



**UNAP**



**FACULTAD DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

**EXAMEN DE SUFICIENCIA PROFESIONAL**

**ESTRATEGIAS DE ENRIQUECIMIENTO CON OMEGA 3 PARA  
PRODUCTOS CÁRNICOS SALUDABLES**

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

**PRESENTADO POR:**

**ALVARO ALEXIS GARCIA CASTILLO**

**ASESOR**

**Ing. FERNADO TELLO CELIS, Dr.**

**IQUITOS, PERÚ**

**2022**

# ACTA DE SUSTENTACION



**UNAP**

**FACULTAD DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

Escuela Profesional de  
Ingeniería en Industrias Alimentarias

## ACTA DE SUSTENTACIÓN DEL EXAMEN DE SUFICIENCIA PROFESIONAL N° 012- CGT-FIA-UNAP-2022

En Iquitos, en las instalaciones del laboratorio de ingeniería, ubicado en la Planta Piloto, sito Av. Freyre N° 810, a los 06 días del mes de mayo de 2022, a horas 17:00, se dió inicio a la sustentación pública del informe del examen de suficiencia profesional titulado: "ESTRATEGIAS DE ENRIQUECIMIENTO CON OMEGA 3 PARA PRODUCTOS CÁRNICOS SALUDABLES" presentado por el (la) Bachiller **ALVARO ALEXIS GARCIA CASTILLO**; para optar el Título Profesional de Ingeniero(a) en Industrias Alimentarias, que otorga la Universidad de acuerdo a Ley y Estatuto.

El Jurado Calificador y dictaminador designado mediante Resolución Decanal N° 0161-FIA-UNAP-2022 del 02 de mayo de 2022, está integrado por:

**Ing. CARLOS ANTONIO LI LOO KUNG, Dr.**  
**Ing. JORGE LUIS GARRANZA GONZALES, Mtro.**  
**Ing. GIORGIO SERGIO URRO RODRIGUEZ, Mtro.**

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

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

La sustentación pública y el informe del examen de suficiencia profesional, según promedio final, ha sido: APROBADO con la calificación MUY BUENO

Estando el (la) bachiller apto(a) para obtener el Título Profesional de Ingeniero(a) en Industrias Alimentarias, Siendo las 17:30 se dió por terminado el acto de sustentación.

-----  
**Presidente**  
Ing. CARLOS ANTONIO LI LOO KUNG, Dr  
CIP: 75104

-----  
**Miembro**  
Ing. JORGE LUIS GARRANZA GONZALES, Mtro.  
CIP: 71113

-----  
**Miembro**  
Ing. GIORGIO SERGIO URRO RODRIGUEZ, Mtro.  
CIP: 78406

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



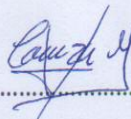
## JURADO CALIFICADOR

Examen de suficiencia profesional aprobada en sustentación pública en la ciudad de Iquitos en las instalaciones del Laboratorio de Ingeniería, ubicada en la planta piloto de la Universidad Nacional de la Amazonia Peruana, llevado a cabo el día 06 de mayo del 2022. Siendo 17:00 horas del día viernes, siendo los Miembros del Jurado calificador los abajo firmantes.



**Presidente**

Ing. CARLOS ANTONIO LI LOO KUNG, Dr.



**Miembro**

Ing. JORGE LUIS CARRANZA GONZALES, Mtro.



**Miembro**

Ing. GIORGIO SERGIO URRO RODRIGUEZ, Mtro.

## **DEDICATORIA**

*Este trabajo va dedicado con todo mi corazón para mi amado hijo*

*Axel Broly Garcia Flores, que me da la fuerza de seguir adelante*

*profesionalmente y seguir mis metas, posiblemente en estos momentos*

*no entiendas, pero cuando seas capaz, quiero que te*

*des cuenta lo que significas para mí.*

## **AGRADECIMIENTO**

*Un agradecimiento especial a mis padres Gallardo Gonzalo Garcia y  
Josefina Castillo quienes se esforzaron por apoyarme para ser una  
persona de bien y por ayudarme a llegar al punto en el que me  
encuentro ahora.*

*A mi amada esposa Julissa Flores gracias por estar siempre en estos  
momentos difíciles brindándome su amor, paciencia y comprensión.*

*A mi adorado hijo Axel Broly que con una sonrisa me hace  
sentir en paz, eres la razón de mi existencia, lo más importante,  
mil gracias porque muchas cosas cambiaron con tu llegada.*

## **INDICE GENERAL**

<b>PORTADA</b>	i
<b>ACTA DE SUSTENTACION</b>	ii
<b>JURADO CALIFICADOR</b>	iii
<b>DEDICATORIA</b>	iv
<b>AGRADECIMIENTO</b>	v
<b>INDICE GENERAL</b>	vi
<b>INDICE DE FIGURAS</b>	viii
<b>ABREVIATURAS</b>	ix
<b>RESUMEN</b>	xi
<b>ABSTRACT</b>	xii
<b>INTRODUCCION</b>	1
<b>CAPITULO I</b>	3
<b>1. MARCO TEORICO.</b>	3
<b>1.1. Enriquecimiento de Alimentos</b>	3
<b>1.1.1. Nanoemulsiones</b>	4
<b>1.1.2. Nanoemulsiones como Vehículos de Compuestos Bioactivos Durante la Digestión</b>	6
<b>1.1.3. Nanoemulsiones para Vehiculizar Ácidos Grasos Omega-3</b>	7
<b>1.1.4. Spray Drying Microencapsulamiento de Omega 3</b>	9
<b>1.2. Omega-3</b>	10
<b>1.2.1. Estructura de Omega 3</b>	11
<b>1.2.2. Metabolismo del Omega-3</b>	13
<b>1.2.3. Digestión y Absorción de los Ácidos Grasos</b>	16
<b>1.2.4. Efectos Beneficiosos de los Ácidos Grasos Omega-3</b>	17
<b>1.2.5. Efectos del Omega-3 en el Sistema Nervioso</b>	18
<b>1.2.6. Importancia del Consumo de Omega-3 en el Desarrollo en Niños</b>	19
<b>1.2.7. Ingesta Diaria de Omega-3</b>	21
<b>1.2.8. Alimentos Fuentes de Omega-3</b>	22
<b>1.2.9. Recomendación de Cocción</b>	24
<b>1.3. Estrategias de Enriquecimiento de Omega-3 para Productos Cárnicos Saludables.</b>	26
<b>1.3.1. Elaboración de Hamburguesas Enriquecidas con Omega-3</b>	26
<b>1.3.2. Elaboración de Hamburguesas de Pescado con Aceite de Pescado Omega-3 con Emulsiones de Romero y Canela</b>	31
<b>1.3.3. Elaboración de Salchichas Cocidas y Curadas Enriquecidas con omega 3</b>	35

<b>CAPITULO II: CONCLUSIONES</b>	40
<b>CAPITULO III: RECOMENDACIONES</b>	41
<b>CAPITULO IV: REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS</b>	42

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura N° 1</b> Nomenclatura de los Ácidos Grasos	<b>10</b>
<b>Figura N° 2</b> Estructura de Ácidos Grasos Omega 3	<b>12</b>
<b>Figura N° 3</b> Proceso metabólico de los Ácidos Grasos Omega 3 y Omega 6	<b>13</b>
<b>Figura N° 4</b> Participación de los AGPI CL Omega-6 y Omega-3 en el Desarrollo del Sistema Nervioso Central	<b>16</b>
<b>Figura N° 5</b> Frecuencia de Alimentos Recomendables que Garantizan un Estilo de Vida Saludable	<b>21</b>
<b>Figura N° 6</b> Ingestas Diarias Recomendadas de Omega 3	<b>22</b>
<b>Figura N° 7</b> Relación de Alimentos Fuentes de Omega 3	<b>25</b>
<b>Figura N° 8</b> Flujograma de Elaboración de Hamburguesas Enriquecidas con Omega-3	<b>30</b>
<b>Figura N° 9</b> Flujograma para la Elaboración de Hamburguesas de Pescado Enriquecidas con Omega 3	<b>34</b>
<b>Figura N° 10</b> Flujograma para la Elaboración de Salchicha de Pollo Enriquecidas con Omega 3	<b>39</b>



## ABREVIATURAS

- **Ácido Docosahexaenoico (DHA):** Es un ácido graso poliinsaturado del grupo de los ácidos grasos Omega3, con el símbolo bioquímico C22:6, formado por una cadena de 22 átomos de carbono que contiene 6 dobles enlaces.
- **Ácido Eicosapentaenoico (EPA):** Es un ácido graso poliinsaturado del grupo de los ácidos grasos omega3, con estructura bioquímica C20:5, constituido por una cadena de 20 átomos de carbono que contiene 5 dobles enlaces.
- **Ácido Docosapentanoico:** Anteriormente se pensó que funcionaba a través de **EPA** y **DHA**, ahora estamos aprendiendo que tiene funciones muy distintas en el cuerpo. Estas tres grasas poliinsaturadas desempeñan un papel fundamental en el correcto funcionamiento de nuestros cuerpo.
- **Ácidos grasos monoinsaturados:** Ácidos grasos que están formados por una cadena hidrocarbonada que contiene un doble enlace.
- **Ácidos grasos poliinsaturados:** Ácidos grasos que están formados por una cadena hidrocarbonada que contiene varios dobles enlaces.

- **AG n-3:** Ácido Graso Omega 3.
- **Omega-3:** Familia de ácidos grasos poliinsaturados cuyo primer doble enlace se sitúa en el tercer átomo de carbono de la cadena.
- **Omega-6:** La familia de los ácidos grasos poliinsaturados tiene el primer doble enlace situado en el sexto átomo de carbono de la cadena.
- **Fosfolípidos:** una combinación de dos ácidos grasos, un glicerol y un grupo fosfato.
- **EPA y DHA:** Ácidos grasos poliinsaturados de la familia de los Omega-3 derivados de ácidos grasos indispensables.
- **Macronutriente:** Estos son nutrientes que el cuerpo necesita en menor cantidad. Cada uno de estos nutrientes realiza una o más funciones específicas en el cuerpo. Entre ellos se encuentran las vitaminas y los minerales.
- **PUFA:** Poly Unsaturated Fatty Acid.
- **LCPUFA:** Long Chain Poly Unsaturated Fatty Acid.
- **ALA C18:3 n-3:** Acido  $\alpha$ -linolenico, Omega 3
- **AMDR:** Acceptable Macronutrient Distribution Range “rango aceptable de distribución de macronutrientes”.
- **NaCa:** Caseinato de Sodio.
- **SL:** Lecitina de Soja.
- **SPI:** Aislado Proteico de Sesamo.

## RESUMEN

Enriquecer los alimentos con ácidos grasos poliinsaturados omega 3 es un reto multidisciplinar que debe superar barreras técnicas y comerciales para poder lanzar al mercado este tipo de alimentos funcionales de forma sostenible. Se necesitan diferentes habilidades científicas, como la ciencia de los alimentos, la nutrición y los estudios sociológicos. De hecho, aunque el conocimiento de los efectos potenciales para la salud de los omega 3 marinos (EPA y DHA) ha aumentado considerablemente en los últimos 30 años (reducción de enfermedades cardiovasculares, efectos antiinflamatorios, desarrollo del tejido cerebral y nervioso...), hay Aún quedan muchos puntos por investigar: papel en la reducción de ciertos tipos de cáncer, en el control del peso, en la salud mental y en la depresión...

