

**ALIMENTOS FUNCIONALES DISEÑADOS A PARTIR DE LA MATRIZ
LÁCTEA: ESTADO DEL ARTE Y PERSPECTIVAS EN COLOMBIA**

SEBASTIÁN PINZÓN ALFONSO

Pontificia Universidad Javeriana

Facultad de Ciencias, Departamento de Nutrición y Bioquímica

Programa de Nutrición y Dietética

Bogotá, Colombia

2018

**ALIMENTOS FUNCIONALES DISEÑADOS A PARTIR DE LA MATRIZ
LÁCTEA: ESTADO DEL ARTE Y PERSPECTIVAS EN COLOMBIA**

SEBASTIÁN PINZÓN ALFONSO

TRABAJO DE GRADO

Presentado como requisito parcial para optar al título de

Nutricionista Dietista

RUBY ALEJANDRA VILLAMIL PARRA MSc.

Director

**Pontificia Universidad Javeriana
Facultad de Ciencias, Departamento de Nutrición y Bioquímica
Programa de Nutrición y Dietética
Bogotá, Colombia**

2018

NOTA DE ADVERTENCIA

Artículo 23 de la Resolución No. 13 de Julio de 1946

“La Universidad no se hace responsable por los conceptos emitidos por sus alumnos en sus trabajos de tesis. Solo velará por que no se publique nada contrario al dogma y a la moral católica y por que las tesis no contengan ataques personales contra persona alguna, antes bien se vea en ellas el anhelo de buscar la verdad y la justicia”.

**ALIMENTOS FUNCIONALES DISEÑADOS A PARTIR DE LA MATRIZ
LÁCTEA: ESTADO DEL ARTE Y PERSPECTIVAS EN COLOMBIA**

SEBASTIÁN PINZÓN ALFONSO

APROBADO

Ruby Alejandra Villamil Parra

Nutricionista Dietista, MSc.

Director

Carlos Fernando Novoa Castro

Zootecnista, MSc.

Jurado

**ALIMENTOS FUNCIONALES DISEÑADOS A PARTIR DE LA MATRIZ
LÁCTEA: ESTADO DEL ARTE Y PERSPECTIVAS EN COLOMBIA**

SEBASTIÁN PINZÓN ALFONSO

APROBADO

Concepción Judith Puerta Bula

Bacterióloga, PhD.

Decana Facultad de Ciencias

Martha Constanza Liévano Fresno

Nutricionista Dietista, MSc.

Directora de Carrera Nutrición y
Dietética

DEDICATORIA

*A mis padres, quienes ante toda adversidad
han puesto la frente en alto y han apoyado
las decisiones que he tomado a lo largo de la vida
siendo guía y compañía*

*A quienes acompañaron este proceso con
ojos externos, con apoyo y calidez, amigos del alma*

Gracias

AGRADECIMIENTOS

A la Pontificia Universidad Javeriana, por permitir este proceso de aprendizaje integral durante estos cinco años, dándome la oportunidad de crecer no sólo como profesional, sino como persona.

Agradezco a Alejandra Villamil Parra MSc, por haber acompañado y guiado el desarrollo de este trabajo con paciencia y dedicación.

A Alba Lucía Gómez MSc, quien desde el primer momento estuvo presente con los brazos abiertos para permitirme crecer profesionalmente.

Mis padres, quienes permitieron llegar hasta este punto.

A mis queridos amigos Valentina, José, Paola, Daniela, Juan y Nicolás, por estar ahí con una sonrisa, siendo esos hermanos de otra madre en todo momento.

A Tatiana, María Fernanda y Natalia, por no haberme dejado estar bravo o triste durante las prácticas, con esas cálidas sonrisas y chistes todos los días.

TABLA DE CONTENIDOS

	Pág.
1. INTRODUCCIÓN	8
2. MARCO TEÓRICO	9
2.1. Alimentos funcionales	9
2.2. Leche y derivados dentro del contexto de alimentos funcionales	10
2.3. Papel de la leche en la salud humana	12
2.4. Compuestos bioactivos utilizados en la formulación de alimentos funcionales lácteos.....	14
2.5. Una mirada a las publicaciones científicas en Colombia	17
2.6. Situación Nutricional y de Salud en Colombia	17
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN.....	18
4. OBJETIVOS	20
4.1 Objetivo General	20
4.2 Objetivos específicos.....	20
5. METODOLOGÍA.....	20
5.1 Tipo de estudio	20
5.2 Población	20
5.3 Variables.....	20
5.4 Criterios de inclusión y exclusión	21
5.5 Recolección de la información	21
5.6 Organización y extracción de la información.....	22
5.7 Análisis de datos.....	22
6. RESULTADOS	23
6.1 Publicaciones por año.....	23
6.2 Disciplina de los autores.....	24
6.3 Tipo de publicación	25
6.4 Participación por tipo de documento de las diferentes disciplinas.....	25
6.5 Viabilidad y aceptabilidad de los estudios	26
6.6 Alimentos utilizados en el desarrollo de alimentos funcionales	26
6.7 Análisis de las muestras	28
6.8 Ensayos biológicos	28

6.9	Institución desarrolladora del producto	28
6.10	Alimentos funcionales; Mercado actual en Colombia.....	29
7.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	31
8.	CONCLUSIONES	36
9.	RECOMENDACIONES.....	36
10.	BIBLIOGRAFÍA	37
11.	ANEXOS	42

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Gráfica 1: Número de publicaciones por año.....	24
Gráfica 2: Participación por disciplina de autores en los documentos.....	24
Gráfica 3: Distribución porcentual según tipo de documento.....	25
Gráfica 4: Participación de disciplinas según el tipo de documento.....	26
Gráfica 5: Distribución por tipo de alimento en desarrollo de funcionales.....	27
Gráfica 6: Distribución por compuestos utilizados.....	27
Gráfica 7: Distribución porcentual por institución en la que se desarrolla el producto.....	29
Gráfica 8: Distribución de alimentos funcionales en el mercado actual por tipo de funcionalidad y producto.....	29

RESUMEN

Desde la aparición de los alimentos FOSHU a comienzos de la década de 1980, se comenzó a desarrollar un nuevo grupo de productos: los alimentos funcionales. Éstos presentan beneficios para la salud, y dependiendo de su elaboración, se agregan o sustraen compuestos del alimento. Se buscó establecer un marco de referencia en torno a la investigación en el desarrollo de alimentos funcionales a partir de la matriz láctea en Colombia, en los años 2010 a 2017, frente al contexto internacional. Se identificaron 18 documentos a nivel nacional que cumplieron con los criterios de inclusión establecidos para la presente revisión. En el tiempo, las publicaciones en torno a alimentos funcionales han incrementado, con autores variados en los que predominan el Ingeniero de Alimentos y el Nutricionista Dietista. Los alimentos más utilizados para desarrollar funcionales son las bebidas lácteas fermentadas. Se adicionan diferentes compuestos a la matriz láctea, con preferencia al uso de prebióticos y probióticos, seguidos por las fibras y los antioxidantes. En el mercado colombiano se encuentran alrededor de 150 productos lácteos; el 27,7% tienen algún tipo de modificación clasificándolos funcionales. En la mayoría se modificaron sus componentes, estando la reducción de grasa y degradación de los disacáridos existentes en la leche. El desarrollo de alimentos funcionales lácteos está en proceso de evolución: mientras que el mercado actual de Colombia se enfoca en la reducción de grasa y adición de vitaminas, las publicaciones de investigación original de la última década muestran una tendencia hacia la adición de componentes bioactivos.

Palabras clave: alimentos funcionales, lácteos, compuestos bioactivos, revisión.

ABSTRACT

Since the appearance of FOSHU foods in the early 1980s, a new group of products began to be developed: functional foods. These present health benefits, and depending on their processing, compounds are added or subtracted from the food. The present review sought to establish a reference framework on the research in the development of functional foods from the dairy matrix in Colombia, in the years 2010 to 2017, against the international context. There were 18 documents identified at the national level that met the inclusion criteria established for this review. Over time, publications on functional foods have increased, with varied authors in which the Food Engineer and the Dietitian Nutritionist predominate. The most commonly foods used to develop functionals are fermented milk drinks. Different compounds are added to the milk matrix, with an adding preference on prebiotics and probiotics, followed by fibers and antioxidants. In the Colombian market there are around 150 dairy products; 27.7% have some type of modification classifying them as functional. In most cases, its components were modified, mainly by fat reduction and degradation of lactose. The development of functional dairy foods is evolving: while the current Colombian market focuses on the reduction of fat and the addition of vitamins, the original research publications of the last decade show a tendency towards the addition of bioactive compounds.

Keywords: Functional foods, dairy products, bioactive compounds, review.

1. INTRODUCCIÓN

La dieta humana se compone de alimentos provenientes de todos los grupos; estos han sido estudiados y se conoce que aportan nutrientes esenciales y no esenciales a la mejora del estado nutricional y de salud, así como a la reducción de riesgo de padecer enfermedades.

La leche de vaca, al igual que los productos derivados de ésta, ha formado parte de la alimentación humana por miles de años. Este grupo de alimentos ha sido ampliamente estudiado; se conocen sus aportes nutricionales al igual que los beneficios y perjuicios que pueda provocar en el estado de salud de quienes lo consumen.

Debido a la composición compleja de la leche y a la estructura bioquímica en la que se encuentran distribuidos sus nutrientes, la matriz láctea tiene el potencial de ser un transportador de otros compuestos biológicamente activos (nutritivos y no nutritivos), permitiendo a la industria alimenticia desarrollar alimentos funcionales que, además de ofrecer beneficios fisiológicos por sus características intrínsecas, aportan otros componentes favorables para la salud, mediante la adición y/o reducción de diferentes compuestos y/o nutrientes para prevenir la aparición o el desarrollo de enfermedades no transmisibles (ENT), dentro del contexto de una alimentación saludable.

La innovación en el desarrollo de este tipo de alimentos ha tenido un crecimiento exponencial tanto a nivel internacional como nacional, principalmente en el ámbito académico e industrial. Sin embargo, la documentación disponible en evidencia científica en el desarrollo de estos alimentos a nivel nacional se limita al ámbito académico. La presente revisión indagó acerca de las publicaciones de investigación original, realizadas entre los años 2010 y 2017, con fin de establecer un marco de referencia nacional entorno al diseño y desarrollo de alimentos funcionales a partir de la matriz láctea.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Alimentos funcionales

Los alimentos funcionales son aquellos que tienen componentes biológicamente activos que han sido añadidos a un alimento de consumo habitual y que están dirigidos a beneficiar la salud o disminuir el riesgo de contraer enfermedades por parte de los consumidores (Fuentes-Berrio & Acevedo-Correa, 2015).

Un alimento funcional se puede definir desde seis diferentes aspectos: 1) un alimento natural al cual, mediante diferentes técnicas de cultivo o producción, se le mejora un componente, 2) un alimento al cual se le han añadido diferentes componentes para mejorar el estado de salud, 3) un alimento al cual se le ha retirado un compuesto que pueda ser potencialmente nocivo para su salud, 4) un alimento en el que uno de sus componentes ha sido modificado de forma química para mejorar la salud, 5) un alimento del cual se ha mejorado la biodisponibilidad de uno o varios de sus nutrientes con el fin de mejorar el aprovechamiento biológico de estos, o 6) la combinación de cualquiera de las anteriores (Ashwell, 2004).

