



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN ALIMENTOS

Y BIOTECNOLOGÍA

CARRERA DE INGENIERÍA EN ALIMENTOS

Alimentos funcionales – Una revisión básica del Estado del Arte y su
importancia en la Industria Alimentaria

Trabajo de Titulación, Modalidad: Proyectos de Investigación, previo la obtención del Título de Ingeniero en Alimentos, otorgado por la Universidad Técnica de Ambato, a través de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología.

Autor: Bryan Alexander Molina Cordonez

Tutora: PhD. Dayana Cristina Morales Acosta.

Ambato – Ecuador

Agosto - 2022

APROBACIÓN DE LA TUTORA

PhD. Dayana Cristina Morales Acosta

CERTIFICA

Que el presente trabajo de titulación ha sido prolijamente revisado. Por lo tanto, autorizo la presentación de este trabajo de Titulación bajo la modalidad Proyecto de Investigación, el mismo que responde a las normas establecidas en el Reglamento de Títulos y Grados de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología.

Ambato, 01 de agosto del 2022

PhD. Dayana Cristina Morales Acosta

C.I.: 1804135570

Tutora

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, Bryan Alexander Molina Cordonez manifiesto que los resultados obtenidos en el presente Trabajo de Titulación, modalidad Proyecto de Investigación, previo a la obtención del título de Ingeniero en Alimentos, son absolutamente originales, auténticos y personales, a excepción de las citas bibliográficas.



Bryan Alexander Molina Cordonez

C.I. 1725175820

Autor

APROBACIÓN DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los suscritos Profesores Calificadores, aprueban el presente Trabajo de Titulación, modalidad Proyecto de Investigación, el mismo que ha sido elaborado de conformidad con las disposiciones emitidas por la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología de la Universidad Técnica de Ambato.

Para constancia firman:

Presidente del Tribunal

Dr. Rubén Darío Vilcacundo Chamorro

C.I. 1802738102

MSc. Julio César Sosa Cárdenas

C.I. 1716650849

Ambato, 29 de agosto del 2022

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este Trabajo de Titulación o parte de él, como documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los Derechos en línea patrimoniales de mi Trabajo de Titulación, con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este, dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor.



Bryan Alexander Molina Cordonez

C.I.: 172517582-0

AUTOR

DEDICATORIA

Dedico esta tesis, primero a Dios por brindarme la sabiduría para seguir por el camino correcto, y no dejarme rendir en los momentos más difíciles en la consecución de mi objetivo de obtener mi título.

A mis padres, Arturo y Gladys por apoyarme económico, moral y psicológico, gracias a su esfuerzo puede llegar hasta estas instancias en mis estudios, siendo mi motor para nunca rendirme y seguir adelante.

A mis hermanas, Paola y Adriana por estar conmigo en los diferentes momentos de la vida, compartiendo alegrías, tristezas y emociones.

AGRADECIMIENTO

A mis padres, por siempre estar conmigo y no dejarme rendir en mis momentos de debilidad y darme el ejemplo para seguir adelante y conseguir mis metas.

A mi tutora PhD. Dayana Morales, por su paciencia y ayuda en la realización en mi trabajo de titulación.

A mi Facultad de Ciencia e Ingeniería en alimentos y Biotecnología por ser durante los últimos años como mi segundo hogar y vivir momentos que perduraran en mis recuerdos por toda la vida.

A mis amigos Jorge, Evelyn, Liseth y Daniela por brindarme su valiosa amistad en momentos buenos y malos que pasamos dentro de la universidad.

Gracias a todos

Bryan Molina

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

Contenido

| | |
|---|------|
| APROBACIÓN DE LA TUTORA..... | ii |
| DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD | iii |
| APROBACIÓN DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL DE GRADO..... | iv |
| DERECHOS DE AUTOR | v |
| DEDICATORIA | vi |
| AGRADECIMIENTO | vii |
| ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS | viii |
| ÍNDICE DE TABLAS | x |
| ÍNDICE DE FIGURAS | xi |
| RESUMEN | xii |
| ABSTRACT..... | xiii |
| CAPÍTULO I..... | 14 |
| MARCO TEÓRICO | 14 |
| 1.1 Antecedentes..... | 14 |
| 1.1.1 Industria alimentaria..... | 14 |
| 1.1.2 Alimentos funcionales | 15 |
| 1.1.2.1 Ingredientes funcionales..... | 16 |
| 1.1.2.1.1 Probióticos..... | 17 |
| 1.1.2.1.2 Prebióticos | 18 |
| 1.1.2.1.3 Fibra dietética | 18 |
| 1.1.2.1.4 Ácidos grasos poliinsaturados | 18 |
| 1.1.2.1.5 Minerales | 19 |
| 1.1.2.1.6 Oligosacáridos | 19 |
| 1.1.2.1.7 Beta-carotenos | 20 |
| 1.1.3 Leche y alimentos funcionales | 20 |
| 1.2 OBJETIVOS..... | 21 |
| 1.2.1 OBJETIVO GENERAL | 21 |
| 1.2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS | 21 |
| CAPÍTULO II..... | 23 |

| | |
|---|----|
| METODOLOGÍA..... | 23 |
| 2.1 Materiales | 23 |
| 2.2 Análisis de la información..... | 23 |
| 2.3 Método..... | 23 |
| CAPÍTULO III | 24 |
| RESULTADOS Y DISCUSIÓN | 24 |
| 3.1 Estado del Arte | 24 |
| 3.2 Selección de un vehículo funcional | 25 |
| 3.2.1 Los patrones de consumo | 26 |
| 3.2.1.1 Religión | 27 |
| 3.2.1.2 Alergias..... | 27 |
| 3.2.2 Matrices Alimentarias | 27 |
| 3.2.2.1 Matriz Cárnica | 27 |
| 3.2.2.1.1 Carne..... | 28 |
| 3.2.2.2 Matrices Vegetales | 30 |
| 3.2.2.4 Frutas | 32 |
| 3.2.2.4 Matriz Láctea..... | 35 |
| 3.2.2.5.1. Características de la matriz láctea | 38 |
| 3.3 Incorporación de compuestos bioactivos..... | 43 |
| 3.4 Tendencias y retos en alimentos funcionales | 44 |
| CAPÍTULO IV | 46 |
| CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 46 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 48 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | | |
|-----------------|---|----|
| Tabla 1. | Principales ingredientes para enriquecer a los productos alimenticios | 16 |
| Tabla 2. | Minerales esenciales presentes dentro de la alimentación | 19 |
| Tabla 3 | Factores para la identificación de un vehículo funcional. | 26 |
| Tabla 4 | Perfil de aminoácidos en la proteína de la arveja | 30 |
| Tabla 5 | Inclusión de probióticos en frutas | 32 |
| Tabla 6 | Alimentos lácteos fortificados | 34 |
| Tabla 7 | Composición y características de la matriz láctea en diferentes productos | 38 |
| Tabla 8 | Compuestos bioactivos utilizados en matrices lácteas en el procesamiento de alimentos | 40 |
| Tabla 9 | Cambios inducidos por la Impregnación al vacío en las matrices alimenticias | 42 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | | |
|------------------|--|----|
| Figura 1. | Estrategias de producción animal y la formulación de matrices cárnicas para la obtención de alimentos funcionales. | 28 |
| Figura 2. | Técnicas para la incorporación de compuestos funcionales activos en las matrices vegetales. | 32 |
| Figura 3. | Posibles mecanismos de acción de los productos lácteos en las enfermedades cardiometabólicas. | 37 |

RESUMEN

El presente trabajo se desarrolló con el objetivo de analizar la influencia de los alimentos funcionales dentro de la industria y la sociedad mediante la compilación de documentos científicos publicados. Se seleccionó un óptimo vehículo funcional utilizado en el desarrollo de alimentos funcionales; siendo la matriz láctea la más adecuada para cumplir con los requerimientos nutritivos que necesita la sociedad mediante la adición de compuestos bioactivos, además de su amplia aceptabilidad sensorial y versatilidad. Los resultados permitieron evidenciar la inclusión de probióticos en el desarrollo de alimentos funcionales elaborados a partir de la leche, y su fortificación con micronutrientes, ayudando al mejoramiento del sistema inmunológico como principal beneficio hacia el consumidor; además la adición de vitaminas y minerales en el enriquecimiento de productos lácteos funcionales. Finalmente, se analizó la tendencia de consumo de alimentos funcionales, evidenciando los retos de este sector alimentario, destacando que, para el desarrollo de alimentos funcionales se debe considerar una orientación específica enfocada en el valor nutritivo y las propiedades de los alimentos naturales y procesados disponibles a nivel local.

Palabras claves: compuesto funcional, matriz alimentaria, valor nutricional, vehículo funcional, aceptabilidad sensorial.

ABSTRACT

The present work was developed with the objective of analyzing the influence of functional foods within the industry and society through the compilation of published scientific documents. A functional vehicle used in the development of functional foods was selected; being the milk matrix the most suitable to meet the nutritional requirements that society needs through the addition of bioactive compounds, in addition to its wide sensory acceptability and versatility. The results made it possible to demonstrate the inclusion of probiotics in the development of functional foods made from milk, and their fortification with micronutrients, helping to improve the immune system as the main benefit to the consumer; also the addition of vitamins and minerals in the enrichment of functional dairy products. Finally, the trend of consumption of functional foods was analyzed, evidencing the challenges of this food sector, highlighting that, for the development of functional foods, a specific orientation should be considered, focusing on the nutritional value and properties of available natural and processed foods. Locally

Keywords: functional compound, food matrix, nutritional value, functional vehicle., sensory acceptability.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1 Antecedentes

La alimentación se denomina como una actividad fundamental en la vida diaria, cumpliendo un papel importante en la vinculación y relación del ser humano con el entorno que lo rodea. Por otro lado, se lo denomina como el proceso mediante el cual se obtienen los nutrientes necesarios para que el cuerpo cumpla la función de vivir **(Martínez & Giner, 2016)**.

La Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la Agricultura (FAO) considera por alimento toda sustancia sometida a un proceso de transformación destinada para el consumo humano, incluyendo todo tipo de sustancias que utilicen fabricación, preparación o tratamientos de los alimentos, exceptuando sustancias utilizadas como cosméticos y medicamentos **(FAO, 1997)**.

1.1.1 Industria alimentaria

El término industria alimentaria abarca un conjunto de actividades industriales encaminadas hacia el tratamiento, transformación, preparación, conservación y envasado de productos alimenticios, teniendo cambios en su proceso de diversificación comprendiendo desde pequeñas empresas hasta industrias con grandes procesos altamente mecanizados **(Malagié et al., n.d.)**.

Los avances tecnológicos se van incorporando cada vez a más actividades económicas, se propone que hay más del 80% en automatización y digitalización de procesos, en un entorno donde cada vez hay una fuerte competitividad y el ciclo de vida de los productos es más corto. La industria alimentaria ha sufrido diferentes cambios: en los patrones del consumo, gusto, preferencias, la exigencia en cuanto a calidad y sanidad, entre otros aspectos. Por ello la industria debe estar atenta a los diferentes avances tecnológicos que le posibilite ser flexible y dar una rápida respuesta a las preferencias y requerimientos del consumidor; así como a los frecuentes cambios en los patrones del consumo para permanecer y crecer dentro del mercado **(Redón et al., 2020)**.

1.1.2 Alimentos funcionales

El término Alimento Funcional fue propuesto por primera vez en Japón en la década de los 80's mediante la publicación de la reglamentación "Alimentos de uso específico de salud" refiriéndose a los alimentos industrialmente procesados los cuales contienen ingredientes que desempeñan una actividad específica en las funciones fisiológicas **(FUENTES-BERRÍO et al., 2015)**.

Los alimentos funcionales son aquellos que tienen componentes biológicamente activos, los mismos que presentan influencia sobre el organismo con efectos beneficiosos y nutricionales básicos, produciendo una mejora en la salud y en la disminución del riesgo de enfermedades.

Los alimentos funcionales se pueden definir de diferentes maneras: 1) alimento que contiene componentes nutricionales y no nutricionales, que mejoran una o varias funciones del organismo mediante una actividad selectiva **(Belén et al., 2003)** 2) alimento sometido a diferentes técnicas de cultivo de origen natural proporcionando una mejora en sus componentes **(Ashwell, 2004)** 3) sustancia que no solo aporta nutrientes que puedan ser carenciales en la alimentación sino que además ayuda a prevenir de forma primaria y secundaria enfermedades crónico-degenerativas **(Culebras et al., 2004)** 4) alimentos desarrollados específicamente para mejorar la salud de la población mayor proporcionando una mejor calidad en su estilo de vida **(Valenzuela B. et al., 2014)** 5) alimento sometido a procesos para retirar un compuesto nocivo para la salud, modificándolo para mejorar sus componentes **(Ashwell, 2004)** 6) la combinación de todas las anteriores definiciones.

