

Quesos con adición de cultivos probióticos

Trabajo de grado para optar al título de Especialista en Alimentación y Nutrición

Diana Carolina Soto Tafur

Asesor

Angela María León Peláez

Ingeniera de alimentos

Doctora en Ciencias UNLP

Unilasallista Corporación Universitaria

Facultad de ingeniería

Caldas-Antioquia

2023

Contenido

Introducción.....	8
Planteamiento del Problema y Justificación	11
Planteamiento del Problema.....	11
Justificación.....	12
Objetivos	13
Objetivo General.....	13
Objetivos Específicos	13
Marco Teórico.....	14
Materia Prima e Insumos de Los Quesos	14
Cultivos Iniciadores.....	14
Bacterias del Ácido Láctico (BAL).....	15
Microorganismos Probióticos	16
Actividad Proteolítica de Las Bacterias Ácido Lácticas (BAL).....	16
Lipólisis	17
Producción de Aromas.....	17
Producción de Gas	17
Producción de Sustancias Inhibidoras	17
Queso Madurado.....	18
Procesamiento de Los Quesos Madurados	18

Recepción de la Leche y Filtración	19
Pasteurización	19
Descremado	19
Homogeneización	19
Adición de Cultivos Iniciadores	19
Adición de Cultivos Probióticos	19
Elección de los cultivos probióticos	19
Momento de la adición	20
Efectos en la textura y sabor	20
Beneficios para la salud	20
Control de calidad	20
Coagulación	20
Corte de la Masa Cuajada	20
Desuerado	20
Lavado de la Cuajada	20
Salado	20
Moldeo	20
Pesado	20
Empaque	20
Almacenamiento	20

Clasificación de Los Quesos Madurados	20
<i>Quesos Frescos o no Madurados.....</i>	22
<i>Quesos de Pasta Blanda.....</i>	22
<i>Quesos de Pasta Semidura o Semicurada.....</i>	22
<i>Quesos de Pasta Dura o Curada.....</i>	22
<i>Quesos Azules o Quesos Con Mohos.....</i>	22
<i>Quesos de Pasta Cocida.....</i>	22
<i>Quesos de Pasta Prensada.....</i>	22
<i>Quesos de Cabra Madurados</i>	22
Alimentos Funcionales	22
Queso Probiótico	23
<i>Figura 1. Elaboración de Queso Madurado.....</i>	24
Metodología	27
Resultados	29
Presentación y Resumen de Resultados.....	29
<i>Figura 2. Quesos madurados con adición de cultivos probióticos.....</i>	29
<i>Composición Microbiológica del Queso Terminado</i>	30
<i>Bacterias Ácido Lácticas (BAL).....</i>	30
<i>Hongos Filamentosos.....</i>	31
<i>Levaduras.....</i>	31
<i>Cultivos Probióticos Adicionados al Queso.....</i>	31

<i>Artículos Sobre Encapsulación</i>	32
<i>Cultivos Lácticos.</i>	33
<i>Desarrollo tecnológico</i>	33
<i>Artículos Sobre el Efecto en el Perfil Sensorial</i>	33
Discusión	35
Bacterias Ácido Lácticas en Quesos Madurados	36
Queso Como Vehículo de Microorganismos Probióticos	37
Proteínas y Grasas en el Queso Adicionado de Probióticos	39
Protección de Microorganismos Probióticos en Queso Madurado y Mediante Encapsulación	40
Actividad Biológica y Digestión	41
Conclusiones	43
Referencias	45
Anexo	53
Tabla 1. Quesos con adición de cultivos probióticos	53

Resumen

Los alimentos que contienen microorganismos probióticos, son cada vez más demandados por sus propiedades sensoriales, nutricionales y promotoras de la salud. Estos mantienen un equilibrio saludable de la microbiota intestinal, promueven una digestión adecuada y fortalecen el sistema inmune. Los cultivos bacterianos iniciadores son empleados en la elaboración de quesos artesanales para acelerar la acidificación y además ayudan a mantener sus características sensoriales y controlar la presencia de patógenos. Los quesos madurados con adición de cepas probióticas y cultivos bacterianos iniciadores o starter son una fuente de alimentos funcionales de alto valor nutricional. Este proyecto propone la revisión sistemática de investigaciones realizadas a nivel internacional sobre quesos madurados con adición de microorganismos probióticos y cultivos iniciadores, durante los últimos 5 años. Los temas centrales a abordar incluyen los desarrollos en las tecnologías de fabricación, así como las declaraciones sobre sus beneficios en la salud del consumidor y los reportes sobre composición bromatológica y microbiológica. Metodológicamente, se siguió una revisión en bases de datos científicas, seleccionando aquellas publicaciones que abordan los objetivos propuestos. Los resultados obtenidos se sistematizaron agrupándolos y se analizó estadísticamente su prevalencia.