Los alimentos funcionales están evolucionando como una estrategia para disminuir diferentes factores de riesgo para el desarrollo de ENT. Dado que los efectos beneficiosos de estos alimentos provienen de fuentes dietéticas, la adición de componentes ha tomado protagonismo en el desarrollo de éstos (Fuentes-Berrio & Acevedo-Correa, 2015). Existen diferentes objetivos por los cuales se realiza la adición de diferentes compuestos bioactivos, dependiendo del blanco o target, para colaborar directamente con diferentes funciones fisiológicas en el organismo humano, dentro de las cuales es pertinente mencionar el crecimiento y desarrollo en la infancia, fisiología cardiovascular, fisiología gastrointestinal, rendimiento cognitivo y mental, rendimiento y mejora del estado físico, disminución del estrés oxidativo y la regulación de funciones metabólicas básicas (Ashwell, 2004).

2.2. Leche y derivados dentro del contexto de alimentos funcionales

La leche es un alimento constituyente de la dieta básica a nivel mundial, en donde se estima que alrededor de seis mil millones de personas la consumen con regularidad; en Colombia la Encuesta Nacional de la Situación Nutricional (ENSIN, 2010), muestra que el consumo diario se presenta en el 48,7% de la población y esto se relaciona con el conocimiento existente sobre sus beneficios para la salud desde hace varios siglos, siendo atribuidos a sus nutrientes (Bhat & Bhat, 2011; Visioli & Strata, 2014), siendo además un alimento de fácil acceso.

La normativa colombiana define la leche como “el producto de la secreción de las glándulas mamarias normales de animales bovinos, bufalinos y caprinos sanos, obtenida a partir del ordeño, sin ningún tipo de adición destinada al consumo humano” (Decreto 616, 2006). A partir de ésta, se pueden elaborar diferentes productos mediante procesos tecnológicos específicos, definidos como derivados lácteos (Resolución 2310, 1986) o productos lácteos, compuestos por leche, yogur, kumis, kéfir, queso, crema de leche, suero y cuajada de acuerdo con las Guías Alimentarias Basadas en Alimentos (GABA, 2015). Estos son considerados como unos de los alimentos básicos en la alimentación humana, dado que han formado parte de la dieta humana en los últimos 8000 años y forman parte de las recomendaciones alimentarias en numerosos países alrededor del mundo (Rozenberg et al., 2016), dentro de los cuales se incluye Colombia, expresado en las GABA (2015) como “Para favorecer la salud de músculos, huesos y dientes, consuma diariamente huevo, leche y/o productos lácteos”, de al menos una porción diariamente.

La leche es una sustancia compleja, en la cual dentro de su composición se encuentra que el 5% es lactosa, 3,2% proteína, 4% lípidos, 0,8% sales minerales y 0,1% vitaminas (Pereira, 2014; Séverin & Wenshui, 2005). Es considerada uno de los alimentos fuentes de proteína más importantes de la dieta humana, aportando aproximadamente 7,7g en un vaso. Además, el 26% de la composición de estas proteínas es conformada por aminoácidos ramificados, los cuales son esenciales, permitiendo que su biodisponibilidad sea mayor al 90%. Su contenido proteico puede ser clasificado en dos grupos grandes, soluble e insoluble. Las proteínas solubles, (proteínas del suero o proteínas *Whey*), representan el 20% y están con-

formadas por aminoácidos ramificados, a diferencia de la fracción insoluble, conocida como caseína, que representa el 80% de las proteínas totales de la leche y se conforma, principalmente, de los aminoácidos histidina, metionina y fenilalanina (Lucey, Otter, & Horne, 2017; Pereira, 2014).

La grasa que existe en la leche varía dependiendo de factores ambientales a los cuales se haya expuesto el bovino. En la fracción grasa de la leche se encuentran aproximadamente 98% triglicéridos, 2% diglicéridos y una fracción <0,5% de colesterol, ácidos grasos libres, vitaminas liposolubles y betacarotenos. En promedio, el 70% de los ácidos grasos de la leche son saturados, principalmente ácidos palmítico, esteárico y mirístico y un 10,9% de ácidos grasos de cadena corta, mientras que el 30% restante corresponde a ácidos grasos insaturados (Lindmark Månsson, 2008; Lucey et al., 2017; Pereira, 2014). Alrededor del 25% de las grasas existentes en la leche son monoinsaturadas, siendo el 23,8% ácido oleico (ω -9), mientras que las poliinsaturadas representan alrededor del 2,3% siendo ácidos linoleico y α -linolénico, estando en relación 2.3:1 (Lindmark Månsson, 2008).

Los carbohidratos presentes en la leche son principalmente lactosa, un disacárido que tiene la facultad de ser utilizado como sustrato en los procesos de fermentación para la producción de quesos y yogures. Además es un azúcar reductor, que se encuentra disponible para participar en la reacción de Maillard, siendo este el fundamento de la producción del dulce de leche (Lucey et al., 2017).

Dentro de los minerales existentes en la leche, el calcio (Ca) es el que se encuentra en mayor cantidad, con una concentración promedio de 288mg en una porción de un vaso, distribuido entre la fase acuosa y ligado a las κ -caseínas y su biodisponibilidad oscila entre el 74% y 75%. Además del Ca, también tiene concentraciones significativas de fósforo (P) aportando 228mg por porción, el cual se encuentra en forma orgánica ligado a proteínas, fosfolípidos, ácidos orgánicos y nucleótidos, principalmente en las micelas, y de forma inorgánica, como P ionizado dentro de la fase acuosa. Además de estos minerales, también contiene magnesio (Mg), cinc (Zn) y selenio (Se), distribuidos entre las fases acuosa y micelas (Pereira, 2014).

El contenido de vitaminas liposolubles (A, D, E), varía dependiendo de diferentes factores (ambientales, raza, alimentación del animal) que determinará la concentración de grasa final, y además tras el procesamiento, como la producción de leche semidescremada y descremada. Se considera que aquella que tiene su grasa entera, es un alimento fuente de vitamina A, mientras que únicamente aquellas que son fortificadas logran ser fuente de vitamina D, por lo que se ha procurado su adición debido a su potencial anticarcinogénico, cardioprotector y su efecto en la absorción del Ca. Por otra parte, las vitaminas del complejo B y la vitamina C disponibles en la leche son importantes cofactores enzimáticos involucrados en la producción de energía, neurotransmisores y síntesis de hormonas (Pereira, 2014).

2.3. Papel de la leche en la salud humana

El consumo de lácteos se ha visto relacionado con la prevención de diferentes enfermedades crónicas no transmisibles (ECNT).

De los componentes biológicamente activos de la leche, se ha identificado al Ca, Mg y vitamina D, directamente implicados en la reducción de peso y cantidad de tejido graso visceral y la disminución en la incidencia de Diabetes Mellitus tipo 2 (DM2). Se ha evidenciado que estos nutrientes se encuentran involucrados en el aumento de la oxidación de grasas y termogénesis, mientras que las proteínas del suero pueden favorecer la saciedad al disminuir la secreción de grelina e inducir la secreción de colecistoquinina. Además, el aumento de Ca extracelular inhibe la acumulación de lípidos durante la diferenciación del tejido adiposo, así como disminuye factores de transcripción adipogénicos (Pereira, 2014; Prammetsteinwachs, Jastroch, & Ussar, 2017; Visioli & Strata, 2014). De igual forma, estos minerales favorecen la liberación de insulina en las células β pancreáticas, donde el Ca facilita la exocitosis, aumenta la sensibilidad a la insulina por acción del Mg como cofactor intermediario en la traslocación de los canales GLUT4 y tolerancia a la glucosa, debido a su participación como cofactor enzimático de vías metabólicas de la glucosa (Kirii, Iso, Date, Fukui, & Tamakoshi, 2010; Pereira, 2014).

Se ha descrito la relación existente entre el consumo de leche y la prevención en el desarrollo de hipertensión arterial (HTA), debido a la existencia de péptidos bio-

activos tras la digestión de la leche, en donde se ha observado que la ingesta de dos porciones diarias de leche con reducción de grasa colabora a disminuir la presión sanguínea de población adulta diagnosticada con HTA. El Ca, Mg y potasio (K) presentan potencial antihipertensivo, en donde se ha descrito una reducción del 20% del índice de HTA asociada al consumo de lácteos por regulación del Sistema Renina-Angiotensina-Aldosterona (RAAS) (Massey, 2001; Pereira, 2014; Visioli & Strata, 2014).

La relación existente entre el consumo de lácteos y la aparición o prevención del desarrollo de diferentes tipos de cáncer es aún controversial debido a la etiología multifactorial de esta enfermedad (Pereira, 2014), dado que se ha reportado que su consumo se relaciona con el aumento del Factor de crecimiento similar a la insulina 1 (ILGF-1), mientras que en estudios de casos y controles se ha asociado el consumo de una porción diaria con la prevención de su aparición (Pereira, 2014; Visioli & Strata, 2014).

El consumo de leche se ha asociado con un aumento en la densidad ósea, debido a su contenido de Ca y P que permite la mineralización del hueso, siendo así un factor protector frente al desarrollo de la osteoporosis, además de permitir una adecuada formación ósea durante el periodo de crecimiento en la infancia (Pereira, 2014). Por estas razones, y debido a la importancia de una alimentación saludable (“aquella que satisface las necesidades de energía y nutrientes en todas las etapas de la vida [...] y se caracteriza por ser una alimentación completa, equilibrada, suficiente, adecuada, diversificada e inocua” (Resolución 3803, 2016)) para el óptimo desarrollo físico y cognitivo, la adición de componentes bioactivos a la leche y productos derivados lácteos son hoy objeto de numerosos estudios, siendo una matriz amigable para reformular alimentos dentro del contexto de alimentos funcionales (Urgell & Orleans, 2005).

En la actualidad existen diferentes productos lácteos con características funcionales, principalmente enfocados en la disminución o cambio en la estructura de alguno de sus componentes, mientras que otros se centran en la adición de compuestos bioactivos como son probióticos, prebióticos, antioxidantes y ácidos gra-

osos omega-3 (Santillán-Urquiza, Méndez-Rojas, & Vélez Ruiz, 2014; Urgell & Orleans, 2005).

2.4. Compuestos bioactivos utilizados en la formulación de alimentos funcionales lácteos

Al momento de desarrollar un alimento funcional, se procura por utilizar compuestos que presenten actividades fisiológicas benéficas. Sin embargo, la adición de un componente bioactivo a una matriz no garantiza la funcionalidad biológica; debido al procesamiento, ya que su funcionalidad puede verse afectada. De aquí parte la necesidad de realizar ensayos biológicos que soporten la viabilidad y funcionalidad de un alimento adicionado con compuestos bioactivos.

