentes de la oleorresina de ají charapita Determinación de la actividad antioxidante de la oleorresina de ají charapita utilizando los métodos DPPH y ABTS libre Determinación de la actividad antioxidante de la oleorresina de ají charapita utilizando los métodos DPPH y ABTS microencapsulada Determinación de la actividad antioxidante de la oleorresina de ají charapita utilizando los métodos DPPH y ABTS contenida en la hamburguesa
	<u>Problemas específicos:</u> ¿Cuáles son las características fisicoquímicas de hamburguesas de paco con micropartículas? ¿Cuál es la capacidad antioxidante de la oleorresina libre, microencapsulada y contenida en hamburguesa de paco? ¿Cuál es la aceptación de la hamburguesa de paco conteniendo oleorresina de ají charapita microencapsulada? ¿Cuáles serán los niveles de oxidación de hamburguesas conteniendo micropartículas?	<u>Objetivos específicos:</u> Elaborar y caracterizar las micropartículas obtenidas por coacervación compleja conteniendo oleorresina de ají charapita Elaborar y caracterizar hamburguesa de paco conteniendo oleorresina de ají charapita microencapsulada Determinar la actividad antioxidante de la oleorresina de ají charapita libre, microencapsulada y contenida en la hamburguesa de paco. Determinar la aceptabilidad de la hamburguesa de paco conteniendo oleorresina de ají charapita microencapsulada por consumidores directos	<u>Hipótesis específicas:</u> Existe actividad antioxidante en la oleorresina de ají charapita (<i>Capsicum frutescens</i>) libre. Existe actividad antioxidante en la oleorresina de ají charapita (<i>Capsicum frutescens</i>) microencapsulada. Existe aceptabilidad de la hamburguesa de paco cocida conteniendo oleorresina de ají charapita microencapsulada			

	<u>Problemas específicos:</u>	<u>Objetivos específicos:</u>	<u>Hipótesis específicas:</u>			
	<p>¿Cuáles son las características fisicoquímicas de hamburguesas de paco con micropartículas?</p> <p>¿Cuál es la capacidad antioxidante de la oleoresina libre, microencapsulada y contenida en hamburguesa de paco?</p> <p>¿Cuál es la aceptación de la hamburguesa de paco conteniendo oleoresina de ají charapita microencapsulada?</p> <p>¿Cuáles serán los niveles de oxidación de hamburguesas conteniendo micropartículas?</p>	<p>Elaborar y caracterizar las micropartículas obtenidas por coacervación compleja conteniendo oleoresina de ají charapita</p> <p>Elaborar y caracterizar hamburguesa de paco conteniendo oleoresina de ají charapita microencapsulada</p> <p>Determinar la actividad antioxidante de la oleoresina de ají charapita libre, microencapsulada y contenida en la hamburguesa de paco.</p> <p>Determinar la aceptabilidad de la hamburguesa de paco conteniendo oleoresina de ají charapita microencapsulada por consumidores directos</p>	<p>Existe actividad antioxidante en la oleoresina de ají charapita (<i>Capsicum frutescens</i>) libre.</p> <p>Existe actividad antioxidante en la oleoresina de ají charapita (<i>Capsicum frutescens</i>) microencapsulada.</p> <p>Existe aceptabilidad de la hamburguesa de paco cocida conteniendo oleoresina de ají charapita microencapsulada</p>			