Palabras clave: quesos madurados, elaboración de quesos, cultivos probióticos, cultivos iniciadores, leche fermentada.

Abstract

Foods that contain probiotic microorganisms are increasingly in demand for their sensory, nutritional and health-promoting properties. These maintain a healthy balance of the intestinal microbiota, promote proper digestion and strengthen the immune system. Bacterial starter cultures are used in the production of ripened cheeses, they help maintain the sensory characteristics, and they also control the presence of pathogens. Cheeses ripened with the addition of probiotic strains and bacterial starter cultures can be a source of functional foods with high nutritional value. This project proposes the systematic review of research carried out internationally on cheeses ripened with the addition of probiotic microorganisms and starter cultures, during the last 5 years. The central topics to be addressed include developments in manufacturing technologies, as well as claims about their benefits for consumer health and reports on bromatological and microbiological composition. Methodologically, a review of scientific databases was followed, selecting those publications that address the proposed objectives. The results obtained were systematized by grouping them and their prevalence was statistically analyzed.

Key words: ripened cheeses, cheese making, probiotic cultures, fermented milk starter cultures.

Introducción

Los consumidores son cada vez más conscientes de la importancia de la dieta para una buena salud y, a menudo, prefieren productos alimenticios que puedan mejorar su calidad de vida. La demanda de alimentos funcionales ha aumentado debido al deseo general de una mejor calidad de vida y una mayor longevidad (Kotilainen et al., 2006). Esto ha propiciado el desarrollo de alimentos funcionales y un mayor mercado para su consumo (Domínguez-Díaz et al., 2020). Además de su valor nutricional, los alimentos funcionales pueden reducir el riesgo de enfermedades como el cáncer, la diabetes tipo 2, la dislipidemia y las enfermedades cardiovasculares (ECV) (Granato et al., 2020).

Una amplia gama de productos lácteos, incluido el queso, incorporan bacterias probióticas, presentando un desafío porque el procesamiento, el entorno del producto y las condiciones de almacenamiento pueden afectar negativamente la supervivencia y viabilidad de las bacterias agregadas (Castro et al., 2015). El queso es una excelente fuente de nutrición (particularmente proteínas, calcio, fósforo y vitaminas, incluidas A y D), y posee una alta biodisponibilidad y palatabilidad (Uliescu et al., 2007). La leche y los productos lácteos de calidad son una fuente importante y fácilmente accesible de proteína de origen animal en la dieta humana. Dado que el queso generalmente posee un pH más alto y por lo tanto, un ambiente más estable que los productos lácteos fermentados, es más probable que las bacterias probióticas sobrevivan a largo plazo.

Las bacterias probióticas son microorganismos vivos, principalmente bacterias, que, cuando se consumen en cantidades adecuadas, pueden conferir beneficios para la salud del huésped. Estos microorganismos son comúnmente asociados con la mejora del equilibrio de la flora bacteriana en el tracto gastrointestinal, lo que puede tener efectos positivos en la salud digestiva y en otros aspectos del bienestar. Estas bacterias incluyen géneros como *Lactobacillus* y *Bifidobacterium*, entre otros. La mayoría de las bacterias ácido lácticas (BAL)

probióticas empleadas para alimentación humana pertenecen a las especies *Lactobacillus rhamnosus*, *Lactobacillus casei* o *Lactobacillus plantarum* (Milesi et al., 2009).

Según O'Sullivan et al. (2007), las bacterias del ácido láctico (BAL) desempeñan el papel principal en la fabricación de queso, especialmente el queso duro. Los cinco géneros de BAL más importantes que contribuyen al sabor del queso son: *Lactococcus*, *Streptococcus*, *Lactobacillus*, *Leuconostoc* y *Enterococcus*. La incorporación de bacterias probióticas como iniciador en el queso, especialmente especies de *Lactobacillus*, aporta la actividad peptidasa, que hidroliza péptidos liberando aminoácidos y oligopéptidos libres, cambiando el sabor, el cuerpo y la textura, y así en las propiedades sensoriales del queso (Santillo y Albanzia, 2008; Soufa y Saad, 2009). La matriz y el alto contenido de grasa del queso pueden proteger a los organismos durante el paso por el tracto gastrointestinal (Stanton et al., 1998).