Actualmente, el desarrollo de alimentos funcionales lácteos se basa en la modificación de los nutrientes de la leche, como son los productos reducidos en grasa o aquellos en los que la lactosa se ha degradado en monómeros de galactosa y glucosa, dirigido a población con deficiencia en la producción de la lactasa. No obstante, la adición de componentes bioactivos a estos productos se encuentra en auge. Los diferentes componentes utilizados se exponen en la Tabla 1 (siguiente página).

Tabla 1: Compuestos comúnmente añadidos, métodos de adición y funciones biológicas

Grupo	Compuesto	Método de adición	Definición	Función biológica
Probióticos	<i>Lactobacillus: acidophilus, amylovorus, casei, crispatus, delbrueckii, fermentum, gasseri, johnsonii, paracasei, plantarum, reuteri, rhammosus, salivarius</i>	Microencapsulado y libres, posterior al proceso de fermentación y previo al empaçado.	Microorganismos vivos habitantes regulares del tracto intestinal sano y que, al ser administrado en cantidades adecuadas, pueden ofrecer diferentes beneficios a la salud del huésped	Prevención de la diarrea, inhibición de <i>Helicobacter pylori</i> , disminución del estreñimiento, potencial inmunomodulador y mejora de la salud cardiovascular
	<i>Bifidobacterium: animalis, bifidum, breve, infantis, longum</i>			
	<i>Enterococcus faecium, Lactococcus lactis, Streptococcus thermophilus</i>			
Prebióticos	Oligosacáridos e inulina	A partir de extracto en polvo liofilizado, añadido previo al empaçado	Ingredientes que no puedan ser hidrolizados por las enzimas humanas ni absorbidos en el intestino delgado presentes en los alimentos y que afectan de forma benéfica al huésped	Estimulan el crecimiento y la actividad selectiva de bacterias ya establecidas en el colon sirviendo como sustrato metabólico
Antioxidantes	Alimentos con elevado contenido de antioxidantes como frutas y hongos	Inactivación de enzimas, molienda mecánica del alimento y extracción por liofilización, añadidos previos al empaçado	Son sustancias presentes en frutas, verduras, hierbas y especias, generalmente con alto contenido de compuestos fenólicos	Pueden inhibir o retrasar procesos oxidativos generados por algunas enfermedades crónicas o que predisponen a ellas
Fibra dietaria	Extractos de fuentes vegetales, generalmente de residuos industriales	Deshidratación del material, molienda mecánica y adición posterior a fermentación y enfriamiento.	Componente intrínseco de las plantas, como polisacáridos resistentes a los procesos digestivos humanos	Mejor control de la glicemia postprandial, disminución del riesgo de enfermedades cardiovasculares por inhibición en la absorción de colesterol, protección contra el cáncer de colon y mejora de la salud y tránsito intestinal
Fitoesteroles	Extractos comerciales de diferentes fuentes	Microencapsulado añadido posterior a la fermentación y enfriamiento.	Compuesto derivado de las plantas, con similitudes estructurales con el colesterol, y son también clasificados como lípidos funcionales	Prevención de enfermedades cardiovasculares por inhibición en la absorción de colesterol

Grupo	Compuesto	Método de adición	Definición	Función biológica
Ácidos grasos esenciales	Ácidos grasos ω -3 a partir de aceite de soya	Adición del aceite de soya previo a la homogenización mecánica.	Son ácidos grasos poliinsaturados de cadena larga necesarios para el adecuado crecimiento y desarrollo y se encuentran en peces azules, algunas variedades de alga, soya y aceites vegetales	Precursores de compuestos eicosanoides, relacionados en procesos inflamatorios y antiinflamatorios. Permite estabilidad de membranas celulares
Vitaminas	Vitamina D, Vitamina A	Microencapsulado añadido posterior a fermentación y enfriamiento	Sustancias orgánicas esenciales que se encuentran en pequeñas cantidades en los alimentos	Vitamina D: Aumento de absorción de Ca, mineralización ósea Vitamina A: Diferenciación celular y salud ocular
Minerales	Fe y Ca	En forma de extractos comerciales o por deshidratación de alimento fuente. Añadido previo al envase.	Sustancias inorgánicas en forma de sales que se encuentran en pequeñas cantidades en los alimentos	Fe: Formación y funcionalidad de la hemoglobina, transporte de oxígeno Ca: Mineralización del hueso, balance hidroelectrolítico
Péptidos bioactivos	Derivados de la hidrólisis de las α , β y κ -caseínas, así como de la α -lactoalbúmina y β -lactoglobulina	En forma de extractos comerciales, adicionados en la mezcla de ingredientes inicial.	Producto de la hidrólisis de las proteínas de la leche tras la digestión endógena y/o exógena	Aumento de la actividad antioxidante, antihipertensivos, antitrombóticos e inmunomoduladores además de mejorar la absorción de otros nutrientes

Adaptado de: (FAO/OMS, 2001; Fuentes-Berrio & Acevedo-Correa, 2015; Hendijani & Akbari, 2017; Marulanda, 2012 Park & Nam, 2015; Pereira, 2014; Séverin & Wenshui, 2005)

2.5. Una mirada a las publicaciones científicas en Colombia

En cuanto a la producción intelectual para evidenciar la investigación, que refiera los procesos, los alcances y los hallazgos, en cuanto al diseño y formulación de estos productos, la disponibilidad es limitada; cuando se realiza una vigilancia tecnológica en bases de datos como EBSCOhost y Scopus, se encuentra un vasto número de estudios, predominantemente de Brasil, para el caso de Latinoamérica, mientras que no se encuentra de Colombia. De acuerdo con esto, se debe revisar el sustento científico existente detrás de los productos del mercado colombiano, razón por la cual las revisiones bibliográficas son una herramienta que ayuda a buscar, fuera de las bases de datos indexadas, información que pueda ser útil para evidenciar en nivel de desarrollo de estos productos en Colombia frente al mundo.

2.6. Situación Nutricional y de Salud en Colombia

Para Colombia, el efecto benéfico que tiene la leche sobre las enfermedades cardiovasculares (ECV) es de interés; el 18,5% de las defunciones en el país para la población adulta son atribuidas a ECV (DANE, 2016). Por otra parte, se ha demostrado cómo la microbiota y el microbioma pueden llegar a afectar en la incidencia de diferentes tipos de cáncer (Molina, 2018), especialmente de estómago, colon, recto y ano, los cuales representan el mayor porcentaje de neoplasias presentes en la población colombiana (INC-ESE, 2015).

La situación nutricional en el país muestra que, si bien la prevalencia de desnutrición crónica ha disminuido 2,4 puntos porcentuales de 2010 a 2015, sigue presentándose en el 10,8% de la población, siendo un foco de interés en salud pública. Esto sumado a que la población colombiana presenta doble carga nutricional, en la cual también se encuentra el exceso de peso como una preocupación en salud, dado que en niños y adolescentes existe una prevalencia del 24,4% de exceso de peso mientras que en adultos es del 56,4% (ENSIN, 2015).

Las GABA (2016) dan la recomendación de consumir al menos una vez al día alimentos del grupo de los lácteos para favorecer la salud muscular y ósea; sin embargo, la ENSIN (2010) expuso que alimentos de este grupo son consumidos

una vez al día por el 48,7% de la población y más de una vez por el 13,9%. Los desenlaces perjudiciales por la disminución en el consumo de alimentos lácteos se relacionan con una prevalencia indeterminada de osteoporosis, la prevalencia de retraso en el crecimiento y la alta prevalencia de exceso de peso que se encuentra en aumento (ENSIN, 2010).

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN

El perfil de salud y nutrición en Colombia presenta hallazgos como la doble carga nutricional, en donde se presentan al mismo tiempo en los hogares casos de desnutrición y delgadez al igual que exceso de peso en todos los grupos etarios (ENSIN, 2015). Además, en el país se encuentra que las ECNT, como las enfermedades cardíacas, DM2 y cáncer representan las primeras causas de mortalidad en la edad adulta, situación que se ha relacionado con la alta ingesta de alimentos tipo comida rápida, azúcares simples y grasas saturadas con el consecuente bajo consumo de fibra, vitaminas y antioxidantes de la dieta colombiana, debido a la baja ingesta de frutas y verduras (ENSIN, 2010).

Durante los años 2015 y 2016 se incrementó la demanda de alimentos que declaren beneficios para la salud de los consumidores, quienes cada vez están más conscientes sobre algunos compuestos que brindan estas bondades, como probióticos, prebióticos, vitaminas y ácidos grasos poliinsaturados (Mascaraque, 2017). En dicho periodo se observó un incremento en la producción de alimentos funcionales en países en vía de desarrollo la que, además, se proyecta tenga un crecimiento del 20% para 2021 (Mascaraque, 2017).

Por ejemplo, en Europa, América y Asia la demanda de los alimentos funcionales está entre el 4,6% y el 28,2% por parte de la población adulta (Ozen, Pons, & Tur, 2012). En Croacia por su parte, existe una gran aceptación de consumo frente a este tipo de alimentos, en donde el 75% de la población compra alimentos categorizados como funcionales, de los cuales el 26,8% lo hace de forma regular. El 59,9% de los alimentos funcionales que compran y consumen son del grupo de la leche y derivados lácteos (Markovina, Čačić, Gajdoš Kljusurić, & Kovačić, 2011).

La comercialización de alimentos funcionales en Colombia está incrementando año tras año, encontrándose que los productos catalogados como funcionales generan más del 30% de las ventas en la industria láctea (Dinero, 2009) y que este potencial de mercado se encuentra en miras de los productores. Los consumidores han mostrado interés y aceptación en este mercado de funcionales; sin embargo, la oferta existente no responde de forma adecuada frente a este fenómeno y esto se debe, en parte, a la falta de una normatividad exclusiva que regule la producción, el desarrollo tecnológico, la verificación científica y comercialización de los alimentos funcionales con el fin de educar al consumidor sobre los beneficios que este tipo de alimentos pueden proporcionarle (Fuentes-Berrio & Acevedo-Correa, 2015).

De acuerdo con lo anterior, se esperaría que la información disponible en línea ofreciera una amplia variedad de estudios en materia de alimentos funcionales; sin embargo, al realizar una búsqueda de literatura científica en bases de datos indexadas, Colombia no resalta como uno de los principales generadores de este tipo de material científico en los últimos 30 años. Se debe invitar a la comunidad académica, la industria y el gobierno a unificarse en torno a esta temática de ciencia y tecnología, de manera que la producción intelectual se dé a conocer y pueda compilarse para generar nuevas preguntas de investigación, nuevas tendencias, identificar puntos de controversia y dar soporte a nuevas investigaciones, además de prevenir la posibilidad de reincidir en el desarrollo de un mismo producto (DYNA, 2014).

Actualmente el mercado ofrece una amplia variedad de productos lácteos, y se encuentra que el 29,7% de estos productos tienen alguna característica funcional; no obstante, al clasificarlos por su funcionalidad, se encuentra que el desarrollo tecnológico se enfoca en la reducción de alguno de sus componentes mientras que únicamente el 6,1% presenta la adición de compuestos bioactivos. Sin embargo, tras una búsqueda de literatura científica inicial, se encontró que en los documentos en desarrollo de alimentos funcionales existe una tendencia hacia utilizar componentes bioactivos para ser adicionados a la matriz láctea, permitiendo que los nuevos productos disminuyan una gama más amplia de factores de riesgo de

ENT así como permitir acceder al soporte técnico-científico que evidencie la viabilidad y funcionalidad de estos alimentos.

