

ALIMENTOS FUNCIONALES

Presente y Futuro



N.D. Patricio David Ramos Padilla MSc.

N.D. Verónica Carlina Delgado López MSc.

N.D. Mayra Alejandra Gavidia Castillo MSc.



Autores:

N.D. Patricio David Ramos Padilla MSc.
N.D. Verónica Carlina Delgado López MSc.
N.D. Mayra Alejandra Gavidia Castillo MSc.

ESPOCH



Año 2026

**DIRIGIDO A PROFESIONALES DE LA NUTRICIÓN Y
CIENCIAS DE LA SALUD**



espoch

**Decanato de
Publicaciones**

© Año 2026

N.D. Patricio David Ramos Padilla MSc.
N.D. Verónica Carlina Delgado López MSc.
N.D. Mayra Alejandra Gavidia Castillo MSc.

© Año 2025 Escuela Superior Politécnica de Chimborazo
Panamericana Sur, kilómetro 1½
Decanato de Publicaciones
Riobamba, Ecuador
Teléfono: 593 (03) 2 998-200
Código Postal: EC0600155

Aval ESPOCH

Este libro se sometió a arbitraje bajo el sistema de doble ciego (peer review)

Corrección y diseño

Editorial Politécnica ESPOCH

Impreso en Ecuador

Prohibida la reproducción de este libro, por cualquier medio, sin la previa autorización por escrito de los propietarios del copyright

CDU: 613.2 → Dietética y nutrición
Alimentos funcionales, presente y futuro
Riobamba: Escuela Superior Politécnica de
Chimborazo. Decanato de Publicaciones
141 pp. vol: 1 17x24 cm. ISBN: 978-9942-801-29-6

ÍNDICE GENERAL

Introducción.....	5
Capítulo I.....	6
Alimentos Funcionales: Una Historia Con Mucho Presente Y Futuro.....	6
1.1. La Imagen De Lo Funcional.....	7
1.2. Ser Funcional	11
1.3. Situación Actual Y Prospectiva.....	14
1.4. Futuro De Los Alimentos Funcionales.....	18
Conclusión.....	29
 Capítulo II.....	 30
Alimentos Funcionales, Compuestos Bioactivos Y Sus Beneficios.....	30
2.1. Alimentos Funcionales Y Nutraceuticos: Sustancias Bioactivas De Alimentos Y Plantas Que Benefician A La Salud.....	31
2.2. Rol De Los Alimentos Funcionales En Algunas Enfermedades.....	42
2.3. Alimentos Funcionales De Especial Reconocimiento Por Sus Beneficios En La Salud Humana.....	54
2.4. Alimentos Nanofuncionales: Oportunidades, Desarrollo Y Perspectivas De Futuro.....	56
Conclusión.....	64
 Capítulo III.....	 68
El Mercado De Los Alimentos Funcionales.....	68
3.1. Crecimiento Industrial De Los Alimentos Funcionales.....	69
3.2. Expectativas Del Consumidor Al Adquirir Un Alimento Funcional.....	79
3.3. Credibilidad De Los Efectos Positivos Sobre La Salud De Un Producto Funcional.....	84
Conclusión.....	93
 Capítulo IV.....	 94
Normativa Legal Para Los Alimentos Funcionales.....	94
4.1. Fabricación Y Comercialización.....	95
4.2. Rotulado Y Etiquetado.....	100
4.3. Régimen De Registro Sanitario.....	106
4.4. Control De Calidad – Buenas Prácticas De Manufactura (Bpm).....	109
4.5. Vigilancia Sanitaria.....	113
Conclusión.....	114
Referencias Bibliográficas.....	116

INTRODUCCIÓN

Las oportunidades de investigación parecen ilimitadas y las herramientas de investigación van desde la evaluación de encuestas epidemiológicas a gran escala hasta la evaluación específica de la expresión génica celular mediante técnicas de biología molecular. Además, la información científica puede compartirse rápida y globalmente a través de diversos canales, como revistas científicas, publicaciones periódicas y sitios web de Internet. Estos avances han permitido a los científicos investigar objetivamente algunos de los conceptos más antiguos en la aplicación de los alimentos, así como las relaciones epidemiológicas relacionadas con la optimización de la salud y el rendimiento y la prevención y/o el tratamiento de enfermedades.

A lo largo de la mayor parte del siglo XX, las recomendaciones nutricionales parecían centrarse más en «qué no comer» sobre una base consistente en el aporte adecuado de nutrientes esenciales como aminoácidos y ácidos grasos esenciales, vitaminas, minerales y agua. Por ejemplo, se recomendaba limitar sustancias de la dieta como los ácidos grasos saturados, el colesterol y el sodio. Hoy en día, los científicos reconocen que la otra cara de la moneda de la nutrición, o «qué comer», puede ser tan importante o más. Sabemos desde hace tiempo que las personas que siguen una dieta rica en alimentos más naturales, como frutas, verduras, frutos secos, cereales integrales y pescado, tienden a llevar una vida más libre de enfermedades. La incidencia de ciertos tipos de cáncer y enfermedades cardíacas es notablemente menor que en las poblaciones que consumen cantidades considerablemente inferiores de estos alimentos. Durante un tiempo, muchos nutricionistas creyeron que esta observación era más una asociación que una causa-efecto. Es decir, que la mayor incidencia de enfermedades era más el resultado de un mayor consumo de calorías, grasas y alimentos procesados junto con una menor actividad física, típicamente asociada a un menor consumo de frutas, verduras, etc., que a la falta de estos alimentos. Así pues, las recomendaciones se centraban en limitar muchos de los alimentos «malos» sustituyéndolos por alimentos que no estuvieran asociados a las enfermedades degenerativas, considerados alimentos «buenos» en cierto modo por defecto. Con el tiempo, los científicos pudieron comprender mejor la composición de los alimentos «buenos». Rápidamente se acumularon pruebas que apoyaban las creencias anteriores de que muchos alimentos naturales son aparentemente profilácticos.

Hoy nos encontramos en lo que parece ser una época en la comprensión de la relación de la humanidad con la naturaleza. Los conceptos nutraceuticos nos recuerdan nuestra enorme dependencia de otras formas de vida en este planeta. Porque son estas entidades las que no solo nos proporcionan lo esencial de nuestra dieta, sino también los factores que nos proporcionan protección contra el entorno en el que existimos y los acontecimientos potencialmente patológicos que creamos internamente. La alimentación fue una herramienta medioambiental utilizada para esculpir el genoma humano. Es lógico pensar entonces que comer más alimentos naturales, como frutas y verduras, conduciría a una existencia más sana.

El avance de las técnicas científicas no solo nos ha permitido comprender mejor la dieta que debemos seguir, sino que también ha abierto la puerta a uno de los acontecimientos más interesantes del comercio. Ahora, las empresas alimentarias pueden comercializar alimentos con declaraciones de propiedades saludables aprobadas que destacan las propiedades nutraceuticas o funcionales de los alimentos. Las empresas alimentarias también pueden enriquecer los alimentos existentes con sustancias nutraceuticas y/o crear nuevos alimentos diseñados para incluir una o más sustancias nutraceuticas en sus recetas. Las oportunidades que se brindan a las empresas alimentarias que se dedican a los alimentos funcionales parecen no tener límites en estos momentos.

A pesar de que en este libro se mencionan numerosos alimentos funcionales y se repasan algunos otros conceptos como nutraceuticos, superalimentos, alimentos genéticamente modificados, el campo es aún muy joven y seguramente queda mucho por aprender y aplicar para una vida más sana.

CAPÍTULO I

ALIMENTOS FUNCIONALES: UNA HISTORIA CON MUCHO PRESENTE Y FUTURO

INTRODUCCIÓN

La doctrina de Hipócrates (460-377 a.C.), «Que el alimento sea tu medicina y la medicina tu alimento»⁽¹⁾ se ha retomado en la actualidad. El advenimiento de la ciencia moderna y la tecnología sofisticada ha hecho posible reconocer

que los alimentos nos proporcionan algo más que nutrición. Los alimentos pueden incluso ayudar a reducir el riesgo de enfermedades crónicas no transmisibles relacionadas con el estilo de vida, causadas por una modulación metabólica inadecuada y el cáncer, las alergias, las enfermedades infecciosas, etc., causadas por sistemas de protección del organismo averiados (2). La reciente tendencia a reconsiderar los alimentos y su ingesta adecuada como primera línea de defensa contra estas modalidades anómalas ha surgido de nuestra mayor comprensión de los beneficios fisiológicos (3).

Se sabe que ciertos componentes de los alimentos aportan beneficios para la salud que pueden ayudar a controlar el riesgo de enfermedad y los síntomas. Esto hace que en el mercado haya varios productos alimenticios que afirman tener beneficios especiales para la salud y que están regulados por la «Administración de Alimentos y Medicamentos» (Food and Drug Administration o FDA) para garantizar que los alimentos sean seguros para el consumo y estén debidamente etiquetados (4).

En la actualidad el consumidor ha mostrado una gran aceptación con respecto a los alimentos industriales gracias a su aporte para tener una adecuada salud, debido a esto la demanda aumenta y la oferta han tenido un gran aumento (5). En la atención sanitaria, los alimentos funcionales influyen actualmente a través de su incorporación a los tratamientos médicos, normalmente junto a los productos farmacéuticos. A medida que la industria de los alimentos funcionales se expanda, aumentará su uso en la atención sanitaria, lo que permitirá que los alimentos funcionales actúen como primera línea de defensa contra las enfermedades en lugar de los productos farmacéuticos. Además, a medida que continúe el uso de alimentos funcionales para la prevención de enfermedades, disminuirá la incidencia de enfermedades crónicas, lo que se traducirá en una reducción del gasto en atención sanitaria y productos farmacéuticos. En general, la atención sanitaria pasará del tratamiento a la prevención (6).

1.1. LA IMAGEN DE LO FUNCIONAL

La palabra alimento funcional se utilizó por primera vez aproximadamente en el año de 1980 para los alimentos que se iban a utilizar únicamente en salud, lo cual hace referencia a cierto tipo de alimentos que contienen varios

ingredientes en específico que cuentan con una función específica en el cuerpo, además de su contenido Nutricional (5).

Figura 1.1 Logotipo de los FOSHU (Foods for Specified Health)



Fuente: Riesco S; 2018

Los alimentos mencionados están destinados a todos los grupos poblacionales existentes, los que se clasifican por edad, sexo, edad, genética, lo cual cuenta con una serie de beneficios funcionales; además, que satisface las necesidades nutricionales del cuerpo humano. En la actualidad los consumidores están optando por el incluir en su dieta alimentos funcionales por lo que el mercado de dicho producto se expande, por lo que los alimentos funcionales ayudan a la prevención de varias enfermedades gracias a sus ingredientes beneficiosos para la salud como los fitoesteroles los cuales tienen la función de reducir el colesterol LDL y de esta forma ayudar a modular el microbiota intestinal (5).

Gracias a la gran acogida que tienen los alimentos funcionales en los consumidores se ha evidenciado un crecimiento del 48% gracias a que los beneficios de estos productos vienen de los compuestos dietéticos, el funcionamiento de dichos alimentos funciona aumentando los ingredientes que generan un beneficio para la salud o a su vez, disminuyendo aquellos que son perjudiciales para el organismo; además, cuentan como característica principal que influyen en el cuerpo humano de forma beneficiosa dando como resultado un beneficio psicológico y fisiológico, no solo nutricional como varios productos de mercado (5).

Los antepasados a través del tiempo se han alimentado todo aquello que se logre cultivar como, frutas, verduras, tubérculos, animales salvajes y domesticados; sin embargo, con el paso del tiempo aprendieron a seleccionar ciertos alimentos que tengan beneficios para su salud. El médico Paracelso hace referencia a la quinta esencia de los alimentos, lo que relacionaba los beneficios de ciertos alimentos con las propiedades de estos; sin embargo, solo cuando se realizó un análisis químico de los alimentos logro llegar a un concepto inmediato (7).

El químico biólogo Lavoisier hace referencia a los alimentos como aquellos que aportan nutrientes y vitaminas al organismo que tienen como función principal satisfacer las necesidades fisiológicas del ser humano. Gracias a los avances científicos se puede evidenciar que existen ciertos alimentos que cuentan con ingredientes en específico que tienen beneficios generales, debido al gran aporte de sustancia que respaldan la función de los nutrientes básicos (7).

Los nutricionistas y especialistas en la ciencia de la alimentación coinciden que llevar un estilo de vida saludable, consumir una dieta rica en frutas, verduras, proteínas y vitaminas, aporta al cuerpo humano los nutrientes necesarios para tener una vida sana libre de enfermedades; sin embargo, a través del tiempo esta práctica se está perdiendo, como es el caso de la dieta mediterránea. Por el contrario, debido a la industrialización de alimentos en países desarrollados, han surgido consecuencias como las que los comensales no tomen las mejores decisiones a cerca de una alimentación saludable por lo que da como resultado la baja ingesta de nutrientes y vitaminas (7).

Los alimentos que se consideran beneficiosos para la salud tienen un impacto en el factor socioeconómico y demográficos, debido a que una dieta sana reduce el riesgo de enfermedades en la adultes lo que disminuye la tasa de defunción en adultos y adultos mayores (7).

Es importante recalcar que existe un gran parte de productos que se encuentran a la disposición del individuo; sin embargo, es fundamental identificar aquellos que ayuden al bienestar de los individuos de modo que se pueda reducir el riesgo de contraer ciertas enfermedades, si ciertos alimentos se combinan con estilos de vida saludables, ejercicios, horarios de sueño adecuados pueden tener un gran impacto positivo en la salud (8).

Varios estudios realizados en campos de nutrición muestran que existen ciertas relaciones entre los hábitos alimenticios de las personas, su estilo de vida y la influencia del apareamiento de ciertas patologías; dichos estudios han hecho énfasis en varios ingredientes naturales que ayuda a la disminución y prevención de ciertas enfermedades. Como consecuencia de lo mencionado, han surgido los alimentos funcionales que entre sus funciones se encuentra corregir la ingesta básica de nutrientes; es por ello por lo que, se encuentran desarrollando nuevos alimentos que nacen o parten de los alimentos tradicionales, pero con mayor beneficio (7).

Hace aproximadamente 2000 años en ciertas culturas indígenas las propiedades medicinales de los alimentos se heredaron, de esta forma se comienza a atribuir ciertas características específicas beneficiosas a los alimentos (7).

Existe cierto conocimiento sobre alimentos funcionales en varios países de Latinoamérica, en donde las autoridades registran las propiedades beneficiosas y saludables de varios productos como los productos lácteos que entre sus ingredientes se encuentran los fitoesteroles y ácidos grasos de origen vegetal, además, que se encuentran varios alimentos que tienen como ingredientes fructooligosacárido, etc.(5).

La autoridad brasileña tiene como normativa que cualquier producto debe tener una declaración de los efectos positivos de los alimentos. Esta regulación ayuda a definir como funcional a un alimento. Existe un gran contraste con Ecuador en donde no existe dicha normativa; sin embargo, se controla que los alimentos contengan declaraciones saludables (5).

Gracias a la gran variedad de flora y fauna que existe en América Latina actualmente es considerado como un gran productos y consumidor de alimentos funcionales. Sería de gran utilidad que las entidades políticas de dichos países que se diseñe políticas para fomentar la investigación y producción de nuevos productos con propiedades funcionales (5).

«Los productos agrícolas más destacados o de mayor exportación del Ecuador, y que la mayoría de la población consume de manera rutinaria, no reflejan una mejora en la salud nutricional ecuatoriana, así lo señalan las recientes estadísticas de salud, las cuales indican que los desórdenes que tienen relación directa e indirecta con la obesidad también son recurrentes»(9). Las enfermedades cardiovasculares y el cáncer representan el 47,8 % de las muertes de personas entre 30 a 70 años. Por otra parte, existen numerosos productos agrícolas no tradicionales o subutilizados que presentan altísimos niveles de vitaminas y micro/ macronutrientes, pero debido a su poco consumo, sus ventajas medicinales no son aprovechadas y consecuentemente su valor agregado es poco notable (9).

La imagen social de la alimentación es propia de cada cultura. Entonces es necesario comprender, que, con respecto a los alimentos funcionales, cada país debía elaborar sus propios guías, ajustándose a las variabilidades alimentarias. En países latinoamericanos surgen variedad de propuestas sobre alimentación, modelos que responden a la idiosincrasia de cada nación, con una riqueza alimentaria y cultural inmensa que se expresan, ya desde sus respectivas denominaciones; el plato del bien comer de México, la olla de la alimentación en Guatemala, el círculo de la alimentación en Costa Rica, las pirámides de Panamá, Puerto Rico y Chile, el «pilón de la alimentación en República Dominicana» (10) o la «cuchara saludable en Ecuador»(11).

1.2. SER FUNCIONAL

Dentro de las muchas definiciones existentes, alimento funcional es, según el Consejo Internacional de Información sobre Alimentos también conocido como International Food Information Council o IFIC, así todos los alimentos que se incluyan en la dieta diaria que tengan efectos beneficiosos físicos y mentales, además de, la reducción de patologías (7).

Según el proyecto FUFOS de la Unión Europea se considera alimento funcional aquel que cuente con componentes añadidos o sustraídos mediante la utilización de equipos tecnológicos. De la misma forma se le considera alimento funcional aquel que se ha modificado la naturaleza de uno o más de sus componentes (7). Por tal razón son aquellos alimentos naturales o que han pasado por un proceso de industrialización que cumplen una función específica en el cuerpo humano (7).

Las funciones principales que se menciona tienen una relación con un crecimiento adecuado, además, del correcto mantenimiento del sistema cardiovascular y la prevención de enfermedades hepáticas y degenerativas, aunque también existe la propuesta de alimentos que ayudan en los demás sistemas del cuerpo humano (7).

Al no existir una definición oficial de los alimentos funcionales se puede mencionar las definiciones de sus propiedades y funciones curativas, por ejemplo, la alegación funcional hace referencia a la función metabólica y fisiológica sobre el crecimiento, desarrollo y otras funciones del cuerpo. En lo que respecta a la propiedad «alegación de salud» (health claim) se relaciona con la correlación de un alimento y una patología determinada o síntoma (7).

Los alimentos funcionales más relevantes son aquellos que contienen ciertos micronutrientes, ácidos grasos o fibra a los que se han añadido fitoquímicos, antioxidantes y probióticos que cuentan con microorganismos beneficiosos, gracias a la aparición de estos productos los consumidores han notado la disminución de enfermedades como dislipidemias (disminución del colesterol LDL) en Europa y Estados Unidos (7).

Los individuos que llevan una dieta saludable cuentan con todos las vitaminas y minerales que necesitan, es por lo cual los alimentos funcionales no son indispensables si se lleva un estilo de vida saludable (7). Se considera un alimento funcional cuando aparte de tener un efecto nutricional adecuado, ayuda a varias funciones del organismo a mejorar la salud y disminuir el riesgo de padecer patologías (7).

En Europa existen varios alimentos que aseguran tener ciertos beneficios para la salud humana; sin embargo, no existe evidencia científica que lo compruebe, los alimentos funcionales deben demostrar sus beneficios en cantidades adecuadas para el consumo (7).

Tabla 1.1 Condiciones determinantes de los alimentos funcionales

-
- Alimentos realizados base de productos naturales
 - Alimentos incluidos en la dieta
 - Alimentos que cumplan las siguientes funciones
 - Mejoramiento de defensas biológicas
 - Prevención o recuperación de varias patologías en específico
 - Control de las mentales y físicas
 - Retardo en el proceso de envejecimiento
-

Fuente: Miguel J. Vázquez M. La Dieta como concepto terapéutico (2007) (7)

El consumo adecuado de frutas cítricas, tropicales, vegetales, pescados, cereales tiene un efecto protector en los individuos, es importante recalcar que si no se consume los alimentos mencionados no existe un efecto protector, si se consume en forma de suplemento actúa de forma sinérgica, varios estudios han demostrado que la guayaba y el caimito tienen un alto contenido de vitamina C, flavonoides y antioxidantes (12)

Para la elaboración de estos alimentos es de gran importancia verificar el efecto benéfico de los ingredientes protectores. En una investigación realizada en tomates y salsas el cual tuvo como resultado que este proceso tiene un efecto destructor respecto al contenido de licopeno y b carotenos. Otra investigación da como resultado que los tomates maduros de forma natural cuentan con mayor cantidad de licopeno del 200-300 % a comparación de los que se han madurado después de la cosecha. En el caso de las zanahorias el proceso de enlatado afecta a la disminución de b-carotenos (12).

En caso del licopeno, el tratamiento térmico aumenta su disponibilidad, por lo que es de gran importancia el desarrollo de más investigaciones

con la interacción de los componentes del alimento que permiten la función protectora, así como determinar con más claridad los efectos del procesamiento del contenido, la biodisponibilidad y la actividad metabólica (12).

1.3. SITUACIÓN ACTUAL Y PROSPECTIVA

A través del tiempo la cultura occidental ha creado un tratamiento, en el siglo XX la caseína fue utilizada como tratamiento para niños que padecían enfermedades del tracto digestivo y ciertas alergias, después de eso en 1950 se desarrolló una formula hidrolizada para los astronautas que ayudaba a disminuir desechos. Mas adelante se descubrieron 13 vitaminas (13).

Las guerras mundiales por las que se atravesó generaron una escasez notable de alimentos por lo que las entidades políticas implementaron programas de alimentación con el fin de prevenir las enfermedades alimenticias, se implementó un estudio del conocimiento en el área nutricional y de la misma forma el desarrollo de proyectos de restauración de nutrientes. Así se establecieron como prácticas de fabricación la adición de yodo a la sal, las vitaminas A y D a la margarina.

El Centro de Alimentos Funcionales (Functional Food Center o FFC) sigue avanzando en la definición a medida que se investiga más sobre los alimentos funcionales y los compuestos bioactivos y se aprende más sobre cómo esta definición puede abarcar el verdadero significado de lo que hace un alimento funcional (14). Por el momento, la FFC ha propuesto una nueva definición que reza así:

«Alimentos naturales o procesados que contienen compuestos biológicamente activos que, en cantidades adecuadas no tóxicas, tiene un efecto positivo en el individuo, utilizan biomarcadores específicos, para promover una salud óptima y reducir el riesgo de enfermedades crónicas/ virales y controlar sus síntomas» (14).

Figura 1.2 Potencial de los alimentos dentro de la ciencia



Fuente: Torres Cornejo M; 2018

¿Por qué está cambiando la definición? A medida que aprendemos más sobre el poder que tienen los alimentos funcionales, es importante que el Centro de Alimentos Funcionales continúe actualizando la definición para que sea lo más fiable y específica posible, con el fin de contribuir a su oficialización (15). El avance más reciente refleja un cambio en el enfoque del tratamiento y la prevención de enfermedades crónicas/virales hacia la promoción de una salud óptima, la reducción de riesgos y la gestión de los síntomas. Con este cambio, la FFC aclara que entiende que los alimentos funcionales nunca sustituirán a la medicina convencional en el tratamiento de las enfermedades (15). Por el contrario, siempre habrá una intersección de ambos con el fin de generar los mejores resultados para la salud de los individuos enfermos. Además, esta definición promueve la posibilidad de que la industria alimentaria participe en la investigación y el desarrollo (15).

Otro aspecto de la modificación de la definición es que actualmente la FDA reserva la terminología de «tratamiento y prevención» para la descripción de los medicamentos. Según una comunicación personal entre el FFC y la FDA, aunque ciertos alimentos contengan compuestos de probada eficacia para tratar enfermedades, un «producto alimentario funcional» (*Functional food product* o FFP) que contenga esos compuestos se considerará un medicamento, no un alimento (15).

La creación de una definición normalizada de los alimentos funcionales significa que el desarrollo de productos alimenticios funcionales sería más eficaz y, en última instancia, acabaría teniendo un mayor impacto en las enfermedades crónicas y víricas en todo el mundo. Los alimentos funcionales podrían empezar a utilizarse para tratar los síntomas asociados a las enfermedades crónicas y víricas, y lo ideal sería que no se considerasen fármacos o medicamentos, sino alimentos funcionales como tal (15). Si se acuerda una definición estandarizada de los alimentos funcionales y se establece la ciencia de los alimentos funcionales como un campo distinto de las ciencias de la vida, se podrán crear productos alimentarios funcionales en los que el público confiará. Se crea así toda una nueva categoría de tratamiento de los síntomas y reducción del riesgo de enfermedades crónicas y víricas (15).

En el mercado existen una gran variedad de productos que se usan para obtener un adecuado desarrollo y crecimiento de los individuos desde la gestación hasta la adolescencia. Existen alimentos ricos en folatos, yodo, calcio, vitamina D, entre los que destacan la leche enriquecida con vitamina A y D. El calcio de este producto ayuda a la formación y mantenimiento de los hueso y dientes es por eso por lo que el bajo consumo de leche disminuiría las cantidades de calcio en el organismo (13).

Existen alimentos para deportistas que tiene un bajo contenido en grasa y azúcares, además, son enriquecidos con ácidos grasos, omega 3 o fibra, que ayudan a disminuir el azúcar la sangre, el colesterol y triglicéridos que interfieren con el rendimiento físico, en estos productos se reemplaza el azúcar procesado por edulcorante no calórico o a su vez se disminuye la cantidad de azúcar como por ejemplo los productos *light* y bajos en azúcar (13)

Gracias a los avances se han creado una serie de productos que ayudan a la defensa contra el estrés oxidativo; es decir, funcionan como barrera frente a los efectos nocivos de los radicales libres sobre el ADN, estos ayudan a reducir el riesgo de padecer enfermedades cardiovasculares e incluso cáncer. Las sustancias que más destacan son la vitamina E y C, los carotenoides, el zinc, el selenio, los polifenoles y compuestos de azufre, se encuentra en el sector comercial en jugos o bebidas lácteas que incluyen en sus ingredientes varias sustancias antioxidantes (13).

La actividad antioxidante de la vitamina E quizás la hace una de las más importantes; existe evidencia científica de que la vitamina E puede ayudar a prevenir ciertas formas de cáncer, especialmente cáncer de próstata (13). Algunos autores apuntan un carácter preventivo de la angina, la preclamsia, la enfermedad de Alzheimer, la artritis reumatoide, cataratas y a tratamientos de infertilidad (13).

El consumo en altas dosis puede causar el efecto contrario, pueden dar como resultados prooxidantes. Varios aceites tienen componentes refinados como la vitamina E, los ácidos grasos como el ácido alfa-linolénico y el ácido ricinoleico, los fosfátidos como la fosfatidilcolina y la fosfatidilserina, los carotenoides como el betacaroteno, los fitoesteroles como el beta-sitosterol, el estigmasterol o sus formas saturadas (estanoles), el alfa-oryzanol, quinonas como la coenzima Q10 (CoQ10) y las vitaminas K1 y K2 (13).

El sistema de certificación japonés aprobó ciertos aceites que cuentan con alto contenido de vitamina D. El consumo de los aceites fortificados cuenta con la misma relevancia de las que se harían de trigo fortificado que tuvo inicio en Estados Unidos en 1940. Recientemente la FDA aprobó el uso de esteroides y estanoles en margarinas para ayudar con la disminución de los niveles de colesterol y la venta de dicho producto ha aumentado después de que el producto fue aprobado, aunque gracias a sus beneficios su precio incrementó. De la misma forma en Europa se aprobó el enriquecimiento en fitoesteroides de margarinas y yogurt (13).

Diversos estudios recientes han confirmado que ciertos alimentos enriquecidos con fitoesteroides reducen el LDL colesterol, pero con la característica de no alterar el colesterol HDL y los triglicéridos; por lo que gracias a dicho estudio se desarrolló una mayonesa que ayuda a disminuir el colesterol utilizando alfa-Oryzanol. La leche enriquecida con omega 3 (ácido eicosapentanoico (EPA) y ácido docosahexanoico (DHA)), ayudan a disminuir la dislipidemia y de esta forma se minimiza el riesgo de la formación de trombos o coágulos(13).

Otro alimento que se considera funcional son los probióticos que cuentan con microorganismos vivos que ayudan al bienestar fisiológico más allá de los efectos nutricionales. Se incluyen los *Lactobacillus bulgaricus* y *acidophilus* que son los

microorganismos que se encuentran en el yogurt, además de, *bifidobacterium* y *lactobacillus casei immunitas*, que se encuentran en varias leches fermentadas. La forma en la que actúan estas bacterias es equilibrando la flora intestinal (13).

Los prebióticos hay varios tipos de fibra como fructooligosacáridos que se añaden ciertos productos, estos productos estimulan el crecimiento de bifidobacterias que equilibran la flora intestinal mediante la colonización del intestino grueso. Otros productos que favorecen las funciones psicológicas y de conducta, que están relacionadas con el apetito y la sensación de saciedad, el rendimiento cognitivo, el humor o tono vital y el manejo del estrés son los alimentos enriquecidos en fibra, con sustancias excitantes (caféina, *ginseng*, etc.) o tranquilizantes extraídos de plantas, etc.(13).

Figura 1.3 Representación de un alimento funcional en forma de cápsula



Fuente: Caña C; 2020

1.4. FUTURO DE LOS ALIMENTOS FUNCIONALES

Las transformaciones recientes en los hábitos alimentarios de las personas se reflejan a nivel mundial, por lo que, actualmente existe un gran interés por llevar un estilo de vida sano y esto se da mediante el consumo de alimentos ricos en nutrientes para mejorar la resistencia a enfermedades y disminuir la aparición de patologías crónicas (16).

Como resultado se ha identificado que existe una exigencia de alimentos con productos que generen beneficios para la salud por parte de los

consumidores y por ende existe la demanda de estos productos en el mercado. Varios autores coinciden que en la actualidad la población se enfoca en el control de peso y toma como opciones alimentos más saludables (16).

Debido al cambio radical en el estilo de vida de varios consumidores, las industrias vieron la necesidad de realizar inversiones en el desarrollo de nuevos productos. Dicha innovación es de gran utilidad para las personas que buscan opciones saludables libres de químicos, es aquí donde se hace énfasis en los alimentos funcionales y los superalimentos.

En la Tabla 1.2 se muestra una descripción de las 3 principales tendencias de consumo (16).

Tabla 1.2 Tendencias de alimentos saludables

Orgánicos	Desde la perspectiva del consumidor se prioriza la diferenciación de alimentos (Gutiérrez et al., 2012). El perfil psicográfico de los consumidores de productos orgánicos se relaciona con los valores, creencias, actitudes y estilos de vida (Salgado Beltrán, 2019). Los consumidores aprecian una alternativa de productos que articulen factores ambientales, sociales y económicos (Camarena-Gómez et al., 2020).
Funcionales	Su apogeo surge a raíz de una mayor conciencia de los consumidores por su salud (Lau et al., 2013). El término funcional se asocia a los alimentos que se actúan como conductores a un buen estado de salud (Ancos et al., 2016). Esta categoría de alimentos integra un alto contenido de nutrientes y otros compuestos añadidos que favorecen a la salud del organismo (Küster-Boludaal y Vidal-Capilla, 2017).

