

**Estudio científico sobre la adición de Omega-3 (DHA/EPA) para el mejoramiento
cognitivo de niños menores de cinco (5) años**

**Trabajo de grado para optar por el título de Especialista en Alimentación y
Nutrición**

Alba Liliana Chamorro Zárate

Maryeli de Jesús Pacheco Barraza

Maryi Catalina Tamayo Restrepo

Asesora

Seneida María Lopera-Cardona

Ph (Candidata) MSc. en Ciencias Farmacéuticas y Alimentarias

Corporación Universitaria Lasallista

Especialización en alimentación y nutrición

Caldas – Antioquia

2016

Contenido

Introducción	13
Justificación	16
Objetivos	18
Metodología	19
Generalidades de los ingredientes funcionales	20
Ácidos grasos	21
Ácidos grasos polinsaturados Omega-3 y 6	23
Ácido grasos Omega-3	26
Metabolismo, absorción y oxidación del ácido graso (DHA/EPA)	27
Metabolismo de los ácidos grasos	30
Digestión y absorción de los ácidos grasos	32
Oxidación de los ácidos grasos	40
Activación y penetración de los ácidos grasos en las	
Mitocondrias	42
Activación de los ácidos grasos	43
β -Oxidación en peroxisomas	46
Fuentes, función e importancia y efecto de los ácidos grasos	48
Procedencia Animal y Vegetal de Ácidos grasos omega 3	48
Función de los ácidos grasos	51
Importancia de ácidos grasos poliinsaturados	53

Efecto de ácidos grasos poliinsaturados sobre algunas enfermedades	55
Efecto sobre el sistema nervioso	57
Efecto del DHA en lactantes y niños de corta edad	58
Funciones cognitivas en niños y desarrollo neuronal hasta los 5 años	60
Método para evaluar la absorción en el ser humano	69
Microencapsulación de ácidos grasos insaturados	74
Métodos utilizados para la microencapsulación de aceites Omega-3	78
Pulverización de emulsiones secas	79
Extrusión	81
Co-extrusión o extrusión centrífuga	81
Coacervación compleja	82
Normatividad para el diseño de una matriz alimentaria en Colombia	85
Desarrollo de productos alimentarios adicionando ingredientes funcionales	87
Matrices alimentarias con inclusión de DHA/EPA	90
Matriz alimentaria propuesta para población de corta edad (Derivado lácteo. Características fisicoquímicas, organolépticas y sensoriales; materias primas, conservantes, aditivos, empaque)	103
Análisis fisicoquímicos	103
Análisis microbiológico	104
Análisis sensorial	104
Tiempo de vida útil	106
Derivado lácteo: El yogurt	110

Fermentación láctica	110
Bacterias ácido lácticas	111
Aditivos alimentarios	112
Conservantes	112
Estabilizantes	113
Mermelada	114
Materiales de embalaje para yogur	115
Vida útil en diferentes paquetes	117
Métodos de análisis del yogurt	122
Métodos físicos	122
Humedad	122
Densidad	123
La viscosidad	123
Determinación de la viscosidad	124
Análisis físico-químicos	125
Determinación de sinéresis	126
Determinación de acidez	127
Determinación de pH	127
Acidez titulable	128
Métodos Químicos	128
Determinación de proteína	128
Determinación de sólidos totales	130

Determinación del calcio	130
Determinación de la grasa	131
Determinación de ácidos grasos y Omega-3	132
Determinación de perfil lipídico en alimentos	133
Cromatografía gas – líquido de los ésteres metílicos	133
Etapas del proceso de elaboración del yogurt	135
Derivado lácteo: Yogurt	136
Formulación del derivado Lácteo: Yogurt	136
Formulación de la mermelada de tomate de árbol	136
Determinación del rendimiento del yogurt	137
Conclusiones	138
Referencias	140
Apéndices	154
Apéndice A. Conservante. Sorbato de potasio	154
Apéndice B. Potenciador de la viscosidad: Goma Xanthan	157
Apéndice C. Edulcorante: Glucosa	160
Apéndice D. Cultivo Láctico YO-MIX 207 LYO 250 DCU	164
Apéndice E. Apéndice E. Omega-3. Alsec	168

Lista de tablas

Tabla 1. Instrumentos para medición cognoscitiva en niños	68
Tabla 2. Normatividad regulatoria de alimentos y bebidas	85
Tabla 3. Ficha técnica del producto	108
Tabla 4. Sustancias conservadoras para leches fermentadas	113
Tabla 5. Estabilizantes para leches fermentadas	114
Tabla 6. Determinación del perfil lipídico de los alimentos	133
Tabla 7. Descripción del proceso para la elaboración del yogur	135
Tabla 8. Formulación del yogurt	136
Tabla 9. Formulación mermelada de tomate de árbol	136
Tabla 10. Información de proveedor (materias primas)	137

Lista de figuras

Figura 1. Nomenclatura de los ácidos grasos	22
Figura 2. Ácido Docosahexaenoico. (DHA) C22:6 ω 3 – Lineal	23
Figura 3. Ácido Docosahexaenoico (DHA) C22:6 ω 3 – 3D	24
Figura 4. Ácido Eicosapentaenoico (EPA) C20:5 ω 3 – Lineal	24
Figura 5. Ácido Eicosapentaenoico (EPA) C20:5 ω 3 – 3D	25
Figura 6: Transformación/metabolización de los más importantes ácidos grasos poliinsaturados en el organismo humano	30
Figura 7. Metabolismo de los ácidos grasos	31
Figura 8. Esquema de digestión de lípidos	33
Figura 9. Activación de la lipasa sensible a hormona por la adrenalina	37
Figura 10. Transporte de los ácidos grasos desde el citoplasma	40
Figura 11. Espiral de la oxidación de los ácidos grasos	41
Figura 12. Vía mitocondrial de β -oxidación de los ácidos grasos	45
Figura 13. Etiqueta nutricional – Producto terminado	107

Glosario

- **Ácido docosahexaenoico (DHA):** Es un ácido graso poliinsaturado que pertenece al grupo de las grasas Omega-3, con estructura bioquímica designada de C22:6, formada por una cadena de 22 átomos de carbono que contiene 6 dobles enlaces.
- **Ácido eicosapentaenoico (EPA):** Es un ácido graso poliinsaturado que pertenece al grupo de las grasas Omega-3, presenta una estructura bioquímica de C20:5, conformado por una cadena de 20 átomos de carbono que contiene 5 dobles.
- **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.
- **Desnutrición:** Estado patológico resultante de una dieta deficiente en uno o varios nutrientes esenciales o de una mala asimilación de los alimentos.
- **Desnutrición crónica:** Retardo de la altura con respecto a la edad (T/E). Asociada normalmente a situaciones de pobreza, con consecuencias para el aprendizaje y menos desempeño económico.

- **Omega-3:** Familia de ácidos grasos poliinsaturados cuyo primer doble enlace se sitúa en el tercer átomo de carbono de la cadena.
- **Omega-6:** Familia de ácidos grasos poliinsaturados cuyo primer doble enlace se sitúa en el sexto átomo de carbono de la cadena.
- **Fosfolípido:** Combinación de dos ácidos grasos, glicerol y grupos fosfatos.
- **EPA y DHA:** Ácidos grasos poliinsaturados de la familia de los Omega-3 derivados de ácidos grasos indispensables.
- **Macronutriente:** Son nutrientes que se necesitan en grandes cantidades; proporcionan la energía y los materiales necesarios para el crecimiento, el metabolismo y otras funciones. Los principales son los carbohidratos, las proteínas y los lípidos.
- **Mejoramiento cognitivo:** Optimización de las habilidades para el aprendizaje.
- **Micronutrientes:** Son nutrientes que el cuerpo necesita en una cantidad más pequeña. Cada uno de estos nutrientes desempeña una o varias funciones específicas en el cuerpo. Los principales son las vitaminas y los minerales.
- **Neurodesarrollo:** Proceso dinámico de interacción entre el organismo y el medio que da como resultado la maduración orgánica y funcional del sistema nervioso, el

desarrollo de las funciones psíquicas, estructuración de la personalidad, con variables como: atención, emoción, pensamiento, memoria, lenguaje, socialización, y control motor para responder a las demandas del medio ambiente

Resumen

El ácido docosahexaenoico (DHA) y el ácido eicosapentaenoico (EPA), son dos ácidos grasos poliinsaturados que pertenecen al grupo de las grasas omega-3. Ambos son componentes importantes de las membranas de las células y son precursores de muchas otras sustancias del organismo, como las que regulan la presión arterial y la respuesta inflamatoria. Durante la formación del feto y ya en la edad infantil son primordiales porque son parte importante de la grasa que recubre las membranas neuronales y la mielina, y que ayudan a la efectividad de comunicación entre las neuronas y al desarrollo óptimo del cerebro. El presente trabajo está dirigido a hacer una revisión científica de la estructura de estos dos ácidos grasos, su metabolismo, absorción, oxidación y biodisponibilidad en el organismo humano, las funciones, importancia y efecto de los ácidos grasos como alimentos funcionales sobre el sistema nervioso en lactantes y niños de corta edad para evidenciar el mejoramiento en funciones cognitivas como son aprendizaje, lenguaje e inteligencia entre otros, con el fin de tener una perspectiva clara de sus características funcionales y a la vez plantear el diseño de una matriz alimentaria como es un derivado lácteo, el cual va dirigido a niños menores de 5 años, que sea asequible a toda la población, y permita mayor biodisponibilidad y absorción del compuesto bioactivo.

Palabras claves: DHA; EPA; ácidos grasos Omega-3.

Abstract

Docosahexaenoic acid (DHA) and eicosapentaenoic acid (EPA) are two polyunsaturated fatty acids belonging to the group of omega-3 fats. Both are important components of cell membranes and are precursors of many other substances from the body, such as those regulating blood pressure, and inflammatory response. During the formation of the fetus and already in childhood they are paramount because they are an important part of the fat that covers neuronal membranes and myelin, and help the effectiveness of communication between neurons and optimal brain development. This work is aimed at making a scientific review of the structure of these two fatty acids, metabolism, absorption, oxidation and bioavailability in human body, functions, importance and effect of fatty acids as functional foods on the nervous system in infants and young children to show improvement in cognitive functions are as learning, language and intelligence among others, in order to have a clear perspective of their functional characteristics and simultaneously raise the design of a food matrix as a milk derivative, which is aimed at children under 5, that is affordable to the entire population, and allow greater bioavailability and absorption of the bioactive compound.

Keywords: DHA; EPA; Omega-3 fatty acids.

Introducción

La alimentación es de gran importancia para la nutrición y la salud de todos los seres vivos, en especial en la primera etapa del crecimiento y desarrollo humano. Es durante este periodo donde se configuran las conexiones y las funciones del cerebro para que se den los procesos neurofisiológicos, las cuales definen en parte importante las capacidades adultas. Se sabe que el cerebro es el órgano que controla las principales funciones de todos los mamíferos (metabolismo, comportamiento, aprendizaje, emociones, funcionamiento de los sistemas del cuerpo, respuesta a los peligros, entre otras funciones); este órgano se desarrolla en un 80% en los tres primeros años de vida y en los dos años siguientes se desarrolla en un 10%, es decir que hasta los 5 años, el cerebro humano se ha desarrollado en un 90% (Bazinet, Layé. 2014).

Debido a la ingesta inadecuada de macro y micronutrientes esenciales para el sano crecimiento y desarrollo de este órgano tan importante, se vienen presentando problemas a nivel cognitivo (aprendizaje) en niños; los cuales se pueden mejorar, aumentando la ingesta de alimentos funcionales que contengan ácidos grasos poliinsaturados como el ácido docosahexaenoico (DHA) y ácido eicosapentaenoico (EPA), durante los primeros 12 meses de vida (Rendón. 2011).

Los ácidos grasos poliinsaturados de cadena larga (AGPI-CL), y en especial el de la serie Omega-3 (DHA, C22:6n-3), tienen una gran importancia en el desarrollo infantil, ya que durante el período perinatal se acumulan en cantidades considerables

en ciertos tejidos como son el sistema nervioso central, particularmente en las membranas neuronales sinápticas, y en las células foto receptoras de la retina (Valenzuela, Sanhueza y Nieto. 2006).

El aporte adecuado de ácidos grasos poliinsaturados de cadena larga omega-3 (DHA/EPA), son esenciales en la alimentación humana para el crecimiento, desarrollo, buena salud y para el funcionamiento cerebral, ya que incrementan la fluidez de las membranas neuronales y algunos (mayormente, AA y EPA) actúan como segundos mensajeros en los sistemas de neurotransmisión, además de contribuir en muchos otros aspectos de la función neuronal (Gómez, Bermejo, Kohem. 2011).

Hay evidencia sólida y creciente que un incremento en el consumo de EPA y DHA proporcionaría muchos beneficios importantes e incluso vitales para la salud de los humanos, por ejemplo: el mejoramiento del desarrollo cerebral de los niños y así mantener una buena salud mental, reduciendo la enfermedad cardiovascular y de esta manera las muertes por problemas cardiacos y reduciendo la obesidad y patologías asociadas, en especial la diabetes mellitus tipo 2 (Xu R. 2015).

En la actualidad la población infantil y adolescente a nivel mundial está presentando una situación nutricional deficiente, caracterizada por factores que son antagonistas entre sí, ya que por una lado tenemos problemas nutricionales debido a una deficiente ingesta de nutrientes, generando retraso en el crecimiento (desnutrición crónica) y por consiguiente, el aporte deficiente de vitaminas y minerales vitales para el desarrollo del organismo en general, y de otra, a un exceso de peso (sobrepeso y obesidad), más propio de desequilibrios en la dieta, todos ellos situaciones que se

inician desde la gestación, la falta de la lactancia materna y una alimentación complementaria deficiente (ENSIN. 2010).

Por consiguiente se pretende realizar una búsqueda minuciosa de artículos científicos que avalen la importancia del consumo de estos ácidos grasos polinsaturados y consolidarlos en este documento, donde se evidencie la importancia de la adición de omega-3 (DHA/EPA) para el mejoramiento cognitivo de niños menores de cinco (5) años.

Justificación

El aporte adecuado de ácidos grasos poliinsaturados de cadena larga omega-3 (DHA/EPA), son esenciales en la alimentación humana porque tienen efectos cardioprotectores, disminución de procesos inflamatorios, efectos neuroprotectores, retraso en el crecimiento, metástasis de tumores, coadyuvante farmacológico para tratamiento de artritis reumatoide, trastornos del comportamiento y déficits de atención, disminución en casos de infarto de miocardio (Valenzuela, Tapia, González y Valenzuela, 2011).

Como inconveniente para una ingesta adecuada de ácidos grasos poliinsaturados esta desde muy corta edad causado por la falta de lactancia materna, y esta leche aporta entre un 0,4 – 0,6% AG aproximadamente 0,20 a 0,36% de DHA, siendo así vital la grasa proveniente de la leche materna, porque aporta alrededor del 50 % de las necesidades energéticas diarias para los niños entre 6 y 24 meses. Esto complementado con una inclusión temprana de alimentación complementaria inadecuada siendo deficientes en omega-3 y de mayor prevalencia ácidos grasos saturados y monoinsaturados que provienen de aceites refinados y margarinas. (FAO, 2012). Las consecuencias a nivel de salud pública relevantes se puede relacionar con la ingesta a largo plazo de EPA y DHA incluyen un menor riesgo de padecer en el futuro enfermedades cardiovasculares, síndrome metabólico, mejor desarrollo mental y del comportamiento y respuesta inmunitaria (FAO, 2012).

El aumento en la ingesta de EPA y DHA de origen vegetal y animal es derivado de los posibles beneficios para los seres humanos, en funciones biológicas importantes e incluso vitales, dentro de las cuales se encuentran: mejora en el desarrollo cerebral de niños, mantenimiento de una adecuada salud mental, reducción en enfermedad cardiovascular, disminución en muertes por infarto al miocardio, hipertrigliceridemia y tensión arterial, efectos antiinflamatorios, prevención de alergias y enfermedades autoinmunes (Campos, Serra y comité de nutrición de la Asociación Española de Nutrición, 2010).

Por lo tanto, al diseñar un producto dirigido a la población menor de 5 años que contenga el compuesto bioactivo como es la mezcla de ácidos grasos polinsaturados omega-3 (DHA/EPA), que posea las características sensoriales y organolépticas (color, tamaño, sabor, olor), con una adecuada consistencia y de fácil digestibilidad que sea dirigido a esta población, facilitará la ingesta del ingrediente funcional sin dificultad, consiguiendo un alto grado de aprovechamiento biológico para el fortalecimiento de la red neuronal de los niños, contribuyendo considerablemente al desarrollo de sus capacidades cognitivas en cuanto a inteligencia, vocabulario y motricidad.

Objetivos

Objetivo general

- Proponer formulación y diseño de una matriz alimentaria con adición de omega-3 (DHA/EPA) dirigida a niños de 1 a 5 años, para potenciar el aprendizaje cognitivo de este grupo poblacional con bases científicas y amplia revisión del estado del arte relacionado.

Objetivos específicos

- Realizar la conceptualización del nuevo producto junto con un análisis de las tendencias e innovación presentes en el mercado.
- Desarrollar los estudios previos necesarios para el diseño de la matriz alimenticia.
- Proponer el diseño de una matriz alimenticia teniendo en cuenta la formulación y el proceso con las materias primas, ingredientes, elaboración del producto y tratamientos de conservación para preservar su vida útil.

Metodología

- Revisión bibliográfica de los efectos de los ácidos grasos poliinsaturados n3 DHA/EPA al ser incorporados en la ingesta de niños de 0 meses hasta los 12 años y el efecto causa/beneficio en el desarrollo cognitivo en niños (as), al igual que el mejoramiento de las funciones cerebrales; debido a que se encuentran estudios por medio los cuales se han determinado la efectividad y la correlación de beneficio/DHA-EPA con el valor de ingesta diaria, y mejoramiento de capacidad cognitiva.
- Proyectar los estudios previos necesarios para el diseño de la matriz alimenticia, realizando la conceptualización del nuevo producto junto con un análisis de las tendencias e innovación presentes en el mercado. Este análisis nos ayuda a diseñar y limitar con mayores garantías de éxito las principales características que debe tener dicho producto: identificación de nuevos ingredientes a emplear, envasado, almacenamiento, tecnología de conservación a emplear, definición de la vida útil requerida, distribución, posicionamiento en línea, precio, etc.
- Plantear el diseño de una matriz alimenticia teniendo en cuenta la formulación, proceso, materias primas, elaboración del producto y tratamientos de conservación para preservar su vida útil (como son análisis físico químicos, microbiológicos, organolépticos, sensoriales).

Generalidades de los ingredientes funcionales

El inicio de la alimentación funcional fue promovido por el trabajo de la Sección Europea del Internacional Life Sciences Institutes (ILSI), desarrollándose el proyecto titulado Functional Food Science in Europe (FUFOSE), los cuales proporcionan las bases, conceptos y definiciones apropiados para el desarrollo científico de la alimentación funcional. El país vanguardia en la incorporación de alimentos funcionales a partir de 1991 fue Japón, con la inclusión del término FOSHU (Alimentos de uso específico para la salud) (Aranceta, Blay, Echeverría, et al, 2011,16).

Para definir un alimento como funcional estos deben reunir las siguientes características:

- Producir un efecto benéfico para a salud.
- Haberse eliminado los efectos alergénicos.
- No presentar un riesgo para la salud.

Estos alimentos funcionales al tener un aspecto similar a un alimento convencional o tradicionales que al ser consumidos dentro una dieta aportan los nutrientes básicos que a su vez presentan propiedades fisiológicas o disminuyen el riesgo de contraer ciertas enfermedades. Igualmente es de notar que existen distintos tipos de alimentos funcionales como son; los alimentos o bebidas naturales y alimentos o bebidas a los que se ha añadido un componente (omega 3, ácido linolénico conjugado, probióticos) (Aranceta, 2010, 180).

Los alimentos funcionales tienen como objetivo modificar o potenciar las “propiedades saludables” de alguno de sus componentes, en donde existe una correlación entre el alimento y la salud. Aunque la respuesta del organismo ante la ingesta de un alimento funcional dependerá de factores genéticos, el estado fisiológico y la composición de la dieta que lleva un individuo.

Sin embargo es de vital importancia diferenciar entre un alimento funcional y un alimento categorizado como FOSHU; el primero posee componentes o ingredientes al cual se le han observado atributos de salud (antioxidantes, prebióticos, prebióticos, ácidos grasos poliinsaturados, entre otros.), pero no necesariamente el alimento tendría que aportar el beneficio de salud; mientras que el alimento categorizado como FOSHU es un producto cuyo consumo como tal ha demostrado en estudios clínicos y epidemiológicos un efecto concreto y demostrable de salud para el consumidor (Durán & Valenzuela, 2010, 230).

Ácidos grasos

Los ácidos grasos son cadenas hidrocarbonadas de longitud variable, con un grupo carboxilo en su extremo y que pueden ser saturados como insaturados, por otro lado son constituyentes tanto de los triglicéridos, los lípidos complejos o pueden hallarse en forma libre, además pueden esterificar el colesterol. Este tipo de lípidos son una importante fuente de energía para las células, ya que pueden oxidarse hasta obtener ATP (Uauy, Gerber, 2012, 21).

Para la identificación de los ácidos grasos se realiza por medio del nombre químico acorde al sistema IUPAC el cual es un mecanismo que describe la estructura de los ácidos grasos, y se nombra a los ácidos solamente sobre la base del número de carbono, el número y posición de dobles enlaces.

En los ácidos grasos insaturados, el lugar del primer doble enlace a partir del grupo metilo ($\text{CH}_3 -$) terminal se utiliza para definir la familia a la que pertenecen. Dentro de los ácidos grasos poliinsaturados, los que tienen el primer doble enlace en el sexto átomo de carbono pertenecen a la familia de los omega-6; aquellos que los tienen en el tercer átomo, a la de los omega-3. En la figura 1 se encuentra la nomenclatura de los ácidos grasos (Uauy, Gerber, 2012, 22).

Figura 1. Nomenclatura de los ácidos grasos

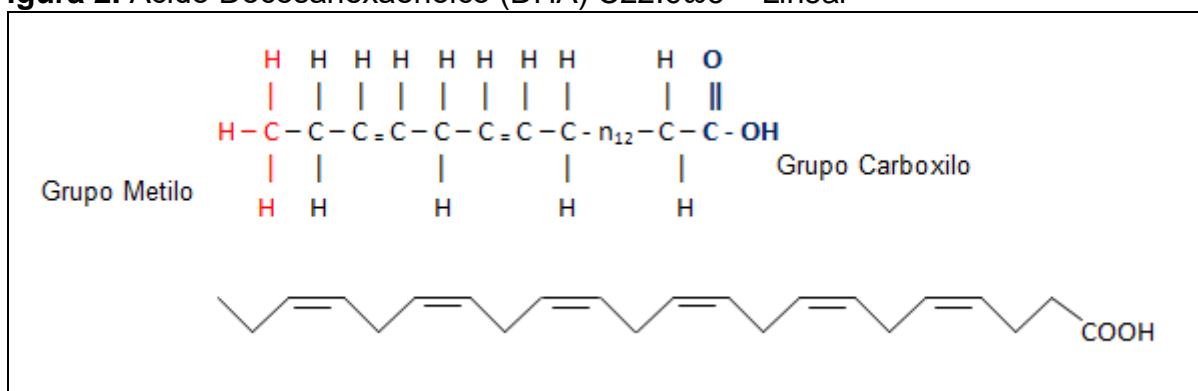
Omega 3	Omega 6
<p>Ácido alfa-linoleico: 18:3n-3 $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-[CH=CH-CH}_2\text{]}_3\text{-[CH}_2\text{]}_6\text{-COOH}$</p>	<p>Ácido linoleico: 18:2n-6 $\text{CH}_3\text{-[CH}_2\text{]}_4\text{-[CH=CH-CH}_2\text{]}_2\text{-[CH}_2\text{]}_6\text{-COOH}$</p>
<p>Ácido eicosapentaenoico o EPA: 20:5n-3 $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-[CH=CH-CH}_2\text{]}_5\text{-[CH}_2\text{]}_2\text{-COOH}$</p>	<p>Ácido araquidónico: 20:4n-6 $\text{CH}_3\text{-[CH}_2\text{]}_4\text{-[CH=H-CH}_2\text{]}_4\text{-[CH}_2\text{]}_2\text{-COOH}$</p>
<p>Ácido docosahexaenoico DHA: 22:6n-3 $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-[CH=CH-CH}_2\text{]}_6\text{-[CH}_2\text{]}_4\text{-COOH}$</p>	
<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_3-.</p>	

Fuente: Lecerf, Jean-Michel., Vancassel, Sylvie. (2012). Los ácidos grasos y la salud. The Scientific American.

Ácidos grasos poliinsaturados Omega-3 y 6

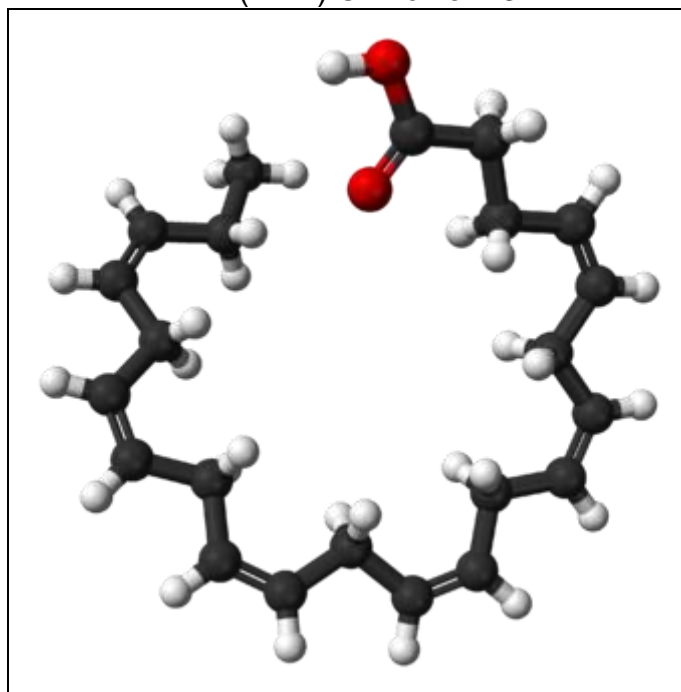
Los ácidos grasos omega, son aquellos donde el terminal de átomo de carbono se encuentra más alejado del grupo funcional de ácido carboxílico ($-\text{COOH}$). La designación de estos ácidos grasos poliinsaturados (AGPI o PUFA's), como son el omega-3 y omega-6. Dentro de los que se encuentran el ácido α -linolénico (ALA) con tres dobles enlaces en su cadena hidrocarbonada. Existen tres grandes tipos de ácidos grasos omega-3 que se ingiere con los alimentos y son utilizados por el cuerpo, estos son ALA, EPA y DHA. En las figuras 2, 3, 4, 5 se encuentra la estructura lineal y tridimensional del DHA y EPA.

Figura 2. Ácido Docosaheptaenoico (DHA) $\text{C}_{22}:\text{6}\omega\text{3}$ – Lineal



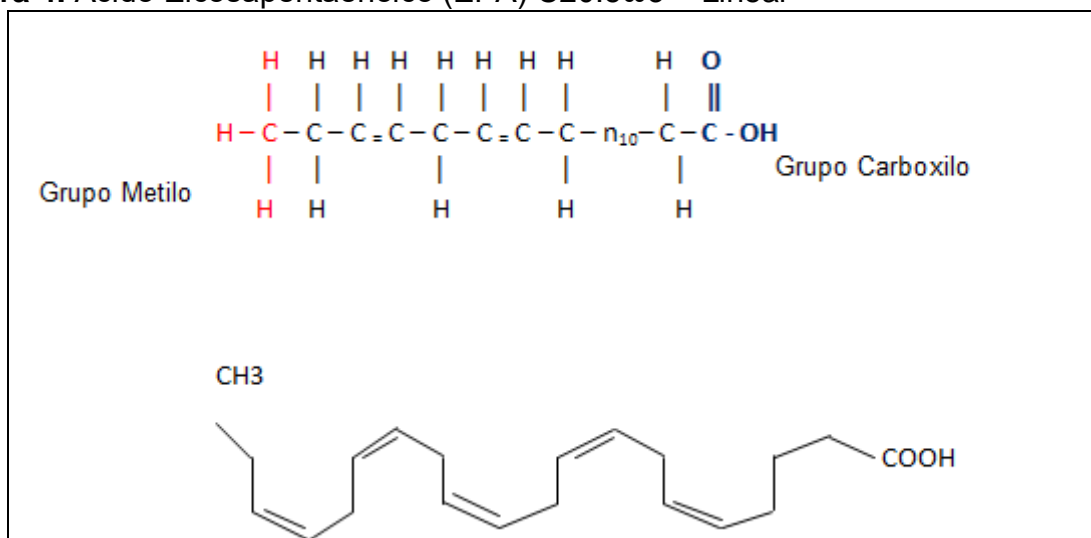
Fuente: Autores

Figura 3. Ácido Docosahexaenoico (DHA) C22:6 ω 3 – 3D



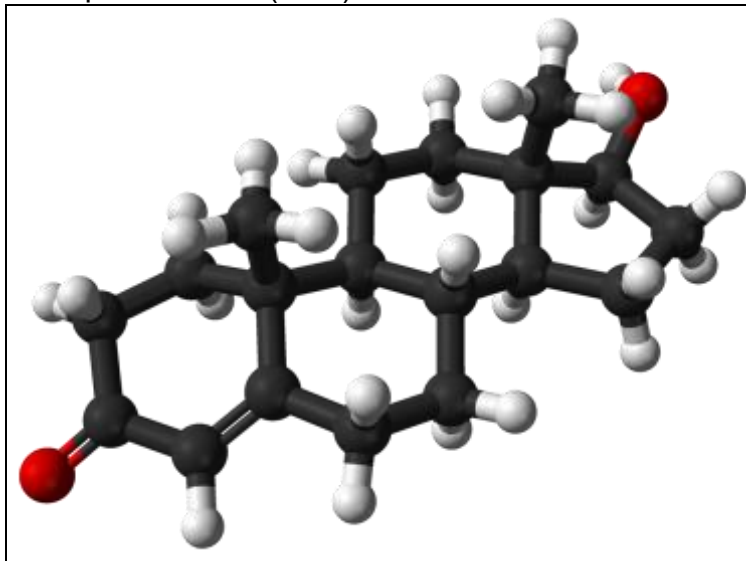
Fuente: Autores

Figura 4. Ácido Eicosapentaenoico (EPA) C20:5 ω 3 – Lineal



Fuente: Autores

Figura 5. Ácido Eicosapentaenoico (EPA) C₂₀:5 ω 3 – 3D



Fuente: Autores

La estructura de los ácidos grasos poliinsaturados (PUFA's) como el DHA y EPA son *cis*, y con dobles enlaces se representa como 22:6 ω 3 Δ 4, 7, 10,13, 16, 19 y 20:5 ω 3 Δ 5, 8, 11,14,17. Numéricamente acorde a la relación del número de doble enlaces simbólicamente se puede realizar Δ e indicar el número de ubicación del doble enlace.

Una vez se digiere en el cuerpo se convierte el ALA a EPA y el DHA estos son los dos tipos de ácidos grasos omega-3 que actúan como importantes precursores de los lípidos derivados moduladores de la señalización celular, la expresión de genes y procesos inflamatorios.

La mayor parte de ALA que se consume en la dieta proviene de fuentes vegetales como las semillas de lino, nueces, pacanas, avellanas, y los kiwis. Hay un pequeño porcentaje de AGPI omega-3 que provienen de las carnes comunes a las dietas occidentales, tales como pollo y carne de vacuno, sin embargo, se trata de la

mayoría de ALA. Las mayores concentraciones de EPA y DHA se encuentran en los peces de agua fría como el salmón, el atún y el arenque (Valenzuela & Valenzuela, 2014, 207).

Ácido grasos Omega-3

El ácido docosahexaenoico (DHA) y el ácido Eicosapentaenoico (EPA) son ácidos grasos poliinsaturados omega-3 de cadena larga derivados de los tejidos de pescados grasos y mamíferos marinos. El DHA se incorpora al cerebro humano con bastante rapidez durante el tercer trimestre del embarazo y en la etapa inicial del desarrollo del recién nacido.

El DHA junto con otros ácidos grasos poliinsaturados de cadena larga (AGPICL), representan la tercera parte de todos los lípidos de la materia gris del cerebro. El DHA se considera importante para el desarrollo del tejido nervioso y de las membranas sinápticas, es decir, el DHA es de vital importancia en la función neuronal normal. Los ácidos grasos poliinsaturados de cadena larga están muy concentrados en la bicapa fosfolipídica de las membranas neuronales del cerebro y de la retina y desempeñan un papel en la función neuronal y de foto transducción (Aranceta, 2010,21).

El ácido eicosapentaenoico (EPA) es utilizado en el organismo para sintetizar sustancias denominadas eicosanoides como las prostaglandinas, tromboxanos y leucotrienos. Estas sustancias son necesarias para una correcta función del sistema inmunitario, actúan como reguladores de la inflamación, vasodilatadores y

antiagregantes plaquetarios en el organismo. El consumo diario disminuye los triglicéridos y el colesterol sanguíneo, además baja la presión vascular y tiene efecto Antitrombótico (Sanhueza, Nieto, Valenzuela, 2009, 247).