Según SERNAC, 2004 los alimentos funcionales cuentan con ingredientes para enriquecerlos, estos se presentan como promotores de la salud, bajo ciertas condiciones de ingesta influyen de manera positiva en una o varias funciones del cuerpo llegando a una mejora de la salud y reducción del riesgo de padecer enfermedades. En la Tabla 1 se citan los principales ingredientes funcionales utilizados para enriquecer los productos alimenticios.

Tabla 1. Principales ingredientes para enriquecer a los productos alimenticios

| Ingredientes | Efectos | Uso en Alimentos |
|-------------------------------|---|--|
| Fibra dietética | Regulación del tránsito intestinal. | Bebidas, productos de confitería, de panadería, cereales (García-Montalvo et al., 2018). |
| | Reducción del riesgo de padecer ciertos tipos de cáncer (cáncer colon rectal, cáncer gástrico). | |
| | Disminución de los niveles de colesterol plasmáticos. | |
| Oligosacáridos | Estimulación en el crecimiento de la flora bacteriana beneficiosa | Bebidas, productos de confitería, helados, yogures, productos lácteos, comidas preparadas, pan, productos de picoteo, cereales de desayuno (Plaza Díaz et al., 2013). |
| | Disminución de los niveles de colesterol plasmáticos | |
| Cultivos probióticos | Contribución al equilibrio de la flora intestinal beneficiosa | Yogures, lácteos (Guarner et al., 2017). |
| Minerales | Reducción del riesgo de sufrir osteoporosis. | Bebidas, yogures, lácteos (Carbajal, 2013). |
| | Prevención de la anemia. | |
| β - carotenos | Reducción en el riesgo de padecer cáncer (cáncer de pulmón, cáncer de próstata). | Bebidas, zumos de frutas y vegetales, yogures (Arguedas-Gamboa et al., 2015). |
| Ácidos grasos poliinsaturados | Acción terapéutica y profilaxis de enfermedades cardiovasculares e inflamatorias. | Bebidas, yogures, conservas, leches infantiles, productos de panadería (National Institutes of Health, 2020). |

Fuente: (SERNAC, 2004)

1.1.2.1 Ingredientes funcionales

Los alimentos contienen en su composición determinados compuestos funcionales beneficiosos para la salud, siendo indispensable que sean sustancias naturales y no sintéticas. Cuando un alimento tradicional pasa a ser funcional por la adición de

determinados compuestos bioactivos, dichas sustancias se consideran ingredientes funcionales debido a las propiedades beneficiosas para la salud y su aporte a la nutrición **(Begoña et al., 2016)**.

Los fitonutrientes son componentes bioactivos que proporcionan propiedades farmacológicas, están contenidos en vegetales comestibles de la dieta diaria y además muestran propiedades nutritivas y efectos para el tratamiento de diversas enfermedades. La aplicación de los componentes bioactivos de plantas comestibles como fármacos demanda un conocimiento profundo de sus propiedades farmacológicas **(Drago et al., 2006)**.

Los fitonutrientes se clasifican en grupos, tomando en cuenta sus funciones de protección biológicas y sus características físicas y químicas. Algunos de los fitonutrientes bioactivos incluyen:

1.1.2.1.1 Probióticos.

Según la FAO, se considera por probiótico a un “microorganismo vivo, que cuando se administra en cantidad adecuada, confiere beneficios para la salud del huésped” **(FAO, 2006)**.

Los componentes del microbiota inicialmente pueden ser elegidos para transformarse en probióticos, contribuyendo a generar beneficios al huésped. Sin embargo, en la práctica existen dos grupos: lactobacilos y bifidobacterias, siendo los únicos organismos que colonizan la mucosa reconocidos como organismos GRAS (Generalmente considerado como seguro) y QPS (presunción calificada como segura) por organismos como la FDA (Food Drug Administration) y la EFSA (European Food Safety Authority). Siendo los organismos que más se utilizan en las pruebas de aptitud probiótica, teniendo un mayor contraste en sus propiedades beneficiosas (mejora de la digestión, beneficios en el sistema inmunológico, y reposición del microbiota residente), empleándose en un campo muy extenso de situaciones incluyendo individuos sanos en situaciones especiales (adultos mayores, mujeres embarazadas, lactantes y bebés) y otras con condiciones distintas como enfermedades. **(Mariño García et al., 2016)**.

1.1.2.1.2 Prebióticos

Los prebióticos son definidos como ingredientes alimentarios no digeribles que provocan cambios específicos en la composición o actividad del microbiota intestinal brindando bienestar y salud al huésped (**Mariño García et al., 2016**).

La World Gastroenterology Organization define a los prebióticos como “sustancias de la dieta (fundamentalmente polisacáridos o amiláceos y oligosacáridos no digeribles por enzimas humanas) que nutren a grupos seleccionados de microorganismos que habitan en el intestino favoreciendo el crecimiento de bacterias beneficiosas sobre las nocivas”. Siendo los principales responsables de la estimulación en la producción de ácidos grasos de cadena corta, resultando en la eliminación del microbiota patógeno y la selectividad de las bacterias probióticas (**Guarner et al., 2017**).

1.1.2.1.3 Fibra dietética

La fibra dietética se encuentra en la parte comestible de las plantas al igual que los hidratos de carbono análogos, siendo resistentes a la digestión y a la degradación en el intestino delgado, promoviendo diferentes efectos beneficiosos como un efecto laxante y la disminución de los niveles de colesterol en la sangre al igual que el control de la glucosa en la sangre, siendo considerado un elemento importante para una nutrición sana. Su clasificación se da en base a su comportamiento en contacto con el agua, esto es, fibra soluble e insoluble (**García-Montalvo et al., 2018**).

1.1.2.1.4 Ácidos grasos poliinsaturados

Los ácidos grasos se encuentran en el organismo gracias a la dieta. Debido a que los mamíferos carecen de las enzimas necesarias para introducir dobles enlaces en los átomos de carbono, el organismo no puede sintetizar el ácido linoleico y alfa linoleico teniendo que obtenerse por medio de la alimentación, siendo denominados como ácidos indispensables, pertenecientes a la familia de los omegas 3 y 6. Estos ácidos se diferencian por la posición del primer enlace y, brindan diferentes beneficios en las funciones del cuerpo como, por ejemplo: 1) sobre el corazón a través de su efecto protector sobre la coagulación sanguínea, la trombosis, el perfil de los lípidos plasmáticos, la presión sanguínea y la inflamación (**Carrero et al., 2005**), 2) sobre los vasos sanguíneos; cuando sufren algún tipo de daño, el ácido graso contenido en las plaquetas ejerce un efecto pro-agregante reduciendo la trombosis (**Carrero et al., 2005**), 3) en el sistema inmunitario;

influyendo en la modulación de las membranas de las células inmunocompetentes modificándolas de acuerdo con los ácidos grasos de la dieta (Nova et al., 2006) y el sistema endocrino (National Institutes of Health, 2020).

1.1.2.1.5 Minerales

Los minerales son de origen inorgánico, de carácter esencial para el organismo como componentes reguladores y estructurales en las funciones básicas corporales, no pueden ser sintetizados y deben estar presentes dentro de la alimentación diaria, distinguiéndose tres grandes grupos como macrominerales, microminerales y minerales ultratraza. Los minerales se encuentran en los diferentes tejidos corporales y se han descrito aproximadamente 20 minerales esenciales para el hombre (Carbajal, 2013). En la Tabla 2 se citan aquellos minerales que se encuentran presentes en diferentes alimentos.

Tabla 2. Minerales presentes dentro de la alimentación

| Tipo de mineral | Ejemplos |
|----------------------|--|
| Macrominerales | Calcio, fósforo, azufre, sodio, potasio y cloro. |
| Microminerales | Hierro, zinc, cobre, yodo, selenio, cromo, manganeso, molibdeno, flúor. |
| Minerales ultratraza | Boro, silicio, litio, arsénico*, níquel, aluminio, cadmio*, plomo*, bromo. |

(*) Minerales tóxicos que se pueden encontrar en los alimentos debido a la contaminación

Fuente: Carbajal, 2013

1.1.2.1.6 Oligosacáridos

Son denominados polímeros monosacáridos, formados por medio de un gran número de azúcares simples, teniendo diferentes propiedades reductoras debido a los hidroxilos anoméricos que no se encuentran comprometidos con los enlaces glucosídicos. Su estructura está marcada por un extremo no reductor del lado izquierdo, señalándose de forma anomérica y enantiomérica, indicando los números de los átomos entre los cuales

forman los enlaces glucosídicos, tienen un papel importante en la formación de estructuras orgánicas especialmente en los vegetales (**Ramirez, 2016**).

1.1.2.1.7 Beta-carotenos

Son denominados los carotenoides más conocidos, encontrados ampliamente en los vegetales, en forma de diferentes pigmentos como amarillos, verdes y rojos, siendo los principales precursores de la vitamina A que protegen las membranas celulares de la acción de los radicales libres, al igual que favorecen la producción de anticuerpos actuando de forma específica contra cuerpos extraños y sustancias que pueden afectar al organismo (**Arguedas-Gamboa et al., 2015**).

1.1.3 Leche y alimentos funcionales

Según (**Ballester, 2021**) una matriz alimentaria corresponde al conjunto de componentes; nutrientes y no nutrientes de los alimentos y sus relaciones moleculares. Los alimentos son estructuras complejas tanto física como nutricionalmente, y que presentan diferente grado de digestibilidad y absorción de nutrientes en el organismo. La matriz alimentaria o incluso una combinación de la misma con otros alimentos puede ocasionar que muchos nutrientes se absorban de una mejor manera en el intestino y aumente su disponibilidad.

Las matrices lácteas como la leche y sus derivados son alimentos con alto potencial funcional debido a los efectos benéficos que causan a la salud, por medio de sus componentes naturales como proteínas con alto valor biológico y minerales, su amplia aceptabilidad sensorial y su versatilidad para convertirse en vehículos de moléculas bioactivas, permitiendo a la industria alimentaria desarrollar productos de alta calidad a través de la reducción, adición y sustitución de diferentes compuestos o nutrientes (**Villamil et al., 2020**).

La leche es un alimento básico de toda la alimentación humana, en todas sus etapas de vida, siendo un alimento completo y equilibrado, visto desde su composición proporciona un elevado contenido de nutrientes en relación con su contenido calórico, siendo considerado esencial su consumo desde la infancia hasta la tercera edad (**Fernández Fernández et al., 2015**). El consumo de leche en el Ecuador se ha incrementado en el último año en un 16% a 17 %, estando por encima de la tasa anual normal que se encuentra

entre 90 y 94 litros, pero por debajo de los 150 litros que recomienda la OMS. El producto más adquirido es la leche blanca en envases de funda y tetra pak, habiendo un consumo mayoritario en hombres de 10 litros, mientras las mujeres consumen 5 litros semanales **(El Universo, 2020)**.

La normativa ecuatoriana define a la leche como el “producto de la secreción mamaria normal de animales bovinos lecheros sanos, obtenida mediante uno o más ordeños diarios, higiénicos, completos e ininterrumpidos, sin ningún tipo de adición o extracción, destinada a un tratamiento posterior previo a su consumo“ **(INEN, 2012)**. La leche constituye una mezcla compleja de sustancias presentes en solución como: agua, grasa, proteína, lactosa, vitaminas, minerales y extracto seco. La proteína láctea contenida es de 3,5% siendo una mezcla de diferentes fracciones proteicas y pesos moleculares, teniendo su clasificación en dos grandes grupos: caseínas (80%) y proteínas séricas (20%). La grasa contenida en la leche puede variar por diferentes factores como la raza y las prácticas de alimentación, cuenta con una forma de partículas emulsionadas cuyo diámetro varía entre 0.1 y 0.22 micrones rodeados por una capa de fosfolípidos que evita la separación de la grasa con su parte acuosa **(Divier Agudelo & Oswaldo Bedoya, 2005)**.