Superalimentos	La aparición de nuevos factores dietéticos ha impulsado el auge de los superalimentos, considerando la desconfianza del consumidor por los alimentos procesados; esta tendencia sobresale especialmente por un mejor conocimiento del consumidor y su fuerte crítica ante los riesgos para la salud (Graeff Hönninger y Khajehei, 2019).
----------------	--

Fuente: Encalada Añazco R. Peñaherrera Vásquez D. González Illescas ML. Los super alimentos como tendencia del mercado (2021) (16)

Los alimentos funcionales surgen por los cambios en el estilo de vida de los consumidores, debido a que buscan alimentos que tengan contribuciones físicas y mentales, estos alimentos ayudan a cubrir la deficiencia de varios minerales y vitaminas que se dan por una alimentación inadecuada (16).

De alimento funcional a superalimento

Varios estudios e investigaciones dieron como resultado que la población tiene más interés en incluir en su alimentación alimentos novedosos, sin embargo, muestran una preocupación acerca del proceso de industrialización de los alimentos funcionales (16).

Así mismo, varios autores coinciden que estos alimentos son denominados superalimentos debido a sus ingredientes, al incluir el prefijo super se habla de que genera mejores condiciones de salud (16).

Por el contrario existen autores que afirman que al no tener soporte sólido solo se puede definir como una herramienta de marketing, para otorgar mayor valor económico a los productos, por lo que se demuestra la nula existencia de una definición para los superalimentos (16). En la Tabla 1.3 se recogen algunos de los principales denominados superalimentos junto a su descripción.

Tabla 1.3 Tendencias de alimentos saludables

Producto	Descripción
Quinua	<i>Chenopodium quinua</i> , es un grano que se produce en la región andina, rico en proteína, su consumo es frecuente en las comunidades indígenas (McDonell, 2015).

Alimentos funcionales, presente y futuro

Chía	Salvia hispánica, originaria de Sur América, su característica principal es su nulo contenido de gluten y alto en nutrientes, vitaminas, aminoácidos y antioxidantes (Sosa et al., 2016).
Bayas de acai (Acai berry)	Son frutos originarios de Sudamérica, altos en micronutrientes y antioxidantes, utilizadas para la prevención del cáncer y el retraso del envejecimiento (Ekiert y Dochniak, 2015).
Maca	<i>Lepidium meyenii</i> , originaria de Sudamérica, contiene una gran cantidad de micro y macronutrientes utilizados para la prevención de anemia, además de, proporcionar energía y disminuyendo el estrés (Loyer y Knight, 2018).
Arándanos	<i>Vaccinium corymbosum</i> L, procedente de Norteamérica cuenta con un alto contenido de fibra vitaminas, antocianinas y flavonoides, ayuda a reducir la presión, además de, ayudar a prevenir el cáncer (Loyer, 2017).
Espirulina	<i>Arthrospira platensis</i> / <i>Arthrospira máxima</i> , tiene como característica su tonalidad azul-verde, cuenta con elevado contenido de micronutrientes como carotenoides, proteínas, vitaminas, carbohidratos, fósforo y antioxidantes, ideal para tratamientos de salud y prevención de enfermedades (Soni et al., 2017).
Amaranto	<i>Amaranthus spp.</i> , originaria de la cultura Maya, tiene un alto contenido de almidón, aminoácidos y vitaminas con funciones biológicas (Algara et al., 2016).
Bayas de goji (Goji berry)	<i>Lycium barbarum</i> , alimento precedente de Asia y Europa, su cultivo se da principalmente en China, se caracterizada por su alto contenido de flavonoides, carotenoides, ácidos orgánicos, hierro y otros componentes que generan efectos significativos contra problemas cardiovasculares, y enfermedades como la diabetes y el cáncer (Kulczyński y Gramza-Michałowska, 2016).

Fuente: Encalada Añazco R. Peñaherrera Vásquez D. González Illescas M. Los superalimentos como tendencia en el mercado (2021) (16)

Los denominados superalimentos tienen como característica principal su calidad nutricional, compuestos bioactivos, que incluyen fibra dietética, antioxidantes, ácidos esenciales, micronutrientes, con beneficios de prevención y tratamientos de enfermedades en el organismo (16).

Tendencias de consumo de alimentos funcionales, saludables y superalimentos

«**Estados Unidos** es considerado el mercado más importante del mundo en lo relacionado con los alimentos funcionales, representando una cuarta parte de las ventas globales en salud y bienestar. La tendencia relacionada con alimentos y bebidas funcionales está definida por la preferencia de la población por bebidas ricas en antioxidantes» (17). «Han tenido muchísimo éxito las aguas funcionales, en las cuales el valor diferencial está dado por su beneficio en la salud, y no su sabor. Se encuentran como componentes más frecuentes a las vitaminas, energizantes (*energy booster*) y los tranquilizantes (*calming ingredients*)»(17).

«En los suplementos nutricionales se comercializan cápsulas de varios tipos de superalimentos como fuentes de antioxidantes, como, por ejemplo, frutas o vegetales, algunos exóticos» (17). «Los mismos están dirigidos, fundamentalmente, a mujeres embarazadas o menopáusicas. Los antioxidantes constituyen una de las 10 preocupaciones nutricionales más importantes para los ciudadanos norteamericanos»(17).

Las formas de consumo de alimentos funcionales y suplementos dietéticos más usuales son:

- Bebidas energéticas, enriquecidas con vitaminas y antioxidantes (17).
- Té listo para beber y bebidas de yogurt refrigeradas probióticas y *smoothies* de jugo o fruta (17).
- Cápsulas conteniendo una mezcla de diversos tipos de superalimentos, fundamentalmente superfrutas, raíces y vegetales (17).
- Extractos, tónicos, fundamentalmente de alimentos naturales, los cuales prometen beneficios relacionados con la belleza de la piel y cabellos (17).

El cuadro sociodemográfico de **Francia** favorece el desarrollo del mercado de alimentos funcionales. Las razones se basan en:

- Envejecimiento de la población francesa. Algunas cifras indican que, en el año 2020, 17 millones de franceses tendrán más de 60 años, y 6 millones tendrán más de 75 años (17).

- Desarrollo de patologías crónicas como obesidad, diabetes, hipertensión (17).
- El incremento de los costos médicos impulsa las acciones relacionadas con la prevención (17).
- La población se preocupa cada vez más por su salud y bienestar. Un estudio informa que en todos los hogares franceses se consumen productos alimenticios con promesas saludables (17).

En Francia, existen ocho estrategias de posicionamiento para los distintos productos saludables:

- Salud «Menos». Son los productos light. Por ejemplo: jamón con menos sal, quesos y yogures con 0% de materia grasa (17).
- Salud «Más». Corresponden a los productos enriquecidos (con calcio, magnesio, fibra) (17).
- Salud «Circunstancia». Son los productos destinados a algunas categorías de personas como mujeres embarazadas, adultos mayores, deportistas (17).
- Salud «Concentrada». Incluye a los productos que tienen un efecto inmediato (17).
- Salud «Psicológica». Productos que tienen un efecto sobre la belleza (17).
- Salud «Médica». Son los productos anti-colesterol, o enriquecidos con omega 3, omega 6 (17).
- Salud «Natural». Incluye a los productos regionales, orgánicos o sanos (17).
- Salud «Zoom». Son los productos que valorizan un ingrediente específico benéfico para la salud (17).

En los últimos años, el consumo de alimentos funcionales, saludables y superalimentos ha ganado poco a poco relevancia en **Ecuador**, denotando mayor preocupación por la salud y el bienestar entre los ecuatorianos. La preferencia de estos alimentos funcionales está influenciada por varios factores, entre ellos, una mayor conciencia sobre la importancia de la nutrición en la prevención de enfermedades, así también, mayor disponibilidad de información sobre hábitos alimentarios, estilo de vida saludable y acceso a una mayor variedad de alimentos en el mercado (16).

Alimentos Funcionales

En **Ecuador**, el consumo de los alimentos funcionales ha aumentado significativamente. Es así como los alimentos funcionales preferidos por la población ecuatoriana son los siguientes:

- Yogur con probióticos: Rico en bacterias que mejoran la salud digestiva y el sistema inmunológico (18).
- Productos enriquecidos o fortificados: Como la leche, pasta de trigo y el pan que son enriquecidos con vitaminas y minerales esenciales (18).

Alimentos Saludables

La preferencia de la población por el consumo de alimentos orgánicos ha llevado a un aumento de la producción de estos alimentos. Gran parte de los consumidores tienen como objetivo reducir el consumo de alimentos procesados y con altos contenidos de azúcar, grasa y sal. Algunas tendencias en auge incluyen:

- Alimentos orgánicos: El consumo de frutas y verduras orgánicas ha tomado gran importancia en la población aunado a la concepción de que son más saludables y seguros (19).
- Granos enteros: Como la quinua, el amaranto y el maíz, que son parte integral de la dieta tradicional de la sierra ecuatoriana y han ganado popularidad por sus beneficios nutricionales (19).

Superalimentos

Los superalimentos, conocidos también como alimentos ancestrales por su alta densidad nutricional y sus propiedades beneficiosas para la salud, están siendo cada vez más populares en Ecuador, entre los cuales se encuentran:

- Quinua: Rica en proteínas, fibra y antioxidantes.
- Chía: Con alto contenido de ácidos grasos omega-3, fibra y proteínas.
- Maca: Conocida por sus propiedades energizantes y su capacidad para mejorar el equilibrio hormonal (20).

Factores que Influyen en la tendencia

Conciencia y Educación

La constante promoción y educación sobre la nutrición y la salud ha mejorado, lo que motiva a las personas a tener una mejor elección de alimentos y así lograr poco a poco un estilo de vida saludable (21).

Acceso a Información

El acceso a información a través de internet (redes sociales, búsquedas en la web y repositorios de salud) y otros medios ha facilitado que las personas se eduquen y aprendan sobre los beneficios de los diferentes alimentos (21).

Políticas Públicas

Las iniciativas por parte del Ministerio de Salud Pública para promover la salud y la nutrición también han jugado un papel crucial en fomentar esta tendencia (21).

Figura 1.4 Imagen ilusoria de alimentos genéticamente modificados (AGM)



Fuente: TECOAL; 2024

Con el avance del conocimiento en el área alimentaria es posible vislumbrar el camino de los alimentos en los siguientes años. Estos cambios ocurren tanto en los espacios donde se obtiene la materia prima y también en el procesamiento de los productos alimentarios para la obtención de alimentos mejorados (13). Uno de los primeros términos asociados a la alimentación del futuro son los alimentos obtenidos a través de la implementación de las nuevas tecnologías. Es posible entonces pensar en los alimentos transgénicos (alimentos genéticamente modificados, AGM), pues pueden considerarse como parte de la nutrición del presente y del futuro (13).

Entre los alimentos del futuro se incluyen los que se conocen como alimentos funcionales que, junto a la Nutrigenómica y la Nutrigenética permiten conocer la posible influencia de los alimentos en la prevención de enfermedades. Estas dos últimas disciplinas lo hacen a través de las interacciones entre la constitución genética de los individuos y la influencia de los alimentos sobre la expresión genética (13). Si bien la ecuación parece complicada, es necesario conocer las nuevas miradas y las evidencias empíricas que sustentan las nuevas tendencias en alimentos del presente y del futuro, aportadas por la ingeniería genética y la biología molecular entre otras disciplinas científicas (13).

El mejoramiento de plantas por diversos métodos data de mucho tiempo atrás, la principal característica que tenía esta práctica era el ensayo prueba - error, como es el caso de obtención de híbridos. Esta situación cambió a partir del siglo XX, cuando a fines de 1920 los investigadores llegaron a la conclusión que se podían hacer cambios en el ADN por acción de agentes mutágenos físicos (radiaciones) y químicos (por ejemplo, el etilmetanosulfonato) (13). En el caso de los agentes físicos, las mutaciones no son controladas, y generan una variabilidad que da lugar a características que son seleccionadas por diversas razones, como por ejemplo la apariencia. Así se obtuvo el pomelo rosado, a partir del pomelo blanco mutagenizado por radiación (13).

El futuro de los alimentos genéticamente modificados es un tema de gran impacto en la biotecnología. El progreso notable en esta área asegura una serie de beneficios, pero también proyecta importantes aspectos éticos, ambientales y de salud.

Avances Tecnológicos

Con el progreso de tecnologías como CRISPR-Cas9 (Edición genómica por nucleasa estándar CRISPR-Cas9), la edición genética tiene un resultado más eficiente y minucioso. Este instrumento permite cambios concretos en el ADN de los individuos, lo que facilita la creación de cultivos con particularidades mejoradas, como mejor resistencia a plagas, mayor tolerancia a situaciones climáticas desfavorables, y mayores valores nutricionales (22).

Beneficios Potenciales

Los cultivos genéticamente modificados favorecen a la disponibilidad de alimentos debido que ayudan a que las pérdidas de cultivos por plagas se disminuyan. Además, van a necesitar una menor cantidad de fumigaciones, Existen alimentos como la harina enriquecida y el arroz dorado, leche enriquecida ayudan a disminuir la malnutrición gracias a su gran contenido de vitaminas.

Desafíos y consideraciones

En la actualidad todavía se encuentran en investigación los alimentos genéticamente modificados, con el fin de garantizar la salud de los consumidores y evitar consecuencias a mediano y largo plazo, además existen varias preocupaciones como el impacto que tendrás estos alimentos al medio ambiente

Perspectivas futuras de los Alimentos Genéticamente Modificados, preocupaciones y riesgos

Los alimentos genéticamente modificados tienen como finalidad crear una alimentación más saludable, sostenible y que no genere riesgos para el ser humano, las políticas de cada país e investigadores trabajan en conjunto para disminuir los riesgos y aumentar los beneficios de estos productos. Es por eso por lo que la implantación de reglas para la regulación debe ser fundamental en cada país, debe incluir veracidad en el etiquetado y semáforo nutricional para garantizar que los consumidores estén conscientes de lo que ingieren.

Impacto Económico y Ético

La reciente comercialización de los alimentos funcionales genera un gran impacto económico debido a que al existir una semilla genéticamente modificada puede afectar la economía local de pequeños agricultores que no pueden adquirirla y que por el contrario siguen utilizando semillas originales. Existe una serie de debates éticos con respecto a la manipulación genética de los alimentos, por lo que es de gran importancia un equilibrio en los beneficios y las consideraciones éticas (23).

Perspectivas globales

A través del mundo existe una gran controversia entre la aceptación de productos genéticamente modificados o el rechazo hacia los mismos, esto se debe a las regulaciones políticas, percepción pública, disponibilidad de alimentos y seguridad alimentaria.

La manipulación genética es una ventaja significativa en la producción de alimentos funcionales. Entre las que destacan:

- **Mejora la calidad nutricional de los alimentos**

La manipulación genética de los alimentos puede ayudar a aumentar el contenido nutricional de los alimentos en cuanto a micronutrientes, fibra, antioxidantes y ácidos grasos (24).

- **Mejora de propiedades funcionales**

Los alimentos considerados funcionales tienen características adicionales que son benéficas para la salud entre los que destacan los probióticos que se integran en alimentos específicos que tiene como función mejorar la flora intestinal (25).

- **Desarrollo de nuevos alimentos funcionales**

El avance de la tecnología permite la elaboración de alimentos funcionales que no existen de forma natural. Se podría utilizar para la creación de alimentos que ayuden a los diferentes sistemas del cuerpo humano (5,26).

- **Reducción de alérgenos**

Debido a que los alimentos son modificados genéticamente puede tener como característica principal la eliminación de alérgenos que son muy comunes en varios alimentos como mariscos, huevos, para que se esta forma sean más seguros para el consumo (5).

CONCLUSIÓN

Este capítulo resalta la importancia que tiene la relación entre la alimentación y la salud, debido a que existen varios alimentos que tiene como característica principal la prevención de enfermedades es por lo que la comercialización de dichos alimentos ha tenido un gran crecimiento en el mercado de alimentos funcionales. Se han realizado varios estudios e investigaciones que incluyen biología molecular y nutrigenómica que ayudan a tener una mejor comprensión de cómo funciona estos productos y gracias a la investigación constante se puede verificar que estos alimentos no sean nocivos para la salud.

En la actualidad se ha demostrado los cambios en las prioridades de los individuos con lo que respeta a su salud, optando por alimentos más sanos que generen beneficios en la salud, por lo que los alimentos funcionales tienen un futuro prometedor en el mercado.

CAPÍTULO II ALIMENTOS FUNCIONALES, COMPUESTOS BIOACTIVOS Y SUS BENEFICIOS

INTRODUCCIÓN

Se denomina alimentos funcionales a aquellos que contienen componentes biológicamente activos, los cuales actúan de forma beneficiosa en varios sistemas del organismo, lo que va a dar como resultado una mejora en la salud y disminución de enfermedades. Además del contenido nutricional básico de estos alimentos, estos alimentos tienen ingredientes que actúan de forma específica en el organismo. Estos alimentos están determinados para personas específicas de acuerdo con sus características (5).

La evolución de los alimentos funcionales ha cobrado relevancia en la prevención de patologías crónicas, ya que aportan beneficios significativos para la salud de los individuos al contener una mayor concentración de nutrientes y compuestos bioactivos en comparación con los alimentos convencionales. Los efectos benéficos de estos alimentos se atribuyen principalmente a la presencia de componentes dietéticos activos. La producción y aplicación de los alimentos funcionales requiere el diseño

de estrategias específicas orientadas a incrementar la incorporación de ingredientes saludables y a reducir o eliminar aquellos componentes que resultan nocivos para la salud (5).

2.1. ALIMENTOS FUNCIONALES Y NUTRACÉUTICOS: SUSTANCIAS BIOACTIVAS DE ALIMENTOS Y PLANTAS QUE BENEFICIAN A LA SALUD

Se consideran alimentos funcionales aquellos que tienen un potencial beneficio para la salud más allá de su valor nutricional básico, promueven la salud y reducen el riesgo de enfermedades. Los alimentos funcionales gozan de gran popularidad en todo el mundo y se conocen como «nutracéuticos» y «alimentos de diseño». El concepto de alimento funcional fue iniciado y regulado por el Ministerio de Salud y Bienestar, Japón, en el año 1980 y luego progresó a América del Norte y otros mercados. La cantidad de compuestos biológicamente activos en los alimentos es muy reducida y sus efectos beneficiosos se han estudiado en modelos de roedores y en estudios clínicos. Los resultados de estudios epidemiológicos han demostrado que el consumo de determinadas frutas, productos animales y verduras ricos en compuestos bioactivos reduce el riesgo de padecer diversos trastornos metabólicos y cáncer (5).

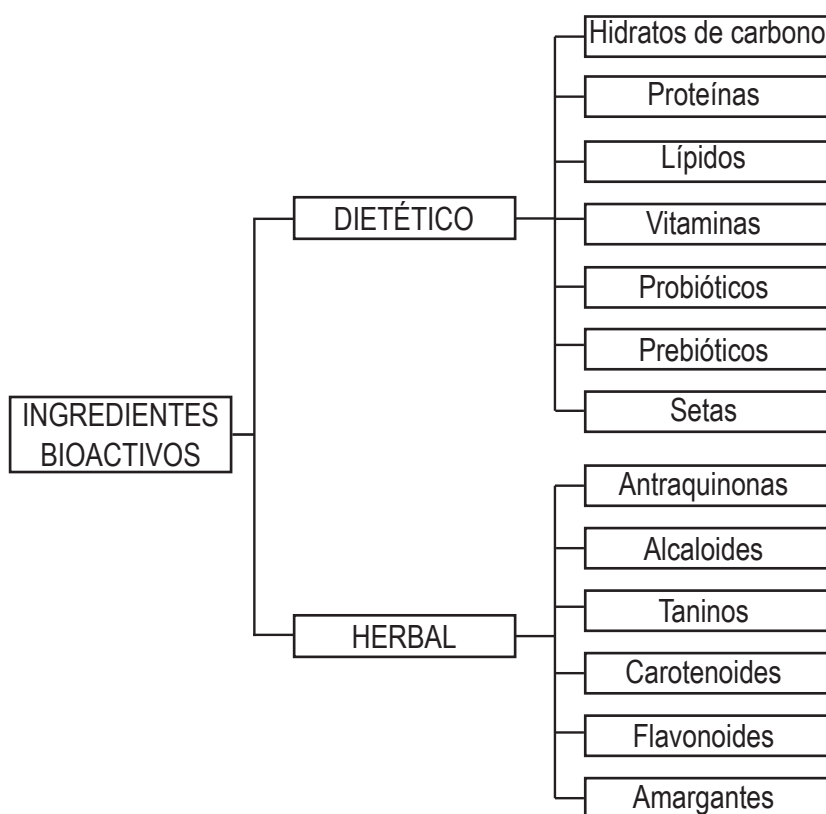
Los nutracéuticos son productos de gran relevancia para el cuidado de la salud, son una forma de alternativa medicinal que ha tenido gran impacto en las últimas décadas. Los nutracéuticos consisten en nutrientes, hierbas y suplementos dietéticos que contribuyen a preservar y promover la salud, además de combatir enfermedades y mejorar el estilo de vida en general (27).

Los nutracéuticos se han utilizado en distintas regiones con nombres y categorías diferentes. Sin embargo, hasta la fecha no existen en todo el mundo normas farmacéuticas estrictas para los productos nutracéuticos, pero poco a poco los organismos reguladores le van prestando atención. Los nutracéuticos pueden clasificarse en función de su importancia clínica, su origen y sus efectos terapéuticos. En los últimos años, los nutracéuticos y los alimentos funcionales se han convertido en un negocio multimillonario en todo el mundo, y la personalización es el enfoque emergente para ofrecer el mejor efecto terapéutico en el futuro (28).

2.1.1. COMPONENTES BIOACTIVOS DE ALGUNOS ALIMENTOS Y PLANTAS QUE BENEFICIAN A LA SALUD

Compuestos bioactivos presentes en cantidades ínfimas en los alimentos, principalmente en frutas, verduras, cereales integrales, etc., ofrecen muchos beneficios para la salud más allá del valor nutricional básico y poseen diversas posibilidades terapéuticas. Según su fuente de origen, los compuestos bioactivos se clasifican en fuentes vegetales y suplementos dietéticos (29) (ver Figura 2.1).

Figura 2.1 Tipos de ingredientes bioactivos



Fuente: Sachdeva, V., Roy, A., & Bharadvaja, N. (2020)(29)..

a. Componentes bioactivos de la Dieta

1. Carbohidratos

Los hidratos de carbono son aquellos que se encuentran más distribuidos en el cuerpo humano, los cuales tienen funciones indispensables en el mismo. Dentro de estos compuestos pueden presentarse estructuras complejas como moléculas de azúcar. Las recomendaciones nutricionales recomiendan en una dieta balanceada, al menos el 5% de las calorías se consuman en forma de hidratos de carbono (29). Contribuyen a la prevención de diversas enfermedades crónicas, como el cáncer, las enfermedades cardiovasculares, la diabetes, la obesidad y diversos trastornos gastrointestinales. Los carbohidratos amiláceos son una fuente vital de energía y desempeñan un papel importante en el mantenimiento de la salud del sistema digestivo. Los trabajos de investigación centrados en el uso de carbohidratos bioactivos en alimentos funcionales están aún por explotar (29).

Los estudios han demostrado la relación entre el consumo de carbohidratos complejos no amiláceos (especialmente, polisacáridos) y la reducción de la posibilidad de padecer enfermedades, como cáncer, trastornos cardiovasculares y diabetes. Por ejemplo, la inulina (fructanos), la fructosa y otros oligosacáridos potencian la proliferación selectiva de bacterias beneficiosas para la salud, como las *bifidobacterias*, que pueden suprimir la proliferación de microbios anaerobios potencialmente dañinos en el intestino y actuar también como inmunomoduladores (29).

Se ha informado de la utilización de quitosano y quitina como ingredientes alimentarios funcionales y de su potencial actividad contra la obesidad. Investigaciones recientes revelan que la ingesta de carbohidratos junto con una cantidad adecuada de proteínas tiene un impacto positivo en el recuento microbiano intestinal, lo que tiene muchos beneficios en los seres humanos. Por lo tanto, el uso de carbohidratos como nutraceuticos tiene un papel prometedor en la salud humana (29).

2. Lípidos

Los lípidos son un grupo diverso de moléculas que tienen la propiedad común de ser insolubles en agua y solubles en disolventes orgánicos. Inicialmente, se pensaba que la ingesta de grasas alimentarias conducía al

aumento de peso y a otros problemas relacionados con la salud. Sin embargo, tecnologías recientes combinan el efecto útil de los ácidos grasos y las moléculas de *triacilglicerol* que aumentan el valor nutricional de los lípidos. Las grasas estructuradas tienen un claro papel en la reducción del valor calórico de los alimentos a los que se añaden y también aportan ciertos beneficios medicinales (29).

La asociación entre la nutrición de los lípidos y la posición estereoespecífica de los ácidos grasos significa que el proceso de acidólisis podría utilizarse para mejorar los perfiles nutricionales de los triacilglicerolos. Debido a estas ventajas del aislamiento de lípidos, es necesario seguir investigando para producir lípidos de forma rentable. Una investigación dio como resultado que las algas son fuentes alternativas de alimentos nutraceuticos (29). Algunos de los nutraceuticos más populares disponibles en el mercado que contienen grandes cantidades de fitoesteros, fitoesteranos y sus ésteres de ácidos grasos son *Take Control®*, *Becel Proactiv* y *Flora Proactiv* de Unilever, *CookSmart®* de Procter and Gamble, *Danacol®* de Danone, etc. Aparte de estos productos, investigaciones recientes revelan que la linaza es una fuente rica en lípidos con potencial nutraceutico (29). Se predice que el consumo de linaza disminuye el riesgo de cáncer, enfermedades cardiovasculares, relaja los músculos lisos de las arterias y también ayuda a disminuir los niveles de colesterol (29).

3. Proteínas

Las proteínas son constituyentes clave de los alimentos, ya que tienen propiedades organolépticas, especialmente textura, construcción de tejidos, una valiosa fuente de nutrición, y poseen varios otros beneficios para la salud. Con el fin de mejorar el desarrollo de alimentos sanos, novedosos y seguros, el uso de nutrientes de origen vegetal es cada vez mayor, ya que es beneficioso tanto desde el punto de vista económico como medioambiental (29).

Del mismo modo, existe una creciente demanda de proteínas vegetales para su aplicación en matrices alimentarias con el fin de mejorar los perfiles nutricionales y saludables de estos productos alimenticios. Uno de los ejemplos actuales es el uso de proteínas de leguminosas como ingredientes alimentarios que tradicionalmente se han utilizado para la derivación de

aceites y grasas. Entre las leguminosas, el altramuz o chocho (*Lupinus albus* L.) es la fuente más rica en proteínas, su contenido proteico es equivalente al de la soja, casi el 35% de su peso seco (29).

Recientemente, ha surgido en todo el mundo el interés por las proteínas alimentarias procedentes de semillas por su función nutricional. Poseen diversas actividades terapéuticas, como hipoglucemiantes, hipolipidémicas, anticancerígenas y antiobesidad (29). Por lo tanto, las proteínas vegetales desempeñan un papel vital en la mejora de la salud humana. Aparte de esto, la proteína del huevo, que se considera una fuente esencial de proteínas en una dieta equilibrada, también posee beneficios para la salud, como actividades anticancerígenas, antihipertensivas, antimicrobianas, antioxidantes, inmunomoduladoras e inhibidoras de la proteasa (29).

El aislado de proteína se ha preparado utilizando subproductos de residuos generados durante el proceso de molienda del guandú o fréjol de palo. Esta proteína aislada se ha considerado una buena fuente de nutracéuticos y también como material encapsulante con propiedades bioactivas (29).

4. Vitaminas

Debido a su capacidad antioxidante, las vitaminas desempeñan un papel importante en la salud humana y pueden utilizarse como nutracéuticos. Las personas que siguen dietas especiales y los fumadores son susceptibles de sufrir carencias vitamínicas y podrían beneficiarse de estos productos nutracéuticos. Las razones de la carencia de vitaminas incluyen una ingesta insuficiente de nutrientes, una mala absorción por el organismo y una utilización inadecuada (29).

Las algas marinas son una buena fuente de vitaminas, ya que sus perfiles nutricionales incluyen cantidades suficientes de vitaminas del complejo B (B1, B2, B12), vitaminas con actividad antioxidante (es decir, vitamina C y E) provitaminas A, vitamina E y *carotenoides* (29).

La vitamina C contribuye a reducir los casos de mortalidad por enfermedades cerebrovasculares e influye positivamente en los cánceres de pulmón y de cuello de útero. Las dietas veganas suelen contener cantidades insuficientes de vitamina B12, que está muy presente en las algas rojas

(*Porphyr*a sp.). Los pacientes que consumen una dieta rica en vitamina C suelen tener menos riesgo de desarrollar cáncer de estómago que aquellos pacientes con dietas normales. Un estudio sugiere que la combinación de *shilajit* (polvo marrón oscuro de consistencia pegajosa que se encuentra de forma natural en las rocas de las montañas más altas de Asia) y vitaminas del complejo B desempeñan un papel importante en la prevención de la enfermedad de Alzheimer (29).

El uso de suplementos orales de nutraceuticos que contienen antioxidantes, minerales, ácidos grasos omega-3 y vitaminas es beneficioso para el tratamiento de los síntomas del ojo seco (sequedad ocular que se produce cuando las lágrimas no logran suministrar la humedad necesaria). Así pues, las vitaminas tienen un gran potencial y su inclusión en la dieta como nutraceutico, es beneficioso para la salud humana (29).

5. Probióticos

Están surgiendo investigaciones sobre bacterias beneficiosas o probióticos que contribuyen a la salud humana. Los probióticos son un cultivo de microorganismos vivos (puede ser un solo microorganismo o un cultivo mixto) que, cuando se administran en dosis adecuadas, poseen beneficios farmacéuticos para el receptor. Está claro que los microbios son co-residentes dinámicos y simbióticos y no meros colonizadores estáticos en nuestro cuerpo, algunas de las enfermedades modernas, incluyendo el aumento de los trastornos inflamatorios y alérgicos, surgen de la disminución del consumo de microbios beneficiosos en comparación con nuestros antiguos antepasados (29).