Por otro lado, muchos productos enriquecidos con omega 3 lanzados comercialmente no han tenido el éxito esperado debido a la falta de interés o aceptación por parte de los consumidores. Las empresas también se enfrentan al riesgo de oxidación de los lípidos añadidos.

En este estudio de casos sobre la prevención de la oxidación lipídica. Los principales aspectos a tener en cuenta son:

- las preguntas que se deben hacer al preparar un alimento enriquecido . ¿Qué fuente de omega 3 usar? ¿Aceites de pescado, emulsionados o no, en polvo, encapsulados?

**Palabras clave:** Enriquecimiento de Alimentos, Omega-3, Alimentos Funcionales, Productos Cárnicos Saludables.

## ABSTRACT

Enriching foods with omega-3 polyunsaturated fatty acids is a multidisciplinary challenge that must overcome technical and commercial barriers in order to launch this type of functional food on the market in a sustainable way. Different scientific skills are needed, such as food science, nutrition, and sociological studies.

In fact, although the knowledge of the potential health effects of marine omega 3 (EPA and DHA) has increased considerably in the last 30 years (reduction of cardiovascular diseases, anti-inflammatory effects, development of brain and nerve tissue...), There are still many points to be investigated: role in the reduction of certain types of cancer, in weight control, in mental health and in depression...

On the other hand, many commercially launched omega-3 enriched products have not been as successful as expected due to a lack of consumer interest or acceptance. Companies also face the risk of oxidation of added lipids.

In this case study on the prevention of lipid oxidation. The main aspects to take into account are:

- questions to ask when preparing an enriched food
- . What source of omega 3 to use? Fish oils, emulsified or not, powdered, encapsulated?

**Keywords:** Food Enrichment, Omega-3, Functional Foods, Healthy Meat Products.

## INTRODUCCION

Entre los ácidos grasos poliinsaturados (PUFA), el ácido  $\alpha$ -linolénico de cadena larga (ALA C18:3 n-3), el ácido eicosapentaenoico (EPA C20:5 n-3) y el ácido docosahexaenoico (DHA C22:6 n-3), han demostrado ser muy beneficiosos para la salud humana. Hasta ahora, muchos estudios se han centrado en la adición de estos PUFA omega-3 a varios productos alimenticios para mejorar sus características nutricionales y, en menor medida, para valorizar algunos productos poco demandados, como la carne fresca, los alimentos funcionales están ganando importancia debido a que los consumidores son cada vez más conscientes de la salud. Hay más de cuarenta nutrientes esenciales necesarios en la dieta de humanos para la salud y el bienestar normal. Entre estos nutrientes esenciales se encuentran los ácidos grasos omega 3 (AG n-3) se consideran importantes. La creciente incidencia de ciertas enfermedades degenerativas en los últimos tiempos se ha atribuido a las deficiencias de los AG n-3 Como resultado, se está intentando enriquecer las aves de corral, la panadería y los productos lácteos con AG n-3. Entre ellos, la carne de pollo tiene un enorme potencial para convertirse en un alimento funcional sostenible con omega-3 varios estudios han demostrado que alimentar a las aves de corral con piensos enriquecidos con AG n-3 es un medio eficaz para producir carne de pollo enriquecida con AG n-3 La carne de pollo es el componente de mayor crecimiento de la demanda mundial de carne ya que se prefiere por su atractivo para la salud debido a su mayor contenido en proteínas y a su menor contenido en colesterol y grasa. En comparación con otras carnes, la carne de pollo tiene menos grasas saturadas. Sin embargo, se sabe que la carne de pollo comercial es deficiente en AG n-3, desde el punto de vista de la salud humana, es

importante tener poca grasa saturada y una cantidad adecuada de AGPI, preferiblemente menos AG n-6, que equilibren los AG n-3. Por lo tanto, es importante enriquecer la carne de pollo con AG n-3 y reducir el contenido de AG saturados y n-6. saturados y n-6. Es interesante observar que los huevos con omega-3 ya son populares en muchas partes del mundo y son consumidos por consumidores conscientes de la salud que están dispuestos a pagar un precio más alto. El contenido de colesterol de los huevos con omega-3 es inferior al de los huevos normales, El ácido eicosopentaenoico (EPA, 20:5 n-3) y el ácido decosohexaenoico (DHA, 22:6 n-3), son funcionalmente importantes en el metabolismo humano. Las plantas proporcionan ácido alfa linolénico (ALA, 18:3 n-3) que es el precursor del EPA y el DHA. El pescado es la fuente preferida de AG n-3 porque proporcionan EPA y DHA ya preparados y satisfacen instantáneamente las necesidades.

## **CAPITULO I**

### **1. MARCO TEORICO.**

#### **1.1. Enriquecimiento de Alimentos**

En muchos casos, la producción de alimentos funcionales requiere la adaptación a las condiciones tecnológicas en las que se introducen nuevos ingredientes durante el procesamiento de los alimentos. Una de estas opciones es el uso de sistemas de administración comestibles, que incluyen emulsiones sólidas multicapa y gránulos de hidrogel convencionales. Cada uno de estos sistemas de entrega tiene sus propios pros y contras, la protección y entrega de los agentes funcionales de, así como su costo, regulación y biocompatibilidad.(Núñez & Cordoba, 2017)

La actividad investigadora del grupo se ha centrado durante más de una década en aspectos relacionados con el desarrollo de ingredientes funcionales que mejoran las cualidades nutricionales y saludables de los productos cárnicos. En concreto, esta última etapa parte de la matriz alimentaria. desarrollada previamente con un grupo de investigación, formando por geles de carragenina que incorporan un 0% de fracciones lipídicas y se han demostrado sus propiedades tecnológicas, fue calificado como satisfactorio tras su incorporación a productos cárnicos. Esta matriz ha sido optimizada para reemplazar un ingrediente característico de productos cárnicos: tocino. De hecho, esta sustitución puede mejorar una de las principales desventajas de estos productos desde el punto de vista nutricional y de salud: su composición lipídica, que es rica en ácidos grasos saturados, y el que tiene una cantidad

significativa de colesterol. Además, la composición no afecta a la tecnología, estabilidad o propiedades organolépticas del producto final.(Núñez & Cordoba, 2017)

Actualmente, debido a los cambios en los hábitos alimentarios de la población mundial, existen deficiencias de algunos micronutrientes y otros compuestos lipídicos que son necesarios y/o beneficiosos para la salud humana. Una forma de prevenir este problema es fortificar los alimentos con estos compuestos bioactivos; sin embargo, muchos de ellos tienen baja solubilidad en agua y/o son inestables durante la digestión. De esta forma, los sistemas de liberación coloidal protegen los compuestos bioactivos durante la digestión y mejoran su bioaccesibilidad, donde las nanoemulsiones son una excelente alternativa, ya que pueden mejorar la liberación, disolución y absorción de estos compuestos durante la digestión. En esta revisión, nos enfocamos en el uso de nanoemulsiones como método para generar diversos compuestos bioactivos lipídicos como vitaminas, ácidos grasos libres y antioxidantes para la suplementación nutricional de alimentos. La investigación recopilada ha demostrado que la combinación de diferentes compuestos bioactivos en nanoemulsiones aumenta su bioaccesibilidad, lo que convierte a estos sistemas en una buena alternativa para la adición de nutrientes en los alimentos.(Arancibia et al., 2020)

#### **1.1.1. Nanoemulsiones**

La nano emulsión consiste en una dispersión de dos líquidos inmiscibles (generalmente aceite y agua), donde uno de los líquidos está disperso como pequeñas gotas esféricas (<200 nm) Las principales



ventajas del uso de nanoemulsiones en el desarrollo de nuevos productos alimenticios, en comparación con las emulsiones convencionales, son: estos dispersan la luz más fácilmente y, por lo tanto, tienden a ser transparentes, el ejerce menos influencia en las propiedades ópticas de los alimentos; presentan una alta estabilidad física de frente a la agregación y separación atractivas de partículas de lo que aumenta la estabilidad de las nanoemulsiones de durante el y pueden aumentar significativamente la biodisponibilidad de los compuestos bioactivos lipídicos que portan (Arancibia et al., 2020)

Aunque las nanoemulsiones muestran propiedades prometedoras para para su uso en la industria alimentaria, sigue siendo motivo de preocupación por parte de los consumidores y/o las autoridades estatales con respecto a los riesgos asociados con el consumo de nanopartículas en alimentos y/o suplementos dietéticos. A la fecha no existen regulaciones específicas para nanoemulsiones en Chile y/o países como USA, Japón o China. En Europa se ha avanzado en la pregunta , ya que se ha publicado una guía para la evaluación de riesgo de nanomateriales con contacto facial o alimentario, donde se demuestra que la ingestión completa de nanopartículas en se debe evaluar el tracto gastrointestinal para verificar que no existe riesgo de absorción de especies indeseables y acumulación de su biología. En los últimos años se han publicado estudios diferentes que evalúan la interacción de nanoemulsiones bioactivas (tocoferoles, resveratrol y curcumina) con sistemas biológicos diferentes (embriones y células de pollo), concluyendo que la aplicación

terapéutica de nanoemulsiones es segura para los humanos. Cabe señalar que empresas internacionales como NutraLease Ltd. (Israel) está investigando la nanoencapsulación de compuestos funcionales como la coenzima Q10, licopenos, luteína, carotenos, ácidos grasos  $\omega$ 3, vitaminas liposolubles, fitoesteroles e isoflavonas para su incorporación en las bebidas. Los nanoportadores mejoran la estabilidad de biodisponibilidad de los compuestos funcionales del encapsulados. (Arancibia et al., 2020)

### **1.1.2. Nanoemulsiones como Vehículos de Compuestos Bioactivos Durante la Digestión**

Los sistemas basados en nanoemulsiones diseñados para controlar, liberar y/o absorber compuestos bioactivos lipídicos durante la digestión han sido investigados para muchas aplicaciones en la industria farmacéutica; sin embargo, su uso en alimentos sigue siendo limitado debido a la falta de evidencia de su estabilidad y función a su paso por el sistema digestivo. Cuando se consume un alimento, se producen una variedad de cambios en su estructura debido a diversos procesos que ocurren en el sistema digestivo (boca, estómago e intestino delgado y grueso), en los que los diversos componentes del alimento, se liberan de la matriz alimentaria durante la digestión, luego se disuelven en micelas mixtas y son absorbidos por las células del epitelio intestinal. (Arancibia et al., 2020)

### 1.1.3. Nanoemulsiones para Vehicular Ácidos Grasos Omega-3

En la familia de ácidos grasos , los ácidos grasos poliinsaturados de cadena larga  $\omega_3$  (LCPUFA  $\omega_3$ ), principalmente el ácido eicosapentaenoico (EPA, C20: 5  $\omega_3$ ) y el ácido docosohexaenoico (DHA, C22: 6  $\omega_3$ ), se consideran compuestos bioactivos esenciales para la nutrición y la salud humana, ya que intervienen en muchos procesos fisiológicos , Entre sus funciones destaca su papel en la mejora de la función cognitiva, la reducción del riesgo de enfermedades cardiovasculares y la inflamación , y su relación con reduciendo el riesgo de ciertos tipos de cánceres; La Consulta de Expertos de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación determinó que el rango promedio tolerable de distribución de macronutrientes (AMDR) de ácidos grasos  $\omega_3$  (EPA DHA) para bebés y niños es 100mg/día, para adultos es 250mg/día, para mujeres embarazadas y lactantes es -300 mg/día.(Arancibia et al., 2020)