4. OBJETIVOS

4.1 Objetivo General:

- Establecer un marco de referencia en torno a la investigación en el diseño y desarrollo de alimentos funcionales a partir de la matriz láctea en Colombia, en los años 2010 a 2017, frente al contexto internacional.

4.2 Objetivos específicos:

- Determinar el contexto internacional en desarrollo de alimentos funcionales a partir de leche como materia prima predominante.
- Identificar los compuestos bioactivos más estudiados en torno a matrices lácteas, dentro del contexto de alimentos funcionales en Colombia.
- Comparar el mercado actual de la matriz láctea en Colombia frente al desarrollo científico emergente, en materia de alimentos funcionales.

5. METODOLOGÍA

5.1 Tipo de estudio:

Revisión de literatura.

5.2 Población:

Artículos de revisión, papers, documentos técnicos, trabajos de grado, tesis maestría y doctorado en idioma español e inglés, realizados en materia de desarrollo de alimentos funcionales, con leche como materia prima predominante, comprendidos entre los años 2010 y 2017. En Colombia y en el mundo.

5.3 Variables:

Se construyó una serie de indicadores para analizar la información obtenida a partir de los documentos seleccionados, teniendo en cuenta la resolución de las preguntas de investigación propuestas para esta revisión.

Objetivos	Preguntas de investigación	Indicadores
1	¿Cómo se encuentra actualmente el desarrollo de alimentos funcionales en la matriz láctea a	Número de publicaciones por año Porcentaje de participación de

Objetivos	Preguntas de investigación	Indicadores
	nivel internacional?	autores por filiación Distribución porcentual por tipo de documento de los estudios Porcentaje de productos viables
2	¿Cuáles son los compuestos bioactivos de estudio en Colombia? ¿Qué tipo de alimentos lácteos, son los vehículos más estudiados, para el desarrollo de alimentos funcionales? ¿Cómo se encuentra el desarrollo de alimentos funcionales derivados de la matriz láctea en Colombia, frente al contexto internacional?	Distribución porcentual de componente funcional según alimento desarrollado Porcentaje de productos viables para la producción Porcentaje de estudios que siguieron lineamientos internacionales Distribución porcentual por institución desarrolladora del producto Evaluación sensorial aplicada del producto final Número de publicaciones por año
3	¿Cuáles son los alimentos funcionales derivados de la matriz láctea, ofrecidos en el mercado colombiano? ¿Qué tipo de desarrollo tecnológico es el más utilizado en la formulación de estos productos?	Distribución porcentual de alimentos funcionales ofrecidos en el mercado Distribución porcentual de compuestos según alimento Distribución porcentual por funcionalidad de alimentos en el mercado vs documentos

5.4 Criterios de inclusión y exclusión:

Criterios de inclusión	Criterios de exclusión
Artículos, papers, documentos técnicos, trabajos de grado, tesis de maestría y doctorado	Documentos de instituciones fuera de Bogotá que contaran únicamente con versión física.
Publicados entre 2010 y 2017	Documentos con resultados inconclusos o incoherentes.
Idioma español o inglés	Documentos con metodología confusa o poco clara.
Leche de vaca como materia prima predominante	
Publicados en Scopus, EBSCOhost, ScienceDirect, PubMed, ProQuest Google Scholar y repositorios institucionales y revistas científicas de universidades nacionales.	
Estudios con resultados acorde a objetivos propuestos	
Estudios cuya metodología exponga el método de adición del compuesto bioactivo	

5.5 Recolección de la información:

Para la realización de la búsqueda de artículos en las bases de datos indexadas y repositorios que permitieran el uso de truncadores Booleanos, se utilizó la ecuación (“functional food*” OR “functional ingredient*”) AND TI(milk OR cheese OR yogurt OR kumis OR kefir OR “ice cream” OR butter) AND (development OR design), restringiendo la búsqueda a publicaciones entre los años 2010 y 2017. Posteriormente se filtró por temática, en la que se excluyeron temas no alimentarios y productos realizados a partir de leche que no fuera de bovino.

Para la búsqueda de artículos en español en las bases de datos indexadas y repositorios que permitieran el uso de truncadores Booleanos, se utilizó la ecuación (“alimento funcional” OR “ingrediente funcional”) AND TI(leche OR queso OR helado OR yogur OR kumis OR kefir OR mantequilla OR arequipe) AND (elaboración OR desarrollo OR diseño), restringiendo la búsqueda a publicaciones entre los años 2010 y 2017. Posteriormente se filtró por temática, en la que se excluyeron temas no alimentarios y productos realizados a partir de leche que no fuera de bovino.

La búsqueda de trabajos de grado y tesis en los repositorios institucionales se realizó utilizando las palabras “leche”, “queso”, “mantequilla”, “yogur”, “kumis”, “kefir”, “helado” y “arequipe”, restringiendo al título y ventana a los años 2010 a 2017, excluyendo productos realizados a partir de leche que no fuera de bovino.

5.6 Organización y extracción de la información:

Se diseñaron dos matrices para la recolección de artículos nacionales e internacionales (Anexo 1) en las que se incluyó: Revista, clasificación de la revista, año de publicación, título del artículo, tipo de publicación, idioma, número de autores, autores, filiación de los autores, institución, objetivo, metodología utilizada, alimento utilizado, compuesto bioactivo utilizado, biomarcador utilizado, ensayo biológico, análisis fisicoquímico, análisis sensorial y resultados”.

Se diseñó una matriz para la recolección de información frente a los productos de la matriz láctea ofrecidos en el mercado actual (Anexo 2) en la que se incluyó: Alimento, Nombre técnico, Nombre comercial, Declaraciones en nutrición, Declaraciones en salud, Porción recomendada y Bioactivo utilizado.

5.7 Análisis de datos

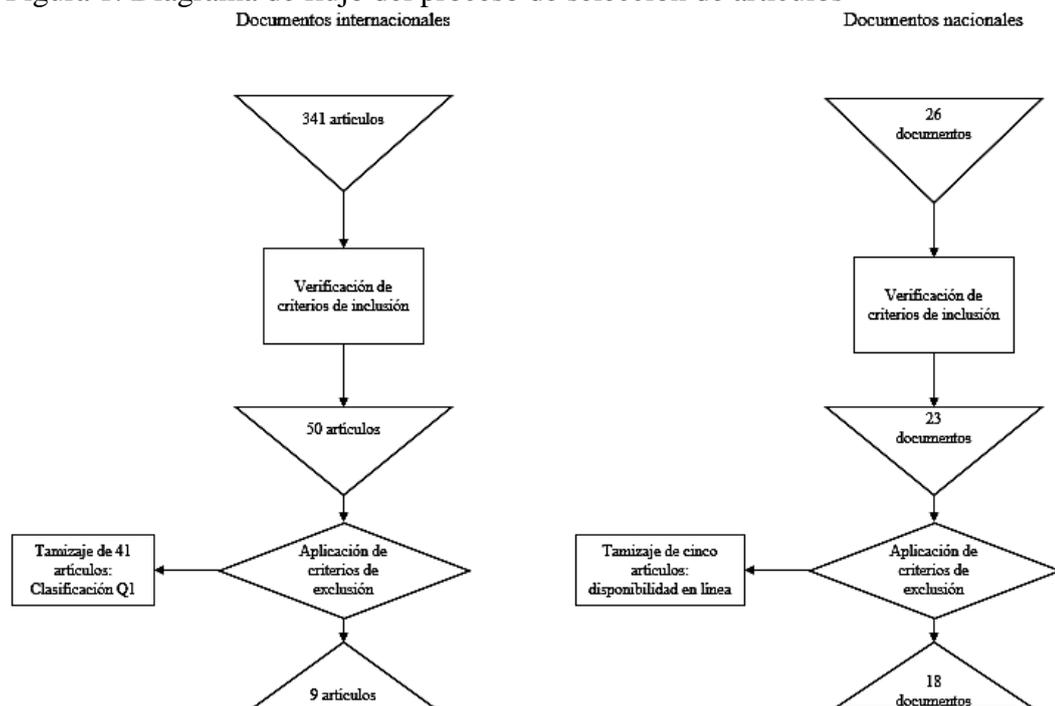
Una vez se recolectaron los datos en la matriz, se diseñaron indicadores para analizarlos, utilizando porcentajes y distribuciones, en función de cada pregunta de investigación.

6. RESULTADOS

En un principio, se obtuvieron 341 artículos, de los cuales después de identificar en el título y palabras clave su área de desarrollo, se seleccionaron 70 artículos a nivel internacional que cumplieran con los criterios de inclusión, de los cuales se descartaron doce por no mostrar resultados acorde a los objetivos propuestos, ocho por no estar disponibles para su revisión completa. Finalmente se realizó un tamizaje en el que se seleccionaron nueve artículos, exponentes de cada uno de los componentes a analizar y que hubiera sido publicado en revistas de alto impacto, clasificadas en cuartil 1 (Q1).

Para los artículos nacionales, se identificaron 26 documentos que cumplieran los criterios de inclusión, se descartaron tres por no presentar metodologías claras y cinco por encontrarse únicamente en formato físico fuera de Bogotá. Finalmente se contó con 18 documentos nacionales, como se muestra en la figura 1.

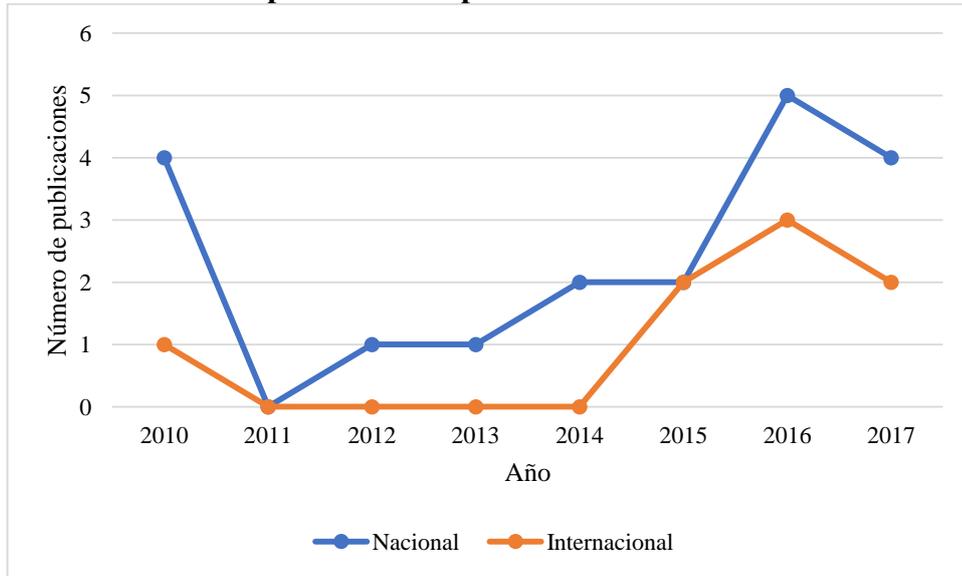
Figura 1: Diagrama de flujo del proceso de selección de artículos



Fuente: Autor

6.1 Publicaciones por año: Se identificaron las publicaciones realizadas por año, y se identificaron dos tendencias: en los 2011-2014 disminuyeron, mientras que del 2014 en adelante aumentaron, como se muestra en la gráfica 1.