A partir de esta matriz se pueden elaborar diferentes productos lácteos mediante el uso de tecnologías de transformación en plantas que cumplan con las disposiciones establecidas en el reglamento de buenas prácticas de manufactura de alimentos procesados y la regulación sanitaria de alimentos **(Acuerdo Ministerial, 2013)**.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 OBJETIVO GENERAL

- Analizar la influencia de los alimentos funcionales dentro de la industria y la sociedad mediante la compilación de documentos científicos publicados.

1.2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Conocer el impacto que tienen los alimentos funcionales en la salud del consumidor y los beneficios que entregan al organismo humano.

- Describir los principales nutrientes presentes en los alimentos funcionales elaborados a partir de una matriz láctea.
- Investigar los posibles retos en el desarrollo de nuevos alimentos funcionales.

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA

2.1 Materiales

El presente trabajo de investigación se lo realizó mediante la búsqueda exhaustiva, recolección y el análisis de diferentes fuentes bibliográficas; artículos científicos, libros virtuales, revistas científicas, tesis de grados y páginas web. Teniendo como alcance mostrar la importancia del tema analizado y promover la ingesta de alimentos funcionales. La información seleccionada relaciona las tendencias mundiales en la alimentación, los principales grupos de compuestos biológicamente activos y la influencia que ejercen los alimentos funcionales en la industria alimentaria, dejando una ventana abierta a futuras investigaciones sobre el tema propuesto.

2.2 Análisis de la información

Mediante un análisis documental se realizó la recolección de las ideas principales en cada uno de los documentos de estudio, con el propósito de satisfacer todas las interrogantes planteadas respecto a los alimentos funcionales y su influencia en la industria alimentaria. La información obtenida permitió un mayor entendimiento de este grupo de productos al igual que el beneficio de su ingesta en la salud y el cambio que ha representado para la industria alimentaria la producción de los mismos.

2.3 Método

La información recolectada se organizó mediante el uso de Mendeley, software de gestión bibliográfica gratuito, evitando diferentes errores en la redacción de la bibliografía y obteniendo un formato de lectura para la correcta estructuración de los documentos analizados con respecto al tema de investigación.

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Estado del Arte

La alimentación a nivel mundial ha experimentado diferentes cambios en la última década desde cambios en la forma de alimentarse hasta cambios dietéticos. La demanda de los alimentos está cambiando inclinándose a un mayor consumo de productos cárnicos y lácteos, así como otros alimentos de producción intensiva (cereales, vegetales), produciendo una seria repercusión en el uso sostenible de los recursos naturales (FAO, 2017).

A nivel mundial existe una creciente demanda por alimentos que brinden al consumidor una variedad de beneficios para su salud, debido a la atención a las nuevas exigencias sociales y en temas de salud, motivando la aparición de alimentos funcionales, además de brindar sus funciones nutritivas generales, proporcionan propiedades para el mantenimiento de la salud, pero sin que conlleve cambios sustanciales en su dieta habitual (Martirosyan et al., 2021).

Los cambios en las conductas del consumidor que cada vez está más informado respecto al valor nutricional de los alimentos procesados, la inocuidad y la calidad de los alimentos, exigiendo un etiquetado más preciso en los valores nutricionales y a la vez sencillo de interpretarlo. En paralelo al desarrollo tecnológico y la necesidad de llegar a las diferentes partes del globo, con poblaciones en crecimiento ha potenciado el consumo de dietas saludables debido al aumento en la demanda de productos alimentarios funcionales (Maldonado, 2021).

Las diferentes sociedades que conforman el mundo están integradas por una amplia gama de personas de diferentes etnias, culturas y creencias religiosas (Otunola & Martirosyan, 2021). Según (Dindyal, 2003), las etnias son grupos de personas que tienen rasgos en común, como el idioma, la cultura, los valores, la religión, las apariencias físicas y las costumbres. La cultura definida como un multiverso simbólico, compuesto de valores, ideas y emociones que hacen que una sociedad funcione de manera fluida y eficaz, teniendo que los individuos aprender a integrarse y convivir juntos, incluso pudiendo

ajustar sus dietas dada la gran influencia que ésta tiene sobre los miembros que la conforman, conllevando así a posibles cambios en la salud. Por lo tanto, los alimentos que son seleccionados y consumidos por las personas van a variar ampliamente, afectando de manera directa o indirecta a la elección de vehículos “matriz alimentaria”.

Los componentes alimentarios proporcionan diferentes beneficios al organismo que los consume, ayudando a disminuir el riesgo de enfermedades o contribuyendo en el manejo de sus síntomas. Existen varios productos en el mercado; la mayoría de estos productos se encuentran en el sector lácteo con leches enriquecidas con vitaminas, complejo B y minerales, también productos derivados de cereales y granos enteros incluyendo cereales de desayuno, galletas, barras de cereales, avenas, fibras, tortillas, granolas y harinas (Mejía & Hernández, 2018). Afirmando tener beneficios para la salud y son controlados por organismos reguladores, los mismos que buscan garantizar que los alimentos sean seguros para el consumo mediante un etiquetado adecuado (Martirosyan et al., 2021).

La implementación de ingredientes bioactivos a las diferentes matrices alimentarias es un aspecto desafiante en el desarrollo de productos alimenticios funcionales, debido a que el alimento final debe presentar buenas características organolépticas (apariencia, sabor, olor), saber cómo un alimento natural y ser estable (Otunola & Martirosyan, 2021),

3.2 Selección de un vehículo funcional

El principio en el desarrollo de productos funcionales es fortalecer alimentos básicos, siendo de vital importancia la elección de una matriz alimentaria que fungirá como vehículo adecuado. Siendo un desafío en la industria alimentaria en países con grandes poblaciones rurales, con múltiples etnias y culturas al igual que religiones (Al-Jawaldeh et al., 2020).

La selección del vehículo alimentario depende de diferentes factores como se muestra en la Tabla 3, teniendo suma importancia en la producción de alimentos funcionales y la efectividad en la entrega de beneficios al organismo mediante su consumo.

Tabla 3. Factores para la identificación de un vehículo funcional.

| Factores | Características |
|-----------------|---|
| Primer | La elección del vehículo alimentario depende de la estabilidad, aceptabilidad y biodisponibilidad de los ingredientes bioactivos dentro del alimento. |
| Segundo | Debe contener cantidades adecuadas de fitonutrientes, las necesarias para producir las acciones fisiológicas deseadas en el cuerpo. |
| Tercer | Debe tener un efecto determinado dirigiéndose a las enfermedades crónicas específicas. |
| Cuarto | Los productos obtenidos deben ser estables en diferentes condiciones como: envasado, almacenamiento, distribución y uso. |
| Quinto | Los fitonutrientes deben estar fácilmente disponibles en el vehículo alimentario. |
| Sexto | La fortificación del alimento no debe impartir ningún tipo de sabor, color, aroma o textura indeseables. |
| Séptimo | Los costos de los alimentos enriquecidos deben ser accesibles para los consumidores. |

Fuente : (Otunola & Martiryosan, 2021)

Para la identificación de un buen vehículo alimentario se necesitan datos sobre la producción de alimentos, patrones de consumo, enfermedades crónicas, etnias, culturas y religiones.

3.2.1 Los patrones de consumo

Los datos sobre el consumo de alimentos y sus patrones en la población son necesarios para la evaluación adecuada del valor nutricional y la identificación del vehículo alimentario más apropiado para la fortificación. A menos que la población consuma los alimentos en cantidades predecibles con regularidad, es posible que el producto no sea eficaz. También es necesario conocer los niveles de consumo para determinar la cantidad de fitonutrientes que se pueden agregar de manera segura al vehículo alimentario. Sin embargo, en todo el mundo, los patrones de consumo de ciertos alimentos como el trigo,

maíz, aceite, yogurt, aceite y ciertas bebidas (té, café, cacao), indican que estos alimentos son vehículo potencialmente bueno para la fortificación (Al-Jawaldeh et al., 2020).

3.2.1.1 Religión

La religión juega uno de los papeles más influyentes en la elección y selección posterior de los alimentos consumidos en determinadas sociedades. Al igual que la cultura, la religión también influye en las opciones y preferencias alimentarias de las comunidades. (Chakona & Shackleton, 2019).

Por lo tanto, para una correcta elección de un vehículo alimentario apropiado y aceptable para la producción de alimentos funcionales se debe tener en cuenta la religión de la población objetivo para saber que alimentos se les permite comer (Shipman & Durmus, 2017).

3.2.1.2 Alergias

La alergia alimentaria es una reacción inmunitaria patológica y potencialmente mortal desencadenada por antígenos de proteínas alimentarias normalmente inocuas en los alimentos que pueden ser medidas por inmunoglobulinas, este problema de salud mundial afecta a millones de personas en numerosos aspectos de sus vidas. Cualquier alimento puede causar alergias, pero solo algunos alimentos, incluidos la leche, los huevos, el maní, los mariscos, el trigo y las nueces representan la mayoría de las alergias (Mazzocchi et al., 2017). Las alergias alimentarias representan una carga de salud significativa a nivel mundial, por lo tanto, se debe tener cuidado para garantizar una ingesta adecuada de nutrientes al seleccionar un vehículo alimentario óptimo, especialmente cuando los alérgenos son alimentos completos (huevos, leche, fruta o harinas) y así evitar que se omitan nutrientes esenciales en la dieta (Lopez et al., 2021).

3.2.2 Matrices Alimentarias

3.2.2.1 Matriz Cárnica

Dentro del sector de alimentos funcionales la carne es uno de los productos más desarrollados, debido a que esta industria tiene gran peso dentro de la economía, lo cual le permite ser uno de los vehículos adecuados para la introducción al mercado de productos modificados (Santos - López, 2018).

Las estrategias para obtener alimentos funcionales a través de las matrices cárnicas se basan en inhibir o limitar los compuestos negativos para el organismo y potenciar aquellos que brindan un efecto beneficioso. Teniendo dos principales enfoques como se observa en la Figura 1

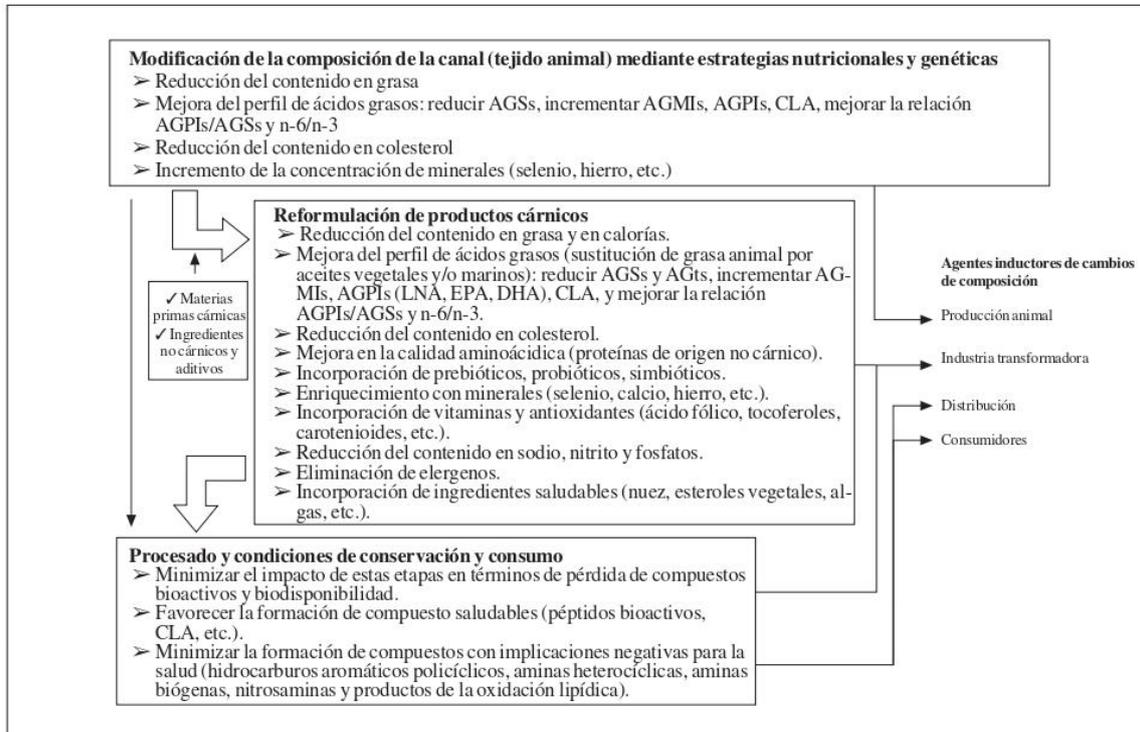


Figura 1. Estrategias de producción animal y la formulación de matrices cárnicas para la obtención de alimentos funcionales.