Aunque los PUFA  $\omega_3$  están presentes en cantidades significativas en pescados grasos, microalgas e invertebrados marinos a muchos consumidores no les gusta su sabor. Además, la falta de acceso a productos marinos frescos en algunas partes del mundo significa que una gran parte de la población no consume la dosis recomendada de  $\omega_3$  LCPUFA. Por esta razón, desarrolló alimentos funcionales ricos en LCPUFA  $\omega_3$  como alternativa a para aumentar el suministro de estos nutrientes; sin embargo, los AGPICL  $\omega_3$  tienen una baja solubilidad en agua y son susceptibles a la oxidación en condiciones gastrointestinales

y de almacenamiento, lo que afecta su biodisponibilidad. Por lo tanto, las nanoemulsiones brindan una solución para incorporar LCPUFA  $\omega$ 3 en diferentes alimentos.(Arancibia et al., 2020)

En el estudio realizado sobre la incorporación de DHA en nanoemulsiones de para aumentar su estabilidad y bioaccesibilidad durante la digestión de in vitro, el Autor estudió los efectos de diferentes agentes emulsionantes: caseinato de sodio (NaCa) y lecitina de soja (SL). Los resultados indicaron que la tasa de liberación de ácidos grasos durante la digestión intestinal fue más alta en las nanoemulsiones estables, seguidas por SL y NaCa. Además, la incorporación de DHA en la nanoemulsión aumentó el porcentaje de liberación de ácidos grasos, en comparación con DHA libre, de 1,7 a 2,3 veces. Por el contrario, utilizaron una nueva proteína macromolecular (aislado de proteína de sésamo SPI ) para reemplazar el tensioactivo natural en nanoemulsión con LCPUFA de aceite de pescado rico en  $\omega$ 3. Demostraron que el uso de SPI como tensioactivo resultó en la liberación de ácidos grasos > 90 del aceite de pescado; Además, el uso de SPI en la nanoemulsión no indujo toxicidad en monocitos sanguíneos de ratones. Del mismo modo que investigó el efecto del tamaño de partícula de las emulsiones (emulsiones convencionales y nanoemulsiones) sobre la biodisponibilidad del aceite de pescado  $\omega$ 3 rico en AGPICL utilizando un modelo ex intestinal de rata vivo. Los resultados indicaron que la nanoemulsión aumentó la tasa de absorción de LCPUFA  $\omega$ 3 en el intestino delgado en 2,5 veces en comparación con la emulsión convencional.(Arancibia et al., 2020)

Por lo tanto, la vehiculización de compuestos lipídicos en nanoemulsiones es una herramienta prometedora para aumentar la bioaccesibilidad de los LCPUFA  $\omega$ 3; sin embargo, la composición y la estructura de las nanoemulsiones de son importantes para mejorar la bioaccesibilidad de estos compuestos y, por lo tanto, debe optimizarse para las condiciones de anteriores para generar sistemas de distribución más eficientes.(Arancibia et al., 2020)

#### **1.1.4. Spray Drying Microencapsulamiento de Omega 3**

Debido a los sólidos datos clínicos que respaldan una serie de beneficios para la salud, los aceites omega-3 se añaden cada vez más a los alimentos y bebidas. Sin embargo, estos lípidos bioactivos deben estar protegidos contra la autoxidación y la degradación durante el procesamiento y el almacenamiento de los alimentos. La tecnología de microencapsulación se emplea para estabilizar los aceites omega-3 y permitir su incorporación a los productos alimenticios y bebidas sin que ello afecte al sabor y a la vida útil del producto, ofreciendo una visión general de las técnicas de microencapsulación utilizadas para encapsular y estabilizar los aceites omega-3. Se describen y comparan las ventajas e inconvenientes de cada método. También se describen las propiedades importantes de los ingredientes microencapsulados, como la carga útil, la estabilidad oxidativa y la biodisponibilidad. Aunque se han utilizado diversos métodos para microencapsular aceites omega-3, hay dos métodos que se utilizan principalmente a nivel comercial. Se trata de la

coacervación compleja y la formación de emulsiones secadas por pulverización.(Cari, 2019)

## 1.2. Omega-3

Es un ácido graso poliinsaturado forma parte de sustancias lipídicas teniendo su primer doble enlace en el tercer carbón desde el metilo terminal (Santoro M. 2012), los lípidos son grandes estructuras conformadas por ácidos grasos como los Omega-3 (Bhalerao et al., 2014)

El Omega-3 es necesario para funciones vitales, tales como mantenimiento del crecimiento, la reproducción de los seres humanos y la salud, son considerados esenciales por el cuerpo humano por lo que solo lo podrán obtener a través de dietas alimenticias (Baba, 2017)

**Figura N° 1** Nomenclatura de los Ácidos Grasos

Omega 3	Omega 6
<b>Ácido alfa-linoleico: 18:3n-3</b> $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-[CH=CH-CH}_2\text{]}_3\text{-[CH}_2\text{]}_6\text{-COOH}$	<b>Ácido linoleico: 18:2n-6</b> $\text{CH}_3\text{-[CH}_2\text{]}_4\text{-[CH=CH-CH}_2\text{]}_2\text{-[CH}_2\text{]}_6\text{-COOH}$
<b>Ácido eicosapentaenoico o EPA: 20:5n-3</b> $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-[CH=CH-CH}_2\text{]}_5\text{-[CH}_2\text{]}_2\text{-COOH}$	<b>Ácido araquidónico: 20:4n-6</b> $\text{CH}_3\text{-[CH}_2\text{]}_4\text{-[CH=H-CH}_2\text{]}_4\text{-[CH}_2\text{]}_2\text{-COOH}$
<b>Ácido docosahexaenoicoo DHA: 22:6n-3</b> $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-[CH=CH-CH}_2\text{]}_6\text{-[CH}_2\text{]}_4\text{-COOH}$	
<p>18:3n-3 significa que hay 18 átomos de carbono, tres dobles enlaces y que el primero de ellos se sitúa en el tercer átomo de carbono de la cadena a partir del grupo CH<sub>3</sub>-.</p>	

**Fuente:** (Texsi Velasco, 2016)

Los ácidos grasos poliinsaturados de mayor número de carbonos como el ácido docosahexanoico “DHA” y ácido eicosapentanoico “EPA” se les conoce como ácidos grasos poliinsaturados de cadena larga (AGPI-CL) tienen muchas funciones metabólicas y estructurales importantes para nuestros organismos (Hinzpeter et al., 1991)

Las principales fuentes de omega-3 son marinas encontrándose en peces azules como Sardinias, Salmon, Anchoveta, Atún Blanco, Boquerón, Caballa y Jurel; otro tipo de ácido omega-3 como el ácido  $\alpha$ -linolénico se encuentran en aceites vegetales como canola, soya y linaza, como también en algunas semillas como las nueces y la chía (Jorge Guevara et al., 2016)

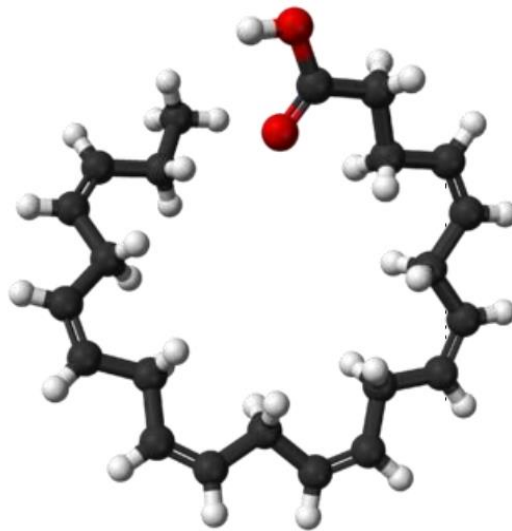
### 1.2.1. Estructura de Omega 3

El ácido graso poliinsaturado tiene ácido linoleico 18: 2 $\Delta$ 9,12 o ácido octadecadienoico es un omega6; a 18:3 $\Delta$ 9,12,15 El ácido  $\alpha$ -linolénico es uno de los dos ácidos octadecatrienoicos y un omega-3; al ácido  $\gamma$ -linolénico 18:3 $\Delta$ 6,9,12 que es otro ácido octadecatrienoico, y es un omega6 y finalmente al ácido araquidónico 20:  $\Delta$ 5,8,11,14 o ácido eicosatetraenoico y es un omega6. La Figura 1 muestra las estructuras moleculares de estos ácidos grasos. Determinación estructural de ácidos grasos omega 3 y omega 6 llamados así por la posición del primer doble enlace desde el terminal metil (CH<sub>3</sub>). En el primer caso, este doble enlace se observa en el carbono 3 (C3C) y también se puede identificar como n3. En él, el doble enlace está

en el carbono 6. (C6C7) y se denominan n6. De estos ácidos grasos, el linoleico (LA omega6), el  $\alpha$ -linolénico (ALA omega3) y el araquidónico (ARA omega6) se consideran esenciales porque no lo pueden ser biosintetizados en el organismo humano, de ahí la importancia de incluirlos en la dieta.(Dugan et al., 2015)

**Figura N° 2** Estructura de Ácidos Grasos Omega 3

**Ácido Docosaheptaenoico (DHA) C22:6  $\omega$ 3 – 3D**



**Ácido Eicosapentaenoico (EPA) C20:5  $\omega$ 3 – 3D**



A 3D ball-and-stick model of Eicosapentaenoic acid (EPA). The molecule consists of a long hydrocarbon chain with five methylene-interrupted double bonds. The chain is shown in a zig-zag conformation. At the end of the chain, there is a carboxyl group (COOH) with two red oxygen atoms and one white hydrogen atom. The carbon atoms are represented by grey spheres, and the hydrogen atoms by white spheres.