Las especies bacterianas más utilizadas en los probióticos comerciales son *lactobacillus*, *bifidobacterium* y *saccharomyces cerevisiae*. Entre los beneficios para la salud del consumo de probióticos se incluyen la regulación al alza de la función inmunitaria frente a patógenos, la regulación a la baja de las respuestas autoinmunitarias, la reducción del periodo de diarrea infecciosa, el aumento de la tolerancia gastrointestinal a los antibióticos, la mejora del tratamiento de las mujeres que padecen vaginosis bacteriana, la disminución de los síntomas del síndrome del intestino irritable y la reducción del número de caries dentales (29).

6. Prebióticos

Los prebióticos son constituyentes alimentarios que potencian el crecimiento de bacterias beneficiosas en una cantidad limitada, que al colonizar el huésped producen efectos positivos en su salud. Los prebióticos pueden considerarse alimento para las especies bacterianas que colonizan el cuerpo humano y que son necesarias para la salud y el bienestar (29).

Entre los microbios que consumen y utilizan la fibra prebiótica como sustrato se encuentran generalmente las bacterias probióticas, es decir, *Lactobacillus* y *Bifidobacterium*. Las sustancias prebióticas generalmente se someten a una amplia gama de pruebas in vivo e in vitro para determinar las características de fermentación prebiótica en una variedad de huéspedes, incluidos los seres humanos (29). Las características de fermentación evaluadas se asocian generalmente con el metabolismo y la función colónica óptima. Estos efectos incluyen la reducción de productos finales nitrogenados y enzimas reductoras, aumento de la expresión de la composición de ácidos grasos (cadena corta), cambio en la masa fecal, disminución del pH luminal del colon, y otros (29).

La nutrición humana puede contar con una amplia gama de productos alimenticios que aportan fibra fermentable. La fermentabilidad podría ser el único criterio para elegir una sustancia concreta como prebiótico (29). Sin embargo, algunos investigadores opinan que no debería considerarse como único criterio porque las matrices alimentarias son complejas y presentan una amplia gama de beneficios metabólicos y nutricionales (29). Otro factor clave que hay que tener en cuenta a la hora de decidir si un producto es prebiótico son los productos de fermentación, que pueden ser beneficiosos o perjudiciales. El almidón resistente y los fructanos son las dos fuentes más comunes de prebióticos en la actualidad (29).

b. Ingredientes Bioactivos Vegetales

1. Plantas medicinales

Durante siglos, se ha prestado gran atención a las hierbas no solo por su uso medicinal, sino también por su uso en prácticas culinarias debido a su rico conjunto de aromas y sabores (29). Una clasificación de los nutraceuticos son los compuestos bioactivos de las hierbas, como carotenoides, cumarinas,

flavonoides, lignanos, ftalatos, esteroides vegetales, polifenoles, saponinas, sulfuros y terpenoides. Durante siglos, se ha utilizado las hierbas como alimento y con fines medicinales (29).

Desempeñan un papel vital en la conservación de la salud humana y en la mejora de la calidad de vida. Algunos ejemplos de plantas utilizadas como fármacos para trastornos del sistema nervioso central son *ephedra sinica* (efedrina), *papaver somniferum* L. (morfina), *hyoscyamus niger* L. (hioscina), *physostigma venenosum* (fisostigmina), *galanthus* y *narcissus* (galantamina) (29). También existe una amplia bibliografía sobre la potencia neuroprotectora de los compuestos fenólicos, como la curcumina de *curcuma longa* L., la epigallocatequina de *camellia sinensis* y el resveratrol de *vitis vinifera*, y se han realizado ensayos in vitro e in vivo de extractos vegetales nuevos y útiles y de sus bioactivos con actividad anti-amnésica en otros sistemas neurotransmisores (29). Es necesario seguir investigando el mecanismo de acción de estos fármacos y la eficacia de los bioactivos, una vez incorporados a la matriz alimentaria, para el desarrollo de productos nutracéuticos útiles (29).

Moléculas bioactivas naturales como la curcumina, el resveratrol, quercetina, sulforafano, epigallocatequina, licopeno y ácido elágico se han estudiado por sus efectos directos e indirectos sobre diversas vías moleculares. La curcumina es el principal componente bioactivo de la cúrcuma longa y se encuentra en la especie cúrcuma, así como en otras fuentes. Se ha estudiado por sus propiedades antioxidantes y antiinflamatorias (28). El resveratrol (3,5,4-trihidroxiestilbeno) se encuentra en las uvas y las granadas y los estudios han demostrado sus beneficios sobre la función vascular, la inmunidad y la microbiota intestinal. Las manzanas son abundantes en quercetina, que ha demostrado tener potentes propiedades neuroprotectoras en enfermedades neurodegenerativas (28). Las verduras crucíferas como el brócoli, la col y la col rizada son abundantes en sulforafano, que es un potente activador de la vía *Nrf2-ARE* (es un mecanismo de defensa celular que protege contra el estrés oxidativo y electrofílico) y promotor de redox, protegiendo así del estrés oxidativo. Además, el sulforafano modula las enzimas metabolizadoras de xenobióticos de fase I y II e inhibe directamente la unión de carcinógenos al ADN, evitando la formación de aductos de ADN (28).

Las *epigallocatequinas* son un grupo de compuestos que se encuentran presentes en las hojas de té que tienen amplias propiedades farmacológicas. Estudios recientes han determinado que las epigallocatequinas inhiben la expresión

y la actividad de la indoleamina 2,3-dioxigenasa en células humanas de cáncer colorrectal. La producción de alimentos y los hábitos alimentarios tienen un papel fundamental en la salud, el medio ambiente y la vida social de los seres humanos (28). En la Tabla 2.1 se muestran varias plantas que se utilizan como nutraceuticos.

Tabla 2.1 Lista de plantas medicinales comunes utilizadas como alimentos funcionales

Especies de plantas	Propósito medicinal	Forma de uso
<i>Agave Americana</i> (Penco)	Antiséptico diurético	Hojas de savia (Penco)
<i>Alium Sativum</i> (Ajo)	Quimiprevención, antitumoral, antidiabético, prevención de la esclerosis, reducción del colesterol, prevención de infecciones respiratorias	Hojas de savia (Penco)
<i>Aloe Vera</i> (Sábila)	Quemaduras de primer grado, cortes y abrasiones, curación de heridas, antihelmíntico, antiulceroso	Protector solar, cremas para la piel, lociones, ingesta oral
<i>Asparagus spp</i> (Espárragos)	Tónico, astringente	R a í c e s y s u s modificaciones
<i>Boswellia Serrata</i> (Olibano)	Prevención del asma, antiartrítico	Resina de goma
<i>Calendula spp</i> (Caléndula en maceta)	Antiinflamatorio, antibacteriano y antitumoral, tratamiento de la piel y el cáncer	Decocción floral para la cicatrización de heridas
<i>Capsicum annum</i> (Pimiento)	Acción antiartrítica, antioxidante, nutritiva	Frutos frescos y secos, en polvo
<i>Centella asiática</i> (Sombbrero)	Mejora la memoria, sedante, reduce el estrés, inmunoestimulante, propiedades cicatrizantes de heridas	Hierba, en polvo, cápsulas, tabletas, tinturas, tés
<i>Curcuma longa</i> (Cúrcuma)	Reducción de la inflamación, indigestión, antioxidante, problemas hepáticos	Raíz seca, (entera o en polvo)
<i>Commiphora wightii</i> (Guggul)	Cardioprotector antiinflamatorio, enfermedades reumáticas	Resina de goma

Alimentos funcionales, presente y futuro

<i>Echinacea angustifolia</i>, <i>E. purpurea</i>, y <i>E. pallida</i>	Resfriado, infecciones menores e inmunoestimulantes	Hierba o raíz entera seca, cápsulas, exprimir el jugo de flores, tabletas, tinturas
<i>Foeniculum vulgare</i> (Hinojo)	Estimulante de la digestión	Semillas enteras, cápsulas, tinturas
<i>Glycyrrhiza glabra</i> (Regaliz)	Antiinflamatorio, anticongestión, alivio de la tos y los dolores estomacales	Polvo de raíz, cápsulas, extractos, tabletas, tinturas
<i>Moringa oleífera</i> (Moringa)	Antimicrobiano, antiviral, hepatoprotector, anticancerígeno, antiséptico y en tratamientos de enfermedades de la piel	Corteza de árbol, raíces, fruta, flores, hojas, semillas y goma de mascar
<i>Nigella sativa</i> (Comino negro)	Analgésico, anticancerígeno, antiinflamatorio, antioxidante, antimicrobiano, gastroprotector	Aceite de semilla y semilla
<i>Panax ginseng</i> (Ginseng)	Antidiabético, reduce el colesterol, mejora la salud general	Raíces secas, raíces al vapor, cápsulas, extractos, tabletas, tinturas, té
<i>Rosmarinus officinalis</i> (Romero)	Mejora la digestión y cura problemas relacionados	Hojas, tinturas, extractos
<i>Phyllanthus emblica</i> (Grosella)	Antienvejecimiento, antidiabético, reduce el estrés y la inflamación y mejora el funcionamiento del hígado	Pulpa de fruta (fresca y seca)
<i>Trigonella foenumgraecum</i> (Fenugreco/alholva)	Alivia la inflamación de la piel, antidiabético, reduce el colesterol y mejora la absorción de nutrientes	Semillas (enteras o en polvo), cápsulas, tinturas
<i>Withania somnifera</i> (Cereza de invierno)	Alivia el estrés, previene las cataratas	Polvo de raíz, té, cápsulas, tabletas, tinturas, extractos
<i>Zingiber officinale</i> (Jengibre)	Mejora la digestión, antioxidante y controla el colesterol	Raíces (frescas o secas), cápsula, tabletas, tinturas

Fuente: Sachdeva, V., Roy, A., & Bharadvaja, N. (2020)(29).

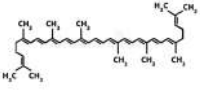
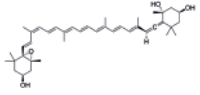
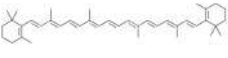
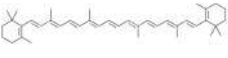
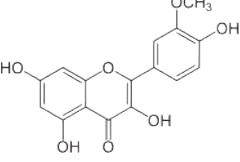
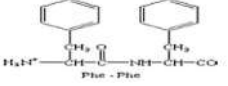
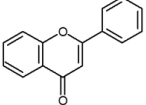
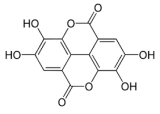
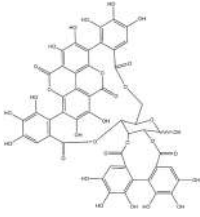
2. Setas

En las últimas décadas, el ser humano ha utilizado las setas tanto con fines alimenticios como medicinales. Su uso se ha ampliado para abarcar áreas como la farmacéutica, la nutracéutica y la cosmeceútica. Existen aproximadamente 12.000 especies diferentes de setas en todo el mundo y unas 2.000 son aptas para el consumo humano. En todo el mundo se cultivan comercialmente unas 35 especies diferentes (*agaricus bisporus* es la especie más cultivada y unas 200 especies silvestres se utilizan con fines terapéuticos) (29). Entre el 50 y el 65% del peso seco de los cuerpos fructíferos son carbohidratos y entre 20 y 30 g/kg de masa seca son ácidos grasos insaturados(29). Las setas comestibles contienen constituyentes activos, que incluyen polisacáridos (β -glucanos), péptidos, elementos minerales, ácidos grasos insaturados, fibras dietéticas, terpenos, glicoproteínas, alcoholes y antioxidantes. Las setas se consideran excelentes alimentos funcionales debido a la alta biodisponibilidad de ergotioneína, selenio, vitamina B1 y D2 (ergocalciferol) tras su consumo (29).

La existencia de compuestos biológicamente activos específicos hace que los hongos sean importantes desde el punto de vista farmacéutico para reforzar el sistema inmunitario y curar y prevenir enfermedades potencialmente mortales como el ictus cerebral, el cáncer, las cardiopatías y la hipertensión (29). Otras propiedades de los hongos incluyen actividades antibacterianas, antidiabéticas, antitumorales, antifúngicas, antiinflamatorias, antitrombóticas, antivirales e hipolipidémicas. Con la explotación de las capacidades terapéuticas y nutracéuticas de los hongos, estos se están convirtiendo en un alimento de nueva generación, que no solo es una rica fuente de proteínas, sino también capaz de curar enfermedades mortales como cánceres, trastornos nerviosos y tumores (29).

En la Tabla 2.2 se puede observar la estructura química y las propiedades de algunos componentes bioactivos de plantas y alimentos.

Tabla 2.2 Estructuras químicas de algunos constituyentes bioactivos

Biactivo constituyente	Estructura	Propiedades
Licopeno		Previene la mutación del ADN (Linshied et al. 2007). Mejora el perfil lipídico (Ibrahim et al. 2008). Inhibe el crecimiento tumoral (Tang et al. 2005).
Neoxantina		Potentes propiedades antioxidantes (Linshied et al. 2007)
Carotenoides		Potentes propiedades antioxidantes (Linshied et al. 2007)
Isorhamentina		Inhibe la tumorigénesis (Damon et al. 2005)
S-metilcisteinasulfóxido		Previene la rotura de la cadena de ADN. Inhibe la activación de carcinógenos por citocromo P450 (H. Wiseman 2005)
Péptido LPYPR		Reduce el colesterol total y el colesterol LDL (Yoshikawa et al. 2000)
Flavonoides		Potentes propiedades antioxidantes
Ácido elágico		Potentes propiedades antioxidantes y antiinflamatorias (Akbar et al. 2015)
Punicalagina		Ayuda a reducir la hipertensión, artritis, cáncer, hiperglucemia, estrés oxidativo y el mantenimiento de los niveles de colesterol (Zarfeshany et al. 2014)

Fuente: Sachdeva, V., Roy, A., & Bharadvaja, N. (2020)(29).

2.2. ROL DE LOS ALIMENTOS FUNCIONALES EN ALGUNAS ENFERMEDADES

2.2.1. ALIMENTOS FUNCIONALES EN ENFERMEDADES CRÓNICAS NO TRANSMISIBLES

La principal causa de morbilidad y mortalidad a nivel mundial son ciertas patologías como la diabetes mellitus, obesidad y patologías cardiovasculares, y los alimentos funcionales están cumpliendo un rol muy importante en la prevención de estas enfermedades. Integrar a la dieta productos como el yogurt y la leche baja en grasa ayudan en la disminución de padecer diabetes mellitus tipo 2 (DM2), ocurre porque el gran contenido de vitamina D, minerales como el calcio y la lactosa tienen efectos fisiológicos sobre los factores de riesgo, al promover la secreción del factor de crecimiento insulínico tipo 1 (IGF-1) que modula la absorción de glucosa y por ende su tolerancia. Además, el contenido de ácido linoleico y proteínas de suero de leche tienen efectos insulínотrópicos y reducen el aumento de peso (30).

Los productos lácteos como la leche y el yogurt tienen bacterias ácido-lácticas que ayudan a la modulación del microbiota. De la misma forma es conocido que individuos con diabetes mellitus tipo 2 (DM2) secretan una menor cantidad de péptido similar al glucagón, por lo que, el consumo de té verde ayuda a incrementar la producción de GLP-1, en sujetos con menos de 5 años del padecimiento, lo que podría reducir la glucemia y resistencia a la insulina (30)

Entre las características que destacan en pacientes con DM2 es la sensación de hambre constante, la quinua es un alimento que tiene un alto contenido en fibra por lo que ayuda con la saciedad, lo que tiene como resultado una disminución en el consumo y por consiguiente en el peso, o que actúa como un efecto preventivo a la aparición de DM2 (30)

El consumo de alimentos como el jengibre contribuye a aumentar la termogénesis y, por ende, el gasto energético, lo que favorece el control del sobrepeso y la obesidad. Además, ayuda a disminuir los niveles séricos de leptina y resistina en el organismo. Asimismo, los fitoquímicos presentes en el té verde ofrecen efectos similares a los reportados para el consumo de jengibre en personas con obesidad (30).

a. Los Alimentos Funcionales: una solución factible para prevenir enfermedades cardiovasculares

Ácidos grasos poliinsaturados

Los ácidos grasos son las moléculas más simples en la composición de los lípidos compuestos más complejos. Estos ácidos cuentan con propiedades que son curativas para el organismo que van más allá de sus funciones establecidas en el cuerpo humano (30). Los ácidos grasos poliinsaturados de cadena larga (AGPICL) tienen un puesto en la industria como nutracéutico. Los AGPICL son componentes dietarios que participan en múltiples procesos fisiológicos, donde cumplen un rol estructural en los fosfolípidos de las membranas celulares y son sustratos para la síntesis de diversos mediadores fisiológicos(5).

Fitoesteroles

Son compuestos naturales que provienen de las plantas, los cuales tienen similitud con la estructura del colesterol; su clasificación corresponde a los lípidos funcionales. Los vegetales y grasas como las nueces y otras grasas son las mejores fuentes alimenticias, debido a que tienen la capacidad de absorber el colesterol en el cuerpo que se encuentra ineficiente. Varios ensayos clínicos demostraron que el consumo de 2 g/día de fitoesteroles ayuda a reducir los niveles de colesterol LDL en casi un 9%(5).

Fibra dietética

La fibra cuenta con beneficios como el control de glucosa en la sangre, reducción del colesterol, mejoramiento del sistema gastrointestinal, protección de enfermedades cardiovasculares y protección contra el cáncer de colon. La fibra dietética son los polisacáridos que tienen una resistencia a las enzimas. Se clasifica en fibra soluble e insoluble (30).

Antioxidantes

El consumo de alimentos fuente de antioxidantes contribuye a la prevención de enfermedades. Estos son sustancias que, cuando están presentes en concentraciones bajas en relación con los sustratos oxidables, inhiben o retrasan el proceso de oxidación (30).

Las frutas, verduras y plantas contienen una gran cantidad de antioxidantes y, por ende, una elevada concentración de fenoles, los cuales ayudan a reducir el estrés oxidativo. Algunos de los antioxidantes naturales más abundantes son el ácido gálico y sus derivados, los cuales están presentes en diversos alimentos como el vino y el té verde (30).

b. Alimentos funcionales y nutraceuticos en obesidad

La obesidad es un problema de salud mundial y contribuye a diversas afecciones médicas graves, como la insuficiencia cardíaca congestiva, la hipertensión, la angina de pecho, la hiperlipidemia, la artrosis, los trastornos respiratorios, el cáncer de trombosis venosa renal y la reducción de la fertilidad. Una de las principales causas de la obesidad es el consumo de alimentos ricos en grasas (29).

Actualmente se está investigando el potencial de los nutraceuticos en el tratamiento de la obesidad. Nutraceuticos como el ácido linoleico conjugado con capsaicina, *momordica charantia*, *citrus aurantium* y la fibra de *psyllium* poseen propiedades potenciales contra la obesidad. Los estimulantes a base de plantas, como la efedrina, la cafeína, el quitosano y el té verde, son eficaces para facilitar la pérdida de peso corporal (29).

Los nutraceuticos y, muy especialmente, los alimentos funcionales deben convertirse en un elemento clave para lograr que la alimentación sea fuente de salud en las próximas décadas. La alimentación en nuestra sociedad debe incorporar el valor añadido de la prevención y tratamiento de muchas enfermedades, incluida la obesidad (31).

Los alimentos funcionales pueden ayudar en la prevención y tratamiento de la obesidad en tres facetas diferentes:

- Reduciendo la ingesta calórica.
- Aumentando el gasto energético.
- Modificando la digestión de los alimentos.

Reducción de la ingesta calórica

El mecanismo fundamental de esta vía de actuación de los alimentos funcionales sería el de conseguir adelantar la sensación de saciedad de los individuos y de forma secundaria lograr la reducción de la ingesta. Para ello, los alimentos funcionales pueden actuar a varios niveles (31):

- Modificando la densidad energética de los alimentos.
- Modificando la composición en nutrientes.
- Mejorando el índice glucémico de los alimentos.
- Modificando la presentación (31).

Modificación de la densidad de energía

La densidad energética de un alimento es el contenido de kilocalorías por unidad de peso o volumen. La ingesta es muy dependiente de la densidad calórica debido a que uno de los mecanismos de la saciedad es el peso y volumen del alimento ingerido (31).

Por tanto, a mayor densidad energética mayor riesgo de obesidad. El hecho de aumentar el contenido no calórico de los alimentos, sin disminuir su volumen y densidad, parece ser beneficioso en la reducción de peso. Esto incluye aumentar el contenido de agua y fibra, y disminuir la composición de macronutrientes, reduciendo proporcionalmente la cantidad de grasa, ya que es uno de los estímulos pobres para la saciedad (31). Es un mecanismo que utilizan los alimentos funcionales en el mercado. Sin embargo, el impacto de este tipo de productos a largo plazo sobre la reducción de peso no está totalmente establecido (31).

Saciedad y composición en macronutrientes

El contenido de proteínas de los alimentos ejerce un poder de saciedad mayor que los hidratos de carbono, y estos que las grasas, por lo que las dietas ricas en proteínas, como la dieta Atkins, se han preconizado y se utilizan para el tratamiento de la obesidad. Diferentes aproximaciones se han utilizado para conocer el efecto de los macronutrientes en la saciedad y en las ingestas posteriores (31). Los estudios que comparan comidas copiosas ricas

en grasas con comidas ricas en hidratos de carbono indican que los cambios adaptativos metabólicos que ocurren tras una comida rica en grasa son más lentos que con hidratos de carbono que son casi inmediatos (31).

Esto podría explicar, al menos en parte, el motivo de la asociación ecológica entre porcentaje de energía procedente de grasa y sobrepeso, simplemente porque los sujetos comen más (31).

El contenido de fibra también es muy importante. A mayor cantidad de fibra mayor densidad total, pero menor densidad energética. Además, disminuye el vaciado gástrico y la absorción de nutrientes favoreciendo el poder saciante de los alimentos (31).

De acuerdo con esto, los sujetos que consumen dietas ricas en fibra tienen una menor ingesta calórica y presentan menos obesidad que los sujetos con dietas pobres en fibra (31).

Índice glucémico de los alimentos

El índice glucémico de un alimento viene determinado por la elevación en la concentración plasmática de glucosa que produce su ingestión. Mientras aumenta el índice glucémico.

Existen algunos estudios que han asociado el índice glucémico con la obesidad, por lo que reducirlo disminuyendo el contenido de hidratos de carbono simples en determinados alimentos puede favorecer una dieta para reducción de peso (31).

Modificación de la presentación

Las calorías de dieta en forma líquida parecen saciar menos que las calorías en forma sólida, y el alto consumo de estas calorías en forma de bebidas refrescantes se ha involucrado como uno de los mecanismos asociados a la obesidad, especialmente entre los más jóvenes. Además, las calorías ingeridas en forma de alimentos líquidos tienden a ser compensadas de manera menos eficiente que las calorías provenientes de alimentos sólidos en la reducción de la ingesta posterior (31). En este sentido, parece que las

calorías procedentes de los líquidos son menos detectadas por los sistemas de regulación de la ingesta calórica que aquellas derivadas de alimentos con mayor densidad energética (31).

Los alimentos, habitualmente ricos en fibra, que precisen una masticación prolongada van a producir un estímulo oral más intenso que parece favorecer la sensación de plenitud con los alimentos (31).

Asimismo, la saciedad es muy sensible a las sensaciones que nos produce un determinado alimento. Cuando un determinado alimento, aunque sea muy apetitoso para el sujeto, es comido de forma repetitiva, se convierte en menos atractivo y sacia más precozmente que cuando existe gran variedad en la alimentación. Lo que indica que la gente tiende a comer en muchas ocasiones más de acuerdo con estímulos sensitivos externos, que a necesidades energéticas (31).

Aumento del gasto energético

Algunos alimentos funcionales pudieran tener esta propiedad. Los productos que más evidencias acumulan en esta propiedad son:

- Consumos elevados de calcio de productos lácteos.
- Ciertos tipos de té.
- El café (31).

Calcio de productos lácteos

Aunque el consumo total de calcio parece no estar relacionado con una mayor pérdida de peso asociada a dietas hipocalóricas, el calcio asociado a los productos lácteos sí parece desempeñar un papel importante en el control del peso. Diferentes estudios observacionales realizados en los últimos años han mostrado de forma consistente una asociación entre consumos de productos lácteos y calcio con la obesidad. Los efectos parecen asociarse al consumo de calcio ligado a leche, por lo que es posible que otros productos de la leche como aminoácidos ramificados, ácido linoleico conjugado u otras proteínas lácteas sean necesarios para obtener el efecto sobre el tejido adiposo. Sin embargo, no hay que olvidar que la relación se ha encontrado en estudios observacionales, por lo que no puede excluirse que pudiera deberse a factores asociados a los consumidores de leche, independientes de esta (31).

El mecanismo de la asociación entre calcio y peso pudiera estar relacionado con el hecho de que ingestas elevadas de calcio en la dieta disminuyen la producción de 1,25-dihidroxitamina D y PTH (paratohormona), que provocarían una reducción en la entrada de calcio al adipocito y a los islotes pancreáticos con disminución en la producción de insulina (31). Esta disminución de insulina, junto a la menor entrada de calcio al adipocito favorecen la lipólisis y disminuyen la lipogénesis, por lo que podría dificultar la ganancia de peso (31).

Café

El consumo de café se ha asociado con la incidencia de diferentes enfermedades, en ocasiones de forma positiva para la salud y en otras de forma negativa. Las asociaciones más consistentes con ingestas altas de café procedentes de estudios epidemiológicos observacionales son una menor incidencia de cáncer de colon, diabetes mellitus tipo 2 y enfermedad de Parkinson; y como aspectos negativos, aumento de la concentración de colesterol LDL (en el caso exclusivo de la toma de café hervido) y de la tensión arterial (31).

Datos hallados en estudios epidemiológicos, como *Nurses' Health Study* y *Health Professionals Follow-up*, mencionan que la ingesta elevada de café se relaciona con una menor ganancia de peso a largo plazo, y que los individuos que disminuyen el consumo del café a lo largo del seguimiento suelen ganar más peso cuando disminuyen el consumo y viceversa. Sin embargo, las modificaciones de peso encontradas son pequeñas, aunque significativas, y no parecen justificar la menor incidencia de diabetes asociada al café encontrada en otros estudios (31).

El mecanismo parece ser secundario a un aumento del metabolismo y termogénesis asociado al café. La cafeína es un antagonista de los receptores de adenosina y todos los tejidos con receptores de adenosina van a afectarse por el consumo de café. Esto sería responsable de un incremento del gasto energético dosis-dependiente asociado al café, una mayor utilización grasa por parte del músculo, un mayor tono muscular e incremento del recambio de ácidos grasos (31). Además, existe un efecto sinérgico del consumo de

café y tabaco en el gasto energético, la nicotina aumenta la liberación de noradrenalina que estimula los receptores beta en los tejidos termogénicos, y la cafeína actúa modificando la respuesta posreceptor al antagonizar el efecto de la adenosina (31).

Consumo de té

El té es la bebida más consumida en el mundo después del agua. En los últimos años varios estudios han señalado que puede tener varias propiedades positivas para la salud humana, como antioxidación, inmunoestimulación, antiinflamación, apoptosis celular y reducción de peso y colesterol. Existen variedades de té con diferentes composiciones y efectos, fruto de un procesamiento distinto de las hojas de la planta. El té verde se obtiene del deshidratado de la hoja fresca, con inactivación previa de la enzima polifenol oxidasa (31).

Esto hace que mantenga su contenido en polifenoles en su forma monomérica, especialmente catequinas, que representan hasta el 30% del peso en seco de las hojas. La elaboración del té negro incluye la fermentación de las hojas, lo que disminuye la concentración de polifenoles y aumenta su presentación polimérica en forma de teflavinas y terubiginas, que son responsables de los colores amarillo o negro del té (31). El té verde es consumido preferentemente en China y Japón; en Occidente es más común el consumo de té negro. El té rojo u Oolong, consumido preferentemente en Japón, es parcialmente fermentado y contiene una mezcla de polifenoles monoméricos y teflavinas (31).

Las catequinas son un grupo heterogéneo de polifenoles en forma monomérica, como la epicatequina, el galato de epicatequina o el galato de epigallocatequina (EGCG). Las catequinas del té verde, y en menor medida del té rojo, especialmente la EGCG, se han relacionado con el metabolismo energético y con modificaciones del peso corporal en los últimos años. Diferentes estudios en animales, tejidos y cultivos celulares han demostrado que la EGCG reduce significativamente el peso de ratas obesas Zucker, disminuye los depósitos grasos hepáticos y estimula la termogénesis, incrementando la actividad simpática en mayor medida que la cafeína(31).

Alimentos funcionales que modifican la digestión o metabolismo de macronutrientes

Son alimentos que, al disminuir su digestión, su absorción es escasa o incompleta y, por tanto, el aporte energético al organismo es menor. Dentro de este grupo de alimentos funcionales destacan la olestra, los diglicéridos, los ácidos grasos de cadena media y el ácido linoleico conjugado (CLA)(31).

Olestra como sustituto de la grasa alimentaria

Olestra se viene utilizando como un sustituto no calórico de la grasa de determinados productos procesados como las patatas fritas, palomitas y otros aperitivos (31). El consumo de olestra parece provocar reducciones en la absorción de vitaminas liposolubles y carotenoides pero que son pequeñas y que probablemente tengan escasa repercusión clínica. Además, varios estudios sugieren que añadiendo cantidades extra de dichas vitaminas a los productos que contienen olestra, no se interfiere en su absorción (31).

Diglicéridos

Los diglicéridos en la dieta son catabolizados a dos ácidos grasos y a glicerol, en lugar de liberar tres ácidos grasos y una molécula de 2-monoacilglicerol como ocurre tras la hidrólisis de los triglicéridos de la dieta. Al faltar la molécula de 2-monoacilglicerol no pueden sintetizarse quilomicrones en el intestino y los ácidos grasos de los diglicéridos pasan a sangre y son captados y oxidados en el hígado (31). Esto hace que la actividad de varias enzimas relacionadas con la oxidación de ácidos grasos se encuentre elevada lo que favorece la termogénesis, la saciedad y la pérdida de peso. Diversos estudios muestran que el consumo de este aceite es seguro a corto plazo por lo que parece que el consumo de aceites enriquecidos en diglicéridos puede estar indicados en el tratamiento de la obesidad. Los diglicéridos aparecen en pequeñas concentraciones en varios aceites naturales, especialmente en el aceite de colza o canola (31).