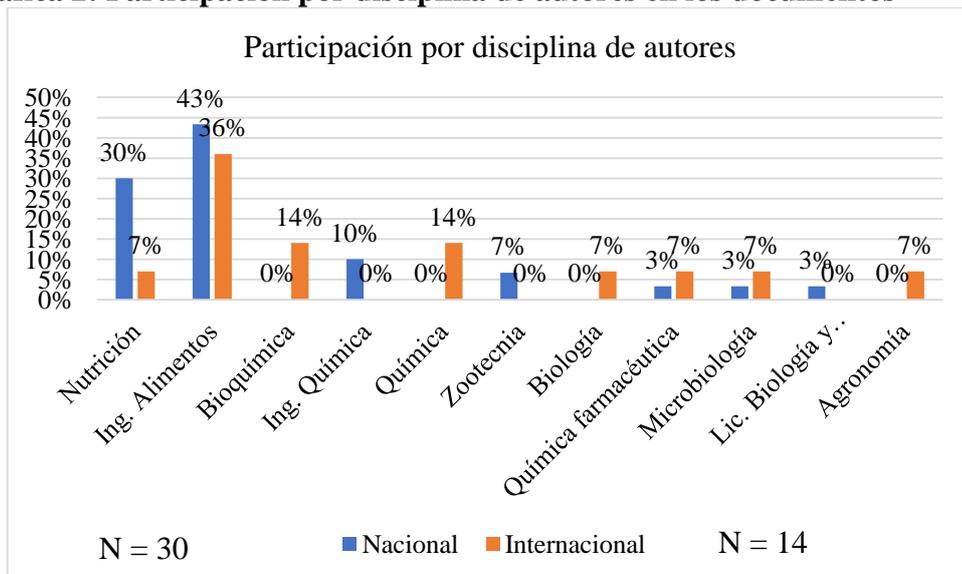
Gráfica 1: Número de publicaciones por año



Fuente: Autor

6.2 Disciplina de los autores: La participación en el desarrollo de nuevos productos alimenticios catalogados como funcionales, se observó principalmente en profesionales en Ingeniería de Alimentos tanto en escala nacional como internacional. A nivel internacional, se encuentra que las profesiones involucradas en el desarrollo de estos productos pertenecen a ciencias exactas y médicas principalmente, mientras que a nivel nacional hay mayor participación por parte de profesionales en nutrición.

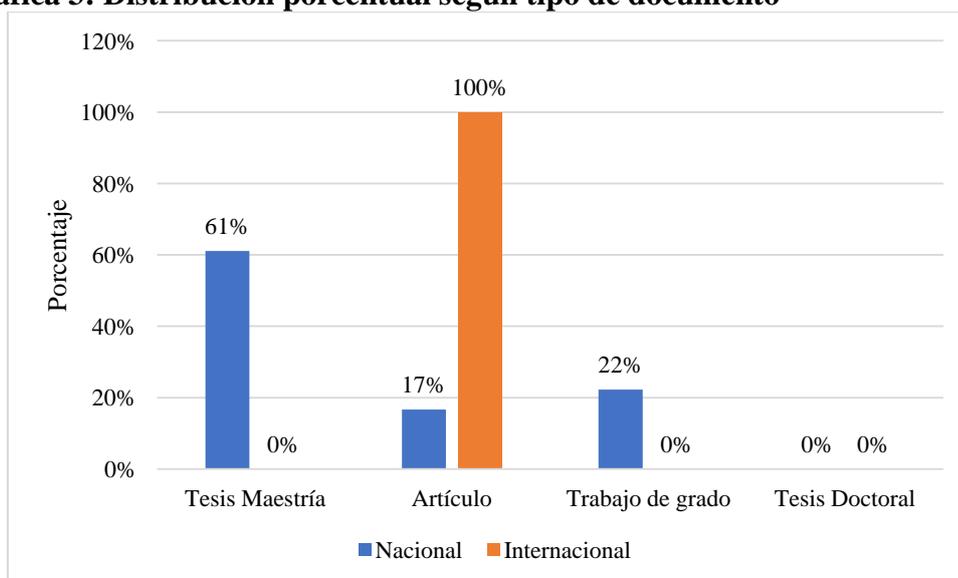
Gráfica 2: Participación por disciplina de autores en los documentos



Fuente: Autor

6.3 Tipo de publicación: Se identificó que el diseño de alimentos funcionales a nivel nacional se da principalmente como producto de la culminación de programas académicos nivel maestría, seguido por trabajos de grado de pregrado y por último la publicación de artículos. Se encontraron cero diseños de alimentos derivados de la matriz láctea como producto de tesis doctorales.

Gráfica 3: Distribución porcentual según tipo de documento

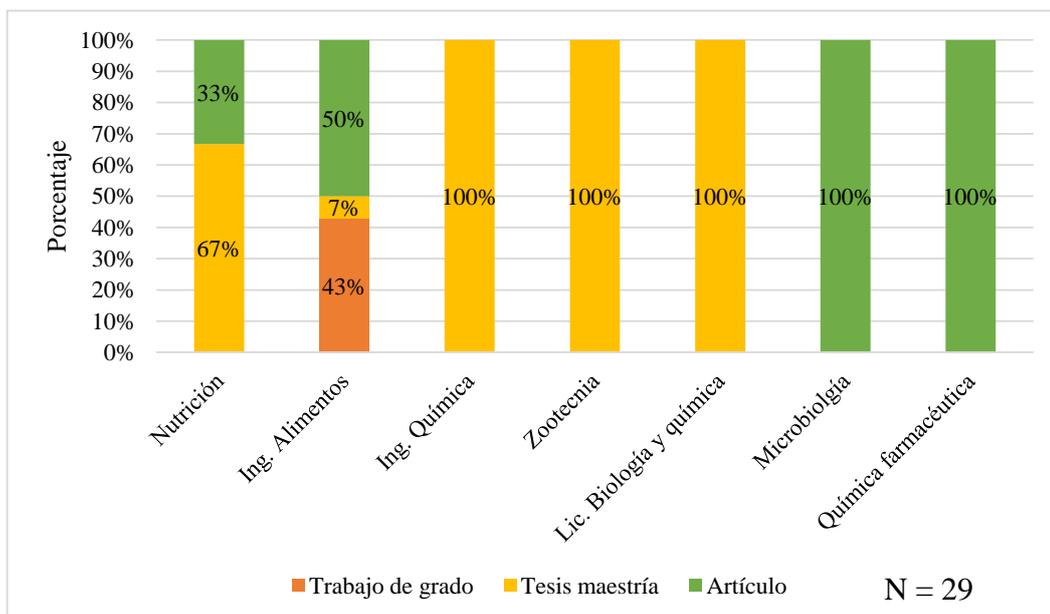


Fuente: Autor

6.4 Participación por tipo de documento de las diferentes disciplinas: A nivel nacional se identifica que el desarrollo de productos por parte de profesionales en Ingeniería de Alimentos sobresale sobre las demás profesiones al nivel académico de pregrado, mientras que los profesionales en Nutrición y Dietética tienen un mayor porcentaje de participación en tesis de maestría.

Debido a que a nivel internacional los artículos publicados en revistas cuentan con un número mayor de autores, se encuentra mayor variedad de profesionales involucrados en la realización de estos documentos y, por la naturaleza de la revisión, el 100% son de grado académico de artículo científico.

Gráfica 4: Participación de disciplinas según el tipo de documento

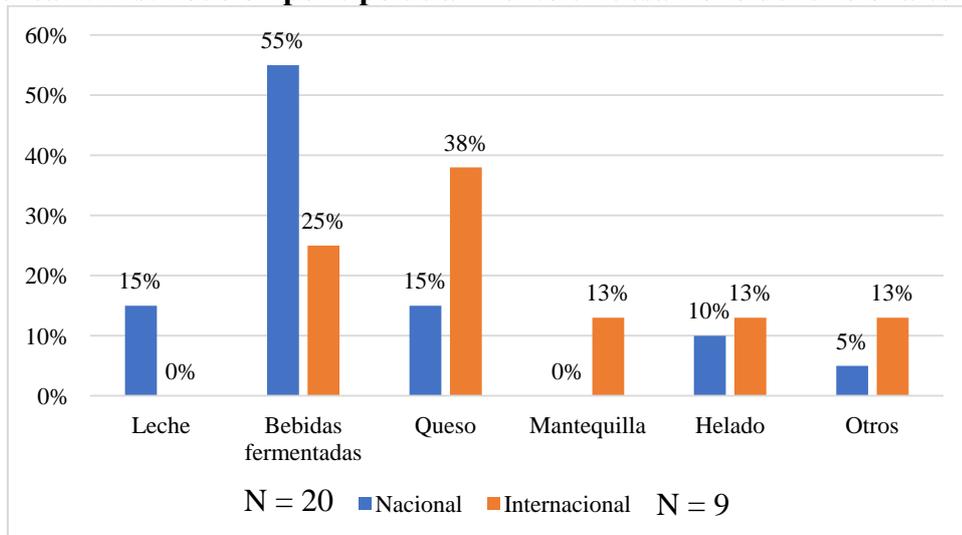


Fuente: Autor

6.5 Viabilidad y aceptabilidad de los estudios: Los resultados de los diferentes documentos analizados muestran que el 100% de los casos, tanto nacionales como internacionales, hubo viabilidad de los componentes utilizados, en donde la actividad antioxidante, supervivencia de bacterias, % de sólidos totales, % de proteínas totales y estabilidad de ácidos grasos se mantuvo de forma favorable indicando que la adición de estos compuestos fue viable. La recepción por parte de los consumidores fue mayor al 60% en la mayor parte de los estudios en los que se realizaron pruebas de análisis sensorial afectivas escalares de 5 puntos. Adicionalmente, a nivel internacional no se realizaron pruebas de análisis sensorial descriptivo, aunque sí se realizaron afectivas, presumiblemente para identificar la aceptación directa por parte del consumidor.

6.6 Alimentos utilizados en el desarrollo de alimentos funcionales: En el territorio nacional se está optando por realizar la formulación de alimentos funcionales con una gran preferencia hacia las bebidas lácteas fermentadas, encontrándose que el yogur y el kumis representan el 53% de los productos diseñados, mientras que a nivel internacional predomina el desarrollo de alimentos funcionales con queso como producto final.