El queso ofrece las condiciones anaeróbicas necesarias y un pH adecuado para la incorporación de bifidobacterias. El queso es uno de los alimentos a base de leche fermentada que se caracteriza por sus diversas texturas, aromas y sabores. Como vehículo de administración de probióticos es una opción lógica debido a su alto contenido de grasa y su sólida capacidad amortiguadora, esta se refiere a la cantidad de ácido o base que una solución amortiguadora puede neutralizar antes de que haya grandes cambios en el pH, como por ejemplo la sal. (Marcatti et al., 2009).

El consumo de queso no aumenta el riesgo de enfermedades crónicas prevalentes a nivel mundial, como enfermedades cardiovasculares y diabetes mellitus, y se recomienda como más nutritivo que algunos alimentos (Tong et al., 2017). Por lo tanto, cualquier probiótico agregado al queso será un beneficio adicional a lo que ya se ofrece.

La maduración es la etapa industrial más importante en la producción de queso, estableciendo una cascada de reacciones bioquímicas que generan sus características sensoriales. Durante el período de maduración se producen una serie de cambios

microbiológicos y bioquímicos, entre ellos la glucólisis, la lipólisis y la proteólisis (Fox et al., 1993). El aroma y sabor del queso resultan de la descomposición de las proteínas, grasas, lactosa y citrato de la leche por enzimas de microorganismos, coagulantes y la propia leche (McSweeney, 2004). También se ha descubierto que algunos quesos contienen bacterias de ácido láctico no iniciadoras (NSLAB) que tienen propiedades probióticas (Settanni y Moschetti, 2010; Leeuwendaal, Stanton, O'Toole y Beresford, 2021). NSLAB son poblaciones microbianas que se encuentran en el queso y que no son responsables de la conversión de la leche en queso (es decir, no contribuyen al proceso de acidificación) y no se agregan deliberadamente, generalmente provenientes de la propia leche o de la maquinaria y el personal de la planta involucrados en el proceso de elaboración del queso (Beresford, Fitzsimons, Brennan y Cogan, 2001; Chamba y Irlinger, 2004).

En Colombia se consumen quesos frescos y algunos madurados. Desde inicios del siglo XXI, se ha instalado el consumo de leches fermentadas con probióticos, pero aún falta un recorrido para el conocimiento, divulgación y consumo de los quesos madurados con adición de microorganismos probióticos. Esta investigación tuvo como objetivo investigar las características principales reportadas en diferentes publicaciones a nivel mundial al incorporar microorganismos probióticos en quesos madurados. Se encontraron especialmente reportes sobre viabilidad microbiana, propiedades sensoriales, de composición microbiológica y bromatológica de los quesos. Algunas publicaciones también reportaron los efectos en salud atribuidos a la presencia de microorganismos probióticos. De especial interés es el desarrollo que se ha dado al estudio de la encapsulación de los microorganismos para mejorar su supervivencia durante los tiempos de maduración.

Planteamiento del Problema y Justificación

Planteamiento del Problema.

Los alimentos probióticos poseen altas concentraciones de microorganismos productores de compuestos biológicamente activos que generan efectos fisiológicos deseables (Segura, 2005). Para obtener dichos beneficios, se recomienda una ingesta diaria de $10E+08-09$ UFC/mL (Rasic, 1983), requiriendo un consumo diario de 100 g de alimento con una concentración alrededor de $10E+06$ ufc/g de producto (Shah, 2001). El queso es un vehículo más apropiado para microorganismos probióticos que otros alimentos, dado que posee mayor capacidad amortiguadora del pH, mayor exclusión del oxígeno y mayor contenido graso, favoreciendo la resistencia y supervivencia de los microorganismos durante el almacenamiento del producto y el pasaje por el tránsito intestinal (Delgado & Castro, 2004; Drgalic, Tratnik & Bozanic, 2005). Se han desarrollado investigaciones en áreas que incluyen el aporte del queso adicionado de microorganismos probióticos a la mejora de la salud intestinal; el fortalecimiento del sistema inmunológico; propiedades antioxidantes; el beneficio sobre la salud cardiovascular y sus propiedades antimicrobianas, entre otras.