Fuente: (Santos - López, 2018).

3.2.2.1.1 Carne

La carne y los productos cárnicos son generalmente reconocidos como alimentos altamente nutritivos que proporcionan cantidades notables de proteína (conteniendo aminoácidos esenciales para la salud humana), ácidos grasos, vitaminas (en su mayoría B12), minerales (hierro, zinc) y otros compuestos bioactivos siendo una matriz alimentaria ideal para la producción de un producto funcional proporcionando beneficios para la salud del consumidor. Sin embargo, también contribuyen a la ingesta de ácidos grasos saturados, colesterol y sal, que en cantidades inapropiadas y dependiendo de una amplia variedad de factores, pueden tener consecuencias negativas para la salud (Olmedilla-Alonso & Jiménez-Colmenero, 2014). La tendencia hacia ingredientes

funcionales ha impactado el uso de ciertos productos cárnicos, a continuación, se señala algunos ejemplos:

a. Salchichas enriquecidas con nuez

La finalidad de enriquecer salchichas con nuez es eliminar la adición de grasa y féculas en la formulación, además ofrecer un alimento rico en fibra y antioxidantes. En su elaboración se combina la carne que es un alimento que provee proteínas (colágeno), minerales (hierro, zinc, magnesio) y vitamina (B6 y B12); y la nuez, alimento que ofrece compuestos químicos antioxidantes (**Thefoodtech, 2022**).

El agregar ingredientes no tradicionales al embutido afecta a las características de calidad del producto, por ejemplo, su textura, sabor, color; viéndose afectada en la aceptabilidad del consumidor.

b. Hamburguesa incorporada texturizado de soja

La incorporación de proteínas vegetales en la industria cárnica ha sido difundida en los últimos 20 años, convirtiéndose en uno de los principales ingredientes de productos cárnicos procesados, frescos y cocidos (**Ortíz, 2021**).

La soja texturizada cuenta con 52% de proteínas, que son funcionales para la retención de agua y para efectos nutritivos. La incorporación de soja texturizada tiene como ventaja el incorporar proteína y a su vez evitar la reducción del tamaño la torta de hamburguesa. Sin embargo, una desventaja está en que las proteínas de soja contienen alérgenos pudiendo ocasionar problemas de salud en el consumidor (**Ortíz, 2021**).

c. Jamón cocido fortificado con proteínas vegetales

Adicionar proteínas de legumbres al jamón genera un producto con propiedades tecno – funcionales adecuadas y calidad aminoacídica diferencial. Tradicionalmente, se han empleado las proteínas de soja (concentrado o aislado) como enriquecedor proteico en los jamones. Las proteínas de soja tienen una elevada CRA y son económicas. Sin embargo, la polémica surgida acerca de los organismos genéticamente modificados (OMG) ha limitado su aplicación (**Morón, 2022**).

La proteína aislada de arveja es cada vez más utilizada debido a su capacidad de extensión cárnica produciendo una mejor textura, reducción de la pérdida de agua en la cocción del

jamón. La arveja es así una fuente sustentable que no usa riego artificial ni fertilizantes de nitrógeno para su siembra, además, es extraída sin emplear solventes, no es un OGM, tiene sabor neutro y color claro, posee un alto perfil de aminoácidos esenciales (Tabla 4), y no integra la lista de los principales alérgenos establecidos en la EFSA y la FDA (Cabezas, 2016).

Tabla 4. Perfil de aminoácidos en la proteína de la arveja

| Aminoácidos | Cantidad (g/ 100 g proteína) Proteína de arveja |
|--|--|
| * Isoleucina | 3.65 |
| * Leucina | 6.57 |
| * Lisina | 6.17 |
| Cisteína ^b | 0.891 |
| * Metionina | 0.727 |
| Total aminoácidos sulfurados | 1.618 |
| Tirosina | 3.14 |
| * Fenilalanina | 4.42 |
| Total aminoácidos aromáticos | 7.56 |
| * Treonina | 2.48 |
| * Triptofano ^b | 0.806 |
| * Valina | 3.84 |
| * Histidina | 2.13 |
| Total aminoácidos esenciales | 34.824 |
| Arginina | 7.69 |
| Acido Aspártico | 9.57 |
| Acido Glutámico | 14.3 |
| Serina | 3.92 |
| Prolina | 3.6 |
| Glicina | 3.28 |
| Alanina | 2.99 |
| Total aminoácidos no esenciales | 45.35 |

*Aminoácidos esenciales, ^b Aminoácidos limitantes

Fuente: (Cabezas, 2016)

3.2.2.2 Matrices Vegetales

Dentro de la industria alimentaria no se ha aprovechado la posibilidad de emplear las denominadas matrices vegetales como un vehículo funcional, siendo los tejidos vegetales sistemas multifase, constituidos por células, poros, espacios intercelulares pudiendo introducir compuestos biológicamente activos sin degradar la estructura inicial (Alzamora, 2004).

Las matrices vegetales son fuentes de agua, vitaminas (vitaminas del grupo B, A), fibra dietaria, minerales y fitoquímicos significativos para la dieta humana. Especialmente estas matrices son consideradas vehículos de inclusión para la correcta incorporación de

compuestos bioactivos, debido a las ventajas funcionales que presentan como fuente de micronutrientes, bajo contenido de alérgenos y su mayor digestibilidad. La inclusión de estos ingredientes funcionales pueden ser una alternativa para aumentar el bajo consumo de frutas y verduras que actualmente están presentes a nivel mundial, sobre todo en países en vía de desarrollo, además de generar un aprovechamiento tecnológico dentro de la cadena agroindustrial evitando pérdidas postcosecha. Sin embargo, en la generación de estos productos se deben considerar retos tecnológicos a nivel de viabilidad (vida útil del producto) e impacto sensorial (Bernal Castro et al., 2017).

La suplementación de minerales dentro de estas matrices es muy popular para fortificar las dietas inadecuadas. En particular los minerales esenciales (zinc, calcio) para la supervivencia, pueden ser impregnados por distintas técnicas como impregnación a presión atmosférica y al vacío (Figura 2):

a. Impregnación a presión atmosférica

La impregnación al vacío emplea trozos de vegetales en una solución concentrada del compuesto fisiológicamente activo y hay un transporte del mismo hacia el tejido, con una diferencia de potencial por mecanismos difusivos (**Jaller Rodríguez & Parra Vargas, 2000**).

b. Impregnación al vacío

Se utiliza tejidos porosos sumergiéndolos en una solución concentrada del compuesto fisiológicamente activo, se aplica vacío y el aire de los poros es extraído de tejido. Cuando se restablece la presión atmosférica, la solución de impregnación concentrada, reemplaza el aire de los poros modificando la composición de la matriz vegetal (**Cortés, Herrera, & Rodríguez, 2015**)

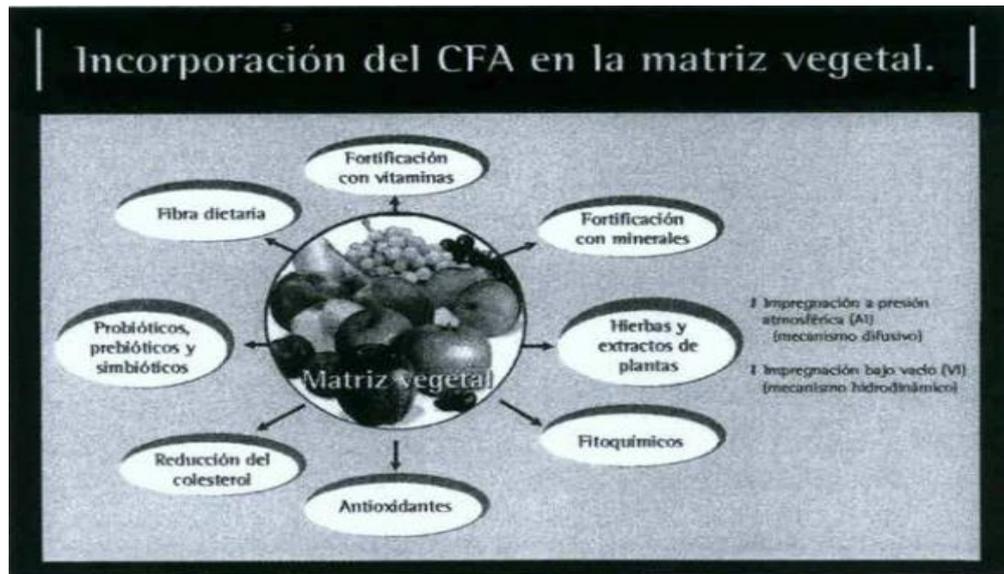


Figura 2. Técnicas para la incorporación de compuestos funcionales activos en las matrices vegetales.

Fuente: (Alzamora, 2004)

3.2.2.4 Frutas

Las frutas son matrices alimenticias con altos contenidos de micronutrientes, antioxidantes y fibra; y por lo tanto con un gran potencial para el desarrollo de alimentos funcionales. La inclusión de microorganismos probióticos en estas matrices (Tabla 5) con el objetivo de crear bebidas fermentadas no lácteas (bebidas frutales), resultan de interés, debido a que los avances tecnológicos han permitido alterar algunas de las estructuras de estas matrices modificando los componentes en una forma controlada y generando una serie de productos con valor agregado para el mercado de alimentos (Bernal Castro et al., 2017; Hill et al., 2014).

Tabla 5. Inclusión de probióticos en frutas

| Matriz alimentaria | Probiótico | Tipo de producto | Efecto sensorial | Condición de inclusión | Referencia |
|--|---|---|--|---|---|
| Naranja (<i>Citrus sinensis</i>), melocotón (<i>Prunus pérsica</i>), manzana (<i>Malus domestica</i>) | <i>L. casei LC-01</i> <i>L. casei BGP 93</i> | Bebidas (jugos) comerciales | La vida útil del jugo no excede 1 semana | pH: 3,34 a 4,28 Almacenamiento: 5°C por 4 semanas | (Abella del Valle, 2015) |
| Manzana verde (<i>Malus domestica</i>), naranja (<i>Citrus sinense</i>), piña (<i>Ananas comosus</i>) | <i>L. reuteri DSM 20016</i> | Bebidas (jugos) comerciales | No existió ningún efecto negativo en los atributos sensoriales del jugo en refrigeración | Se estabilizaron a rangos de pH y | (Sheehan, Ross, Fitzgerald, & Technologies, 2007) |
| Piña (<i>Aranas comosus</i>), Naranja, Arándanos (<i>Vaccinium corymbosum</i>) | <i>L. salivarius ssp.</i> <i>L. paracasei spp.</i> <i>Paracaseri NFC43338</i> | Bebidas (jugos) comerciales | No se evaluaron efectos sensoriales, pero si el efecto de los tratamientos térmicos | pH: 3.3, 4.5, 5.0 Almacenamiento: 12 semanas a 4°C | (Perricone, Corbo, Sinigaglia, Speranza, & Bevilacqua, 2014) |
| Moras (<i>Zarzomora</i>), ciruelas (<i>Prunus domestica</i>), kiwis (<i>Actinidia</i>) y papaya (<i>Carica papaya</i>) | <i>L. plantarum</i> , <i>Lactobacillus pentosus</i> | Bebidas tipo smoothies de frutos verdes y rojos | La diferencia de color y el índice de pardeamiento se afectaron positivamente | Se aislaron cepas de las matrices y se realizó identificación molecular | (Di Cagno, Minervini, Rizzello, De Angelis, & Gobbetti, 2011) |

| | | | | | |
|-----------------------------------|--|--------------------------------|--|---|--------------------------|
| Durazno (<i>Prunus persica</i>) | <i>L. rhamnosus</i> <i>Cepas salvajes</i> | Mermelada comercial de durazno | No cambiaron los parámetros de color | pH: 5°C Almacenamiento: 78 días a 25°C | (Randazzo et al., 2013) |
| Mora | <i>L. casei</i> ATCC 393 | Láminas de mora | Aceptación de 5 en una escala de 1 a 7 | Impregnación al vacío y posterior liofilización | (Perricone et al., 2014) |

Elaborado por: Molina, 2022

3.2.2.4 Matriz Láctea

La leche y sus derivados son alimentos con un alto potencial funcional, debido a sus componentes naturales (proteínas de alto valor biológico y minerales esenciales como el calcio), su amplia aceptabilidad sensorial y su versatilidad, la convierten un excelente vehículo funcional de moléculas bioactivas para el desarrollo de productos de alta calidad en la industria alimentaria (Olivares et al., 2000). Una gran variedad de productos lácteos funcionales se encuentra presentes en el mercado, como por ejemplo:

a. Leche fortificada con vitaminas, ácido linoleico, omega-3

Los productos lácteos son catalogados como unos de los principales vehículos para ser fortificados con zinc, hierro y otros micronutrientes. Sin embargo, la fortificación con ciertos micronutrientes presenta dificultades debido a la compleja composición de la leche. La reactividad del hierro interactúa provocando la oxidación catalítica de grasas, vitaminas y aminoácidos produciendo rancidez y disminución el valor biológico del alimento.