Anexo 2. Tabla de operacionalización de variables

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Indicador	Ítems	Instrumento
Variable independiente					
Formulación	Es la mezcla de los ingredientes que incluye la oleorresina de ají charapita microencapsulada por coacervación compleja. antes de medir la capacidad antioxidante y la actividad antimicrobiana	Captación de radicales libres para medir la capacidad antioxidante y cuantificación de la actividad microbiana de la oleorresina de ají charapita.	Contenido de micropartículas	0%	Reporte de Laboratorio - Espectrofotómetro UV-VIS
				0.1%	
				0.2%	
				0.3%	
				0.4%	
0.5%					
Variables dependientes					
Hamburguesa de paco	Hamburguesa de filete de paco, producida mediante proceso tecnológico conteniendo oleorresina de ají charapita microencapsulada por coacervación compleja	Hamburguesa de filete de paco, producida mediante proceso tecnológico conteniendo oleorresina de ají charapita microencapsulada por coacervación compleja, para la determinación de actividad antioxidante y microbiana frente a microorganismos	Análisis fisicoquímico	Humedad Lípidos Proteínas Índice de peróxidos Textura	Reporte de resultados
			Concentración de ácido gálico	Compuestos fenólicos	Reporte de Laboratorio - Espectrofotómetro UV-VIS
			Concentración de trolox	Capacidad antioxidante	Reporte de Laboratorio - Espectrofotómetro UV-VIS
			Análisis microbiológico	Aerobios mesófilos Escherichia coli Staphilococcus aureus Salmonella sp	Reporte de resultados
			Aceptación del producto final	No me gustó nada No me gusto Ni me gusto ni me disgusto Me gusto Me gustó mucho	Consentimiento informado – Ficha de evaluación sensorial

Anexo 3: Dictamen de evaluación del comité de ética.

 **UNAP**
Universidad Nacional de la Amazonía Peruana

COMITÉ INSTITUCIONAL DE ÉTICA EN INVESTIGACIÓN-(CIEI)

"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"

DICTAMEN DE EVALUACIÓN N° 040-2023-CIEI-VRINV-UNAP

Iquitos, 13 de julio de 2023

Ing° PEDRO ROBERTO PAREDES MORI
Investigador Principal

TÍTULO DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: **"ELABORACIÓN DE HAMBURGUESA DE PACO (PIARACTUS BRACHYPOMUS) CON CONTENIDO DE OLEORRESINA DE AJÍ CHARAPITA (CAPSICUM FRUTESCENS) MICROENCAPSULADA"**, recepcionado el 4 de julio de 2023.

Código asignado por el Comité:

Le informo que el proyecto de referencia ha sido evaluado por el Comité obteniendo los resultados que se describen a continuación:

	N° Y FECHA VERSIÓN	DECISIÓN
PROTOCOLO	PI-040-12/07/23-CIEI-UNAP	(1)
CONSENTIMIENTO INFORMADO	CI-040-12/07/23-CIEI-UNAP	(1)

Se concluye que:
Ha sido **APROBADO SIN MODIFICACIONES EN EL PROTOCOLO (1) Y EN EL CONSENTIMIENTO INFORMADO (1)**.

Este protocolo tiene vigencia del 12/07/2023 hasta 12/01/2024, 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: **"ELABORACIÓN DE HAMBURGUESA DE PACO (PIARACTUS BRACHYPOMUS) CON CONTENIDO DE OLEORRESINA DE AJÍ CHARAPITA (CAPSICUM FRUTESCENS) MICROENCAPSULADA"**, fue Aprobado sin Modificación en el Protocolo con valoración (1), sin ninguna observación.

Calle Nauta N° 555. Distrito de Iquitos – Provincia de Mavnas – Departamento de Loreto



UNAP

Universidad Nacional de la Amazonía Peruana

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


OBSERVACIONES AL CONSENTIMIENTO INFORMADO

1. El Plan de Investigación, titulado: **"ELABORACIÓN DE HAMBURGUESA DE PACO (PIARACTUS BRACHYPOMUS) CON CONTENIDO DE OLEORRESINA DE AJÍ CHARAPITA (CAPSICUM FRUTESCENS) MICROENCAPSULADA"**; fue Aprobado sin Modificación en el Consentimiento Informado con valoración (1), sin ninguna observación.

CONCLUSIÓN

- Proyecto de riesgo mínimo.
- Se Autoriza su Ejecución.

Atentamente,


Dr. HERMANN FEDERICO SILVA DELGADO
Presidente
Comité Institucional de Ética en Investigación – UNAP



Nota:

- La Tasa por Servicio de Evaluación del CIEI-UNAP, se realizó por quinientos y uno con 00/100 soles (S/. 501.00) con el Voucher N° 563600151, efectuado en el Banco de la Nación.

C.c.: Interesado, Archivo.
uivest

Anexo 4: Consentimiento informado.