**Fuente:** (Texsi Velasco, 2016)

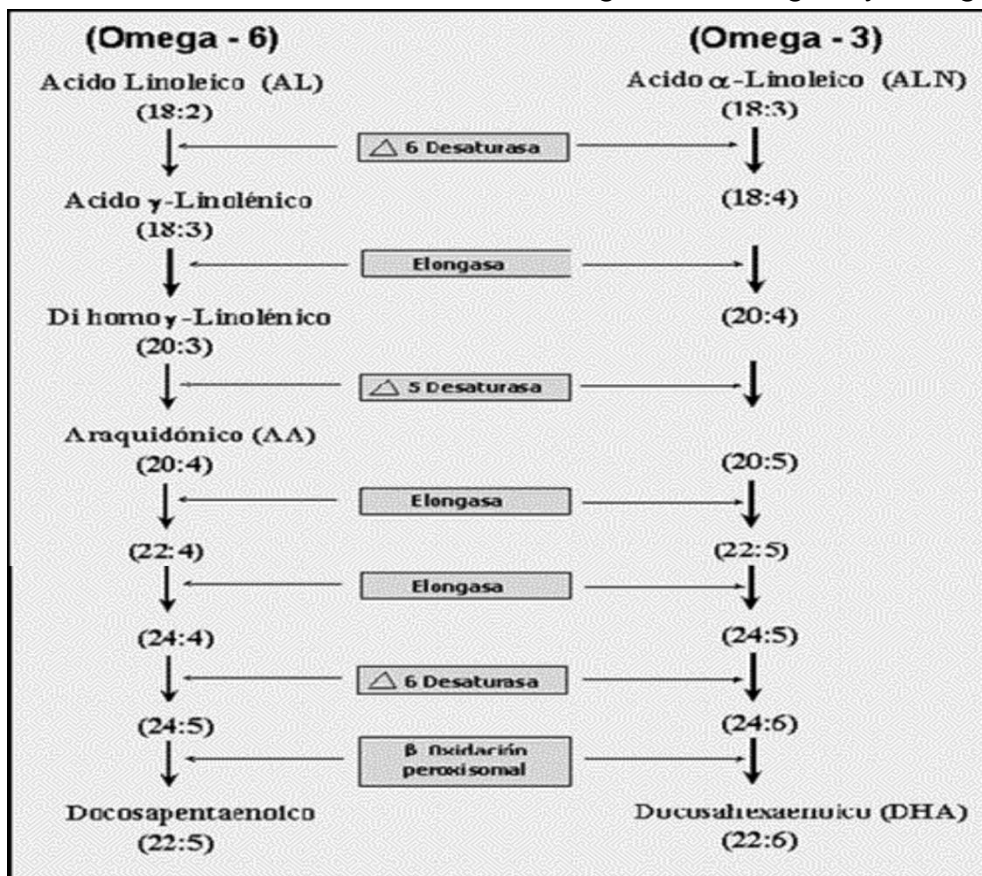
12



### 1.2.2. Metabolismo del Omega-3

La siguiente figura muestra el proceso metabólico de los ácidos grasos omega-3 y omega-6. Asimismo, la sección que le sigue se concentra en el metabolismo de la familia de ácidos grasos omega-3. Desaturación y elongación. El AAL se transforma en ácidos grasos de cadena larga a través de una serie de desaturaciones y elongaciones alternadas. Las desaturaciones agregan un doble enlace a través de la eliminación de hidrógeno, mientras que las elongaciones agregan dos átomos de carbono. (Galli et al., 2018)

Figura N° 3 Proceso metabólico de los ácidos grasos Omega 3 y omega 6



Fuente (Cari, 2019)

El primer paso en el metabolismo del AAL es la desaturación, catalizado por la delta-6- desaturasa. Este paso se considera como limitante de tasa, ya que está afectado principalmente por factores nutricionales, hormonales y metabólicos. Los pasos de desaturación y elongación ocurren en el retículo endoplásmico de la célula. Los pasos de desaturación tienden a ser lentos, mientras que los pasos de elongación son rápidos. Por esta razón, la concentración en tejido de ácido estearidónico tiende a ser más baja, debido a que esta se forma lentamente por desaturación y después se elonga rápidamente a otros metabolitos. (Thanthirige et al., 2016)

### **Funciones del Omega-3**

Todas las grasas insaturadas están compuestas en un 60% por lípidos, dan energía y asumen un papel importante en el diseño de las capas celulares, particularmente en la mente, por el ácido araquidónico (ARA) y el ácido docosahexaenoico (DHA), que juntos dan el 30% de los lípidos requeridos por el cerebro y ayudan a la neurotransmisión (Aquilani et al., 2018)

Otras funciones de ácidos grasos es la capacidad de transformarse en prostaglandinas sustancia con un papel transcendental es la regulación de los sistemas cardiovasculares, inmunológico y digestivo, el Omega-3 se recalca su intervención de formación de las membranas celulares; conformando la gran parte de los tejidos cerebrales siendo que

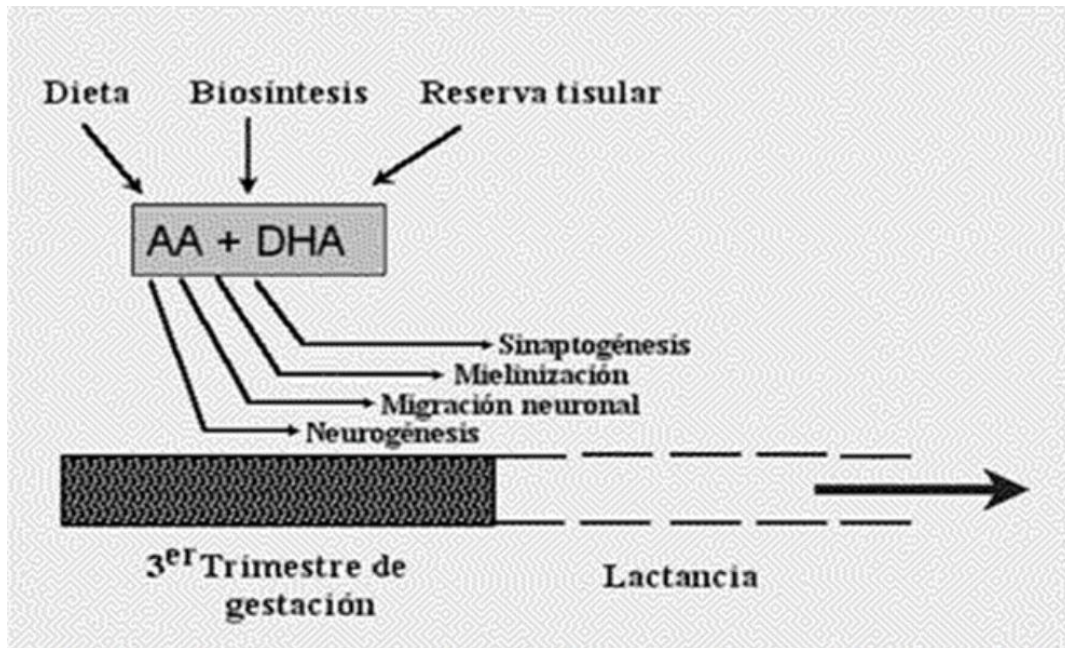
las células nerviosas sean ricas en ácidos grasos Omega-3 (Solomando et al., 2020)

### **Función en el sistema nervioso**

El AA y el DHA por su alto grado de poliinsaturación ejercen sus funciones metabólicas formando parte de la estructura de los fosfolípidos de las membranas celulares, particularmente de la fosfatidilcolina, la fosfatidiletanolamina y la fosfatidilserina aportan así gran fluidez a las membranas. Esta fluidez es esencial para que las proteínas de la membrana (canales iónicos, receptores, uniones comunicantes, receptores catalíticos, enzimas, estructuras formadoras de vesículas, etc) puedan tener el movimiento que requieren sus funciones, ya sea en la superficie de las membranas o en el interior de la bicapa lipídica (Texsi Velasco, 2016)

La deficiencia de ácidos grasos poliinsaturados de cadena larga en personas adultas afecta a los neuroprotectores AGPICL  $\omega$ -3 causando así la enfermedad del Alzheimer debido a los bajos niveles de DHA plasmáticos y en membranas celulares, una dieta enriquecida de AGPICL  $\omega$ -3 tanto EPA como DHA se observó que en más del 68% de los casos ayudan a prevenir eventos celulares que puedan producir lesiones (Tocher et al., 2019) neuronales como también apoptosis neuronal (Calantonea et al., 2002)

**Figura N° 4** Participación de los AGPICL, omega-6 y omega-3 en el desarrollo del sistema nervioso central.



Fuente (Cari, 2019)

Estos ácidos grasos se reúnen exclusivamente en los conos de crecimiento axonal y en las vesículas sinápticas por lo cual tienen gran notabilidad en la formación y propagación del impulso eléctrico y en la movilización de las vesículas que contienen los neurotransmisores. (Engel, 2014)

### 1.2.3. Digestión y Absorción de los Ácidos Grasos

La digestión y absorción de ácidos grasos se ve facilitada por la acción emulsificante de los sales biliares, que, combinada con los movimientos peristálticos del intestino, sin embargo para iniciar la hidrólisis de las grasas ocurre principalmente por enzimas segregadas de la boca "Lingual Lipasa" y en el estómago "Lipasa gástrica" ambas con especificidad para la hidrólisis de triacilglicérols de cadenas cortas y medias, estos ayudan a la hidrosolubilidad para actuar en las superficies

de las mismas, de forma que se hace posible la digestión, las sales biliares son sintetizadas por el hígado y segregadas por vía biliar al duodeno (Santoro, 2012)

#### **1.2.4. Efectos Beneficiosos de los Ácidos Grasos Omega-3**

**Durante la Gestación:** La dieta de la madre gestante antes de la concepción es de gran importancia ya que determina el tipo de grasas que se acumularan en los tejidos del feto, se estima que aproximadamente 600mg de los ácidos grasos esenciales son transferidos de la madre al feto durante la gestación, las cuales son componentes estructurales del cerebro y de la retina durante el desarrollo del feto el ácido araquidónico (AA) y docosahexaenoico (DHA) es transportado selectivamente por la placenta esto produce enriquecimiento de los ácidos grasos en los lípidos circulantes del feto, esto causa el desarrollo del sistema nervioso y cerebral del feto durante el tercer trimestre y después del nacimiento (Aquilani et al., 2018)

La madre gestante debe ingerir niveles adecuados para transferir al feto, el consumo de pescado y el suplemento con aceite de pescado durante la gestación reduce la incidencia de partos

prematuros e incrementa el peso al nacimiento del feto (Galli et al., 2018)

**Durante el Crecimiento:** Hay estudios que asocian una mejor habilidad cognitiva para integrar información, mejor agudeza visual y una mejor capacidad para responder a la luz. En niños amamantados o alimentados con fórmulas que contienen DHA, se observa en ellos un mayor coeficiente intelectual (Hinzpeter et al., 1991)

#### **1.2.5. Efectos del Omega-3 en el Sistema Nervioso**

El desarrollo neuronal del tejido cerebral está constituido principalmente por ácidos grasos DHA, esto demuestra la participación en distintas etapas del desarrollo del sistema nervioso (Шафир & Shafir, 2022)

Las grasas insaturadas poliinsaturadas, ya sea como defensivas o restauradoras en la capacidad mental, han exhibido con investigaciones observacionales y exploratorias que el DHA tiene trabajos principalmente en la memoria (Шафир & Shafir, 2022)

Un estudio realizado en niños demostró que las nuevas madres que recibieron 400 mg/día de DHA a las 18 semanas de crecimiento tuvieron bebés más grandes y un mayor contorno de cabeza que las madres que no recibieron suplementos, las grasas insaturadas omega 3 tienen una repercusión significativa en diferentes capacidades mentales tanto

durante la incubación como en las fases iniciales del desarrollo, los hijos de las madres que recibieron suplementos de omega 3 durante el embarazo mostraron una coordinación y una memoria más destacadas que los hijos de las madres que no recibieron suplementos en las pruebas de habilidades mentales (memoria y coordinación). Asimismo, se ha demostrado que la utilización de estas grasas insaturadas afecta de forma positiva a las capacidades motoras y de aprendizaje, a la mejora de la agudeza visual, así como a la evitación de sensibilidades y enfermedades del sistema inmunitario (Arancibia et al., 2020)