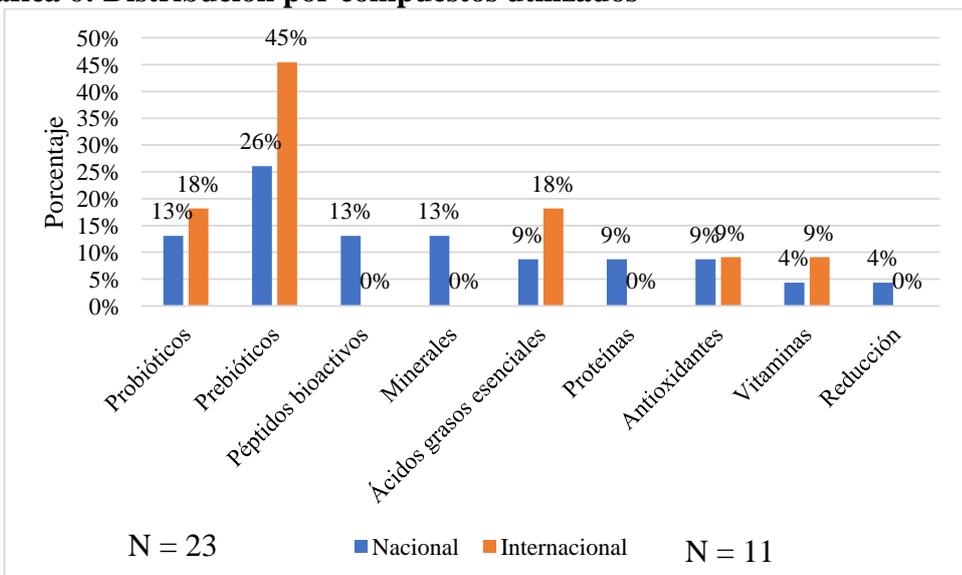
Gráfica 5: Distribución por tipo de alimento en desarrollo de funcionales



Fuente: Autor

Según los documentos analizados en materia de alimentos funcionales, se evidenció una preferencia hacia la utilización de leche y yogur como principales matrices alimentarias para introducción de componentes bioactivos, siendo el yogur el alimento con una gama más variada de adición de compuestos. Por otra parte, la utilización de prebióticos es la que más se presentó entre los diferentes componentes adicionados. A nivel internacional, predominan los prebióticos como principal adición, además de haber incremento en la utilización de ácidos grasos esenciales y probióticos.

Gráfica 6: Distribución por compuestos utilizados



Fuente: Autor

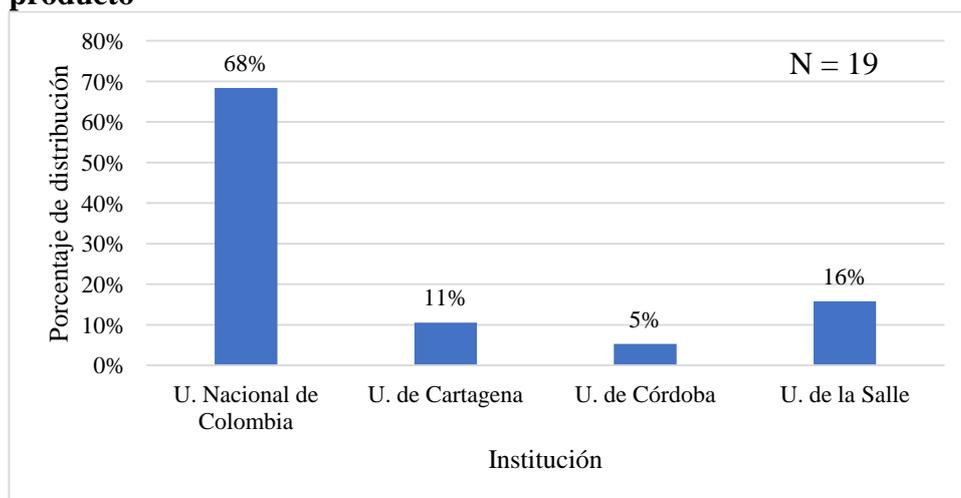
6.7 Análisis de las muestras: Se realizaron diferentes tipos de pruebas analíticas a los alimentos, previo y posterior a la adición del componente bioactivo seleccionado. Para el 100% de los casos, el análisis bromatológico, reológico y el fisicoquímico se realizaron siguiendo los lineamientos establecidos por la AOAC International. A nivel internacional, las investigaciones se basan en los mismos procedimientos y, en casos específicos, los procedimientos establecidos por entidades nacionales, como en Brasil.

Dependiendo del objetivo de los estudios consultados, los investigadores realizaron recuentos bacterianos para analizar tanto vida útil como viabilidad de los componentes (como probióticos), para los cuales siguieron los lineamientos para determinar las unidades formadoras de colonias (UFC) establecidos por el INVIMA, mientras que a nivel internacional se utilizaron los mismos métodos, aunque no especifican la entidad regulatoria.

6.8 Ensayos biológicos: Del total de estudios analizados, únicamente uno realizó pruebas biológicas para medir la eficacia de la intervención a través de la medición de sodio en orina 24 horas, para un producto dirigido a regímenes alimentarios especiales que requirieran disminución del aporte de sodio en la dieta, mientras que a nivel internacional los artículos diseñaron productos que tuvieran un ingrediente del cual ya se conociera su potencial funcional, por lo que los ensayos biológicos no fueron planteados.

6.9 Institución desarrolladora del producto: A nivel nacional, los autores se encontraron afiliados al momento de realizar los estudios, a diferentes instituciones de carácter académico, dentro de las cuales resalta la Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá.

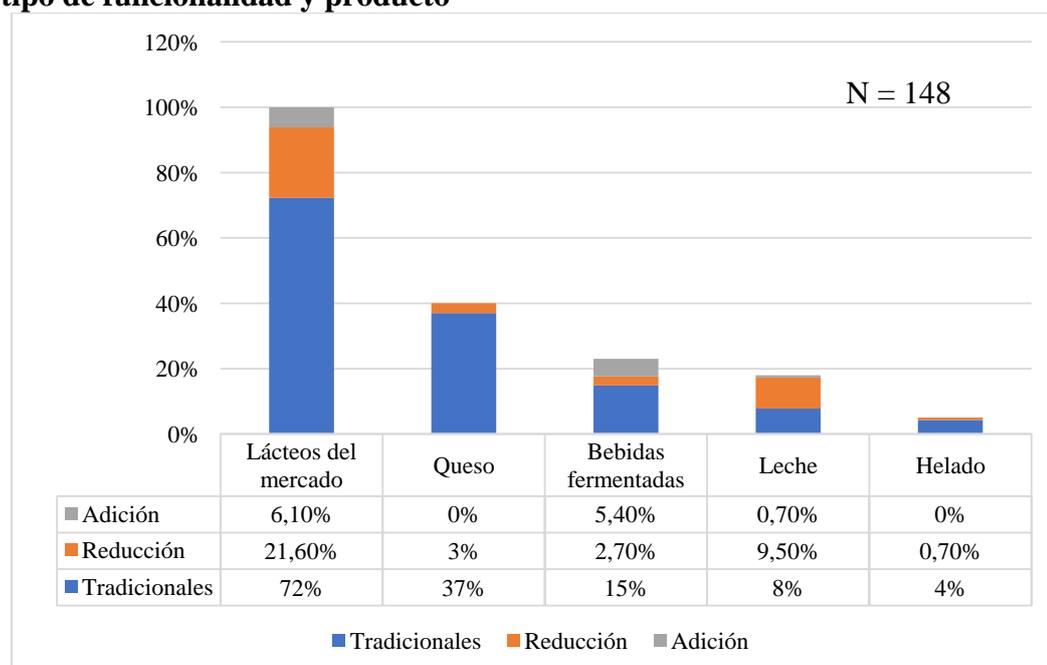
Gráfica 7: Distribución porcentual por institución en la que se desarrolla el producto



Fuente: Autor

6.10 Alimentos funcionales; Mercado actual en Colombia: Actualmente, el mercado tiene una gran variedad de alimentos funcionales, presentándose principalmente en leche y productos lácteos como quesos y bebidas fermentadas. Estos alimentos funcionales representan el 27,7% de los alimentos existentes en el mercado colombiano de origen lácteo.

Gráfica 8: Distribución de alimentos funcionales en el mercado actual por tipo de funcionalidad y producto



Fuente: Autor

De los alimentos identificados, los alimentos cuya funcionalidad es la disminución de uno de sus componentes es el predominante con un 21,6% de participación sobre los productos ofertados en el mercado de origen lácteo, llegando a ser tres veces mayor al mercado de alimentos con algún tipo de adición. También se puede observar que la leche (12.2%) es el alimento con mayor porcentaje de modificación de su composición, mientras las bebidas fermentadas son el mayor exponente de la adición de compuestos bioactivos (8.1%).

7. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

El desarrollo de alimentos funcionales alrededor del mundo ha venido aumentando en la última década; diferentes países están liderando esta tendencia de utilizar las características de los alimentos para promover la salud, presentando nuevos productos con estas características al mercado, en donde se encontró que hubo un aumento de 904 a 1859 productos registrados en el mundo con características funcionales (Corbo, Bevilacqua, Petruzzi, Casanova, & Sinigaglia, 2014). Esta tendencia sobre el desarrollo de alimentos funcionales en Colombia se ve reflejada en el número de publicaciones existentes y la velocidad de crecimiento de estas; mientras que a comienzos de la última década no hubo publicaciones frente a este tema, en los últimos cinco años el incremento acumulado de 18 artículos a la fecha, dando razón del interés existente en desarrollar nuevos productos que puedan contribuir al mejoramiento de la salud de los colombianos.

Al realizar un análisis sobre las profesiones de los autores de los estudios desarrollados, se encuentra que el Ingeniero de Alimentos es quien mayor participación tiene en el diseño de estos productos; esto debido a que este profesional busca programar, ejecutar, diseñar y optimizar los procesos involucrados en la producción de alimentos velando por la conservación de sus características (Muñoz, 2004), por lo que su presencia es necesaria al momento de plantear nuevos alimentos. Aún así, los Nutricionistas Dietistas tienen un papel importante en el desarrollo de este tipo de alimentos, debido a que parte de sus competencias profesionales, incluye el brindar asesoría a la industria de alimentos sobre características nutricionales especiales y cómo éstas pueden beneficiar a la salud de los consumidores (ACOFANUD, 2013), haciendo necesaria su participación en la creación de nuevos productos para asegurar que sus características sean adecuadas para mejorar la salud, por lo que se encuentra la necesidad de tener una participación de diferentes disciplinas al momento de formular nuevos alimentos, profesionales capaces de entender la composición de los alimentos, los beneficios para la salud de su consumo, quienes entiendan los procesos tecnológicos implicados en la elaboración, así como sus adecuados métodos de conservación y factores de riesgo por crecimiento de microorganismos (Bigliardi & Galati, 2013).

Las publicaciones existentes en el país demuestran que existe interés por desarrollar alimentos beneficiosos para la salud desde el comienzo de los estudios; de los 18 documentos analizados a nivel nacional, el 22% es realizado en forma de tesis de pregrado y 61% en tesis de maestría; sin embargo, la publicación de documentos en revistas científicas de alto impacto no es prevalente, estando el 17% de las publicaciones a modo de artículos en revistas clasificadas en categorías B y C de acuerdo al Publindex de Colciencias en Colombia y únicamente un artículo publicado en una revista de alto impacto, clasificada en Q1.