Ácidos grasos de cadena media

Los ácidos grasos de cadena media son los que contienen entre 6 y 12 átomos de carbono. Su principal diferencia con respecto a los ácidos grasos de cadena larga es que una vez hidrolizados, los triglicéridos que los contienen son absorbidos como ácidos grasos libres, sin necesidad de incorporarse a los quilomicrones, por lo que pasan directamente a la sangre portal y de allí al hígado, donde son metabolizados. Su metabolismo es semejante al de los diglicéridos (31).

Los aceites ricos en ácidos grasos de cadena media no son aptos para freír o cocinar, pero pueden sustituir, al menos parcialmente, a otros aceites en ensaladas, salsas o postres con aceptable palatabilidad por parte de los consumidores. En algunos estudios, la ingesta de este tipo de aceites se ha acompañado de incrementos en la concentración de colesterol total, colesterol LDL y glucosa, pero dichos efectos pueden revertirse aumentando la concentración de fitoesteroles en los aceites (31).

Ácido linoleico conjugado (CLA)

El ácido linoleico (ácido 9,12-octadecadienoico) es un ácido graso esencial rico en aceites vegetales de 18 átomos de carbono y dos dobles enlaces situados en las posiciones 9 y 12. Las cadenas C1-C8 y C13-C18 están en posición *cis* respecto al sistema de dobles enlaces. Como ácido linoleico conjugado (CLA) entendemos a un grupo de isómeros del ácido linoleico en el que los dobles enlaces no están situados en las posiciones 9 y 12(31).

CLA es producido por la flora gastrointestinal de los rumiantes, a partir del ácido linoleico. El hombre lo produce en cantidades muy pequeñas en el hígado. El CLA se encuentra principalmente en la carne de los animales rumiantes y sobre todo en su leche (31). Una dieta promedio contiene entre 1-2 gramos al día de CLA. Se ha sugerido que los suplementos de CLA en la alimentación podrían tener un efecto reductor sobre la grasa corporal y aumentar la masa muscular por un mecanismo no totalmente aclarado. Se ha descrito que el isómero t10, c12-CLA inhibe la actividad lipasa en el adipocito, disminuyendo la captación de lípidos por el adipocito, y que modifica la diferenciación del preadipocito (31).

c. Alimentos funcionales en la prevención y tratamiento de diabetes

Tal vez cueste considerarlos como tales, pero los múltiples productos dietéticos etiquetados como «sin azúcar» en realidad son alimentos funcionales. Estos productos contienen edulcorantes distintos a la sacarosa. Sin embargo, solo aquellos comprendidos en el grupo de edulcorantes no nutritivos (sacarina, aspartamo, acesulfamo-K, sucralosa y neotamo) son los recomendables por no alterar la glucemia (31). La diabetes mellitus tipo 2 es una enfermedad progresiva que evoluciona a lo largo de un período de tiempo dilatado. Algunas de las medidas utilizadas en su tratamiento son también útiles para prevenir su aparición de forma clínicamente manifiesta. Por tanto, algunos nutraceuticos son potencialmente útiles para prevenir su aparición, además de colaborar en su tratamiento (31). Los más reconocidos son el cromo, el ajo y el ácido alfa-lipoico. Los nutraceuticos con capacidad preventiva pueden sistematizarse según el efecto a través del cual intervienen en la diabetes: favoreciendo una ligera pérdida de peso, cuyo efecto preventivo ha sido demostrado; lentificando la absorción de carbohidratos, lo cual también resulta eficaz cuando se logra farmacológicamente; o variando la sensibilidad de los tejidos a la insulina o su tasa de secreción. (31).

Nutraceuticos que lentifican la absorción de carbohidratos

Fibra soluble

La fibra soluble se reconoce como responsable de parte del efecto protector que ejerce la dieta mediterránea frente a la aparición de diabetes en estudios observacionales. Se ha comprobado que un consumo elevado de fibra en la dieta disminuye los niveles de glucemia posprandial (31).

La fibra soluble ejerce su acción incrementando la viscosidad de la papilla intestinal y dificultando de ese modo la movilidad de enzimas y glúcidos necesaria para su digestión y absorción, por lo que el efecto se produce cuando la fibra forma parte integral del alimento. Existe un preparado de goma guar que aumenta su viscosidad después de ser ingerido lo que le permite mezclarse con los alimentos tomados al mismo tiempo y disminuir el índice glucémico de estos últimos (31).

Ácido clorogénico (polifenol del café)

Además del efecto del café sobre el peso, es posible que este polifenol, el ácido clorogénico, inhiba el transporte intestinal de glucosa, justificando un efecto del café de mejora de la tolerancia oral a la glucosa (31).

Almidón resistente e inhibidores de las alfaamilasas

Algunos alimentos ricos en almidón no presentan un índice glucémico tan elevado como cabría esperar, y ello es debido a que aquél no es digerido por las enzimas intestinales, por lo que recibe el nombre de almidón resistente. Después se convierten en ácidos grasos de cadena media por parte del microbiota intestinal (31).

Este almidón está presente en alimentos con estructuras compactas, como el grano integral, en gránulos de ciertas frutas como el plátano y se produce en pequeña cantidad por efecto de algunos procesados por calor. Por otro lado, en las legumbres se identifican inhibidores de las alfaamilasas, que evitan la digestión del almidón normal, que se comporta como si fuera resistente (31).

Nutracéuticos que modifican otros aspectos de la Diabetes

Biotina

Suplementos elevados de biotina reducen la apoptosis de las células beta pancreáticas, pudiendo retrasar la aparición de diabetes. Por otro lado, también los niveles de biotina parecen relacionarse con el control metabólico del diabético (31).

Ajo

Estudios en animales indican que extractos de ajo son capaces de incrementar la secreción de insulina, aunque faltan estudios concluyentes en humanos (31).

Ácido alfalipoico

El ácido alfalipoico es un antioxidante presente en hígados, patatas, brécol y carnes magras, que ofrece beneficios en la prevención y el tratamiento de la neuropatía diabética (31).

2.3. ALIMENTOS FUNCIONALES DE ESPECIAL RECONOCIMIENTO POR SUS BENEFICIOS EN LA SALUD HUMANA

Los problemas de salud pública en países desarrollados generan un elevado coste económico, principalmente por el envejecimiento de la población y el aumento de la prevalencia de determinadas enfermedades crónicas. Una de las medidas para hacer frente a estos desafíos, es incluir los Alimentos Funcionales, como estrategia en la reducción del riesgo de patologías y para incidir en un óptimo estado de salud. No obstante, se debe enfatizar que los Alimentos Funcionales no curan ni previenen por sí solos, sino se acompañan de un estilo de vida saludable (32).

Los efectos benéficos de este tipo de alimentos podrán apreciarse siempre que exista una adecuada combinación en la dieta y un estilo de vida saludable, atendiendo los requerimientos de las diferentes etapas de la vida, dado que existen grupos de riesgo donde las necesidades se verán aumentadas (niños, embarazadas y ancianos) (32). En este sentido, los grupos que pueden beneficiarse al incluir estos alimentos en su dieta son: individuos con necesidades aumentadas, como las mujeres posmenopáusicas, mujeres en edad fértil, fumadores y bebedores; las personas con dietas inadecuadas o poco saludables; los individuos con tratamientos farmacológicos; las personas que presentan enfermedades digestivas, entre otros (32).

El Papel de los Lácteos como Alimento Funcional en la Salud Humana

Los alimentos lácteos han sido denominados alimentos funcionales gracias a sus grandes beneficios en la salud, además, de su alto contenido de calcio, por lo que desde hace décadas se ha incluido en la alimentación de los individuos (32).

Salud Ósea y Calcio: Más Allá de la Tradición

La ingesta adecuada de productos lácteos como el yogurt, la leche y el queso gracias a su gran contenido de calcio, ayudan a la mejora de la densidad ósea, dando como resultado la reducción de riesgos de fracturas, sobre todo en adultos mayores, varios estudios relacionan el consumo de lácteos y una mayor densidad ósea en adultos mayores (33).

Impacto Cardiovascular: Desmitificando Mitos

Existen estudios que demuestran que el consumo moderado de lácteos, especialmente aquellos bajos en grasa, contribuye a una mejor salud cardiovascular. Además, la presencia de péptidos bioactivos en los productos lácteos tiene efectos antihipertensivos (34).

Microbiota Intestinal: Un Enfoque Emergente

Los probióticos tienen una gran relación con el microbiota intestinal, existen investigaciones que demuestran que el consumo de Kéfir puede ayudar a la salud gastrointestinal, los mismos que pueden tener un gran desempeño en la modulación del equilibrio microbiano (35).

Componentes Bioactivos y Propiedades Antimicrobianas

Los lácteos cuentan con un gran contenido de calcio y probióticos que cuentan con una gran cantidad de productos bioactivos, varias investigaciones demuestran la presencia de péptidos lácteos con actividad antimicrobiana que actúan en la defensa inmunológica (36).

Regulación del Peso Corporal y Metabolismo

Una investigación relaciona el consumo de lácteos con un efecto positivo en el control del peso; además, productos lácteos como el queso cottage o ricotta resultan efectivos en el control de la saciedad y, por ende, en la disminución del peso corporal (37). Diversos estudios respaldan la denominación de los lácteos como alimentos funcionales, debido a sus múltiples beneficios para los individuos. En este sentido, es importante la elección de lácteos bajos en grasa para disminuir posibles controversias y potenciar sus beneficios.

2.4. ALIMENTOS NANOFUNCIONALES: OPORTUNIDADES, DESARROLLO Y PERSPECTIVAS DE FUTURO

Dado que la industria de los alimentos funcionales está experimentando un rápido desarrollo en todo el mundo, el desarrollo y la utilización de los alimentos funcionales está recibiendo cada vez más atención. El efecto de uso de los alimentos funcionales depende principalmente de la tasa de utilización efectiva de los ingredientes biológicos activos (38).

La estabilidad, la forma existente y el uso de los alimentos funcionales para la salud tienen una gran influencia en el efecto de uso real de los productos funcionales. Aunque los ingredientes funcionales pueden añadirse a los alimentos, son muy sensibles a entornos externos como la temperatura y el aire, que ejercen un gran efecto sobre el olor, la textura y el color de los alimentos funcionales (38).

Las sustancias activas aplicadas a los alimentos funcionales incluyen principalmente sustancias fenólicas, flavonoides (principalmente flavonoles, flavonoides, flavanoles, etc.), alcaloides, etc., y pigmentos alimentarios, como el B-caroteno, el licopeno, la luteína y la curcumina. Son antioxidantes naturales, que se ven fácilmente afectados por el pH, y otros factores (38).

Cuando se añaden sustancias activas, es necesario mejorar el proceso de producción existente para mantener una buena estabilidad fisicoquímica y evitar su deterioro oxidativo. Por lo tanto, unas condiciones de liberación adecuadas pueden garantizar la plena utilización de dichas sustancias activas funcionales en el cuerpo humano (38).

En la actualidad, los investigadores intentan encontrar la manera de mejorar la calidad de los alimentos sin comprometer los ingredientes bioactivos. El rápido desarrollo de la nanotecnología y los nanomateriales está penetrando gradualmente en diversos campos de investigación de todo el mundo, entre ellos en el campo de la medicina (38).

En particular, la nanotecnología y los nanomateriales permiten diseñar y construir diversos sistemas inteligentes y selectivos de administración de nanofármacos, que pueden utilizarse para administrar fármacos en el lugar de la lesión de forma regular, cuantitativa y en un tiempo determinado para mejorar la eficacia y reducir los efectos secundarios (38).

La nanotecnología y los nanomateriales aplicados al campo de la alimentación no solo pueden mejorar el proceso de producción de alimentos y la eficiencia de la producción, sino también producir muchos nuevos alimentos funcionales con mejores funciones y funciones especiales, mejorando así la función nutricional, la seguridad y la calidad de los alimentos (38).

La reducción del tamaño de las nanopartículas puede mejorar su biodisponibilidad, lo que incluye el aumento de la adhesión de las sustancias activas a los tejidos, la mejora de la eficiencia de entrega del tracto gastrointestinal a las sustancias activas, la reducción del impacto de los mecanismos de eliminación intestinal y la prolongación del tiempo de residencia de las sustancias activas en el tracto gastrointestinal (38).

Las nanopartículas no solo afectan a las propiedades de los alimentos funcionales, sino que también determinan la tasa de liberación de los ingredientes bioactivos, reduciendo los efectos secundarios de la ingesta excesiva de algunos alimentos funcionales (38).

El desarrollo de alimentos nanofuncionales se centra en los dos campos del sistema de entrega de nanopartículas y la nanotecnología alimentaria. Un sistema de nanoentrega se refiere al transporte de nutrientes funcionales en forma de nanomicelas, nanoliposomas, nanoemulsión, nanocápsula y aditivo de nanonutrientes para desempeñar un papel en el sistema (38).

Se trata de un sistema cinético y estable con un efecto selectivo in vivo, que puede aumentar la distribución de los fármacos en el lugar de la lesión, mejorar la eficacia del fármaco y reducir los efectos secundarios. El nanopolvo ultrafino prolonga el periodo de validez del principio activo y mejora su estabilidad y seguridad mediante la liberación controlada del portador (38).

Los aditivos de nanonutrientes pueden aumentar la absorción directa de oligoelementos para el cuerpo humano en el tracto intestinal y reducir los efectos tóxicos y secundarios en el organismo mediante el nanotratamiento (38).

2.4.1. Sistema de administración de nanopartículas

2.4.1.1 Nanomicelas

Una nanomicela pertenece al sistema de dispersión coloidal; su tamaño de partícula es menor que el de los liposomas y las partículas -generalmente un tamaño de partícula de 5 a 100 nm. En la baja concentración de la fase acuosa, dichas moléculas anfifílicas existen solas, pero cuando la concentración alcanza o es superior a su concentración micelar crítica (CMC), las moléculas anfifílicas de la fase acuosa forman una micela estable mediante autoensamblaje (39).

El sistema portador de fármacos de micela polimérica con núcleo hidrofóbico y cubierta hidrofílica presenta las ventajas de los fármacos insolubles, la mejora de la biodisponibilidad y la liberación dirigida y sostenida. La micela más común es la micela de caseína de la leche. Su función biológica es transmitir minerales (calcio, magnesio y fósforo) de la madre a las larvas (39). Además, sirve para transportar aminoácidos y otros nutrientes para el crecimiento y el desarrollo. Se ha demostrado que las nanomicelas de caseína desempeñan un papel importante como portadoras de compuestos bioactivos hidrofóbicos en la investigación. Estos hallazgos también apoyan el uso de micelas de caseína como agentes de encapsulación y suministro de agentes bioactivos hidrofóbicos en aplicaciones farmacéuticas y de la industria alimentaria (39).

Los sistemas micelares se estudian mucho en la producción de alimentos y en el campo biofarmacéutico por su capacidad de aumentar la biodisponibilidad de los fármacos. Du Z.; et al. (2019). formaron nanomicelas autoensambladas a partir de péptidos de yema de huevo extraídos de alimentos naturales y las aplicaron como emulsionantes (39).

Las nanomicelas autoensambladas tenían un menor tamaño de partícula, humectabilidad y un efecto de estabilidad mejorado en la leche de Pickering, que se mantuvo suficientemente estable tras el secado por pulverización y el almacenamiento a largo plazo (39). Chen S.; et al. (2020). acoplaron curcumina con almidón de hidroxietilo derivado de alimentos para formar nanomicelas y descubrieron que la solubilidad de las nanopartículas de curcumina era 1000 veces superior a la de las moléculas de curcumina libres,

y que no pueden dañarse en condiciones de luz y alta temperatura (40). Las excelentes propiedades de la nanocurcumina se demostraron probando la tasa de carga del fármaco, la estabilidad y la tasa de liberación (40).

Mohan MS.; et al (2013). Llegaron a la conclusión de que las micelas de caseína recombinante en la leche tienen la capacidad de actuar como nanotransportadores o microcápsulas, demostrando la capacidad de las micelas de caseína no modificadas para unir moléculas hidrófobas como la vitamina A, la curcumina, el ácido docosahexaenoico y la vitamina D (41).

Mediante experimentos se ha confirmado que las micelas de caseína en la leche desnatada pueden utilizarse como portadoras de vitamina A (41).

En la selección de sistemas de nanomicelas en los alimentos influyen principalmente sus características de partícula, las características de carga, las propiedades fisicoquímicas, las propiedades sensoriales y la economía (41).

Las partículas de nanomicelas cargadas con nutrientes funcionales como polifenoles naturales, saponinas, lípidos, vitaminas, etc. pueden incorporarse a sistemas de alimentos y bebidas funcionales o convertirse en polvo y utilizarse en suplementos (41).

2.4.1.2. Nanoliposomas

Los liposomas se refieren a una sustancia vesicular cerrada similar a una estructura de biopelícula formada por fosfolípidos, colesterol, etc. como materiales de membrana. Los sistemas de administración de lípidos sólidos se fabrican envolviendo o intercalando principios activos en núcleos lipídicos (42,43). El portador lipídico nanoestructurado (NLC) es un nuevo tipo de nanotransportador lipídico desarrollado sobre la base de los liposomas, con tamaños de partícula entre 10-1000 nm. Los nanoliposomas pueden mejorar la biodisponibilidad de los principios activos de los alimentos naturales, reducir la toxicidad y mejorar la absorción gastrointestinal (42,43).

Por lo tanto, su uso está muy extendido en la investigación y el desarrollo de alimentos saludables mejorados e innovadores. En la investigación actual, los nanoliposomas se utilizan habitualmente para encapsular ingredientes activos como lípidos, antioxidantes, proteínas, vitaminas y minerales (44).

La incrustación de vitaminas y minerales en nanoliposomas tiene el potencial de mejorar la biodisponibilidad de las sustancias liposolubles y mejorar el sesgo de liberación molecular. Se producen nanopartículas liposomales sólidas cargadas con vitamina B12 con un tamaño final de partícula de unos 200 nm, y su tasa de liberación fue elevada (38). La incrustación de vitaminas y minerales en nanoliposomas tiene el potencial de mejorar la biodisponibilidad de las sustancias liposolubles y mejorar el sesgo de liberación molecular.

La incrustación de vitaminas y minerales en nanoliposomas tiene el potencial de mejorar la biodisponibilidad de las sustancias liposolubles y mejorar el sesgo de liberación molecular.

Algunas de las ventajas de las nanopartículas lipídicas sólidas frente a otros portadores lipídicos son la posibilidad de controlar la liberación y la orientación de los fármacos, su estabilidad en condiciones de esterilización, su biodegradabilidad, la protección de compuestos inestables frente a la degradación química, la unión de fármacos hidrofílicos y lipofílicos, y la posibilidad de amplificar los procesos (38).

Sin embargo, los nanoliposomas compuestos por lípidos polares (como ácidos grasos libres, tensioactivos y fosfolípidos) son absorbidos por las células epiteliales, ya que tienen enlaces éster que pueden sufrir reacciones de hidrólisis. Además, estos liposomas pueden ser hidrolizados por las enzimas apropiadas en el tracto gastrointestinal, por lo que no se puede predecir si este rápido proceso de hidrólisis causará toxicidad cuando los nanoliposomas sean absorbidos y acumulados en el tracto gastrointestinal y en otros órganos (38).

Por otra parte, la fase oleosa de algunos nanoliposomas no se hidroliza fácilmente por las enzimas y es difícil de digerir, lo que puede conducir a la absorción de las partes de los nanoliposomas en lugar del ingrediente activo en el cuerpo, y su toxicidad potencial no se ha dilucidado (38).

2.4.1.3 Nano-emulsión

La nano-emulsión es un sistema de mezcla aceite/agua termodinámicamente estable, en el que el efecto del tensioactivo es

transparente o translúcido en apariencia. Según la dispersión entre las dos fases, las microemulsiones se dividen generalmente en microemulsiones de agua en agua (O/W), microemulsiones de agua en aceite (W /O) y microemulsiones de emulsiones múltiples (W /O/W). En comparación con las emulsiones tradicionales, las nanoemulsiones presentan muchas ventajas que son beneficiosas para el procesamiento de alimentos (38).

Las nanoemulsiones se utilizan como portadores de ingredientes bioactivos de alto contenido para conseguir su solubilidad en agua o aceite y mejorar la dispersibilidad y biodisponibilidad de las sustancias. Rao J., et al. (2011) prepararon microemulsiones alimentarias con aceite de limón como fase oleosa y monopalmitato de sacarosa como emulsionante (45).

Los resultados muestran que las microemulsiones pueden utilizarse como soporte para dispersar uniformemente los factores funcionales en los alimentos. Las nanoemulsiones son una nueva tecnología para modular los principales factores funcionales de los alimentos liposolubles, que mejoran su oxidación e inestabilidad (45).

Los pigmentos naturales derivados de plantas han limitado su uso en la industria alimentaria debido a su escasa solubilidad en agua, susceptibilidad a la oxidación y cantidad de extracción mediante pretratamiento ultrasónico. Roohinejad S., et al (2014) prepararon una microemulsión de aceite en agua y mejoraron significativamente la extracción de B-caroteno a partir de orujo de zanahoria tratado con campos eléctricos pulsados (46).

Para ampliar la aplicación de antioxidantes en aceites y grasas, es necesario mejorar su solubilidad y estabilidad en aceites. Spornath A., et al (2002). prepararon microemulsiones de licopeno con ésteres de anhídrido sorbitánico etoxilados para mejorar su capacidad de solubilización y eficiencia de solubilización ajustando la proporción de las fases acuosa y oleosa, lo que proporcionó un nuevo sistema portador para la administración de complementos alimenticios naturales (47). Joung HJ., et al (2016). prepararon nanoemulsiones de curcumina (CUR-NEs) con diferentes concentraciones de tensioactivos utilizando un método de homogeneización a alta presión. La alta concentración de tensioactivos mejoró la capacidad antioxidante de las CUR-NEs y retrasó la oxidación lipídica (48). El grupo experimental puede

reducir significativamente el grado de oxidación de la grasa en la leche en comparación con el experimento de control, lo que confirmó la posibilidad de que las nanoemulsiones de curcumina puedan utilizarse en la producción láctea (48). Dasgupta N., et al (2016). utilizaron aceite de mostaza comestible para preparar nanoemulsiones de acetato de vitamina E con alta capacidad antioxidante y propiedades antifúngicas, de modo que estas nanoemulsiones podrían utilizarse en la producción y el procesamiento de zumos de frutas para mejorar su vida útil, estabilidad y eficacia nutricional (49).

2.4.1.4 Nano-cápsula

Las nanocápsulas son de pequeño tamaño, fáciles de dispersar y suspender en agua y forman una solución coloidal homogénea y estable. Además, tienen buenos efectos de focalización y liberación sostenida (38).

En el campo de los alimentos funcionales, se utilizó la tecnología de las nanocápsulas para incorporar factores funcionales a los alimentos funcionales, lo que no solo puede reducir la pérdida de factores funcionales durante el procesamiento o el almacenamiento, sino también hacer llegar eficazmente los factores funcionales al tracto gastrointestinal del cuerpo humano (38).

La orientación específica de las nanocápsulas puede cambiar la distribución de los factores funcionales y concentrarlos en tejidos diana específicos para lograr el propósito de reducir la toxicidad y mejorar la eficacia, y pueden mejorar su biodisponibilidad controlando la liberación de los factores funcionales al tiempo que mantienen la textura, la estructura y el atractivo sensorial del alimento (38).

Los materiales de la pared de las nanocápsulas deben cumplir los requisitos de no toxicidad, comestibilidad, buena biocompatibilidad y degradabilidad en la industria alimentaria y, al mismo tiempo, se deben considerar exhaustivamente las propiedades de los materiales del núcleo y de la pared y el rendimiento de la aplicación de las microcápsulas (38).

En los alimentos funcionales, el material del núcleo es principalmente el factor funcional con actividad biológica, y el material de la pared es principalmente el material compuesto respetuoso con el medio ambiente con biodegradabilidad (38).

Existen varios problemas en la aplicación práctica de los materiales de pared tradicionales, como que los materiales poliméricos naturales tienen poca resistencia mecánica y una calidad inestable, los polímeros semisintéticos con poca resistencia a los ácidos y a las altas temperaturas son propensos a la hidrólisis, y los materiales poliméricos sintéticos tienen cierta toxicidad y un coste elevado (38).

La tecnología de nanoencapsulación suele utilizarse para añadir ingredientes activos sensibles en alimentos funcionales con el fin de protegerlos del impacto de las condiciones ambientales externas (como el pH, la luz, la temperatura, etc.) y mantenerlos altamente bioactivos(50). Liu Z., et al(2021). prepararon nanocápsulas de bacterias lácticas con alginato sódico como material encapsulante y exploraron las propiedades físicas de las nanocápsulas, así también su protección frente a las bacterias lácticas en un entorno gastrointestinal simulado, lo que proporcionó una nueva idea para desarrollar un método de preparación factible y estable de partículas microbianas (50). Sharif N., et al (2020). investigaron el proceso de preparación de nanocápsulas de antocianina, exploraron los efectos de diferentes componentes portadores y técnicas de encapsulación en la preparación de nanocápsulas, arrojando como resultando principal que los carbohidratos como la maltodextrina y la goma son los polímeros más utilizados para encapsular antocianinas (51). Estos estudios abren nuevas vías para la aplicación de principios activos sensibles en el campo de los alimentos funcionales. (38)

2.4.1.5. Aditivos de nanonutrientes

Los nanoaditivos de oligoelementos son nuevos ingredientes activos obtenidos mediante el nanoprocesamiento de oligoelementos esenciales para el cuerpo humano, que pueden mejorar las propiedades físicas y químicas, la solubilidad, la resistencia a la oxidación, el tiempo de liberación de retención y la estabilidad en el tracto gastrointestinal (38), este método puede reforzar el uso de oligoelementos en los alimentos y el efecto de absorción en el organismo, así como mejorar su biodisponibilidad y seguridad (38).

Nano Selenio

El selenio es un oligoelemento esencial para el cuerpo humano. El nano selenio tiene una mejor absorción y menor toxicidad en comparación con los suplementos de selenio tradicionales. La investigación sobre los aditivos de nano selenio es de gran importancia para las personas con deficiencia de selenio y para su uso clínico (52).

El nano selenio suele encapsularse en materiales portadores polisacáridos como el quitosano, el glucomanano, la goma arábica o la carboximetilcelulosa. Zhang S., et al (2011). diseñaron un método para encapsular selenio en nanopartículas de quitosano (52). Este estudio demostró que la encapsulación de compuestos de selenio en nanopartículas de quitosano era una forma eficaz de administrar selenio a las células, lo que favorecía el aumento de la retención de selenio, la mejora del sistema inmunitario y la reducción del riesgo de daños en el ADN (52). Cheng JM et al (2015). descubrieron que una suplementación adecuada de selenio puede mejorar los niveles del factor de necrosis tumoral- α (TNF- α) y del interferón- γ (IFN- γ) en el organismo, mejorando así la respuesta inmunitaria al virus de la gripe A/WSN/33 (H1N1)(53).

Nano hierro

Los alimentos enriquecidos con sales de hierro pueden proporcionar el método más seguro, eficaz y cómodo de suplementar con hierro a las personas con carencia de este mineral. En la actualidad, la mayoría de los complejos de hierro (sulfato y cloruro ferrosos) son muy solubles en agua, pero pueden provocar cambios inaceptables en el color sensorial y problemas gastrointestinales (54). La sal de hierro insoluble (pirofosfato férrico) en excipientes alimentarios no causa sabor ni color inaceptables, pero su biodisponibilidad es baja. El nanohierro puede evitar eficazmente los problemas anteriores y paliar el problema mundial de la anemia ferropénica (54).

Shubham K., et al (2020). Confirmaron que las partículas de hierro de tamaño nanométrico se liberaban y oxidaban en la membrana plasmática de los enterocitos a través de transportadores de hierro in vivo. El hierro nanométrico fue transportado al sitio activo uniéndose a las proteínas hephaestina (54). Hurrell R., et al (2020). informaron de que el tamaño de las partículas de

pirofosfato de hierro se redujo de 8 μm a 4 μm , y la tasa de absorción de hierro por los adultos aumentó entre 2 y 4 veces. Estos estudios demostraron que la reducción del tamaño de las partículas era una estrategia eficaz para mejorar la biodisponibilidad del hierro (55). La técnica de reducción del tamaño de las partículas aumenta la superficie de los compuestos de hierro, mejorando así su solubilidad en el ácido gástrico, lo que conduce a una mayor absorción.

Nano-zinc

El zinc nanométrico es un oligoelemento esencial para el cuerpo humano y un elemento esencial para formar una variedad de proteínas humanas. El zinc nanométrico tiene una gran actividad, una alta tasa de absorción, regulación de la inmunidad y otras funciones (56). Dukare S., et al (2020). descubrieron que 80 ppm de nanozinc en la dieta pueden reducir significativamente el contenido de colesterol y grasa en la carne, mejorar la capacidad de eliminación de radicales libres, reducir la peroxidación lipídica de la carne, mejorar la actividad de las enzimas antioxidantes séricas, promover el crecimiento y aumentar acumulación de zinc en el organismo (56).

Es importante señalar que las nanopartículas de óxido de zinc pueden penetrar en las células y producir especies reactivas del oxígeno, que pueden causar daños en la estructura celular y, por tanto, producir citotoxicidad. Por lo tanto, la dosificación de nanopartículas de zinc como aditivos nutricionales en los alimentos debe controlarse estrictamente para evitar una ingesta y absorción excesivas en el cuerpo humano, lo que puede evitar riesgos para la salud (56).

Los alimentos funcionales desempeñan un papel importante a la hora de garantizar las necesidades nutricionales equilibradas del cuerpo humano y mantener la salud en comparación con los alimentos ordinarios. La mejora de la utilización eficaz de los ingredientes bioactivos en los alimentos funcionales es la clave del desarrollo de estos últimos. Basándose en el desarrollo de la nanotecnología, los investigadores han estudiado el sistema de nanoproducción de sustancias activas y la tecnología de nanoprocesamiento de alimentos funcionales. Un sistema de administración de nanopartículas puede dirigir o controlar la liberación de principios activos mediante nanotecnología y nanomateriales. El efecto de tamaño pequeño, las características de respuesta al pH y el cambio de carga se utilizaron para

favorecer la absorción y adhesión de sustancias activas, garantizar la actividad de las sustancias y mejorar la biodisponibilidad. Los nanocomponentes de los alimentos funcionales pueden reducir el tamaño de sus partículas, aumentar la adhesión de las sustancias activas a los tejidos, mejorar la eficacia de suministro de las sustancias activas, y prolongar el tiempo de retención de las sustancias activas en el tracto gastrointestinal y mejorar su biodisponibilidad reduciendo el impacto de un mecanismo de eliminación intestinal y aumentando la actividad superficial de las sustancias activas.