#### **1.2.6. Importancia del Consumo de Omega-3 en el Desarrollo en Niños**

El avance mental puede verse afectado por varias partes, como el legado hereditario, la satisfacción personal, las enfermedades degenerativas, cerebrales y fundacionales en curso, y además por los suplementos inequívocos que se obtienen a partir de una rutina alimenticia sólida. Los suplementos bioactivos que se han destacado últimamente son los que se obtienen de los aceites de pescado marino por su síntesis de grasas insaturadas poliinsaturadas de cadena larga omega-3, Eicosapentaenoico (EPA) y docosahexaenoico corrosivo (DHA). El DHA y sus niveles en niños y adultos pueden afectar a la satisfacción personal de los jóvenes y adultos. relación en los líos que influyen en la conducta, la disposición y el aprendizaje (Aquilani et al., 2018)

En todo el mundo, la utilización de pescado ha disminuido desde la década de 1950 y los patrones dietéticos han cambiado, inclinándose

hacia la utilización de pescado blanco bajo en grasa. Además, los patrones dietéticos han cambiado, inclinándose hacia la utilización de pescado blanco bajo en grasa sobre el pescado graso, el pescado graso sobre el pescado blanco. En consecuencia, ha disminuido la utilización de las grasas insaturadas omega-3 del pescado. Las grasas insaturadas del pescado han disminuido. Esto puede no ser significativo, teniendo en cuenta que las personas pueden cambiar el ALA que se encuentra en los vegetales verdes y ciertos aceites vegetales por el EPA por ciertos aceites vegetales en EPA y DHA, pero este ciclo de cambio no es excepcionalmente productivo y depende de la moderación, excepcionalmente productivo y es dependiente de un serio impedimento por parte de las grasas insaturadas omega-3 (Calantonea et al., 2002)



### 1.2.7. Ingesta Diaria de Omega-3

La FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura) /OMS (Organización Mundial de la Salud) recomiendan un consumo diario de 500mg/día de EPA+DHA como mínimo en adultos, mientras que el consumo mínimo recomendado para madres en lactancia es de 300mg/día de DHA, y para lactantes y escolares una dosis de aproximadamente 150mg/día. (Tocher et al., 2019)

**Figura N° 5** Frecuencia de Alimentos Recomendados que Garantizan un Estilo de Vida Saludable

GRUPOS DE ALIMENTOS	FRECUENCIA RECOMENDADA	PESO DE CADA RACION (en crudo y neto)	MEDIDAS CASERAS
PATATAS, ARROZ, PAN, PAN INTEGRAL Y PASTA	4-6 raciones al día <i>formas integrales</i>	60-80 g de pasta, arroz 40-60 g de pan 150-200 g de patatas	1 plato normal 3-4 rebanadas o un panecillo 1 patata grande o 2 pequeñas
VERDURAS Y HORTALIZAS	<sup>3</sup> 2 raciones al día	150-200 g	1 plato de ensalada variada 1 plato de verdura cocida 1 tomate grande, 2 zanahorias
FRUTAS	<sup>3</sup> 3 raciones al día	120-200 g	1 pieza mediana, 1 taza de cerezas, fresas..., 2 rodajas de melón...
ACEITE DE OLIVA	3-6 raciones al día	10 ml	1 cucharada sopera
LECHE Y DERIVADOS	2-4 raciones al día	200-250 ml de leche 200-250 g de yogur 40-60 g de queso curado 80-125 g de queso fresco	1 taza de leche 2 unidades de yogur 2-3 lonchas de queso 1 porción individual
PESCADOS	3-4 raciones a la semana	125-150 g	1 filete individual
CARNES MAGRAS, AVES Y HUEVOS	3-4 raciones de cada a la semana. Alternar su consumo	100-125 g	1 filete pequeño, 1 cuarto de pollo o conejo, 1-2 huevos
LEGUMBRES	2-4 raciones a la semana	60-80 g	1 plato normal individual
FRUTOS SECOS	3-7 raciones a la semana	20-30 g	1 puñado o ración individual

**Fuente:** (Cari, 2019)

Las grasas insaturadas omega-3 (EPA, DHA y DPA) deben consumirse a diario para garantizar una digestión adecuada de las grasas. Hay que recordar constantemente que nuestro cuerpo no puede prescindir de las grasas: la cuestión, como ocurre generalmente, estriba en el correcto equilibrio de su admisión, en calidad y cantidad. Las grasas omega-3 desempeñan un papel importante en la lucha contra numerosas enfermedades. La SINU (Sociedad Italiana de Nutrición Humana) incluyó

las grasas insaturadas omega-3 entre los suplementos fundamentales, mostrando 1 gramo de grasas insaturadas omega-3 como el prerequisite diario sugerido. Además, se han establecido varias sugerencias según las indicaciones de los conjuntos de la población (Baba, 2017)

**Figura N° 6** Ingestas Diarias Recomendadas de Omega 3

CATEGORIA	EDAD (AÑOS)	GRAMOS OMEGA 3 / DÍA
Recién nacidos	05 – 1	0,5
Niños / niñas	1 – 3	0,7
Niños / niñas	4 - 10	1
Chicos	11 - 14	1
Hombres	15 en adelante	1,5
Chicas	11 - 14	1
Mujeres	15 en adelante	1
Embarazadas y lactantes	-	1

**Fuente;** (Cari, 2019)

### 1.2.8. Alimentos Fuentes de Omega-3

Las fuentes de Ácidos Grasos omega 3 son predominantes en la mayoría de las dietas son los aceites, vegetales y el pescado.

**Aceites de Pescado:** Los Ag poliinsaturados marinos se enmarcan en los cloroplastos de las plantas marinas, microalgas esenciales para el fitoplancton o macroalgas, que son consumidas por los peces, los cuales concentran el EPA y el DHA en forma de triacilglicéridos, principalmente en el tejido adiposo y en la grasa muscular y vísceras en algunos

pescados, en particular los de carne roja o tenue, son impresionantes fuentes de EPA y DHA, sin embargo se espera que cantidades enormes den una porción exitosa. El ejemplo dietético de los esquimales y la amplia utilización de suplementos de aceite de pescado marino.(Arancibia et al., 2020)

**Pescados y Mariscos:** El pescado y el marisco son, sin duda, las fuentes más abundantes de omega-3, que se encuentran en grandes cantidades en los de aguas frías. Una aclaración para la gran variedad en la admisión de omega-3 es la variedad en la cantidad de omega-3 en el pescado. Esto se debe a la dieta, la región, la fase de desarrollo, el sexo y el tamaño del pescado, así como el tiempo y la temperatura del agua, y las técnicas de enlatado y planificación utilizadas. La estructura de los lípidos será diferente en los peces procedentes de la hidroponía y de la pesca, ya que existen contrastes en los suplementos de sus regímenes alimenticios de los peces.(Arancibia et al., 2020)

**Vegetales y Aceites Vegetales:** La utilización per cápita de hortalizas nuevas o congeladas ha aumentado considerablemente en los últimos años. La utilización de verduras nuevas aumentó un 40% (de 64,1 a 89,8 libras) y la de verduras congeladas más del 32% (de 13,5 a 17,9 libras). El examen y la evaluación de los lípidos vegetales y las grasas insaturadas se ven afectados por las condiciones de creación, el cultivo, el desarrollo, la temporada, los ensayos La investigación y la evaluación de los lípidos vegetales y las grasas insaturadas se ven afectados por las condiciones de creación, el cultivo, el desarrollo, la temporada, las

prácticas sociales, los procesos, la agrupación, la capacidad, los ciclos lógicos y una parte de la verdura diseccionada. (Arancibia et al., 2020)

Las grasas y aceites vegetales se adquieren en su mayor parte a partir de las semillas o de la capa externa de los productos ecológicos. El nivel de este aceite de retención fluctúa de forma impresionante, desde el 5% en los cereales hasta el 68% en el coco. El AG de los aceites de semillas difiere extraordinariamente. En los vegetales y, por tanto, en los aceites vegetales, los factores, por ejemplo, el tipo de cultivo, el distrito hortícola y las circunstancias climáticas afectan al contenido de ALA. La sustancia de ALA en las plantas cambia a través de la estación y la localidad. (Arancibia et al., 2020)

#### **1.2.9. Recomendación de Cocción**

En cuanto a la cocción de los alimentos que nos proporcionan DHA + EPA, diversos estudios indican que en la cocción al vapor la pérdida de los ácidos grasos poliinsaturados no es significativa a diferencia de la fritura, donde la pérdida de los aceites es mayor, en el caso de la forma de preparación del pescado, al freírlo las concentraciones de la omega 3 disminuyen y aumenta la relación de omega6/omega 3. (Texsi Velasco, 2016)

**Figura N° 7** Relación de alimentos

<b>ALIMENTOS FUENTES DE OMEGA 3</b>	
<b>PESCADOS</b>	<b>Cantidad mg/100g</b>
Anchoveta	2
Sardina	1.5
Jurel	1.22
Trucha	1.3
Atún	1.2
Bonito	2.1
<b>ACEITES VEGETALES</b>	<b>Cantidad mg/100g</b>
Aceite de linaza	53.3
Aceite de girasol	0.09 - 0.19
Aceite de oliva	0.54 - 0.6
Aceite de soya	6.8 - 7.3
<b>VEGETALES</b>	<b>Cantidad mg/100g</b>
Espinaca	0.89
Lechuga	0.26
Brócoli	0.1
Coliflor	0.1
Rábano	0.7
Palta	0.63
<b>FRUTOS SECOS</b>	<b>Cantidad mg/100g</b>
Almendras	0.4
Maní	0.08
Nueces	6.81
Quinoa	0.07

**Fuente:** (Cari, 2019)

En cuanto a los aceites la mejor forma de consumirlos es en su forma cruda, ya que así conservan sus propiedades, conforme los calentamos ya sea en la fritura o en el rehogado van perdiendo las grasas saludables que poseen, es decir sus AGPI se pierden, estos se transforman en grasas trans que son grasas muy poco saludables y elevan el riesgo de enfermedades del corazón, además de generar sustancias tóxicas.(Calantonea et al., 2002; Galli et al., 2018)

### **1.3. Estrategias de Enriquecimiento de Omega-3 para Productos Cárnicos Saludables.**

#### **1.3.1. Elaboración de Hamburguesas Enriquecidas con Omega-3**

Las hamburguesas se elaboraron con lomos de cerdos Cinta Senese proporcionados por Azienda Agricola Borgonovo (Cortona, Italia). Diez cerdos fueron criados al aire libre y alimentados con piensos comerciales. Diez porciones de lomos frescos (un total de aproximadamente 11 kg de carne) se picaron y mezclaron con sal (2%), sulfitos (0,05%) y puré de patata en polvo (2,4%). Se elaboraron tres tipos de hamburguesas: control (C) (3,7 kg de mezcla), sin más modificaciones, hamburguesas con microcápsulas (M) añadiendo 173 g de microcápsulas a 3,7 kg de mezcla y hamburguesas de aceite de pescado (F) añadiendo 6 g de aceite de pescado a 3,7 kg de mezcla. Las cantidades respectivas de microcápsulas y de aceite de pescado se calcularon para contener la misma cantidad de EPA+DHA (1,67 g) (Aquilani et al., 2018)