CONSENTIMIENTO INFORMADO

Presentación

Señor(a), soy Ingeniero en Industrias Alimentarias, mi nombre es: PEDRO PAREDES MORI, estoy concluyendo mis estudios de postgrado y con el fin de obtener el grado académico de Doctor en AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE, estoy realizando un estudio titulado: “EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE Y ANTIMICROCROBIANA DE LA OLEORRESINA DE AJÍ CHARAPITA (*Capsicum frutescens*) MICROENCAPSULADO POR COACERVACIÓN COMPLEJA CONTENIDO EN HAMBURGUESA DE PACO (*Piaractus brachypomus*)”, con el objetivo de determinar los parámetros óptimos para la elaboración de hamburguesa y determinar la capacidad antioxidante de un compuesto natural.

Asimismo, los datos obtenidos se analizarán en forma agrupada y con la ayuda de códigos, en ningún caso se manejará información individualizada. Luego del procesamiento de los datos obtenidos, los instrumentos usados para la recolección de datos serán destruidos, con el fin de proteger la integridad física y moral de cada participante del estudio. Los resultados de este proyecto serán de conocimiento solo de mi persona y los resultados finales estarán a disposición mediante publicaciones y sus datos personales no serán revelados a terceros en ningún momento, su participación en este estudio es de suma importancia porque permitirá sacar al mercado un producto con tecnología innovadora y con muchas propiedades nutritivas con el fin de mejorar la nutrición de los consumidores.

Yo, _____ he leído y comprendido la información anterior y mis preguntas han sido respondidas de manera satisfactoria. He sido informado y entiendo que los datos obtenidos en el estudio pueden ser publicados o difundidos con fines científicos. Convengo en aceptar mi participación en el presente estudio.

Recibiré una copia firmada y fechada de esta forma de consentimiento.

Firma del Participante

Firma del Investigador

FECHA

Anexo 5: Ficha de Evaluación Sensorial (prueba de aceptabilidad)

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 entregada una ficha para llenado de algunos datos de interés y un chocolate por su participación.

Nombre y Apellidos:

Código de muestra: **999**

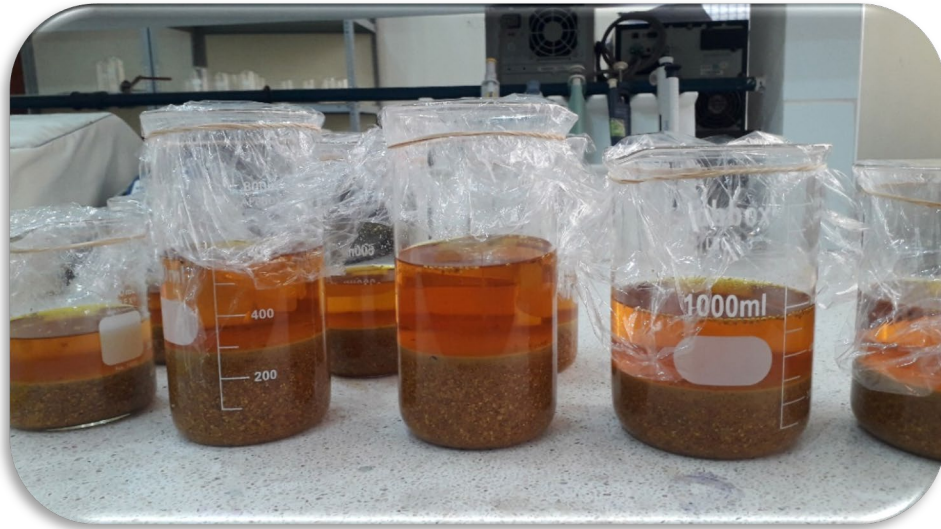
1. Por favor indique con una línea vertical cuanto le gustó utilizando la escala de aceptación que varía de “me disgustó extremadamente” hasta “me gustó extremadamente”.



- | | | | |
|------------------------------------|---|---|----------------------------------|
| <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 |

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.