Debido a la gran demanda de alimentos funcionales, la nanoalimentación es un campo de investigación muy activo. El sistema de administración de nanopartículas puede mejorar eficazmente la actividad y la absorción y utilización de ingredientes activos in vivo, lo que puede proporcionar una estrategia prometedora para el desarrollo de alimentos funcionales. Sin embargo, aún queda mucho camino por recorrer para que los alimentos nanofuncionales pasen del laboratorio a la industrialización

CONCLUSIÓN

Este capítulo concluye que los alimentos funcionales son aquellos que cuentan con componentes bioactivos que ofrecen una cartera de beneficios más extensa que la nutrición básica, mejorando la salud y reduciendo el riesgo de enfermedades. Estos alimentos han ganado popularidad globalmente en las últimas décadas y son esenciales para el cuidado de la salud, ya que consisten en nutrientes, hierbas y suplementos dietéticos. Los carbohidratos, lípidos, proteínas, vitaminas, probióticos y prebióticos son algunos de los componentes bioactivos que contribuyen de manera esencial en la prevención de enfermedades crónicas como la diabetes y la obesidad.

Por ejemplo, la ingesta adecuada de lácteos ayuda a disminuir el riesgo de padecer DM2, de la misma forma el té verde aumenta la producción de GLP-1 disminuyendo los niveles de glucemia, como ya se mencionó con anterioridad los alimentos funcionales ayudan a la prevención y tratamiento de obesidad disminuyendo la ingesta calórica. La nanotecnología se utiliza para aumentar la biodisponibilidad de los alimentos funcionales, ayudando así aprovechar mejor sus beneficios y reducir los efectos adversos de estos, de esta forma

se evidencia que los alimentos funcionales ayudan a mantener una adecuada salud, con el uso de la nanotecnología se puede mejorar la eficiencia de este producto en el futuro.

CAPÍTULO III

EL MERCADO DE LOS ALIMENTOS FUNCIONALES

INTRODUCCIÓN

Los alimentos funcionales, también conocidos como alimentos saludables o nutraceuticos, son aquellos que proporcionan beneficios para la salud (57). Desde la incorporación de ingredientes orgánicos hasta los aquellos que han sido modificados, el mercado de alimentos funcionales ha experimentado cambios significativos que han impactado la forma en que consumimos y percibimos la relación entre la alimentación y la salud (57).

Diariamente se observa en el mercado una gran cantidad de alimentos denominados saludables a nivel mundial. Esto significa que cada día el consumidor debe seleccionar entre varios productos alimenticios, para lo cual requiere de tiempo y de información clara para tomar las decisiones que considere más convenientes (5).

Las técnicas publicitarias que van dirigidas a las personas implementan la relación salud, las imágenes muestran los beneficios del producto de una forma positiva, además de etiquetas del producto (58).

El posicionamiento de los productos funcionales cuenta con un gran reconocimiento social, debido a toda la información impartida a los consumidores sobre los beneficios, además de la necesidad actual de disponer de alimentos procesados que faciliten la vida de las personas para lograr satisfacer sus necesidades biológicas y nutricionales. La etiqueta es de fundamental importancia para las empresas creadoras de estos para que de esta forma los comensales puedan entender el contenido y distinguir el producto de los demás (58).

Según Braverma V., (2021) menciona; el desarrollo de productos funcionales va de la mano con las necesidades del consumidor, en especial aquellos alimentos que mejoren la calidad de vida de las personas, es así

como se puede demostrar que los alimentos funcionales han existido desde los años setenta en donde la población incorporó a su dieta alimentos naturales y poco procesados, entre los que destacan los jugos naturales, lácteos, etc (58).

Seguido de estos, en la década de los ochenta se estableció la segunda parte de los alimentos funcionales; su característica principal es la disminución del contenido de grasa, azúcares y calorías, además de los alimentos ricos en fibra. Por lo que las industrias se vieron en la necesidad de investigar el cambio en el procesamiento de los alimentos para generar lo denominados alimentos light para que sean seguros para los consumidores (58).

La aparición de estos alimentos obligó a las entidades públicas a regular la normativa, lo que fortaleció la implementación del etiquetado nutricional en aquellos productos que son sometidos a un proceso de industrialización. La tercera generación tuvo inicio en los noventa en donde surgió el término «alimentos funcionales» lo cual dio como resultado la formulación de productos con valores agregados como los probióticos, fibra, fitoesteroles (58).

3.1. CRECIMIENTO INDUSTRIAL DE LOS ALIMENTOS FUNCIONALES

Teniendo una recopilación de los eventos más significativos para la elaboración y crecimiento de los alimentos funcionales como: estilo de vida de los consumidores, avances científicos; además, se examinará los desafíos que enfrentan las empresas para lograr cubrir las necesidades de los individuos (59).

Los alimentos funcionales pasaron de ser una tendencia de moda a un estilo de vida saludable, debido a sus elevadas ventas en la actualidad en el mercado se ha demostrado que los consumidores prestan más atención a su salud.

El mercado de los alimentos funcionales cuenta con un crecimiento anual cerca del 50% y ganancias de hasta \$167 mil millones de dólares, en países como Colombia el consumo de estos alimentos en el mercado ha aumentado a 176,7 mil millones de pesos colombianos en 2013, que representa el 5% del mercado global de alimentos (5).

La Comunidad Europea se posiciona en segundo lugar con US\$ 15,4 billones de euros y en tercer lugar Japón con US\$ 11,8 billones de yen (60). Los alimentos que incluyen probióticos tienen un crecimiento en ventas de cerca del 70% en el mercado actual (5).

Existe un crecimiento del 16% anual en el lanzamiento de alimentos funcionales en Europa donde el margen de ganancia fue de 72.300 millones de euros en el 2008. En Estados Unidos y Asia, la comercialización de productos funcionales crece anualmente en un 6% y se prevé un incremento mayor para el año 2012 (5).

Esta estrategia ayudó a lanzar al mercado un producto innovador que competirá en la serie de alimentos funcionales, que tiene una adición de Benecol, que es un ingrediente que se usa para la disminución de colesterol, el que tiene como objetivo ampliar el negocio de yogures (5).

Alpina, estudió por 10 años el desarrollo del Yox con Defensis en una bebida láctea que tiene como función ayudar el sistema inmunológico, posterior a ello lanzó una bebida que tuvo mucho éxito llamado Regeneris, que ayuda al sistema digestivo, además es enriquecida con hierro y fibra (5).

3.1.1. DIPONIBILIDAD DE ALIMENTOS FUNCIONALES EN EL MERCADO

El mercado de alimentos funcionales se expande en diversos sectores de la industria alimentaria, pero para llevar a los comensales productos dietéticos, depende de los requerimientos. Gracias a que la industria se adapta a cada necesidad, se demostró que las ventas de alimentos naturales aumentaron un 6% en el 2018; el siguiente año, los alimentos de origen vegetal registraron ventas de más de 4,5 millones de dólares. En 2020 a nivel mundial existió una venta de 259 mil millones de dólares (61).

3.1.2. FACTORES QUE BENEFICIAN EL MERCADO DE LOS ALIMENTOS FUNCIONALES

Creciente concienciación sobre la salud y el bienestar

Los alimentos funcionales forman parte de una tendencia más amplia hacia los productos "funcionales" o "nutracéuticos" que tienen beneficios para la población la cual ayuda al sistema inmunitario y gastrointestinal, lo que aumenta la demanda (61).

Aumento de la prevalencia de enfermedades crónicas

Mientras las enfermedades crónicas no transmisibles aumentan, se puede observar que existe una mayor preocupación en la población acerca de cómo prevenirlas. Entre los alimentos que ayudan a la prevención de patologías destacan los huevos y margarinas enriquecidos con omega-3 y ácidos grasos esenciales, que ayudan a la reducción de enfermedades coronarias (61).

Avances en tecnología alimentaria

El desarrollo de nuevas tecnologías, como la microencapsulación, permite suministrar ingredientes funcionales de manera más eficaz y eficiente. Además, los principales actores están optando por estas tecnologías para desarrollar productos alimenticios saludables y de alta calidad que aporten un elevado contenido nutricional sin ningún error humano(61).

Creciente demanda de comodidad

Los alimentos funcionales con más demanda en las industrias son aquellos que son de fácil consumo, entre los que destacan las barras energéticas y batidos de proteína, que son ampliamente utilizados por deportistas, gracias a la industrialización de productos las personas dedican más tiempo a otras actividades (61).

3.1.3. ALIMENTOS FUNCIONALES EN EL MUNDO

El término alimentos funcionales se utilizó por primera vez en Japón en la década de los años 80, cuando se llevaron a cabo varios estudios por parte de entidades políticas que tenían como objetivo estudiar las funciones de los alimentos, para que sean considerados funcionales deben cumplir con 3 características (62)

- La primera es la función nutricional, esencial para la supervivencia de los individuos (62)
- La segunda es una función sensorial, su ingesta debe ser una experiencia placentera y agradable de acuerdo con las características organolépticas (62)
- La tercera es una función fisiológica con lo cual se debe obtener un alimento favorable para el cuerpo (62)

En 1987 el Ministerio de la Salud en Japón fue reconocido de forma legal; ese año los mercados se llenaron de alimentos funcionales, lo que fue de gran novedad para los consumidores un año después.

Japón

En 1989 se publicó un informe sobre los alimentos con características funcionales, el cual se convirtió en la base del presente “*Tokuho*” o “*Food for Specified Health Use*” o también conocido como alimentos para usos específicos en salud (62). Este reglamento vigila la comercialización y el etiquetado de varios alimentos para la ingesta en varios sectores de Japón que contienen ingredientes favorables en la fisiología del ser humano (62).

Los *foshu* son ciertos alimentos que tienen ingredientes que cumplen funciones específicas para el cuerpo humano, un alimento *foshu* es considerado un alimento que ayuda a mantener la salud, o para controlar varias patologías crónicas como HTA, hipercolesterolemia, DM2. Además, para poder comercializar un alimento de esta categoría se tiene que contar con un respaldo que garantice que el alimento sea seguro para el consumo (62)

Para que un producto pueda ser considerado como alimento *foshu* debe cumplir con los siguientes requisitos:

- Su efecto en el cuerpo humano debe ser validado (62)
- Ausencia de cualquier ingrediente nocivo vinculado relacionado con la seguridad alimentaria (62)
- Que contenga sal, azúcar en cantidades apropiadas (62)
- Garantía del producto y fecha de caducidad (62)
- Si estas condiciones se cumplen, la Autoridad de Salud de Japón autoriza incorporar al producto el logo característico de los *foshu*. El desarrollo de los alimentos funcionales en Japón está basado actualmente en cuatro puntos principales:

Europa

En Europa se creó una comisión de acciones concertadas para la investigación sobre alimentos funcionales llamado FUFOS, la misma que tenía investigadores en áreas relacionadas con nutrición y salud bajo la coordinación del ILSI (*International Life Sciences Institute*) (63).

La función de la comisión es definir el desarrollo científico de los alimentos funcionales, la creación de nuevos productos y la verificación científica de sus efectos benéficos para la salud (*Roberfroid 2002*) (64).

En el año de 1999 dicha comisión, hace pública a la población la definición de alimentos funcionales, exponiendo que además de las propiedades básicas estos alimentos cuentan con una serie de beneficios para el ser humano, ayudando al mejor funcionamiento del organismo, cuando se consumen dentro de una dieta adecuada (64).

Norteamérica

En Norteamérica existe un gran interés acerca de una buena alimentación y la prevención de enfermedades; sin embargo, la legislación americana no cuenta con una definición para estos alimentos; la palabra funcional hace referencia a un alimento que tiene propiedades beneficiosas para la salud y reducción de enfermedades. La Administración de Alimentos y Medicamentos (FDA) clasifica varias categorías de alimentos de acuerdo

con sus propiedades, aditivos, suplementos o alimentos que se usan para dietas específicas. Con respecto a las frutas y verduras se encontraron que 500 compuestos están relacionados con la prevención de enfermedades cancerosas y más de 2500 tiene efectos beneficiosos (64).

Existe un importante potencial de conocimientos sobre alimentos y componentes alimenticios con ingredientes considerados funcionales, que gracias a los avances en genómica humana, los cuales ayudarán a comprender las interacciones entre nutrientes y células del organismo, ayudando a la reducción de riesgo de enfermedad (64).

La industria dedicada a la comercialización de atún está conformada por 6 empresas en la costa Atlántica, las cuales están encargadas de aportar recursos económicos y la innovación de nuevos productos, como las conservas de atún con ácidos eicosapentaenoico y el ácido docosahexaenoico, que tienen como finalidad la prevención de enfermedades cardiovasculares. A nivel mundial las empresas atuneras realizaron una inversión de 15.000 millones de dólares (5).

América Latina

En ciertas zonas de América Latina se reconocen varios alimentos con propiedades saludables, entre ellos se destacan las leches con fitoesteroles y ácidos grasos vegetales, otros alimentos con oligofructosacáridos, y productos que tienen soya o isoflavonas; además de bebidas con probióticos. En Brasil existe una regulación para los alimentos funcionales, en la que se debe detallar si el componente en el alimento es nutritivo o no, y si tiene efectos beneficiosos para la salud. La ANVISA (Agencia Nacional de Vigilancia Sanitaria) exige demostrar la seguridad y eficacia de dichos componentes alimenticios para legalizar su publicidad, comercialización y consumo (5).

América Latina cuenta con una gran reserva agrícola y el 25% de tierra arable en el planeta lo que permite la producción de alimentos suficientes para abastecer a la población y generar divisas para el desarrollo de otros sectores económicos proporcionando beneficios de tipo ambiental, comercial, cultural, social y científico (5). Algunos estudios demuestran que en Latinoamérica y el Caribe, en 1990, el 13% de la población presentaba

desnutrición; estos estudios indicaban que para 2015 habría 40 millones de personas con desnutrición. La FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura) mencionó que: en Colombia el 12% de la población padecía desnutrición en 1997. Para el año 2002 la prevalencia de desnutrición en menores de 5 años fue del 6,7%, sobrepeso con un 5,5% e hipertensión con un 2% (63).

Sin embargo, algunas normas establecidas regularizan alimentos con propiedades adicionales para la salud, por ejemplo: la Resolución 11488 de 1984 que precisa las normas técnicas relacionadas con alimentos infantiles, alimentos o bebidas enriquecidas y alimentos o bebidas de uso dietético, en los cuales se permite la adición de nutrientes y la denominación de fortificados(5); En el 2005 se realizó un decreto en donde los alimentos para el consumo humano deben contar con rotulado y etiquetado; además, no deben contar con palabras, ilustraciones u otras representaciones gráficas que hagan alusión a propiedades medicinales, preventivas o curativas que puedan que sean falsas sobre la verdadera naturaleza, origen, composición o calidad del alimento (63).

En Colombia, el Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos, (Invima), realiza un listado de la información que deben existir en la etiqueta el cual debe pasar por una prueba, para de este modo aumente el consumo de alimentos con propiedades funcionales y añadirlos a la dieta diaria regulando su precio (64). Estudios demuestran que estos alimentos pueden ayudar con la prevención de enfermedades como DM (Diabetes Mellitus), HTA (Hipertensión Arterial) y gastrointestinales. El uso de probióticos y prebióticos en alimentos infantiles, disminuye el factor de riesgo de diarreas y enfermedades gastrointestinales en los niños (64). Varios países de Latinoamérica como Colombia poseen una gran cantidad de plantas y frutas con propiedades funcionales (63).

Colombia

Debido a los cambios en la población colombiana, se ha generado un cambio en la industria; el mercado de los alimentos funcionales genera un margen de rentabilidad del 60%. Invima realiza una lista de las propiedades nutricionales de los productos y de los beneficios en su etiquetado, de acuerdo con el perfil epidemiológico y evidencia científica cuyo nivel de prueba es

suficiente para aumentar el consumo de alimentos con propiedades. Diversos estudios demuestran que los alimentos funcionales ayudan a la prevención de varias enfermedades presentes en la población colombiana (63).

El uso de probióticos y prebióticos en alimentos infantiles reduce el riesgo de diarrea y enfermedades gastrointestinales en los niños, las cuales son parcialmente responsables de la mortalidad infantil. Colombia al igual que otros países latinoamericanos, posee una importante variedad de alimentos y un potencial en plantas y frutos con propiedades funcionales que pueden ser investigados y utilizados en beneficio de la población (5).

3.1.4. ALIMENTOS FUNCIONALES MARCO LEGAL

El marco legal de los alimentos funcionales es un conjunto de normas y regulaciones elaboradas para garantizar al consumidor seguridad, calidad y eficacia de los alimentos que, aparte de su valor nutritivo básico, ofrecen beneficios adicionales para la salud.

En algunos países, los alimentos funcionales están sujetos a rigurosos controles y regulaciones por parte de agencias e instituciones gubernamentales. Estas regulaciones comprenden aspectos como la aprobación de ingredientes, la validación de los beneficios para la salud, el etiquetado y la publicidad. Por ejemplo, en la Unión Europea, la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA) tiene un gran impacto en la evaluación científica de las declaraciones de propiedades saludables. En Estados Unidos, la Administración de Alimentos y Medicamentos (FDA) supervisa la seguridad, las propiedades de los alimentos funcionales (65).

La implantación de un marco legal para los alimentos funcionales debe contar con la colaboración de entidades públicas, además de científicos e industrias alimentarias con el fin de garantizar que cumplan los estándares de alimentación y evitar la aparición de efectos adversos (65).

Los alimentos funcionales que son comerciales incluyen alimentos no modificados, para que un alimento sea funcional también se pueden eliminar sustancias nocivas y añadir sustancias beneficiosas, es decir la adición de un ingrediente no presente de forma natural en el alimento o la sustitución de un ingrediente por otro deseable como las grasas por inulina (65).

Tabla 3.1 Efecto de algunos alimentos funcionales naturales de especial referencia.

Efecto favorable sobre el perfil lipídico

Pescado azul
Aceite de oliva virgen
Nueces y otros frutos secos
Legumbres
Vino y otras bebidas alcohólicas
Manzana, moras
Cebada, avena
Zanahoria, champiñones
Ajo, cebolla

Efecto antioxidante

Limón
Tomate
Manzana, arándanos
Ajo

Efectos antiinflamatorios

Ginseng
Avena

Efecto antiproliferativo

Naranja
Berenjena
Espinacas
Soja
Repollo, coles de Bruselas, coliflor, brócoli
Perejil
Té verde
Ajo

Efecto Antimicrobiano

Arándanos
Ajo, cebolla
Té verde

Efectos antiestrógeno

Anís
Soja y otras legumbres
Hinojo
Repollo

Fuente: Manuela Belén S.R., Alimentos funcionales y Nutrición Óptima. 2003 (66).

La **Unión Europea** (UE) y la legislación de ciertos países prohíben que se alteren las etiquetas del producto con información falsa. Sin embargo, los vacíos legales son notables. Términos pseudocientíficos del tipo bio, orgánico, ecológico, hipoactivo, etc. que califican los alimentos en los mensajes publicitarios (65).

En la industria europea gran parte de las ventas de este tipo de alimentos son vendidas para desayuno o cenas, generalmente productos lácteos como la leche fortificados con fibra, calcio, ácidos grasos, omega 3 y baja en lactosa; yogures y otros productos lácteos con bifidobacterias, ácido linoleico y esfingolípidos. Otros productos como margarinas que contienen ácidos grasos poliinsaturados y monosacáridos enriquecidos con fitoesteroles, galletas, cereales y panes ricos en fibra, ácidos grasos monoinsaturados, además de, zumo de frutas y otras bebidas (65).

A pesar de que existe una gran variedad de alimentos funcionales, el 65% de las ventas se han retribuido al sector lácteo, seguido del 10% de panes y bollería y solo un 3% de bebidas, aunque el mercado sigue en constante crecimiento con la implementación de huevos y flanes enriquecidos con ácidos grasos, omega 3, además de pates y embutidos bajos en grasa y ricos en fibras, vitaminas y fitoesteroles. Productos dulces como chicles y caramelos sin azúcar y con vitaminas, fibra y caseína, se comercializan en forma de cápsulas variopintas: resveratrol, aceite de onagra, germen de trigo, levadura de cerveza (65).

Los fructanos tipo inulina se están empleando como sustitutos de la grasa y del azúcar (fructooligosacáridos), como texturizantes y estabilizantes en una variedad de mousses, cremas, lácteos fermentados, gelatinas, helados, galletas, pastas, pan y fórmulas infantiles (65).

Ante esta situación los comensales pueden adquirir estos productos por recomendación, salud, curiosidad o negarse a su consumo, de tal forma que es importante la intervención de entidades sanitarias. Es importante recalcar que el consumo de alimentos funcionales debe estar basado en respaldo científico, en la actualidad la información que se tiene de los AF es incipiente, lo que arroja resultados no concluyentes (65).

Es de vital importancia poder validar marcadores que evalúen el comportamiento de estos alimentos en el cuerpo y su efecto, por lo que se necesitan estudios implementados en seres humanos para poder evaluar estas características, en donde se incluyan efectos ambientales, estilo de vida, etc. (65).

A pesar de eso, los alimentos funcionales se encuentran en toda la industria, desarrollar estos productos tiene un nivel de complejidad elevado, arriesgado y con un gran impacto económico, sin embargo, estos productos tienen buena aceptación por parte de los comensales.

Principales tipos de proveedores

El costo de la creación de nuevos productos está evaluado de 1 a 2 millones de dólares, y su comercialización puede duplicar su valor (67). La eficacia de los alimentos funcionales debe contar con conocimientos médicos para cumplir los requisitos de verificación de los productos (67). La evolución de la percepción de la salud por parte de la población ayuda a que los alimentos funcionales sean sostenibles a largo plazo (67).

3.2. EXPECTATIVAS DEL CONSUMIDOR AL ADQUIRIR UN ALIMENTO FUNCIONAL

La población ha generado conciencia en la elección de alimentos gracias a la información que es de fácil acceso, ya no solo buscan satisfacer las necesidades básicas, por el contrario, buscan encontrar en estos alimentos beneficios para su organismo por que han optado por el consumo de los alimentos funcionales como forma de prevención de enfermedades y la obtención de una vida más sana, ya que, estos productos ofrecen un valor agregado con una serie de beneficios. Los consumidores que adquieran estos productos en el mercado, además de sus expectativas, la confiabilidad del etiquetado nutricional, los beneficios que prometen. De esta forma se comprenderá de una forma más adecuada porque las personas buscan estos productos en los mercados.

Crecimiento y desarrollo en la primera infancia

Hace referencia a los cambios de las dimensiones corporales y el aumento del número de células, se estudian los micronutrientes que se encuentran en la leche de la madre, con énfasis en el hierro, una buena alimentación temprana modula el crecimiento y desarrollo del sistema inmune. El crecimiento hace referencia al aumento de peso y talla y el desarrollo a cambios progresivos en los tejidos y los órganos (5).

Regulación de los procesos metabólicos básicos

Tener una alimentación equilibrada tiene relación con todos los procesos metabólicos gracias a su aporte de macronutrientes. Esto es fundamental para patologías crónicas como DM2 (Diabetes Mellitus tipo 2), obesidad que tienen relación con las enfermedades cardiovasculares e HTA (Hipertensión Arterial) (5).

Defensa contra el estrés oxidativo

Investigaciones afirman que los radicales libres tienen una gran relación con diferentes procesos bioquímicos que causan daño celular. El campo de radicales libres ha sido objeto de expansión masiva en los últimos años. Nuevos datos indican que la generación biológica y la reactividad de los oxidantes se aprovechan para regular numerosos procesos fisiológicos (5).

Fisiología cardiovascular

Las enfermedades cardiovasculares están siendo originadas por varios factores que pueden tener relación con la grasa ingerida. La respuesta clínica se produce a largo plazo, aunque el problema se puede iniciar en la infancia (5).

Las enfermedades coronarias son un grupo de enfermedades degenerativas en el cual se incluyen la cardiopatía isquémica, la enfermedad de las arterias periféricas, y el accidente cerebrovascular (5).

Rendimiento cognitivo y mental

Los alimentos no tienen una dirección directa con la enfermedad o salud; sin embargo, ayudan a la modificación de varios factores como el estado de ánimo. Los alimentos deben crear una satisfacción a corto plazo para influir en el comportamiento y un efecto beneficioso a largo plazo (5).

Uso de los alimentos funcionales para la salud

Una buena alimentación debe tener adecuadas porciones de nutrientes esenciales, se ha notado un cambio en los últimos años, debido a que, ciertos alimentos contienen sustancias fisiológicamente activas que cumplen la misma función de los nutrientes esenciales lo que ayuda a reducir la prevalencia de enfermedades crónicas (5).

Varios factores, entre ellos los sociodemográficos, cognitivos y actitudinales, parecen servir de base para la aceptación de los productos funcionales. Los trabajos de investigación mostraron que el conocimiento nutricional es el más importante de ellos, las personas mayores están más interesadas en los productos funcionales que los consumidores más jóvenes, debido a que creen más firmemente en los beneficios para la salud de los FF (68). Además, las mujeres están más dispuestas a transigir entre el sabor y las propiedades saludables, esto hace que los comentarios relativos a las propiedades preventivas de los productos FF son los más atractivos para los consumidores (68). Esta revisión se centra también en las perspectivas de futuro del mercado de los alimentos funcionales, un conocimiento adecuado y una comunicación basada en pruebas parecen ser las vías más prometedoras para aumentar el interés de los consumidores por este tipo de productos (68).

La información sobre propiedades saludables de los productos alimenticios, cuyo objetivo es informar al público sobre los beneficios para la salud, representa un tipo de comunicación nutricional; su uso está regulado por la Unión Europea (69). Existen varias investigaciones sobre propiedades saludables, incluidas las percepciones de los consumidores de dicha información y su intención de comprar productos que llevan afirmaciones

relacionadas con la salud (69). Existen estudios donde la información se presenta en forma de mensajes de diferente longitud, tipo, encuadre, con y sin palabras calificativas y símbolos. También existen investigaciones sobre las percepciones y la decisión de compra que se ven afectadas por las necesidades individuales y las características del producto (69).

Los resultados muestran que la información sobre propiedades saludables aumenta la percepción de salubridad. Diversas investigaciones afirman que la forma en la que se estructura esta información influye en la percepción de las personas, dicho efecto depende del nivel de relevancia personal, familiaridad y necesidad del consumidor. Además, el tipo de beneficio para la salud propuesto y el producto de base utilizado también influyen en dicha percepción (69). Aunque la percepción de salubridad de los productos con información de propiedades saludables puede variar de género, edad y países, el principal factor que influye tanto en la percepción de salubridad como en la intención de compra es la relevancia personal que tiene esta información para el consumidor (69).

La actitud de los consumidores ante estos productos es interesante de estudiar, debido a que es una alternativa diferente a los alimentos que se encuentran en la industria, además de ofrecer una serie de beneficios para la salud. Existen varios factores adicionales que los consumidores tienen en cuenta para la compra de estos productos, entre ellos se destacan las características sensoriales, la imagen, las preferencias, hábitos de compra y precio (59).

Para evaluar las actitudes, creencias y valores, para investigar la importancia relativa incluyendo los aspectos sensoriales y nutricionales, en la determinación del comportamiento del consumidor, se ha utilizado un modelo de actitud aplicado en numerosos estudios de selección de alimentos. Dichos estudios demuestran que la intención del comportamiento es un buen predictor del comportamiento real como componentes del modelo la actitud y la norma subjetiva. Asimismo, se ha descrito que la actitud predice el comportamiento subjetivo; sin embargo, cuando se incorporan las creencias al modelo, estas muestran un poder predictivo en sobre ambos componentes (59).

Figura 3.1 Estructura de la encuesta definitiva

Componentes	Nro. de preguntas	Ejemplo
Comportamiento	2	Habitualmente compro AF
Intención del comportamiento	2	La próxima vez que vaya al supermercado compraré AF
Actitud	3	Mi opinión hacia los AF es...
Norma subjetiva	1	La mayoría de las personas cuya opinión me importa, pienso que debo comer AF
Creencias	7	Creo que consumir AF es bueno para la salud
Evaluación de las creencias	7	Que la leche fortalezca los huesos es...
Control percibido	2	Puedo comer AF cuando lo deseo
Creencias normativas	4	Mi familia opina que debo consumir AF
Evaluación de creencias normativas	4	Normalmente intento hacer lo que mi médico me recomienda
Dificultad del test	1	En general, la encuesta me ha parecido difícil

Escalas empleadas:

Creencias 7 Consumir alimentos con fibra es bueno para la salud

☐ Totalmente de acuerdo
 ☐ Muy de acuerdo
 ☐ Moderadamente de acuerdo
 ☐ Le da acuerdo al consumidor
 ☐ Moderadamente de acuerdo
 ☐ Muy de acuerdo
 ☐ Totalmente de acuerdo

Evaluación de las creencias 7 Que los AF tengan un sabor diferente es:

☐ Muy malo
 ☐ Malo
 ☐ Moderadamente malo
 ☐ Ni malo ni bueno
 ☐ Moderadamente bueno
 ☐ Bueno
 ☐ Muy bueno

Actitud 3 Para mí, consumir AF es

☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐

AF = Alimentos funcionales

Fuente: Soto A; 2006

3.2.1 RECHAZO A LOS ALIMENTOS FUNCIONALES

En los últimos años han surgido numerosos alimentos funcionales con ingredientes bioactivos específicos para prevenir y tratar las enfermedades crónicas relacionadas con la dieta. Los adultos mayores pueden beneficiarse especialmente de los alimentos funcionales debido a sus múltiples problemas de salud (70). Sin embargo, poco se sabe sobre la aceptación y la disposición de los adultos mayores a consumir alimentos funcionales. Se han realizado estudios para relacionar el grado de neofobia alimentaria con los factores asociados al consumo de alimentos funcionales en adultos mayores (70). Un total de 200 adultos mayores residentes en una comunidad canadiense ($70,8 \pm 7,17$ años) completaron un cuestionario que exploraba el consumo de alimentos funcionales, sus actitudes, el estado de salud general, así como los datos médicos y demográficos. Además, el grado de neofobia alimentaria, se evaluó mediante la Escala de Neofobia a los Alimentos de 10 preguntas (Pliner y Hobden, 1992) (70).

El alfa de Cronbach para la escala fue de 0,85, indica un alto grado de fiabilidad interna. Los participantes se clasificaron en tres grupos según terciles (bajo ($n=68$), medio ($n=67$), alto ($n=65$)) (70). Los participantes con un mayor grado de neofobia alimentaria estaban menos dispuestos a probar un

nuevo alimento funcional ($p=0,05$). Asimismo, los integrantes con alta neofobia alimentaria reportaron un mayor número de barreras para consumir alimentos de este tipo ($p<0,05$)(70).