Las hamburguesas se hicieron calibrando 90g de mezcla también, dándole una forma de hamburguesa estándar. Para los ejemplos cocinados, se utilizó el método de cocción se utilizó: asar a 165 °C, volteando cada 2 minutos hasta alcanzar una temperatura interior de 73-75 °C, registrada utilizando un termómetro de prueba (Aquilani et al., 2018)

Se hicieron 48 hamburguesas para cada expansión (C, M, F) y se utilizaron como sigue: Cinco hamburguesas se sometieron a una investigación físico-compositiva como materia nueva; cinco hamburguesas se cocinaron y se utilizaron para los exámenes de compuestos físicos a los 0 días (T0); siete hamburguesas se cocinaron y se sometieron a un examen sensorial sensorial en T0; cinco hamburguesas se guardaron a 4 °C durante 5 días (T5), luego se cocinaron y examinaron; siete hamburguesas se guardaron en circunstancias similares (T5), cocinadas e inspeccionadas por especialistas; cinco hamburguesas se guardaron a -20 °C durante 30 días (T30) y, a continuación, se cocinaron además, se rompió; siete hamburguesas se guardaron en las mismas circunstancias (T30), cocinadas e inspeccionadas por especialistas.(Aquilani et al., 2018)

Análisis sensorial; Todas las sesiones se realizaron en salas de paneles sensoriales con las condiciones especificadas en la norma UNE (Norma UNE, 1979) equipadas con iluminación fluorescente blanca (220-230 V, 35 W). Un trozo de hamburguesa cocinada (20g) se sirvió caliente en platos de plástico blanco a los panelistas, marcados con códigos aleatorios de tres dígitos. Las sesiones del panel se celebraron alrededor de 1-2 horas antes de la hora de la comida. Se proporcionaron galletas sin sal y un vaso de agua a temperatura ambiente a cada panelista para que se enjuagara para que se enjuagara entre muestra y muestra. Las hamburguesas fueron evaluadas por un panel entrenado de 18 miembros utilizando un método de análisis descriptivo. Once rasgos sensoriales agrupados en apariencia (aspecto graso), olor

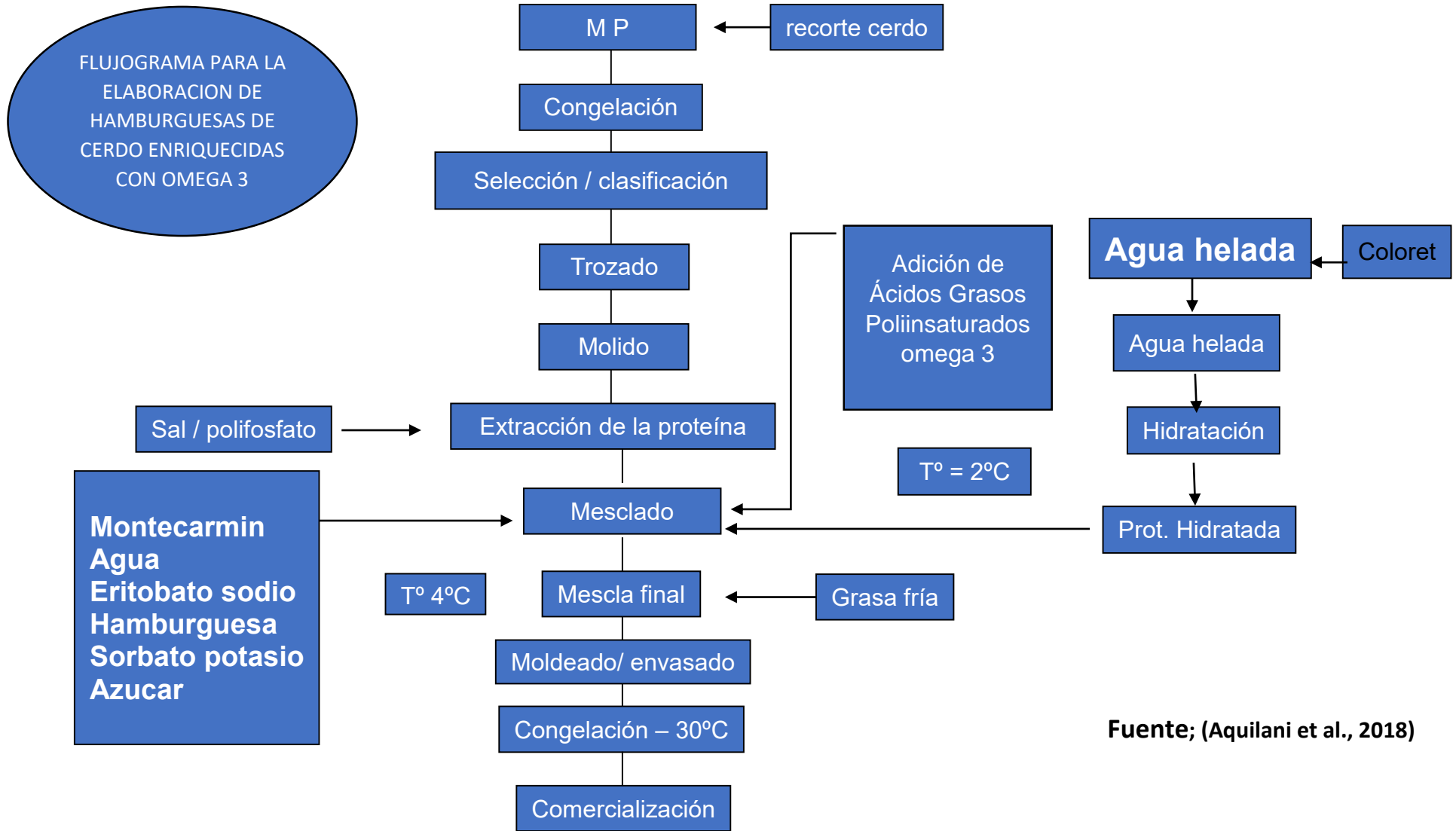
(intensidad del olor intensidad, olor a carne cocinada), textura (dureza jugosidad, oleosidad), gusto (salado) y sabor (sabor a carne cocida sabor de la carne cocida, sabor rancio, intensidad del sabor, regusto) se evaluaron. Los sujetos seleccionados se sometieron a una formación sobre las características sensoriales de la carne y los productos cárnicos. El número de hamburguesas utilizadas para el análisis sensorial fue de 7 para cada Muestra, repetidas para T0, T5 y T30. Cada hamburguesa se dividida en cuatro partes para ser servida a los panelistas para un total de 28 piezas de hamburguesas de cada tipo (C, M y F). Cada panelista evaluó tres piezas de hamburguesa en cada sesión, y el orden de las muestras fue aleatorio entre los evaluadores. Los rasgos sensoriales fueron evaluados por panelistas (Aquilani et al., 2018)

En conclusión, la adición de aceite de pescado, tanto a granel como encapsulado de pescado encapsulado, se ha comprobado que es adecuada para enriquecer hamburguesas Cinta Senese con EPA+DHA. La fortificación M no afectó al color instrumental de la hamburguesa, al contenido total de lípidos o el perfil de ácidos grasos, excepto para el EPA y DHA. De hecho, su contenido resultó ser en las hamburguesas M después de la cocción y el almacenamiento con respecto a las F. Esto está en consonancia con los resultados de la oxidación de los lípidos, que fueron comparables para C y M, mientras que las muestras F fueron siempre las más oxidadas. Por último, los resultados de los análisis sensoriales indican que el almacenamiento en frío es más adecuado para los productos añadidos con microcápsulas, mientras que, para las



hamburguesas enriquecidas con aceite de pescado, el almacenamiento en congelador es más apropiado. En resumen, las microcápsulas multicapa producidas por secado por atomización se observó que son eficaces en el enriquecimiento de alimentos poco provistos de omega-3 PUFAs. Además, la producción de hamburguesas enriquecidas con omega-3 hamburguesas enriquecidas con omega-3 a partir de cerdos de Cinta Senese, podría mejorar la rentabilidad de este sistema de producción porcina local y de alta calidad. sistema de producción porcina local de alta calidad.(Aquilani et al., 2018)

**Figura N° 8** Flujograma de Elaboración de Hamburguesas Enriquecidas con Omega-3



Fuente; (Aquilani et al., 2018)

### **1.3.2. Elaboración de Hamburguesas de Pescado con Aceite de Pescado Omega-3 con Emulsiones de Romero y Canela**

En los últimos años, la producción de productos alimenticios enriquecidos con aceites Inmoviliza altos niveles de ácidos grasos poliinsaturados de fuentes como semillas de canola, oliva y aceite de pescado van en aumento. El aceite de pescado se utiliza a menudo como fuente de ácidos. Las grasas omega-3 se consideran en la dieta. Los efectos de este Ácidos grasos en la salud humana, para prevención de enfermedades del corazón y vascular, cáncer, buen funcionamiento del cerebro y los tejidos nerviosos. Identificada una de las formas de aumentar el consumo de aceite El pescado es un enriquecimiento de varios alimentos con él. Por lo general, aceite de pescado no tiene un sabor y olor agradable y es muy sensible a la oxidación. El micro recubrimiento de aceites poliinsaturados para enriquecimiento una variedad de alimentos es una forma de reducir la reacción. Se añade la oxidación y así mejorar el sabor del aceite. En la tecnología de micro recubrimiento se puede hacer a partir de algunos carbohidratos y proteínas utilizadas para formar paredes microscópicas carbohidratos como xantana y alginato por variedad y precio características económicas adicionales, como la solubilidad potencial óptima son buenos para su uso en sistemas micro revestidos. En Investigaciones previas sobre la determinación de las cantidades óptimas de xantano y alginato para la preparaciónSe descubrió que la microfibras de aceite de pescado contenía microfibras de aceite de pescado 0% tamaño mínimo / 0% + alginato 25 / con xantano 75 El microrrecubrimiento mostró