Anexo 6: Obtención de la oleoresina



Anexo 7: Microencapsulación de la oleoresina



Emulsion



Coacervación
compleja

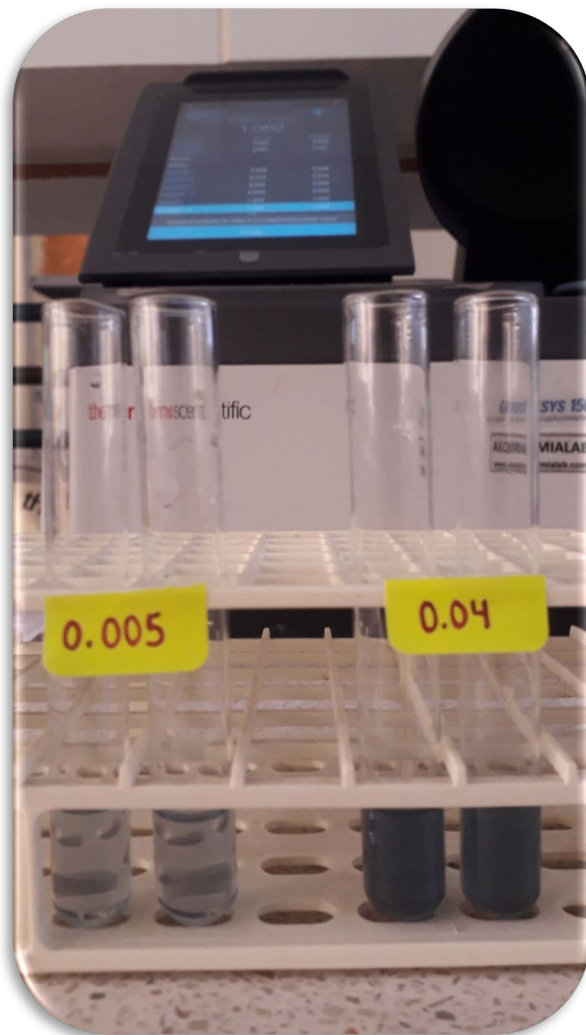
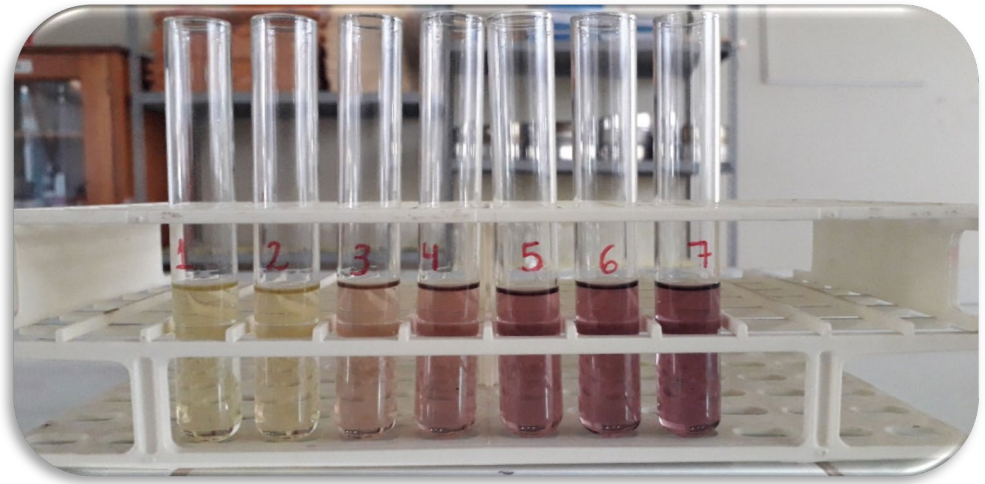