Entre las barreras identificadas, la disponibilidad fue identificada con mayor frecuencia por los participantes del grupo con un nivel alto de neofobia ($p=0,05$). Además, en este grupo se observó un mayor número de participantes que consumían medicamentos con receta de forma regular ($p=0,04$) y mostraban su preocupación por la posible interacción entre los alimentos funcionales y dichos medicamentos ($p=0,05$)(70).

No hubo diferencias en los factores relacionados con el consumo de alimentos funcionales o demográficos entre los grupos que tienen neofobia a los alimentos. Esta investigación demuestra que la neofobia alimentaria está relacionada con factores asociados al consumo de alimentos funcionales (70).

3.3. CREDIBILIDAD DE LOS EFECTOS POSITIVOS SOBRE LA SALUD DE UN PRODUCTO FUNCIONAL

Se ha comprobado que la mayoría de los estudios se centran en la credibilidad de propiedades saludables, mientras que son escasos aquellos que analizan la relación entre distintos tipos de atributos del producto y la credibilidad de los productos alimenticios funcionales. Sin embargo, se considera que otras características pueden influir significativamente, por lo que resulta estratégicamente importante conocer los factores que influyen en la credibilidad del consumidor.

El análisis bibliográfico ha demostrado que la disposición a comprar productos funcionales está influida tanto por las características sensoriales como por las no sensoriales del producto, mientras que la disposición a pagar se ve afectada, por ejemplo, por el nivel de confianza de los consumidores depositan en los alimentos funcionales (69). En relación con los diversos factores que influyen en la credibilidad de los beneficios para la salud de los productos, la información resulta ambigua.

Mientras que diversos estudios indican que la credibilidad de la información que es uno de los factores más importantes en la aceptación de dichos

alimentos, otros investigadores no encuentran relación significativamente directa entre la credibilidad de las declaraciones de propiedades saludables y la intención de compra (69).

Asimismo, la credibilidad del efecto saludable también está condicionada por el producto base y el ingrediente portador, la fuente de información, el diseño del producto y las raíces culturales de un país (69).

A pesar del creciente uso del término «propiedades saludables» en la publicidad de alimentos, la evidencia científica disponible es limitada en cuanto al análisis de las características nutricionales que producen efectos diferenciados según su forma de presentación. El estudio realizado sobre el anclaje muestra que este hecho induce a la población humana a evaluar la información de manera diferente dependiendo de la presencia o ausencia del punto de referencia. Dos estudios experimentales (uno piloto y otro principal) exploran los efectos del anclaje en la respuesta de la publicidad de alimentos, tanto directamente como moderados por factores cognitivos, motivacionales y de relación con el mensaje. El estudio piloto concluye que los anuncios de productos alimentarios que emplean declaraciones nutricionales con anclaje generan dos resultados: en primer lugar, los participantes perciben que el producto contiene menos grasas/calorías (hipótesis del anclaje); en segundo lugar, prefieren los mensajes con anclaje a los que no lo tienen. El estudio principal indica que cuando se consigue recordar el anclaje, se producen actitudes favorables hacia la preferencia de la marca e intención de compra; pero solo cuando están orientados hacia mejorar la salud, la credibilidad y los conocimientos sobre nutrición se ofrecen implicaciones prácticas con respecto a las directrices normativas y las estrategias de comunicación eficaces para promocionar productos bajos en grasas y calorías en la publicidad de alimentos.

En la actualidad la nutrición se enfoca en prevenir ciertas enfermedades, una buena alimentación y el estilo de vida son fundamentales. La población espera que al tener una alimentación saludable encuentre bienestar físico, por lo que como respuesta a todos estos requerimientos la industria arrojó al mercado los alimentos funcionales, estos alimentos contienen ingredientes como fitoquímicos que son positivos para la salud. Las entidades políticas

de todo el mundo tienen varias definiciones de los alimentos funcionales; sin embargo, varios países no lo reconocen, como es el caso de Chile (68).

Investigaciones han demostrado que cada atributo examinado desempeña un papel en la evaluación de los efectos sobre la salud. El color azul es una de las características que más influye en que el consumidor este crea en los beneficios del producto, en segundo lugar, se encuentran los productos de origen ecológico y, a continuación, los alimentos que contengan ingredientes de origen natural (71). La valoración de las características específicas de los alimentos se ve afectada por el nivel de interés relacionada con la salud de los consumidores, su implicación con los productos alimenticios y sus diversas características demográficas (71).

Un estudio realizado en Alemania revela que el 85% de los participantes prestan mucha más atención a los beneficios de salud que al valor nutricional o el sabor del alimento. Asimismo, se observó una correlación directa: cuanto mayor tiempo se fijaba en la información específica, hay más probabilidad de compra (72). Cabe destacar que la categoría del producto no influyó en la duración visual, pero sí influyó en la decisión de compra. En una situación de compra real, los consumidores podían elegir preferir jugo de naranja con envases 3D y diversos etiquetados nutricionales sobre salud y sabor (72). Los resultados indican que las propiedades saludables no fueron un determinante de preferencia sobre ninguno de los dos productos. Para los profesionales del marketing, este estudio es relevante ya que demuestra una correlación directa entre el tiempo de observación sobre la información y la probabilidad de compra. Asimismo, concluye que existen varias diferencias según las categorías de productos. (72).

La información sobre las propiedades saludables en los productos alimenticios se utiliza a menudo como medio para destacar los beneficios para la salud los cuales han sido científicamente probados asociados al consumo de esos alimentos (73). Pero ¿comprenden y confían los consumidores en la información sobre propiedades saludables? Las investigaciones recientes sobre los consumidores y la información de propiedades saludables, incluyendo las actitudes, la comprensión y el comportamiento de compra (73).

La mayoría de las investigaciones actuales reflejan combinaciones selectivas de productos, lo que arroja como conclusiones resultados

ambiguos, aparte del interés de los consumidores por la información de propiedades saludables (73). Existen claros indicios de que las respuestas de los consumidores difieren sustancialmente según la naturaleza del producto, el tipo de información sobre las propiedades saludables, el ingrediente funcional utilizado o una combinación de estos componentes(73).

La información sobre las propiedades saludables tienden a percibirse de forma más positiva cuando se vinculan a un producto con una imagen sanitaria general positiva, mientras que algunos estudios demuestran una mayor credibilidad percibida de los productos con información sobre salud general (por ejemplo, omega-3 y desarrollo cerebral) en comparación con la información sobre reducción del riesgo de enfermedad (por ejemplo, péptidos bioactivos para reducir el riesgo de cardiopatías), otros informan de lo contrario (73).

La evidencia sobre la correlación entre una actitud positiva hacia los productos con declaraciones sobre propiedades saludables y la intención de compra real sigue siendo inconsistente. La familiaridad con el ingrediente funcional o su efecto saludable da una evaluación más favorable (73). Sin embargo, un mayor conocimiento nutricional no garantiza una actitud positiva hacia los productos con mensajes de salud. La legislación de la Unión Europea exige que el consumidor comprenda la información proporcionada (73). Sin embargo, dado que la mayoría de las investigaciones realizadas sobre la comprensión de la información sobre las propiedades saludables, se basan en la comprensión subjetiva, este sigue siendo un ámbito que requiere más investigación (73).

3.3.1 COMPATIBILIDAD ENTRE LA DECLARACIÓN DE PROPIEDADES SALUDABLES Y EL PRODUCTO ALIMENTICIO E IMPACTO DEL MARCO DE LA DECLARACIÓN DE PROPIEDADES SALUDABLES EN LA EVALUACIÓN DEL CONSUMIDOR

A continuación, se presentan dos estudios cuyo objetivo es reforzar el fundamento científico de las decisiones estratégicas relacionadas al desarrollo de alimentos funcionales, en cuanto a 1.- ¿Qué beneficios para la salud declara?, 2.- ¿La categoría del producto? y 3.- ¿El formato de comunicación empleado? (57). El primer estudio exploratorio es un análisis secundario de

10 declaraciones sobre salud, combinadas de manera sistemática con 10 soportes alimentarios, esto con el fin de evaluar su idoneidad combinada para el posicionamiento de alimentos funcionales (57). Los resultados muestran que los consumidores suelen tener mayor preferencia por alimentos funcionales que tienen una relación directa con el beneficio del producto y la mitigación de patologías, así también con una imagen saludable o un historial de posicionamiento saludable (57).

Además, se incluye la variable de diferencia individual «enfoque normativo» y el estado de salud del encuestado para explorar cómo influyen estos factores en la evaluación de la información sobre salud (57). Los resultados muestran que las evaluaciones de los consumidores difieren principalmente sobre las propiedades saludables relevantes para abordar un estado de enfermedad (57). El encuadre es importante, pero su efecto difiere según el beneficio para la salud. No se encontraron efectos significativos en el enfoque normativo de los consumidores. Se discuten los mecanismos subyacentes de estos efectos y sus implicaciones para el desarrollo de alimentos funcionales (57).

3.3.2. ACEPTACIÓN PÚBLICA

La tendencia de alimentación durante los últimos 10 años demuestra el interés de los consumidores por alimentos que contribuyan a la salud. La variación en el patrón alimentario de los individuos ayuda al desarrollo de nuevos alimentos funcionales, para generar oferta de alimentos saludables en la población (5).

Es muy relevante para el sector industrial en Chile, por ejemplo, comprender la actitud de los consumidores ante estos alimentos para lo cual se utilizó la teoría de Fishbein y Ajzen que afirma que la intención individual depende de actitud y normas subjetivas, para lo que se llevó a cabo un estudio a 697 individuos en donde se preguntó creencias, actitud y comportamiento, dicha encuesta también fue dividida en datos, demográficos como: Edad, género, nivel de educación. Se obtuvo como resultado que el género sí influye en este comportamiento, por ejemplo, la importancia de la fibra se percibe según el género, la edad y religión no afectan estas creencias. Se demostró

que las mujeres tienen una connotación más positiva a su efecto sobre la salud. Individuos con estudios superiores presentaron una actitud más positiva hacia los alimentos funcionales ($p < 0,05$). El modelo presentó buena capacidad predictora de compra (59).

La elección y la compra de alimentos son fenómenos complejos en los que influyen no solo las características sensoriales del producto y su precio, sino también otros factores como las actitudes del consumidor hacia el producto. En este estudio se utilizó el modelo de conducta planificada de Ajzen para medir las actitudes de los consumidores hacia los productos cárnicos bajos en sal (74). 112 consumidores de diferentes niveles sociodemográficos participaron en una investigación, rellenaron un cuestionario de 48 preguntas. Los resultados obtenidos mostraron que las creencias no eran completamente unitarias y que solo las relacionadas con la salud y el sabor mejoraban significativamente la predicción (74). El control percibido fue el aspecto más importante a la hora de explicar la orientación conductual de los consumidores, a pesar de su consistencia relativamente baja. La actitud y la norma subjetiva también tuvieron un efecto significativo sobre la intención (74). Los parámetros sociodemográficos dividieron claramente a los consumidores en varios componentes, siendo el género de los individuos el aspecto más importante (74).

El modelo de comportamiento planificado demostró ser eficaz para predecir la intención de comportamiento de los consumidores. Sin embargo, este modelo presenta ciertas limitaciones, entre la medición sesgada de la actitud y la consistencia del control percibido, las cuales deben ser objeto de mejora (74).

En Brasil, los estudios demuestran que puede haber una transición y un aumento del consumo de AF por parte de la población, en lo que influyen factores sociodemográficos, fisiológicos de salud y de calidad de los alimentos (75). En cuanto a los factores sociodemográficos, el género, la edad, la escolaridad y la renta han sido investigados como factores que pueden afectar la percepción y el consumo de AF, pero no hay consenso entre los estudios. Destaca el componente cultural, ya que estudios realizados en diferentes países evidencian la percepción del consumidor la cual está condicionada por la valoración del alimento que contiene la alegación funcional y su relación con la cultura del país (75).

Los factores fisiológicos de salud caracterizan a los individuos que ya tienen hábitos saludables como principales consumidores de AF y, además, el consumo de estos alimentos está relacionado con un sentido de autocuidado y autocontrol (75). Los factores de calidad de los alimentos son los que más influyen en la percepción de AF y se observó que los estudios coinciden unánimemente en que un sabor agradable es un factor determinante en la aceptación por parte del consumidor y que los alimentos ya considerados saludables son mejor aceptados cuando se les añade una propiedad funcional (75). La forma en que se presenta la alegación funcional también influye en la elección, siendo mejor aceptadas las alegaciones relacionadas con la inversión de un factor. La neofobia, especialmente en los adultos mayores, tiene efectos negativos en la percepción de estos alimentos (75).

Estudios más antiguos muestran que los adultos consumían menos de la cantidad recomendada de alimentos funcionales. El estudio analizó el consumo de carotenoides en la población brasileña, a partir de datos de la Encuesta de Presupuestos Familiares 2008-2009, también mostró un consumo inferior al recomendado (75). Otro estudio corroboró estos resultados al mostrar un bajo consumo de fibra alimentaria por parte de los adultos jóvenes de 26 a 45 años adultos de entre 26 y 45 años de la región sur de Brasil, a pesar de que los participantes reconocían los beneficios de la fibra alimentaria (75).

Los siguientes compuestos de alimentos funcionales con declaraciones de propiedades saludables demostradas: ácidos grasos omega-3, carotenoides, fibra dietética, probióticos, fitoesteroles y proteína de soja (75). Para que un alimento pueda hacer una declaración de propiedades funcionales, se requiere prueba científica a través de estudios aplicables, basados en ensayos clínicos con metodología adecuada o estudios epidemiológicos (75). Sin embargo, a pesar de la normativa consolidada y de los beneficios demostrados, todavía existe un bajo consumo de estos alimentos por parte de la población mayor de 18 años (75).

Los consumidores pueden contribuir activamente a una sociedad sostenible eligiendo alimentos sanos fabricados respetando las normas éticas, medioambientales y sociales. El presente estudio investiga cinco factores de comportamiento de los consumidores, a saber, la eficacia percibida por los consumidores (PCE), el comportamiento consciente con respecto al medio ambiente, la preocupación por la producción ética de alimentos, el estilo de

vida consciente con respecto a la salud y las pautas dietéticas saludables (67). El interés fundamental del estudio radica en explorar el papel moderador de la eficacia percibida por los consumidores (PCE), la medida en que el consumidor cree que sus propios esfuerzos pueden marcar la diferencia en estas interrelaciones (67). El análisis empírico se llevó a cabo mediante una encuesta en línea dirigida a consumidores de alimentos, realizada en tres mercados: Estados Unidos, Reino Unido y Alemania (67). Los resultados indican que, para los individuos con niveles más altos de eficacia percibida por los consumidores (PCE), concienciados con el medio ambiente y preocupados por la ética, la información en las etiquetas de los alimentos relativa a cuestiones medioambientales y sociales representa un valor por sí misma. (67). Curiosamente, la información sobre salud y nutrición en las etiquetas de los alimentos no fue percibida como valiosa por los consumidores con un alto nivel de eficacia percibida por los consumidores (PCE). Se analizan los efectos predictivos de diversas variables sociodemográficas sobre la eficacia percibida por los consumidores (PCE) y la conciencia medioambiental y sanitaria de los consumidores. También se esbozan las diferencias transculturales (67). A su vez, la mejora de la eficacia percibida por los consumidores (PCE) puede catalizar el comportamiento medioambiental de los consumidores y sus preocupaciones éticas en relación con el consumo de productos alimentarios con información medioambiental y social (67).

Estudios presentan datos mundiales sobre los hábitos alimenticios en estudiantes universitarios, en donde se encontró que la gran parte de los estudiantes no cuentan con hábitos alimentarios saludables. El 87% de los estudiantes estudiados cuentan con malos hábitos alimentarios y solo un 2% tiene buenos hábitos. Estos resultados sustentan varios estudios en donde se evidencia que los estudiantes no llevan una alimentación adecuada (76).

A partir de la revisión bibliográfica se puede afirmar que más de la mitad de los estudiantes universitarios tienen un disminuido consumo de frutas y verduras y un elevado consumo de azúcar; además de hábitos intermitente de comidas y alto consumir de grasas (76). La OMS recomienda el consumo de 5 porciones de frutas y verduras, pero en comparación con el estudio mencionado, se destaca que en los universitarios no existe el consumo de dichos alimentos (76).

Corroborando el estudio anterior se suma un estudio realizado en la Universidad de Medicina y Farmacia de Cluj-Napoca, Rumanía, donde se encontró que solo un 20 % de los estudiantes comen fruta todos los días (76). En los dos estudios se demostró el limitado consumo de frutas y verduras (76).

La información nutricional sobre los AF es un factor importante para su aceptabilidad. Baptista et al. (2013) y Rodríguez-Tadeo et al. (2017), que estudiaron los conocimientos de los estudiantes universitarios sobre los alimentos funcionales, llegaron a la conclusión de que, a pesar de su curiosidad e interés por las actitudes saludables, muchos no tenían conocimientos suficientes sobre el tema (77). Este cambio a lo largo de las generaciones puede estar relacionado con la aparición de fuentes de información más fiables y accesibles (principalmente internet y smartphones) sobre hábitos saludables, alimentos y alegaciones funcionales, hábitos saludables, alimentos funcionales y alegaciones, y la relación entre alimentación y prevención de enfermedades (77).

Los factores condicionantes del comportamiento del consumidor según generaciones.

Factor interno del comportamiento del consumidor

Se clasifica en varias dimensiones:

Motivación

Fernández (2018) y Fisher y Espejo (2016) afirman que las fuentes de motivación son: actitudes, principios y valores los que generan grandes impulsos por realizar las compras (78).

Percepción

De acuerdo con varios autores afirman que la perspectiva de cada persona es diferente por lo que el factor social influye en el aumento o la disminución de compra por parte de los comensales (78), de tal manera que los autores afirman que la percepción de compra se basa en las experiencias de vida para la generación Z y en la generación Y en las experiencias de vida, por lo que la población busca informarse antes de comprar ciertos productos (78).

Aprendizaje

Anaya, Castro y González (2019) afirman que cada individuo capta la información de forma diferente debido a varios factores, por otro lado, según Sandoval et al. (2018) y Moreno y Calderón (2016) mencionan que el aprendizaje es de gran importancia porque viene de experiencias personales vividas e influye en la decisión de compra. Gracias al avance tecnológico la generación más golpeada serían los *silent* y *baby boomer* porque se encuentran aferrados a lo tradicional y se resisten al cambio tecnológico. A comparación de la generación X, millennial y centennial, los cuales el uso de la tecnología les resulta más fácil (78).

Personalidad

Existen varios rasgos de la personalidad como la percepción de nuevas cosas, escrupulosidad, sociabilidad y estabilidad (78). También se puede interpretar como comportamientos que pueden variar con el tiempo, es decir a la finalidad de la marca (78).

CONCLUSIÓN

A pesar del crecimiento del mercado de alimentos funcionales, también existe un sector de consumidores que muestra resistencia a estos productos, especialmente aquellos con un alto grado de neofobia alimentaria. Este grupo de personas tiende a mostrar una menor disposición a probar nuevos alimentos y manifiesta preocupaciones sobre la disponibilidad y posibles interacciones con medicamentos. De tal forma, la comunicación efectiva se basa en evidencia científica.

Los alimentos funcionales son una alternativa eficiente para mejorar la salud y de esta forma prevenir enfermedades gracias a la combinación de nutrientes con compuestos bioactivos. Si bien los alimentos funcionales ofrecen beneficios potenciales, es fundamental respaldar su consumo con evidencia científica sólida y evitar la desinformación. Además, su incorporación en la dieta debe ser parte de un estilo de vida saludable, acompañado de una alimentación equilibrada y actividad física regular. En definitiva, el mercado de alimentos funcionales sigue innovando en respuesta a las expectativas de los consumidores. La investigación

continua y la educación nutricional juegan un papel clave en la aceptación y el crecimiento de este sector, permitiendo que más personas adopten hábitos de consumo que favorezcan su salud a largo plazo.

En conclusión, los alimentos funcionales cada vez toman más importancia en la promoción y cuidado de la salud, pero su efectividad depende tanto de su composición como del contexto en el que se consumen. Su desarrollo y regulación deben seguir avanzando para garantizar la calidad y beneficios reales para los consumidores.

CAPÍTULO IV NORMATIVA LEGAL PARA LOS ALIMENTOS FUNCIONALES

INTRODUCCIÓN

Actualmente, existe un gran interés por el consumo de alimentos funcionales gracias a sus beneficios en la prevención y curación de varias enfermedades, por lo que la industria tiene la necesidad de crear instalaciones en donde se vigilen la seguridad del producto. El capítulo IV aborda la normativa legal en la fabricación, comercialización, etiquetado y control de calidad de estos productos.

La norma de los alimentos funcionales radica en su accesibilidad al consumidor sin necesidad de una prescripción médica, esto podría representar riesgos para la salud en el caso de que los productos no cuenten con una supervisión apropiada o con información científica acerca su eficacia y seguridad. Diferentes entidades regulatorias han instituido reglas que buscan equilibrar la promoción de estos productos con la protección del consumidor. Entre ellas, la Administración de Alimentos y Medicamentos de los Estados Unidos (FDA) ha efectuado regulaciones como la *Nutritional Labeling and Education Act* (NLEA) y la *Dietary Supplements Health and Education Act* (DSHEA), que cuentan con parámetros para el correcto etiquetado y comercialización de suplementos nutricionales y alimentos funcionales.

En Ecuador, la fabricación y comercialización de alimentos funcionales y nutracéuticos están reglamentadas por la Agencia Nacional de Regulación, Control y Vigilancia Sanitaria (ARCSA). Según la Resolución ARCSA-DE-2022-001, cualquier producto de uso y consumo humano debe contar con una notificación

sanitaria, un requisito ineludible para su distribución en el mercado (79), la Ley Orgánica de Salud también instaure disposiciones concretas para el control de estos productos, destacando la importancia de la inocuidad, seguridad y calidad de los alimentos procesados; a pesar de la existencia de normativas nacionales, perdura la falta de exigencia en la presentación de evidencia científica que ampare los beneficios y la seguridad de estos productos, lo que deja un margen de inseguridad sobre su efectividad real (79).

Este capítulo también reconoce los requerimientos de etiquetado y rotulado que deben cumplir los alimentos funcionales en Ecuador, conforme a la normativa del Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN) y las actualizaciones de la FDA en 2020. La información exhibida en el etiquetado es crucial para que los consumidores tengan una información clara y tomen decisiones pertinentes, por lo que es fundamental que incluya detalles puntuales sobre ingredientes, valores nutricionales, avisos y condiciones de almacenamiento (80).

Finalmente, el capítulo destaca la necesidad de un mayor rigor en la regulación de los alimentos funcionales, no solo en Ecuador sino a nivel mundial. La progresiva popularidad de estos productos ha inducido a los consumidores a buscar información en redes sociales e internet, lo que deriva en decisiones fundadas en datos poco fiables o en publicidad engañosa. Por lo anterior, es imperativo que los organismos reguladores defiendan sus controles y garanticen que los productos disponibles en el mercado sean seguros, efectivos y respaldados por estudios científicos. Mediante una regulación y divulgación adecuada de la información se podrá salvaguardar la salud pública y fomentar el consumo responsable de alimentos funcionales.

4.1. FABRICACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN

La diversidad de productos nutracéuticos y sus variadas maneras de comercialización hacen que estos productos sean de fácil acceso al consumidor pues no necesitan una prescripción legal en la mayoría de los países. La fabricación cuenta con una deficiente supervisión por parte de entes reguladores en el proceso de producción y distribución, lo que conlleva que el acceso a estos productos sea muy sencillo, ya que su comercialización lo podemos encontrar en desde farmacias hasta tiendas de barrio.

Es necesario originar normativas eficaces sobre la producción, promoción, etiquetado y venta de los alimentos funcionales y nutracéuticos y mediante su aplicación y cumplimiento, garantizar a los ciudadanos un consumo seguro y no una inequívoca protección de su salud (81). En varios países se han establecido normas básicas para productos claramente vinculados con la salud humana y la divulgación de las propiedades saludables demostradas científicamente en los alimentos funcionales, naturales o transformados, lo que, por cierto, es función importantísima de los expertos en nutrición (81).

Japón dispone de una legislación específica el etiquetado de los alimentos *FOSHU*, en Estados Unidos de América (USA) se permiten determinadas alegaciones en alimentos indicando, los beneficios de estos como la reducción del riesgo de padecer enfermedades (81).

Es responsabilidad de la FDA patentizar la seguridad del producto. Sin embargo, hay dos legislaciones que regulan los alimentos funcionales:

- *NLEA (Nutritional Labelling and Education Act)*: desde el año 1990 dedicada más hacia la parametrización del etiquetado de estos productos (82).
- *DSHEA (Dietary Supplements Health and Education Act)*: la cual admite los suplementos nutricionales y sus ingredientes; además, es la encargada de determinar los rótulos como: no se destina a tratar, curar o prevenir enfermedades (82). Con la aprobación del DSHEA en 1994, se admitió un mayor acceso a los productos nutracéuticos. Desde ese año se ha incitado el consumo de estos productos, ya que la regulación de las instituciones encargados no es estricta, siendo así indudable la falta de juicios de calidad y seguridad para su aprobación (82).

Para comercializar estos productos, solamente se coloca en el empaque del producto una descripción simple de su ingrediente principal y su efecto en sistemas específicos del cuerpo humano, sin tener que identificar y probar propiedades y riesgos adicionales. Debido a esto, existen fuertes críticas a la ley DSHEA, por parte de editoriales como el "*Journal of the American Medical Association*" y el "*New England Journal of Medicine*" (82).

Cabe recalcar que antes de esta ley, con la FDA, era posible que los fabricantes de productos nutricionales debieran realizar investigaciones y pruebas científicas rigurosas para demostrar la eficacia y la seguridad antes de la distribución y comercialización a los consumidores finales (82). Esto significa que antes de 1994 los suplementos dietéticos se consideraban productos potencialmente riesgosos y, por lo tanto, su producción estaba estrictamente regulada para garantizar la buena calidad y seguridad para el consumo (82).

Contar con un producto adecuado es responsabilidad de los fabricantes, actualmente para la venta de estos productos deben declarar que su contenido tiene un beneficio determinado para la salud, omitiendo la poca evidencia científica sobre dosificaciones frecuencia y efectos adversos, siendo posible la comercialización solo por el hecho de que fueron consumidos por tradición, u otras razones con nulo respaldo científico (82). Además, con la implementación de la ley DSHEA, los consumidores pueden tomar la ley de la «autonomía y libertad» de elegir los productos que quieran, esto ha incrementado la búsqueda de información en sitios web y redes sociales; esto puede considerarse una grave problemática (82).

En Ecuador, el proceso para poder fabricar y comercializar un nutracéutico está regido por la resolución ARCSA-DE-2022-001; además la Ley Orgánica de Salud en su artículo 6 numeral 18, dispone: Es responsabilidad del MSP: regular y realizar el control de todas las etapas de producción de los alimentos procesados, medicamentos, así como los sistemas y procedimientos que garanticen su inocuidad, seguridad y calidad (83).

Artículo 129, indica: todos los establecimientos públicas y privadas que realicen actividades de producción de alimentos deben cumplir las normas sanitarias para garantizar un producto adecuado para el consumo humano (83).

El artículo 132, establece que: las actividades de vigilancia de control sanitarios deben enforzarse en la calidad además de, el cumplimiento de los requisitos técnicos y sanitarios en los establecimientos dedicados a la producción, almacenamiento, distribución, comercialización, importación y exportación de los productos señalados (83).

Para poder comercializar y fabricar un alimento funcional es importante contar con la notificación sanitaria; por parte de ARCSA bajo una declaración se afirmará la producción y comercialización del producto para el consumo humano (84).

El artículo 137, determina: Deberán tener una notificación sanitaria anticipadamente a la comercialización de los alimentos procesados, aditivos alimentarios, productos nutraceuticos, productos homeopáticos, y otros productos (84).

Cabe recalcar que todo producto natural procesado de uso medicinal, según esta resolución, se considera a los productos medicinales terminados y etiquetados cuyos ingredientes se encuentran extraídos de la naturaleza con uso medicinal. No se puede considerar un a un producto natural industrializado de uso medicinal, si el recurso natural de uso medicinal se combina con varias sustancias activas definidas desde el punto de vista químico (84).

Por otra parte, el Art. 5 de la resolución afirma que para la obtención del registro sanitario los usuarios deben ingresar a la VUE la solicitud correspondiente para análisis por parte de la ARCSA (85). Documentos donde debe constar la siguiente información:

- Nombre del producto
- Número CAS (*Chemical Abstracts Service*)
- Descripción del producto
- Fórmula de composición cuali-cuantitativa del producto terminado (en caso de contener sustancias limitadas por algún nivel máximo aplicable, indicar el contenido cuantitativo de dichas sustancias) (86).
- Especificaciones del producto, cuando aplique
- Uso del producto, cuando aplique
- Condiciones de almacenamiento
- Línea de producción, cuando aplique
- Periodo de vida útil, cuando aplique
- Elaboración del producto final
- Instrucciones de uso
- Población a la que se dirige
- Firmas de responsabilidad o certificado de garantía del fabricante del producto (86).

Al verificar todas las condiciones nacionales sobre la fabricación y comercialización de los nutraceuticos, en ningún artículo menciona que se deba presentar alguna evidencia científica sobre estos productos, lo que conlleva a la problemática tratada anteriormente junto con la DSHEA.

El conocimiento de esta ley transporta a un cambio de modelo acerca de la verdadera seguridad, eficacia y eficiencia de los nutraceuticos, mostrándose en una adecuada toma de decisiones acerca del tipo de nutraceutico que se va a consumir y el objetivo de su uso.

Un profesional nutricionista dietista antes de recomendar cualquier alimento funcional; debe verificar cuál es la evidencia científica de dicho producto ante costo – beneficio del usuario, que puede tratarse desde un deportista de alto rendimiento hasta un adulto mayor que presenta polifarmacia y que requiere de ciertos beneficios de estos productos y educación alimentaria para reducir dosis y números de fármacos consumidos. Es importante tomar en cuenta que la búsqueda de esta información debe ser verás y con un nivel de confiabilidad alto así la evidencia científica para recomendarlo y tomar en cuenta que ese producto tenga el registro sanitario oportuno y una etiqueta donde la información nutricional este completa.

Para la fabricación de un nutraceutico o alimento funcional es obligatorio preparar concentrados de estos alimentos mediante diversas técnicas físicas o químicas, tales como centrifugación, extracción por solventes, precipitación, cromatografía, etc. (87). Depende mucho de la sustancia de interés la técnica a emplearse y de su comportamiento químico como, por ejemplo:

- La presencia de grupos hidrofílicos o hidrofóbicos
- La estabilidad
- Si son polares o apolares
- El tamaño molecular
- Entre otras (87).