La vitamina C en medio líquidos como la leche, se degrada con facilidad a ácido dicetoglucónico, provocando cambios sensoriales importantes en el alimento. Es por ello, que resulta importante la selección de los compuestos adecuados para la fortificación de este alimento en particular (Olivares et al., 2000). En la tabla 6, se presentan algunos productos lácteos fortificados con diferentes micronutrientes.

Tabla 6. Alimentos lácteos fortificados

| Alimento | Micronutriente | Dosis | Aspectos importantes |
|--|---|---------------------------------|---|
| Formulas infantiles: Leche entera en polvo | Sulfato ferroso micro encapsulado | 6% de sulfato ferroso + 15% GMS | Mejora la estabilidad oxidativa de los lípidos |
| Yogurt/ Yogurt saborizado | Cloruro férrico, Fe – Caseína, Complejo Fe-Proteínas de suero | 10mg Fe/100 ml | Análisis TEM. No afecto a las propiedades sensoriales |

| | | | |
|----------------------------|---------------------------------|------------------|---|
| Mantequilla | β - caroteno | - | Mejora el sabor |
| Polvos lácteos saborizados | Vitamina A y D, calcio y hierro | 10, 20, 40 mg/kg | Previene anemia, pelagra y beriberi |
| Kefir | Péptidos bioactivos | 15 ml/l | Poseen actividades anti mutagénicas y antioxidantes |

Fuente: (Martinez-Navarrete, Camacho, Martinez-Lahuerta, Martinez-Monzó, & Fito, 2002)

b. Yogurt

Los productos lácteos fermentados son un buen ejemplo de alimentos funcionales, puesto que contienen niveles adecuados de ciertos cultivos vivos y activos, es decir, probióticos que ayudan a mejorar el equilibrio de bacterias benéficas frente a las indeseables en el tracto intestinal (O'connell & Fox, 2001). Estudios confirman que el papel funcional del yogurt junto a otros productos lácteos fermentados mejora el sistema inmunológico y previenen enfermedades. Estos alimentos pueden ser enriquecidos, así aumentando sus beneficios para el consumidor

b1. Fortificación con vitaminas

Los productos lácteos fermentados pueden ser una fuente de vitaminas. Para el caso del yogurt, éste puede tener diferentes vitaminas según el starter que se use. Las vitaminas son compuestos que juegan un papel importante en el metabolismo ya que actúan como (Hassan & Amjad, 2010).

La vitamina D es vital para el desarrollo esquelético adecuado. La fortificación de los productos lácteos con vitamina D conduce a una mejora en su calidad nutritiva y aumento de aceptabilidad (Shahani & Chandan, 1979).

b2. Fortificación con hierro

El yogurt es considerado una excelente fuente de proteína y calcio (Ca), pero resulta pobre en hierro. El yogurt fortificado con Fe tiene una biodisponibilidad alta. Sin embargo, puede generar problemas de conservación, razón por la cual el análisis y control de

parámetros como la oxidación de grasas, sabor, vida útil y fisiología microbiana se vuelven indispensables (Jaller Rodríguez & Parra Vargas, 2000).

b3. Fortificación con fibra

El yogurt y los productos lácteos carecen de fibra, es decir, no disponen de este componente como parte de su composición. La adición de fibra al yogurt presenta beneficios como aumentar el rendimiento de producción, reducir la retención de lípidos, mejorar las propiedades tanto texturales como estructurales y reducir el contenido calórico (Lunn & Buttriss, 2007).

La cantidad máxima permisible de fibra en el yogurt fortificado con posibles beneficios para la salud es del 3%. La adición de 1.32% de fibra de avena mejora la textura del yogurt, así atribuyéndoles beneficios para la salud y mejoras en su funcionalidad (Fernández-Garía, McGregor, & Traylor, 1998).

El contenido de grasa en los productos lácteos ejerce una gran controversia para su consumo. No hay un consenso en la asociación directa del consumo de lácteos enteros y eventuales problemas la salud. Por lo tanto, hasta llegar a un consenso se debe tener precaución en el consumo de productos lácteos enteros, especialmente quienes tienen alto riesgo de desarrollar enfermedades cardio metabólicas (Villamil et al., 2020).

En la Figura 3 se muestran los posibles mecanismos fisiológicos de acción a través de los cuales el consumo de leche y productos lácteos han demostrado una modulación de diferentes condiciones patológicas.

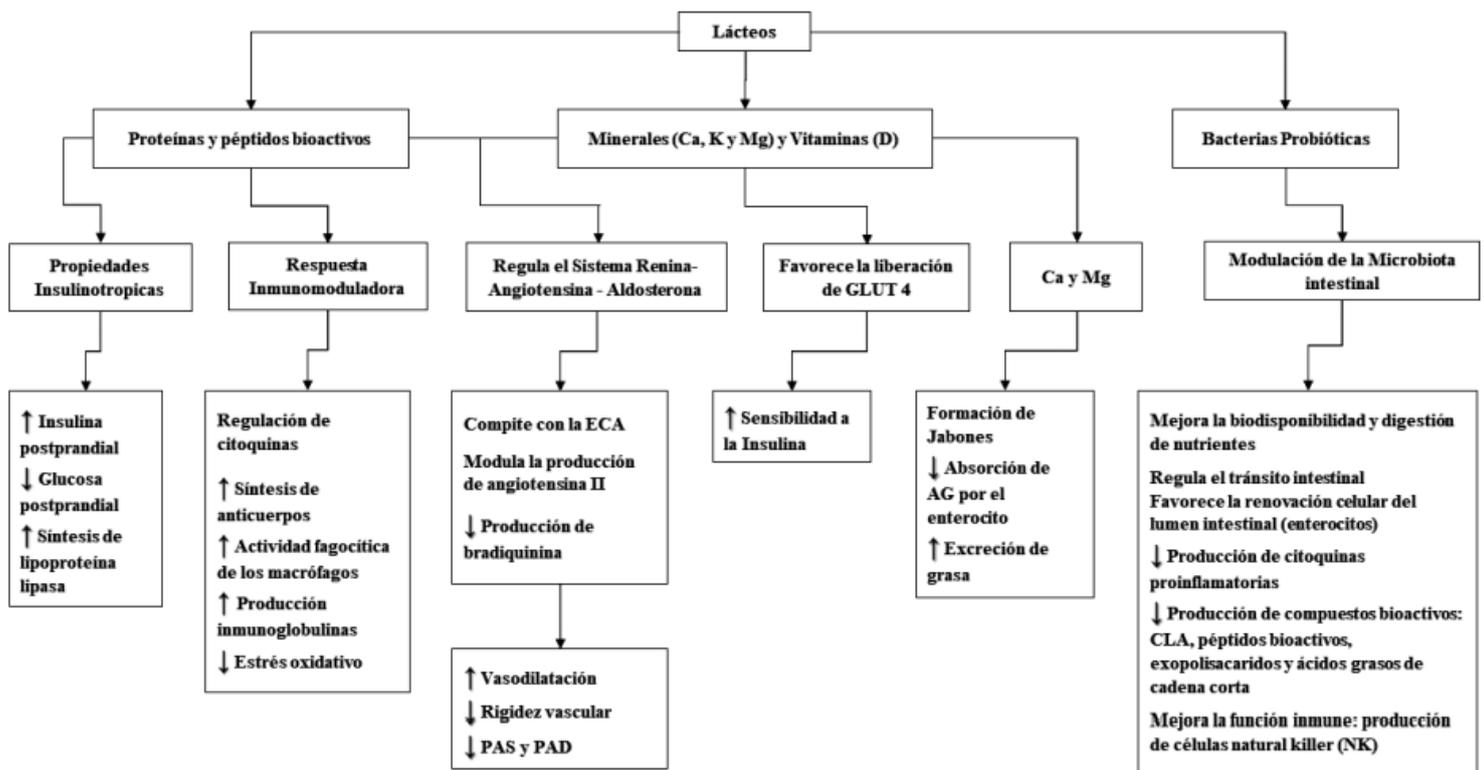


Figura 3. Posibles mecanismos de acción de los productos lácteos en las enfermedades cardiometabólicas.

Fuente: (Villamil et al., 2020).

Sin embargo, clasificar los alimentos en general, en particular los lácteos como buenos o malos en base a la información proporcionada no parece muy adecuado.

La matriz alimentaria puede determinar que estos alimentos funcionales presenten propiedades nutricionales y sanitarias distintas a las esperadas, debido a que los nutrientes contenidos y las distintas interacciones que se pueden producir entre ellos, pueden afectar la digestibilidad y biodisponibilidad de los mismos (Aparicio et al., 2020).

3.2.2.5.1. Características de la matriz láctea

Los lácteos a excepción de la mantequilla son emulsiones de aceite en agua formadas por pequeños glóbulos de grasa, rodeados por una membrana que estabiliza dicha emulsión, dispersados en una solución acuosa rica en lactosa (azúcar de la leche), proteínas solubles, minerales (calcio, magnesio, fósforo), vitaminas (B6, B12) y otros componentes

(fermentos lácticos, leches fermentadas) (Turgeon & Brisson, 2020). En la Tabla 5 se citan la composición y características que presentan las principales matrices lácteas.

Tabla 7. Composición y características de la matriz láctea en diferentes productos

| Producto lácteo | Proteína (g/100g) | Lípidos (g/100g) | Calcio (mg/100g) | Fermento Láctico | Textura |
|-----------------------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------|
| Leche entera | 3.1 | 3.8 | 124 | No | Líquida |
| Yogurt entero | 3.5 | 1.9 | 131 | Si | Gel/viscoelástico |
| Queso tipo Camembert | 21 | 22.3 | 570 | Si | Semisólido |
| Mantequilla | 0.9 | 81.1 | 24 | Según procesamiento | - |
| Nata | 2.4 | 31.7 | 80 | Según procesamiento | Líquida |

Fuente: (Turgeon & Brisson, 2020)

En la actualidad existen productos lácteos con características funcionales, enfocados principalmente a la disminución o el cambio en la estructura de algún componente de la materia prima láctea (leche) y en la adición de un compuesto bioactivo (probióticos, prebióticos, micronutrientes, antioxidantes, ácidos grasos y vitaminas, minerales). En este sentido, queso, yogurt, bebidas fermentadas y helados son los más utilizados como vehículos funcionales (Villamil et al., 2020).