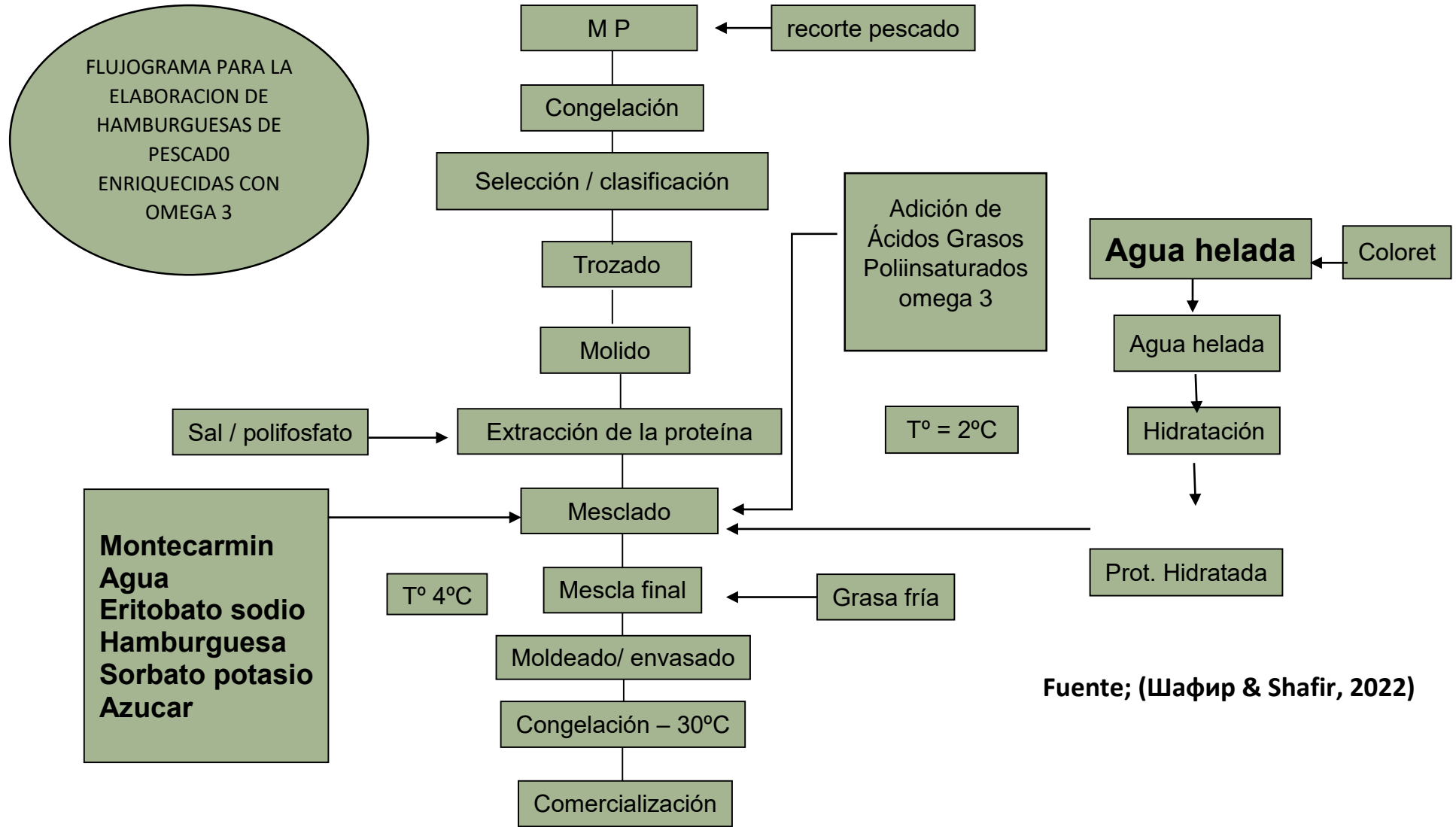
humedad y contenido de aceite en la superficie. Uno otros sistemas protectores para evitar la oxidación

el aceite de pescado es el uso de sistemas de emulsión. en esto los sistemas de emulsiones de aceite de pescado se pueden enriquecer productos cárnicos usados. Oxidación de grasas 2 en los productos cárnicos son uno de los principales problemas para aumentar la vida útil son carnes congeladas. oxidación de grasas, causa la destrucción del aroma y sabor de varios aceites insaturados para prevenir la ocurrencia y el control del fenómeno de oxidación puede ser extractos de plantas durante el procesamiento y almacenamiento de productos.(Шафир & Shafir, 2022)

Los análisis sensoriales de hamburguesas de pescado enriquecidas con aceite omega-3 excepto el primer día de prueba, no hubo cambios en la cantidad de puntajes sensoriales olfativos en el primer día de producción de control de hamburguesas enriquecidas 4 tuvieron la puntuación sensorial más baja y/con aceite de pescado con tratamiento de emulsión, romero, emulsión y canela con una media de 60 tenían la más alta calidad en términos de olor. Más puntos para tratamientos que contengan la canela y el romero pueden oler bien debido a su buena cobertura de aceite. El pescado se forma en la emulsión. Emulsión con nivel decreciente contacto de partículas de aceite con aire por oxidación de varios ácidos grasos previene la insaturación. También extracto de romero y la canela en términos de olor específico enmascara más el olor a aceite los peces e incluso mejoraron

su calidad sensorial en cuanto al olfato. De consejos lo extraño de este estudio es la mejora de la puntuación sensorial del olor de las hamburguesas del tratamiento de control. Fue con aceite de pescado con el tiempo. Desde el primer mes de mantenimiento de puntos el olor a hamburguesas aumentó. Falta de reducción significativa en la calificación de olor en general, la mayoría de los tiempos de muestreo estuvieron por encima de 6 dio la calidad adecuada de hamburguesas al final del experimento en términos de otras características de las hamburguesas que contienen extractos de plantas (Шафир & Shafir, 2022)

**Figura N° 9** Flujograma para la Elaboración de Hamburguesas de Pescado Enriquecidas con Omega 3



Fuente; (Шафир & Shafir, 2022)

### **1.3.3. Elaboración de Salchichas Cocidas y Curadas Enriquecidas con omega 3**

Como respuesta a este dilema, se ha probado el aumento de EPA y DHA en alimentos bien aceptados alimentos bien aceptados. La inclusión de aceites de pescado y de algas, a granel o emulsionados, ha sido principalmente reportada. Sin embargo, estas estrategias tienen un impacto negativo en algunos atributos sensoriales y la oxidación de los lípidos. Esto se debe al indeseable de sabor y olor, especialmente a pescado, y la ocurrencia de reacciones de reacciones de oxidación de lípidos. Para resolver este problema, la adición de bajas cantidades de aceite de pescado y aromatizantes o condimentos artificiales adicionales para enmascarar el desagradable sabor de los productos de aceite de pescado oxidados gradualmente. productos de aceite de pescado gradualmente oxidados. Sin embargo, esta oxidación no permitió mantener la calidad sensorial de los productos enriquecidos ni mejorar sus propiedades nutricionales y disminuyó su vida. En este contexto, la microencapsulación de aceites ricos en  $\omega$ -3 PUFA se ha utilizado como una posible estrategias para evitar la oxidación de los  $\omega$ -3, basado en la creación de una barrera física entre los compuestos activos y el medio ambiente, minimizando su contacto y reactividad con el agua, el oxígeno, el hierro y otros promotores de la oxidación, así como la percepción de sabores extraños (Solomando et al., 2020)

Preparación de emulsiones y microcápsulas La emulsión y las microcápsulas de este estudio se prepararon siguiendo la metodología de

con ligeras modificaciones. El aceite de pescado (20 g) y la lecitina (6 g) se mezclaron con un agitador magnético durante la noche. A continuación, se añadió agua hasta alcanzar un peso total de 200 g y se homogeneizó (20.000 rpm, 10 minutos) utilizando un Ultraturrax T-18 basic. De este modo, se obtuvo la emulsión primaria y después se homogeneizó a alta presión en las condiciones previamente optimizadas, 1200 Ba-3 pases para el Mo y 1100-2 pases para el Mu. La emulsión primaria homogeneizada se mezcló con 200 g de agua en Mo, y 200 g de 1% de quitosano (p/p) en ácido acético 1%, en Mu, mediante agitación lenta con un agitador magnético durante 15 min. En ambos tipos de emulsiones, el paso final consiste en añadir 400 g de solución de maltodextrina (120 g de maltodextrina + 280 g de agua). Las emulsiones de alimentación (800 g) se secaron en un secador por pulverización a escala de laboratorio equipado con un atomizador de boquilla de 0,5 mm Mini spray-dryer. Las emulsiones, mantenidas a temperatura ambiente se agitaron de forma constante y suave en un agitador magnético proceso de secado por pulverización. La tasa de aspiración se ajustó al 80%, la tasa de alimentación de alimentación fue de 1 L/h, la temperatura de entrada fue de 180 °C, y la de salida osciló 85-90 °C. Los polvos secos recogidos se almacenaron en contenedores a 4 °C hasta su adición a los productos cárnicos.(Solomando et al., 2020)

Los productos cárnicos se elaboraron con carne separada mecánicamente de pollo, agua, grasa de cerdo, sal, plasma de cerdo, estabilizador (E-450), aromas fibra vegetal, especias, extractos de