Los PUFA's son producidos solamente por las plantas y plancton, son esenciales para el organismos humano, incluyendo los omega-3 y omega-6. Los PUFA's como los ALA son metabolizados en el organismo por medio de la adición de carbonos (elongación) y por desaturación (inclusión de dobles enlaces *cis* en la cadena hidrocarbonada de ácidos grasos saturados). Los animales tienen enzimas denominadas desaturasas las cuales se encargan de quitar dos átomos de hidrógeno del ácido graso, lo cual crea un doble enlace.

Los ácidos grasos de cadena larga son poco solubles en agua, pero esto es influenciado por el pH, mientras que son relativamente hidrofílico con potasio o sales de sodio. En contraste la reducción del pH incrementa la solubilidad de los AG en agua con sales metálicas alcalinas.

Metabolismo, absorción y oxidación del ácido graso (DHA/EPA)

Sólo hay dos familias de ácidos grasos poliinsaturados: los omega-6 y los omega-3. Los más importantes de ambas familias son el ácido linoleico y el ácido alfa – linoleico respectivamente, estos no son sintetizados por el ser humano ni por los animales, sino por las plantas; y es necesaria su ingesta a través de la alimentación.

Los ácidos grasos omega-3 y 6 son esenciales para el organismo ya que desempeñan numerosas funciones fisiológicas. Por ejemplo, son un componente importante de las membranas celulares de todos los tejidos, en donde cumplen un papel estructural y funcional esencial en los sistemas nervioso, cardiovascular, hormonal e inmunitario (Lecerf, Vancassel, Abril, 2012,80).

Los ácidos grasos no se ingieren como tales, sino en forma de triglicéridos, una combinación de tres ácidos grasos y glicerol (un alcohol). Esto se realiza por medio de las sales biliares que apoyan la digestión de los AG funcionando como emulsionante en el duodeno, los triglicéridos de cadena larga (con más de diez átomos de carbono) se incorporan a micelas donde se someten a la acción de enzimas pancreáticas (lipasas). Estas enzimas los hidrolizan y permiten la liberación de los ácidos grasos en el interior de las células intestinales, los enterocitos, donde vuelven a unirse en forma de triglicéridos, asimilables por el organismo gracias a otra enzima, la acil-coenzima A.

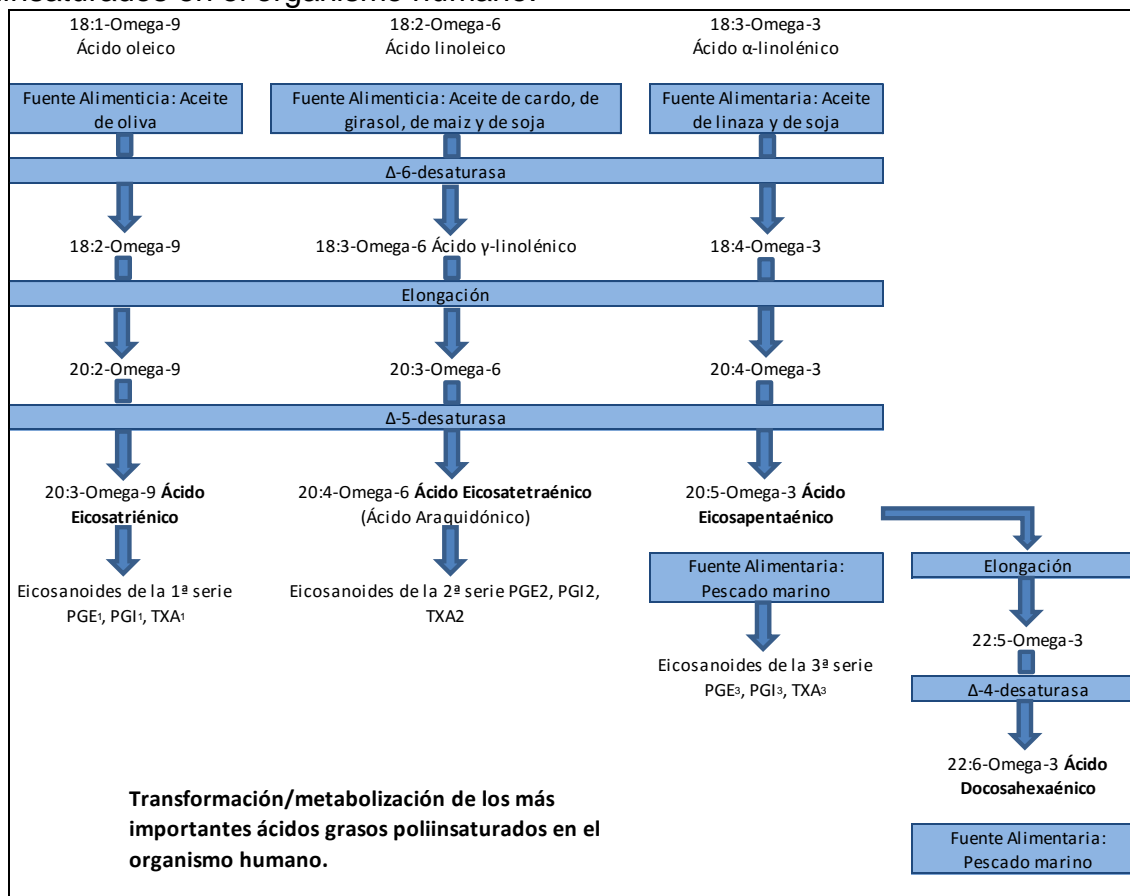
El conjunto forma grandes partículas de lipoproteínas, los quilomicrones, que transportan los lípidos alimentarios a través de la sangre hasta los tejidos que los necesitan: los músculos (para producir energía), el tejido adiposo (para almacenamiento) y el hígado (para metabolizarlos). En el hígado, otros transportadores de lípidos, las lipoproteínas de muy baja densidad (VLDL) proporcionan los ácidos grasos y el colesterol a los tejidos.

Los ácidos grasos omega-3 y omega-6 son independientes, pero no del todo. Las desaturasas, las enzimas que crean los dobles enlaces entre átomos de carbono, funcionan en ambas familias, de modo que existe una competencia metabólica entre

ellas: dependiendo de la cantidad de precursores de omega-3 y omega-6 disponibles y de la afinidad de la enzima por el sustrato, se metabolizarán de manera prioritaria las moléculas de una u otra familia. Al final de la cadena de cambios bioquímicos que experimentan los ácidos grasos ingeridos, el ácido linoleico se convierte en ácido araquidónico, mientras que el ácido alfa-linoleico se transforma en ácido eicosapentaenoico (EPA) y finalmente, en ácido docosahexaenoico (DHA) (Lecerf, Michael, Vancassel, Abril, 2012,81).

La cadena de biosíntesis de los omega-3 y de los omega-6, así como de sus productos derivados, comprende tantos eslabones que las circunstancias fisiológicas en la que pueda originarse un desequilibrio resultan múltiples. En el recién nacido, debido a la inmadurez del sistema enzimático, se produce muy poca cantidad de EPA y sobre todo de DHA; por suerte, la leche materna compensa ese déficit. Por el contrario, en las mujeres, en especial en las embarazadas, la actividad de la enzima delta-6-desaturasa responsable de la síntesis de DHA aumenta, con lo que se satisface el aporte de DHA al feto y al recién nacido. En la figura 6 se puede observar el proceso metabólico de los ácidos grasos en el organismo humano.

Figura 6: Transformación/metabolización de los más importantes ácidos grasos poliinsaturados en el organismo humano.



Fuente: Werkhoff, P., Roloff, M., et al. (1997). Bebidas "DHA". Revista Contact.

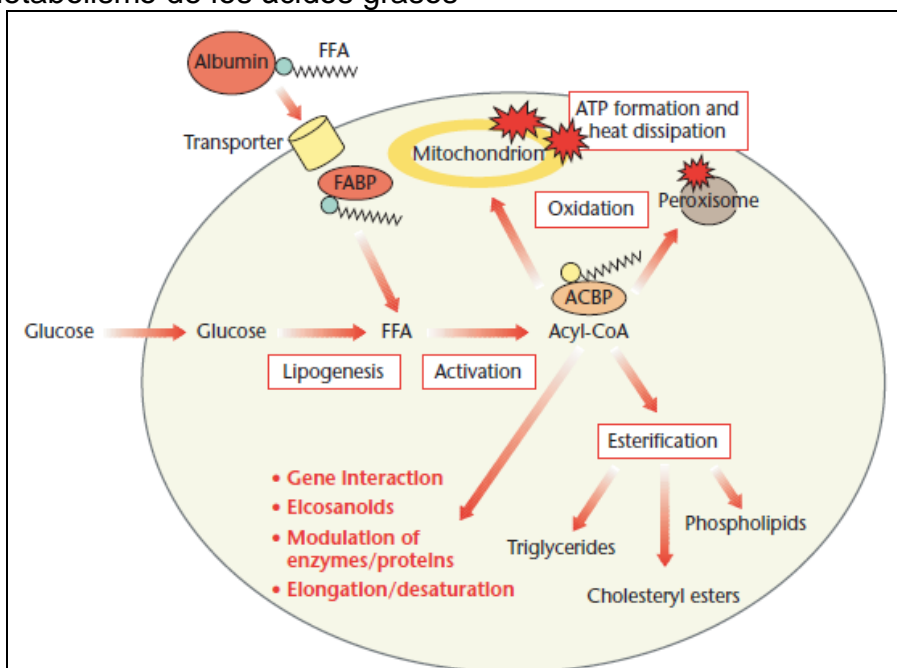
Metabolismo de los ácidos grasos

En la circulación, los ácidos grasos son transportados por la sangre a albumina o como parte de lipoproteínas. FFA son tomadas dentro de las células principalmente, por proteínas transportados en la membrana plasmática y son transportadas intracelularmente vía ácidos grasos – unión proteica (Figura 7 – Metabolismo de los ácidos grasos). FFA son después activados (acil-CoA) después ellos son transportados vía Acil-CoA unión proteica (ACBP) a mitocondria por peroxisomas por β -oxidación (y

formación de energía como ATP y calor) después al retículo endoplásmico por esterificación de diferentes clases de lípidos Acil-CoA o algunos FFA puede unirse a factores transcritores que regulan la expresión genética o puede convertirse en señales moleculares. La glucosa es transformada a ácidos grasos por medio de la ruta metabólica denominada lipogénesis, esto sucede si existe un excedente de glucosa/energía en las células.

El consumo aproximado de grasas diarios es 85 g, la mayoría en forma de triacilglicéridos durante la digestión, ácidos grasos libres (FFA) y monoacilglicéridos son relacionados y liberados en el intestino delgado. En las células de la mucosa intestinal, FFA son re esterificados a triacilglicéridos cuando son transportados por la vía de los vasos linfáticos hasta la circulación como parte de los citocromos (Rustan, Drevon, 2005,2).

Figura 7. Metabolismo de los ácidos grasos

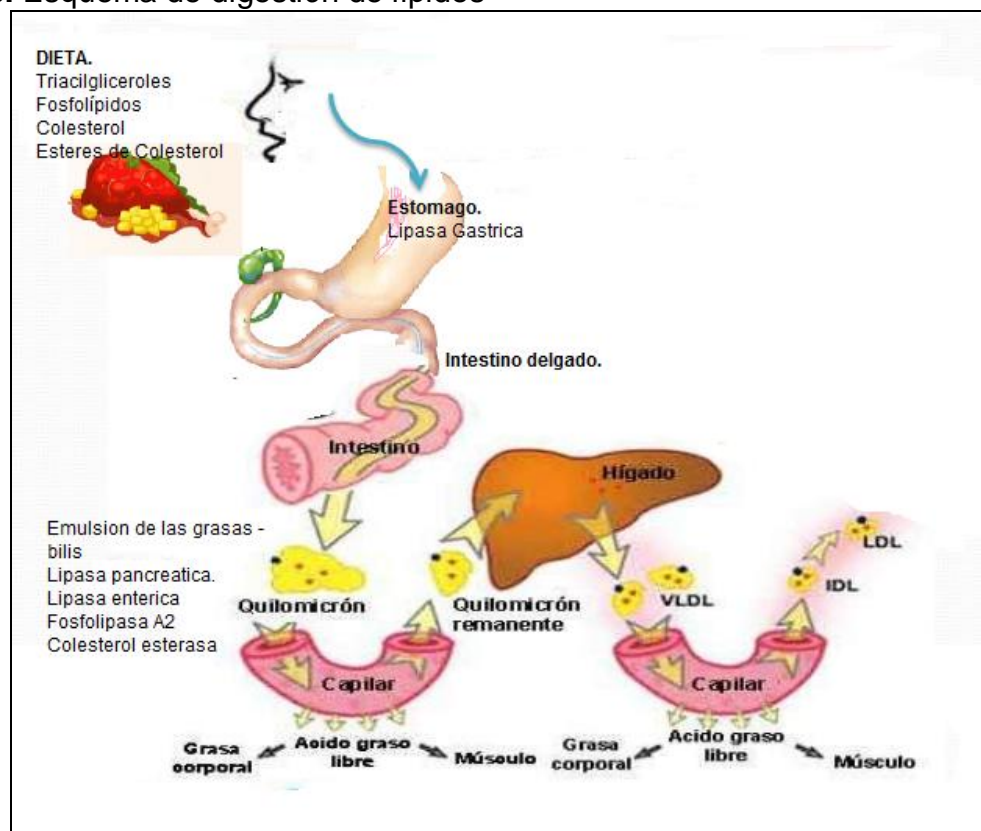


Fuente: Rustan, Arild, Drevon, Christian. (2005). Encyclopedia of Lifes Sciences.

Digestión y absorción de los ácidos grasos

Las grasas ingeridas derivadas de la alimentación usual son principalmente grasas neutras o triacilgliceroles y, en cantidades menores, también fosfolípidos, colesterol, y ésteres de colesterol, entre otros. En la mayoría de los adultos, el proceso de digestión de las grasas es muy eficiente, y ocurre principalmente en el intestino delgado. Sin embargo, un cierto grado de hidrólisis de las grasas ocurre por acción de enzimas segregadas en la boca (lipasa lingual) y en el estómago (lipasa gástrica), ambas con especificidad para la hidrólisis de triacilgliceroles de cadena corta y media (Figura 8 – Esquema de la digestión de lípidos). La digestión en el intestino delgado se ve facilitada por la acción emulsionante de las sales biliares, que, combinada con los movimientos peristálticos del intestino, da como resultado un incremento de la superficie de las partículas lipídicas, y permite a las enzimas lipolíticas, que son hidrosolubles, actuar en la superficie 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.

Figura 8. Esquema de digestión de lípidos



Fuente: Autores

Los triacilglicéridos se digieren en el intestino delgado, principalmente mediante la lipasa pancreática y, en menor grado, por la lipasa entérica. Ambas actúan hidrolizando los residuos de ácidos grasos en posición 1 y 3 del glicerol; al final de la digestión coexisten ácidos grasos libres y 2-monoacilglicéridos, principalmente.

Los fosfolípidos se digieren principalmente mediante la fosfolipasa A2, de origen pancreático, que hidroliza los residuos de ácidos grasos en posición 2; de esta forma se generan los correspondientes lisofosfolípidos y los ácidos grasos libres. Los lisofosfolípidos son también potentes detergentes y contribuyen en la emulsión. La mayor parte del colesterol de la dieta se encuentra en forma de ésteres de colesterol

(colesterol esterificado con un ácido graso) y se hidrolizan mediante la colesterol esterasa, de secreción pancreática, que libera los ácidos grasos.

Como productos de la digestión, se han formado en el intestino básicamente monoacilgliceroles, ácidos grasos libres, lisofosfolípidos y colesterol. Estos productos se absorben mediante las células absortivas del intestino por un proceso de difusión, facilitado por las sales biliares. La absorción del colesterol es más lenta, y también menos completa que la de los otros lípidos. Los ácidos biliares se reabsorben en su mayor parte en el íleon terminal, por un proceso activo, y se conducen por vía porta al hígado, que los secreta nuevamente para poder repetir el ciclo. Sólo una pequeña parte de los ácidos biliares no se absorbe y se pierde con las heces (Oliver, Segura, Bonet, Serra, 2008,23).

Los ácidos grasos en el interior de las células epiteliales se unen a una proteína de bajo peso molecular, que es la FABP (por sus siglas en inglés: Fatty Acid Binding Protein) o proteína Z, que los transporta al retículo endoplásmico liso, donde se reesterifican de nuevo, formando triacilgliceroles, fosfolípidos y ésteres de colesterol. Esta proteína tiene más afinidad por los ácidos grasos de cadena larga insaturados que por los saturados.

Se han identificado dos vías de síntesis de triacilgliceroles en las células absorbentes: la vía del monoacilglicerol y la del glicerol-3-fosfato. La más importante desde el punto de vista cuantitativo es la vía del monoacilglicerol, en la que un monoacilglicerol es acilado a partir de dos acil-CoA, para dar lugar a un triacilglicerol. La vía del glicerol-3-fosfato implica la hidrólisis de los monoacilgliceroles, la

fosforilación del glicerol mediante la glicerol quinasa, con gasto de ATP, y su acilación mediante tres moléculas de acil-CoA.

Los lisofosfolípidos absorbidos también se reesterifican en el interior de las células epiteliales, por acción principalmente de la lisolecitina aciltransferasa (LAT). (Oliver, Segura, Bonet, Serra, 2008,23).

Ya en las células de la mucosa intestinal los diacilglicéridos, los monoacilglicéridos, el glicerol y los ácidos grasos libres se convierten en triacilglicéridos y se unen con el colesterol de la dieta, junto con una proteína específica, formando los quilomicrones. Estos compuestos, que contienen apolipoproteína C-II (apo C-II), salen de la mucosa intestinal hacia el sistema linfático, pasan a la sangre y llegan al músculo y al tejido adiposo.

En los capilares de estos tejidos la enzima lipoproteína lipasa se activa por la apo C-II, que hidroliza los triacilglicéridos a ácidos grasos y glicerol, siendo ambos productos captados por las células en los tejidos. En el músculo, los ácidos grasos se oxidan para obtener energía, y en el tejido adiposo se reesterifican para ser almacenados como triacilglicéridos.

Los quilomicrones remanentes, que contienen colesterol y apolipoproteínas (apo E y apo B-48), transportados por la sangre llegan a hígado. En este órgano pueden oxidarse para proporcionar energía o bien ser precursores de cuerpos cetónicos. Un quilomicrón contiene una gota de grasa rodeada por lípidos más polares y finalmente por una capa de proteínas. Los ácidos grasos son almacenados en forma de TAG (Triacilglicéridos) principalmente en los adipocitos del tejido adiposo. Los TAG

sintetizados en el hígado son empaquetados en VLDL (lipoproteínas de muy baja densidad) y de esta manera son liberados directamente en la sangre. Los quilomicrones del intestino son secretados en la sangre por medio del sistema linfático, para ser llevados a los tejidos, para su almacenamiento o para la producción de energía a través de su oxidación mitocondrial.

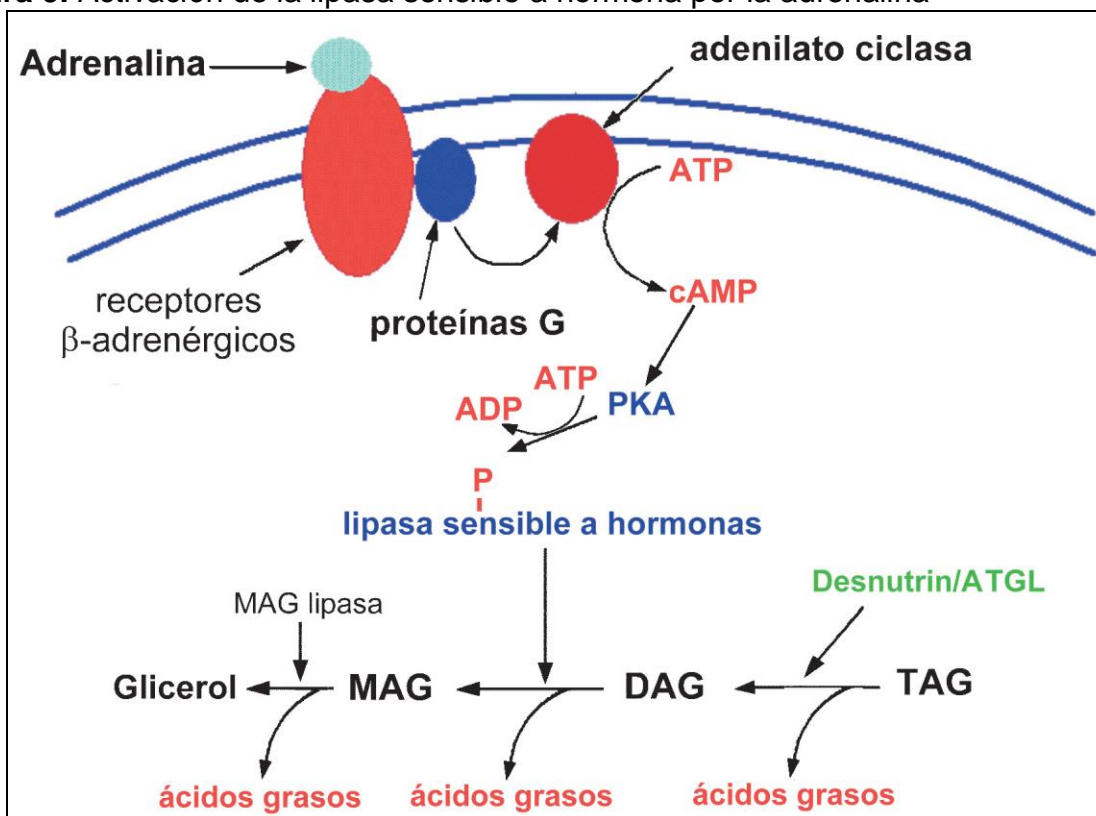
Los TAG del VLDL y de los quilomicrones son hidrolizados a ácidos grasos libres y glicerol en los capilares del tejido adiposo y músculo esquelético por acción de la lipoproteína lipasa. Entonces los ácidos grasos libres son absorbidos por las células y el glicerol regresa por la sangre al hígado y riñones, donde se convierte en el intermediario glucolítico dihidroxiacetona fosfato (DHAP).

En respuesta a la demanda de energía, los ácidos grasos de los TAG almacenados pueden ser movilizados para su utilización en los tejidos periféricos. La liberación de energía metabólica, en forma de ácidos grasos, se controla por una serie compleja de cascadas interrelacionadas que dan como resultado la activación de la lipasa sensible a esta hormona.

Los estímulos para activar esta cascada en los adipocitos, pueden ser el glucagón, la adrenalina o la β -corticotropina (Figura 9 – Activación de la lipasa sensible a hormona por la adrenalina). Estas hormonas se unen a receptores en la superficie de las células que están acoplados a la activación de la adenilato-ciclasa, después de la unión del receptor con su ligando. El incremento de cAMP (AMP cíclico) resultante lleva a la activación de la PKA (proteína quinasa A), que a su vez fosforila y activa a la lipasa sensible a hormona (HSL). Esta enzima hidroliza los ácidos grasos a partir de los

átomos de carbono 1 o 3 de los diacilglicéridos. Los diacilglicéridos son el producto de la acción de la lipasa de TAG identificada como desnutrin (también llamada triacilglicerol lipasa del tejido adiposo, ATGL). La desnutrin/ATGL es específica para los triacilglicéridos y proporciona diacilgliceridos cuando la HSL se activa. Los monoacilglicéridos que resultan de la acción de la HSL son sustratos para la monoacilglicerol lipasa. El resultado neto de la acción de estas enzimas es de tres moles de ácidos grasos libres y un mol de glicerol. Los ácidos grasos libres se difunden en las células del tejido adiposo o se combinan con la albúmina en la sangre, y así se transportan a otros tejidos, donde se difunden pasivamente en las células.

Figura 9. Activación de la lipasa sensible a hormona por la adrenalina



Fuente: Boticario, Consuelo., Cascales, María. (2012). Digestión y metabolismo energético de los nutrientes.

La activación hormonal de la adenilato-ciclase y de la lipasa sensible a hormona en los adipocitos, producida por la movilización de grasa del tejido adiposo, se inhibe por varios estímulos. La inhibición más significativa sobre la adenilato-ciclase está a cargo de la insulina. Cuando un individuo está bien alimentado, la insulina liberada por el páncreas previene la movilización inapropiada de las reservas de grasa, y por otro lado, cualquier exceso de grasa y de carbohidratos se incorpora a la reserva de TAG en el tejido adiposo (Boticario, Cascales, 2012,25).

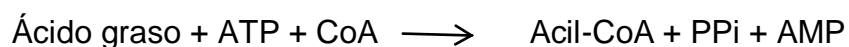
Cuando los ácidos grasos se liberan de las reservas del tejido adiposo, entran en la circulación donde se unen a la albúmina para su transporte a los tejidos periféricos. Cuando los complejos formados por los ácidos grasos y la albúmina interactúan con la superficie celular, la disociación de los ácidos grasos representa la primera etapa del proceso de la captación celular.

La absorción de los ácidos grasos por las células involucra a proteínas de membrana con una alta afinidad por los ácidos grasos. Hay varios miembros de la familia de los receptores de los ácidos grasos como la translocasa de ácidos grasos (FAT/CD36), proteína de unión de los ácidos grasos asociada membrana plasmática (FABPpm), y al menos seis proteínas transportadoras de ácido graso (FATP).

La oxidación de los ácidos grasos se realiza en las mitocondrias y peroxisomas, en el caso de los ácidos grasos de 4–8 y 6–12 átomos de carbono, conocidos como ácidos grasos de cadena corta y mediana (SCFA y MCFA), se oxidan exclusivamente en las mitocondrias, mientras que los ácidos grasos de cadenas más largas, de 10-16 carbonos (LCFA), se oxidan en las mitocondrias y en los peroxisomas; y en las

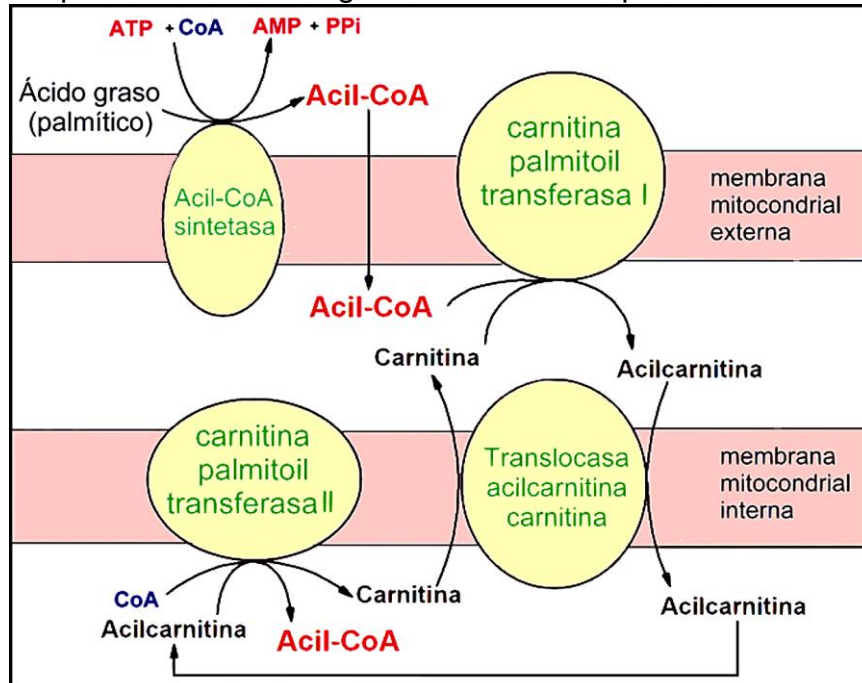
cadenas muy largas de ácidos grasos de C17–C26 (VLCFA) se oxidan preferentemente en los peroxisomas (Serfert, Drosch, Schwarz, 2010,971).

Los ácidos grasos deben ser activados en el citoplasma antes de ingresar en la mitocondria. La activación está catalizada por la acil-CoA ligasa (también llamada acil-CoA sintasa o tioquinasa). El resultado neto de este proceso de activación es el consumo de 2 moles de ATP, con formación de acil-CoA, pirofosfato y AMP, según la reacción siguiente:



Como la oxidación de los ácidos grasos ocurre en la mitocondria, el transporte del acil-CoA a través de la membrana mitocondrial se logra mediante un intermediario, la acil-carnitina, que se genera por acción de la carnitina aciltransferasa I, enzima que reside en la membrana mitocondrial externa. La molécula de acil-carnitina se transporta a la mitocondria donde la carnitina aciltransferasa II cataliza la regeneración de la molécula de acil-CoA. Figura 10. Transporte de los ácidos grasos desde el citoplasma (Boticario, Cascales, 2012,161).

Figura 10. Transporte de los ácidos grasos desde el citoplasma



Fuente: Boticario, Consuelo., Cascales, María. (2012). Digestión y metabolismo energético de los nutrientes

Oxidación de los ácidos grasos

Los ácidos grasos de cadena larga presentes en el citosol deben sufrir una activación enzimática muy compleja, seguida del transporte a través de las membranas mitocondriales hasta el compartimento principal. Allí el grupo acilo-graso es transferido al coenzima A intramitocondrial, rindiendo un tioéster del acil (graso)-CoA. Figura 11. Espiral de la oxidación de los ácidos grasos.

El acil (graso)-CoA, se deshidrogena por eliminación de un par de átomos de hidrógeno procedentes de los átomos de carbono α y β (átomos 2 y 3) para dar el α, β , o Δ^2 -acilo-insaturado-CoA. Este se hidroliza después enzimáticamente para formar un β -hidroxiacil-CoA, que a su vez se deshidrogena en la etapa siguiente para dar el

Los átomos de hidrógeno eliminados durante la deshidrogenación del ácido graso se incorporan a la cadena respiratoria; a medida que los electrones pasan al oxígeno molecular a través del sistema citocrómico, se va produciendo la fosforilación oxidativa de ADP a ATP. El acetyl-CoA formado como producto del sistema de oxidación del ácido graso se incorpora al ciclo de los ácidos tricarboxílicos.

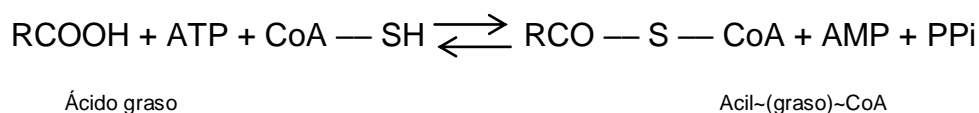
Activación y penetración de los ácidos grasos en las mitocondrias

Existen tres fases en la entrada de los ácidos grasos procedentes del citoplasma extra mitocondrial en el interior de las mitocondrias:

1. La esterificación enzimática del ácido graso libre con el CoA extramitocondrial, impulsada por el ATP, para dar el acil-(graso)-CoA, etapa designada frecuentemente como la activación del ácido graso.
2. La transferencia del grupo acilo del acil-(graso)-CoA a la molécula transportadora de carnitina, seguida del transporte de la acil – carnitina – a través de la membrana interna.
3. La transferencia del grupo acilo desde la acil-(graso)-carnitina al CoA intramitocondrial, que se produce en la superficie de la membrana interna.

Activación de los ácidos grasos

Tres enzimas diferentes, por lo menos, catalizan la formación de tioésteres del acil~CoA, siendo cada uno de ellos específico para un intervalo determinado de longitud de cadena de ácido graso. Estas enzimas reciben el nombre de acil~CoA~sintetasas, las cuales activan al ácido acético, ácido propiónico y ácido acrílico; la acilo de cadena intermedia CoA~sintetasa activa a los ácidos grasos con 12 a 32 o incluso más átomos de carbono. Las dos últimas enzimas activan tanto a los ácidos grasos saturados como a los insaturados, así como a los hidroxiácidos en las posiciones 2~ y 3~. Por otra parte, tanto las propiedades como los mecanismos de las tres sintetasas que han sido aisladas en forma muy purificada son casi idénticas. La reacción global catalizada por las acil~CoA~sintetasas dependientes del ATP es la siguiente:



En esta reacción se forma un enlace tioéster entre el grupo carboxilo del ácido graso y el grupo tiol del CoA; el ATP experimenta una escisión pirofosfatolítica para rendir AMP y pirofosfato inorgánico (PPi). El equilibrio favorece significativamente la formación del acil~CoA, ya que la energía libre estándar de la hidrólisis de ATP a AMP y PPi es aproximadamente de $-10,0\text{kcal}$, mientras que la del acil~CoA es de $-7,52\text{kcal}$.