De acuerdo con Betoret et al., (2011), el desarrollo de alimentos funcionales en el mundo está siguiendo tendencias similares. Debido a los tipos de adiciones que se realizan actualmente a los alimentos funcionales, los procesos tecnológicos que se recomiendan y utilizan permiten la viabilidad de sus componentes bioactivos. Los métodos de adición utilizados en Colombia responden a las tendencias mundiales que garantizan la estabilidad y supervivencia de los compuestos, los cuales se dan a partir de deshidratación, mezclado y triturado y otros más complejos como el microencapsulado y la liofilización (Bigliardi & Galati, 2013).

Los alimentos más comúnmente utilizados en desarrollo de funcionales se encuentran, principalmente, alrededor de los derivados fermentados de la leche, debido a que poseen características que facilitan su manipulación y adaptación a recibir nuevos componentes en su conformación como producto final. Esto hace que en Colombia el alimento más estudiado en torno a adición de compuestos bioactivos sea las bebidas fermentadas, principalmente el yogur, que además, es al que más variedad de compuestos se adiciona. No obstante, las tendencias internacionales muestran interés en explorar otros derivados lácteos, encontrándose que la adición de estos compuestos en quesos, mantequillas y helados permita una variedad más amplia de productos disponibles para los consumidores. Además, posibilita que se alcance a nuevos consumidores por acoger productos que, dependiendo de las costumbres propias de las personas, presentan una palatabilidad diferente (Maletto, 2016).

Los estudios a nivel internacional demuestran que la matriz láctea es capaz de servir como transportador de componentes bioactivos. Se ha evaluado la viabili-

dad de utilizar fibra, prebióticos y probióticos en diferentes alimentos que, con los procesos tecnológicos adecuados, permiten la formulación de nuevos productos.

La aceptación positiva que han mostrado los consumidores en las pruebas afectivas realizadas por los investigadores. Los compuestos fenólicos son un foco de estudio reciente en el desarrollo de nuevos productos, debido a su alta capacidad antioxidante para combatir los efectos nocivos de los estilos de vida occidentales (Murray, Dordevic, Ryan, & Bonham, 2017). Aunque estos compuestos presenten actividades favorables en el organismo, se debe tener en cuenta el perfil epidemiológico de Colombia, en donde se encuentra que las enfermedades cardiovasculares son la primera causa de muerte en la población, por lo que nuevos productos que puedan colaborar a disminuir el riesgo de padecer este tipo de enfermedades se vuelve crítico al momento de pensar en nuevos alimentos funcionales; es por esto la adición de fibra, probióticos y prebióticos en diferentes alimentos puede ser un foco de interés para futuros desarrollos. Las publicaciones nacionales actuales muestran una clara inclinación hacia la adición de éstos en la matriz láctea siendo del 39% de los productos, demostrando su viabilidad. Es necesario que estas nuevas formulaciones sean permeables a la industria, para permitir que, a futuro, se encuentren más alimentos en el mercado con este enfoque preventivo.

Tanto los documentos nacionales como internacionales muestran seguir estándares frente a la evaluación en la composición de diferentes características de los alimentos, teniendo en cuenta aquellos lineamientos establecidos por entidades competentes en materia de, por ejemplo, análisis fisicoquímico de las muestras o análisis proximales, como los dicta la AOAC.

Se encontró que las publicaciones se desarrollan, en mayor medida, en un ámbito académico, siendo las instituciones de educación superior de diferentes países aquellas entidades que fomentan la investigación y desarrollo de este tipo de alimentos. En Colombia sucede de forma similar, debido a que es en las universidades en donde se lleva a cabo el diseño y experimentación para la creación del alimento de acuerdo con la documentación disponible. La Universidad Nacional de Colombia es la entidad que mayor número de documentos ha emitido hasta el momento, contando con el 67% de los documentos recientes del país, atribuido a

la integridad y facilidad de desarrollo por el acceso a tecnología y materias primas aptas para realizar estos experimentos.

Las tendencias en innovación y desarrollo en el mercado están cambiando. Un porcentaje elevado de los alimentos funcionales disponibles se enfoca en la reducción de compuestos, principalmente centrándose en la disminución del componente graso y descomposición de discáridos para disminuir el consumo de grasas saturadas y facilitar la digestión, los estudios a nivel global y nacional muestran un cambio; se busca hacer adición de compuestos bioactivos en alimentos que tienen su composición completa o en algunos con un tipo de disminución.

De igual forma, los alimentos que se están utilizando para el desarrollo de estos productos se están variando cada vez más, dejando de centrarse en leche y yogur, buscando otros alimentos que se adapten a los gustos del consumidor y permitan diversificar la dieta. Se han presentado diferentes productos como helados, postres, y quesos con componentes funcionales, que permiten a los consumidores encontrar alternativas que no impliquen que comer saludable sea excluyente del gusto por la comida gourmet (Mascaraque, 2017). Esto se debe, principalmente, a los avances tecnológicos en materia de desarrollo de procesos y materiales que permiten la adición de estos compuestos y que, además, aseguran su viabilidad (Betorel et al., 2011).

Los alimentos funcionales actuales del mercado nacional presentan características muy similares. En su mayoría tienen reducción del componente graso y adición de vitaminas o minerales necesarios para el crecimiento, pero que en su mayoría no son nutrientes que puedan verse comúnmente en déficit en la población colombiana. Aun así, entre los consumidores hay cada vez más conciencia con respecto a su alimentación; buscan consumir alimentos que no perjudiquen su estado de salud, evaluando lo que consume. La oferta es cada vez más variada, los productos con alteraciones en su composición tienen mayor participación en el mercado.

Para países como Colombia, la normatividad puede significar una limitante para el desarrollo de estos alimentos; dentro de las resoluciones y decretos existentes alrededor de la fabricación, producción y comercialización de la matriz láctea no se tiene una definición amplia de alimentos funcionales, ni en rotulado nutricional,

dado que en la Resolución 333 de 2011, referente al rotulado nutricional de alimentos y bebidas, no tiene dentro de sus definiciones los alimentos funcionales, sin embargo permite que se hagan declaraciones en salud, en donde un alimento puede tener explícito que su consumo colabora al mejoramiento de la salud. La adición de ciertos compuestos que no están dictaminados dentro de estos documentos legales hace que el nombre y por consiguiente el mercadeo de estos productos se dificulte, el consumidor se confunda y por ende no lo consuma, por lo que una de las estrategias necesarias para fomentar el desarrollo de este tipo de alimentos es la adecuada educación y comercialización en lo que respecta al consumo de alimentos funcionales y sus beneficios en la salud humana (Fuentes-Berrio & Acevedo-Correa, 2015).

Otro tema de interés para el desarrollo de alimentos funcionales es el factor financiero, debido a que los componentes que se deseen utilizar pueden ser de alto costo. Sin embargo, se ha comprobado que cuando se realiza un adecuado control de mercadeo de los productos y se garantiza, mediante evidencia científica, que su consumo contribuirá a la salud, la industria muestra gran interés en este tipo de alimentos, ya que se ha demostrado que a través de la buena comercialización de estos productos, se ha llegado a tener una participación elevada en el mercado para empresas en el país (Fuentes-Berrio & Acevedo-Correa, 2015).

8. CONCLUSIONES

- A nivel internacional, en los últimos diez años, el diseño y desarrollo de alimentos funcionales a partir de leche de vaca como materia prima predominante, se ha enfocado hacia la adición de nuevos compuestos bioactivos diferentes a los tradicionales (probióticos), como lo son: antioxidantes, ácidos grasos esenciales y prebióticos.
- En el territorio nacional, se observó una predilección creciente en los últimos años hacia la adición de compuestos bioactivos, dentro de los cuales los más estudiados son los prebióticos, probióticos, péptidos bioactivos y minerales, donde también se incluye, en menor proporción, la adición de antioxidantes, ácidos grasos esenciales y vitaminas, siguiendo la tendencia internacional.
- Mientras que el mercado actual de Colombia se enfoca en la reducción de grasa y adición de vitaminas, las publicaciones de investigación original de la última década muestran una tendencia hacia la adición de componentes bioactivos.

9. RECOMENDACIONES

Dado que el campo de alimentos funcionales no se limita únicamente al mercado lácteo, sería valioso realizar una revisión frente al estado de desarrollo en alimentos funcionales de otras matrices.

Debe hacerse una vigilancia sobre la normatividad a nivel mundial frente al etiquetado y declaración de propiedades en salud, debido que varios artículos no reportan seguir alguna normativa específica, para proponer una legislación que establezca el contexto de alimentos funcionales en Colombia.

Se recomienda realizar nuevos ensayos *in vitro* y/o *in vivo* a las industrias y a la academia, de manera que respalde la viabilidad del alimento funcional asegurar con transparencia los beneficios al consumidor.

10. BIBLIOGRAFÍA

- ACOFANUD (2013). *Perfil y competencias profesionales del nutricionista dietista en Colombia*. 1(1), 1-71
- Amaya, A. M. (2016). *Elaboración de una bebida láctea fermentada enriquecida naturalmente con ácidos grasos esenciales* (Tesis de maestría). Universidad Nacional de Colombia, Bogotá D.C., Colombia.
- Arteaga-Márquez, M., Mendoza-Corvis, F., Montes-Guzmán, M., & Ruiz-Sánchez, O. (2016). Efectos del *Bifidobacterium animalis* y dos cepas de *Lactococcus lactis* en el queso costeño. *Corpoica Cienc Tecnol Agropecuaria, Mosquera (Colombia) Cienc Tecnol Agropecuaria*, 17(3), 391–402.
https://doi.org/http://dx.doi.org/10.21930/rcta.vol17_num3_art:515
- Ashwell, M. (2004). CONCEPTOS SOBRE LOS ALIMENTOS FUNCIONALES. Recuperado el 25 de enero de 2018, a partir de http://ilsu.eu/wp-content/uploads/sites/3/2016/06/C2002Con_FoodSpan.pdf
- Barón, M. R. (2010). *Desarrollo de bebidas lácteas funcionales con énfasis en ácido linoleico conjugado (CLA)* (Tesis de maestría). Universidad Nacional de Colombia, Bogotá D.C., Colombia.
- Bejarano Roncancio, J. J., Cobos de Rangel, O. P., & Uriza-Pinzón, J. P. (2011). Formulación de una bebida láctea con sabor a arequipe enriquecida con hierro y ácido fólico, dirigida a mujeres gestantes. *Revista Fac Med*, 59(1), 21–29.
- Bhat, Z. F., & Bhat, H. (2011). Milk and Dairy Products as Functional Foods: A Review. *International Journal of Dairy Science*, 6(1), 1–12.
<https://doi.org/10.3923/ijds.2011.1.12>
- Bigliardi, B., & Galati, F. (2013). Innovation trends in the food industry: The case of functional foods. *Trends in Food Science and Technology*, 31(2), 118–129.
<https://doi.org/10.1016/j.tifs.2013.03.006>
- Castilla, C. A. & Muñoz, W. A. (2017). *Elaboración de un yogur cuchareable fortificado con zumo de vegetales encapsulado y cáscara de piña pulverizada para población infantil* (Tesis de pregrado). Universidad de la Salle, Bogotá D.C., Colombia.
- Castillo, R. (2016). *Efecto de la inulina y harina de quinua en las características fisicoquímicas, sensoriales y de crecimiento de las bacterias ácido lácticas en kumis* (Tesis de pregrado). Universidad de la Salle, Bogotá D.C., Colombia.
- Corbo, M. R., Bevilacqua, A., Petruzzi, L., Casanova, F. P., & Sinigaglia, M. (2014). Functional Beverages: The Emerging Side of Functional Foods: Commercial Trends, Research, and Health Implications. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 13(6), 1192–1206. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12109>
- Decreto 616. Ministerio de la Protección Social, Bogotá, Colombia, 28 de febrero de 2006