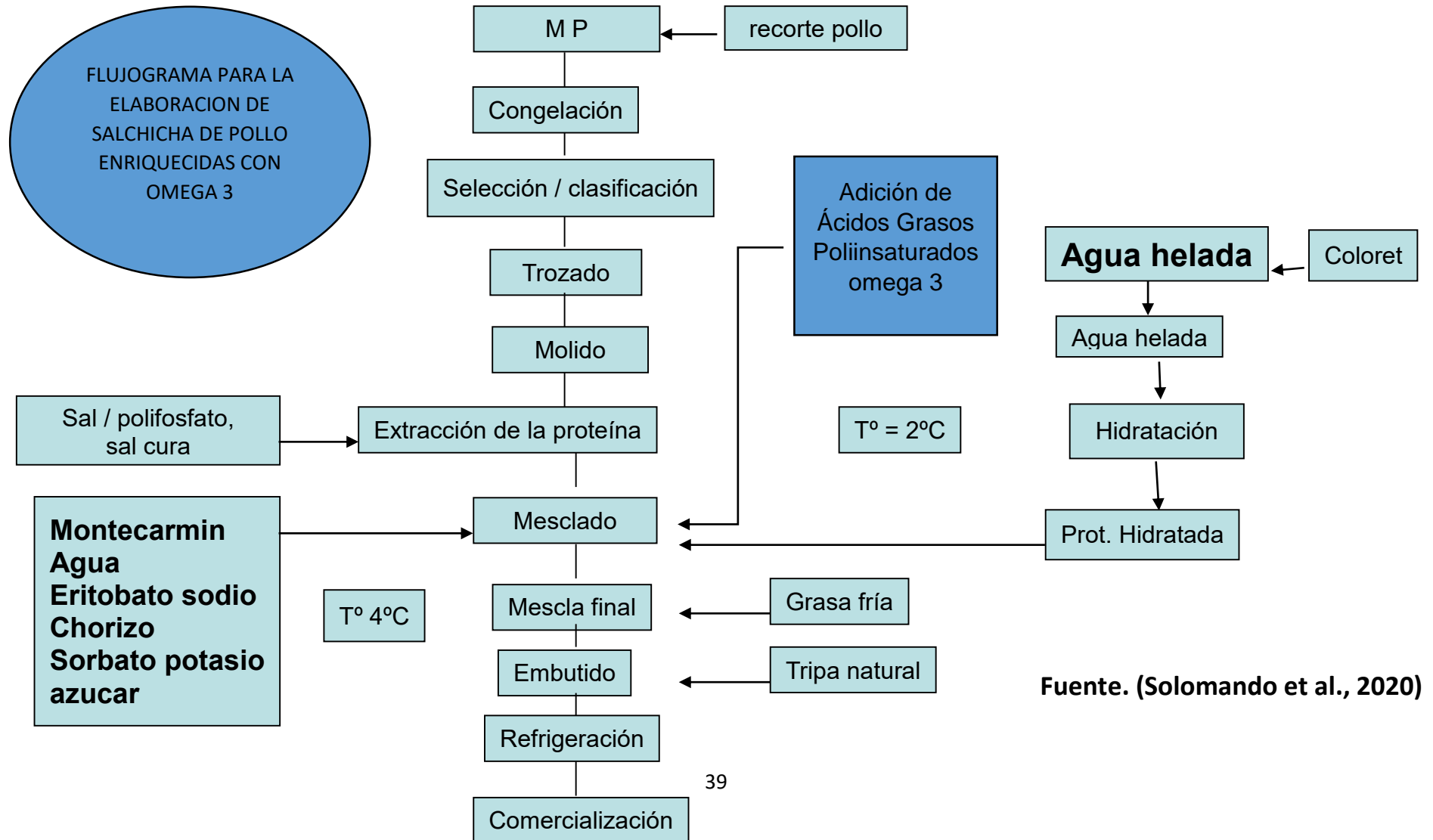


especias, sabor ahumado, antioxidante (E-316) y conservante (E-250) y las correspondientes microcápsulas en el caso de los lotes enriquecidos, añadidos en la fase de amasado. Todos los lotes de C-SAU se pasteurizaron en un baño de agua a 85 °C durante 30 minutos, se envasaron al vacío envasados al vacío y almacenados a temperatura de refrigeración (0-5 °C). La formulación y fabricación de estos productos se realizó en una industria cárnica industria cárnica. Los D-SAU se elaboraron con carne y grasa de cerdo ibérico, que fueron molidos a través de una placa de picado de 6 mm de diámetro. El resto de ingredientes: sal, dextrosa, proteína de soja, especias, estabilizadores (E-451 y E-450), antioxidante (E-301), conservantes (E-252 y E-250), potenciador del sabor (E-621), colorante (E-120) y las correspondientes microcápsulas fueron añadieron, se mezclaron durante 3 minutos y se mantuvieron a 4 °C hasta el rellenado. No se añadió ningún cultivo no se añadió ningún cultivo iniciador. Las masas obtenidas se embutieron en tripas de colágeno de 40 cm de longitud y 60 mm de diámetro. Las salchichas siguieron un proceso de curado en seco en condiciones controladas de 4 °C y 82% de humedad relativa durante 3 días, luego, 21 días en una cámara de secado-curado a 8 °C y 80% de humedad relativa y, finalmente, a 5 °C y 85% de humedad, hasta alcanzar un porcentaje de pérdida del 38-40% (aproximadamente 14 días). En ambos productos, la cantidad de Mo y Mu añadida fue de 3 y 5 g por 100 g de masa, respectivamente. Estas cifras se calcularon para exceder la cantidad requerida de EPA + DHA para etiquetar un alimento como "fuente de ácidos grasos  $\omega$ -3": al menos 40 mg de la suma de EPA y DHA por 100 g

y por 100 Kcal. La adición de aceite de pescado, tanto a granel como encapsulado de pescado encapsulado, se ha comprobado que es la forma adecuada para enriquecer los embutidos (Solomando et al., 2020)

**Análisis sensorial** En este estudio se realizó un análisis sensorial hedónico con voluntarios no entrenados voluntarios (129), incluyendo niños, estudiantes, profesores y personal contratado en la Facultad de Ciencias Veterinarias (Universidad de Extremadura, Cáceres, España), que calificaron las muestras siguiendo una de cinco puntos con las inscripciones hedónicas "extremadamente hedónico "muy desagradable" y "muy agradable" en los extremos izquierdo y derecho de la escala, respectivamente. A cada voluntario se le presentaron tres muestras, marcadas con códigos aleatorios de tres dígitos y servidas a temperatura ambiente en platos de plástico blanco. Las galletas (sin sal añadida) y unos 200 mL de agua para que los panelistas se enjuagaran entre muestra y muestra. Las sesiones del panel se celebraron unas 2 h antes del almuerzo en el salón de la Facultad de Veterinaria de la Universidad de Extremadura en Cáceres (España). También se pidieron datos sobre el sexo y la edad. (Solomando et al., 2020)

Figura N° 10 Flujoograma para la Elaboración de SALCHICHA DE POLLO ENRIQUECIDAS CON OMEGA 3



## **CAPITULO II: CONCLUSIONES**

Aunque tanto el pescado como las semillas de linaza pueden ser igualmente eficaces, las semillas de lino podrían proporcionar una fuente preferida ya que la carne de pollo producida puede ser más apetecible. Por lo tanto, el uso moderado de las semillas de lino, preferiblemente la torta de lino en forma de pellets, parece una opción ideal que puede mantener los antinutrientes dentro de límites tolerables con enriquecimiento razonable de omega-3 y una mejor vida útil. La linaza es una fuente sostenible de omega-3, a diferencia del pescado, que puede disminuir en los próximos años. Además, el uso de linaza puede ser rentable. Además, el uso moderado de la torta de linaza mejora el rendimiento del ave. Por lo tanto, este enfoque puede ser una situación en la que todos salgan ganando. para las aves, los agricultores, los empresarios y los consumidores. El enriquecimiento de la carne de pollo con AG n-3 puede ser una empresa gratificante, realizar un valor añadido al producto final y proporcionar beneficios para la salud del consumidor a través de alimentos funcionales enriquecidos con omega 3.

### **CAPITULO III: RECOMENDACIONES**

Se recomienda una alimentación saludable para enseñar a las mujeres embarazadas la mejor forma de preparar sus alimentos fuentes ricas en omega 3 para obtener mejores beneficios de sus propiedades nutricionales y beneficiosas tanto para la madre como para el bebé, así como la importancia de la frecuencia de consumo que sustenta los Beneficios , Brinda mayor información durante el control prenatal sobre una alimentación saludable sobre los beneficios y fuentes de omega 3, coordina con un nutricionista, para aumentar tus conocimientos y con ello poder tomar mejores decisiones al momento de elegir los alimentos. Benefíciense de los beneficios para la salud a largo plazo generados al tomar OMEGA 3 y reducir los factores de riesgo asociados con el infarto de miocardio, disminuir la presión arterial, mejorar las redes neuronales, a nivel cognitivo, en muchos otros a través de la matriz alimentaria.

## CAPITULO IV: REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Aquilani, C., Pérez-Palacios, T., Jiménez Martín, E., Antequera, T., Bozzi, R., & Pugliese, C. (2018). Cinta senese burgers with omega-3 fatty acids: Effect of storage and type of enrichment on quality characteristics. *Archivos de Zootecnia*, 67(1), 217–220. <https://doi.org/10.21071/AZ.V67ISUPPLEMENT.3608>
- Arancibia, C., Rivera, D., Riquelme, N., & Arancibia, C. (2020). *Introducción*. 45, 7–20.
- Baba, Y. (2017). *Preferencias de los consumidores hacia el Omega 3 como reclamo de salud en los productos alimentarios*. 64.
- Bhalerao, S., Hegde, M., Katyare, S., & Kadam, S. (2014). Promotion of omega-3 chicken meat production: An Indian perspective. *World's Poultry Science Journal*, 70(2), 365–374. <https://doi.org/10.1017/S0043933914000373>
- Calantonea, R. J., Cavusgila, S. T., & Zhaob, Y. (2002). Machine Translated by Google Machine Translated by Google. *Articulo De Investigación Científica*, 31(87), 515–524.
- Cari, N. Y. V. (2019). Ingesta Dietética De Omega 3 Y Su Relación Con Los Esquemas Mentales De Los Estudiantes Del Primer Grado De La Institución Educativa Secundaria. *Repositorio Institucional UNA-PUNO*, 051, 77. [http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/11867/Vilcapaza\\_Cari\\_Noemi\\_Yaneth.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/11867/Vilcapaza_Cari_Noemi_Yaneth.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Dugan, M. E. R., Vahmani, P., Turner, T. D., Mapiye, C., Juárez, M., Prieto, N., Beaulieu, A. D., Zijlstra, R. T., Patience, J. F., & Aalhus, J. L. (2015). Pork as a source of omega-3 (n-3) fatty acids. *Journal of Clinical Medicine*, 4(12), 1999–2011. <https://doi.org/10.3390/jcm4121956>
- Engel. (2014). 濟無No Title No Title No Title. *Paper Knowledge . Toward a Media History of Documents*.
- Galli, G. M., Volpato, V., Santos, R. C. V., Gebert, R. R., Quatrin, P., Ourique, A. F., Klein, B., Wagner, R., Tonin, A. A., Baldissera, M. D., Stefani, L. M., & Da Silva, A. . (2018). Archivos de zootecnia. *Archivos de Zootecnia*, 67(260), 596–603. <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20183364209>

- Hinzpeter, B. I., Shene, C., & Masson, L. (1991). *Alternativas biotecnológicas para la producción de ácidos grasos poliinsaturados omega-3*. 57(3), 336–342.
- Jorge Guevara, V., Sergio Rojas, M., Fernando Carcelén, C., & Luis Seminario, S. (2016). Enrichment of Guinea pig (*cavia porcellus*) meat with omega-3 fatty acids by diets with fish oil and Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis*) seeds | Enriquecimiento de la Carne de Cuy (*Cavia porcellus*) con Ácidos Grasos Omega-3 Mediante Dietas con Aceite de Pes. *Revista de Investigaciones Veterinarias Del Peru*, 27(1), 45–50.
- Núñez, F., & Cordoba, J. (2017). Productos cárnicos seguros, nutritivos y saludables. In *Red De Excelencia Consolider Procarse*.
- Santoro, M. C. (2012). Universidad Abierta Interamericana “ Ácidos grasos omega 3 en el último trimestre de embarazo ” Alumna : María Carolina Santoro Tutor : Jorge Perochena Carrera : Licenciatura en Nutrición Facultad : Medicina y Ciencias de la Salud. *Maria Carolina Santoro*, 1–75.
- Solomando, J. C., Antequera, T., & Perez-Palacios, T. (2020). Evaluating the use of fish oil microcapsules as omega-3 vehicle in cooked and dry-cured sausages as affected by their processing, storage and cooking. *Meat Science*, 162(December), 108031. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2019.108031>
- Texsi Velasco, T. R. (2016). *Nivel de conocimiento sobre el omega 3 y su consumo en gestantes atendidas en el Instituto Nacional Materno Perinatal , enero - febrero 2016 Para optar el Título Profesional de Licenciada en Obstetricia*.
- Thanthirige, P., Shanaka, R., Of, A., Contributing, F., Time, T. O., Of, O., Shehzad, A., & Keluarga, D. D. (2016). *No 主観的健康感を中心とした在宅高齢者における健康関連指標に関する共分散構造分析* Title. 3(August), 1–170.
- Tocher, D. R., Betancor, M. B., Sprague, M., Olsen, R. E., & Napier, J. A. (2019). Omega-3 long-chain polyunsaturated fatty acids, EPA and DHA: Bridging the gap between supply and demand. *Nutrients*, 11(1), 1–20. <https://doi.org/10.3390/nu11010089>
- Шафир, Р. С., & Shafir, R. S. (2022). Разрешимость И Разрушение Слабых Решений Задач Коши Для  $3 + 1$ --Мерных Уравнений Дрейфовых Волн В Плазме. *Математические Заметки*, 111(3), 459–475. <https://doi.org/10.4213/mzm13256>