En la Tabla 8, se muestra un resumen de los compuestos bioactivos más estudiados en cada matriz láctea y las estrategias de su incorporación

Tabla 8. Compuestos bioactivos utilizados en matrices lácteas en el procesamiento de alimentos

| Grupo | Compuesto bioactivo | Definición | Función biológica | Método de adición |
|--------------|---|---|--|--|
| Probióticos | <i>Lactobacillus: acidophilus, amylovorus, casei, crispatus, delbrueckii, fermentum, gasseri, johnsonii, paracasei, plantarum, reuteri, salivarius.</i> | Microorganismos vivos, regulares del tracto intestinal sano, tras el consumo en cantidades adecuadas pueden ofrecer diferentes beneficios a la salud del huésped (Garrote & Bonet, 2017). | Prevención de la diarrea, disminución del estreñimiento, inhibición de <i>Helicobacter pylori</i> , potencial modulador y mejora de la salud cardiovascular (Guillot, 2018). | Microencapsulado y libres, después del proceso de fermentación y antes del empacado (Cardona-Arengas & López-Marín, 2019). |
| | <i>Bifidobacterium: animalis, bifidum, breve, infantis, longum</i> | | | |
| | <i>Enterococcus faecium, Lactococcus lactis, Streptococcus thermophilus</i> | | | |
| Prebióticos | Oligosacaridos e insulina | Ingredientes que no pueden ser hidrolizados por diferentes enzimas humanas ni absorbidos en el intestino delgado, presentes en los alimentos y producen beneficios al huésped (Magro & Mauricio Barreto, 2018). | Estimulan el crecimiento y la actividad selectiva de bacterias dentro del colon sirviendo como sustrato metabólico (Corzo et al., 2015). | A partir de extracto en polvo liofilizado, introducido antes del empacado |

| | | | | |
|--------------------------|--|--|---|---|
| Antioxidantes | Alimentos con elevado contenido de antioxidantes (frutas y hongos). | Son sustancias presentes en fruta, hierbas, verduras con un alto contenido de compuestos fenólicos (Jamanca et al., 2017). | Pueden inhibir o retrasar procesos oxidativos generados por algunas enfermedades crónicas (Comunian et al., 2017). | Inactivación de enzimas, molienda mecánica del alimento, añadidos antes del empacado (Comunian et al., 2017). |
| Fibra dietética | Extractos de fuentes vegetales, generalmente de residuos de la industria alimentaria | Es un componente intrínseco de las plantas, como polisacáridos, los mismos que son resistentes a los procesos del sistema digestivo (Villanueva - Flores, 2019) . | Reducción del riesgo de enfermedades cardiovasculares, por inhibición por absorción del colesterol, protección contra el cáncer de colon y la mejora en el tránsito intestinal (Heap et al., 2016). | Molienda mecánica y adición posterior a fermentación y enfriamiento (Selva, 2019). |
| Fitoesteroles | Extractos comerciales de diferentes fuentes | Compuestos provenientes de las plantas, con similitudes estructurales con el colesterol, además se los clasifican como lípidos funcionales (Silva et al., 2016). | Prevención de enfermedades cardiovasculares por inhibición de absorción de colesterol (Veena et al., 2017). | Microencapsulado añadido posterior a la fermentación |
| Ácidos grasos esenciales | Ácidos grasos omega -3 a partir del aceite de soya | Son ácidos grasos poliinsaturados de cadena larga necesarios para el adecuado crecimiento y desarrollo, encontrándose en las algas, soya y diferentes aceites vegetales (Interporc, 2017). | Precusores de compuestos eicosanoides, relacionado en procesos antiinflamatorios y permite la estabilidad de membranas celulares (Gowda et al., 2018). | Adición del aceite de soya previo a la homogenización mecánica (Bermúdez et al., 2018). |

| | | | | |
|-----------|---------------------------|--|---|--|
| Vitaminas | Vitamina D, Vitamina A | Sustancias orgánicas esenciales que se encuentran en pequeñas cantidades en los alimentos (Allen et al., 2017). | Vitamina A: Diferenciación celular y mejora de la salud ocular. Vitamina D: Aumento de absorción de Ca, mineralización ósea (Rodríguez Huertas et al., 2019). | Microencapsulado añadido posterior a fermentación y enfriamiento (Levinson et al., 2016). |
| Minerales | Calcio (Ca) y Hierro (Fe) | Sustancias inorgánicas en forma de sales que se encuentran en pequeñas cantidades en los alimentos (Carbajal, 2013). | Calcio: Mineralización del hueso, balance hidroelectrolítico. Hierro: Formación y funcionalidad de la hemoglobina, transporte de oxígeno (Rodríguez Huertas et al., 2019). | En forma de extractos comerciales o por deshidratación de alimento, añadido previo al envase (Santillán-Urquiza et al., 2017). |

Fuente: (FUENTES-BERRÍO et al., 2015).

3.3 Incorporación de compuestos bioactivos

La ingeniería en alimentos aporta con diferentes herramientas y conocimientos sobre la composición, microestructura y propiedades de la matriz estructural del alimento para poder producir y controlar los cambios que mejoren las propiedades funcionales y sensoriales del mismo (Cortés Rodríguez, 2014), las cuales son empleadas por la industria alimentaria en la generación de nuevos productos.

La impregnación al vacío es una alternativa utilizada por la industria para la producción de nuevos alimentos funcionales, procesamiento que aprovecha las estructuras porosas del alimento, para remplazar el gas ocluido en dichas estructuras por solutos contenidos en un líquido de impregnación mediante capilaridad y gradientes de presión impuestas en el sistema, estando influenciado este proceso por la porosidad, propiedades mecánicas, tamaño y forma de la matriz alimentaria, viscosidad de la solución de impregnación, propiedades físicas y químicas de los compuestos biológicamente activos, presiones y tiempos al vacío (Ostos et al., 2012).

Esta técnica se la emplea como mecanismo para la incorporación de componentes biológicamente activos (probióticos, antioxidantes, oligosacáridos, vitaminas, minerales) de manera controlada y optimizando el tiempo, evitando la destrucción de la matriz alimentaria y obteniendo una mejora en las características nutricionales y sensoriales del mismo (Mejía-Doria et al., 2018). Las ventajas se muestran en la Tabla 7. Composición y características de la matriz láctea en diferentes productos, destacándose la conservación de las cualidades fisicoquímicas, sensoriales y nutricionales de la matriz alimentaria.

Tabla 9. Cambios inducidos por la impregnación al vacío en las matrices alimenticias

| CAMBIOS EN EL ALIMENTO | CARACTERISTICAS |
|---|---|
| Cambios en la composición | <ul style="list-style-type: none">• CFA (Cambios Funcionales en el alimento)• Sensorial |
| Cambios en las propiedades del alimento | <ul style="list-style-type: none">• Propiedades ópticas• Propiedades mecánicas• Propiedades estructurales |

| | |
|------------------------------|---|
| | <ul style="list-style-type: none"> • Propiedades térmicas • Propiedades difusionales |
| Influencia en otros procesos | <ul style="list-style-type: none"> • Procesos osmóticos • Liofilización recubrimiento • Fritura • Estabilidad del alimento • Salado de quesos • Salado de pescado • Aprovechamiento de residuos Agroindustriales |

Fuente: (Cortés Rodríguez, 2014)

Como se mencionó existen diferentes estrategias de incorporación de compuestos bioactivos, como se observa en la Tabla 6, las más utilizadas en la industria láctea son la adición directa y la encapsulación. La incorporación directa de probióticos y prebióticos como los compuestos bioactivos de mayor importancia en forma de oligosacáridos e insulina en polvo liofilizado, se han investigado en procesos de desarrollo de yogurt, queso, mantequilla y helado (Mohammadi-Sartang et al., 2018).

El uso de la técnica de microencapsulamiento con probióticos de las cepas *Lactobacillus* y *Bifidobacterium*, implementados a la producción de productos lácteos como queso, yogurt y helados; ha aumentado la biodisponibilidad de compuestos bioactivos en los derivados lácteos, además de incrementar la estabilidad de los compuestos en la matriz sin afectar las características sensoriales del producto (Tolve et al., 2020)

3.4 Tendencias y retos en alimentos funcionales

Las preocupaciones de salud están a la vanguardia en las decisiones de compra de alimentos todos los grupos poblacionales (edad) a nivel mundial. En sociedades industrializadas, en donde gran parte de la población tiene cubierta las necesidades nutricionales mínimas, se demandan cada vez más alimentos funcionales con atributos sensoriales de calidad

Según (Keery, 2022) los consumidores buscan beneficios funcionales en sus alimentos y bebidas. Sin embargo, también es cierto que diferentes grupos tienen distintos intereses y

necesidades. Por ejemplo: Un consumidor millennials es propenso a realizar una investigación antes de las compras; un consumidor joven se enfoca en el beneficio que el alimento le da en el aspecto físico, educación y el trabajo, es decir, tiene un enfoque holístico del bienestar, por su parte un consumidor mayor y de mediana edad (40 a 50 años) su enfoque tiene mayor énfasis en la salud física y cognitiva.

Los fabricantes enfrentan desafíos para crear productos que garanticen que los consumidores reciban una nutrición sostenible. Por ello, comprender la importancia de los factores demográficos como la edad y el nivel de actividad puede ayudar a los fabricantes de alimentos a crear productos funcionales innovadores conservando los sabores tradicionales.

(Braverman, 2001) analizó el mercado de alimentos funcionales tomando en consideración la selección de alimentos. De esta manera estableció tres generaciones de productos funcionales: La primera generación surge en la década de los 70, época caracterizada por el consumo de alimentos con poco procesamiento, tales como jugos de frutas, yogurt y pan de grano entero.

La segunda generación de alimentos funcionales surge en los 80, caracterizados por ser alimentos modificados en el contenido de grasa y azúcares, surgiendo así los productos denominados “light”, “bajos en calorías”, “bajos en grasa”, “bajos en azúcar” y juntamente aquellos productos “ricos en fibra”. Esta época es muy significativa para la industria alimentaria puesto que conllevó grandes investigaciones sobre sustitutos de azúcares y grasa para el desarrollo de productos modificados y seguros para la población (Braverman, 2001).

La tercera generación se inició en la década de los 90, en donde surgen conceptos de las propiedades funcionales, desatacándose en el desarrollo de los productos con propiedades funcionales, como los productos con “probióticos”, “prebióticos”, “fitoesteroles” y fibras” (Sedó Masís, 2002).

El mayor conocimiento de las propiedades de ciertos alimentos por parte de la población, y la mayor disponibilidad de los procesados funcionales y suplementos, plantea la necesidad de revisar el enfoque tradicional de la educación alimentaria nutricional en torno a los alimentos (Sedó Masís, 2002).

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Para el desarrollo de alimentos funcionales, se debe considerar una orientación enfocada en el valor nutritivo y beneficios que entregan a la salud del consumidor, obteniendo una mejora en diferentes patologías (enfermedades cardio vasculares, intestinales) que afectan a la sociedad, al igual que beneficios (sistema inmunológico) mediante su consumo, siendo una alternativa para la prevención y tratamiento de enfermedades.
- Los alimentos lácteos han sido calificados como vehículos alimentarios óptimos para la adición de compuestos bioactivos, dentro de los cuales se destacan probióticos y prebióticos, y la adición en menor proporción de minerales, antioxidantes, vitaminas y ácidos grasos esenciales, siguiendo las tendencias actuales en la búsqueda de alimentos que brinden un alto valor nutritivo.
- La industria alimentaria ha experimentado diferentes cambios desde el apareamiento de los alimentos denominados funcionales hasta las nuevas tendencias en los consumidores más informados en obtener alimentos que entreguen beneficios para su salud, generándose retos que la industria debe satisfacer en una sociedad con tendencias cambiantes que optimiza el cuidado de su salud con el consumo de alimentos con alto valor nutritivo y con propiedades naturales sin ser procesados.

Recomendaciones

- En vista de que el campo de los alimentos funcionales es muy extenso, tras no limitarse solamente a las matrices lácteas, sería de suma importancia realizar diferentes revisiones bibliográficas en el desarrollo de alimentos funcionales en otras matrices como: cárnica, cereales, vegetales y frutas.
- En la producción de alimentos funcionales utiliza diferentes técnicas para la incorporación de compuestos biológicamente activos a las matrices alimentarias,

realizar una investigación más profunda sobre el uso de nuevas tecnologías en la producción de alimentos funcionales.