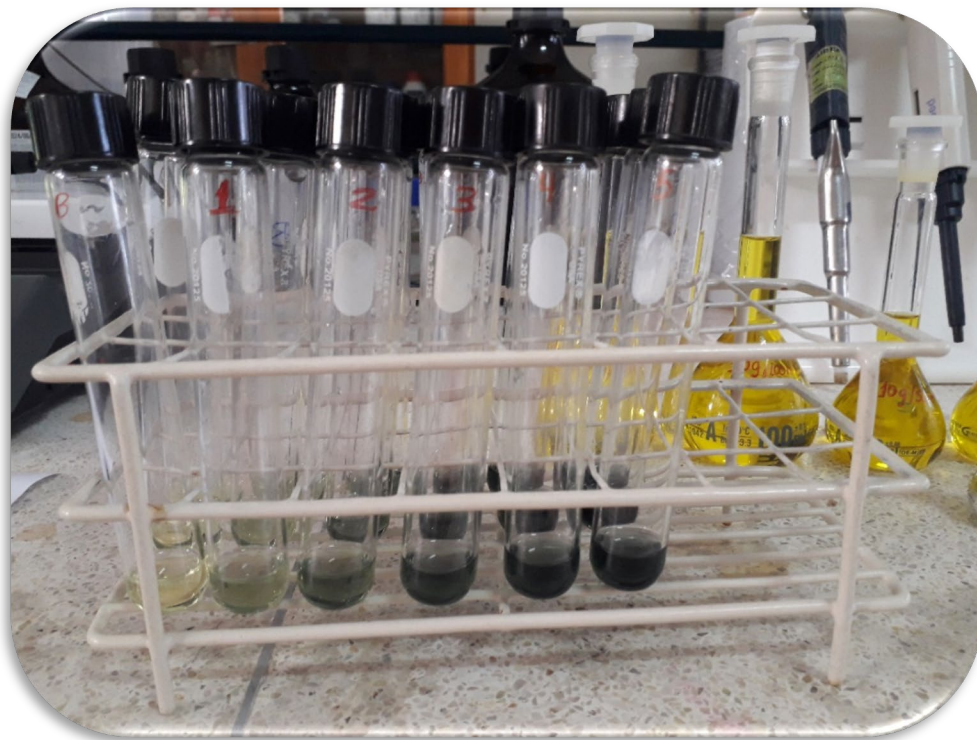
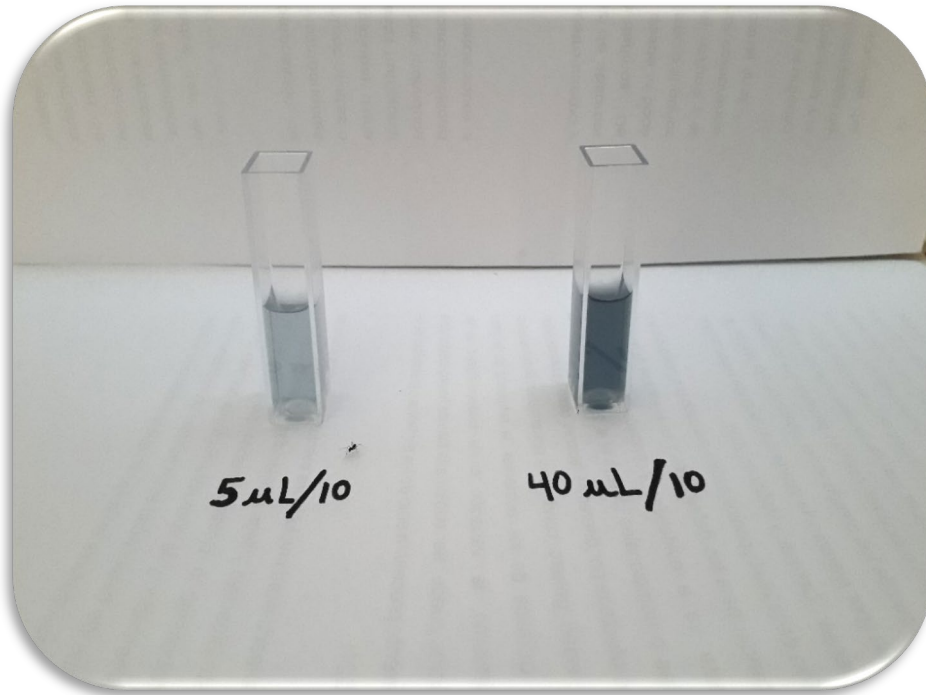
Micropartículas

Anexo 8: Producción de hamburguesas de pescado con micropartículas



Anexo 9: Ensayos de DPPH, ABTS y contenido de fenoles totales





Anexo 10: Análisis de aceptabilidad





Anexo 11: Base de datos de las fichas de evaluación sensorial