Es por eso por lo que, es vital conocer que compuestos químicos presentes en los alimentos tienen beneficios para la salud. El consumo tanto de alimentos fortificados, nutraceuticos, así como de alimentos funcionales es casi segura y forma parte de nuestra alimentación diaria (87). Seguramente al

provenir de fuentes naturales los efectos secundarios serían escasos; pero es necesario diferenciarlos y como profesionales nutricionista se debería educar al usuario sobre el contenido de información que deben tener estos productos, desde los registros sanitarios correspondientes hasta el etiquetado detallado y efectos secundarios o interacciones con otros fármacos o nutrientes (87). Leer las indicaciones de cada uno de ellos y, de preferencia, consultar a un médico antes de consumirlos (87). Según los consumidores es mucho más fácil consumir tabletas, cápsulas o polvos de algún nutraceutico o alimento funcional como las cápsulas concentradas de ajo, o de aceite de hígado de bacalao entre otras (87).

4.2. ROTULADO Y ETIQUETADO

En Ecuador la normativa de etiquetado está regida por el INEN (Instituto ecuatoriano de normalización) norma técnica ecuatoriana NTE INEN 1 334-2:2011 segunda revisión; y de debe tomar en cuenta la última actualización de la *Food and Drug Administration* (FDA) de marzo 2020. Con respecto a lo anterior el objetivo del etiquetado es facilitar al consumidor información sobre los alimentos para una mejor elección (80).

Sobre el reglamento del etiquetado estos deberán contener la siguiente información:

- Nombre comercial del producto;
- Lista de ingredientes o componentes;
- Forma de presentación.
- Modalidad de uso y tiempo máximo de uso, cuando corresponda;
- Precauciones y advertencias, cuando corresponda;
- Condiciones de almacenamiento;
- Fechas de elaboración y vencimiento (expiración);
- Número de lote;
- Nombre del establecimiento fabricante (envasador, maquilador), ciudad y país;
- Nombre y dirección del Distribuidor (para productos importados);
- Código de notificación sanitaria o código BPM
- Grupo poblacional al que va dirigido dicho suplemento alimenticio cuando sea requerido.

Alimentos funcionales, presente y futuro

- Información nutricional: se deberá incluir los nutrientes con nombre y cantidad por unidad de medida en el Sistema Internacional y con porcentaje del valor diario recomendado, cuando sea el caso, y tamaño de la porción y porciones por envase.
- Lineamientos establecidos en la Normativa de rotulado y etiquetado aplicable vigente (84).

En cuanto a los nutrientes con carácter de obligatorio a declararse se tomará en cuenta la Tabla 4.1 y el Valor Diario Recomendado (VDR); el nombre de cada nutriente alimentario se encuentra en una columna seguido inmediatamente por la cantidad en peso del nutriente usando «g» para gramos o «mg» para miligramos, «µg» para microgramos (88).

Tabla 4.1 Nutrientes de declaración obligatoria

Nutrientes para declararse	Unidad	Niños mayores de 4 años y adultos
Valor energético, energía	kJ/kcal	8 380/2000
Grasa total	g	65
Ácidos grasos saturados	g	20
Colesterol	mg	300
Sodio	mg	2 400
Carbohidratos totales	g	300
Proteína	g	50

Fuente: Agencia Nacional de Regulación, Control y Vigilancia Sanitaria-Regulación de medicamentos, alimentos procesados, cosméticos y vigilancia sanitaria en establecimientos sujetos a control. 2024 (86)

Para esto se utiliza la leyenda de unidades de medida para una mejor comprensión.

Tabla 4.2 Leyenda de unidades de medida

Leyenda de unidades de medida	g = gramos
	mg = miligramos
	mcg = microgramos
	mg NE = miligramos de equivalentes de niacina
	mcg DFE = microgramos de equivalentes de folato en la dieta
	mcg RAE = microgramos de equivalentes de actividad de retinol
	IU = unidades internacionales

Fuente: Agencia Nacional de Regulación, Control y Vigilancia Sanitaria-Regulación de medicamentos, alimentos procesados, cosméticos y vigilancia sanitaria en establecimientos sujetos a control. 2024 (86)

Tabla 4.3 Actualización del valor diario recomendado según *Food and Drug Administration* (FDA) 2020

Nutriente	Valor diario original	Valor diario actualizado
Aumento del valor diario recomendado (VDR)		
Calcio	1000mg	1300mg
Fibra dietética	25g	28g
Grasa	65g	78g
Magnesio	400mg	420mg
Manganeso	2mg	2.3mg
Fósforo	1000mg	1250mg
Potasio	3500mg	4700mg
Vitamina C	60mg	90mg
Vitamina D	400 IU	20mcg
Vitamina K	80mcg	120mcg
Disminución en el valor diario recomendado (VDR)		
Biotina	300mcg	30mcg
Cloruro	3400mg	2300mg
Cromo	120mcg	35mcg
Cobre	2mg	0.9mg
Folato/Ácido fólico	400mcg	400mcg DFE
Molibdeno	75mcg	45mcg
Niacina	20mg	16mg NE
Ácido pantoténico	10mg	5mg
Riboflavina	1.7mg	1.3mg
Selenio	70mcg	55mcg
Sodio	2400mg	2300mg
Tiamina	1.5mg	1.2mg
Carbohidratos totales	300g	275g
Vitamina A	5000 IU	900mcg RAE
Vitamina B6	2mg	1.7mg
Vitamina B12	6mcg	2.4mcg
Vitamina E	30 IU	15mg de alfatocoferol
Zinc	15mg	11mg

Alimentos funcionales, presente y futuro

Valor diario recomendado (VDR) sin cambios		
Colesterol	300mg	300mg
Yodo	150mcg	150mcg
Hierro	18mg	18mg
Proteína	50g	50g
Grasas saturadas	20g	20g
Valor diario recomendado (VDR) nuevos		
Azúcares añadidas	--	50g
Colina	--	550mg

Fuente: Agencia Nacional de Regulación, Control y Vigilancia Sanitaria-Regulación de medicamentos, alimentos procesados, cosméticos y vigilancia sanitaria en establecimientos sujetos a control. 2024 (86)

Para declarar que el producto contiene vitaminas, minerales y/o fibra dietética, se tiene que escribir en la cantidad de referencia regularmente consumida (porción), mínimo el 10% hasta < 20% del VDR del nutriente, para el grupo de edad al que va dirigido (88).

La fortificación con micronutrientes y fibra debe tener una cantidad por porción del 20% hasta 50 % del VDR de acuerdo con la población a la que se dirija el producto, se excluyen aquellos micronutrientes que se encuentren de forma natural en el producto. La adición y fortificación se la puede hacer por razones de salud o para satisfacer las necesidades del mercado (89).

La presentación de nutrientes se realiza de forma numérica y se expresa en KJ y kcal por 100g o 100 cm³, además, contiene el número de porciones del envase, la referencia del etiquetado es de 2000kcal (88).

Se debe tomar en cuenta que para la declaración de β -caroteno (provitamina A) se debe utilizar el siguiente factor de conversión: 6 μ g β - caroteno= 1 μ g retinol (88).

Con la finalidad de verificar futuros progresos científicos, pendientes recomendaciones de la FAO/OMS, de otros expertos y otra información pertinente, la lista de valores de referencia de nutrientes y la lista de nutrientes, debe conservarse en revisión. Los parámetros para los cuales CODEX no establece VDR se toma de referencia el Título 21 del Código Federal de Regulaciones (CFR) descrito en la tabla 4 (90,91).

Tabla 4.4 Guía de como declarar ciertos nutrientes en casos especiales

Nutriente	Valores	Deben reportarse
Energía Total (Calorías totales)	< 20,95 kJ (< 5 Cal)	puede expresarse como «cero»
Energía de grasa (Calorías de grasa) (declaración voluntaria)	20,95 – 209,5 kJ (5 - 50 Cal)	en incrementos de 20,95 kJ (5 calorías)
	> 209,5 kJ (> 50 Cal)	en incrementos de 41,9 kJ (10 calorías)
Energía de grasas saturadas (Calorías de grasas saturadas) (declaración voluntaria)	< 20,95 kJ (< 5 Cal)	puede expresarse como «cero»
	20,95 – 209,5 kJ (5 - 50 Cal)	en incrementos de 20,95 kJ (5 calorías)
	> 209,5 kJ (> 50 Cal)	en incrementos de 41,9 (10 calorías)
Grasa total, y Grasa saturada	< 0,5 g	puede expresarse como «cero»
	< 3 g	en incrementos de 0,5 g
	> 3 g	número de gramos más cercano a la unidad
Grasa monoinsaturada, y Grasa poliinsaturada	< 0,5 g	puede expresarse como «cero»
	< 3 g	en incrementos de 0,5 g
	> 3 g	número de gramos más cercano a la unidad
Grasa Trans	< 0,5	puede expresarse como «cero»
	< 3 g	en incrementos de 0,5 g
	> 3 g	número de gramos más cercano a la unidad
Colesterol	< 2 mg	puede expresarse como «cero»
	2 - 5 mg	puede expresarse como «menos de 5 mg»
	> 5 mg	número de mg más cercano a la unidad

Alimentos funcionales, presente y futuro

Sodio	< 5 mg	puede expresarse como «cero»
	5 - 140 mg	en incrementos de 5 mg
	> 140 mg	en incrementos de 10 mg
Potasio	< 5 mg	puede expresarse como «cero»
(declaración voluntaria)	5 - 140 mg	en incrementos de 5 mg
	> 140 mg	en incrementos de 10 mg
Carbohidratos totales	< 0,5 g	puede expresarse como «cero»
	< 1 g	puede expresarse «menos de un gramo»
	> 1 g	número de gramos más cercano a la unidad
Fibra dietética (declaración voluntaria)	< 0,5 g	puede expresarse como «cero»
	< 1 g	puede expresarse «menos de un gramo»
	> 1 g	número de gramos más cercano a la unidad
Fibra soluble (declaración voluntaria)	< 0,5 g	puede expresarse como «cero»
	< 1 g	puede expresarse «menos de un gramo»
	> 1 g	número de gramos más cercano a la unidad
Fibra insoluble (declaración voluntaria)	< 0,5 g	puede expresarse como «cero»
	< 1 g	puede expresarse «menos de un gramo»
	> 1 g	número de gramos más cercano a la unidad

Alimentos funcionales, presente y futuro

Azúcares	< 0,5 g	puede expresarse como «cero»
	< 1 g	puede expresarse «menos de un gramo»
	> 1 g	número de gramos más cercano a la unidad
Otros carbohidratos (declaración voluntaria)	< 0,5 g	puede expresarse como «cero»
	< 1 g	puede expresarse «menos de un gramo»
	> 1 g	número de gramos más cercano a la unidad
Proteína	< 0,5 g	puede expresarse como «cero»
	< 1 g	puede expresarse «menos de un gramo»
	> 1 g	número de gramos más cercano a la unidad
Vitamina A		% VDR
Vitamina C		% VDR
Calcio		% VDR
Hierro		% VDR
Vitaminas y minerales voluntarios	2% -10% VDR	en incrementos de 2%
	10% - 50% VDR	en incrementos de 5 %
	> 50% VDR	en incrementos de 10%
NOTA: 4,19 kJ = 1 Cal = 1 kcal		

Fuente: Agencia Nacional de Regulación, Control y Vigilancia Sanitaria-Regulación de medicamentos, alimentos procesados, cosméticos y vigilancia sanitaria en establecimientos sujetos a control. 2024 (86)

4.3. RÉGIMEN DE REGISTRO SANITARIO

La normativa sanitaria para control de suplementos alimenticios cuya última modificación se la realizó el 14 de septiembre del 2021 en el Ecuador; indica como compromiso del Ministerio de Salud Pública (MSP) regular y ejecutar el

control de los alimentos desde la producción hasta la comercialización de los alimentos procesados, suplementos alimenticios y nutraceuticos para uso y consumo humano (83).

Las notificaciones y registros sanitarios tendrán una vigencia de cinco años, desde el momento en que se autorizó, de acuerdo con la norma. Cualquier cambio del estado del producto que fue admitido en la notificación o registro sanitario, deberá ser reportado a la entidad autoridad sanitaria nacional (83).

La notificación correspondiente será cancelada por la autoridad sanitaria nacional a través de la entidad competente, en cualquier tiempo si se demostrase que el producto o su ejecutora no cumplen con las exigencias y condiciones señalados en la Ley, o cuando el producto consiguiera incitar deterioro a la salud (92).

La notificación sanitaria y control de suplementos alimenticios de los establecimientos en donde se fabrican, almacenan, distribuyen, importan y comercializan; es necesario, que el fabricante se familiarice con las siguientes definiciones (83).

Aditivos alimentarios. – Se dice de las sustancias que no se consumen solas se pueden añadir en el proceso de elaboración del producto a través de herramientas tecnológicas (83).

Agencias de Regulación de Alta Vigilancia Sanitaria. – Son agencias comprometidas a la ordenación estricta de alimentos, las más conocidas son la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA), la Agencia de Administración de Drogas y Alimentos de los Estados Unidos (FDA) (83).

Agotamiento de Existencias. – Es aquel asunto regulatorio mediante el cual el titular de la notificación sanitaria, solicita el agotamiento de existencias originado por cambio de normativa o alteraciones previamente autorizadas por la Agencia cuando estas no afecten la eficacia e inocuidad del producto (83).

Certificado de Libre Venta (CLV). – Es aquel documento gubernativo expedido por la entidad o Autoridad Nacional Competente del Estado o país

fabricante del producto, que revela que el producto está registrado y por lo tanto que su venta está acreditada legalmente en un territorio determinado (83).

Envasador o Empacador. – Se define como el establecimiento legalmente formado, apoderado del envasado, empacado, llenado o etiquetado de producto al granel, en situaciones higiénico-sanitarias, para ser transformado en producto completo para su posterior venta al usuario (83).

Envase. - Son los materiales primarios e o secundario que están propuestos a preservar del deterioro del producto (92).

Establecimientos de comercialización de Suplementos Alimenticios. - Son empresas autorizados para el expendio de nutraceúticos, nacionales e importados(92).

Fabricante Principal. - Persona natural nacional o extranjera que fabrica o fabrica suplementos alimenticios de acuerdo con las prácticas establecidas en la presente resolución (92).

Fecha de Fabricación o Elaboración. - Es la fecha en la que el producto fue creado (83).

Fecha de Expiración o Vencimiento. - Es aquella fecha que determina el fin de la vida útil del producto y no contará con los atributos de calidad e inocuidad que normalmente esperan los consumidores (83).

Forma de presentación. - Es la presentación del producto finalizado para su comercialización por ejemplo tabletas, cápsulas y otras formas de presentación (92).

Formulación. – Proceso por el cual se diseña un producto terminado (83).

IDR. - Ingesta Diaria Recomendada. - Es el término general para un conjunto de valores de referencia que se usan para proyectar y evaluar la ingesta de nutrientes de las personas sanas. Estos valores varían según la edad y el sexo (83).

Ingrediente nutricional. – Se entiende al ingrediente destinado para ser usado en un complemento nutricional, como vitaminas, minerales, hierbas u otros botánicos, aminoácidos u otros nutrientes para integrar la dieta incrementando la ingesta total (92).

Inocuidad. – Es la garantía de que el producto no causará ningún tipo de daño al usuario (83).

Otros ingredientes de composición. - Son sustancias que se incluyen en los nutraceutico, se usan para lograr la forma de presentación del producto (83).

Probióticos. - Son microorganismos vivos que, estos cuando son prescritos en cantidades adecuadas y de acuerdo con las características del paciente, confieren beneficios para la salud del consumidor (92).

Promoción. - Comercialización de dos o más nutraceuticos con su respectiva notificación sanitario empacados (83).

Responsabilidad del titular del producto. – El titular de la Notificación Sanitaria será el responsable de la información suministrada ante la ARCSA, y del acatamiento de las normas técnicas y sanitarias (83).

Titular de la notificación sanitaria. – Es la persona natural a la quienes emitida la notificación sanitaria y es el responsable jurídico y técnico de la calidad e inocuidad del producto (83).

Código de la notificación sanitaria. – Es el código de la Notificación Sanitaria que permitirá identificar al producto alimenticio para todos los efectos legales y sanitarios (92).

No se va a otorgar Notificación Sanitaria a los Suplementos Alimenticios que:

- A excepción de probióticos, cuando éstos demuestren su seguridad en el grupo poblacional al que se halla dirigido; cualquier otro ingrediente utilizado en la formulación de un suplemento alimenticio que pueda tener actividad terapéutica, este deberá ser inscritos de acuerdo con el tipo de producto bajo la normativa correspondiente (83).

- A los suplementos alimenticios que cuenten con propiedades consideradas declaren terapéuticas.
- A todos aquellos suplementos alimenticios que no cumplan las exigencias establecidas en la presente Normativa Técnica Sanitaria (83).

4.4. CONTROL DE CALIDAD – BUENAS PRÁCTICAS DE MANUFACTURA (BPM)

Los establecimientos que realicen suplementos alimenticios podrán certificarse en BPM para plantas procesadoras de alimentos o sistemas de inocuidad rigurosamente superiores(83). En caso de que los establecimientos que generen suplementos alimenticios ya cuenten con un certificado vigente de BPM registrado en la Agencia no deberán conseguir permiso de funcionamiento ni adquirir notificación sanitaria (83).

Los productores que elaboren un producto nuevo deben contar con el certificado de BPM, deben registrar el producto mediante una solicitud digital en ARCSA, si el producto no cuenta con dicho certificado no se podrá inscribir. después de 15 días se realizará una revisión técnica. Para obtener las BPM se necesita un formulario con la siguiente información:

- Nombre del suplemento alimenticio;
- Nombre o marca comercial del suplemento alimenticio;
- Contenidos netos;
- Descripción del tipo de envase;
- Nombre, ciudad y país.
- Tiempo de vida útil y forma de conservación (83).

4.4.1. SOBRE LOS REQUISITOS AL FORMULARIO DE INSCRIPCIÓN

- Presentar el proyecto de etiquetas en castellano, adaptado a las especificaciones señalados en la presente normativa.
- Debe contener especificaciones organolépticas y físico químicas concretadas por el fabricante y cuando aplique otras especificaciones establecidas en la NTE INEN 2983 vigente.
- Contar con la autorización para la fabricación del producto por parte de un establecimiento adicional, cuando el facultativo es otro, ya sea nacional o extranjero (83).

4.4.2. EN CUANTO A LOS CRITERIOS DE FORMULACIÓN UN SUPLEMENTO ALIMENTICIO

- El contenido del suplemento alimenticio debe estar presente en el producto en concentraciones que no den lugar a una ingesta excesiva del componente añadido, y que a dichas concentraciones no represente actividad terapéutica; a excepción de probióticos, en cuanto estos demuestren su inocuidad en el grupo poblacional al que se encuentra conducente (83).
- La cantidad mínima de cada vitamina o minera será equivalente al 15% de la ingesta diaria (83).
- Se podrá comercializar alimentos a base de aminoácidos Se permitirá y que no expongan propiedades terapéuticas (83).
- Para los ingredientes no establecidos se justificará valores mayores a la ingesta diaria recomendada por tablas del Instituto de medicina de Estados Unidos u otro documento oficial reconocido. En caso de no haber ingesta diaria recomendada se deberá anexar evidencia del máximo recomendado (83).

Tabla 4.5 Valores límite tolerable (UL) de vitaminas y minerales

		Vitaminas liposolubles				Vitaminas hidrosolubles									
Grupo de población	Edad	Vit.A (µg/d)	Vit.D (µg/d)	Vit.E (mg/d)	Vit.K	Vit.C (mg/d)	Tiamina	Ribo-flavina	Niacina (mg/d)	Vit. B6 (mg/d)	Folato (µg/d)	Vit.B 12	Ácido Pantoténico	Biotina	Colina (g/d)
Lactante	0-6 meses	600	25	ND	ND	NDf	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	7-12 meses	600	25	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Niños/as	1-3 años	600	50	200	ND	400	ND	ND	10	30	300	ND	ND	ND	1
	4-8 años	900	50	300	ND	650	ND	ND	15	40	400	ND	ND	ND	1
Hombres y	9-13 años	1.700	50	600	ND	1.200	ND	ND	20	60	600	ND	ND	ND	2
Mujeres	14-18 años	2.800	50	800	ND	1.800	ND	ND	30	80	800	ND	ND	ND	3
	19-70 años	3.000	50	1.000	ND	2.000	ND	ND	35	100	1.000	ND	ND	ND	3,5
	> 70 años	3.000	50	1.000	ND	2.000	ND	ND	35	100	1.000	ND	ND	ND	3,5
Embarazadas	18 años	2.800	50	800	ND	1.800	ND	ND	30	80	800	ND	ND	ND	3
	19-50 años	3.000	50	1.000	ND	2.000	ND	ND	35	100	1.000	ND	ND	ND	3,5
Madres	18 años	2.800	50	800	ND	1.800	ND	ND	30	80	800	ND	ND	ND	3
Lactantes	19-50 años	3.000	50	1.000	ND	2.000	ND	ND	35	100	1.000	ND	ND	ND	3,5

Alimentos funcionales, presente y futuro

	Minerales																
Carotenos	Arsénico	Boro (mg/d)	Calcio (g/d)	Cromo	Cobre (µg/d)	Fluor (mg/d)	Iodo (µg/d)	Hierro (mg/d)	Magnesio (mg/d)	Manganeso (mg/d)	Molibdeno (µg/d)	Níquel (mg/d)	Fósforo (g/d)	Selenio (µg/d)	Silicio	Vanadio (mg/d)	Zinc (mg/d)
ND	ND	ND	ND	ND	ND	0,7	ND	40	ND	ND	ND	ND	ND	45	ND	ND	4
ND	ND	ND	ND	ND	ND	0,9	ND	40	ND	ND	ND	ND	ND	60	ND	ND	5
ND	ND	3	2,5	ND	1.000	1,3	200	40	65	2	300	0,2	3	90	ND	ND	7
ND	ND	6	2,5	ND	3.000	2,2	300	40	110	3	600	0,3	3	150	ND	ND	12
ND	ND	11	2,5	ND	5.000	10	600	40	350	6	1.100	0,6	4	280	ND	ND	23
ND	ND	17	2,5	ND	8.000	10	900	45	350	9	1.700	1	4	400	ND	ND	34
ND	ND	20	2,5	ND	10.000	10	1.100	45	350	11	2.000	1	4	400	ND	1,8	40
ND	ND	20	2,5	ND	10.000	10	1.100	45	350	11	2.000	1	3	400	ND	1,8	40
ND	ND	17	2,5	ND	8.000	10	900	45	350	9	1.700	1	3,5	400	ND	ND	34
ND	ND	20	2,5	ND	10.000	10	1.100	45	350	11	2.000	1	3,5	400	ND	ND	40
ND	ND	17	2,5	ND	8.000	10	900	45	350	9	1.700	1	4	400	ND	ND	34
ND	ND	20	2,5	ND	10.000	10	1.100	45	350	11	2.000	1	4	400	ND	ND	40

Fuente: Fuente: EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies (NDA) (93).

- No deberá contener entre sus ingredientes sustancias nocivas para la salud, no podrá contener sustancias estupefacientes, psicotrópicas o que generen dependencia (83).
- El producto no debe tener efectos nocivos para la salud (83).
- Los componentes deberán ser estables en el suplemento alimenticio en las condiciones frecuentes de envasado, almacenamiento, distribución y consumo (83).
- Los componentes deben ser biológicamente asimilables (83).
- Los componentes podrán descender de fuentes naturales o sintéticas (83).
- Se autorizará el uso de aditivos alimentarios acorde a lo establecido en la norma Codex Stan 192 o Reglamentos de la Unión Europea (83).

4.4.3. SOBRE EL ENVASE Y LAS ETIQUETAS

Toda información que se añada en las etiquetas de los productos debe estar escrita en el idioma castellano, los mismos que deben ser legibles, además de, contener la siguiente información:

- Nombre comercial del producto(92).
- Forma de presentación.
- Modalidad de uso y tiempo máximo de uso, cuando corresponda.
- Precauciones y advertencias, cuando corresponda.
- Condiciones de almacenamiento (92).
- Fechas de elaboración y vencimiento (expiración), Número de lote.
- Nombre del establecimiento fabricante (envasador, maquilador), ciudad y país.
- Nombre y dirección del Distribuidor (para productos importados).
- Código de notificación sanitaria o código BPM.
- Grupo poblacional al que va dirigido dicho suplemento alimenticio cuando sea requerido (92).
- Información nutricional: se deberá incluir los nutrientes con nombre y cantidad por unidad de medida en el Sistema Internacional y con porcentaje del valor diario recomendado, cuando sea el caso, y tamaño de la porción y porciones por envase.
- Contenido neto
- Lista de ingredientes o componentes (92).
- Cuando el envase este cubierto por una envoltura, debe figurar absolutamente toda la información necesaria o debe leerse fácilmente; no debe estar oculto por esta.
- Los componentes añadidos intencionalmente deberán cumplir con la cantidad declarada en la etiqueta (92).

Leyendas obligatorias en el etiquetado

- Manténgase fuera del alcance de los niños.
- No superar la dosis recomendada.
- Si usted está tomando algún medicamento, consulte con su médico antes de ingerir este producto (83).

4.5. VIGILANCIA SANITARIA

ARCOSA es la principal entidad responsable de ejecutar actividades de vigilancia según dispone la ley orgánica, para la realización de las respectivas actividades de control deben levantar un registro de los resultados, en el cual se debe detallar el lugar donde se produce, envasa y empacan los suplementos

alimenticios, de igual forma, tienen la obligación de realizar una toma de muestras y analizarlas y posteriormente realizar el control pertinente (83).

La asignación del establecimiento o del lugar para realizar la inspección se determinará a través de uno de los siguientes mecanismos:

- Por selección aleatoria.
- Por contingencia o alerta sanitaria.
- Por programas determinados por la autoridad sanitaria.
- Por denuncia (83).
- A petición del propietario.
- Como seguimiento a un procedimiento administrativo iniciado por la autoridad sanitaria nacional (83).

El titular de la notificación sanitaria tiene que contar con toda la documentación para tener la notificación sanitaria, además de, contar con la siguiente documentación (83):

- Las especificaciones fisicoquímicas y microbiológicas del producto, mismo que debe respaldar la información nutricional y los datos del técnico responsable análisis expuesto por un laboratorio acreditado (83).
- La justificación del estudio de estabilidad del suplemento alimenticio acorde al instructivo expresado por la agencia para el efecto (83).
- Contrato o convenio que garantice la vinculación por cualquier modalidad (prestación de servicios profesionales o relación de dependencia) del representante técnico (83).

La ARCSA, en el término de 72 horas debe notificar al titular de la Notificación Sanitaria o titular del certificado de BPM sobre el muestreo, en donde se debe incluir la copia del acta para la devolución concerniente. Los análisis para el control de calidad e inocuidad de los suplementos alimenticios se realizarán en los laboratorios del ARSCA (83).

El alimento se estudiará dos veces por año, en caso de que se encuentren fallas en el muestreo se podrá repetir el examen las veces que se considere necesario (83).

CONCLUSIÓN

Para finalizar, en Ecuador, la regulación de los alimentos funcionales está arraigada dentro de las normativas de alimentos en aquellas que se incluyen los productos con propiedades beneficiosas para salud más allá de la nutrición. Los alimentos funcionales son aquellos que proporcionan beneficios adicionales para la salud, debido a que contienen ingredientes activos como probióticos, fibras, vitaminas, minerales, antioxidantes, o porque están formulados para reducir el riesgo de enfermedades.

La principal normativa que se centra en los alimentos funcionales en Ecuador es el Reglamento Sanitario de Etiquetado de Alimentos Procesados para el Consumo Humano, emitido por la Agencia Nacional de Regulación, Control y Vigilancia Sanitaria (ARCSA). Esta normativa afirma que los alimentos funcionales tienen que cumplir con las regulaciones generales aplicables a todos los alimentos procesados, además de, requisitos de seguridad, etiquetado, publicidad, y registro sanitario.

Una característica notable de la normativa ecuatoriana es la regulación del etiquetado, de igual forma la declaración de todas las propiedades de un producto, sobre todo en los alimentos funcionales se debe detallar las propiedades saludables y benéficas. Toda la información detallada en las etiquetas debe estar respaldada por ARCSA para que pueda ser comercializada.

El registro sanitario es indispensable para la comercialización de alimentos funcionales, para lo cual debe tener un estricto control y vigilancia por parte de ARCSA. Dicha entidad tiene como función el análisis continuo de los productos funcionales para de esta forma verificar que se cumplan con los estándares de calidad establecidos en la ley orgánica de salud.