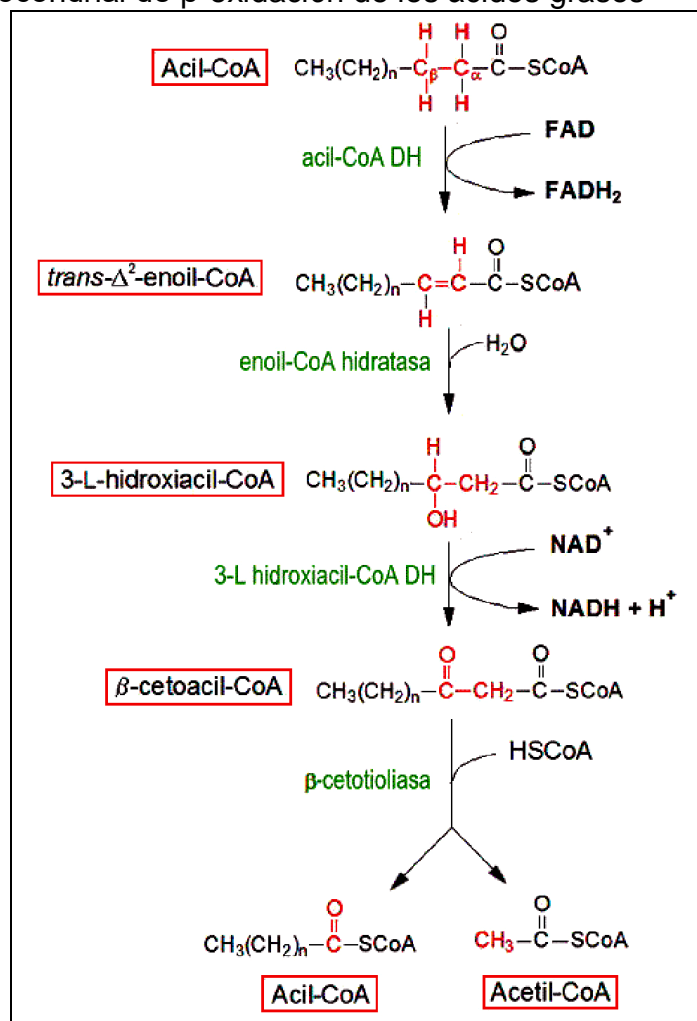
El proceso de la oxidación mitocondrial de ácidos grasos se denomina β -oxidación, ya que se produce a través de una secuencia de reacciones que suprime

unidades de 2 carbonos por oxidación del carbono en posición β de la molécula de acil-CoA. La oxidación de los ácidos grasos en los peroxisomas, también se produce a través de un proceso de β -oxidación. Cada ronda de β -oxidación consta de cuatro reacciones: oxidación, hidratación, oxidación e hidrólisis.

La reacción de oxidación mitocondrial por β -oxidación está catalizada por una familia acil-CoA deshidrogenasas dependientes de FAD. Cada una de estas deshidrogenasas tiene un rango de especificidad de sustrato determinado por la longitud de los ácidos grasos. La acil-CoA deshidrogenasa de cadena corta (SCAD, también llamada butiril-CoA deshidrogenasa), prefiere los ácidos grasos de 4–6 carbonos; la acil-CoA deshidrogenasa de cadena media (MCAD) prefiere los ácidos grasos de 4–16 carbonos, mostrando la máxima actividad con ácidos grasos de 10 carbonos; la acil-CoA deshidrogenasa de cadena larga de (LCAD), que prefiere los ácidos grasos de 6–16 átomos de carbono de longitud, mostrando la máxima actividad con los de 12 carbonos (Boticario, Cascales, 2012,163).

Las tres reacciones siguientes en la β -oxidación mitocondrial de los ácidos grasos implican una hidratación, otra oxidación, y finalmente, una reacción hidrolítica que requiere CoA, que separa el acetil-CoA y un acil-CoA dos átomos de carbono más corto que el acil CoA inicial. La adición de agua está catalizada por la enoil-CoA hidratasa, la reacción de oxidación está catalizada por una deshidrogenasa NAD-dependiente de cadena larga, la 3-hidroxiacil- CoA deshidrogenasa, y finalmente la hidrólisis está catalizada por una tiolasa, En la Figura 12 – Vía mitocondrial de β -oxidación de los ácidos grasos.

Figura 12. Vía mitocondrial de β -oxidación de los ácidos grasos



Fuente: Boticario, Consuelo., Cascales, María. (2012). Digestión y metabolismo energético de los nutrientes.

Estas tres actividades se codifican en una enzima multifuncional llamada proteína mitocondrial trifuncional, MTP. MTP se compone de una proteína de ocho subunidades, cuatro β -subunidades codificadas por el gen HADHA y cuatro β subunidades codificadas por el gen HADHB. Las β -subunidades contienen las actividades enoil-CoA hidratasa e hidroxiacil-CoA deshidrogenasa de cadena larga, mientras que las β -subunidades poseen la actividad 3-cetoacil-CoA tiolasa (β

cetotiolasa o simplemente tiolasa). Cada ronda de β -oxidación produce un mol de FADH₂, un mol de NADH y un mol de acetil-CoA. El mol de acetil-CoA, producto de cada vuelta de β -oxidación, entra en el ciclo del Krebs, donde es oxidado a CO₂ con la generación concomitante de tres moles de NADH, un mol de FADH₂ un mol de GTP. El NADH y el FADH₂ generados durante la oxidación de los ácidos grasos y la oxidación de la acetil-CoA en el ciclo de Krebs, se acoplan con la cadena electrónica mitocondrial para la producción de ATP.

La oxidación de los ácidos grasos produce más energía por átomo de carbono que la oxidación de los carbohidratos, ya que la oxidación de un mol de ácido oleico (18 carbonos) genera 146 moles de ATP (se utilizan 2 moles de ATP durante la activación de los ácidos grasos).

β -Oxidación en peroxisomas

Además de la oxidación mitocondrial de los ácidos grasos, los peroxisomas también juegan un papel importante en el metabolismo general de los ácidos grasos. Los ácidos grasos de cadena muy larga se oxidan preferentemente en los peroxisomas, por ejemplo, el ácido cerótico (26 carbonos) únicamente se oxida en este orgánulo. En los peroxisomas también se metabolizan los ácidos biliares di- y trihidroxicolestanoicos, ácidos dicarboxílicos de larga cadena producidos por β -oxidación de ácidos monocarboxílicos de cadena larga, el ácido pristánico través de la vía β -oxidación, ciertos ácidos grasos poliinsaturados (PUFA), tales como el ácido

tetracosahexaenoico (24:6), que por β -oxidación genera los importantes ácidos grasos poliinsaturados ácido docosahexanoico, ciertas prostaglandinas y leucotrienos.

Los procesos enzimáticos de β -oxidación peroxisomal son muy similares a los de β -oxidación mitocondrial con una diferencia importante. La primera etapa de la oxidación mitocondrial esta catalizada por varias acil-CoA deshidrogenasas, con formación de FADH₂. En los peroxisomas la primera etapa de oxidación está catalizada por la acil-CoA oxidasa acoplada a la reducción del O₂ a peróxido de hidrógeno (H₂O₂), catalizada por la catalasa.

Por lo tanto, la reacción no se acopla a la producción de energía, sino a la producción de una importante especie reactiva de oxígeno, el H₂O₂. Los peroxisomas contienen la catalasa, enzima que degrada el peróxido de hidrógeno de vuelta a O₂. Los ácidos grasos se incorporan al peroxisoma y se esterifican con el CoA por el transportador de la familia de proteínas ABCD13. El acetil- CoA generado por la β -oxidación peroxisómica se transporta fuera del peroxisoma después del intercambio de la carnitina por el CoA. Estas unidades de acetil-CoA pueden ser utilizadas para la síntesis de los ácidos grasos citosólicos o los transportados a la mitocondria para la oxidación en el ciclo de Krebs (Boticario, Cascales, 2012,166).

Fuentes, función, importancia y efectos de los ácidos grasos

Procedencia Animal y Vegetal de Ácidos grasos omega 3

Los animales fuente de omega 3 son; los pescados azules (arenque – *Clupea sp*, caballa – *Scomber scombrus*, atún – *Thunnus*, sardina – *Sardina pilchardus*, salmón – *Salmo salar*); animales marinos, salmón, mejillones, atún, anchoas, sardinas, jurel de origen acuícola.

A nivel industrial se obtiene harina de pescado y aceite de pescado que se refina y desodoriza, que presenta inconvenientes a nivel organoléptico y oxidación acelerada. Igualmente la alimentación a base de pescado está delimitada por los factores de conservación, aprovechamiento de huesos, cabeza y cola; que producen una baja saciedad. A nivel comercial se encuentra en forma de cápsulas blandas que contienen entre 500mg a 1000mg y que pueden llegar a aportar entre 250 a 350mg de DHA y EPA que dependiendo del origen del aceite (Valenzuela, 2014,207).

Los ácidos grasos omega-3 de origen vegetal se encuentra el alfa linoleico C18:3, ALA; que se encuentran en la soja (*Glycine max*), canola (*Brassica napus*), chía (*Salvia hispanica*), linaza (*Linum usitatissimum*), Los ALA son precursores del DHA y EPA sin embargo hace falta mayor investigación en la efectividad en la biotransformación del mismo ya que sería necesario la elongación y de saturación por enzimas del cual sería sintetizado solo una pequeña cantidad por nuestro cuerpo (Swanson Block, Mousa, 2012,1).

La industria ha desarrollado diferentes procedimientos tecnológicos para optimizar el consumo de estos ácidos grasos omega 3, algunos de ellos son; refinación y desodorización, encapsulación, microencapsulación, fraccionamiento, hidrólisis selectiva y obtención de ácidos grasos en la forma de esteres etílicos. Procesos con los cuales se permite su transformación en productos consumibles y así obtener los beneficios de salud que caracterizan al EPA y DHA (Valenzuela, Sanhueza, 2009,251).

La industria productora de aceites de pescado como mecanismo de mejorar la palatabilidad y aromas han incluido sabores, edulcorantes; para hacer este producto más atractivo para los niños. También se está realizando la inclusión en emulsión de pescado en agua, jugos o lácteos (Martine, & Cols, 2014,97). Con estas emulsiones se incorporan de manera estable a alimentos y estos productos se encuentran en varios países (Francia, Alemania, Estados Unidos, Brasil, Argentina, entre otros). El proceso consiste en separar los ácidos grasos de la estructura triglicéridica de los aceites marinos, transformándolos en esteres del etanol (etil-esteres). Este proceso se puede realizar en forma química o idealmente mediante enzimas que liberan específicamente los ácidos grasos Omega-3 por su estereo especificidad desde los triglicéridos que componen el aceite. Los etil-esteres se separan mediante un proceso de destilación molecular obteniéndose concentraciones hasta de 90% de cada ácido graso (EPA o DHA). Estos etil-esteres se pueden adicionar a una gran variedad de productos, ya sea en base oleosa o en base acuosa, en este caso utilizando emulsionantes adecuados.

Otra alternativa de reciente desarrollo es la microencapsulación de aceite de pescado, mediante un tratamiento tecnológico que requiere una microdispersión del

aceite y su atrapamiento en polímeros de maltodextrina u otros derivados del almidón o celulósicos, es posible preparar micro partículas de 1-5 μm que en peso contienen hasta un 20% de aceite. Se trata, entonces, de un producto en polvo que puede ser adicionado a alimentos en base seca, como es el caso de leche en polvo, cereales, alimentos infantiles, fórmulas lácteas, entre otras (Kausshik, Dowling, Barrow, Adhikari, 2014,3).

También está la última tecnología de microcoacervación se han desarrollado nanopartículas conteniendo aceites marinos o concentrados de ácidos grasos omega-3 que permiten, incorporarlos en sistemas alimenticios líquidos como bebidas, aderezos, salsas y salsa sin que se genere opacidad. La desventaja es que se puede obtener sólo una pequeña inclusión de ácidos grasos omega-3, no superiores a 10 – 20mg por porción de consumo. Las nano emulsiones son dispersiones coloidales que contienen pequeñas gotitas de aceite en un nano-rango ($r < 100$ nanómetro, con tamaño de partículas de 10^{-9} nm), que puede ser capaz de superar muchos de los desafíos de la fortificación de alimentos y bebidas con ácidos grasos omega-3 (Walker, Decker, McClements, 2014,32).

Otra fuente para la obtención de omega-3 de fuente no marina, son las micro algas de las especies *Cryptheconium*, *Mortierella* y *Schizochytrium sp* que se cultivan artificialmente en grandes bioreactores, de las cuales se extrae aceite que es particularmente rico en fosfolípidos; DHA y en bajas concentraciones EPA; también se obtiene el ácido araquidónico (C20:4, AA); ácidos grasos saturados. Estos omega 3

son incluidos en fórmulas lácteas por medio de técnicas de encapsulamiento o micro encapsulamiento (Conchillo, Valencia, et al, 2006,370).

Función de los ácidos grasos

Todos los ácidos grasos (saturados e insaturados) proporcionan energía y desempeñan un papel importante en la estructura de las membranas celulares, sobre todo en el cerebro, ya que este se compone de un 60% de lípidos, sobre todo de ácido araquidónico (AA) y ácido docosahexaenoico (DHA), que en conjunto contribuyen el casi 30% de los lípidos del cerebro y que contribuyen en la neurotransmisión. Los ácidos grasos polinsaturados omega-6 y omega-3 se concentran en los fosfolípidos de las membranas celulares, donde son liberados por una enzima de la membrana, la fosfolipasa A2. Se originan entonces varios mediadores químicos con importantes propiedades fisiológicas. El ácido araquidónico (omega-6) y el EPA (omega-3) dan lugar a prostaglandinas, tromboxanos y leucotrienos. Estas moléculas intervienen en las reacciones de agregación de plaquetas de la sangre, en los fenómenos inflamatorios y en la vasoconstricción. Además, el DHA favorece la producción de resolvinas y neuroprotectinas, otros mediadores que participan en la inmunidad y la inflamación (Child, Kew, Finnegan, Minihame, Leigh, 2014,2).

Los ácidos grasos omega-3 son de vital importancia en el desarrollo del feto, por esto la inclusión en la dieta materna. Esto se debe a que una suplementación con EPA y DHA durante el embarazo asociado con múltiples beneficios para el bebé como son

componentes estructurales del cerebro y retina durante la gestación, desarrollo neural y visual, incremento de peso en el nacimiento, mayor nivel intelectual para la vida adulta. Durante el embarazo, la transferencia de nutrientes de la placenta, incluyendo DHA, desde la madre al feto. Varios estudios confirman el beneficio de la suplementación con ácidos grasos omega-3 durante el embarazo en términos de desarrollo adecuado del cerebro y la retina. El DHA es el más importante para la función de la membrana celular apropiada y es vital para el desarrollo del cerebro fetal y la retina (Swanson, Block, Shaker, 2016,2).

También por medio de estudios científicos se ha determinado un mecanismo por el que el EPA y DHA puede disminuir la incidencia de parto prematuro disminuyendo la producción de prostaglandina E2 y la prostaglandina F2a, por lo tanto reducción de la inflamación dentro del útero, lo que podría estar asociada con el parto prematuro (Olsen Osterdal, Salvig, Mortensen, et al, 2008,167).

Los ácidos grasos omega-3 y la enfermedad cardiovascular, son de importancia ya que esta enfermedad causa un 38% de muertes en los Estados Unidos, muchas de las cuales son evitables. Los ácidos grasos poliinsaturados omega-3 como el EPA y DHA acorde a estudios tienen efectos antiinflamatorios y un rol en el estrés oxidativo, y mejorando la función celular por medio de cambios en la expresión génica (Swanson, Block, Shaker, 2016,3).

Los ácidos grasos omega-3 se han encontrado para desempeñar un papel en la aterosclerosis y la enfermedad arterial periférica (PAD). Se delibera que tanto EPA y DHA mejoran la estabilidad de la placa, disminuyen la activación endotelial, y mejorar la

permeabilidad vascular, disminuyendo la posibilidad de sufrir un evento cardiovascular (Swanson, Block, Shaker, 2016,4).

El Alzheimer es una enfermedad devastadora ya que causa la pérdida de memoria y limitada por la opción en tratamientos médicos, teniendo como indicador base la pérdida de memoria, es progresiva, y conduce a la incapacidad del paciente para cuidar de él o ella misma y, finalmente, a la muerte. La suplementación con omega 3 permite una mejoría en la función cognitiva en aspectos de lenguaje, memoria y atención entre otros (Swanson, Block, Shaker, 2016,5).

Importancia de los ácidos grasos poliinsaturados

Tanto el DHA como el EPA, son ácidos grasos con importantes beneficios para el organismo humano, no obstante a pesar de que hace unos años el EPA era el principal omega-3 utilizado en las investigaciones, hoy en día, la ciencia se está centrando más en estudiar y utilizar el DHA, o una combinación del mismo con EPA. Las principales razones son como se ha visto anteriormente, que a pesar de que el DHA es el AG omega-3 más común de los tejidos del organismo (Arterburn, 2006,12), a su vez es el AG esencial más difícil de conseguir y de sintetizar. Y debido a que tiene un destacado papel en muchos tejidos (entre ellos, el adiposo, el sistema inmunológico, el sistema nervioso y la retina), su presencia o no en la dieta produce diversos efectos altamente beneficiosos que lo han convertido en un AG muy interesante para la investigación (Sánchez, 2013,73).

Todas las biomembranas de mamíferos contienen el ácido poli-insaturados de cadena larga graso (AGPICL), ácido docosahexaenoico (DHA). El DHA es un componente esencial del tejido neural y es altamente concentrada en los fosfolípidos de membrana de materia gris del cerebro y en la barra de segmentos exteriores de la retina .Debido al reconocimiento temprano de la rápida acumulación de DHA durante el crecimiento del cerebro y el papel de DHA en el cerebro, los nervios, y el desarrollo visual, la mayoría de las recomendaciones de los organismos profesionales de DHA se han centrado en los niveles de ingesta para los recién nacidos prematuros, recién nacidos a término y las mujeres embarazadas. Durante el desarrollo del niño los niveles de DHA caen precipitadamente después del destete debido a los altos niveles de DHA en la leche materna o la fórmula infantil con respecto a los bajos niveles de DHA en la dieta de los niños pequeños. En el contexto del desarrollo cerebral y cognitivo que avanza a lo largo de la vida, emergiendo evidencia científica sugiere que las intervenciones dietéticas con DHA podría tener un significativo beneficio de la salud para los niños post-destete (Saldanha, Salem Jr, & Brenna, 2009,234)

La demanda metabólica del ácido docosahexaenoico (22:6n-3, DHA) se incrementa durante el embarazo debido a las necesidades adicionales del feto, se amplía la masa de células madre y la placenta. Ensayos a gran escala que evalúan la administración de suplementos de aceite marino con dosis grandes, indican que la suplementación de DHA en el embarazo es segura (Greenberg, Bell, Van, 2008,163). Se han descrito otros efectos beneficiosos del consumo de los ácidos grasos omega-3 en procesos inflamatorios tales como la artritis reumatoide, la enfermedad de Crohn, el

asma, la psoriasis y algunas nefropatías. Aunque se necesitan más estudios para demostrar los beneficios clínicos, en general el consumo de AGPI omega-3 alivia algunos síntomas de estas enfermedades, debido a que los eicosanoides derivados de los AGPI omega-3 son menos potentes en sus efectos pro inflamatorios. Las autoridades sanitarias recomiendan aumentar el consumo de AGPI omega-3, en especial los de cadena larga (EPA y DHA), cuya fuente principal es el pescado. Sin embargo, las sociedades occidentales modernas tienden a incluir muy poco pescado en la dieta. Además, la escasez de pescado y su elevado precio hace que en muchas ocasiones el consumidor prefiera otros alimentos de mayor comodidad y menor precio. Una forma eficaz de aumentar la ingesta es la fortificación o la adición de ácidos grasos omega-3 a alimentos de uso cotidiano. La tecnología moderna de alimentos hace posible hoy en día que una gran cantidad de alimentos puedan enriquecerse en ácidos grasos omega-3 y, de hecho, existe en todo el mundo una gran variedad de productos alimenticios enriquecidos (Carrero et al,2005,67).

Efecto de los ácidos grasos poliinsaturados sobre algunas enfermedades

Como se ha expuesto en apartados anteriores, el ácido docosahexaenoico (DHA), con 22 carbonos y 6 dobles enlaces, es un ejemplo extremo de ácido graso poli-insaturado (PUFA) omega-3, con fuertes implicaciones médicas. Su presencia dietética se ha ligado positivamente a la prevención de numerosas aflicciones humanas, incluyendo el cáncer y las enfermedades cardíacas (Sttiwell & Wassall,

2003,3); y su enorme potencial se puede apreciar en lo importante que es para muchas funciones del organismo. De hecho, todos los beneficios que se le atribuyen se aprecian tanto usando el DHA como complemento alimenticio, o al usarlo como agente terapéutico (Zapata, 2005,15).

La desnutrición es una complicación frecuente en los pacientes oncológicos; de acuerdo con las series, puede variar de 40 a 80%, y presenta una asociación fuertemente significativa con incremento en la morbilidad y mortalidad. La desnutrición en el paciente oncológico es multifactorial, entre los principales factores se encuentran la localización y extensión del tumor, el tipo histológico, la edad del paciente, la presencia de comorbilidades, el tiempo de evolución y la terapéutica empleada (Bégin, Micel & Cols, 2010,19).

Tratamientos combinados de omega-3 como el soporte nutricional aunado a la regulación de la inflamación, han demostrado aumentar la capacidad funcional y mejoran la calidad de vida de los pacientes con cáncer. Los ácidos grasos ω_3 tienen beneficio en el paciente oncológico dado que son sustratos para la producción de eicosanoides y están involucrados en la inmunomodulación, la inflamación y etiopatogenia de ciertos tumores (Pérez, Reyes, Rodríguez, Ruiz y Cols, 2013,22).

Se ha descrito que los ácidos grasos omega-3 de cadena larga aportan beneficios cardiacos, tanto a personas sanas, como a aquellas que padecen enfermedades cardiovasculares, debido a sus efectos anti-trombóticos, anti-arritmicos e hipocolesterolémicos, además de mejorar la sensibilidad a la insulina. En pacientes

hipertensos, disminuyen la agregación plaquetaria y la respuesta inflamatoria (Castro, 2002,129).

Efecto sobre el sistema nervioso (mejoramiento en funciones cognitivas)

Respecto al sistema nervioso, varios estudios también demuestran que el DHA es esencial para el correcto desarrollo de este sistema (Horrocks, Yeo, Neuringer, 2000,212). El recambio de DHA en el cerebro es muy rápido y, sin embargo, en caso de descenso en la entrada de DHA a través de la dieta, este es tenazmente retenido (Guesnet & Alessandri, 2011,8).

Existe también una etapa crítica del desarrollo en la que el DHA debe estar presente. Esto se ha demostrado mediante autopsias realizadas a infantes vegetarianos alimentados con dietas bajas en ácidos grasos omega-3 (Horrocks & Yeo, 1999,213).

La inclusión de DHA es fundamental en la concepción, crecimiento y desarrollo del embrión y en el niño. En el neonato, los niveles de DHA dependen de las concentraciones plasmáticas en la madre en relación a la nutrición durante el embarazo, y del tamaño de la placenta y las proteínas transportadoras. El gradiente transplacentario de DHA parece ser mayor conforme avanza la gestación siendo transferidos en el tercer trimestre entre 30–45 mg/d de los depósitos maternos al feto. El riesgo de daño neurológico aumenta en niños pretermo menores de 1.500 g. Después del nacimiento se presente una disminución rápida de las concentraciones de

DHA, hasta de un tercio, por lo cual las necesidades de enriquecimiento en lípidos que son direccionados a las membranas celulares del cerebro y retinas (Gil, Campos, Dalmau, Serra y Comité de Nutrición de la Asociación Española de Pediatría, 2010, 142 e2).

Los numerosos estudios entre la relación de AG omega-3 y la actividad del sistema nervioso central, implican principalmente situaciones patológicas. Inicialmente existían dudas sobre la posibilidad de que los ácidos grasos omega-3 pudieran cambiar o mejorar las respuestas fisiológicas de la gente joven y sana, pues la suplementación con omega-3 en estos sujetos no se ha analizado extensamente (Fontani, Corradeschi F Fau - Felici, et al, 2009; 473S-481S). Sin embargo, en los últimos años se ha visto que esta relación de los omega-3 y en concreto del DHA con el sistema nervioso, también se ve favorecida en personas sanas y activas, y está causando efectos favorables en tareas y actividades que precisan en su mayor parte de una rápida actividad del sistema nervioso, entre ellas estarían los deportes que requieren de mucha atención y rápidas reacciones (Fontani, Lodi L Fau - Migliorini, Migliorini S Fau - Corradeschi, & Corradeschi, 2005; 691-699).

Efecto del DHA en lactantes y niños de corta edad

Puesto que el DHA ha de encontrarse disponible durante el desarrollo temprano infantil, el niño debe recibir las cantidades necesarias del mismo. El lactante obtiene el DHA mediante la madre, la cual se provee a sí misma a través de la dieta, y

dependiendo de la composición de esta dieta, el lactante recibirá más o menos AG omega-3 esencial para su desarrollo neuronal y visual (Sauerwald, Demmelmair H Fau - Koletzko, & Koletzko, 2001, 994).

Los ácidos grasos omega-3 son importantes durante la gestación, debido a que son componentes estructurales del cerebro y la retina del recién nacido. Además incrementan el peso al nacimiento, y otorgan mayor nivel de intelectualidad en la vida adulta, reducen las tasas de depresión post parto y, durante la etapa de crecimiento, tienden a tener mayor capacidad de atención, mayor coeficiente intelectual y mejor agudeza visual (Sapieha et all, 2012, 2e-36).

Es un hecho conocido que los ácidos grasos omega-3 son esenciales para lograr un adecuado desarrollo y funcionamiento del cerebro y del sistema nervioso. Al respecto, Maclean & Cols, 2005 (como se citó en Valenzuela, 2009, 257) se ha reportado la capacidad de estos compuestos en la corrección de defectos visuales y cerebrales en pacientes con deficiencia demostrada, mejorando también aspectos asociados a la ubicación espacial, ansiedad, habilidad de aprendizaje, memoria, depresión, esquizofrenia, demencia, enfermedad de Alzheimer, dislexia y psicosis, además de reducir el deterioro cognitivo .

Los omega-3 de cadena larga son esenciales en periodos determinados, tal es el caso del embarazo, ya que el feto requiere de altas concentraciones de DHA, el cual es aportado por la madre a partir de sus reservas, o de la alimentación. Pérez, Lorenzo, 2006 (como se citó en Lei et all, 2013, 6). Durante el envejecimiento, se produce una pérdida de DHA en el sistema nervioso, tanto en las neuronas, como las células gliales.

Por esta razón, cobra relevancia la suplementación de este grupo de riesgo con DHA, con el objetivo de disminuir los síntomas de patologías tales como demencia senil y Alzheimer (Jicha & Markesbery, 2010, 54).

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 (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura y Fundación Iberoamericana de Nutrición, 1997). Sin embargo, las recomendaciones actuales apuntan a incrementar el consumo de ambos ácidos grasos mediante la ingesta de pescados grasos, a través de alimentos funcionales, nutracéuticos o suplementados (Riediger, Fau y Cols, 2008, 670), por esta razón, países que no cumplen con la ingesta recomendada, como Chile, deben promover el consumo de productos marinos y suplementos que contengan omega-3. López, Cárdenas, Quintero Laverde (2014, 325).

Funciones cognitivas en niños y desarrollo neuronal hasta los cinco años

El desarrollo cognitivo es el conjunto de transformaciones que se dan en el transcurso de la vida, por el cual se aumentan conocimientos y habilidades para percibir, pensar y comprender. Y estas habilidades son utilizadas para la resolución de

problemas prácticos de la vida cotidiana. Las teorías por las cuales se explica el desarrollo cognitivo se encuentran:

- La perspectiva piagetana. Explica como el niño interpreta el mundo a edades diversas.
- La perspectiva sociocultural de Vygostky. Explica los procesos sociales que influyen en la adquisición de habilidades intelectuales.

En el desarrollo piagetano el conocimiento evoluciona por una serie de etapas o estadios como son:

- Estadio sensoriomotor (0-2 años): la inteligencia es la práctica y se relaciona con la resolución de problemas a nivel de la acción.
- Estadio preoperatorio (2-7 años): la inteligencia ya es simbólica, pero sus operaciones aún carecen la estructura lógica.
- Estadio de las operaciones concretas (7-12 años): el pensamiento infantil es ya un pensamiento lógico, a condición de que se aplique a situaciones de experimentación y manipulación concretas.
- Estadio de las operaciones formales (a partir de la adolescencia): aparece la lógica formal y a capacidad para trascender la realidad manejando y verificando hipótesis de manera exhaustiva y sistemática.

En la etapa preoperatorio de los 2 – 7 años los progresos cognoscitivos se dan por el pensamiento representacional (el juego simbólico, lenguaje, pinturas e imágenes mentales) y conceptos numéricos (Linares, 2009, 27).

En la teoría de Vygostky (Linares, 2009, 51), coloca en relieve las relaciones del individuo con la sociedad, siendo difícil entender el desarrollo del niño sin conocer la cultura en donde crece. Es decir que el conocimiento se construye acorde a las interacciones que se den con otros niños con diferentes habilidades. Para Vygostky son fundamentales cinco conceptos:

- Las funciones mentales.
- La habilidad psicológica.
- La zona de desarrollo próximo.
- Las herramientas del pensamiento.
- La mediación.

Igualmente existe una correlación entre la alimentación y la nutrición con la inteligencia por medio del estudio realizado la Universidad de Antioquia denominado Inteligencia, alimentación y nutrición en la niñez por (Cadavid, 2009, 190) en el cual su objetivo era recopilar las bases científicas de esta temática y contribuir a la integración de conocimientos en las dos dimensiones del desarrollo y su utilidad en la planificación de políticas, planes y programa dirigidos la población infantil. Como fundamento en el concepto de inteligencia acorde a los postulados de Wechsler en campos concretos como son la comprensión verbal, razonamiento perceptivo, la memoria de trabajo y la velocidad de procesamiento.

Para valorar las capacidades intelectuales de los niños y las niñas se contó con la escala de inteligencia de Wechsler para Niños- IV (WISC-IV). Esta escala produce cinco puntuaciones para su interpretación; una medida de la capacidad intelectual (CIT)

y cuatro índices como son la comprensión verbal, el razonamiento perceptivo, la memoria de trabajo y la velocidad de procesamiento.

Es de vital importancia relacionar la nutrición con el desarrollo y mantenimiento de la función Cerebral. Greenwood 1987, (como se citó en Cadavid, 2009,191) exponen importantes vías en las que la dieta puede afectar la neuroquímica, entre las cuales se encuentra, la ingesta de alimentos afecta la disponibilidad de precursores requeridos para la síntesis de neurotransmisores, los alimentos son fuente de vitaminas y minerales, cofactores esenciales para las enzimas que sintetizan neurotransmisores, los lípidos dietarios alteran la composición de las membranas celulares de las neuronas y de las vainas de mielina y la glucosa como el principal sustrato energético puede influenciar las funciones cognitivas Osendarp y Cols, 2004 y Thompson y cols, 2009 (como se citó en Cadavid, 2009, 192). La desnutrición grave y variaciones a la dieta pueden influir en la función neuronal y así la cognición. Los nutrientes claves para el desarrollo cognitivo han sido identificados e incluyen: yodo, hierro, zinc, folato, vitaminas A, B6, B12 y ácidos grasos omega-3 (Cadavid, 2009, 90).

El desarrollo cognitivo puede ser influenciado por diferentes componentes, como la herencia genética, calidad de vida, las enfermedades crónico-degenerativas, cerebrales y sistémicas, y también por nutrientes específicos derivados de una dieta saludable. Los nutrientes bioactivos que han sobresalido en los últimos años son los derivados de aceites de peces marinos por su composición de ácidos grasos poliinsaturados de cadena larga de tipo omega-3, Eicosapentaenoico (EPA) y ácido docosahexaenoico (DHA). El DHA y sus niveles en niños y adultos pueden tener una

relación en desórdenes que afectan al comportamiento, estado de ánimo y aprendizaje (Waitzberg y Priscila, 2013, 472).

Acorde a estudios realizados en animales la ingesta de ácidos grasos omega-3 modifican la composición de lípidos y funciones neuroquímicas en áreas específicas del cerebro, aumentando la densidad de los receptores 2-A de serotonina en la corteza frontal y una disminución de los receptores de D-2 de dopamina, es decir que dietas carentes de AGPI omega-3 modifican el funcionamiento cerebral (Pérez, Lorenzo, 2006, 32).

McNamara, 2006 (como se citó en Chávez, 2013,1259) describe que el ácido graso linolénico como precursor del ácido docosahexaenoico (DHA) cumple una función importante en la gestación preonatal ya que se acumula en el cerebro. Se calcula que el DHA está aproximadamente en un 10-30% de los fosfolípidos de la materia gris de la corteza cerebral y de los fotorreceptores de la retina. Y las membranas celulares ricas en DHA favorecen la formación de sinapsis entre las neuronas y favorecen la elongación de las neuronas. El contenido en DHA es vital para la formación y transmisión de la señal neuronal (Chávez, 2013,1261).

En un estudio de influencia de micronutrientes como los ácidos grasos libre pueden influir positivamente en la inteligencia no verbal, capacidades cognitivas, el aprendizaje y en la conducta de los niños, adolescentes y adultos. En el cual se ve su influencia en estratos socioeconómico de bajos recursos, niños con déficits de atención y discapacidades de aprendizaje evidenciándose efectos después de la ingesta de tres hasta 6 meses (Parletta, Frensham, 2012,673).

Los ácidos grasos poliinsaturados tienen importantes funciones a nivel de neurodesarrollo como son el ácido docosahexaenoico (DHA) se encuentran presentes en leche materna. El DHA y ácido eicosapentaenoico (EPA) son ácidos grasos de cadena larga (LCPUFA) que pueden ser sintetizados en el organismo a partir de precursores, aproximadamente desde la semana 26 de gestación. El retardo en el crecimiento intrauterino parece disminuir la formación de los LCPUFA (Bradbury, 2011, 531).

Estos ácidos grasos poliinsaturados omega-3 son precursores específicos de eicosanoides (prostaglandinas, tromboxanos y leucotrienos) que regulan numerosas funciones celulares durante la diferenciación adipocítica, retinal y del desarrollo del sistema nervioso. Pueden cambiar las propiedades físicas de la membrana, tales como la fluidez, flexibilidad y permeabilidad, la cual influirá en la actividad de proteínas ligadoras de la membrana.