- Debe realizarse un estudio sobre la normativa vigente a nivel nacional para el control en la elaboración, etiquetado y la declaración de los beneficios que aporta a la salud del consumidor, estableciendo un conjunto de normas a seguir para la producción de alimentos funcionales a nivel nacional.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acuerdo Ministerial. (2013). *REGLAMENTO DE CONTROL Y REGULACION DE CADENA DE PRODUCCION DE LECHE Estado: Vigente LOS MINISTROS*.
www.lexis.com.ec
- Al-Jawaldeh, A., Taktouk, M., & Nasreddine, L. (2020). Food Consumption Patterns and Nutrient Intakes of Children and Adolescents in the Eastern Mediterranean Region: A Call for Policy Action. *Nutrients*, *12*(11), 1–28.
<https://doi.org/10.3390/NU12113345>
- Allen, L., De Benoist, B., Dary, O., & Hurrell, R. (2017). *Guías para la fortificación de alimentos con micronutrientes*.
- Alzamora, S. M. (2004). *FRUTAS Y VERDURAS EN EL DESARROLLO DE NUEVOS ALIMENTOS FUNCIONALES*.
[http://bibliotecadigital.bolsadecereales.com.ar/greenstone/collect/bolcer/index/assoc/HASH0171.dir/Frutas y verduras en desarrollo nuevos alimentos funcionales.pdf](http://bibliotecadigital.bolsadecereales.com.ar/greenstone/collect/bolcer/index/assoc/HASH0171.dir/Frutas_y_verduras_en_desarrollo_nuevos_alimentos_funcionales.pdf)
- Aparicio, A., Lorenzo-Mora, A. M., Bermejo, L. M., Rodríguez-Rodríguez, E., Ortega, R. M., López-Sobaler, A. M., Aparicio, A., Lorenzo-Mora, A. M., Bermejo, L. M., Rodríguez-Rodríguez, E., Ortega, R. M., & López-Sobaler, A. M. (2020). Matriz láctea: beneficios nutricionales y sanitarios de la interrelación entre sus nutrientes. *Nutrición Hospitalaria*, *37*(SPE2), 13–17. <https://doi.org/10.20960/NH.03350>
- Arguedas-Gamboa, P., Mora-Molina, J., & Sanabria-Mora, J. (2015). *Comparación del contenido de carotenoides en productos nutracéuticos elaborados a partir de dos variedades de camote y yuca Carotenoids in nutraceutical products comparison derived from two varieties of sweet potato and cassava*.
- Ashwell, M. (2004). *ACERCA DEL ILSI / ILSI EUROPE Miembros del Consejo Directivo del ILSI Europe Empresas integrantes del Grupo de Expertos sobre Alimentos Funcionales del ILSI Europe*. <http://europe.ilsi.org>
- Begoña, A., Fernández, I., & Sánchez, C. (2016). COMPUESTOS FUNCIONALES EN PRODUCTOS DE IV Y V GAMA. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, *17*. <https://www.redalyc.org/journal/813/81349041002/html/>

- Belén, M., Rodríguez, S., Megías, S. M., & Molina Baena, B. (2003). ALIMENTOS FUNCIONALES Y NUTRICIÓN ÓPTIMA. ¿CERCA O LEJOS? Functional Foods and Optimum Nutrition: A Way or Away? *Rev Esp Salud Pública*, 77, 317–331.
- Bermúdez, B., Gutiérrez-Tolentino, R., Vega Y León, S., Escobar-Medina, A., Jesús Pérez-González, J., & González-Ronquillo, M. (2018). *Artículo Original Composición láctea y perfil de ácidos grasos en leche de cabra de Guanajuato, México Milk composition and fatty acid profile in goat milk from Guanajuato, Mexico*. <http://opn.to/a/JBTqr>
- Bernal Castro, C. A., Díaz-Moreno, C., Gutiérrez-Cortés, C., Bernal Castro, C. A., Díaz-Moreno, C., & Gutiérrez-Cortés, C. (2017). Probióticos y prebióticos en matrices de origen vegetal: Avances en el desarrollo de bebidas de frutas. *Revista Chilena de Nutrición*, 44(4), 383–392. <https://doi.org/10.4067/S0717-75182017000400383>
- Carbajal, Á. (2013). *Manual de Nutrición y Dietética*. <https://eprints.ucm.es/id/eprint/22755/1/Manual-nutricion-dietetica-CARBAJAL.pdf>
- Cardona-Arengas, M. A., & López-Marín, B. E. (2019). *Los probióticos: alimentos funcionales para lactantes*. <https://revistas.uis.edu.co/index.php/revistamedicasuis/article/view/9945/9991>
- Carrero, J., Martín L, Baro, L., Jimenez, J., Boza, J., & López, E. (2005). *Efectos cardiovasculares de los ácidos grasos Omega-3 y alternativas para incrementar su ingesta*. https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0212-16112005000100010
- Chakona, G., & Shackleton, C. (2019). Food Taboos and Cultural Beliefs Influence Food Choice and Dietary Preferences among Pregnant Women in the Eastern Cape, South Africa. *Nutrients* 2019, Vol. 11, Page 2668, 11(11), 2668. <https://doi.org/10.3390/NU11112668>
- Comunian, T. A., Chaves, I. E., Thomazini, M., Moraes, I. C. F., Ferro-Furtado, R., de Castro, I. A., & Favaro-Trindade, C. S. (2017). Development of functional yogurt

containing free and encapsulated echium oil, phytosterol and sinapic acid. *Food Chemistry*, 237, 948–956. <https://doi.org/10.1016/J.FOODCHEM.2017.06.071>

- Cortés Rodríguez, M. (2014). *APLICACIÓN DE LA INGENIERÍA DE MATRICES EN EL DESARROLLO DE ALIMENTOS FUNCIONALES DE ORIGEN VEGETAL - X SEMANA ALIMENTARIA – SALUD, NUTRICIÓN E INNOVACIÓN V ENCUESTRO AGROALIMENTARIO Y SEGURIDAD ALIMENTARIA EN EL CONTEXTO AMAZÓNICO UNIVERSIDAD DE LA AMAZONICA*.
<https://www.uniamazonia.edu.co/documentos/docs/Programas Academicos/Ingenieria de Alimentos/Eventos/X Semana Alimentaria/Ingenieria de Matrices Misael Cortes.pdf>
- Corzo, N., Alonso, J. L., Azpiroz, F., Calvo, M. A., Cirici, M., Leis, R., Lombó, F., Mateos-Aparicio, I., Plou, F. J., Ruas-Madiedo, P., Rúperez, P., Redondo-Cuenca, A., Sanz, M. L., & Clemente, A. (2015). Prebióticos; concepto, propiedades y efectos beneficiosos PREBIOTICS: CONCEPT, PROPERTIES AND BENEFICIAL EFFECTS. *Nutr Hosp*, 31, 99–118.
<https://doi.org/10.3305/nh.2015.31.sup1.8715>
- Culebras, J., Garcia de Lorenzo, A., & Gonzáles Gross, M. (2004). *Alimentos funcionales*. https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0212-16112004000100001
- Divier Agudelo, & Oswaldo Bedoya. (2005). Revista Lasallista de Investigación. *Revista Lasallista de Investigación*, 2(1), 38–42.
<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=69520107>
- Drago, M., López, M., & Saínz, T. del rosario. (2006). Componentes bioactivos de alimentos funcionales de origen vegetal. *Red de Revistas Científicas de América Latina, El Caribe, España y Portugal*, 37.
<https://www.redalyc.org/pdf/579/57937408.pdf>
- El Universo. (2020, November 27). *El consumo de leche en Ecuador sube el 16 % en este año de pandemia | Economía | Noticias | El Universo*.
<https://www.eluniverso.com/noticias/2020/11/26/nota/8060482/consumo-leche-crece-pandemia-ecuador/>

- FAO. (1997). *DEFINICIONES PARA LOS FINES DEL CODEX ALIMENTARIUS*.
<http://www.fao.org/3/w5975s/w5975s08.htm>
- FAO. (2006). *Probióticos en los alimentos Propiedades saludables y nutricionales y directrices para la evaluación ESTUDIO FAO ALIMENTACIÓN Y NUTRICIÓN*.
- FAO. (2017). *El futuro de la Tendencias alimentación y la agricultura. Tendencias y desafíos*. <https://www.fao.org/3/i6881s/i6881s.pdf>
- Fernández Fernández, E., Alfredo Martínez Hernández, J., Martínez Suárez, V., Manuel Moreno Villares, J., Rodolfo Collado Yurrita, L., Hernández Cabria, M., & Javier Morán Rey, F. (2015). Documento de Consenso: importancia nutricional y metabólica de la leche. *Nutr Hosp*, 31(1), 92–101.
<https://doi.org/10.3305/nh.2015.31.1.8253>
- FUENTES-BERRÍO, L., ACEVEDO-CORREA, D., & GELVEZ-ORDÓÑEZ, V. M. (2015). ALIMENTOS FUNCIONALES: IMPACTO Y RETOS PARA EL DESARROLLO Y BIENESTAR DE LA SOCIEDAD COLOMBIANA. *Biotechnología En El Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 13(2), 140–149.
[https://doi.org/10.18684/BSAA\(13\)140-149](https://doi.org/10.18684/BSAA(13)140-149)
- García-Montalvo, I. A., Méndez-Díaz, S. Y., Aguirre-Guzmán, N., Sánchez-Medina, M. A., Matías-Pérez, D., Pérez-Campos, E., García-Montalvo, I. A., Méndez-Díaz, S. Y., Aguirre-Guzmán, N., Sánchez-Medina, M. A., Matías-Pérez, D., & Pérez-Campos, E. (2018). Incremento en el consumo de fibra dietética complementario al tratamiento del síndrome metabólico. *Nutrición Hospitalaria*, 35(3), 582–587.
<https://doi.org/10.20960/NH.1504>
- Garrote, A., & Bonet, R. (2017). *Probióticos*. <https://www.elsevier.es/es-revista-farmacia-profesional-3-pdf-X0213932417608720>
- Gowda, A., Sharma, V., Goyal, A., Singh, • A K, & Arora, S. (2018). *Process optimization and oxidative stability of omega-3 ice cream fortified with flaxseed oil microcapsules*. <https://doi.org/10.1007/s13197-018-3083-4>
- Guarner, F., Ellen Sanders, M., Eliakim, R., Fedorak, R., Gangl, A., Garisch, J., Kaufmann, P., Karakan, T., Khan, A. G., Kim, N., Andrés De Paula, J.,

- Ramakrishna, B., Shanahan, F., Szajewska, H., Thomson, A., & Le Mair, A. (2017). *Guías Mundiales de la Organización Mundial de Gastroenterología Probióticos y prebióticos*.
- Guillot, C. C. (2018). Probióticos, puesta al día . *Revista Cubana de Pediatría*, 90(2), 286–298. <http://scielo.sld.cu>
- Heap, S., Ingram, J., Law, M., Tucker, A. J., & Wright, A. J. (2016). Eight-day consumption of inulin added to a yogurt breakfast lowers postprandial appetite ratings but not energy intakes in young healthy females: a randomised controlled trial. *British Journal of Nutrition*, 115, 262–270. <https://doi.org/10.1017/S0007114515004432>
- Hill, C., Guarner, F., Reid, G., Gibson, G. R., Merenstein, D. J., Pot, B., Morelli, L., Canani, R. B., Flint, H. J., Salminen, S., Calder, P. C., & Sanders, M. E. (2014). The International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics consensus statement on the scope and appropriate use of the term probiotic. *Nature Reviews Gastroenterology & Hepatology* 2014 11:8, 11(8), 506–514. <https://doi.org/10.1038/nrgastro.2014.66>
- INEN. (2012). *INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN*. <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/9-5.pdf>
- Interporc. (2017, October 19). *Ácidos grasos y su importancia en la dieta*. <https://interporc.com/2017/10/19/acidos-grasos-y-su-importancia-en-la-dieta?cat=profesional-sanitario/noticias>
- Jamanca, N. C., Sarela, G., Cruz, A., & Notas De Clases, S. (2017). *Antioxidantes en los alimentos*.
- Levinson, Y., Ish-Shalom, S., Segal, E., & Livney, Y. D. (2016). Bioavailability, rheology and sensory evaluation of fat-free yogurt enriched with VD3 encapsulated in re-assembled casein micelles. *Food & Function*, 7(3), 1477–1482. <https://doi.org/10.1039/C5FO01111F>
- Lopez, C. M., Yarrarapu, S. N. S., & Mendez, M. D. (2021). Food Allergies. *StatPearls*. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK482187/>

- Magro, P., & Mauricio Barreto, C. (2018). *Actividad prebiótica de compuestos bioactivos producidos por el bioprocesamiento de salvado de trigo*.
https://bdigital.uncu.edu.ar/objetos_digitales/12810/20-productos-naturales-bioactivos-eque-priscilla-ufrgs.pdf
- Malagié, M., Jensen, G., & Grahamy Donald Smith, J. L. (n.d.). 67. *INDUSTRIA ALIMENTARIA INDUSTRIA ALIMENTARIA Procesos de la industria alimentaria*.
- Maldonado, M. (2021). *Nuevos desafíos para la industria alimentaria y los nuevos conocimientos acerca del tercer cerebro New challenges for the food industry and new knowledge about the third brain*. <https://doi.org/10.35454/rncm.v4n4.326>
- Mariño García, A. I., Núñez Velázquez, M., & Jesús Barreto Penié, I. I. (2016). *Microbiota, probióticos, prebióticos y simbióticos Microbiota, Probiotics, Prebiotics, and Synbiotics*.
- Martínez, A., & Giner, C. (2016). *CONCEPTOS BÁSICOS EN ALIMENTACIÓN*.
- Martirosyan, D., Kanya, H., & Nadalet, C. (2021). Can functional foods reduce the risk of disease? Advancement of functional food definition and steps to create functional food products. *Functional Foods in Health and Disease, 11*(5), 213–221. <https://doi.org/10.31989/FFHD.V11I5.788>
- Mazzocchi, A., Venter, C., Maslin, K., & Agostoni, C. (2017). The Role of Nutritional Aspects in Food Allergy: Prevention and Management. *Nutrients, 9*(8).
<https://doi.org/10.3390/NU9080850>
- Mejía-Doria, C. M., Orozco-Parra, J., Hernando, I. M., & Rodriguez-Barona, S. (2018). Impregnación a Vacío de Matrices de Cidra con Pulpa de Lulo, Inulina y Calcio para Potenciar sus Características Funcionales. *Información Tecnológica, 30*(3), 211–218. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642019000300211>
- Mejía, S., & Hernández, A. (2018). *Alimentos funcionales: ¿qué son y cuáles están disponibles? | Universidad Zamorano*.
<https://www.zamorano.edu/2018/06/08/alimentos-funcionales-que-son-y-cuales-estan-disponibles/>
- Mohammadi-Sartang, M., Bellissimo, N., Totosty de Zepetnek, J. O., Brett, N. R.,