- Departamento Nacional de Estadística (DANE). (2016). *Diez primeras causas de defunción, según departamento de residencia, Estadísticas Vitales*.
- DYNA. (2014). Una guía corta para escribir revisiones sistemáticas de literatura. *DYNA*, 81 (187), 9-12.
- Fuentes-Berrio, L., & Acevedo-Correa, D. (2015). Alimentos funcionales: Impacto y retos para el desarrollo y bienestar de la sociedad colombiana. *Bioteología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 13(2), 140–149.
[https://doi.org/10.18684/BSAA\(13\)140-149](https://doi.org/10.18684/BSAA(13)140-149)
- Garavito, M. L. (2015). *Utilización de un concentrado proteico de ultrafiltración en el desarrollo de una bebida láctea* (Tesis de maestría). Universidad Nacional de Colombia, Bogotá D.C., Colombia.
- Granados-Conde, C., Cuello, González, R. E., Galindo S., W., Pérez Z., D., & Pájaro Castro, N. (2015). Obtención de queso crema con propiedades funcionales suplementado con sólidos de lactosuero e inoculado con *Lactobacillus casei* Obtaining cream cheese supplemented with whey solids and inoculated with *Lactobacillus casei* Obteniendo propiedades funcionais cr, 20(2).
- Guías Alimentarias Basadas en Alimentos para la población colombiana mayor de 2 años. Instituto Colombiano de Bienestar Familiar ICBF, Bogotá, Colombia, noviembre de 2015.
- Gutiérrez, C. (2010). *Evaluación del comportamiento de la adición de hierro en la elaboración de yogur y kumis para el desarrollo de productos fortificados* (Tesis de maestría). Universidad Nacional de Colombia, Bogotá D.C., Colombia.
- Hendijani, F., & Akbari V. (2017). Probiotic supplementation for management of cardiovascular risk factors in adults with type II diabetes: A systematic review and meta-analysis. *Clinical Nutrition*, 37(1), 532–541.
- Instituto Colombiano de Bienestar Familiar (ICBF). (2010). *Encuesta Nacional de la Situación Nutricional en Colombia 2010*.
- Instituto Colombiano de Bienestar Familiar (ICBF). (2015). *Encuesta Nacional de la Situación Nutricional en Colombia 2015*.
- Instituto Nacional de Cancerología. (2006). *Magnitud de cáncer en el país*. Ministerio de Salud y Protección Social. Recuperado de:
http://www.cancer.gov.co/cancer_en_cifras
- Kirii, K., Iso, H., Date, C., Fukui, M., & Tamakoshi, A. (2010). Magnesium Intake and Risk of Self-Reported Type 2 Diabetes among Japanese. *Journal of the American College of Nutrition*, 29(2), 99–106.
<https://doi.org/10.1080/07315724.2010.10719822>
- Lancheros, K. A. (2017). *Elaboración de un yogur tipo griego con un ingrediente funcional* (Tesis de maestría). Universidad Nacional de Colombia, Bogotá D.C., Colombia.

- Lindarte, J. (2015). *Elaboración de una torta helada baja en grasa con lactosuero y frutas* (Tesis de maestría). Universidad Nacional de Colombia, Bogotá D.C., Colombia.
- Lindmark Månsson, H. (2008). Fatty acids in bovine milk fat. *Food & Nutrition Research*, 52(1), 1821. <https://doi.org/10.3402/fnr.v52i0.1821>
- Lucey, J. A., Otter, D., & Horne, D. S. (2017). A 100-Year Review: Progress on the chemistry of milk and its components. *Journal of Dairy Science*, 100(12), 9916–9932. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13250>
- Maletto, B. P. (2016). Functional Food, Trends and Future. *Nutraceuticals World*, 6(June), 42–46.
- Markovina, J., Čačić, J., Gajdoš Kljusurić, J., & Kovačić, D. (2011). Young consumers' perception of functional foods in Croatia. *British Food Journal*, 113(1), 7–16. <https://doi.org/10.1108/00070701111097303>
- Mascaraque, M. (2017). Global Functional Food Trends: Natural vs Fortified. *Nutraceuticals World*, 1, 53–55.
- Massey, L. K. (2001). Recent Advances in Nutritional Sciences Dairy Food Consumption, Blood Pressure and Stroke 1, 2. *The Journal of Nutrition*, 131(7), 1875–1878. <https://doi.org/10.1017/S0022029900022834>
- Molina, E. (2018). Microbioma, microbiota y cáncer. *Sebbm divulgación*, (1), 1–2. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0011273.SEBBM>
- Muñoz, H. (2004). *Competencias profesionales de un ingeniero en alimentos. Un estudio sobre su formación matemática*. 17(1), 194-200.
- Murray, M., Dordevic, A. L., Ryan, L., & Bonham, M. P. (2017). An emerging trend in functional foods for the prevention of cardiovascular disease and diabetes: Marine algal polyphenols. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 58(8), 1–17. <https://doi.org/10.1080/10408398.2016.1259209>
- Ochoa, C. L. (2014). *Desarrollo de helado bajo en grasa, con polidextrosa* (Tesis de maestría). Universidad Nacional de Colombia, Bogotá D.C., Colombia.
- Ozen, A. E., Pons, A., & Tur, J. A. (2012). Worldwide consumption of functional foods: A systematic review. *Nutrition Reviews*. <https://doi.org/10.1111/j.1753-4887.2012.00492.x>
- Pedraza, N. (2012). *Desarrollo de yogur con inclusión de fibra* (Tesis de maestría). Universidad Nacional de Colombia, Bogotá D.C., Colombia.
- Pereira, P. C. (2014). Milk nutritional composition and its role in human health. *Nutrition*, 30(6), 619–627. <https://doi.org/10.1016/j.nut.2013.10.011>
- Pramme-Steinwachs, I., Jastroch, M., & Ussar, S. (2017). Extracellular calcium modulates brown adipocyte differentiation and identity. *Scientific Reports*, 8888(7), 1–10. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-09025-3>
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). (2016). *Colombia*.

- Ramos, K. P. & Zabaleta, K. S. (2013). *Elaboración de un yogur estandarizado con adición de Hibiscus sabdariffa (Flor de jamaica), con propiedad funcional (anti-oxidante)* (Tesis de pregrado). Universidad de Cartagena, Cartagena, Colombia.
- Redacción Nacional. (2017). Estas son las principales causas de muerte en Colombia. *El Espectador*. Recuperado de:
<https://www.elespectador.com/noticias/nacional/estas-son-las-principales-causas-de-muerte-en-colombia-articulo-730249>
- Resolución 02310. Ministerio de Salud, Bogotá, Colombia, 24 de febrero de 1986
- Resolución 333. Ministerio de la Protección Social, Bogotá, Colombia, 10 de febrero de 2011
- Revista Dinero. (2009). En la onda saludable. *Dinero*. Recuperado de:
<http://www.dinero.com/edicion-impres/a/especial-comercial/articulo/en-onda-saludable/79594>
- Romero, A. (2010). *Evaluación de la calidad sensorial y química de un yogur de té verde descremado con probióticos* (Tesis de maestría). Universidad Nacional de Colombia, Bogotá D.C., Colombia.
- Romero, C. C. (2016). *Sustitución de sólidos no grasos lácteos por harina de amaranto (Amaranthus caudatus) en helados de crema* (Tesis de pregrado). Universidad de la Salle, Bogotá D.C., Colombia.
- Rozenberg, S., Body, J. J., Bruyère, O., Bergmann, P., Brandi, M. L., Cooper, C., ... Reginster, J. Y. (2016). Effects of Dairy Products Consumption on Health: Benefits and Beliefs—A Commentary from the Belgian Bone Club and the European Society for Clinical and Economic Aspects of Osteoporosis, Osteoarthritis and Musculoskeletal Diseases. *Calcified Tissue International*, 98(1), 1–17.
<https://doi.org/10.1007/s00223-015-0062-x>
- Santillán-Urquiza, E., Méndez-Rojas, M. A., & Vélez Ruiz, J. F. (2014). Productos lácteos funcionales, fortificados y sus beneficios en la salud humana. *Temas Selectos de Ingeniería de Alimentos*, 8(1), 5–14.
- Séverin, S., & Wenshui, X. (2005). Milk Biologically Active Components as Nutraceuticals : Milk Biologically Active Components as Nutraceuticals : Review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 45(July), 645–656.
<https://doi.org/10.1080/10408690490911756>
- Urgell, M. R., & Orleans, A. S. (2005). La importancia de los ingredientes funcionales en las leches y cereales infantiles. *Nutrición Hospitalaria*, 20(2), 135–146.
- Uriza, J. P. (2014). *Evaluación de la inclusión de los β -glucanos de Ganoderma lucidum en yogur* (Tesis de maestría). Universidad Nacional de Colombia. Bogotá D.C., Colombia.
- Villamil, R. A. (2017). *Desarrollo de dos tipos de queso reducidos en sodio una alternativa en la alimentación saludable y regímenes alimentarios especiales* (Tesis de maestría). Universidad Nacional de Colombia, Bogotá D.C., Colombia.

- Visioli, F., & Strata, A. (2014). Milk, Dairy Products, and Their Functional Effects in Humans: A Narrative Review of Recent Evidence. *Advances in Nutrition: An International Review Journal*, 5(2), 131–143. <https://doi.org/10.3945/an.113.005025>
- Zegler, J. (2017). Tendencias mundiales en alimentos y bebidas para 2018. *Mintel*. Recuperado de: <http://es.mintel.com/tendencias-de-alimentacion-y-bebidas/>

11. ANEXOS

Anexo 1: Matriz de recolección de artículos nacionales e internacionales

Revista	Clasificación revista	Año de publicación	Título	Tipo de publicación	Idioma	No. Autores	Autores	Filiación de autores	Institución	Objetivo
Metodología	Alimento	Análisis fisicoquímico	Otros análisis (reología, vida útil, etc.)	Tipo de compuesto	Bioactivo	Biomarcador	Ensayo biológico	Análisis sensorial (Analítico)	Análisis sensorial (Afectivo)	Resultados

Anexo 2: Matriz de recolección de productos en el mercado

Alimento	Nombre técnico	Nombre comercial	Declaraciones nutricionales	Declaraciones en salud	Porción recomendada	Bioactivo
----------	----------------	------------------	-----------------------------	------------------------	---------------------	-----------