- El ácido araquidónico funciona como un neurotransmisor involucrado en la plasticidad sináptica.
- Las prostaglandinas regulan actividad neural por modulación de neuro-hormonas y neurotransmisores.
- Los eicosanoides también pueden estar involucrados en el almacenamiento de la memoria, por influir en procesos de potenciación y depresión a largo plazo.

Se ha encontrado una relación inversamente proporcional entre los ácidos grasos omega-3 y omega-6, por lo tanto el promedio (Rendón, 2011,370).

Los niños en un ambiente escolar y familiar, pueden presentar problemas en el comportamiento, aprendizaje, razón por la cual se han realizado investigaciones en las cuales se ha realizado suplementación con ácidos grasos insaturados omega-3 para la mejoría de estas trastornos de comportamiento en el caso de del déficits de atención. Es decir que en aquellos casos en los cuales los padres se encuentren renuentes a tratamientos farmacológicos para TDAH se podría complementar con la ingesta de omega-3 (Rodríguez, 2015,99).

En un ensayo aleatorizado con 90 niños entre 7 y 12 años diagnosticados con déficits de atención (TDAH) en el cual se suplemento con omega-3 y analizando el efecto sobre la cognición, alfabetización y comportamiento; igual analizando el nivel DHA y EPA en eritrocitos, observándose que se presentó mejoría en lectura, ortografía y mayor capacidad de concentración, disminución a la hiperactividad (Milte, Parletta, Buckey, Coates, Young, 2012, 674).

Mientras que en análisis en 94 niños con diagnóstico de déficits de atención los cuales encontraban en tratamiento con metilfenidato no fue efectivo; se realizó suplementación con omega-3 y 6 durante 6 meses. En un estudio a doble ciego controlado con placebo, los resultados indicaron que se presentó una mejoría en las medidas de agitación, agresividad y rendimiento académico (Perera H, Jeewandara K, Seneviratne S, Guruge C, 2012, 751).

Como mecanismo para evaluar y evidenciar el avance del desarrollo cognitivo y neuronal en los niños se aplica la neuropsicología, la cual evidencia el avance, contextualización de los niños, y se encarga el estudio de las relaciones del cerebro

dentro de un contexto dinámico de un cerebro en desarrollo. Reed y Warner-Rogers, 2008 (como se citó en Ramos, 2009,3), por tanto para comprender la teoría y la práctica de esta disciplina se debe conocer que hace y como se desarrolla el cerebro.

Las áreas más importantes para evaluar el funcionamiento de un neuropsicológico en niños se utilizan cuatros áreas: la motricidad, la percepción, el lenguaje y la memoria. Manga y Fournier, 1997 (como se citó Ramos, 2009,4) Ya que los test de inteligencia de Wechsler (WPPSI, WISC o WISC-R) no partan una evaluación directa de las capacidades específicas motoras ni sensoriales, es decir que por medio de la neuropsicología infantil se logra la evaluación del niño que aporta información para el diagnóstico precoz e identificación de problemas de desarrollo (Ramos, 2009,3).

Dentro de los instrumentos utilizados en la Neuropsicología se encuentran diferentes test para realizar el análisis del nivel cognoscitivo de los niños y adultos en la Tabla 1 se encuentra un resumen del alguno de estos instrumentos utilizados en la neuropsicología.

Tabla 1. Instrumentos para medición cognoscitiva en niños

INSTRUMENTO	TEST DEL INSTRUMENTO
<p>CRIBAJE SCREENING</p> <p>0 a 6 años</p> <p>Se maneja por puntuaciones cuantitativas</p>	<p>Denver Developmental Screening Test (DDST). Valora en niños de 2 semana a 6 años y 4 meses Áreas motora gruesa, motor adaptativa, personal- social y lenguaje mediante 105 ítems</p> <p>Versión II. Evaluación 39 ítems útil para identificar riesgo de retraso de desarrollo.</p>
<p>EVALUACIÓN NEUROPSICOLÓGICA</p> <p>2 meses a 3 años</p>	<p>Inventario de desarrollo de Gessel, Edad : 1 a 3 años Evalúa las conductas motrices, adaptativas-manipulativas, de lenguaje y relaciones sociales</p> <p>Escala de desarrollo Infantil Brunet-Lézina Edad: 3 a 6 años. Evalúa área motriz, manipulativa, verbal y socio-adaptativa y en función de ello estima el Coeficiente de desarrollo global</p> <p>Escalas Bayley de Desarrollo Infantil (EBDI) Edad: 2 meses a 30 meses. Permite determinación de un índice de desarrollo mental y índice de desarrollo psicomotor. Consta de 3 escalas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Escala mental: aprecia aspectos con el desarrollo cognitivo y la capacidad de comunicación. • Escala psicomotricidad: evalúa grado de coordinación corporal y habilidades motrices finas en dedos y manos. • Registro del comportamiento: analiza las orientaciones, actitudes, interés, tendencias <p>EDDI – II (2005): Evalúa el desarrollo del niño, en la edad de 0 meses a 42 meses en dominios: cognitivo, lenguaje, socioemocional y comportamental.</p> <p>Inventario de desarrollo de Battele (BDI) Edad: 0 a 8 años. Evalúa 5 áreas: cognitiva, comunicativa, motora, personal-social y adaptación</p>
<p>INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN</p> <p>3 años en adelante</p> <p>Indicador de nivel intelectual global</p>	<p>WPPSI o Escala de inteligencia para preescolar y primaria. Edad: 2 a 6 años y 6 meses. Evalúa aspectos cualitativos y cuantitativos de la inteligencia en general y déficits relativos a sub pruebas verbales o manipulativas.</p> <p>Escala de inteligencia Stanfors-Binet. Se utiliza para medir la inteligencia por medio de pruebas manipulativas, de designación, denominación, definición, repetición de cifras y frases, etc. Edad de 2 años a 14 años</p> <p>MSCA. Escala de McCarthy de aptitudes y psicomotricidad, Permite realización por escalas: verbal, perceptivo-manipulativa, numérica, memoria, motricidad y general cognitiva.</p>

	Edad 2,5 a 8,5 años
	Test Matrices Progresivas de Rave. Prueba no verbal y psicométrica. Mide inteligencia, capacidad intelectual, habilidad mental general por medio de la comparación de formas y razonamiento por analogías.
	Test de Matrices progresivas de Dominós No verbal de inteligencia para valorar la capacidad de conceptualizar y aplicar razonamiento a nuevos problemas. Mide el factor G de la inteligencia (Teoría factorial de Spearman)
	Prueba de inteligencia no verbal (Weli) Evalúa la inteligencia general del factor G por medio de dibujos.
	Test escala de inteligencia de Weschler para niños. Es una prueba exploratoria de las capacidades cognitivas en comprensión verbal, razonamiento perceptivo, procesamiento cognoscitivo en memoria de trabajo y velocidad de procesamiento.

Fuente. González (2007) Instrumentos de evaluación psicológica.

Método para evaluar la absorción en el ser humano

El EPA, mediante la enzima elongasa se transforma en ácido docosapentaenoico (DPA, 22:5) que mediante varias reacciones enzimáticas dará lugar al ácido docosahexaenoico (DHA, 22:6). El DHA por oxidación peroxisomal, se vuelve a reducir hasta EPA. Todas estas reacciones enzimáticas tiene lugar en el retículo endoplásmico a excepción de la última reacción de formación del DHA que se produce en el peroxisoma. Estos omega-3 como el DHA se incorporan en los fosfolípidos de las membranas celulares como componentes estructurales, formando parte de tejidos como retina, cerebro o los espermatozoides, por lo que son esenciales en el desarrollo de una óptima función visual, reproductora y cerebral. La cantidad de AGPI en las membranas celulares (AA y DHA) se mantienen gracias a un mecanismo de

retroalimentación que tiene una ruta metabólica propia. Cuando el EPA se produce como metabolito del Ácido Linoléico (ALA), da lugar al DHA, sin embargo, cuando el EPA procede de la dieta, termina produciendo eicosanoides. Estos eicosanoides antagonizan la acción de los eicosanoides derivados de los AA. Además también tienen efecto en la reducción de los valores de los triglicéridos, colesterol, vasodilatación y efectos antitrombótico.

En la identificación de la actividad de la desaturasa en humanos se calcula la actividad estimada de estas enzimas utilizando una proporción entre producto AG/ y su precursor. La actividad estimada de la D5 desaturasa se expresa generalmente como el proporción entre AA/DHGL mientras que la actividad estimada de la D6 desaturasa se expresa como ácido- γ -linoléico/LA (Sanz. P, A., Sanchis., García, García, Gómez, 2012, 1786).

La formación de eicosanoides es una función importante de los LCPUFA, incluyen prostaglandinas (PG), protacilinas (PGI), tromboxanos (TX), leucotrienos (LT), ácidos hidroxietetraenoicos (HPETE), ácidos hidroxieicosatetraenoicos (HETE) y lipoxinas.

Los eicosanoides derivados de los ácidos grasos se mezclan con las sales biliares y la lecitina para formar micelas que son absorbidas a través de la pared del intestino. En este punto se convierten en triglicéridos se combinan con las apolipoproteínas sintetizadas de nuevo para formar los quilomicrones que son transportados fuera del enterocitos e incorporados al torrente sanguíneo a través de los vasos linfático. Dentro del torrente sanguíneo los TG de los quilomicrones son

hidrolizados a ácidos grasos libres y glicerol por la lipoproteinlipasa. A continuación los ácidos grasos y el glicerol pasan a través de las paredes capilares para ser utilizados por las células como energía o almacenados como grasas en el tejido adiposo. Algunos ácidos grasos libres liberados se unen a la albumina y son metabolizados por el hígado. Los remanentes de los quilomicrones son eliminados de la circulación por receptores específicos y por receptores de las LDL. El hígado cataboliza los restos de los quilomicrones, vuelve a sintetizar TG a partir de los ácidos grasos y produce lipoproteínas de muy baja densidad (VLDL), que se componen principalmente de TG y pequeñas cantidades de colesterol y fosfolípidos que se liberan en la circulación. Los VLDL son los principales portadores de TG y los sustratos para las lipoproteinlipasa endotelial y además suministran ácidos grasos libres a los tejidos adiposo y muscular. Por acción hidrolítica de la lipasa las VLDL pierden algunos TG y se transforman en lipoproteínas de densidad intermedia (IDL) y finalmente en LDL. Los receptores de las LDL de los tejidos periféricos y del hígado se encargan de captar las LDL. Las LDL transfieren principalmente los ésteres de colesterol del plasma a los tejidos periféricos donde son hidrolizados a colesterol libre y luego son nuevamente reesterificados. Las lipoproteínas de alta densidad (HDL) tienen una función importante en el transporte de lípidos.

La estructura de los alimentos puede influir en la aparente biodisponibilidad de los lípidos de los alimentos. La incorporación del EPA y DHA procedentes del pescado en los lípidos del plasma presenta una mayor eficacia que cuando se administran en

forma de cápsulas. La preemulsificación de una mezcla de aceite antes de la ingestión también puede aumentar la absorción de EPA y DHA (FAO, 2012,59).

Dentro de las medidas fisiológicas utilizadas como criterio para establecer las recomendaciones sobre la ingesta de AG, se incluyen los niveles séricos de colesterol, niveles de triglicéridos y la integridad neural, como ventaja para realizar estudios con la población es que permiten evaluar con relativa facilidad por medio de ensayos controlados.

Acorde a estos parámetros fisiológicos con análisis bioquímico en el estudio realizado a 374 niños con trastornos neurológicos con el objetivo de la evaluación causa y efecto de la ingesta de omega-6 y omega-3, se utilizaron como biomarcadores de medidas bioquímica plasmático el perfil lipídico con la aplicación de la siguiente metodología; i)extracción lipídica en el suero y ruptura de membranas, extracción lipídica y separación fosfolípidos en las células de la sangre, ii) Metilación y transesterificación de los ácidos grasos iii)separación y cuantificación de esterios metílicos mediante cromatografía de gases con detector de masas (Cortes, Hidalgo, Rizo-Baeza, Aguilar, Gil, 2013, 1543).

En un estudio en el cual como objetivo estaba identificar la relación entre los ácidos grasos en suero y los fosfolípidos de membrana a 30 niños sanos igualmente se realizó extracción lipídica, metilación, separación y cuantificación en cromatografía de gases con detección de masas. Se comprobó la existencia de AGMI (Ácido oleico) AGPI (linoleico, araquidónico y docosatetraenoico); mientras que también se identificó

linolénico y el eicosapentaenoico, docosahexaenoico con proporciones superiores en fosfolípidos de membrana (Cortes, Hidalgo, Rizo-Baeza, Aguilar, Gil, 2013, 1543).

Otra método por el cual se puede identificar y cuantificar la cantidad de omega-3 ingerido por una persona en un momento dado es el "índice de omega-3" el cual es el porcentaje de EPA y DHA en la membrana de los glóbulos rojos (el porcentaje restante sería cubierto por los ácidos grasos restantes). El índice omega-3 presenta muy buena correlación con otros marcadores biológicos de ácidos grasos y tiene una vida media entre cuatro y seis veces superior al del EPA y DHA. Por lo tanto, representa un reflejo más fidedigno del consumo integral de ácidos grasos omega-3. El índice omega-3 se ha utilizado recientemente en algunos estudios como medida objetiva para cuantificar la ingesta a largo plazo de ácidos grasos omega-3 (Ismet, 2008,4).

El nivel de índice de omega-3 aceptable para una personal es superior al 7,5% . cuando este nivel esta inferior se asocia a un incremento en el riesgo de padecer un episodio cardiovascular o cerebrovascular. La interpretación de los resultados esta dada por 4 niveles. Los índices entre 1 y 4. Riesgo muy aumentado de padecer episodio cardiovascular o cerebrovascular y alta predisposición a la depresión. Los niveles entre 5 y 7 riesgo significativamente aumentado de sufrir accidentes cardiovascular o cerebrovascular, enfermedades degenerativas cerebrales. Indice entre 7 y 8 Baja probabilidad de sufrir accidentes cardiovascular o cerebrovascular y baja predisposición a la depresión. Indice superior a 8 muy baja probabilidad cardiovascular o cerebrovascular y baja predisposición a la depresión. Para el realizar el análisis de

esta prueba en personas se requiere muestra de sangre (Labco Quality Diagnostic, 2013,1).

Microencapsulación de ácidos grasos polinsaturados

Los beneficios para la salud de los ácidos grasos omega-3 están fundamentado través de una extensa y rigurosa en estudios *in vivo*. Una amplia gama de literatura indica que los ácidos grasos omega-3 son esenciales no sólo para el crecimiento y desarrollo normal, sino también por sus efectos positivos sobre el corazón, el cerebro, los ojos, las articulaciones, la piel, el estado de ánimo y el comportamiento. Los ácidos grasos omega-3 también están implicados en la prevención de la enfermedad de la arteria coronaria, la hipertensión, la diabetes, la artritis, otros trastornos inflamatoria y autoinmune y cáncer. Muchos estudios fomentan la ingesta adecuada de ácidos grasos omega-3 por las mujeres embarazadas y lactantes para apoyar la salud en general del desarrollo fetal y saludable de la retina y el cerebro en el feto. Algunos estudios sostienen que los beneficios para la salud reivindicados de ácidos grasos omega-3 son concluyentes, en particular con respecto a los eventos cardiovasculares, cáncer, salud cognitiva y ralentizar la degeneración macular asociada a la edad.

Los ácidos grasos omega-3 se han microencapsulado utilizando diferentes técnicas de encapsulación. Hasta el momento, secado por pulverización, coacervación compleja y extrusión son las técnicas comerciales más comúnmente utilizados para la microencapsulación de los ácidos grasos omega. El secado por pulverización ofrece

muchas ventajas sobre otros métodos de secado, tales como secado por congelación, incluyendo bajo coste de funcionamiento, capacidad para manejar materiales sensibles al calor, la maquinaria fácilmente disponible, un funcionamiento fiable y la capacidad para controlar el tamaño medio de partícula de los polvos para emulsiones secadas por pulverización. Sin embargo, los números limitados de materiales de la pared son compatibles con esta tecnología. Por lo tanto, hay una necesidad de nuevos materiales de la pared para ser desarrollados que pueden ser utilizados en condiciones de temperatura y de flujo de la alta evaporación que prevalecen en el entorno de secado por pulverización. Por otra parte, la cantidad de aceite que puede ser encapsulado con los métodos convencionales es baja si se compara con la cantidad de ácidos grasos omega-3 necesario para cumplir los aportes dietéticos diarios recomendados para los seres humanos. Por lo tanto hay una necesidad de explorar diferentes materiales de la pared que se pueden microencapsular mayores cantidades de aceites omega-3 y pueden mejorar la eficacia protectora y la posterior biodisponibilidad de los ácidos grasos omega-3. Esto es particularmente cierto para la coacervación compleja, donde se forman las partículas durante el proceso de coacervación en lugar de en la secadora. Las proteínas distintas de gelatina se han demostrado para formar coacervados pobres en comparación con la gelatina, en particular con respecto a la formación de la cáscara exterior en coacervados múltiples núcleos aglomerados (Kauskik, Dowling, et al, 2014,3).

Los aceites de origen marino se caracterizan por su alto contenido de ácidos grasos omega-3 poliinsaturados de cadena larga (AGPICL), siendo los más

importantes el ácido eicosapentanoico (C20:5, EPA) y el ácido docosahexaenoico (C22:6, DHA). Existe una diferencia entre los ácidos grasos insaturados omega-3 de origen vegetal ALN. Los aceites vegetales de origen terrestre contienen ácidos grasos mayoritariamente monoinsaturados, pertenecientes a la familia omega-9, y poliinsaturados pertenecientes a la familia omega-6, y no contienen, o solo contienen pequeñas cantidades de ácidos grasos de la familia omega-3. Los aceites de origen marino se caracterizan por su alto contenido de ácidos grasos omega-3, aunque es necesario diferenciar entre los ácidos grasos omega-3 de origen vegetal terrestre, y los de origen marino, ya que los primeros solo tienen como principal componente omega-3 al ALN, en cambio los de origen marino se caracterizan por su alto contenido de los llamados ácidos poliinsaturados grasos omega-3 de cadena larga (AGPICL), siendo los más importantes el ácido eicosapentaenoico (C20:5, EPA) y el ácido docosahexaenoico (C22:6, DHA) (Valenzuela Sanhuesa, 2009, 247).

El consumo de los ácidos grasos insaturados omega-3 de origen animal es muy difícil debido a los problemas organolépticos (sabor y olor a “pescado”), y a la alta inestabilidad de estos AGI. Debido a la inestabilidad que presentan por la temperatura, luz, presencia de metales causando procesos de oxidación irreversibles (rancidez oxidativa). Razón por la cual es necesario procedimientos de refinación, desodorización, fraccionamiento, estabilización con antioxidantes para transformarlos en productos comestibles, encapsulación, microencapsulación e hidrólisis selectiva. Estos procedimientos tecnológicos son de amplia aplicación en la incorporación de los Ácidos grasos insaturados DHA/EPA de origen marino en matrices alimentarias sólidas

y líquidas con la integración de ingredientes funcionales (Valenzuela, Sanhueza, 2009, 251).

El aumento del consumo de aceites omega-3 se puede lograr mediante la fortificación de alimentos básicos como el pan, la leche y el yogur. Sin embargo, la incorporación de ácidos grasos omega-3 en los alimentos está restringido por su inestabilidad oxidativa y la formación de productos oxidados que llevan malos sabores, la tecnología de microencapsulación puede prevenir la oxidación parcial y extiende la vida útil de los ácidos grasos omega-3, que ofrece soluciones prácticas para la estabilización y mejoran la prestación de los ácidos grasos omega-3 en los productos alimenticios. La microencapsulación es el proceso de atrapar cualquier ingrediente activo dentro de otra sustancia de recubrimiento. Materiales encapsulados se conocen en general como material de núcleo, el ingrediente activo, de relleno, fase interna o de carga útil. El material continuo y protectora externa alrededor del núcleo se llama la cápsula, encapsulante, material de la pared, la membrana, portador, cáscara, o matriz de encapsulación. Los materiales de la pared de las microcápsulas protegen la sustancia del núcleo contra los efectos ambientales (oxígeno, luz, humedad, etc.), lo que mejora su estabilidad, las condiciones y la aceptabilidad general manipulación. También se extiende la vida útil de los productos, mejora la funcionalidad de los aditivos y amplía la gama de aplicaciones de nutricionalmente importantes ingredientes alimentarios que incluyen AG Omega-3 (Kauskik, P., K. Dowling, et al, 2014,10).

Métodos utilizados para la microencapsulación de aceites Omega-3

Fernández, 2002 (como se citó en Lopera, 2010, 23) piensa que el uso de la microencapsulación está siendo aplicada para diversas áreas del sector alimentario, farmacéutico y biotecnológico, como son la liberación controlada de sabores, colores y aromas. También para el uso de enzimas, microorganismos, células y tejidos biológicos.

Las ventajas de la microencapsulación y las razones para encapsular son:

- Encapsulamiento de medicamentos para liberación prolongada.
- Protección de principios activos inestables a algún factor ambiental.
- Enmascarar olores y/o sabores.
- Aislar principios activos para evitar interacciones indeseables dentro de la formulación.
- Facilitar la manipulación de algunos materiales líquidos.

Pedroza, 2002 (como se citó en Lopera, 2010, 24) permite identificar la estructura morfológica de las microcápsulas, en la cual se contempla la geometría, organización interna y tamaño, condicionada por la tecnología aplicada y los materiales utilizados. Kruif de G y Cot, 2001 (como citó en Lopera, 2010, 24) se pueden distinguir tres tipos de microcápsulas:

- Mononucleares, un centro cubierto por una pared.
- Agregados, varios centros embebidos en una matriz.
- Polinucleares, varios núcleos cubiertos por una pared.

Permitiendo que la liberación del principio activo encapsulado para que cumpla su efecto fina, se puede presentar por difusión, por destrucción, por la acción de enzimas, efecto de iones o cambios de pH.

Fernández, 2002 (como se citó en Lopera, 2010, 24) existen varios métodos para obtención de microcápsulas y su selección considera factores como el tamaño, medio de la partícula, propiedades fisicoquímicas del material de la pared, principio activo a encapsular, mecanismo de liberación y costo. En general los métodos de microencapsulación se categorizan en tres grupos:

- Métodos químicos: polimerización interfacial, inclusión molecular y gelificación iónica.
- Métodos fisicoquímicos: coacervación, atrapamiento en liposomas.
- Métodos físicos: secado por aspersión, extrusión y recubrimiento.

Pulverización de emulsiones secas

El secado por aspersión de emulsiones es una de las tecnologías de microencapsulación y secado más comúnmente utilizados en las industrias alimentaria y farmacéutica debido a que el proceso es flexible, económico, eficiente y fácil de escalar, utiliza equipos fácilmente disponibles y produce polvo de calidad. Se ha utilizado ampliamente en la encapsulación de las grasas, aceites, sabores e ingredientes solubles en aceite. El proceso general de secado por pulverización implica la dispersión de un material en una solución, formando una emulsión o dispersión. El

bombeo de la solución, la atomización de la mezcla y la deshidratación de las gotitas atomizadas producen microcápsulas. Dependiendo de la concentración de sólidos de la solución de partida, las condiciones de funcionamiento y el tamaño de las microcápsulas producidas por este método se encuentran dentro de un rango de 10 a 50 micras en el extremo fino, de 2 a 3 mm en el extremo grande.

El secado por atomización es la tecnología más utilizada para la microencapsulación de los ácidos grasos omega-3, algunos estudios también han señalado los inconvenientes de esta tecnología. El uso de aire como medio de secado a muy alta temperatura produce partículas con una estructura porosa. Por lo tanto, las partículas de polvo secadas por pulverización pueden sufrir fácilmente la oxidación, lo que disminuye su vida útil. El producto obtenido por la pulverización de aceite de pescado son los más propensos a la oxidación en comparación con el aceite de pescado durante el almacenamiento. La industria tiene un fuerte interés en la fabricación de productos a base de aceite de pescado que sean estables, por medio del método de secado por aspersión. La investigación actual tiene como reto superar la sensibilidad al oxígeno de estos productos. El uso de materiales de pared reticulada como por ejemplo, hidratos de carbono y proteínas a través de la reacción de Maillard, se han sugerido como una posible solución. También se ha informado que la aplicación de métodos de coacervación mediante la incorporación de maltodextrina en una emulsión de aceite de pescado con hidroxipropil metil celulosa (HPMC) mejorando la estabilidad a la oxidación de aceite de pescado. Por lo tanto, productos formados por

coacervación pueden ayudar a la protección de los aceites omega-3 frente a la oxidación posterior de secado por aspersion (Kaushik, Dowling, et al. 2014,5).

Extrusión

La extrusión es otra tecnología potencial para la microencapsulación de aceites omega-3. Esta tecnología puede ser utilizada para producir productos encapsulados de alta densidad. Se trata la mezcla de portadores fundidas con aceites omega-3, lo que permite que la emulsión pase a través de una matriz o boquilla a alta presión. El enfoque fundamental de esta tecnología ha sido patentada por (Saleeb y Arora,1999), según estos autores, la extrusión se prefiere sobre el secado por pulverización debido a que los productos extruidos son menos porosos; sin embargo, también se ha observado que el costo de extrusión es casi el doble del secado por pulverización y el uso de extrusores de husillo a alta presión genera altas fuerzas de cizallamiento que son perjudiciales para la estabilidad del material de núcleo sensible como el aceite de omega-3.

Co-extrusión o extrusión centrífuga

Es un tipo de tecnología de extrusión que se utiliza muy comúnmente en los procesos de microencapsulación. En esta tecnología, se utilizan boquillas que consisten en orificios concéntricos. La solución de polímero acuoso calentado fluye a

través del tubo exterior y el aceite a encapsular fluye a través del tubo interior y, finalmente, tanto los fluidos se descargan en un flujo de movimiento del fluido portador. El rango de tamaño de partícula de las microcápsulas obtenidas por co-extrusión es 500 a 1.000 micras. El tamaño de partícula es demasiado alta para su inclusión útil en muchos alimentos, ya que las partículas por encima de aproximadamente 100 micras impacta sensación en la boca (Kaushik, P., K. Dowling, et al, 2014, 6).

Coacervación compleja

La coacervación se define generalmente como la separación de dos fases líquidas en una solución coloidal. Fuera de las dos fases uno es rica en polímero y se llama fase de coacervado y otro desprovisto de ella se llama solución de equilibrio. En caso de coacervación simple sólo hay un polímero mientras que la coacervación compleja implica la interacción de dos coloides de carga opuesta. En microencapsulación de aceites omega-3 por simple coacervación el componente de aceite es generalmente dispersa en solución de gelatina y luego un ajuste del pH provoca que la gelatina para coacervado y formar un revestimiento sobre las gotitas de aceite. La etapa de enfriamiento posterior endurece el recubrimiento y encapsula el aceite (Kaushik, Dowling, et al, 2014, 6).

La coacervación compleja utiliza dos polímeros de carga opuesta y es una de las tecnologías más prometedoras para la estabilización de los aceites omega-3 mediante microencapsulación al tiempo que ofrece mayor carga (40-60%). Los dos hidrocoloides

típicos utilizados en el complejo de coacervación de aceites omega-3 son gelatina o proteínas de suero y la goma arábiga de carga opuesta, polifosfato de sodio o carboximetil celulosa. La formación de un recubrimiento externo de estos restos con carga opuesta es inducida mediante el ajuste del pH. Solidificación de la capa formada se lleva a cabo ya sea mediante la desnaturalización de la proteína térmicamente o por entrecruzamiento de las cadenas de proteínas por glutaraldehído o transglutaminasa (Kaushik, Dowling, et al, 2014,7)

La principal ventaja de coacervación compleja es la producción de microcápsulas con tamaño de partícula más pequeño que varía de aproximadamente 1 a 1000 micras. Por otra parte, en comparación con otros procesos de microencapsulación coacervación compleja da inusualmente mayor carga útil de hasta 90% para un solo núcleo y 60% para multinúcleo. Este proceso también evita la migración del aceite a la superficie de la partícula, en particular en el proceso de múltiples núcleos. Una baja concentración de aceite en la superficie es propicia para mantener las propiedades sensoriales de los gránulos coacervados complejos durante el almacenamiento de productos alimenticios enriquecidos con ácidos grasos. Se busca mayor vida útil para hacer frente a la necesidad de aumentar la ingesta dietética diaria de ácidos grasos omega-3 y bajar los costos al disminuir la cantidad de componentes de material de la cubierta necesaria para un gramo de ácidos grasos omega-3 (Kaushik, Dowling, et al, 2014, 7)

La tecnología de coacervación complejo también viene con algunas desventajas. La tecnología actual funciona como un proceso por lotes que requiere mucho tiempo y puede compensar los ahorros asociados con el uso de menos material de la cáscara. Además, este proceso requiere un paso adicional para permitir la reticulación de proteínas. Por otra parte, los coacervados formados con esta técnica son estables en un rango muy estrecho de pH y la fuerza iónica y así alcanzar el punto final correcto antes de la reticulación requiere un control cuidadoso, incluso a niveles de producción. Los procesos actuales utilizan principalmente gelatina como el polímero cargado positivamente, pero la gelatina de origen animal no es aceptable para la población vegetariana. La gelatina de pescado también se está utilizando en lugar de la gelatina de origen animal. Sin embargo, la materia prima para la producción de gelatina de pescado es limitado, sobre todo si se requiere gelatina alta floración. Además, el costo de la gelatina de pescado es 4-5 veces mayor que la gelatina de cerdo. Las desventajas anteriormente mencionadas asociadas con la carne de cerdo y gelatinas de pescado sugieren que existe una necesidad a la fuente de una variedad de agentes que son de origen vegetal y puede dar una alta carga útil, resistencia estructural y la estabilidad oxidativa de coacervación (Kaushik, Dowling, et al, 2014, 7)

En un estudio realizado en condiciones de consumo interno de aceite de pescado, se observaron pequeños cambios en los índices de peróxidos del aceite de pescado sin antioxidantes durante los primeros 30 días y para un consumo seguro de aceite de pescado sin antioxidantes, se sugiere un máximo de 36 días de conservación. Para una mejora adicional en la estabilidad de la oxidación de los ácidos grasos como

DHA, se puede considerar el uso sinérgico tal como lecitina, ácido cítrico y ácido ascórbico con tocoferol, en lugar de aumentar la concentración de tocoferol (Su Pak, 2005,19).