Gracias al avance de la tecnología se van descubriendo nuevos ingredientes en los alimentos que son de gran beneficio para la población por lo que la normativa sanitaria debe encontrarse en constante evolución para asegurar que los productos sean aptos para el consumo y que los consumidores reciban información veraz y útil.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Hasler C. FUNCTIONAL FOODS, NUTRACEUTICALS AND NATURAL PRODUCTS. 8th ed. Bowman A Barbara, editor. Vol. 1. Washington, D.C.: International Life Sciences Institute / ILSI Press; 2001.
2. OMS y FAO. Dieta, nutrición y prevención de enfermedades crónicas: Informe de una consulta mixta de expertos OMS/FAO. 1st ed. Ginebra; 2003.
3. Arai S. Functional food science. J Sci Food Agric [Internet]. 2005 Aug 15 [cited 2025 Jul 6];85(10):1603–5. Available from: /doi/pdf/10.1002/jsfa.2248
4. U.S. Food and Drug Administration C for FS and AN. Guía para la industria: Guía de etiquetado de alimentos | FDA [Internet]. 2013 [cited 2025 Jul 6]. Available from: <https://www.fda.gov/regulatory-information/search-fda-guidance-documents/guidance-industry-food-labeling-guide>
5. FUENTES-BERRIO L, ACEVEDO-CORREA D, GELVEZ-ORDOÑEZ VM. ALIMENTOS FUNCIONALES: IMPACTO Y RETOS PARA EL DESARROLLO Y BIENESTAR DE LA SOCIEDAD COLOMBIANA. Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial [Internet]. 2015 nov [cited 2025 Jul 6];13(2):140–9. Available from: <http://www.scielo.org.co/pdf/bsaa/v13n2/v13n2a16.pdf>
6. Dhiraj A. Vatter VM. Functional foods, nutraceuticals and natural products: (PDF) [Internet]. Lancaster, Pennsylvania, EE. UU.: DEStech Publications, Inc.; 2016 [cited 2025 Jul 6]. Available from: <https://pdfroom.com/books/functional-foods-nutraceuticals-and-natural-products-concepts-and-applications/wW5mwKDVgYo>
7. Miguel J. VM. LA DIETA COMO CONCEPTO TERAPÉUTICO [Internet]. Alimentos funcionales y nutracéuticos. Sociedad Española de Cardiología; 2007 [cited 2025 Jul 6]. Available from: d3g4v0cf6ioz32.cloudfront.net/vepch/BibliotecaGrupos/4815db84_59eb_490b_9e3e_cef35016e2fc.pdf

8. Universal. Alimentos funcionales [Internet]. 2011 [cited 2025 Jul 6]. Available from: https://universal.org.ar/alimentos-funcionales/?utm_source=chatgpt.com
9. Pérez S. Alimentos funcionales ajustados a la necesidad alimentaria ecuatoriana y técnicas óptimas de procesamiento. Am J Nurs. 2014 Nov 19;6.
10. Organización Panamericana de la Salud, Despacho de la primera dama, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, República Dominicana M de S. Pílon de la alimentación y nutrición República Dominicana año 2009 [Internet]. 2009 [cited 2025 Jul 6]. Available from: <https://repositorio.msp.gob.do/handle/123456789/270>
11. Ministerio de Salud Pública E y F. Plan Nacional de Implementación de las Guías Alimentarias Basadas en Alimentos (GABA) del Ecuador [Internet]. 2021 [cited 2025 Jul 6]. Available from: <https://openknowledge.fao.org/items/cce7ac4e-79af-4963-9d88-3d8668dde838>
12. Sedó Masís P. Alimentos funcionales: análisis general acerca de las características químico - nutricionales, desarrollo industrial y legislación alimentaria. Revista Costarricense de Salud Pública [Internet]. 2001 [cited 2025 Jul 6];10(18–19):34–9. Available from: http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1409-14292001000100005&lng=en&nrm=iso&tlng=es
13. Cortés M CAPL. ALIMENTOS FUNCIONALES: UNA HISTORIA CON MUCHO PRESENTE Y FUTURO. 2005 [cited 2025 Jul 6]; Available from: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-40042005000100001
14. Martirosyan D. Introducción a la ciencia de los alimentos funcionales [Internet]. [cited 2025 Jul 6]. Available from: https://www.functionalfoodscenter.net/about-us.html?utm_source=chatgpt.com

15. Danik MM. Una nueva definición de f funcionalbueno por FFC: ¿Qué mpastelesanueva definiciónú¿Nica? 2015 May 20 [cited 2025 Jul 6]; Available from: <https://ffhdj.com/index.php/ffhd/article/view/183/388>
16. Encalada Añazco RF, Peñaherrera Vásquez DL, González Illescas ML. Los superalimentos como tendencia del mercado: Un análisis de las oportunidades para las empresas exportadoras. INNOVA Research Journal [Internet]. 2021 May 10 [cited 2025 Jul 6];6(2):157–79. Available from: https://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/16011/1/T-3845_ENCALADA%20A%C3%91AZCO%20RICHARD%20FABRICIO.pdf
17. Leal M. GM. ESTUDIO PANORÁMICO DE VIGILANCIA TECNOLÓGICA E INTELIGENCIA COMPETITIVA ALIMENTOS FUNCIONALES [Internet]. 1st ed. 2016 [cited 2025 Jul 6]. Available from: https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/est_agr_estudio-panoramico-alimentos-funcionales_0.pdf
18. Zorfass Nina. 11 alimentos ricos en probióticos para una mejor salud digestiva [Internet]. 2024 [cited 2025 Jul 7]. Available from: https://es.integrativenutrition.com/blog/probiotic-rich-foods?utm_source=chatgpt.com
19. OPS. OMS. Alimentos y bebidas ultraprocesados en América Latina: tendencias, efecto sobre la obesidad e implicaciones para las políticas públicas. 2015 [cited 2025 Jul 7]; Available from: https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/7698/9789275318645_esp.pdf
20. organización de las naciones unidas para la agricultura y alimentación. Plan Intersectorial de Alimentación y Nutrición Ecuador ... 2018 [cited 2025 Jul 7]; Available from: https://www.fbbva.es/microsites/salud_cardio/mult/fbbva_libroCorazon_cap63.pdf
21. Ridner E, Gamberale MC, Burachik M, Lema M, Rubinstein C, Levitus G. Alimentos transgénicos: Mitos y Realidades [Internet]. 2008 [cited 2025 Jul 7]. Available from: <https://iccas.org.ar/en/publicaciones-es-2/download/19-biotecnologia/92-alimentos-transgenicos-mitos-y-realidades>

22. Beyer P, Al-Babili S, Ye X, Lucca P, Schaub P, Welsch R, et al. Golden rice: Introducing the β -carotene biosynthesis pathway into rice endosperm by genetic engineering to defeat vitamin deficiency. *Journal of Nutrition* [Internet]. 2002 [cited 2025 Jul 7];132(3). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11880581/>
23. Zhang C, Wohlhueter R, Zhang H. Genetically modified foods: A critical review of their promise and problems. *Food Science and Human Wellness* [Internet]. 2016 Sep 1 [cited 2025 Jul 8];5(3):116–23. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2213453016300295>
24. Marco ML, Pavan S, Kleerebezem M. Towards understanding molecular modes of probiotic action. *Curr Opin Biotechnol* [Internet]. 2006 Apr 1 [cited 2025 Jul 8];17(2):204–10. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0958166906000309?via%3Dihub>
25. Devos Y, Maesele P, Reheul D, Speybroeck L, Waele D. Ethics in the societal debate on genetically modified organisms: A (Re)quest for sense and sensibility. *J Agric Environ Ethics*. 2008 Jan;21(1):29–61.
26. Golden DBK, Golden DBK, Golden DBK, Wang J, Wasserman S, Cruickshank H, et al. Anaphylaxis: A 2023 practice parameter update. *Annals of Allergy, Asthma and Immunology* [Internet]. 2024 Feb 1 [cited 2025 Jul 8];132(2):124–76. Available from: <https://www.annallergy.org/action/showFullText?pii=S1081120623013042>
27. Rojas Jiménez S, Sebastián J, Valle L, Ocampo AU, Correa Pérez S, Perilla Hernández N, et al. Consumo de nutraceuticos, una alternativa en la prevención de las enfermedades crónicas no transmisibles. *Biosalud* [Internet]. 2015 Jul 1 [cited 2025 Jul 8];14(2):91–103. Available from: <https://revistasoj.s.ucaldas.edu.co/index.php/biosalud/article/view/3789>
28. Jain N, Radhakrishnan A, Kuppusamy G. Review on nutraceuticals: Phase transition from preventive to protective care. *J Complement Integr Med* [Internet]. 2022 Sep 1 [cited 2025 Jul 8];19(3):553–70. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35436045/>

29. Villagrán Z, González-Torres S, Montalvo-González E, García De Alba-Verduzco JE, Catalina Ramírez-Hernández B, Luis Y, et al. Alimentos funcionales y su impacto en la salud humana. *Educación y Salud Boletín Científico Instituto de Ciencias de la Salud Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo* [Internet]. 2022 Jun 5 [cited 2025 Jul 8];10(20):223–31. Available from: [http://repositorio.cualtos.udg.mx:8080/jspui/bitstream/123456789/1416/1/Alimentos funcionales y su impacto en la salud humana.pdf](http://repositorio.cualtos.udg.mx:8080/jspui/bitstream/123456789/1416/1/Alimentos%20funcionales%20y%20su%20impacto%20en%20la%20salud%20humana.pdf)
30. Repositorio Institucional del Centro Universitario de los Altos. Repositorio Institucional del Centro Universitario de los Altos: Inicio [Internet]. 2008 [cited 2025 Jul 26]. Available from: <https://www.redalyc.org/pdf/3808/380878975014.pdf>
31. Rico Daniel. Nutracéuticos y alimentos funcionales aliados para la salud: la necesidad de un diseño “a medida” [Internet]. 2023 [cited 2025 Jul 8]. Available from: <https://nutricionclinicaenmedicina.com/wp-content/uploads/2023/07/1.-NUTRACEUTICOS.pdf>
32. Rizzoli R, Biver E, Brennan-Speranza TC. Nutritional intake and bone health. *Lancet Diabetes Endocrinol* [Internet]. 2021 Sep 1 [cited 2025 Jul 8];9(9):606–21. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34242583/>
33. Bristow SM, Bolland MJ, Gamble GD, Leung W, Reid IR. Dietary calcium intake and change in bone mineral density in older adults: a systematic review of longitudinal cohort studies. *Eur J Clin Nutr* [Internet]. 2022 Feb 1 [cited 2025 Jul 6];76(2):196–205. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34131304/>
34. Sultan S, Huma N, Butt MS, Aleem M, Abbas M. Therapeutic potential of dairy bioactive peptides: A contemporary perspective. *Crit Rev Food Sci Nutr* [Internet]. 2018 Jan 2 [cited 2025 Jul 6];58(1):105–15. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26852912/>

35. Latif A, Shehzad A, Niazi S, Zahid A, Ashraf W, Iqbal MW, et al. Probiotics: mechanism of action, health benefits and their application in food industries. *Front Microbiol* [Internet]. 2023 [cited 2025 Jul 6];14. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37664108/>
36. Sienkiewicz M, Jaśkiewicz A, Tarasiuk A, Fichna J. Lactoferrin: an overview of its main functions, immunomodulatory and antimicrobial role, and clinical significance. *Crit Rev Food Sci Nutr* [Internet]. 2022 [cited 2025 Jul 6];62(22):6016–33. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33685299/>
37. Onvani S, Haghighatdoost F, Surkan PJ, Azadbakht L. Dairy products, satiety and food intake: A meta-analysis of clinical trials. *Clinical Nutrition* [Internet]. 2017 Apr 1 [cited 2025 Jul 6];36(2):389–98. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26923518/>
38. Su Q, Zhao X, Zhang X, Wang Y, Zeng Z, Cui H, et al. Nano Functional Food: Opportunities, Development, and Future Perspectives. *International Journal of Molecular Sciences* 2023, Vol 24, Page 234 [Internet]. 2022 Dec 23 [cited 2025 Jul 6];24(1):234. Available from: <https://www.mdpi.com/1422-0067/24/1/234/htm>
39. Du Z, Li Q, Li J, Su E, Liu X, Wan Z, et al. Self-Assembled Egg Yolk Peptide Micellar Nanoparticles as a Versatile Emulsifier for Food-Grade Oil-in-Water Pickering Nanoemulsions. *J Agric Food Chem* [Internet]. 2019 Oct 23 [cited 2025 Jul 6];67(42):11728–40. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31525998/>
40. Chen S, Wu J, Tang Q, Xu C, Huang Y, Huang D, et al. Nano-micelles based on hydroxyethyl starch-curcumin conjugates for improved stability, antioxidant and anticancer activity of curcumin. *Carbohydr Polym* [Internet]. 2020 Jan 15 [cited 2025 Jul 6];228. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31635734/>

41. Mohan MS, Jurat-Fuentes JL, Harte F. Binding of vitamin A by casein micelles in commercial skim milk. *J Dairy Sci* [Internet]. 2013 Feb [cited 2025 Jul 6];96(2):790–8. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23261375/>
42. Su C, Liu Y, He Y, Gu J. Analytical methods for investigating in vivo fate of nanoliposomes: A review. *J Pharm Anal* [Internet]. 2018 Aug 1 [cited 2025 Jul 6];8(4):219–25. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30140485/>
43. Mozafari MR, Johnson C, Hatziantoniou S, Demetzos C. Nanoliposomes and their applications in food nanotechnology. *J Liposome Res* [Internet]. 2008 Dec [cited 2025 Jul 6];18(4):309–27. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18951288/>
44. Mozafari MR, Khosravi-Darani K, Borazan GG, Cui J, Pardakhty A, Yurdugul S. Encapsulation of food ingredients using nanoliposome technology. *Int J Food Prop*. 2008 Oct;11(4):833–44.
45. Rao J, McClements DJ. Food-grade microemulsions, nanoemulsions and emulsions: Fabrication from sucrose monopalmitate & lemon oil. *Food Hydrocoll* [Internet]. 2011 Aug 1 [cited 2025 Jul 6];25(6):1413–23. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0268005X11000397>
46. Roohinejad S, Oey I, Everett DW, Niven BE. Evaluating the Effectiveness of β -Carotene Extraction from Pulsed Electric Field-Treated Carrot Pomace Using Oil-in-Water Microemulsion. *Food Bioproc Tech*. 2014 Oct 5;7(11):3336–48.
47. Spornath A, Yaghmur A, Aserin A, Hoffman RE, Garti N. Food-grade microemulsions based on nonionic emulsifiers: Media to enhance lycopene solubilization. *J Agric Food Chem* [Internet]. 2002 Nov 6 [cited 2025 Jul 6];50(23):6917–22. Available from: [/action/ssostart?redirectUri=%2Fdoi%2Fpdf%2F10.1021%2Fj025762n](#)

48. Joung HJ, Choi MJ, Kim JT, Park SH, Park HJ, Shin GH. Development of Food-Grade Curcumin Nanoemulsion and its Potential Application to Food Beverage System: Antioxidant Property and In Vitro Digestion. *J Food Sci* [Internet]. 2016 Mar 1 [cited 2025 Jul 6];81(3): N745–53. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26807662/>
49. Dasgupta N, Ranjan S, Mundra S, Ramalingam C, Kumar A. Fabrication of Food Grade Vitamin E Nanoemulsion by Low Energy Approach, Characterization and Its Application. *Int J Food Prop* [Internet]. 2016 Mar 3 [cited 2025 Jul 6];19(3):700–8. Available from: <https://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/10942912.2015.1042587>
50. Liu Z, Chen X, Guo H. Preparation and Properties of a Novel Sodium Alginate Microcapsule. *J Phys Conf Ser* [Internet]. 2021 Apr 1 [cited 2025 Jul 6];1893(1):012005. Available from: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1893/1/012005>
51. Sharif N, Khoshnoudi-Nia S, Jafari SM. Nano/microencapsulation of anthocyanins; a systematic review and meta-analysis. *Food Research International* [Internet]. 2020 Jun 1 [cited 2025 Jul 6]; 132:109077. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0963996920301022>
52. Zhang S, Luo Y, Zeng H, Wang Q, Tian F, Song J, et al. Encapsulation of selenium in chitosan nanoparticles improves selenium availability and protects cells from selenium-induced DNA damage response. *J Nutr Biochem* [Internet]. 2011 Dec 1 [cited 2025 Jul 6];22(12):1137–42. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0955286310002421>
53. Cheng JM, Hiscoe L, Pollock SL, Hasselback P, Gardy JL, Parker R. A clonal outbreak of tuberculosis in a homeless population in the interior of British Columbia, Canada, 2008-2015. *Epidemiol Infect.* 2015 Nov 1;143(15):3220–6.

54. Shubham K, Anukiruthika T, Dutta S, Kashyap A V., Moses JA, Anandharamakrishnan C. Iron deficiency anemia: A comprehensive review on iron absorption, bioavailability and emerging food fortification approaches. Trends Food Sci Technol [Internet]. 2020 May 1 [cited 2025 Jul 6]; 99:58–75. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0924224419307290>
55. Hurrell R, Egli I. Iron bioavailability and dietary reference values. American Journal of Clinical Nutrition [Internet]. 2010 May 1 [cited 2025 Jul 6];91(5). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20200263/>
56. Dukare S, Mir NA, Mandal AB, Dev K, Begum J, Rokade JJ, et al. A comparative study on the antioxidant status, meat quality, and mineral deposition in broiler chicken fed dietary nano zinc viz-a-viz inorganic zinc. J Food Sci Technol [Internet]. 2020 Mar 1 [cited 2025 Jul 6];58(3):834. Available from: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7884527/>
57. Sedó Masís P. El mercado de los alimentos funcionales y los nuevos retos para la educación alimentaria - nutricional. Revista Costarricense de Salud Pública [Internet]. 2002 [cited 2025 Jul 7];11(20):18–25. Available from: http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1409-14292002000100004&lng=en&nrm=iso&tlng=es
58. Sedó Masís P. El mercado de los alimentos funcionales y los nuevos retos para la educación alimentaria - nutricional. Revista Costarricense de Salud Pública [Internet]. 2002 [cited 2025 Jul 26];11(20):18–25. Available from: http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1409-14292002000100004&lng=en&nrm=iso&tlng=es
59. Soto A. D, Wittig De P. E, Guerrero L, Garrido F, Fuenzalida R. FUNCTIONAL FOODS: BEHAVIOR OF CHILEAN CONSUMER. Revista chilena de nutrición [Internet]. 2006 [cited 2025 Jul 7];33(1):43–54. Available from: http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-75182006000100005&lng=en&nrm=iso&tlng=es

60. López Fernández L. La estrategia de comunicación de los movimientos de alimentación saludables: El éxito de lo saludable [Internet]. Sevilla: Universidad de Sevilla; 2020 [cited 2025 Jul 7]. Available from: <https://hdl.handle.net/11441/101668>
61. EMR. Mercado de Alimentos Funcionales, Crecimiento, Tamaño, Cuota, 2025-2034 [Internet]. 2024 [cited 2025 Jul 26]. Available from: <https://www.informesdeexpertos.com/informes/mercado-de-alimentos-funcionales>
62. Durán R, Valenzuela A. ARTÍCULOS DE ACTUALIZACIÓN LA EXPERIENCIA JAPONESA CON LOS ALIMENTOS FOSHU ¿LOS VERDADEROS ALIMENTOS FUNCIONALES? THE JAPANESE EXPERIENCE WITH FOSHU FOODS THE TRUE FUNCTIONAL FOODS? Rev Chil Nutr. 2010;37. Available from: <https://www.scielo.cl/pdf/rchnut/v37n2/art12.pdf>
63. Rubiano LAS. Alimentos funcionales, una nueva alternativa de alimentación. Orinoquia [Internet]. 2006 [cited 2025 Jul 6];10(1):16–23. Available from: <https://www.redalyc.org/pdf/896/89610103.pdf>
64. Sarmiento Rubiano LA. Alimentos funcionales, una nueva alternativa de alimentación. Orinoquia [Internet]. 2006 [cited 2025 Jul 7];10(1):16–23. Available from: <https://www.redalyc.org/pdf/896/89610103.pdf>
65. Manuela Belén Silveira Rodríguez SMM y BMB. Alimentos funcionales y nutrición óptima: ¿Cerca o lejos? [Internet]. 2003 [cited 2025 Jul 26]. Available from: https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1135-57272003000300003
66. Silveira Rodríguez MB. Alimentos funcionales y nutrición óptima: ¿Cerca o lejos? Rev Esp Salud Publica [Internet]. 2003 Jun [cited 2025 Jul 7];77(3). Available from: https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1135-57272003000300003

67. Siró I, Kápolna E, Kápolna B, Lugasi A. Functional food. Product development, marketing and consumer acceptance-A review. *Appetite* [Internet]. 2008 Nov [cited 2025 Jul 7];51(3):456–67. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18582508/>
68. Araya L H, Lutz R M. ALIMENTOS FUNCIONALES Y SALUDABLES. *Revista chilena de nutrición* [Internet]. 2003 Apr [cited 2025 Jul 6];30(1):8–14. Available from: http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-75182003000100001&lng=es&nrm=iso&tlng=es
69. Plasek B, Temesi Á. The credibility of the effects of functional food products and consumers' willingness to purchase/willingness to pay– review. *Appetite* [Internet]. 2019 Dec 1 [cited 2025 Jul 7]; 143:104398. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0195666318314235>
70. Stratton LM, Vella MN, Sheeshka J, Duncan AM. Food neophobia is related to factors associated with functional food consumption in older adults. *Food Qual Prefer* [Internet]. 2015 Apr 1 [cited 2025 Jul 8]; 41:133–40. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0950329314002249>
71. Plasek B, Lakner Z, Temesi Á. I Believe It Is Healthy—Impact of Extrinsic Product Attributes in Demonstrating Healthiness of Functional Food Products. *Nutrients* [Internet]. 2021 Oct 1 [cited 2025 Jul 8];13(10):3518. Available from: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8570330/>
72. Steinhäuser J, Janssen M, Hamm U. Consumers' purchase decisions for products with nutrition and health claims: What role do product category and gaze duration on claims play? *Appetite* [Internet]. 2019 Oct 1 [cited 2025 Jul 8]; 141:104337. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0195666319301382>

73. Wills JM, Storcksdieck Genannt Bonsmann S, Kolka M, Grunert KG. Symposium 2: Nutrition and health claims: Help or hindrance: European consumers and health claims: Attitudes, understanding and purchasing behaviour. Proceedings of the Nutrition Society [Internet]. 2012 May [cited 2025 Jul 8];71(2):229–36. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22385589/>
74. Sparks P, Gou P, Arnau Arboix J, Guardia Gasull MD, Guerrero Asorey L, Gelabert J, et al. Actitud de los consumidores frente a los productos cárnicos con un menor contenido en sodio. Food science and technology international = Ciencia y tecnología de alimentos internacional, ISSN-e 1532-1738, ISSN 1082-0132, Vol 4, No 4, 1998, págs 263-275 [Internet]. 1998 [cited 2025 Jul 8];4(4):263–75. Available from: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=747770>
75. Safraid GF, Portes CZ, Dantas RM, Batista ÂG. Perfil do consumidor de alimentos funcionais: identidade e hábitos de vida. Brazilian Journal of Food Technology [Internet]. 2022 Mar 21 [cited 2025 Jul 8];25: e2021072. Available from: <https://www.scielo.br/bjft/a/FRYBXmfYCHkffmw6Gh4NCtG/abstract/?lang=pt>
76. Maza-Ávila FJ, Caneda-Bermejo MC, Vivas-Castillo AC, Maza-Ávila FJ, Caneda-Bermejo MC, Vivas-Castillo AC. Hábitos alimenticios y sus efectos en la salud de los estudiantes universitarios. Una revisión sistemática de la literatura. Psicogente [Internet]. 2022 Jan 1 [cited 2025 Jul 7];25(47):110–40. Available from: <https://www.redalyc.org/journal/4975/497576583006/497576583006.pdf>
77. Lotrean LM, Stan O, Lencu C, Laza V. Patrones dietéticos, actividad física, índice de masa corporal, conductas relacionadas con el peso y su interrelación entre estudiantes universitarios Rumanos entre 2003 y 2016. Nutr Hosp [Internet]. 2018 [cited 2025 Jul 7];35(2):375–83. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29756972/>

78. Contreras Lévano MA del C, Vargas Merino JA. Conceptualización y caracterización del comportamiento del consumidor. Una perspectiva analítica generacional. *ACADEMO Revista de Investigación en Ciencias Sociales y Humanidades* [Internet]. 2021 Feb 23 [cited 2025 Jul 7];8(1):15–28. Available from: https://scielo.iics.una.py/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2414-89382021000100015
79. ARCSA, MINISTERIO DE SALUD PUBLICA. NORMATIVA TECNICA SANITARIA PARA ALIMENTOS PROCESADOS. In 2017 [cited 2025 Jul 8]. Available from: https://www.controlsanitario.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/03/ARCSA-DE-067-2015-GGG_Alimentos-Procesados_incluye-RESOL-019-y-010-2.pdf
80. INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN. ROTULADO DE PRODUCTOS ALIMENTICIOS PARA CONSUMO HUMANO. PARTE 1. In 2011 [cited 2025 Jul 8]. Available from: https://www.controlsanitario.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/07/ec.nte_.1334.1.2011.pdf
81. EAN. Alimentos Funcionales: Marco Legal - Regulación de los Alimentos Funcionales [Internet]. 2016 [cited 2025 Jul 8]. Available from: <https://alimentosfuncionalesean.blogspot.com/2016/08/marco-legal-regulacion-de-los-alimentos.html>
82. Caetano MP, Nielson SE de O, Macedo IYL de, Batista EA, Barbosa DBM, Brito A de S, et al. Comercialização, dispensação e prescrição de Nutracêuticos antioxidantes por farmacêuticos: Marketing, dispensing and prescription of antioxidant Nutraceuticals by pharmacists. *Brazilian Journal of Health Review* [Internet]. 2022 Sep 5 [cited 2025 Jul 8];5(5):18045–59. Available from: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BJHR/article/view/51780>

83. ARCSA. TÍTULO: NORMATIVA SANITARIA PARA CONTROL DE SUPLEMENTOS ALIMENTICIOS TIPO NORMA: Resolución de la ARCSA LA DIRECCIÓN EJECUTIVA DE LA AGENCIA NACIONAL DE REGULACIÓN, CONTROL Y VIGILANCIA SANITARIA-ARCSA. 2017 Feb 3 [cited 2025 Jul 26]; Available from: https://www.gob.ec/sites/default/files/regulations/2024-11/Documento_ARCSA-DE-028-2016-YMIH%20Normativa%20t%C3%A9cnica%20sanitaria%20para%20control%20de%20suplementos%20alimenticios.pdf.
84. Gob.ec. Inicio | Ecuador - Guía Oficial de Trámites y Servicios [Internet]. 2020 [cited 2025 Jul 26]. Available from: <https://www.gob.ec/sites/default/files/regulations/2018-11/ARCSA-DE-067-2015-GGG.pdf>
85. ARCSA, MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA. CERTIFICADO DE LA NOTIFICACIÓN SANITARIA DE ALIMENTOS PROCESADOS. 2022.
86. ARCSA. Agencia Nacional de Regulación, Control y Vigilancia Sanitaria – Regulación de medicamentos, alimentos procesados, cosméticos y vigilancia sanitaria en establecimientos sujetos a control. [Internet]. 2024 [cited 2025 Jul 26]. Available from: https://www.controlsanitario.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2023/07/IE_Borador_Requiere-o-_No-Requiere.pdf
87. Estrella ME, Vega KM, Cavadiana HU, Caicedo LT. ALIMENTOS FUNCIONALES LA TENDENCIA DE CONSUMO DEL SIGLO XXI. RECIENA [Internet]. [cited 2025 Jul 8];2(1):10–9. Available from: <https://reciena.esPOCH.edu.ec/index.php/reciena/article/view/44/136>
88. FDA. Valor Diario y Porcentaje de Valor Diario en las etiquetas de información nutricional y complementaria. 2023 [cited 2025 Jul 8]; Available from <https://archive.org/download/ec.nte.1334.2.2011/ec.nte.1334.2.2011.pdf>
89. Archive Internet. Item not available [Internet]. [cited 2025 Jul 26]. Available from: <https://archive.org/download/ec.nte.1334.2.2011/ec.nte.1334.2.2011.pdf>

90. INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN. ROTULADO DE PRODUCTOS ALIMENTICIOS PARA CONSUMO HUMANO. PARTE 2. In 2011 [cited 2025 Jul 8]. Available from: <https://www.controlsanitario.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/12/NTE-INEN-1334-2-Rotulado-de-Productos-Alimenticios-para-consumo-Humano-parte-2.pdf>
91. Cruz R. PAUTAS GENERALES PARA LA DOSIFICACION DE SUPLEMENTOS DE VITAMINAS Y/O MINERALES. Revista especializada de Nutrición (ReNut) [Internet]. 2018 Mar 26 [cited 2025 Jul 8];12(1):1848–50. Available from: <https://www.revistarenut.org/index.php/revista/article/view/246>
92. ARCSA, MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA. NORMATIVA SANITARIA PARA CONTROL DE SUPLEMENTOS ALIMENTICIOS. In 2017 [cited 2025 Jul 8]. Available from: https://www.controlsanitario.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2022/01/ARCSA-DE-028-2016-YMIH_NORMATIVA-SANITARIA-PARA-CONTROL-DE-SUPLEMENTOS-ALIMENTICIOS.pdf
93. European Food Safety Authority. Dietary Reference Values for nutrients. 2017 [cited 2025 Jul 8]; Available from: http://www.efsa.europa.eu/en/science/nda/nda_opinions.html

Alimentos funcionales, presente y futuro traza la evolución del pensamiento nutricional: de un enfoque tradicional basado en restricciones dietéticas a una visión actual que valora los beneficios de alimentos naturales y mínimamente procesados. El texto explora los orígenes de los conceptos de alimentos funcionales, subrayando la relación entre el ser humano y la naturaleza a través de sustancias bioactivas de origen natural. Además, examina el impacto de la ciencia y la tecnología en el desarrollo de productos alimenticios con beneficios específicos para la salud, destacando el dinamismo del mercado de estos alimentos. Aunque se presentan múltiples ejemplos, los autores reconocen que este campo es aún joven y en constante desarrollo, invitando al lector a comprender su fundamento científico y su potencial para optimizar la salud a través de la alimentación.

Patricio David Ramos Padilla. - Nutricionista Dietista, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Magíster en Nutrición Clínica. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. PhD (c) en Nutrición Humana por la UNALM-Perú. Autor y coautor de artículos científicos en el área de la salud y nutrición. Investigador del Grupo de Investigación en Alimentación y Nutrición Humana de la ESPOCH y del Programa Doctoral en Nutrición de la UNALM. Profesor titular a tiempo completo de la Facultad de Salud Pública. Escuela de Nutrición y Dietética - ESPOCH. Miembro de la Comisión Científica de la revista científica CSSN. Miembro del Comité de Ética de Investigación en Seres Humanos-ESPOCH. Miembro del Consejo Consultivo para la prevención y reducción de la desnutrición crónica infantil.



Veronica Carlina Delgado López. - Nutricionista Dietista, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Magíster en Nutrición Clínica. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Máster Universitario en Bioética de la Universidad Internacional de Valencia. Integrante del Grupo de Investigación en Alimentación y Nutrición Humana. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Publicaciones en el área de Salud, Bienestar y Nutrición Humana en revistas indexadas. Publicaciones de obras de relevancia en el área de Salud, Bienestar y Nutrición Humana. Profesora titular a tiempo completo de la Facultad de Salud Pública, Escuela de Nutrición y Dietética - ESPOCH. Presidente del Comité de Ética de Investigación en Seres Humanos, CEISH ESPOCH desde el 2023.



Mayra Alejandra Gavidia Castillo. - Nutricionista Dietista, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Master Universitario en la Università della Calabria-Italia. Autora y coautora de artículos científicos en el área de la salud y nutrición. Integrante del Grupo de Investigación en Alimentación y Nutrición Humana (GIANH), Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Miembro de proyectos de Vinculación en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Directora y/o miembro de tribunal de tesis de posgrado para optar al título de Magíster en Nutrición Clínica. Coordinadora del Programa de Internado Rotativo de la Carrera de Nutrición y Dietética – ESPOCH desde el 2020.



ISBN: 978-9942-801-29-6



9 789942 801296