- Mazloomi, S. M., Fararouie, M., Bedeltavana, A., Famouri, M., & Mazloom, Z. (2018). The effect of daily fortified yogurt consumption on weight loss in adults with metabolic syndrome: A 10-week randomized controlled trial. *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases*, 28(6), 565–574. <https://doi.org/10.1016/J.NUMECD.2018.03.001>
- National Institutes of Health. (2020). *Datos sobre los ácidos grasos omega - 3* .
- Nova, E., Montero, A., Gómez, S., & Marcos, A. (2006). *La estrecha relación entre la nutrición y el sistema inmunitario*.
- Olmedilla-Alonso, B., & Jiménez-Colmenero, F. (2014). Alimentos cárnicos funcionales: desarrollo y evaluación de sus propiedades saludables. *Nutrición Hospitalaria*, 29(6), 1197–1209. <https://doi.org/10.3305/NH.2014.29.6.7389>
- Ortiz, Y., García-Amézquita, E., Acosta, C. H., & Sepúlveda, D. R. (2017). Functional dairy products. *Global Food Security and Wellness*, 67–103. https://doi.org/10.1007/978-1-4939-6496-3_5
- Ostos, S., Díaz, A., & Suarez, H. (2012). EVALUACIÓN DE DIFERENTES CONDICIONES DE PROCESO EN LA FORTIFICACIÓN DE MANGO (Tommy Atkins) CON CALCIO MEDIANTE IMPREGNACIÓN A VACÍO. *Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos-ICTA*. <https://www.scielo.cl/pdf/rchnut/v39n2/art07.pdf>
- Otunola, G. A., & Martiryosan, D. (2021). Choosing Suitable Food Vehicles for Functional Food Products. *Functional Foods in Health and Disease*, 11(2), 44–55. <https://doi.org/10.31989/FFHD.V11I2.764>
- Plaza Díaz, J., Martínez Augustín, O., & Gil Hernández, Á. (2013). Los alimentos como fuente de mono y disacáridos: aspectos bioquímicos y metabólicos. *Nutrición Hospitalaria*, 28. https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0212-16112013001000002
- Ramirez, M. (2016). *CARBOHIDRATOS O GLUCIDOS*.
- Redón, A., Morales, A., & Guillén, I. (2020). *Vista de La industria 4.0 y la industria alimentaria*. <https://www.riico.net/index.php/riico/article/view/1830/1589>

- Rodríguez Huertas, J., Rodríguez Lara, A., González Acevedo, O., Mesa, M. D., Rodríguez Huertas, J., Rodríguez Lara, A., González Acevedo, O., & Mesa, M. D. (2019). Leche y productos lácteos como vehículos de calcio y vitamina D: papel de las leches enriquecidas. *Nutrición Hospitalaria*, 36(4), 962–973.
<https://doi.org/10.20960/NH.02570>
- Santillán-Urquiza, E., Méndez-Rojas, M. Á., & Vélez-Ruiz, J. F. (2017). Fortification of yogurt with nano and micro sized calcium, iron and zinc, effect on the physicochemical and rheological properties. *LWT*, 80, 462–469.
<https://doi.org/10.1016/J.LWT.2017.03.025>
- Santos - López, J. (2018). *Efectos del consumo de matrices cárnicas modificadas sobre marcadores del metabolismo lipídico y oxidación hepática* [NIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID].
<https://eprints.ucm.es/id/eprint/46516/1/T39604.pdf>
- Selva, V. (2019, August 15). *Leche enriquecida con fibra: ¿realmente sirve para algo?*
https://www.lespanol.com/ciencia/nutricion/20190805/leche-enriquecida-fibra-realmente-sirve/418458692_0.html
- SERNAC. (2004). *ÍNDICE*. <http://www.worldfoodscience.org/cms/>
- Shipman, D., & Durmus, B. (2017). The Effect of Culture on Food Consumption; a Case of Special Religious Days in Turkey. *Journal of Food Research*, 6(2), 92.
<https://doi.org/10.5539/JFR.V6N2P92>
- Silva, P., Pinheiro, A., Rodríguez, L., & Figueroa, V. (2016). *Fuentes naturales de fitoesteroles y factores de producción que lo modifican*. 66.
<https://www.alanrevista.org/ediciones/2016/1/art-2/>
- Tolve, R., Cela, N., Condelli, N., Di Cairano, M., Caruso, M. C., & Galgano, F. (2020). Microencapsulation as a Tool for the Formulation of Functional Foods: The Phytosterols' Case Study. *Foods 2020, Vol. 9, Page 470*, 9(4), 470.
<https://doi.org/10.3390/FOODS9040470>
- Turgeon, S. L., & Brisson, G. (2020). Symposium review: The dairy matrix- Bioaccessibility and bioavailability of nutrients and physiological effects. *Journal*

of *Dairy Science*, 103(7), 6727–6736. <https://doi.org/10.3168/JDS.2019-17308>

Valenzuela B., A., Sanhueza, J., Valenzuela, R., & Morales I., G. (2014). Alimentos funcionales, nutraceúticos y foshu: ¿vamos hacia un nuevo concepto de alimentación? *Revista Chilena de Nutrición*, 41(2), 198–204.

<https://doi.org/10.4067/S0717-75182014000200011>

Veena, N., Surendra Nath, • B, Srinivas, B., & Balasubramanyam, • B V. (2017).

Quality attributes of dahi prepared from milk fortified with omega-3 fatty acids, phytosterols and polydextrose. <https://doi.org/10.1007/s13197-017-2596-6>

Villamil, R. A., Robelto, G. E., Mendoza, M. C., Guzmán, M. P., Cortés, L. Y., Méndez, C. A., Giha, V., Villamil, R. A., Robelto, G. E., Mendoza, M. C., Guzmán, M. P., Cortés, L. Y., Méndez, C. A., & Giha, V. (2020). Desarrollo de productos lácteos funcionales y sus implicaciones en la salud: Una revisión de literatura. *Revista Chilena de Nutrición*, 47(6), 1018–1028.

<https://doi.org/10.4067/S0717-75182020000601018>

Villanueva - Flores, R. (2019). *Fibra dietaria: una alternativa para la alimentación*.

https://revistas.ulima.edu.pe/index.php/Ingenieria_industrial/article/view/4550/449

6

Abella del Valle, B. (2015). El sistema de venta multinivel: un tipo de venta directa.

Braverman, V. J. S. n. (2001). Alimentos saludables: treinta años de su existencia en el mercado. *I*(259), 1-19.

Cabezas, E. V. (2016). *Caracterización físico, química, sensorial y funcional de la proteína aislada de la arveja (Pisum sativum)*. (Ingeniera en Agroindustria Alimentaria en el Grado

Académico de Licenciatura), Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano

Honduras, Honduras.

Cortés, M., Herrera, E., & Rodríguez, E. J. V. (2015). Optimización experimental del proceso de liofilización de uchuva adicionada con componentes activos por impregnación al vacío. *22*(1), 47-56.

- Di Cagno, R., Minervini, G., Rizzello, C. G., De Angelis, M., & Gobbetti, M. J. F. m. (2011). Effect of lactic acid fermentation on antioxidant, texture, color and sensory properties of red and green smoothies. *28*(5), 1062-1071.
- Fernández-Garía, E., McGregor, J. U., & Traylor, S. J. J. o. d. s. (1998). The addition of oat fiber and natural alternative sweeteners in the manufacture of plain yogurt. *81*(3), 655-663.
- Hassan, A., & Amjad, I. J. A. J. o. B. (2010). Nutritional evaluation of yoghurt prepared by different starter cultures and their physiochemical analysis during storage. *9*(20).
- Jaller Rodríguez, S. I., & Parra Vargas, M. (2000). *Comparación de la transferencia de materia en los procesos de deshidratación osmótica a presión atmosférica y con impregnación de vacío en la Piña Cayena Lisa (Ananás Comosus I. Meer) a través de un modelo matemático*. Universidad de la Sabana,
- Keery. (2022). Ingredientes funcionales para crear productos que inspiren a una salud duradera y proactiva. <https://www.kerry.com/>. Retrieved from https://thefoodtech.com/ingredientes-y-aditivos-alimentarios/ingredientes-funcionales-para-crear-productos-que-inspiren-a-una-salud-duradera-y-proactiva/?utm_term=tendencias%20alimentarias&utm_campaign=TFT_Brande d+Content_Noviembre_+Beneo_SR&utm_source=adwords&utm_medium=ppc &hsa_acc=3893586304&hsa_cam=17749342469&hsa_grp=145652411184&hs a_ad=610310057413&hsa_src=g&hsa_tgt=kwd-549175373712&hsa_kw=tendencias%20alimentarias&hsa_mt=b&hsa_net=adw ords&hsa_ver=3&gclid=CjwKCAjww8mWBhABEiwAl6-2RVEOUoVl2Jr8ca3YKJF-a_XHH46x96rpgZjie9Vy1-BpP_CKNgKP5xoC8WoQAvD_BwE
- Lunn, J., & Buttriss, J. J. N. B. (2007). Carbohydrates and dietary fibre. *32*(1), 21-64.
- Martinez-Navarrete, N., Camacho, M., Martinez-Lahuerta, J., Martinez-Monzó, J., & Fito, P. J. F. R. I. (2002). Iron deficiency and iron fortified foods—a review. *35*(2-3), 225-231.
- Morón, M. (2022). Uso de ingredientes en la formulación de jamón cocido. *CarneTec*, *2*, 20.

- O'connell, J., & Fox, P. J. I. D. J. (2001). Significance and applications of phenolic compounds in the production and quality of milk and dairy products: a review. *11*(3), 103-120.
- Olivares, M., Pizarro, F., Hertrampf, E., Walter, T., Arredondo, M., & Letelier, A. J. R. c. n. (2000). Fortificación de alimentos con hierro en Chile. 340-344.
- Ortíz, L. (2021). Aplicación de proteína texturizada de soya en productos cárnicos. Retrieved from <https://comecarne.org/aplicacion-de-proteina-texturizada-de-soya-en-productos-carnicos/>
- Perricone, M., Corbo, M. R., Sinigaglia, M., Speranza, B., & Bevilacqua, A. J. J. o. f. f. (2014). Viability of *Lactobacillus reuteri* in fruit juices. *10*, 421-426.
- Randazzo, C. L., Pitino, I., Licciardello, F., Muratore, G., Caggia, C. J. F. S., & Technology. (2013). Survival of *Lactobacillus rhamnosus* probiotic strains in peach jam during storage at different temperatures. *33*, 652-659.
- Sedó Masís, P. J. R. C. d. S. P. (2002). El mercado de los alimentos funcionales y los nuevos retos para la educación alimentaria-nutricional. *11*(20), 18-25.
- Shahani, K. M., & Chandan, R. C. J. J. o. D. s. (1979). Nutritional and healthful aspects of cultured and culture-containing dairy foods. *62*(10), 1685-1694.
- Sheehan, V. M., Ross, P., Fitzgerald, G. F. J. I. F. S., & Technologies, E. (2007). Assessing the acid tolerance and the technological robustness of probiotic cultures for fortification in fruit juices. *8*(2), 279-284.
- Thefoodtech. (2022). Desarrolla CIAD salchichas enriquecidas con frutas y vegetales. Retrieved from <https://thefoodtech.com/historico/desarrolla-ciad-salchichas-enriquecidas-con-frutas-y-vegetales/>