Normatividad para el diseño de una matriz alimentaria en Colombia

Acorde a la normatividad regulatoria de alimentos y bebidas del Ministerio de Salud y Protección Social con referencia a la elaboración, control de calidad, producción, distribución y consumo de grasas, aceites y derivados en Colombia se presenta en la Tabla 2 la normatividad que aplicaría:

Tabla 2. Normatividad regulatoria de alimentos y bebidas

Normatividad Nacional			
Normatividad	Entidad que la emite	Especificaciones	Artículos relacionados
Resolución 126 de 1964	Ministerio de Salud	Por lo cual se dictan normas sobre la elaboración y control de grasas y aceites comestibles para consumo humano.	Artículos 1, 2, 3 y 35
Resolución 1287 de 1976	Ministerio de Salud	Por lo cual se dictan normas sobre grasas y aceites comestibles.	Artículos 1, 2, 3 y 4
Resolución 11488 de 1984	Ministerio de Salud	Por lo cual se dictan normas en lo referente al procesamiento, composición, requisitos y comercialización de los alimentos infantiles, de los alimentos o bebidas enriquecidos y de los alimentos o bebidas de uso dietético.	Artículos 2, 6, 8, 10, 11, 12, 46, 47, 48, 49, 55, 57 y 58
Resolución 17855 de 1984	Ministerio de Salud	Por lo cual se establece la Recomendación diaria de consumo de calorías y nutrientes.	Artículos 1 y 2
Resolución 2310 de 1986	Ministerio de Salud	Regula lo concerniente a procesamiento, composición, requisitos, transporte y comercialización de los derivados	Artículos 1, 20, 74, 76, 77 y 78

		lácteos.	
Resolución 4125 de 1991	Ministerio de Salud	Regula lo referente a los conservantes que se pueden utilizar en alimentos.	Artículos 1, 2, 3, 4, 8, 10 y 20
Decreto 60 de 2002	Ministerio de Salud	Por el cual se promueve la aplicación del Sistema de Análisis de Peligros y Puntos de Control Crítico "Hazard Analysis and Critical Control Points" HACCP en las fábricas de alimentos y se reglamenta el proceso de certificación.	
Resolución 0002652 de 2004	Ministerio de la Protección Social (Deroga a la Norma NTC 512-1)	Por la cual se establece el reglamento técnico sobre los requisitos de rotulado o etiquetado que deben cumplir los alimentos envasados y materias primas de alimentos para consumo humano.	Artículos 1, 2, 3, 4 y 5
Decreto 3636 de 2005	Ministerio de la Protección Social	Por el cual se reglamenta la fabricación, comercialización, envase, rotulado o etiquetado, régimen de registro sanitario, de control de calidad, de vigilancia sanitaria y control sanitario de los productos de uso específico y se dictan otras disposiciones.	Artículos 1, 5, 11, 19, 20, 21 y 23
Resolución 05109 de 2005	Ministerio de la Protección Social	Por la cual se establece el reglamento técnico sobre los requisitos de rotulado o etiquetado que deben cumplir los alimentos envasados y materias primas de alimentos para consumo.	Artículos 1, 3, 4, 5 y 6
Resolución 00485 de 2005	Ministerio de la Protección Social	Por la cual se establece el reglamento técnico sobre los requisitos de rotulado o etiquetado que deben cumplir los alimentos envasados y materias primas de alimentos para consumo humano.	Artículos 1, 3, 4 y 5
Decreto 616 de 2006	Ministerio de la Protección Social	Decreto por el cual se expide el Reglamento Técnico sobre los requisitos que debe cumplir la leche para el consumo humano que se obtenga, procese, envase, transporte, comercializa, expendia, importe o exporte en el país.	
Resolución 0333 de 2011	Ministerio de la Protección Social	Por lo cual se establece el reglamento técnico sobre los requisitos de rotulado o etiquetado nutricional que deben	Artículos 1, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 13, 22, 26, 27, 28 y 29

		cumplir los alimentos envasados para el consumo humano.	
Resolución 684 de 2012	Ministerio de Salud y Protección Social	Por lo cual se define el protocolo para la aprobación de nuevas declaraciones de propiedades de la salud de los alimentos.	Artículos 1, 2 3 y anexos técnicos
Resolución 2674 de 2013	Ministerio de Salud y Protección Social	Por lo cual se reglamentan los principios básicos y prácticas generales de higiene en la manipulación, preparación, elaboración, envasado, almacenamiento, transporte y distribución de alimentos para consumo humano, con el objeto de garantizar que los productos se fabriquen en condiciones sanitarias adecuadas y se disminuyan los riesgos inherentes a la producción	
Resolución 719 de 2015	Ministerio de Salud y Protección Social	Por lo cual se establece la clasificación de alimentos para consumo humano de acuerdo con el riesgo en salud pública.	Artículos 1, 2,3,4 y 5
Normatividad Internacional			
Normatividad	Entidad que la emite	Especificaciones	Artículos relacionados
CODEX STAN 243-2003	Codex Alimentarius	Esta norma se aplica a las leches fermentadas, es decir, la leche fermentada incluyendo las leches fermentadas tratadas térmicamente, las leches fermentadas concentradas y los productos lácteos compuestos basados en estos productos, para consumo directo o procesamiento ulterior, de conformidad con las definiciones de la Sección 2 de esta Norma.	
ILSI EUROPE CONCISE MONOGRAPH SERIES	ILSI Europe International Life Sciences Institute	Functional Foods From Science to Health and Claims	

Desarrollo de productos alimentarios adicionando ingredientes funcionales

La popularidad internacional del yogur y las propiedades promotoras de la salud asociados con los probióticos, minerales (por ejemplo, calcio), las proteínas y vitaminas

de la leche establecen que el yogur es un excelente vehículo para el suministro de omega-3 a los consumidores. Una investigación realizada sobre la adición de ácidos grasos al yogur a partir de fuentes de aceite de pescado o algas (Cheen et al, 2015, 2), (Kolanowski y Laufenberg, 2006, 473), (Kolanowski y Weisbrodt, 2007, 715) y el aumento del número de nuevos productos lácteos enriquecidos con omega-3- en el mercado (EE.UU. e internacional) ejemplifican el interés de la industria y los consumidores. Desafíos que se presentan cuando el enriquecimiento de yogur con ácidos grasos omega-3 incluyen suficientes fortificaciones para ayudar a los consumidores a recibir los niveles recomendados necesarios para los beneficios potenciales para la salud, prevención de la degradación oxidativa de estos lípidos ácidos grasos ricos en omega-3, altamente susceptibles y disminuir los malos sabores y olores asociados con ácidos grasos omega-3 cuando son derivados de algas o aceite de pescado. Los derivados lácteos como el yogur que se encuentran comercialmente disponibles y han sido enriquecidos con omega-3 contienen bajas cantidades de estos ácidos grasos en un porcentaje entre 20 a 60 (Rognlien, 2010,20), lo que limita el riesgo de malos sabores y olores, pero que requieren el consumo de 4 o más porciones para lograr la ingesta diaria dirigida (250mg).

La producción de yogur con microencapsulado de ácidos grasos omega-3 marinos puede ser una alternativa para el aumento del mercado de los consumidores conscientes de la salud y puede contribuir a un aumento en el consumo de omega-3 en la población. En un estudio reciente (Blasblag et al, 2011, 950) cuantificó cambios en el consumo aparente de omega-3 y omega-6 ácidos grasos en los Estados Unidos

durante el siglo XX. Los autores concluyeron que el aumento en el consumo de ácido linoleico del aceite de soja tiene disminución de las concentraciones de tejidos humanos de ácido eicosapentaenoico (EPA; 20:5n-3) y el ácido docosahexaenoico (DHA; 22:6n-3). Se sabe que la Ingesta recomendada de ácidos grasos omega-3 no son uniformes Whelan y Rust (2006, 78). En 2004, la Sociedad Internacional del estudio de ácidos grasos y lípidos del International Society for the Study of Fatty Acids and Lipids (ISSFAL) recomienda una ingesta de EPA y DHA de al menos 500mg/d. Cunnane et al, 2004 (como citó en Etherton, Grieger, Etherton, 2009, 103).

El ácido docosahexaenoico (DHA) es un ácido graso poliinsaturado de la serie omega-3, al que se atribuyen múltiples funciones que están todavía en estudio. En prematuros y neonatos se ha puesto de manifiesto su influencia sobre el desarrollo visual y neurológico; sin embargo, están en estudio los efectos sobre determinadas enfermedades crónicas neurológicas, inflamatorias o metabólicas. Los requerimientos de DHA no están determinados, aunque los aportes deben basarse en imitar la composición de la lactancia materna y, en niños mayores y mujeres gestantes y/o lactantes, asegurar la ingesta de pescado azul al menos 2 veces por semana. Es fundamental reconocer la necesidad de suplementos de este ácido graso en algunas enfermedades con dietas restringidas o alteraciones metabólicas que ocasionen un déficit, pero también conocer las evidencias científicas sobre los efectos que produce en diferentes situaciones. Esta revisión actualiza la información existente, con el fin de proponer un aporte adecuado de DHA en diversas edades y patologías (Etherton, Grieger, Etherton, 2009, 103).

Los ácidos grasos omega-3 parecen tener beneficios sobre el sistema cognitivo y visual, y también tienen propiedades antiinflamatorias y sobre el sistema inmune con una función en la prevención de alergias y control de enfermedades autoinmunes. Aun no existen suficientes evidencias científicas sobre los beneficios de la suplementación con DHA en enfermedades como el autismo, el TDAH o enfermedades cardiovasculares o inflamatorias crónicas.

El DHA debe ser considerado esencial en determinadas situaciones como en el prematuro, y en enfermedades crónicas como la fibrosis quística, aminoacidopatías, y otras metabolopatías. En estos casos se debe asegurar su ingesta mediante suplementos y alimentos ricos en este ácido graso. En mujeres embarazadas y durante la lactancia materna, es importante asegurar la ingesta de pescado (al menos 2 veces por semana), hasta que los niños puedan incluir alimentos ricos en omega-3 en la alimentación complementaria (Gil, Campos, Dalmau, Serra y Comité de Nutrición de la Asociación Española de Pediatría, 2010,142 e6).

Matrices alimentarias con inclusión de DHA/EPA

Acorde al Departamento de Agricultura de los Estados Unidos “Una matriz alimentaria es la composición de nutrientes y no nutrientes y sus relaciones moleculares, enlaces químicos, entre otros”. USDA (2015). Las más utilizadas para el enriquecimiento o aporte de los ácidos grasos poliinsaturados ω_3 y ω_6 , son de variabilidades y composiciones químicas diferentes, permitiendo de esta manera que

estos AGPI como el ácido graso linolénico y micropartículas derivadas de origen vegetal y animal como fuente del ácido docosahexaenoico y ácido eicosapentanoico sean incorporadas a los alimentos, permitiendo su accesibilidad y biodisponibilidad al ser humano, y así determinarse que sean llamados alimentos funcionales ya que son aquellos alimentos, que se consumen como parte de una dieta normal y contienen componentes biológicamente activos, que ofrecen beneficios para la salud y reducen el riesgo de sufrir enfermedades EUFIC (2006). A continuación se describen diferentes estudios en los cuales se ha incorporado ácidos grasos poliinsaturados $\omega 3$ y $\omega 6$ en matrices alimentarias.

En el 2010 se desarrolló una galleta dulce con inclusión de omega-3, como alimento fortificado, en el cual se incluyeron distintas presentaciones de omega-3 (emulsión, polvo y aceite), en diferentes relaciones de omega-3 – omega-6 (1:05; 1:08; 1:10). Investigándose por tres etapas, en la primera se evaluó el comportamiento fisiológicamente activo (CFA) con las principales materias, como fue el comportamiento reológico de las masas y nivel de peróxidos; identificándose que la combinación de la grasa de palma y omega-3 no tenían incidencia en el nivel de peróxidos ($\approx 0,5$ meq/g), lo cual influyó en la poca rancidez del producto. El comportamiento reológico es menor con el omega-3 debido a la tenacidad/elasticidad (equilibrio de masas). Siendo necesario descartar en la etapa inicial la proporción $\omega 3:\omega 6$ 1:0,5; porque esta proporción alteraba los factores de equilibrio de masas. Definiéndose para las galletas el omega-3 en aceite y emulsión en las relaciones 1:0,8 y 1;10. En la segunda fase se variaron temperaturas de horneado a 150°C por 8 min, y 160°C por 7min. Evaluando

fracturabilidad, humedad, a_w y color de las galletas. Se determinó que la mejor combinación de ω_3 en emulsión fue la relación 1:10 con la temperatura 160°C por 7 min ya que presento baja humedad, buena fracturabilidad 2144gf, a_w 0,45 y baja variación del color, la cual se almaceno en condiciones extremas ($40 \pm 2^\circ\text{C}$ y $75 \pm 5\%$ HR) por un período de 60 días y presento buena aceptación por parte de un panel sensorial semi-entrenado y una disminución de la concentración de los ácidos grasos ω -3 como ácido docosahexaenoico más ácido docosahexaenoico de aproximadamente 6%. Torres, Cortés, Cabrera (2012; 24-33). En esta galleta se estudió la estabilidad acelerada, determinándose concentración de DHA (ácido docosahexaenoico) y EPA (ácido eicosapentanoico) a los 30 y 60 días, con evaluación sensorial (características sensoriales en olor/aroma característico, olor/aroma objetable, dureza, crocancia, sabor avena, sabor dulce y sabor objetable) en el mismo trascurso de tiempo; determinación de humedad cada semana. Determinándose que se presentó una pérdida aproximada del 6% lo cual sugiere que el omega-3 no es termolábil a las temperaturas del estudio. Las temperaturas de almacenamiento ($40^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ y $75^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$). Igualmente la humedad fue aumentando a lo largo del estudio sin afectar la calidad sensorial del mismo (Torres, Cortés, Cabrera, 2012, 24).

En un estudio realizado en el año 2010 se evaluó el contenido de omega-3 y omega-6 en alimentos enriquecidos, analizados en los laboratorios de Alimentos de la Facultad de Ciencias de la escuela superior Politécnica de Chimborazo, en el cual seleccionaron aleatoriamente como muestras huevos, barra energética, pan, galletas y atún, realizándose los siguientes determinaciones: el contenido de grasa (método

Bligh-Dyer) extracción de lípidos de productos alimenticios en frío); extracción de esteres etílicos (AOAC 1996 adaptado Laboratorio de Nutrición y Calidad INIAP); análisis de cromatografía de gases (Método Laboratorio de Nutrición y calidad INIAP). Se identificó que estos alimentos se encontraban enriquecidos con ácido α -linoleico y ácido docosahexaenoico (DHA) en los siguientes porcentajes huevo (2,86 y 1,50); barra energética (1,23 y Ausente); pan (0,23 y Ausente); galleta (5,94 y Ausente); atún (0,59 y 0,07), presentándose ALA en mayor proporción en comparación del DHA. Mientras que la proporción de ω 6 fue la siguiente huevo (13,5 y 0,13); barra energética (22,6 y Ausente); pan (26,57 y Ausente); galleta (11,47 y Ausente); atún (21 y 0,39). Igualmente siendo de mayor proporción los ω 6 de origen a partir de los ALA. La relación de ω 6/ ω 3 en los alimentos esta huevo (3:1), barra energética (18:1); pan (115:1); galletas (2:1); atún (0,03:1). En todos los casos de los alimentos enriquecidos solamente el huevo cumpliría con los requerimientos solicitados por la FAO/OMS la cual es una relación de ω 6/ ω 3 5:1. Consideramos que es necesario realizar más estudios comparativos con alimentos enriquecidos ya que existen factores fisicoquímicos, control de calidad y empaques que afectan la termolabilidad y estabilidad de los AGPI, ω 3 y ω 6 (Moreno, 2013,87^a95).

En el año 2011 se realizó un estudio el cual fue desarrollar un pan funcional enriquecido con omega-3. En el cual se utilizó almidón de maíz con alto contenido en amilosa como vehículo para la formación compleja en micro partículas con el aceite de lino por medio de secado por aspersion para la obtención del omega-3. Se utilizó esta amilosa y amilopectina por su alta capacidad para unir lípidos. Los reactivos necesarios

para el análisis de extracción fueron obtenidos por Merck. Inicialmente se realizó extracción del aceite de lino mediante el método de secado por aspersión. Caracterizando en contenido lípido por el método de Mojonnier. Refracción de rayos X, y tamaño de dispersión de la partícula por el método Coulter counter. Luego se preparó el pan acorde al método AACC 10-10B. Las proporciones de las materias primas y secundarias fueron harina de trigo (100g), azúcar (6g), sal(1,5g), grasa (3g), ácido ascórbico (50mg/kg), levadura (5,3mL). Los ingredientes se mezclaron y consecutivamente se incorporó las nanopartículas de omega-3 en proporciones así: control 0%, 1%, 2,5%, 5%, y 10%(v/v). Fermentación 52min, amasado, segunda fermentación 25 min, amasado, moldeado y crecimiento por 42 min. Posterior horneado a 220°C por 24 min. Se realizaron panes de aproximadamente 150 gramos. Adicional se realizó frituras de pan con diferentes cantidades de aceite libre de linaza y aceite encapsulado de linaza, preparando tamaño de 6 cm de diámetro y 3 gr de peso a 180°C por 10, 20 y 30 min. En el pan se identificó como parámetros de calidad volumen, color, textura, porosidad. Compuestos formados como acrilamida por el método de Elsewhere, HMF (método descrito por Gokmen y Senyuva), oxidación de lípidos. Como resultados se concluye que se obtuvo un $11,6 \pm 0,6$ g aceite encapsulado por cada 100 gr de semilla de lino con una forma de partícula en V y B, es decir polimorfos. Adicional en los parámetros de calidad al aumentar el número de partículas aumento el peso del pan y la densidad, cambiando la relación de pH, disminución del gluten por el ensanchamiento de las partículas de la amilosa utilizada como medio de encapsulamiento del aceite de linaza. Estas partículas tuvieron mayor efecto de forma

lineal a mayor cantidad tuvieron efectos significativos en la textura, masticabilidad y porosidad, mientras la elasticidad se mantuvo estable. A concentraciones mayores de 5% en incorporación de aceite de lino encapsulado hace más difícil el secado durante el horneado del pan afectando la porosidad. El pardeamiento de los panes como indicador de la reacción de Maillard los panes con proporción de 5% y 10% presentaban un color ligero de corteza en sus partículas, mientras que en los casos 1%, 2,5% y 5% el color de la corteza y sus partículas eran muy similares. En el caso del comparativo del uso de aceite de linaza libre o el encapsulado la oxidación lipídica se presenta más lentamente cuando está encapsulado. Con la formación de acrilamidas es necesario que se exponga el pan a una cocción mayor a 100°C con este estudio se puede reducir el riesgo de desarrollo del compuesto ya que existió una baja presencia alrededor de 20ng/g. Sin embargo en las crispetas de pan con aceite de lino libre se vio incrementado acrilamida esto debido a la reacción de los carbonos libres junto a la asparagina se conviertan en acrilamida, caso que no se da en el aceite de lino encapsulado ya que los carboxilos ya no están reactivos. En la formación de hidroximetilfuranos el contenido fue menor en concentraciones de 5% y 10% con aceite de linaza libre, sin embargo fue relativamente superior y proporcional en el caso de aceite de linaza encapsulado esto talvez debido al contenido alto de amilasa. En la estabilidad de las partículas en la corteza y miga se analizaron por separado encontrándose un mayor daño en la corteza y se mantuvo en la miga, esto debido a la exposición a altas temperaturas de la cocción en la corteza > 200°C y en el interior

aproximadamente a 100°C (Gokmen, Mogol, Barone, Fogliano, Shimoni, Kaplun, 2011, 580^a 591).

En el año 2011 se desarrolló un yogurt de fresa que contenía el aceite de salmón microencapsulado (MSO) al 2% p/v y se evaluaron características durante 1 mes de almacenamiento. Se purificó el aceite de salmón y sin purificar el (USO), ambos USO y PSO se analizaron para determinar el índice de peróxidos (PV), valor de anisidina (AV), oxidación total, ácidos grasos libres (AGL), y el contenido de humedad. Una emulsión estable se preparó con 7% de aceite purificado, 22% de goma arábica, 11% de maltodextrina, y 60% de agua. Las emulsiones se secaron por secado de aspersión para producir micropartículas. Estas (MSO) se añadieron al yogur con sabor a fresa (SYSOM) antes de la pasteurización y homogeneización, y se procesó un control sin micropartículas de aceite de pescado (SY). Ambos yogures se almacenaron durante 1 mes a 4 ° C y se determinaron las características de calidad, incluyendo la acidez (pH), la sinéresis, ácido tiobarbitúrico (TBA), composición de éster metílico de ácido graso, color, y bacterias ácido lácticas (LAB) de conteo. El experimento se realizó por triplicado. El ácido eicosapentaenoico y docosahexaenoico fueron los ácidos grasos poliinsaturados predominantes en MSO y en SYMSO, pero tampoco se detectó en SY. La fortificación de Yogurt de fresa con MSO no tuvo efecto significativo sobre el pH del yogur o sinéresis (Rojas, Chacón, Pineda, Lourdes, 2007, 7). Se observó una disminución en la concentración de bacterias ácidos lácticos durante el almacenamiento de todos los yogures. Los valores de ácido tiobarbitúrico aumentaron significativamente a medida que aumento el tiempo de almacenamiento. El yogur de

fresa sin micropartículas tenía un color mucho más ligero (L^* superior) y un color menos amarillo (b^* inferior) que el yogur con micropartículas. Aunque se observaron algunas ligeras diferencias en el color y la oxidación del yogur con micropartículas en comparación con el control, el estudio demostró que el control podría estar enriquecido con aceite de salmón (Estrada, Boeneke, Bechel, Sathivel, 2011, 5764).

En el año 2013 se realizó la caracterización de barra enriquecidas con fibra y Omega-3, inicialmente se enriquecieron las barras con semillas de linaza por ser una buena fuente de proteína y ácido α -linoleico. Se hizo extracción de harina por medio de estufa con circulación de aire a 150°C por 15 min, luego fueron procesadas y almacenadas a 4°C por 7 días. Se realizaron barras con proporciones de 0%(F1), 5%(F2), 10%(F3), 20%(F4) de harina de linaza. La grasa fue disminuida teniendo en cuenta el contenido de lípidos proveniente de la harina, se realizaron muestras de 25 gr. Se realizaron análisis proximales de humedad, proteínas, lípidos, fibra soluble e insoluble acorde a métodos de la AOAC. Dentro del análisis sensorial participaron 70 mujeres y 21 hombres consumidores de un supermercado regional, en donde se suministró muestras de 6g, marcadas con códigos de tres dígitos. El análisis estadístico utilizando diseño de bloques al azar y por escalada hedonista de 9 puntos. En los resultados de análisis proximal se obtuvo que las barras de cereal con harina de linaza obtuvieran niveles más altos en humedad y cenizas con respecto al control. La concentración de proteína no se afectó significativamente. También presentaron menor concentración de carbohidratos y mayor concentración de lípidos del omega-3 α -linoleico del 85% y reducción del omega-6 ácido graso linoleico del 25%. Las barras

fueron calificadas en valores de 6 y superiores en aceptabilidad del producto acorde a la escala hedonista. La barra con concentración del 20% presento las mejores características químicas y sensoriales, con un alto contenido en ω 3 y fibra dietaria (Gómez, Souza, Rocha y Duarte, 2013, 271).

En el año 2015 se realizaron los análisis de propiedades fisicoquímicas de un yogurt en cual fue enriquecido con omega-3 microencapsulado, esto por el incremento del consumo de derivados lácteos y a la vez la demanda de compuestos bioactivos. En este estudio se incorporó al yogurt aceite de bacalao, protegido de la luz y oxígeno, se determinó nivel de peróxidos por AOCS, 1997 método Cd 8-53. Consecutiva obtención de microencapsulado de las partículas por medio del proceso Sathivel y Kramer utilizando cantidades del 7% de aceite de bacalao, 22% de goma arábica, 11% maltodextrina y 60% de agua, y encapsulando la emulsión por medio de secado por aspersión. La valoración de calidad se realizó por el método Aa-4-38 (AOCS, 1997). La preparación de yogur siguió la metodología de Tamime y Robinson, con inclusión de las microcapsulas de en las concentraciones del 2,7% y 5,4%. Se realizó análisis del yogur asentado durante 22 días en almacenamiento por triplicado de °Bx, pH, acidez, sinéresis, humedad, densidad, color y propiedades de flujo como viscosidad, esfuerzo cortante, en los días 1,8, 15 y 22. Como resultado se obtuvo un índice de peróxidos de 4.65 y 3.95 meq de peróxidos/ 1000g de muestra, cumpliendo que aquellos aceites con un meq menor de 5 con aptos para el consumo humano. En la determinación de ácidos grasos en la microcápsulas analizando 2g se determinó que 1g de contenía 35mg de EPA y DHA. Las concentraciones de 5.4% y 2.7% contendrían alrededor 200 y 100 mg

AGI en una porción de 100gr. Es decir que el yogur no cumpliría con los requerimientos de 500mg/día dados por la International Society for the Study of Fatty Acids and Lipids (ISSFAL). En los parámetros de control de calidad se presentó una disminución del pH en el yogur con concentración del 5,8% del 4,62 a 4,46, esto causado por la acción bacteriana y reacciones bioquímicas desarrolladas durante el almacenamiento. La sinéresis aumento de 21,17 a 42,45% debido a la presencia de goma arábiga y maltodextrina ya que ayuda a la retención de agua. La densidad no tuvo cambios. El color disminuyo en el brillo para el día 22 por procesos bioquímicos. El diagrama de flujo fue cortante y la viscosidad aumento por la fricción de las partículas interna entre las proteínas presentes en el yogur. Este yogur permite el aporte del 20 al 40% del requerimiento diario de omega-3 (Reyes, Ramírez, Vélez, 2015, 7 a 9).

Igualmente para este mismo año se elaboró una salchicha de pollo con inclusión de omega-3 por una estudiante de la universidad politécnica de valencia. Por medio de este estudio se realizó el análisis de hidrocoloides en efecto del calentamiento y concentración en la capacidad de retención de agua (CRA) en geles del 1, 2, 3 y 5% (p/p) tras un calentamiento de 70°C esto por el método de utilizado por Bryant y Hamaker. El efecto de la CRA de la adición de la chía esta se incorporó en semilla o harina al 1% con mezcla de hidrocoloide al 5% y obtención de gel a 80°C. La estabilidad en el ciclo de congelación, descongelación y regeneración sobre la pérdida de agua se realizó por el método utilizado por Bello-Perez se utilizaron como hidrocoloides fibra de guisante, almidón de patata, harina de arroz pregelatinizado y harina/semilla de chía. Consecutivo se analizaron diferentes formulaciones con carne

de pollo y contenido de hidrocoloides de la siguiente manera: fibra de guisante y almidón de papa 50-50%, 70-30% y 80-20%, y la chía en semilla. Aplicando tratamiento térmico a 80°C durante 30 min y posterior enfriamiento hasta alcanzar los 35 a 40°C. Se evaluaron características proximales de humedad, capacidad de retención de agua y aceptabilidad sensorial, con un comparativo de las salchichas realizadas y las de venta comercial. Como resultados para la CRA en los hidrocoloides con harina de chía no se afectó la fibra de guisante, se presentó una disminución para el almidón de patata y en la harina de arroz pregelatinizado aumento la CRA. Para el comportamiento en la CRA después de la congelación y descongelación la fibra de arroz y almidón de patata fueron los que presentaron mayor pérdida de agua hasta del 9,4% independiente si tenían incluido harina de chía. En la determinación del parámetro de textura en parámetros como son dureza, adhesividad, cohesividad, gomosidad y masticabilidad. Para este caso las formulaciones con almidón de patata presentaron mayor adhesividad, con diferencia a las salchichas comerciales la que proporción con fibra de guisante, no se presentó cambio significativo en la cohesividad, en la gomosidad y cambio en la masticabilidad fue mayor en las que contenían fibra de guisante en comparación a las comerciales. En el análisis sensorial realizado por los catadores percibieron más dura, difícil de masticar y gomosa la salchicha con fibra de guisante. Desde el punto nutricional, las salchichas tenían un 60 al 62% menor aporte calórico, contenido proteico similar, contenido lipídico hasta del 89 al 91% y reducción de ácidos grasos saturados en un 95% con respecto a las comerciales (Reyes, 2015, 6).

Cuando se utilizan omega-3 derivados de aceite de pescado, son susceptibles a la oxidación. Razón por la cual el desarrollar alimentos enriquecidos con ω_3 y ω_6 de este tipo de fuente se recomiendan condiciones especiales de envasado y almacenamiento, las cuales garantizan la eliminación de contacto con el aire. Es recomendable almacenar estos productos cortos períodos de tiempo, preferiblemente envasadas en unidades de una porción eliminando todos los factores que favorecen la oxidación de los ácidos grasos poliinsaturados (Kolanowski, 2009, 338).

Se encuentran en este grupo los empaques activos, es decir que interactúan directamente con el producto y su entorno para mejorar su calidad o seguridad. En este tipo de envases, se añaden componentes que modifican la composición de gases que rodea al alimento durante el almacenamiento del mismo (por ejemplo, sustancias que absorben oxígeno y por lo tanto contribuyen a crear un medio anaeróbico evitando, entre otros, el enranciamiento de las grasas y el crecimiento de algunos microorganismos). Por otro lado se aprecian los envases inteligentes, aquellos que permiten controlar la seguridad y la calidad de los alimentos, monitorean las condiciones en las que se encuentran, registran y dan información sobre su calidad o el estado del envase. En este sentido, se han desarrollado códigos de barra para productos refrigerados, que alertan al consumidor cuando los productos se encuentran en malas condiciones. Estos códigos de barras incorporan una tinta que cuando el producto está en buenas condiciones para el consumo no es visible. Cuando existen indicios de contaminación, se hace visible tomando color rojo, y así, el código de barras no puede transmitir datos cuando se escanea. También existen etiquetas indicadoras

de tiempo y temperatura que se adhieren y proveen una lectura exacta ambiental del producto durante el proceso completo de despacho, así como dispositivos que eviten la formación de humedad, crecimiento de moho, etc. Otro tipo de envasado inteligente es el que se comunica con el consumidor mediante sistema de sondas y microchips, que informa al consumidor al abrir el producto envasado, por ejemplo, de la cantidad exacta que contiene el envase. También se encuentran los productos acompañados de empaques atractivos, cómodos, biodegradables, con nuevos materiales, ergonómicos, didácticos, resistentes, con etiquetas sugestivas, de varias dimensiones, etiquetas que interactúan con el contenido (Rodríguez, Rojo, y Cols, 2014, 153).

El envasado actual de alimentos, se adapta totalmente al producto, siendo “a medida”, según los requerimientos específicos del alimento que contenga. Así, el diseño (ser opaco, por ejemplo), la permeabilidad, la composición de gases, tipo de material empleado, etc. dependerán del producto.

Otra de las tendencias en este campo es el desarrollo de recubrimientos comestibles (a base de polisacáridos, proteínas, lípidos) para extender la vida útil de los alimentos, y ayudar a controlar las condiciones superficiales del mismo. Pueden actuar como barrera para la transferencia de humedad, gases y difusión de oxígeno (protegiendo por ejemplo, frente a la oxidación) entre el alimento y el ambiente que le rodea, y también pueden participar en la retención de aromas (Cóccaro, 2010,22).

Los diferentes tipos de yogures se presentan al consumidor debidamente envasados en recipientes cerrados. Los tipos de envases pueden ser rígidos, semirígidos o flexibles. Los materiales de envases pueden ser de vidrio, cartón

parafinado, porcelanas, material macromolecular o cualquier otro material autorizado para este fin por el Ministerio de Sanidad y Consumo.

Los más comunes son el vidrio, el plástico (polietileno, polipropileno, poliestireno, poliéster), el papel y el cartón (tipos kraft, glazine, pergamino vegetal o encerado). También destaca el tetrabrik, un envase de cartón para productos refrigerados, como leches fermentadas, tipo yogur o probióticos (Díaz, 2015, 42).

**Matriz alimentaria propuesta para población de corta edad (Derivado lácteo:
Características fisicoquímicas, organolépticas y sensoriales, materias primas,
conservantes, aditivos, empaque)**

Análisis fisicoquímico

El análisis de las propiedades fisicoquímicas de los alimentos es uno de los principales aspectos en el aseguramiento de la calidad, ya que gracias a estos análisis se determina el valor nutricional de los alimentos, en el control del cumplimiento de los parámetros exigidos por los entes regulatorios de la salud pública.

Con estos análisis fisicoquímicos se puede conocer las características básicas del producto como: el pH, la acidez, los sólidos totales, la viscosidad, la grasa, las proteínas, los carbohidratos, humedad, entre otros. Toda esta información puede servir como un indicador de calidad, para una estandarización en la producción, la utilidad y ficha técnica del producto (Navas y Arciniegas, 2008,31).

Análisis microbiológico

El análisis microbiológico de alimentos es de suma importancia en la industria de alimentos, ya que permite el control sanitario y es una herramienta clave para el control de ETAS (enfermedades transmitidas por alimentos) ocasionados por la contaminación y la inadecuada manipulación o procesamiento del mismo.

Con este análisis se realiza una inspección que permite valorar la carga microbiana el producto. Todo esto se evita si se cumple con unas buenas prácticas de manufactura BPM (Resolución 2674 de 2013).

Algunos análisis que se realizan en la industria láctea en leches fermentadas acorde a la NTC 85 son:

- NMP de coliformes (totales y fecales) acorde a NTC 4458 o IDF Estándar 73A.
- Actividad bacteriana. IDF Stándard 117 A – IDF Standard 117B.
- Recuento de placa de cultivo de colonias ISO 8583, ISO 7889.
- Recuento de mohos y levaduras. NTC 4132.
- Recuento de *lactobacillus*. ISO 9232

Análisis sensorial

El análisis sensorial es una ciencia que investiga las características sensoriales de los alimentos para verificar su calidad a través de los sentidos (vista, olfato, gusto, tacto y oído):

- permite conocer las reacciones que tiene un consumidor frente a un producto.
- monitorear los efectos que pueda presentar un producto por cambios en los procesos de elaboración (cambios de equipos, proveedores, materias primas, material de empaque).
- conocer la influencia y participación de la competencia en el mercado.
- determinar cuándo se tiene el mejor producto para el consumidor.
- apoyar las áreas de mercadeo, calidad e innovación y desarrollo

En el análisis sensorial se realizan pruebas y de la elección adecuada de las mismas depende asegurar la efectividad de la prueba. Se encuentran pruebas de discriminación o diferencia, descriptivo y afectivo (Carillo, Reyes, 2013,14).

Dentro de los métodos que se pueden utilizar para el análisis sensorial del yogur se encuentra el método de Kruskal-Wallis (prueba descriptiva); se encuentran las pruebas orientadas al consumidor dentro de las cuales están las pruebas de preferencias, pruebas de aceptabilidad y pruebas hedónicas (escala de puntos en la escala del 1 al 9 en aceptabilidad). Y estas orientadas al producto dentro de las que se encuentra prueba de triangulo de diferencia, prueba de ordenamiento para intensidad, prueba de puntaje para intensidad y esta la prueba descriptiva sensorial en los cuales se evalúan aspectos como apariencia, olor, sabor, textura y sabor residual. Se encuentran los métodos de Pangborn, Stone y Sidel, Power entre otros que evalúan el perfil del sabor, textura, y análisis descriptivo cuantitativo. Para el análisis de los datos sensoriales nominales se utilizan las pruebas binominales y de chi cuadrado (Prueba

de Kramer o de Friedman), aunque la prueba paramétrica más usada es la escala de intervalos o escalas racionales de análisis de varianza (Watts, Ylimati, 1992, 60).

Tiempo de vida útil

La vida útil de un alimento se puede definir como el periodo de tiempo durante el cual el producto inicial almacenado no sufre cambios o alteraciones por reacciones bioquímicas o microbianas, el tiempo de vida útil de un alimento se determina a través de las pruebas de estabilidad, estas pruebas tiene el objetivo de evaluar el comportamiento de los productos en desarrollo o tradicionales a los que se ha hecho algún cambio en la formulación o en el proceso, durante un tiempo determinado y a diferentes temperaturas de almacenamiento entre 4 °C – 7°C y exposición del producto a temperatura ambiente entre 24°C a 26°C.



Para la determinación de la vida útil se puede realizar estudios de estimación dentro de los que encuentran los probabilísticos como por el análisis de Weibull; y estudios de estabilidad y estudios de almacenamiento acelerado (ASLT) por modelo cinético (Núñez, 2015,21).

Figura 13. Etiqueta nutricional – Producto terminado

Información Nutricional			
Tamaño por porción 1 Vaso (200g)			
Porciones por envase 1			
Cantidad por porción			
Calorías 100		Calorías de grasa 50	
% Valor Diario *			
Grasa total 6 g	4%		
Ácidos grasos poliinsaturados 1,5 g			
Grasa saturada 1,5 g	8%		
Grasa Trans 0 g			
Colesterol 8mg	3%		
Sodio 70 mg	3%		
Carbohidrato Total 19 g	6%		
Fibra Dietaria 0 g 0%			
Azúcares 6 g			
Proteína 6 g	12%		
Vitamina A 0%	Vitamina C		6%
Calcio 20%	Hierro		8%
* Los porcentajes de valores diarios están basados en una dieta de 2000 calorías. Sus Valores Diarios pueden ser mayores o menores dependiendo de sus necesidades calóricas.			
	Calorías	2000	2500
Grasa Total	Menos de	65 g	80g
Grasa Sat	Menos de	20 g	25g
Colesterol	Menos de	300mg	300mg
Sodio	Menos de	2400 mg	2400 mg
Carb. Total		300 g	375g
Fibra Dietaria		25 g	30 g
Calorías por gramo:			
Grasa 9	Carbohidratos 4	Proteína 4	

Nota. Fuente: Autores

Tabla 3. Ficha técnica del producto

		FICHA TÉCNICA PRODUCTO TERMINADO	
Preparado por:	Aprobado por:	Fecha:	Versión:
NOMBRE DEL PRODUCTO	Yogur entero		
DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO	Producto obtenido a partir de la fermentación controlada, ácido láctico de la leche de vaca, por medio de 2 microorganismos, los cuales son: <i>Lactobacillus Bulgaricus</i> y <i>Streptococcus Thermophilus</i> .		
LUGAR DE ELABORACIÓN	Producto elaborado en la planta de lácteos La Vaquita, ubicada en la zona noroccidental de Boyacá. Dirección: Kilometro 3 vía Paipa - Boyacá Temperatura promedio 13°C y 2822 m.s.n.m Teléfono de contacto: (8) 678 1239 – 321 9087436		
INFORMACIÓN NUTRICIONAL			% VD
	Grasa Total 6 g		4 %
	Grasa Saturada 1,5 g		8 %
	Carbohidratos 19 g		6 %
	Proteína 6 g		12%
	Colesterol 8 mg		3 %
	Sodio 70 mg		3 %
	Minerales y Vitaminas	Calcio 20%, Hierro 8% Vitamina C 6%	
Calorías aportadas por porción	100		
PRESENTACIÓN Y EMPAQUES COMERCIALES	Envase plástico por 200 g		
CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS	Producto ligeramente ácido con pH entre 4,4 – 4,5, con textura media y olor característico. 		
REQUISITOS MÍNIMOS Y NORMATIVIDAD	Resolución 2310 del 24 de febrero de 1986		
	Norma Técnica Colombiana 805 “Leches Fermentadas”		
	Resolución 2674 del 22 de julio de 2013		
TIPO DE CONSERVACIÓN	Medio ambiente	No aplica	
	Refrigeración	Temperatura de 0°C – 4°C	
	Congelación	No aplica	
CONSIDERACIONES PARA EL	Mantener y conservar la cadena de frío de 0°C - 4°C. No		

ALMACENAMIENTO	almacenar con productos que impriman un fuerte aroma.	
FORMULACIÓN	Materia Prima/Insumos	Porcentaje
	Leche entera	81%
	Cultivo láctico (<i>Streptococcus thermophilus</i> - <i>Lactobacillus bulgaricus</i>)1:1	2%
	DHA/EPA	0,12%
	Conservante (Sorbato de potasio)	0,1%
	Estabilizante (Goma xanthan)	1,5%
	Fruta - Mermelada tomate de árbol (<i>Solanum betaceum</i>)	16%
DIAGRAMA DE FLUJO DE ELABORACIÓN DEL PRODUCTO		
<pre> graph TD A[Leche Semidescremada] --> B[Homogenización T: 40°C] B --> C[Pasteurización T: 83-85°C t: 30 min] C --> D[Enfriamiento T: 42-43°C t: 10min (Hasta alcanzar temperatura)] D --> E[Inoculación Cultivo (S.thermophilus y L.bulgaricus)] E --> F[Incubación T: 42-43°C t: 6h pH: 4.6-4.7] F --> G[Enfriamiento T: 4-5°C t: 14h] G --> H[Mermelada de Tomate de árbol Batido mecánico T: 15-20°C; t: 5min velocidad intermedia] H --> I[Empaque] I --> J[Almacenamiento T: 4-5°C t: 22 días] </pre>		
VIDA ÚTIL ESTIMADA	1 mes	
INSTRUCCIONES DE CONSUMO	Una vez abierto el empaque consumir lo más pronto posible, dejando en condiciones de refrigeración debidamente tapado.	

Derivado lácteo: El yogur

De acuerdo al Codex Alimentarius, el yogurt se define como el producto de leche coagulada obtenida por fermentación láctica mediante la acción de dos bacterias lácticas, *Lactobacillus Bulgaricus* y *Streptococcus Thermophilus* a partir de la leche pasteurizada y son responsables de la acidificación del medio. Es un alimento de alto valor nutritivo, que regularizan la flora intestinal, restablece las funciones hepáticas y es de fácil digestibilidad (Codex Alimentarius, 2011).

Fermentación láctica

Es el proceso efectuado por las bacterias *Streptococcus thermophilus* y el *Lactobacillus bulgaricus* que normalmente son inducida en forma de cultivos liofilizados de inoculación directa, proceso que origina a partir de los azúcares (lactosa) ácido láctico principalmente y pequeñas cantidades de productos secundarios como compuestos carbonílicos, ácidos grasos volátiles (acético, propiónico, butírico y caproico), aminoácidos (valina, leucina, isoleucina, tirosina), cetoácidos (acetona, butanona), furfural, furfuralcohol, acetaldehidos y alcoholes (bencil-alcohol, bencilaldehido), la fermentación, también es conocida como etapa de acidificación y se compone de la fase de siembra y de incubación.

Bacterias ácido lácticas

Es un grupo grande de bacterias con la característica común de producir ácido láctico como el principal producto final del metabolismo; se encuentran en la leche y en otros ambientes naturales. Las bacterias lácticas pueden ser homofermentativas: producen de un 70-90% de ácido láctico. Por ejemplo: *Lactobacillus bulgaricus*, *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus Acidophilus*.

- ***Streptococcus thermophilus***: Es una bacteria gram-positiva, no móvil, anaerobia facultativo, se desarrolla a 37-40°C de temperatura pero puede resistir 50°C e incluso 65°C por media hora. Posee gran relevancia en la industria láctea, *S. thermophilus* utiliza principalmente azúcares como sustrato para la generación de productos de fermentación, siendo el ácido láctico el principal producto, esta bacteria tiene menor poder de acidificación que el lactobacilus.
- ***Lactobacillus bulgaricus***: Es una bacteria láctea homofermentativa. Se desarrolla muy bien entre 42 y 45°C, produce disminución del pH, puede producir hasta un 2,7% de ácido láctico, es proteolítica, la cual por procesos bioquímicos con enzimas hidrolasas que hidrolizan las proteínas. Esta es la razón por la que se liberan aminoácidos como la valina, la cual tiene interés porque favorece el desarrollo del *Streptococcus thermophilus* (Navas, Arciniegas, 2008,24).

Aditivos alimentarios

Cualquier sustancia que en cuanto tal no se consume normalmente como alimento, ni tampoco se usa como ingrediente básico en alimentos, tenga o no valor nutritivo, y cuya adición intencionada al alimento con fines tecnológicos (incluidos los organolépticos) en sus fases de fabricación, elaboración, preparación, tratamiento, envasado, empaquetado, transporte o almacenamiento, resulte o pueda preverse razonablemente que resulte (directa o indirectamente) por sí o sus subproductos, en un componente del alimento o un elemento que afecte a sus características. Esta definición no incluye “contaminantes” o sustancias añadidas al alimento para mantener o mejorar las cualidades nutricionales (Codex Alimentarius, 1995)

Conservantes

La principal causa de deterioro de los alimentos es la actividad de los microorganismos (bacterias, levaduras y mohos). El problema de las alteraciones microbianas de los alimentos tiene implicaciones económicas, tanto para los fabricantes (deterioro de materias primas y productos elaborados, pérdida de la imagen de marca, etc.) como para distribuidores y consumidores (deterioro de productos después de su adquisición y antes de su consumo). A los métodos físicos, como el calentamiento, deshidratación, irradiación o congelación, pueden asociarse métodos químicos que causen la muerte de los microorganismos o que al menos eviten su

crecimiento y evitan el deterioro de los alimentos debido a la acción de los microorganismos y alteraciones químicas y bioquímicas (Ibáñez, Torre, Irigoyen, 2013, 2).

Tabla 4. Sustancias conservadoras para leches fermentadas

SUSTANCIAS CONSERVADORAS	NIVEL MAXIMO
Ácido sórbico	1000mg/kg como ácido benzoico
Sorbato de Sodio	
Sorbato de potasio	
Sorbato de calcio	
Ácido benzoico	300mg/kg como ácido benzoico
Benzoato de sodio	
Benzoato de potasio	
Benzoato calcio	
Nisina	500mg/kg

Nota. Fuente. Codex Alimentarius. (2011). Leche y productos lácteos

Estabilizantes

No suelen formar geles sólidos, sino soluciones más o menos viscosas. Se utilizan, por su gran capacidad de retención de agua, para favorecer el hinchamiento de diversos productos alimentarios, para estabilizar suspensiones de pulpa de frutas en bebidas o postres, para estabilizar la espuma de cerveza o la nata montada, etc. En general son indigeribles por el organismo humano, aunque una parte es degradada por los microorganismos presentes en el intestino. Asimilables metabólicamente a la fibra dietética, pueden producir efectos beneficiosos reduciendo los niveles de colesterol del organismo (Ibáñez, Torre, Irigoyen, 2013, 3).

Tabla 5. Estabilizantes para leches fermentadas

SUSTANCIAS ESTABILIZANTES Y ESPESANTES	NIVEL MAXIMO
Carbonato de calcio	BPF
Citrato trisodico	BPF
Ácido fosfórico	1000mg/kg, solo en combinación como fosforo
Hidrogeno fosfato disódico	
Alginato de sodio	BPF
Alginato de potasio	BPF
Goma guar	BPF
Goma xantan	BPF

Nota. Fuente. Codex Alimentarius. (2011). Leche y productos lácteo.

Mermelada

Es el producto preparado con fruta entera, pulpa, puré, zumo (jugo), extracto acuoso o cáscara de frutos cítricos, mezclados con azúcares y/o edulcorantes carbohidratos como la miel, con o sin agua y elaborado hasta adquirir una consistencia gelatinosa adecuada (Codex Alimentarius, 2004, 5)

De acuerdo a la normatividad colombiana, en la NTC- 285, se define como el producto de consistencia pastosa, semisólida o gelatinosa, obtenido por la cocción y concentración de una o de más frutas enteras, concentrados de frutas, pulpas de frutas, jugos de frutas o sus mezclas, al que se ha adicionado edulcorantes naturales, con la adición o no de agua y de aditivos permitidos por la legislación nacional vigente (ICONTEC, 2007, 3).

Materiales de embalaje para yogur

Una amplia gama de materiales de embalaje se utiliza para productos de yogur. El material más popular en gran medida en el uso actual de yogur es el HIPS (High Impact Polystyrene) termoformados en forma de pequeños o medianos vasos, ya sea con un laminado plástico, papel de aluminio o una tapa laminada de sello térmico de papel, plástico o cierre. Es normal añadir pigmentos tales como TiO_2 (Óxido de titanio) con el fin de mejorar la apariencia del paquete y para proporcionar una barrera a la luz. Esto también ayuda en la calefacción y suavizar la hoja de HIPS para el termoformado cuando se utiliza calentamiento radiante.

Las cajas de cartón rectangulares (con o sin una capa de papel de aluminio), los envases de vidrio, el polipropileno (PP), y el moldeado por soplado de polietileno de alta densidad (HDPE) son todos envases de uso común; el polietileno de tereftalato (PET), el cloruro de polivinilo (PVC), el copolímero de cloruro de polivinilideno (PVDC), y el polilactato (PLA) también se han utilizado o propuesto, y para algunos productos de especialidad en algunos mercados, se han utilizado recipientes de cerámica.

Para productos de yogur pasteurizados que pueden consumirse con cuchara, los materiales laminados son deseables si se necesita que tengan una vida útil larga, al igual que con algunos que tienen una vida útil de 4-6 meses a temperatura ambiente. Para estos productos, se requiere una tasa de transmisión de vapor de agua (WVTR) para detener la pérdida de agua del producto durante la vida útil. Una buena barrera de O_2 ayudará a proteger el producto de la oxidación, y una buena barrera de luz ayudará

a retrasar la decoloración de los colores sensibles a la luz y evitar la oxidación inducida por la luz.

Las bebidas de yogur son cada vez más populares. Para este tipo de productos, aunque permite su almacenamiento y conservación en diversos tipos de recipientes, en la actualidad los envases más populares son las botellas de polietileno de alta densidad sellados con papel de aluminio laminado o cierres de termosellado, ya sea de aluminio o con polietileno de baja densidad (LDPE) que se ajustará como tapones de rosca.

Sin embargo, existen otros tipos de materiales en los cuales se puede distribuir este tipo de productos:

- El plástico: polímeros obtenidos químicamente partiendo de diferentes sustancias vegetales, minerales o animales. Los plásticos debido a su material de origen, a su proceso y su comportamiento final, se dividen en una gran variedad que facilita o complica su uso de acuerdo a los requerimientos para el producto a envasar. Para el caso del yogur, el envase más utilizado es el PET (Polietileno adicionado con terftalato); presenta excelente resistencia a la tracción, buena transparencia, resiste muy bien las temperaturas bajas y tiene una muy buena barrera a los gases y el vapor de agua.
- Vidrio: material elaborado a partir de una fusión de sílice, fundentes como la sosa, estabilizantes como la cal, afinadores, colorantes y una parte de vidrio reciclado. El tipo de fabricación, el tiempo utilizado en el proceso, la tecnología requerida y la velocidad de producción, hace que este tipo de envase no sea posible al menos económicamente, al pensar en volúmenes pequeños (inferiores a 100.000 unidades por

modelo) de envases con características particulares como tamaño, capacidades, formas o pigmentos que impliquen moldes diferentes a los que tienen los productores de vidrio hueco para volúmenes seriados. Para el caso de nuestro producto, este tipo de material tendría como ventaja la impermeabilidad a gases y vapores de agua, la neutralidad organoléptica y la imagen de limpieza e higiene; sin embargo, debido a la que el producto va dirigido para un grupo poblacional en particular se presentan ciertas desventajas tales como el peso, moldes seriados, la limitación de diseños y la fragilidad a golpes, siendo esta última la mayor desventaja para un producto dirigido a niños menores de 5 años (Marca, 2013, 16).

Vida útil en diferentes paquetes

Al igual que con todos los productos alimenticios envasados, el envase en el que se proporciona un producto de yogur para el consumidor es de gran importancia. Se debe proporcionar un medio seguro, conveniente, atractivo, funcional y rentable para la protección del producto a lo largo de su distribución y comercialización, la presentación del mismo al consumidor, y para permitir su fácil consumo. Factores que influyen en el impacto medioambiental de los envases también deben tenerse en cuenta, y estos pueden llegar a ser aún más importante en el futuro. Por lo tanto, la selección de los materiales de envasado y del diseño del envase debe tener en consideración la protección física del producto, la protección de las propiedades sensoriales, la seguridad alimentaria, y las cuestiones estéticas, funcionales, ambientales y de costes.

En los últimos años, la adición de cultivos probióticos al yogur se ha vuelto cada vez más popular. Ha habido mucha investigación sobre las propiedades saludables de diversos cultivos probióticos, y ahora está claro que ciertos cultivos probióticos, consumidos regularmente y en suficientes cantidades, pueden ayudar a la salud y el bienestar. Los cultivos probióticos varían en su sensibilidad al O_2 , por lo menos en caldos de cultivo, y se ha demostrado que los números de algunas especies de *Bifidobacterium* y *Lactobacillus* se reducen significativamente durante la vida útil de los yogures probióticos. Aunque esto puede ser debido a un número de factores, incluyendo el pH ácido, se ha estimulado la investigación destinada a despejar el efecto de O_2 en la supervivencia de los probióticos durante la vida útil y en métodos para reducir el contenido de O_2 de yogur, incluidos los enfoques que implican embalaje (Parra, 2012,172).

Varios enfoques han sido considerados: el uso de materiales de embalaje, que son menos permeables al O_2 , el uso de materiales de O_2 de barrido de embalaje, la adición de un eliminador de O_2 al yogur, la encapsulación de cultivos probióticos sensibles para protegerlos de O_2 en el yogur, las variaciones en los métodos de producción para reducir los niveles de productos de O_2 , la adición de compuestos prebióticos, y la adición de suero de proteína concentrado. Sin embargo, hay que señalar que el enfoque más ampliamente usado en la práctica comercial es seleccionar cepas probióticas con propiedades tecnológicas robustas, lo que significa la capacidad para mantener una buena viabilidad a lo largo de la vida útil bajo condiciones normales de fabricación y almacenamiento (Mendoza, 2014,45).

La aplicación de una etiqueta retráctil puede proporcionar significativamente una mayor barrera a la transmisión de O_2 (y de transmisión de la luz también, si es opaco). Reducir el tamaño de las etiquetas plásticas de PS y PVC es de uso común para etiquetar y decorar pequeñas botellas de yogur probiótico. Estas botellas son a menudo cerrados con una tapa de papel de aluminio, y es posible que la combinación de retráctil y tapa de lámina proporciona una medida de permeación y por lo tanto de protección contra O_2 . El nivel de O_2 en el yogur depende de una serie de factores, incluidos los aspectos del método de producción, así como permeación a través del material de envasado (Rodríguez, 2013, 40).

En una revisión reciente sobre el tema de los sistemas de envasado y los productos lácteos probióticos se analizan algunos de los principios y los resultados diferentes que se encuentran en diversos estudios. Parece que hay importantes diferencias entre las cepas en la sensibilidad al O_2 de diversos cultivos probióticos; también, las diferencias en las formulaciones y los sistemas de procesamiento pueden influir en la supervivencia de los cultivos probióticos. Todos estos factores deben tenerse en cuenta a la hora de seleccionar los cultivos probióticos para el yogur, el diseño de las formulaciones, y la selección de materiales adecuados para el envasado del producto. Los resultados discutidos anteriormente para el efecto de los niveles de O_2 en cultivos probióticos también pueden ser útiles para la elección de materiales de embalaje para yogures que contienen ingredientes funcionales O_2 -sensibles, tales como los ácidos grasos omega-3 de cadena larga. Desde un punto de vista práctico, no puede haber ningún sustituto para ensayos cuidadosos con el producto real en el

material de acondicionamiento propuesto y el formato, lo que garantiza que los métodos de análisis son probados y capaz de dar resultados claros (MacBean, Roger, 2010, 152).

Un amplio estudio reciente de los efectos de algunos materiales de envasado en el sabor de yogures agitados con sabor a fresa con contenido de grasa de 0% y 4% durante su vida útil de almacenamiento mostraron diferencias interesantes entre los envases de vidrio como una referencia, PP, y 50/50 PS/HIPS. En común con un estudio anterior, se encontró que un yogur con 0% contenido de grasa se deteriora más rápido que uno con contenido de grasa de 4% independientemente del tipo de envasado. También se concluyó que la PS/HIPS parecía ser preferible en comparación con el PP para evitar la pérdida de notas frutales y para obstaculizar el desarrollo de defectos en el olor y aroma, en particular para yogures con 4% de grasa. Estudios anteriores sobre la influencia de la transmisión de la luz y la permeabilidad a los gases en la calidad de todo el yogur natural durante el almacenamiento han sido revisados y resumidos, mostrando que la mayor protección de la luz y O_2 combinado fue proporcionada por el vidrio coloreado, con la disminución del grado de protección que el material de embalaje era, ya sea más permeable al O_2 o más transparente a la luz. También concluyeron que los materiales de envasado de baja permeabilidad de O_2 se deben utilizar para yogures de larga duración o pasteurizado. Sin embargo, aunque los materiales de envasado pueden tener algún efecto sobre la vida útil de yogur, la higiene de la producción, las operaciones de llenado y la temperatura de almacenamiento tiene un gran impacto (MacBean, Roger, 2010, 153).

La luz puede inducir la oxidación de productos lácteos, incluyendo yogur. La riboflavina, presente de forma natural en el yogur, puede absorber la luz visual y reaccionar como un fotosensibilizador. El oxígeno también es necesario, y los resultados finales de esta oxidación inducida por la luz son la degradación de proteínas y de lípidos con el consiguiente mal sabor. Materiales de embalaje opacos o semi – opacos, se utilizan normalmente para el yogur. Sin embargo, para los envases de vidrio de plástico transparente y paquetes de HIPS de pared delgada, la luz puede penetrar en el producto (Moreno (2012, 39)).

Hay productos de yogur disponibles que comprenden dos partes: una parte que contiene yogur, y la otra que contiene un producto auxiliar (por ejemplo, un producto de cereales, frutas, jarabe o alimentos similares) que se pueden mezclar con el yogur. Algunos paquetes presentan el lado de dos componentes junto al otro dentro del mismo paquete; otros presentan los dos componentes como paquetes separados unidos entre sí en formatos "a cuestras". La selección del material de envasado debe tener en cuenta las propiedades particulares de estos componentes. Por ejemplo, la WVTRs (velocidad de transmisión de vapor de agua) no es de importancia crítica en un producto de yogur con una vida útil de unas semanas, pero son de importancia crítica para un producto de cereales, que debe conservar su "crisis" con el fin de atraer a los consumidores. Para un producto auxiliar susceptible a la oxidación, las tasas de transmisión de oxígeno (OTR) pueden ser críticos, y la protección de la luz pueden ser importantes para un producto de fruta que contiene compuestos de color sensibles a la luz, tales como pigmentos de antocianina, que dan el color rojo-púrpura-azul de algunas frutas. Es

importante evaluar las necesidades del producto total para la protección antes de decidir sobre el material de embalaje (tanto el material del recipiente y el material de cierre) para un paquete de lado a lado o de un paquete de dos partes. Con materias primas de buena calidad y la selección apropiada de los materiales de embalaje, debería ser posible para asegurar que la vida útil del producto auxiliar no es menos que la del yogur. Cabe indicar de nuevo que la estándar y la higiene del procesamiento y las operaciones de llenado es lo que normalmente determina la vida útil de los productos de yogur. La vida útil de alimentos "frescos" puede ser sólo un par de semanas para las operaciones no protegidos y hasta 6 semanas o más para operaciones ultra limpios, bien operadas (MacBean, 2010, 153).

Métodos de análisis del yogur

Métodos físicos

Humedad

Para cuantificar la cantidad de sólidos se utiliza el método 16.032 (A.O.A.C., 1984) que consiste en pesar aproximadamente 7g de muestra en cajas Petri a peso constante, las cuales son colocadas en un baño María para evaporar de la muestra la mayor cantidad de agua posible, posteriormente se introducen en una estufa de vacío Cole Palmer (modelo 05053 – 10) durante 5 horas a una temperatura de 75°C y a una

presión de vacío de 15 a 20 mmHg, finalmente las cajas se enfrían en un desecador y se pesan para que por diferencia de pesos se obtenga el contenido de sólidos.

$$\%Humedad = \frac{\text{Peso crisol final} - \text{Peso crisol inicial}}{\text{Gramos de muestra}} \times 100$$

Densidad

La medición de esta propiedad, se utiliza por el método 925.22 (A.O.A.C., 1990) la cual se realiza a través de un método gravimétrico, empleando picnómetros de metal (de Grasa), donde se pesan el picnómetro vacío, el picnómetro con agua destilada y el picnómetro con yogurt.

La densidad se obtiene con la siguiente ecuación:

$$\rho_{\text{yogurt}} = \frac{W_{(\text{pic+yogurt})} - W_{(\text{pic vacío})}}{W_{(\text{pic+H}_2\text{O})} - W_{(\text{pic vacío})}}$$

La viscosidad

Es una propiedad importante de los fluidos de perforación. Cuanto más viscoso es el fluido, más fácilmente suspenderá los detritos y los transportará hasta la superficie. Por otro lado, se necesita mayor presión para bombear los fluidos demasiado viscosos y además resulta más difícil retirar los detritos.

El yogurt se puede comercializar básicamente en tres estados físicos distintos, yogurt tradicional, yogurt batido y yogurt líquido o “para beber”, teniendo cada una de estas formas unas características peculiares. La típica estructura de gel del yogurt tradicional, por ejemplo, no puede confundirse nunca con el estado semilíquido de la variedad batida, si bien la baja viscosidad de algunas marcas de yogurt batido sólo permite que estos sean consumidos bebidos. Obviamente este deterioro de la imagen del producto no es aconsejable y, aunque puede resultar inevitable la salida al mercado de una partida de baja calidad, garantizar la “viscosidad óptima” es algo que siempre resulta incómodo para los fabricantes. En la práctica diaria cada fabricante adopta su propio estándar de viscosidad (o consistencia en el caso del yogurt tradicional) y trabaja de acuerdo con estas especificaciones, de forma que el control de rutina de estas propiedades físicas se convierte en una fase más del control de calidad.

Determinación de la viscosidad

La determinación de la viscosidad se puede realizar a través de un tubo capilar que sirve para alimentos newtonianos de baja viscosidad (Viscosímetro de Brookfield), el cual se basa en el principio de la viscosimetría rotacional; mide la viscosidad captando el par de torsión necesario para hacer girar a velocidad constante un husillo inmerso en la muestra de fluido a estudiar. El procedimiento para determinación de viscosidad es el siguiente:

- Temperatura del viscosímetro Brookfield a $25 \pm 1.0^{\circ}\text{C}$.

- Bajar lentamente la aguja núm. 7 hasta llegar al centro de la muestra a analizar
- Iniciar la prueba con el viscosímetro a 6 rpm y anotar la lectura de la escala después de 10 revoluciones. Incrementar la velocidad del viscosímetro a 12 rpm y anotar la lectura de la escala después de 10 revoluciones.
- Hacer las observaciones de la misma manera a 30 y 60 rpm. Después de haber efectuado la observación a 60 rpm, reducir la velocidad a 30, 12 y 6 rpm, anotando las lecturas de la escala después de 10 revoluciones a cada una de las velocidades mencionadas. Una vez que ha sido tomada la última lectura a 6 rpm, desconectar el viscosímetro, dejando que tanto el viscosímetro como la muestra estén en reposo durante 2 minutos. Al término del período de reposo de 2 minutos, conectar de nuevo el viscosímetro y anotar la lectura de la escala después de 10 revoluciones. A.S.T.M. D1439 – 03 (American Society for Testing Materials, 2005).

Análisis físico-químicos

Implica la caracterización de los alimentos desde el punto de vista físico-químico, haciendo énfasis en la determinación de su composición química, es decir, cuales sustancias están presentes en un alimento (proteínas, grasas, vitaminas, minerales, hidratos de carbono, contaminantes metálicos, residuos de plaguicidas, toxinas, antioxidantes, etc.) y en qué cantidades estos compuestos se encuentran. El análisis físico-químico brinda poderosas herramientas que permiten caracterizar un alimento

desde el punto de vista nutricional y toxicológico, y constituye una disciplina científica de enorme impacto en el desarrollo de otras ciencias como la bioquímica, la medicina y las ciencias farmacéuticas, por solo mencionar algunas. A continuación, vamos a ver algunas de las técnicas físico químicas que se utilizan en el análisis de alimentos.

Determinación de sinéresis

La sinéresis o retención de agua es un fenómeno que varía dependiendo del tipo de yogurt. Un factor que influye en el aumento de la sinéresis es el desarrollo de la alta acidez al igual que la agitación a temperaturas relativamente altas, la sinéresis en el yogurt también se ve afectada por la presencia de aditivos como puede ser gomas y por la adición de minerales, aumentando en porcentaje de sinéresis

Químicamente siendo el yogurt la formación de un gel, la sinéresis sería la expulsión de agua hacia el exterior con la reducción de volumen. Para evitar este defecto es conveniente usar un buen estabilizante como sustancias pépticas. Para la determinación de la sinéresis se realizaría por el método de centrifugación propuesto por (Li y Guo, 2006). El porcentaje de sinéresis se obtiene de la siguiente manera:

Muestra de yogurt de 200g (Y)

Centrifugada a 2500rpm durante 10 minutos a 4°C

Pesado de suero (W) retirado por centrifugación

Calculo:

$$\% \text{ Sinéresis} = \frac{\text{Volumen de suero}}{\text{Peso muestra del yogurt}} \times 100$$

Determinación de acidez

Además del grado de acidez expresado por el pH, el contenido total de acidez se determina por medio de la cantidad de ácido titulable 962.12 (A.O.A.C., 1990), en un alimento informa sobre la formulación del producto. Se suele concretar valorando con hidróxido sódico y un indicador. Los resultados se dan en términos del ácido que predomina; por ejemplo, en el yogurt, como ácido láctico y en el vinagre, como acético. En algunos casos, se expresa en términos de equivalencia de peso de un álcali determinado; así, los fosfatos ácidos utilizados en la levadura en polvo se dan como bicarbonato sódico.

La producción de ácido láctico es importante para obtener un yogur de alta calidad con sabor propio cuerpo y textura esto es para que en producto tenga el mínimo de porcentaje de sinéresis durante el almacenamiento.

- Mínimo: 0.6, Máximo: 1.5

Determinación del pH

El pH es un buen indicador del estado general del producto ya que tiene influencia en múltiples procesos de alteración y estabilidad de los alimentos, así como en la proliferación de microorganismos.

Se puede determinar colorimétricamente mediante los indicadores adecuados, pero, para su mayor exactitud, se ha de recurrir a métodos eléctricos mediante el uso

de pH-metros. En el caso del yogur el pH oscila entre 4.2 – 4.8. Se utiliza el método 981.12 (A.O.A.C. 1990) para la medición de pH en productos acidificados.

Acidez titulable

La acidez titulable expresada como ácido láctico (ATECAL), se desarrolla teniendo en cuenta el método 939.05 (A.O.A.C., 2000). Se pesan 3g de yogur en un vaso blanco. Luego se le agregan 10mL de agua destilada, se mezcla el yogur con el agua destilada y luego se le agregan 3 gotas de fenolftaleína; esta solución se titula utilizando la solución hidróxido de sodio (NaOH) 0.1N. Finalmente los mililitros de NaOH se multiplican por 3 para determinar ATECAL.

Métodos químicos

Determinación de proteína

Este análisis se determina en el producto terminado utilizando el método kjeldahl NTP. (Método de Kjeldahl de la AOAC 2001.11.)

- Se coloca entre 2 a 5g de muestra (yogur) en un matraz.
- Se agrega en el matraz de digestión los siguientes reactivos: 7g de (K₂SO₄) sulfato de potasio, 5mg de (Se) selenio en polvo, 7mL de (H₂SO₄) ácido sulfúrico concentrado al 98%, 5mL de (H₂O₂) peróxido de hidrogeno al35%, se mezcló.

- Se procede a la digestión, para ello se calienta a 420° C por 30 minutos.
- Transcurrido este tiempo se deja enfriar los tubos de digestión a 50 – 60° C.
- Se adiciona a cada tubo 50mL de amonio disuelto en agua destilada.
- Luego se procede a la destilación, para ello se ubica en posición el destilador de vapor unido al frasco de recolección erlenmeyer que contenía 25mL de solución de ácido bórico al 4%.
- Se ubica en posición el destilador de vapor unido al tubo de digestión con una muestra digerida.
- Se adiciona 50mL de (NaOH) hidróxido de sodio al 35%. El destilador de vapor tiene un mecanismo automático por lo que recolecta 100mL de destilado por muestra.
- Finalmente se procede a la titulación para ello se adiciona 10 gotas de indicador (Rojo de metilo-Azul de Metileno) y se titula con (HCl) ácido clorhídrico 0,2N.

Cálculos para la obtención de proteína son:

$$\%N = \frac{14 \times N \times V \times 100}{m \times 100}$$

$$\%Proteína = \frac{14 \times N \times V \times 100 \times Factor}{m \times 100}$$

Donde:

V= Volumen de H₂SO₄ 0.1 N – gasto de NaOH o gasto de HCl 0.1 N

N= normalidad del ácido de valoración

M= masa de la muestra en gramos

Factor= 6.25 proteínas en general o 6.38 leche

Determinación de sólidos totales

Esta variable se realiza según las especificaciones de la norma NTP:

- Los crisoles previamente esterilizados y secos se les codifica y pesa, ya obtenido el peso de los mismos se procede a colocar de 5 a 10 gramos de cada muestra de yogur en dichos crisoles.
- Se ubica en la estufa a 105° C.
- Después de una hora de secado se retiran los crisoles de la estufa.
- Se tapan y colocan para enfriamiento en el desecador, luego se procede a pesarlos con su contenido.
- Con los pesos obtenidos durante el proceso de desecación se reemplazan en la fórmula que se describe a continuación y de esta manera se obtuvo los porcentajes de sólidos totales para todas las repeticiones de cada tratamiento.

$$ST = 100 \frac{m2 - m}{m - m1}$$

En donde

ST= Sólidos totales

m= Peso del crisol

m1= Peso de muestra

m2= Peso del crisol más muestra

Determinación del calcio

El contenido de calcio se puede establecer por medio de ISO 8070 por espectrofotometría de absorción atómica. La materia orgánica se descompone por

incineración en seco o por digestión húmedo utilizando ácido nítrico, ya sea en un sistema de digestión húmeda asistida por microondas abierto o en un sistema de digestión húmeda asistida por microondas a presión o en un politetrafluoroetileno a presión (PTFE) recipiente de disgregación o cualquier instrumentación apropiada en digestión húmeda. La ceniza que contiene calcio, sodio, potasio, y magnesio se disuelve en una solución de ácido nítrico en el caso de la incineración en seco, o las digestiones diluidas en el caso de la digestión húmeda. Las soluciones de ensayo y de calibración se atomizan en una llama de aire-acetileno de un espectrómetro de absorción atómica y su absorción se mide en longitudes de onda apropiadas.

Determinación de la grasa

El porcentaje de grasa se estipula de acuerdo al método (Babcock) pesando 9 gramos de la muestra en un butirometro calibrado de 0 a 50%, luego se agregan 10mL de agua destilada a 60°C y se centrifuga por 1 minuto. La mezcla se deja enfriar a 22°C, luego se le agrega 17.5mL de ácido sulfúrico. Se centrifuga a 800 RPM durante 5 minutos. Después se agrega agua destilada a 60°C hasta 0.6mL del cuello, se centrifuga por 2 minutos, luego se agrega agua destilada a 60°C hasta 50mL donde la grasa queda en la parte calibrada del cuello, se centrifuga por 1 minuto y finalmente se registra la lectura de grasa (A.O.A.C, 933,05).

Determinación de ácidos grasos y Omega-3

El análisis de los ácidos grasos de cualquier alimento requiere de las siguientes etapas:

- Obtención de la materia grasa por método de extracción en frío con mezcla de solventes.
- Derivatización de los ácidos grasos.
- Análisis por cromatografía gas – líquido.

Al preparar los ésteres metílicos hay que considerar los siguientes aspectos que pueden afectar el resultado:

- Conversión incompleta de los lípidos de la muestra a ésteres metílicos de ácidos grasos.
- Cambios en la composición original de los ácidos grasos durante la esterificación que puede originar formación de isómeros posicionales y/o geométricos.
- Formación de compuestos extraños que pueden confundirse con ácidos grasos.
- Contaminación y daño de la columna GLC proveniente de muestras contaminadas o de restos de los reactivos de derivatización.

Determinación de perfil lipídico en alimentos

Para la determinación del perfil lipídico en el cual se analiza la composición de ácidos grasos *cis* y *trans* de los lípidos totales presente en alimentos se puede realizar por:

- El Método de Folch y Cols (1957).
- La Norma ISO 5508:1990: Aceites y grasas de origen animal y vegetal.
- Análisis por cromatografía gaseosa de los ésteres metílicos de ácidos grasos. Los analíticos a identificar acorde a este método son ácidos grasos saturados, ácidos grasos monoinsaturados y poliinsaturados. A continuación, se detallan los pasos para la determinación de perfil lipídico.

Tabla 6. Determinación del perfil lipídico de los alimentos

Ensayo	Determinación del perfil lipídico de omega-3, omega-6, omega-9, grasas CIS, grasas TRANS, DHA y EPA por cromatografía de gases.
Técnica/Método	Cromatografía gaseosa
	Sustancia o material, elemento o producto a ensayar en alimentos y otros productos que lo contengan.
Intervalo de medición	Acido palmítico: 482mg/kg a 2314mg/kg Acido esteárico: 531mg/kg a 2547mg/kg
Método oficial	AOCS Official Methods Ce 1c 89 Edition 2012

Nota. Fuente: Autores

Cromatografía gas – líquido de los ésteres metílicos

Método de la comunidad europea señala las siguientes alternativas:

- Columna empacada de vidrio o acero inoxidable 1 a 3 metros de largo, 2 a 4 mm diámetro interno (D.I.) Soporte inerte: tierra de diatomeas lavada al ácido y silanizada. Fase líquida poliésteres o cianosilicona entre 5 y 20%.
- Columna capilar de vidrio o sílica fundida, D.I. 0,2 y 0,8 mm, longitud 25 metros. Fase líquida tipo polietilenglicol 20.000, poliésteres, polisiloxano polar (cianosiliconas).
- Espesor de film entre 0,1 y 0,2 μm

Para referenciar, en el análisis cualitativo se toma el pico del estearato de metilo y en el análisis cuantitativo se puede aplicar la normalización interna, patrón interno y factores de corrección. Con este método analítico se hace necesario el uso de mezclas de patrones conteniendo cantidades conocidas de ésteres metílicos de ácidos grasos saturados, mono insaturados y polinsaturados (Masson, 2016, 161).

Etapas del proceso de elaboración del yogur

Tabla 7. Descripción del proceso para la elaboración del yogur

Recepción de la leche	Es la primera etapa para iniciar el proceso de obtención de yogurt batido. En esta etapa se procede a seleccionar y determinar la calidad y viabilidad de la leche a través de análisis fisicoquímicos y sensoriales, constituyéndose en el soporte de las pruebas de plataforma.
Pasteurización	Este proceso es una de las operaciones más importantes de la elaboración del yogurt, debido a que las altas temperaturas destruyen los microorganismos patógenos de la leche y esto hace que la leche mantenga una buena calidad del producto final. Este tratamiento térmico se efectúa aplicando temperatura de 85°C por 10 minutos, cumplido este tiempo se procede a realizar un choque térmico para bajar la temperatura drásticamente a 44°C para su posterior inoculación.
Inoculación e incubación	La operación de inoculación se realiza cuando se adiciona y se mezcla el fermento láctico y los compuestos activos (<i>Streptococcus thermophilus</i> y <i>Lactobacillus bulgaricus</i>) a la leche a una temperatura entre 44°C. Posteriormente la mezcla entre la leche y el fermento láctico se lleva a un proceso de incubación por un tiempo de reposo de 4 horas, en este tiempo se alcanza un pH de 4,7 y una acidez de 65°Dornic; la temperatura y el tiempo descrito fueron factores importantes para la formación del coagulo o base de yogurt de características apropiadas.
Agitación y corte del coagulo	Esta práctica es propia del yogurt batido que se procesa. El rompimiento del coagulo se efectúa agitándolo hasta la formación de un fluido cremoso y uniforme.
Enfriamiento	El enfriamiento del yogurt batido es un método utilizado para controlar la actividad metabólica del fermento láctico, este enfriamiento se realiza posterior al corte del coagulo bajando la temperatura del yogurt de 44°C hasta 18°C en un tiempo no mayor a 20 minutos.
Adición y mezcla del azúcar	En esta etapa, la adición del azúcar y mermelada con frutas en el yogurt batido se realiza de forma gradual para facilitar una mezcla uniforme sin afectar la estabilidad el coagulo y así proporcionar un grado de dulzor apropiado al producto. Igualmente, en esta etapa.
Envasado	Después de una mezcla previa de los componentes del yogurt batido se procede a envasar el producto en envases nuevos y asépticos para protegerlo.
Almacenamiento	Esta operación tal vez una de las más importantes, le otorga al producto final un ambiente y un espacio refrigerado de 4°C de temperatura para favorecer y mejorar el mantenimiento de las características físico –químicas y el tiempo de vida útil del producto procesado.

Fuente: Navas,B. Iván., Arciniegas, P. Iván. (2008). Estudio del proceso de elaboración del yogurt batido con extracto natural de albahaca (*ocimum basilicum* l).

Derivado lácteo: Yogurt

Formulación del derivado Lácteo: Yogurt

La elaboración del yogurt se adopta de una formulación general, con algunas modificaciones.

Tabla 8. Formulación del yogurt

INGREDIENTE	Porcentaje (%m/m)
Leche ultra pasteurizada de vaca (grasa 1.5 %m/v)	81%
DHA	0,12%
Cultivo láctico (<i>Streptococcus thermophilus</i> - <i>Lactobacillus bulgaricus</i>)	2%
Mermelada tomate de árbol (<i>Solanum betaceum</i>)	16%
Colorante	Ninguno
Conservante (Sorbato de potasio)	0,1%
Estabilizante (Goma Xantan)	1,5%

Fuente: Autores

Formulación de la mermelada de tomate de árbol

La mermelada de tomate de árbol se realiza en una cantidad de 16% con respecto a la totalidad de la mezcla.

Tabla 9. Formulación mermelada de tomate de árbol

INGREDIENTE	Porcentaje (%m/m)
Fruta	40%
Azúcar por peso de fruta	20%
Agua	40%

Nota. Fuente: Autores

Determinación del rendimiento del yogurt

Para determinar el rendimiento del yogurt estilo griego se pesa el producto inicial antes de la fermentación, luego se pesa el producto final, se analiza por medio de la fórmula de rendimiento (Moreno, 2013, 5).

Fórmula de rendimiento:

$$\% \text{ Rendimiento} = \frac{\text{Peso producto final}}{\text{Peso producto inicial}} \times 100$$

Para la elaboración de la matriz alimentaria contaremos con la Empresa CIMPA S.A.S como proveedor de todos los productos necesarios para la elaboración. En las Tabla 8 y 9 se referencian las materias primas necesarias para el diseño del derivado lácteo. (En los anexos se encontrarán las fichas técnicas de los productos a utilizar para la elaboración del yogurt).

- Fichas técnicas materias primas (Ver apéndice A).
- Fichas técnicas y certificado de calidad – DHA/EPA (Ver apéndice B)

Tabla 10. Información de proveedor (materias primas)

Proveedor: CIMPA S.A.S Insumos y Tecnologías para la Industria Alimentaria
Dirección: Avenida América No 63 05 Bogotá
Teléfono de contacto: 420 2097 – 315 3107323
Correo electrónico: cimpa@cimpa.com.co
Productos del proveedor: Sorbato de potasio, para controlar el crecimiento microbiano (conservante). Goma Xanthan potenciador de la viscosidad 0,1 a 0,2 % Glucosa, edulcorante. Cultivo Láctico YO-MIX 207 LYO 250 DCU

Fuente: Autores

Conclusiones

Los diagnósticos en niños a corta y mediana edad en Colombia con problemáticas pedagógicas y psicopedagógicas como son como el déficit de atención, hiperactividad, falta de atención, inadecuado comportamiento, dificultad de aprendizaje entre otras conllevan al desarrollo de estrategias pedagógicas y de salud pública con los cuales se están implementado estrategias para atender déficits en micro y macronutrientes, ya que la nutrición de la población infantil es un factor que puede beneficiar o dificultar el adecuado aprendizaje, una de las maneras para ayudar a esta población es por medio del desarrollo de nuevos productos con ingredientes funcionales como son los omega-3 que por medios de estudios han demostrado su efecto en mejoría a nivel cognitivos en niños.

Aprovechar los beneficios en salud a largo plazo generados por la ingesta de omega-3 y disminución de factores de riesgos correlacionados a infarto de miocardio, disminución de tensión arterial, mejoramiento de la red neuronal, a nivel cognitivo entre otros por medio de una matriz alimentaria.

El yogurt constituye una excelente fuente de minerales y vitaminas, es una matriz apta para incorporar ingredientes funcionales como el DHA/EPA, ya que es un alimento al cual tiene acceso toda la población, en especial los niños permitiendo la biodisponibilidad y acceso del compuesto bioactivo, y evitando la ingesta de alimentos

que dejan residualidad y resistencia de consumo como es el pescado o derivados del mismo.

Los ácidos grasos omega-3 son una alternativa viable para mejorar el desarrollo cognitivo de la población infantil y a la vez disminución de factores de riesgo en salud pública como ha sido demostrado por estudio científicos.

Por medio de esta monografía se hizo el planteamiento del desarrollo del producto, soportado la estabilidad del compuesto y los beneficios a la salud por medio de bases científicas, correspondería continuar con el desarrollo del producto físico para verificar su aceptación, realizar estudio *in vitro* y posteriormente estudio *in vivo* para determinar la efectividad a nivel cognitivo en la población infantil y de esta manera demostrar la eficacia del mismo por medio de test de aprendizaje y así poder evidenciar el incremento en la inteligencia de este grupo poblacional.

Referencias

- Association of Official Analytical Chemistry. (1990) Official methods of analysis: Washington D.C: Association of Official Analytical Chemistry, 1990. (A.O.A.C 2001.11)
- American Society for testing materials. Método Brookfield para el análisis de la viscosidad. A.S.T.M D1439 -03. (2005). Recuperado de http://www.amtex-corp.com/repositorioaps/0/0/jer/informacion_tecnica_hijo/metodoviscosidad.pdf
- Aranceta, Blay, Echeverria, Gil, Hernández, Iglesias, López. Ministerio de sanidad. (2011). Atención primaria de calidad. Guía de buena práctica clínica en alimentos funcionales. Madrid, España: IMC
- Aracenta, Javier., Gil, Angel. (2010). Alimentos Funcionales y salud en la etapa infantil y Juvenil. Madrid, España: Panamericana.
- Arterburn, L. M., Hall, E.B., and Oken, H. (2006). Distribution, interconversion, and dose response of n-3 fatty acids in humans. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 83, 1467–1476.
- Bazinet, P Richard. Layé, Sophie. (2014). Polyunsaturated fatty acids and their metabolites in brain function and disease. *Nature Reviews Neuroscience*, 15, 771-785.
- Bégin, Micel., Plourde, Mélanie., Pifferi, Fabien., Cunnane, Stephen C. (2010). What Is the Link between Docosahexaenoic Acid, Cognitive Impairment, and Alzheimer's Disease in the Elderly. Recuperado de <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21452466>.
- Blasblag, Tanya., Hibbein, Joseph R., Ramsden, Christopher E., Majchrzak, Sharon F., Rawlings, Robert R. (2011). Changes in consumption of Omega-3 and Omega-6 fatty acids in the United States during the 20th century. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 93, 950- 962.

- Boticario, B, Consuelo., Cascales, A, María. (2012). Digestión y metabolismo energético de los nutrientes. Recuperado de <http://www2.uned.es/ca-plasencia/DocumentosPDF/libros/Digestion.pdf>
- Bradbury, Joanne. (2011). Docosahexaenoic Acid (DHA): An Ancient Nutrient for the Modern Human Brain. *Nutrient*, 3, 529-554
- Cadavid, Marta A. (2009). Inteligencia, alimentación y nutrición en la niñez: Revisión. *Perspectivas en Nutrición Humana*, 11, 187-201.
- Gil, Campos, Dalmau, Serra y Comité de Nutrición de la Asociación Española de Pediatría. (2010). Importancia del ácido docosahexaenoico (DHA): funciones y recomendaciones para su ingesta en la infancia. *Elsevier*, 73(3), 142 e1 – 142 e8.
- Carrero, J.J., E. Martín-Bautista., L. Baró., J. Fonollá., J. Jiménez., J. J. Boza., E. López-Huertas. (2005). Efectos cardiovasculares de los ácidos grasos Omega-3 y alternativas para incrementar su ingesta. *SciELO*, 20, 63-69
- Carrillo, Maria, L., Reyes, Abigail. (2013). Vida útil de los alimentos. *Rev. Iberoamericana de las Ciencias Biológicas y Agropecuarias*, 2(3), 1-25
- Castro González, María Isabel. (2002). Ácidos grasos Omega-3: beneficios y fuentes. *Interciencia*, 27(3), 128-136.
- Cóccaro, Graciela. (2010). Informe ejecutivo del desarrollo de Nuevos Productos Alimentos Funcionales y Novel Food Alternativas para el diseño de alimentos y su marco legal. Recuperado de http://www.piaschile.cl/wp-content/uploads/2015/04/Desarrollo-de-Nuevos-Productos_Alimentos-funcionales-y-Novel-Food.pdf
- Codex Alimentarius. (1995). Norma general para los aditivos alimentarios codex stan 192. Recuperado de http://www.fao.org/gsfaonline/docs/CXS_192s.pdf
- Codex Alimentarius. (2011). Leche y productos lácteos. (2) Recuperado de <http://www.fao.org/docrep/015/i2085s/i2085s00.pdf>.

- Comisión Codex Alimentarius. (2004). Anteproyecto de Norma del Codex para las Comportas, Jaleas y mermeladas. Recuperado de http://ftp.fao.org/codex/Meetings/CCPFV/ccpfv22/pf22_07s.pdf
- Conchillo, A., Valencia, A, Puente., Astiasarán, Ansorena,D. (2006). Componentes funcionales en aceites de pescado y de alga. *Revista Nutrición Hospitalaria*, 21(3), 369-373.
- Cortés, E., Hidalgo, M.J., Rizo-Baeza, M.M., Aguilar, M. J., Gilm V. (2013). Índice elevado de ácidos grasos Omega-6/Omega-3 en niños con neuropatías causa o efecto. *Nutrición Hospitalaria*, 28(4), 1165-1170.
- Cortés, E., Hidalgo, M.J., Rizo-Baeza, M.M., Aguilar, M. J., Gilm V. (2013). Relación entre los ácidos grasos en suero y en los fosfolípidos de membrana en niños sanos. *Nutrición Hospitalaria*, 28(5), 1541 – 1545.
- Chávez, Ch. Jorge. (2015). Impacto del consumo de ácidos grasos poliinsaturados Omega-3 en desarrollo cerebral y enfermedades cardiovasculares. *Revista en Nutrición Clínica*, 7(2), 1257-1266.
- Chen, Chuck.T., Kitson, Alex. Bazinet, Richard. P. (2015). Plasma non-esterified docoheptaenoic acid is the major pool supplying the brain. *Scientific Reports*, 5 (1579). doi:10.1038/srep15791.
- Chen, Cai., Yu, Xuefeng., Shao Shiyong. (2015). Effects of Omega-3 Fatty Acid Supplementation on Glucose Control and Lipid Levels in Type 2 Diabetes: A Meta-Analysis. *Plos One*. October (2), 1-14.
- Child, Caroline, E., Kew, Samantha., Finnegan, Yvone.E., Miniham, Anne. M., Leigh.F, Elizabeth.C. (2014). Increased dietary α -linolenic acid has sex-specific effects upon eicosapentaenoic acid status in humans: re-examination of data from a randomised, placebo-controlled, parallel study. *Nutrition Journal*, 13, 2-6.
- Díaz, D. Laura. (2015). Tecnología de elaboración de yogur firme probiótico enriquecido en ácidos grasos Omega-3 con capacidad de 15.000 litros leche/día. (Trabajo final de grado). Universidad Politécnica de Madrid. Madrid, España.

- Din, J. N., Sarma, J., Harding, S. A., Lyall, K., Newby, D. E., & Flapan, A. D. (2013). Effect of ω -3 fatty acid supplementation on endothelial function, endogenous fibrinolysis and platelet activation in patients with a previous myocardial infarction: a randomised controlled trial. *BMJ Open*, 3(9). doi: 10.1136/bmjopen-2013-003054.
- Durán, Rodrigo., Valenzuela, Alonso. (2010). La experiencia japonesa con los Alimentos Foshu. ¿Los verdaderos alimentos funcionales?. *Revista Chilena de Nutrición*, 37(2), 224-233.
- Etherton. Kris, Penny.M., Grieger, Jessica.A., Etherton, Terry.D. (2009) Dietary reference intakes for DHA and EPA. *Elsevier*, 10(1016), 99-104.
- Estrada, J.D., Boenneke, C., Bechtel, P., y Sathivel, S. (2011). Developing a strawberry yogurt fortified with marine fish oil. *Journal of Dairy Science*, 94(12), 5760-5769.
- European Food Information Council EUFIC (2006). Alimentos funcionales. Recuperado de <http://www.eufic.org/article/es/expid/basics-alimentos-funcionales>.
- Fontani, G., Corradeschi F Fau - Felici, A., Felici A Fau - Alfatti, F., Alfatti F Fau - Migliorini, S., Migliorini S Fau - Lodi, L., & Lodi, L. (2005) Cognitive and physiological effects of Omega-3 polyunsaturated fatty acid supplementation in healthy subjects. *European Journal of Clinical Investigation*, 35(11), 691-699
- Fontani, G., Lodi L Fau - Migliorini, S., Migliorini S Fau - Corradeschi, F., & Corradeschi, F. (2009). Effect of Omega-3 and policosanol supplementation on attention and reactivity in athletes. *Journal of the American College of Nutrition* 28 (4),473S-481S
- Gómez. C, Carmen., Bermejo.L, Laura., Kohem, Viviana. I. (2011). Importance of a balanced Omega-6/Omega-3 ratio for the maintenance of health. Nutritional recommendations. *Revista Nutrición Hospitalaria*, 26(2), 323-329.
- Gokmen, Vural., Mogol, Burce A., Barone,L. Roberta., Fogliano, Vincenzo., Kaplu, Zoya., Shimoni, Eyal. (2011). Development of functional bread containing

- nanoencapsulated Omega-3 fatty acids. *Journal of Foods Engineering*, 105, 585-591
- Greenberg, James A., Bell, Stacey J., van Ausdal, Wendy. (2008). Omega-3 fatty Acid supplementation during pregnancy. *Rev obstetrics and Gynecology*, 1(4), 162-169.
- Guesnet, Philippe., Alessandri, Jean-Marc Alessandri. (2011). Docosahexaenoic acid (DHA) and the developing central nervous system (CNS) e Implications for dietary recommendations. Elsevier. 73. 7 – 12.
- Horrocks, L. A., & Yeo, Y. K. (1999). Health benefits of docosahexaenoic acid (DHA). *Pharmacological Research*, 40(3), 211-225.
- Jincha, G. A., & Markesbery, W. R. (2010). Omega-3 fatty acids: potential role in the management of early Alzheimer's disease. *Clinical Interventions in Aging*, 5, 45-61.
- Ibáñez, Francisco., Torre, Paloma., Irigoyen, Aurora. (2013). Aditivos Alimentarios. Área de Nutrición y Bromatología Universidad Pública de Navarra. Recuperado de http://www.nutricion.org/publicaciones/revista_agosto_03/funcionales/aditivos.pdf.
- Instituto Colombiano de normas técnicas y Certificación. Norma Técnica Colombiana NTC 285. Frutas procesadas. Mermeladas y jaleas de frutas. Bogotá: ICONTEC, 2007. (NTC 285). Recuperado de http://www.academia.edu/14275945/NORMA_T%C3%89CNICA_NTC_COLOMBIANA_285
- Instituto Colombiano de normas técnicas y Certificación. Norma Técnica Colombiana, Productos Lácteos Leche Fermentadas. Bogotá: ICONTEC, 2005. NTC 805. Recuperado de http://www.academia.edu/11858788/NORMA_T%C3%89CNICA_NTC_COLOMBIANA_805
- Ismet. (2008). Indicaciones terapéuticas de los ácidos grasos Omega-3. *Revista Digitalis*, 25, 1-7.

- ISO. (International Organization for Standardization).2007. Determination of calcium, sodium, potassium and magnesium contents — Atomic absorption spectrometric method ISO 8070 Milk and milk products.
- Instituto Colombiano de Bienestar Familiar. (2005). Tabla de composición alimentos colombianos. Bogotá, Colombia: Unibiblos.
- Kausskik, Prathba., Dowlin, Kim., barrow, Colin., Adhikari, Benu. (2014). Miroencapsulation of Omega-3 fatty acids: A reviem of microencapsulation and characterization methods. *Journal of Functional Foods*, 19(B), 868-881.
- Kolanowski, W., & Laufenberg, G. (2006). Enrichment of food products with polyunsaturated fatty acids by fish oil addition. *European Food Research and Technology*, 222, 472e477.
- Kolanowski W, Jaworska D, Laufenberg G, Weissbrodt J. (2007).Evaluation of sensory quality of instant foods fortified with omega-3 PUFA by addition of fish oil powder. *European Food Research and Technology*. 225(5-6):715–721.
- Kolanowski, Wojciech. (2009). Bioavailability of Omega-3 pufa from foods enriched with fish oil – a mini review. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, 14(55), 335-340
- Labco Quality Diagnostic. (2013). Índice Omega-3 Parámetro nutricional de salud cardiovascular y cerebral. Recuperado de http://www.labco.es/media/PDF/Omega-3_HojaProducto.pdf
- Lecerf, Michel Jean., Vancassel, Sylvie. (2012). Nutrición Los Ácidos grasos y la salud. *The Scientific American*, (427), 76-87.
- Lei, X., Zhang, W., Liu, T., Xiao, H., Liang, W., Xia, W., & Zhang, J. (2013). Perinatal Supplementation with Omega-3 Polyunsaturated Fatty Acids Improves Sevoflurane-Induced Neurodegeneration and Memory Impairment in Neonatal Rats. *PLoS ONE*, 8(8) 1-8, e70645. doi: 10.1371/journal.pone.0070645.

Li, Jiancai., Guo Mingruo. (2006). Effects of polymerized whey proteins on consistency and water-holding properties of goat's milk yogurt. *Journal of Food Science*, 71 (1), C34-C38.

Linares, Aurélia. (2007-2009). Desarrollo cognitivo: las Teorías de Piaget y vygostky. Catalunya, España: Bienio. Recuperado de: http://www.paidopsiquiatria.cat/files/teorias_desarrollo_cognitivo.pdf

Lopera, C. Seneida. M. (2008). Estudio de la fotodegradación y la fotoestabilización del ácido fólico. (Trabajo de investigación Maestría no publicada). Universidad de Antioquía, Medellín, Colombia.

López, E. Beatriz., Cárdenas, Diana L., Quintero Laverde., Julieth N. (2014). Importancia de los ácidos grasos poliinsaturados de cadena larga en la alimentación del lactante: cuantificación de éstos en algunas fórmulas lácteas para bebés de 0 a 6 meses, comercializadas en la ciudad de Medellín, 2012. *Revista Facultad Nacional Salud Pública*. 32(3). 322- 33

Mac, Bean., Roger D (2010). *Packaging and the Shelf Life of Yogurt – Chapter 8*. South Brisbane, Australia. Taylor and Francis Group, LLC.

Marca, A. Nilda, Y. (2013). *Envases y embalajes para la industria láctea*. (Monografía). Universidad de Nacional José Faustino Sánchez Carrion. Perú.

Martine F. Luxwolda, Remko S. Kuipers, E. Rudy Boersma¹, Saskia, A. van Goor, D.A. Janneke Dijck-Brouwer, Arend F. Bos, Frits A.J. Muskiet. (2014). DHA status is positively related to motor development in breastfed African and Dutch infants. *Nutrition and Neuroscience*, 17(3), 97-107.

Masson, Lilia, (2016). *Métodos Analíticos para la determinación de humedad, alcohol, energía, materia grasa y colesterol en alimentos*. Recuperado de <http://www.fao.org/docrep/010/ah833s/ah833s16.htm>

Mendoza, A, Dalia Lizeth. (2014). *Envasado en la industria de alimentos y sus nuevas tendencias*. (Monografía). Universidad Autónoma Agraria. Buenavista, México.

- Meldrum, S.J., D´Vaz,N., Casadio, Y., Dunstan, J.A., Krogsgaard-larsen, Niels.N., Simmer,K., Prescott,S.L.(2012). Determinants of DHA levels in early infancy: Differential effects of breast milk and direct fish oil supplementation. Elsevier, 962, 233-239.
- Milte, C. M., Parletta, N., Buckey, J. D., Coates, A. M., Young, R. M., Howe, P. R. (2102). Eicosapentaenoic and docosahexaenoic acids, cognition, and behavior in children with attention-deficit/hyperactivity disorder: a randomized controlled trial. Nutrition, 28,670-677. doi: 10.1016/j.nut.2011.12.009
- Ministerio de Protección Social. (2010). Encuesta Nacional de la Situación Nutricional en Colombia-ENSIN. Recuperado de <http://www.icbf.gov.co/portal/page/portal/Descargas1/Resumenfi.pdf>
- Ministerio de Salud y Protección Social. Resolución 2674 de 2013. Bogotá., 2013. Recuperado de <https://www.invima.gov.co/normatividad-sp-510373846/ alimentos/resoluciones-alimentos/resoluciones-2013/3165-resolucion-2674-del-22-de-julio-de-2013-.html>
- Morales, Jessica., Sanhueza, Julio., Valenzuela, Rodrigo., Valenzuela, B, Alonso. (2013). Ácido docosahexaenoico (DHA), un ácido graso esencial a nivel cerebral. Revista Chilena de nutrición, 48(4), 383-390.
- Moreno, C, Vivian J. (2013). Efecto de tres concentraciones de grasa y dos niveles de acidez en un yogur estilo griego. (Tesis de grado). Escuela Agrícola Panamericana., Zamorano, Honduras.
- Moreno. G, Juan Pablo. (2010). Evaluación de los ácidos grasos Omega-3 y Omega-6 presentes en los alimentos enriquecidos que se expenden en los supermercados de Riobamba. (Tesis de pregrado). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba. Ecuador.
- Moreno, Ch, Corpus. (2012). Análisis del ciclo de vida del proceso de fabricación del yogur. (Tesis de maestría). Universidad Politécnica de Catalunya. Catalunya, España.

Navas, B. Iván., Arciniegas, P. Iván. (2008). Estudio del proceso de elaboración del yogurt batido con extracto natural de albahaca (*ocimum basilicum* L). (Trabajo de grado). Universidad industrial de Santander. Bucaramanga, Colombia

Neuringer, M. (2000). Infant vision and retinal function in studies of dietary long-chain polyunsaturated fatty acids: methods, results, and implications. *American Journal of Clinical Nutrition*, 71(1), 256-267.

Núñez, Margarita. (2015). Métodos de Estimación de la vida útil de los alimentos. DOI: 10.13140/RG.2.1.1159.9840

Oliver, P, Andreu., Segura, P, Catalina., Bonet, P, María Luisa., Serra, V, Francisca., Oliver, V, Paula., Rodríguez, G, Ana, M., Ribot, R, Joan. (2008). El libro Blanco de las grasas en la alimentación funcional. Barcelona, España. Unilever.

Olsen SF, Osterdal ML, Salvig JD, Mortensen LM, Rytter D, Secher NJ, Henriksen TB. (2008). Fish oil intake compared with olive oil intake in late pregnancy and asthma in the offspring: 16 y of registry-based follow-up from a randomized controlled trial. *Am J Clin Nutr.* 2008, 88, 167–75.

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. FAO. (2012). Grasas y ácido grasos en nutrición humana Consulta expertos. Recuperado de <http://www.fao.org/docrep/017/i1953s/i1953s.pdf>

Parletta, Natalie., Frensham, Lauren J. (2012). Influences of micronutrient and Omega-3 fatty acid supplementation on cognition, learning, and behavior: Methodological considerations and implications for children and adolescents. *Nutrition Review*, 70(19), 594-610. DOI: 10.1111/j.1753-4887.2012.00516.x

Parra, H, Ricardo. A. (2012). Yogurt en la salud humana. *Revista Lasallista de Investigación*, 9(2), 162-177.

Perera H, Jeewandara K, Seneviratne S, Guruge C. (2012). Combined w 3 and w 6 supplementation in children with Attention-Deficit Hyperactivity Disorder (ADHD) refractory to methylphenidate treatment. A double blind, placebo-controlled study. *Journal of Child Neurol* ,27, 747-753.

- Pérez-Cruz, Elizabeth, J. A.-B., Arturo Reyes-Marín, Ulises Rodríguez-Wong, Nancy Jannet Ruiz-Pérez, Jaime Sánchez-Navarrete, María del Rocío Montes-Vera, Jorge Cruz-Rico. (2013). Efecto de los ácidos grasos poliinsaturados Omega-3 en pacientes con cáncer. *Rev Hosp Jua Mex*, 80(1), 20-27.
- Pérez, P. Ma Pilar. , Lorenzo, D. Elena. (2006). Ácidos grasos poliinsaturados: relación con el funcionamiento de los diferentes órganos y su implicación en el proceso de la pérdida de la memoria en el envejecimiento. (Trabajo de maestría). U.A.B, Madrid, España.
- Ramos, D. Rosa. (2009). Estudio del neurodesarrollo hasta los 4 años de edad de una población de niños cuyas madres han sido suplementadas con DHA durante la segunda mitad de la gestación. (Tesis de Doctorado). Universidad de Granada, Granada, España
- Rendón, Leyva. Adolfo. (2011). DHA y funcionamiento cerebral:¿Cuáles son los beneficios? *Revista Mexicana de Neurociencia*, 12(6), 365-372.
- Reyes, C. M., Ramírez., Vélez, Jorge, F. (2015). Propiedades Físicoquímicas y de flujo de un yogur asentado enriquecido con microcápsulas que contienen ácidos grasos Omega-3. *Información Tecnológica*, 26(5), 87-96.
- Reyes, P. Marta. (2015). Elaboración de salchichas de pollo, bajas en grasa y ricas en fibra y Omega-3. (Trabajo de grado). Universidad Politécnica de Valencia, Valencia, España
- Riediger, N. D., Othman Ra Fau - Suh, M., Suh M Fau - Moghadasian, M. H., & Moghadasian, M. H. (2008). A systemic review of the roles of n-3 fatty acids in health and disease. *Journal of American Dietetic Association*, 109(4), 668-679
- Rodríguez, H, Pedro. (2015). Omega-3 and neurodevelopment. Rosa G López. (Presidencia), Simposium Omega-3.Simposio llevado a cabo en 43ª reunión Anual Conjunta de las Sociedades canarias de Pediatría, Santa Cruz de Tenerife, España.

- Rodríguez, S, Raquel., Rojo, M, Gustavo., Martínez, R, Rosa., Piña, R, Hugo., Ramírez, V, Benito., Vaquera, H, Humberto., Cong, H, Milagros. (2014). Envases inteligentes para la conservación de alimentos. *Rev Ra Ximhai*, 10 (6), 151 – 173.
- Rodriguez, Peula, Manuel. (2013). *Envasado y acondicionamiento de productos lacteos*. Malaga.IC editorial.
- Rognlien, Marnie. (2010). *Yogurt as a Vehicle for Omega-3 Fatty Acid Enrichment*. (Thesis of master of Science). Virginia Polytechnic Institute and State University. United States: Virginia.
- Rojas, Wendy Natalia., Chacón, Alejandro., Pineda, C, María Lourdes. (2007). Características del yogurt batido de fresa derivadas de diferentes proporciones de leche de vaca y cabra. *Rev. Agronomía Mesaoamericana*, 18 (2), 221 – 237.
- Rustan, Arild, Drevon, Christian. (2005). *Fatty Acids: Structures and Properties*. Encyclopedia of life sciences [versión Electronica].Oslo, Noruega: John Wiley & Sons, Ltd., <http://www.els.net> 1-7.
- Saldanha, A. Leila G., Salem, Jr. Norman., Brenna, J. Thomasc. (2009). Workshop on DHA as a required nutrient: Overview. *Elsevier*, 81, 233-236.
- Saldanha, L.G., Salem Jr, N., & Brenna, J. T. (2009). Workshop on DHA as a required nutrient: Overview. *Prostaglandins, Leukotrienes and Essential Fatty Acids*, Elsevier. 81(2–3), 233-236. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.plefa.2009.07.001>.
- Sánchez, Guisado, María Jesús. (2013). Ácido Docosahexaenoico esencial para nuestras vidas. *MoleQla*, 11, 72-74.
- Sanhueza, Julio., Nieto, Susana., Valenzuela, Alfonso. (2006). Docosahexaenoic acid (DHA), essentiality and requirements: why and how to provide supplementation. *Inta*, 57(2), 229-237.


- Sanhueza, Julio., Nieto, Susana., Valenzuela, Alfonso. (2009). Aceites de origen marino; su importancia en la nutrición y ciencia de alimentos. *Revista Chilena de Nutrición*, 36(3), 246 – 257.
- Sanz. P, A., Sanchis. María., García. Malpartida, K., García. Gómez, María del Carmen. (2012). Propuesta de perfil de ácidos grasos Omega-3 en nutrición enteral. *Nutrición Hospitalaria*, 27 (6),1782-1802.
- Sapieha, P., Chen J Fau - Stahl, A., Stahl A Fau - Seaward, M. R., Seaward Mr Fau- Favazza, T. L., Favazza TI Fau - Juan, A. M., Juan Am Fau - Hatton, C. J. Smith, L. E. (2012). Omega-3 polyunsaturated fatty acids preserve retinal function in type 2 diabetic mice. *Nutrition & Diabetes*. 23, 2e-36
- Sauerwald, T. U., Demmelmair H Fau - Koletzko, B., & Koletzko, B. (2001). Polyunsaturated fatty acid supply with human milk. *Lipids*, 36(9), 991-996.
- Serfert, Y., Drosch, S., Schwarz, K. (2010) Sensory odour profiling and lipid oxidation status of fish oil and microencapsulated fish oil. *Elsevier*, 123 (4), 968-975.
- Silva. P, Paula., Natal. Gómez, Dorina Isabel., Ferreira, Hiani Aparecida., Souza.D, Maria.I., Machado. R, Sonia., Duarte. M, Hércia.S. (2013). Characterization of cereal bars enriched with dietary fiber and Omega-3. *Revista Chilena de Nutrición*, 40 (3), 269-273.
- Stillwell, W., & Wassall, S. R. (2003). Docosahexaenoic acid: membrane properties of a unique fatty acid. *Chemistry and Physics of Lipids*, 126(1), 1-27. doi: [http://dx.doi.org/10.1016/S0009-3084\(03\)00101-4](http://dx.doi.org/10.1016/S0009-3084(03)00101-4).
- Su Pak, Chol. Stability and quality of fish oil during typical domestic application. (Final Project). Wonsan University of Fisheries. Kangwon, Korea
- Swanson, Danielle., Bock, Robert., Mousa, A Skaker. (2012). Omega-3 fatty Acids EPA and DHA: Health benefits throughtout life. *American Soceity for Nutricition. Adv. Nut*, 3, 1-7.

- Swanson, Danielle Block, Robert, Mousa, Shaker A. Mousa. (2016). Omega-3 Fatty Acids EPA and DHA: Health Benefits Throughout Life. American Society for Nutrition, 3, 1–7.
- Torres, Iliana, Cortés, Missael, Cabrera, Kennth. (2012). Desarrollo de una galleta dulce adicionada con fuente de Omega-3 como alimento funcional. Revista de la facultad de química farmacéutica, 19(1), 24-33.
- USDA. (2015). Tesauro y glosario agrícola. [Versión electrónica]. Maryland, EU: Tesauro Agrícola de la Biblioteca Nacional de Agricultura., http://agclass.nal.usda.gov/agt_es.shtml
- Uauy R. Gerber M. (2012). Grasas y ácidos grasos en nutrición humana. Consulta de expertos. Estudio FAO Alimentación y Nutrición.
- Valenzuela, Alonso., Valenzuela, Rodrigo. (2014) Ácidos grasos Omega-3 en la nutrición ¿Cómo Aportarlos? Revista Chilena de Nutrición, 41(2), 205- 211.
- Valenzuela B. Alfonso, Sanhueza C Julio. (2009). Aceites de origen marino; su importancia en la nutrición y en la ciencia de alimentos. Revista Chilena de Nutrición. 36 (3), 246-257.
- Valenzuela, R., Bascuñan, K., Valenzuela, A. & Chamorro, R. (2009). Omega-3 fatty acids, neurodegenerative and psychiatric diseases:a new preventive and therapeutic approach. Rev Chil Nutr,36 (4), 1120-1228.
- Valenzuela, Rodrigo., Tapia O, Gladys., González, Marcela., Valenzuela, Alfonso. (2011). Ácidos Grados Omega-3 (EPA – DHA) y su aplicación en diversas situaciones clínicas. Revista Chilena de Nutrición, 38(3), 356 - 367.
- Waitzberg, Dan Linetzky., Garla, Priscila. (2014). Contribución de los Ácidos Grasos Omega-3 para la Memoria y la Función Cognitiva. Revista Nutrición Hospitalaria, 30(3), 467-477.

- Watts, B.M., Ylimaki, G.L., Jeffery, L.E., Elías, L.G. (1992). Métodos sensoriales básicos para la evaluación de alimentos. Recuperado de <https://hdl-bnc.idrc.ca/dspace/bitstream/10625/12666/1/IDL-12666.pdf>
- Walker, Rebecca., Decker, A Eric., McClements, David,J. (2014). Development of food-grade nanoemulsions and emulsions for delivery of Omega-3 fatty acids: opportunities and abstacles in the food industry. *Food Funct*, 1, 42-55.
- Werkhoff, P., Roloff, M. (1997). Bebidas “DHA”. *Revista Contact*, 2, 3-10.
- Whelan, J., Rust, C.(2006). Innovative dietary sources of n-3 fatty acids. *Annual review of Nutrition*,26, 75 – 103.
- Zapata, F. (2005). Modulación del sistema inmune por el ácido docosahexaenoico: efecto sobre la célula dendrítica. (Tesis Doctoral). Universidad de Barcelona. Barcelona, España.
- Xu, Riu. (2015). Important Bioactives Properties of Omega-3 fatty acids review. *Ital. J. Food Sci*, 27,129-135.

Apéndices

1. Apéndice A. Conservante. Sorbato de potasio

 <p>cimpa[®] s.a.s.</p> <p>Insumos y tecnología para la industria alimentaria</p>	<p>FICHA TECNICA SORBATO DE POTASIO</p>	CI-260 / 012
		Versión 001
		Página 1 de 3
		Fecha de Emisión: 05-06-13

SINGSINO GROUP LIMITED

Descripción

Polvo cristalino blanco o amarillo claro, punto de fusión 270°C. Fácilmente soluble en agua (67.6g/100ml, 20°C), en 5% de agua salada (47.5g/100ml, temperatura ambiente), 25% en agua con azúcar (51g/100ml, temperatura ambiente). Soluble en propilenglicol (5.8g/100ml), en alcohol (0.3g/100ml). Valor de pH de la solución al 1%: 7 ~ 8. Su peso molecular es de 112.12 g/mol.

Áreas de aplicación

El producto se utiliza principalmente en la conservación de productos alimenticios en general, medicina, y cosmética, se considera de baja toxicidad.

Beneficios

Conservante antimicrobiano.
Inhibidor de mohos y levaduras en bebidas y productos en general.

Dosis

0.05% - 0.1 % gramos/litro o Kg y/o según el producto a elaborar y su formulación.

Composición

Sorbato de potasio.

Especificaciones físico-químicas

Apariencia:	Agujas incoloras o blancas y/o polvo.
Identificación:	Positiva
Pureza:	99.0% - 101.0%
Alcalinidad (como K ₂ CO ₃):	≤ 1.0%
Acidez (como ácido sórbico):	≤ 1.0%
Aldehído (como formaldehído):	≤ 0.1%
Pérdida en seco:	≤ 1.0%
Impurezas volátiles orgánicas:	se reúnen los requisitos
Disolventes residuales:	cumplen los requisitos

Avenida Américas 63 - 05 PBX: 420 20 97 Bogotá D.C.	cimpag@cimpa.com.co www.cimpa.com.co	Parque Agroindustrial de la Sabana Bodega 97 - 98. Tel. 091 894 82 25 Km 1 Vía Mosquera - Bogotá
---	---	--



Insumos y tecnología para la Industria alimentaria

**FICHA TECNICA
SORBATO DE
POTASIO**

CI - 260 / 012

Versión 001

Página 2 de 3

Fecha de Emisión: 05-06-13

Especificaciones microbiológicas

No aplica.

Especificaciones de metales pesados

Plomo (Pb)	≤ 2 mg/kg
Mercurio (Hg)	≤ 1 mg/kg
Arsénico	≤ 3 mg/kg
Metales pesados	≤ 10 mg/kg

Datos nutricionales

No aplica.

Almacenamiento

Conservar en el envase de origen, en lugar fresco y seco. No exponer directamente a la luz solar.

Embalaje

Caja de cartón con forro de PE-. Peso neto 25 kg o 50 libras.

Pureza y legislación

Deben siempre consultarse las regulaciones alimentarias locales respecto al estatus legal de este producto, así como la legislación relativa a su uso en alimentos, ya que puede variar de un país a otro. Se puede obtener información acerca del estado legal de este producto bajo petición.

Seguridad y manipulación

La hoja de seguridad del material esta disponible según se requiera.

País de origen

China

Certificación Kosher

Disponible según requerimiento.

Avenida Américas 63 - 05
PBX: 420 20 97
Boacotá D.C.

cimpacimpa.com.co
www.cimpa.com.co

Parque Agroindustrial de la Sabana
Bodega 97 - 98. Tel: 091 894 82 25
Km 1 Via Mosquera - Boacotá



Insumos y tecnología para la Industria alimentaria

FICHA TECNICA
SORBATO DE
POTASIO

CI - 260 / 012

Versión 001

Página 3 de 3

Fecha de Emisión: 05-06-13

GMO

No aplica.

Alérgenos

El producto no contiene ninguno de los ingredientes de la lista de alérgenos de la EC.




CIMPA S.A.S. declara que los resultados reportados en el presente certificado, son tomados de la información suministrada por nuestro Proveedor, por lo tanto se fundamenta en sus técnicas de análisis autorizados. Dicha información se exige a Nuestros Clientes de realizar sus propios análisis.

Avenida Américas 63 - 05
PBX: 420 20 97
Bogotá D.C.

cimpag@cimpa.com.co
www.cimpa.com.co

Parque Agroindustrial de la Sabana
Bodega 97 - 98. Tel: 091 894 82 25
Km 1 Via Mosquera - Bogotá

2. Apéndice B. Potenciador de la viscosidad: Goma Xanthan

 <p>cimpa s.a.s. Insumos y tecnología para la industria alimentaria</p>	<p>FICHA TECNICA GOMA XANTHAN</p>	CI - 260 / 012
		Versión 001
		Página 1 de 3
		Fecha de Emisión: 28-05-13

Descripción

La goma xanthan es un polisacárido de alto peso molecular producido por fermentación con *Xanthomonas campestris* en las condiciones de medio, pH, O₂ - purificado, secado y molido.

Áreas de aplicación

La goma xanthan puede ser ampliamente utilizada en más de veinte campos industriales, tales como alimentos, farmacéutica, química fina, agricultura, extracción de petróleo. Actúa como texturizador.

Beneficios

En comparación con otros tipos de goma, goma xanthan tiene muchas ventajas.

1. Potenciador de la viscosidad, soluble en agua.
2. Excelente estabilidad a la amplia gama de temperatura y el cambio de pH.
3. Estable en medios ácido, alcalino, salmuera.
4. Acción sinérgica perfecta con: goma guar, goma de algarrobo y otras gomas.

Dosis

0.1% a 0.2% y/o según el producto a elaborar y su formulación.

Composición

Goma Xanthan.

Especificaciones físico-químicas

Apariencia:	polvo blanco y/o poco amarillo.
Tamaño de partícula (80 mallas)	100 %
Viscosidad:	1000 cps min.
Propiedad de tensión superficial:	6.0 min.
Perdida en seco:	13 % máx.
Ceniza:	13 % máx.
Nitrógeno:	1.5 % máx.

Avenida Américas 63 - 05 PBX: 420 20 97	cimpag@cimpa.com.co www.cimpa.com.co	Parque Agroindustrial de la Sabana Bodega 97 - 98. Tel. 091 894 82 25
--	---	--

 Insumos y tecnología para la industria alimentaria	FICHA TECNICA GOMA XANTHAN	CI - 260 / 012
		Versión 001
		Página 2 de 3
		Fecha de Emisión: 28-05-13

Especificaciones microbiológicas

Recuento total en placa	2000 pcs/g máx.
Levaduras/Mohos	150 pcs/g máx.
E.coli:	negativo

Especificaciones de metales pesados

Arsénico:	3 ppm máx.
Metales pesados:	5 ppm máx.

Datos nutricionales

No aplica.

Almacenamiento

Conservar en un lugar fresco, seco y ventilado.

Embalaje

Bolsas de papel kraft de 25 kg.

Pureza y legislación

Deben siempre consultarse las regulaciones alimentarias locales respecto al estatus legal de este producto, así como la legislación relativa a su uso en alimentos, ya que puede variar de un país a otro. Se puede obtener información acerca del estado legal de este producto bajo petición.

Seguridad y manipulación

La hoja de seguridad del material esta disponible según se requiera.

País de origen

China

Certificación Kosher

Disponible según requerimiento.



Insumos y tecnología para la industria alimentaria

FICHA TECNICA
GOMA XANTHAN

CI - 260 / 012

Versión 001

Página 3 de 3

Fecha de Emisión: 28-05-13

GMO

Disponible según requerimiento.


Alérgenos

Este producto no contiene alérgenos.



CIMPA S.A.S. declara que los resultados reportados en el presente certificado, son tomados de la información suministrada por nuestro Proveedor, por lo tanto se fundamenta en sus técnicas de análisis autorizados. Dicha información no exime a Nuestros Clientes de realizar sus propios análisis.

3. Apéndice C. Edulcorante: Glucosa

 <p>cimpa[®] s.a.s.</p> <p>Insumos y tecnología para la Industria alimentaria</p>	<p>FICHA TÉCNICA AZÚCAR MICROPULVERIZADA BLANCO</p>	CI-260 / 011
		Versión 003
		Página 1 de 4
		Fecha de Emisión: 02-03-15

Descripción

Producto obtenido a través de un proceso de molienda del azúcar refinado, con adición de anticompactante.

Descripción general de proceso.

El azúcar refinada de caña, se alimenta de manera continua a un molino de impacto junto con un agente anticompactante, donde se logra la reducción de tamaño en los cristales de azúcar y la mezcla homogénea de los dos productos. El material obtenido en el molino, se recupera mediante un ciclo filtro, para ser empacado en presentaciones comerciales.

Áreas de aplicación

Repostería como ingrediente de las masas, espolvoreado, figuras de azúcar, cremas, rellenos de snacks o galletas, productos farmacéuticos en polvo o pastillas, mezclas en polvo (natillas, leche de soya, etc.), confitería, mezclas con goma base para chicles.

Beneficios

Endulzante, anticompactante, fácil solubilidad.

Dosis

Según el producto a elaborar y su formulación.

Composición

Sacarosa 95% mín. Y anticompactante 5% máx.

Especificaciones físico-químicas

Características organolépticas

Característica	Método de Medición	Especificación
Apariencia	Sensorial	Polvo Fino
Color	Sensorial	Blanco
Sabor	Sensorial	Dulce característico

<p>Avenida Américas 63 - 05 PBX: 420 20 97 Bogotá D.C.</p>	<p>cimpagcimpa.com.co www.cimpa.com.co</p>	<p>Parque Agroindustrial de la Sabana Bodega 97 - 98. Tel. 091 894 82 25 Km 1 Vía Mosquera - Bogotá</p>
--	--	---

 cimpa s.a.s. Insumos y tecnología para la Industria alimentaria	FICHA TÉCNICA AZÚCAR MICROPULVERIZADA BLANCO	CI-260 / 011
		Versión 003
		Página 2 de 4
		Fecha de Emisión: 02-03-15

Características Físico – Químicas

Polarización	Polarimetría	95 mín.
Color	Espectrofotometría	35 máx.
Humedad	Perdida de peso en secado	0.350 máx.
Cenizas	Conductimetría	0.050 máx.
Sulfitos*	Colorimetría	5.0 ppm máx.

Granulometría

Retenido malla 80	Tamizaje	3.0 máx.
Retenido malla 100	Tamizaje	10.0 máx.
Retenido malla 200	Tamizaje	15.0 máx.
Pasa malla 325 (para exportación)	Tamizaje	60.0 mín.

Especificaciones microbiológicas

Mesófilos*	Siembra en placa	200 ufc/g máx.
Hongos*	Siembra en placa	100 ufc/g máx.
Levaduras*	Siembra en placa	100 ufc/g máx.
Coliformes totales*	Siembra en placa	Ausencia
Coliformes fecales*	Siembra en placa	Ausencia

Especificaciones de metales pesados

Arsénico*	Absorción atómica	1.0 máx.
Cobre*	Absorción atómica	2.0 máx.
Plomo*	Absorción atómica	2.0 máx.

Datos nutricionales

Carbohidrato total	9.5 g
Azúcares	9.5 g
Sodio	0 mg
Proteína	0 g

Almacenamiento

Lugar seco, aislado de humedad y materiales que puedan transferir sabor y olor.

Evitar dejar el producto expuesto al ambiente una vez abierto.

Vida útil: 1 año a 30°C +/- 2°C y Humedad Relativa de 60% +/- 5%. A mayor temperatura y humedad, puede presentarse atornamiento.

 <p>cimpa s.a.s. Insumos y tecnología para la Industria alimentaria</p>	<p>FICHA TÉCNICA AZUCAR MICROPULVERIZADA BLANCO</p>	CI-260 / 011
		Versión 003
		Página 3 de 4
		Fecha de Emisión: 02-03-15

Embalaje

Saco de polipropileno laminado con liner de 25 kg.

Nota: Cada saco está marcado con un número en tinta, el cual denota un consecutivo de producción. También lleva impresa la fecha de producción y fecha de vencimiento.

Pureza y legislación

Legislación: Resolución 5109 de 2005 (requisitos etiquetado.)

Decreto 3075 de 1997.

Resolución 333 de 2011.

Resolución 2674 de 2013 Requisitos Sanitarios para alimentos y materias primas de alimentos.

Deben siempre consultarse las regulaciones locales en materia de alimentación referentes a la situación de este producto, ya que la legislación sobre su uso puede variar de un país a otro. Podemos facilitar más información sobre el estado legal de ese producto a petición.

Seguridad y manipulación

La hoja de seguridad del material está disponible según se requiera.

Transporte terrestre y motonaves

Nota: los vehículos para transporte del producto deben estar vacíos, limpios, libres de olores, tener carpas completas, ausencia de grasa, de humedad y estar libres de insectos y plagas.

País de origen

Colombia.

Certificación Kosher

Disponible según requerimiento.



FICHA TÉCNICA
AZÚCAR
MICROPULVERIZADA
BLANCO

CI-260 / 011

Versión 003

Página 4 de 4

Fecha de Emisión: 02-03-15

GMO

Disponible según requerimiento.

Alérgenos

Disponible según requerimiento.



CIMPA S.A.S. declara que los resultados reportados en el presente certificado, son tomados de la información suministrada por nuestro Proveedor, por lo tanto se fundamenta en sus técnicas de análisis autorizados. Dicha información se exige a Nuestros Clientes de realizar sus propios análisis.

 Insumos y tecnología para la Industria alimentaria	FICHA TECNICA YO-MIX 207 LYO 250 DCU	CI - 260 / 02
		Versión 001
		Página 2 de 4
		Fecha de Emisión: 24-04-13

Características

- La forma liofilizada facilita el uso y almacenamiento de los cultivos.
- YOMIX 207 LYO 250 DCU es una mezcla de cepas seleccionadas para inoculación directa en tina, cuidadosamente elegidas y combinadas para responder a las necesidades de acidificación, textura y sabor.
- Están especialmente desarrollados para proveer un mínimo de 10 E6 de las cepas L.Acidophilus+Bifidobacterium lactis por ml en leche fermentada.
- YO-MIX 207 LYO 250 DCU acidifica rápidamente hasta pH 4.80 - 4.70 y luego disminuye la velocidad de acidificación hasta alcanzar un pH más bajo. Esta característica permite un mejor control de pH durante el proceso y su vida útil. Provee una textura viscosa y un sabor limpio a yogurt.

Una alternativa de rotación se encuentra disponible a su requerimiento.

Especificaciones físico-químicas

Cuantitativa/Actividad estandarizada

Test medio:

Leche reconstituida esterilizada(12% sólidos) calentar 20 min a 110°C. Estandarizar a pH 6.80

Temperatura de inoculación :	42 °C
Tasa de inoculación:	25 DCU / 100 l
Delta pH:	1,80
Tiempo para alcanzar el delta pH:	<= 6 horas

Especificaciones microbiológicas

Control de calidad Microbiológico - métodos y valores estándar.

Bacteria no ácido láctico	< 500 CFU/g
Enterobacterias	< 10 CFU/g
Levaduras y Mohos	< 10 CFU/g
Enterococci	< 100 CFU/g
Coagulase-positivo	< 10 CFU/g
Staphylococci	
Listeria monocytogenes	neg. / 25 g
Salmonella spp	neg. / 25 g

Los métodos analíticos están disponibles por la petición.

 cimpa [®] s.a.s. Insumos y tecnología para la Industria alimentaria	FICHA TECNICA YO-MIX 207 LYO 250 DCU	CI - 260 / 02
		Versión 001
		Página 3 de 4
		Fecha de Emisión: 24-04-13

Especificaciones de metales pesados

No aplica.

Datos nutricionales

No aplica.

Almacenamiento

18 meses de fecha de producción a < 4°C

Embalaje

Sobres fabricados con 3 capas de material (polietileno, aluminio y poliéster).

Cantidad

Unidad de venta: 1 caja con 50 sobres.

Pureza y legislación

YO-MIX 207 LYO 250 DCU cumple con la normativa Europa de Alimentación.
 Las regulaciones locales sobre este producto deberían ser siempre consultadas, ya que la legislación en cuanto al uso en la alimentación puede variar en función de cada país.

Seguridad y manipulación

La ficha de seguridad esta disponible bajo petición.

País de origen

Francia

Certificación Kosher

Certificación Kosher OUD

Certificación Halal

Certificado por Islamic Food Council of Europe

 cimpa [®] s.a.s. Insumos y tecnología para la Industria alimentaria	FICHA TECNICA YO-MIX 207 LYO 250 DCU	CI - 260 / 02
		Versión 001
		Página 4 de 4
		Fecha de Emisión: 24-04-13

GMO

YO-MIX 207 LYO 250 DCU no consiste de, no contiene, no está producido por organismos genéticamente modificados de acuerdo a la Regulación 1829/2003 (UE) y la Regulación 1830/2003 (UE) del Parlamento Europeo en la Reunión del 22 de septiembre del 2003.

Información adicional

Certificación ISO 9001
 Certificación ISO 22000
 Certificación FSSC 22000

Alérgenos

Esta tabla indica la presencia de los producto alérgenos y derivados siguientes:

Si	No	Alérgenos	Descripción de los componentes
	X	Trigo	
	X	Otros cereales que contengan gluten	
	X	Crustáceos	
	X	Huevos	
	X	Pescado	
	X	Cacahuets	
	X	Soja	
X		Leche (incluida la lactosa)	
	X	Frutos de cascara	
	X	Apio	
	X	Mostaza	
	X	Granos de sésamo	
	X	Anhidrido sulfuroso y sulfitos (>10mg/kg)	
	X	Altramucos	
	X	Moluscos	

Las regulaciones locales deberán siempre ser consultadas ya que los requerimientos de etiquetado de alérgenos pueden variar en función del país.




CIMPA S.A.S. declara que los resultados reportados en el presente certificado, son tomados de la información suministrada por nuestro Proveedor, por lo tanto se fundamenta en sus técnicas de análisis autorizados. Dicha información no exime a Nuestros Clientes de realizar sus propios análisis.

Avenida Américas 63 - 05
 PBX: 420 20 97
 Bogotá D.C.

cimpa@cimpa.com.co
 www.cimpa.com.co

Parque Agroindustrial de la Sabana
 Bodega 97 - 96. Tel: 091 894 82 25
 Km 1 Vía Mosquera - Bogotá

5. Apéndice E. Omega-3. Alsec

	FICHA TÉCNICA	Código	FT-DHA/EPA-10
		Versión	03
		Fecha	01 / 04 / 16

**NUTRITIONAL OIL POWDERS:
OMEGA-3
ACEITE DE PESCADO
REF: DHA/EPA-10**

DESCRIPCIÓN	<p>Es un ingrediente funcional, con un contenido del 10% del aceite esencial omega 3 de cadena larga (DHA y EPA), proveniente de aceite de pescado (Especies usadas: Anchoqueta, Jurel, Sardinas y Salmon) extra refinado, desodorizado.</p> <p>Aporta un alto valor nutricional y energético, que al ser aplicado en su producto, genera en él características de funcionalidad.</p> <p>Nuestro omega 3 se encuentra finamente encapsulado, para promover un ligero sabor cremoso y lácteo. Es de fácil dosificación en todo proceso, otorgándole al producto final cremosidad y suavidad.</p>	
PARAMETROS FISICOQUIMICOS		
% Humedad (Máx.)	5,00	AOAC 977.10
% Grasa (Min.)	34,00	AOAC 960.39
% DHA + EPA (Min.)	10,00	Método AOAC 996.06-CG
% DHA	4,00	
% EPA	6,00	
Granulometría (% Pasante)	M 30 100%	AOAC 983.23
Color en polvo	Crema	GTC-165
Sabor	Graso, cremoso, lácteo, característico del producto.	GTC-165
Olor	Característico del producto, ligeramente lácteo.	GTC-165
PARAMETROS MICROBIOLÓGICOS		
Recuento de aerobios mesófilos (UFC/g)	< 1000	Recuento en Placa



Cra 54 N° 79 B Sur 55 La Estrella – Antioquia
Tel: (574) 3792909 Fax: (574) 2798011
www.alsec.com.co
e-mail: info@alsec.com.co

La información contenida está dada a título de las posibilidades técnicas de utilización del producto, no implicando garantía de resultado y no constituye el sustrato de la verificación de certificaciones. Dichas certificaciones de uso controlado en la legislación vigente. La responsabilidad del sustrato debe recaer por el mismo el uso adecuado del producto para sus propósitos específicos y según las precauciones que sean necesarias. ALSEC S.A., se reserva el derecho de modificar las especificaciones del producto y declina toda responsabilidad por cada caso en particular debido a que no tenemos control sobre su aplicación.

	FICHA TÉCNICA	Código	FT-DHA/EPA-10
		Versión	03
		Fecha	01 / 04 / 16
Coliformes Totales (NMP/g)	< 3	Número más probable	
Coliformes Fecales (NMP/g)	< 3	Número más probable	
Recuentos totales Mohos y Levaduras (UFC/g)	< 100	Recuento en Placa	
Recuento de Estafilococos coagulasa positiva (UFC/g)	< 200	Recuento en placa	
PRESENTACIÓN COMERCIAL			
Saco de polipropileno laminado y bolsa interior de polietileno por 25,00 Kg. neto.			
VENTAJAS			
<ul style="list-style-type: none"> • Contenido de omega-3 de cadena larga DHA y EPA (10%) que le aporta un alto valor funcional a sus productos. • Es un producto nutracéutico. • Alto valor nutricional y energético. • Fácil dosificación e incorporación con los demás componentes de la formulación. • Ingredientes naturales. 			
APLICACIONES			
Sopas, salsas, helados, quesos, maltasadas, avenas, rellenos de chocolatería y galletas, mermeladas, cremas blanqueadoras para café, mezclas en polvo, sorbetes, mezclas lácteas, bebidas lácteas y no lácteas, barras de cereales, bebidas nutracéuticas y suplementos vitamínicos. Embutidos cárnicos como salchichas, jamón, chorizos entre otros y concentrados para alimentación animal.			
DOSIFICACION			
En Febrero de 2011 el ministerio de la Protección Social, en su Resolución 0333, determina que los contenidos de Omega 3 para contar con los «Labelings nutricionales» deben ser:			
ALTO en Ácidos grasos omega-3: por 100 g y por 100 kcal, el alimento debe contener al menos 80 mg de la suma de ácido eicosapentanoico (EPA) y ácido docosahexanoico (DHA).			
Es decir que se debe adicionar al menos 0,8 gramos de "DHA/EPA10" por 100g de producto.			
BUENA FUENTE DE ácidos grasos omega-3: por 100 g y por 100 kcal, el alimento debe contener al menos 40 mg de la suma de ácido eicosapentanoico (EPA) y ácido docosahexanoico (DHA).			
Es decir que se debe adicionar al menos 0,4 gramos de "DHA/EPA10" por 100g de producto.			
CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO			
Almacenar en lugar fresco y seco, a temperaturas inferiores a 27° C, humedad relativa no superior al 65%, alejado de la luz directa del sol, focos de contaminación y humedad.			
VIDA UTIL			
9 Meses a las condiciones de almacenamiento especificadas, en su empaque original.			



Cra 54 N° 79 B Sur 55 La Estrella – Antioquia
 Tel: (574) 3792909 Fax: (574) 2798011
www.alsec.com.co
 e-mail: info@alsec.com.co

La información contenida más allá a título de las posibilidades técnicas de utilización del producto, no implica garantía de resultado y no constituye el sustrato de la certificación de resultados. Las condiciones de uso controladas en la legislación vigente. La responsabilidad del usuario. Se reserva el derecho de modificar las especificaciones del producto y declarar todo copyright para cada caso en particular. Se debe a que se reserva control sobre su aplicación.

	FICHA TÉCNICA	Código	FT-DHA/EPA-10
		Versión	03
		Fecha	01 / 04 / 16

INSTRUCCIONES DE MANEJO

Después de abierto consumir en el menor tiempo posible, proteger de ambientes húmedos, en caso de presentarse derrames limpiar rápidamente el área y desechar el material.

DECLARACIÓN DE ALERGENOS

No.	ALERGENO (Apéndice III bis 2003/89/Directiva CE, ampliación 2006/142/Directiva CE)	Código *
1	Apio y productos elaborados con él.	---
2	Cereales que contienen gluten (Ej. Trigo, centeno, cebada, avena, kamut o sus semillas híbridadas) o productos elaborados con él.	---
3	Crustáceos y productos elaborados con ellos.	---
4	Moluscos y productos elaborados con ellos.	---
5	Altramucos (<i>Lupinus albus</i> , <i>Anagyris foetida</i>) y productos a base de altramucos.	---
6	Peces y productos elaborados con ellos.	+++
7	Leche y productos lácteos (incluyendo lactosa).	+++
8	Huevo y productos elaborados con él.	---
9	Mostaza y productos elaborados con ella.	---
10	Maní y productos elaborados con él.	---
11	Semillas de ajonjolí y productos elaborados con ellas.	---
12	Semillas de soja y productos elaborados con ellas.	?
13	Dióxido de sulfuro y sulfitos a una concentración de más de 10 mg/Kg. o 10mg/l expresados como SO ₂ .	---
14	Nueces: Como almendras (<i>Amygdalus communis L</i>), avellana (<i>CorylusAvellana</i>), nuez (<i>Juglans regia</i>), anacardo (<i>Anacardium occidentale</i>), pecanas (<i>Carya illinoensis</i>), nueces del brasil (<i>Bertholletia excelsa</i>), macadamia, pistacho (<i>Pistacia vera</i>), nuez de queensland (<i>Macadamia ternifolia</i>) y productos elaborados con ellas.	---

(*) +++ Presencia, --- Ausencia, ? Puede contener trazas

OBSERVACION

Este producto es elaborado en una planta que hace uso de las siguientes materias primas: aceite de soja, aceite de pescado, huevo y derivados lácteos.



Cra 54 N° 79 B Sur 55 La Estrella – Antioquia

Tel: (574) 3792909 Fax: (574) 2798011

www.alsec.com.co

e-mail: info@alsec.com.co

La información contenida más allá a título de las posibilidades técnicas de utilización del producto, se respaldando garantía de resultado y se extiende al usuario de la verificación de resultados basándose en sus certificaciones de la legislación vigente. La responsabilidad del usuario determina por el mismo el uso adecuado del producto para sus propósitos específicos y adoptar las precauciones que sean necesarias. ALSEC S.A., se reserva el derecho de modificar las especificaciones del producto y decline toda responsabilidad para cada caso en particular. Señala a que se reserva control sobre su aplicación.