Dado que Colombia es un país productor de leche de vaca y búfala entre otras, es interesante conocer el potencial de desarrollo y producción de quesos madurados con probióticos, así como proponer la promoción de su consumo. Sin embargo, búsquedas previas realizadas en esta investigación han arrojado que existen pocas investigaciones y ninguna revisión sobre este tema en el país. La realización de una revisión y sistematización de las investigaciones científicas que se han realizado en los últimos años aporta al conocimiento tecnológico/científico sobre la temática y a la divulgación del consumo de quesos madurados con microorganismos probióticos en el país.

Justificación.

Dado que existen pocas publicaciones sobre el tema de quesos madurados con adición de probióticos en Colombia, esta revisión suple un vacío académico y llama la atención sobre el tema. Este informe de tesis suministra información compilada actualizada que podrá ser aprovechada por la comunidad académica, principalmente de Ingeniería de alimentos, Ingeniería química, Gastronomía y Nutrición y dietética; entre otras carreras afines.

Los resultados que se presentan, servirán de base de consulta a industrias que busquen innovar y desarrollar tecnologías queseras en la industria alimentaria en Colombia.

A partir de esta investigación se podrá potenciar la divulgación y promoción del consumo de quesos madurados con microorganismos probióticos en Antioquia y Colombia. Esto se fortalecerá con el conocimiento sobre las ventajas que ofrece su consumo a la salud, debido a su contenido nutricional, su mayor digestibilidad, el perfil de grasa más favorable en comparación con otros tipos de queso y a los sabores y aromas distintivos.

Objetivos

Objetivo General

Realizar una revisión sistemática sobre los desarrollos en quesos madurados con adición de cultivos probióticos durante los últimos cinco años en cuanto a la tecnología de elaboración empleada, declaraciones sobre su efecto en la salud y su composición bromatológica y microbiológica.

Objetivos Específicos

- Explorar los desarrollos tecnológicos sobre la elaboración de quesos madurados adicionados de cultivos probióticos durante los últimos cinco años.
- Buscar información sobre las declaraciones acerca de propiedades beneficiosas a nivel de la salud en humanos, generadas por el consumo de quesos madurados con adición de cultivos probióticos.
- Identificar la composición bromatológica y microbiológica de los quesos madurados adicionados de cultivos probióticos

Marco Teórico

Materia Prima e Insumos de Los Quesos

La leche es la materia prima principal para la elaboración de los quesos. Se parte de leche natural, desnatada total o parcialmente, de la nata del suero de mantequilla o de una mezcla de algunos o de todos estos productos (Medina, 2013).

El cuajo es un compuesto formado por un fermento de forma mucosa del estómago de los mamíferos, cuyo componente activo está constituido por quimosina y pepsina.

Los cultivos lácticos son bacterias del ácido láctico (BAL), o también bacterias ácido lácticas y cultivos lácticos (Fung et al., 2009).

El cloruro cálcico o cloruro de calcio es utilizado como fuente de iones de calcio en una solución y se utiliza como coagulante en la elaboración de quesos.

Cultivos Iniciadores

La fermentación consiste en la transformación microbiana de un producto mediante el metabolismo de los carbohidratos, produciendo ácidos orgánicos, alcoholes y/o CO₂. Los cultivos iniciadores, de arranque o starters, pueden definirse como preparaciones ya sea de un solo tipo o mezcla de dos o más microorganismos que son aplicados a los alimentos con el fin de aprovechar los compuestos o productos derivados de su metabolismo o actividad enzimática (Leroy y De-Vuyst, 2004). Los cultivos iniciadores reducen los tiempos de fermentación, potencian sabores, aromas y producen características sensoriales deseables en los productos finales (Karimi et al., 2012). Adicionalmente, contribuyen a la actividad proteolítica, la producción de compuestos aromáticos, CO₂, la síntesis de polisacáridos extracelulares o de compuestos inhibidores (Chamba et al., 1994).

Las bacterias ácido lácticas (BAL) son microorganismos empleados ampliamente como cultivos iniciadores en productos lácteos, debido a la producción de ácido láctico. Su actividad

proteolítica y lipolítica, contribuye a la formación de la cuajada, la inhibición del desarrollo de patógenos y el desarrollo de sabor y aroma (Smit et al., 2005; Bourdichon et al., 2012; Alegría et al., 2016). Los cultivos iniciadores comerciales están estandarizados, lo que permite controlar los procesos y homogeneizar las características de los productos. De acuerdo con el número y tipo de cepas presentes, los cultivos iniciadores se clasifican en cultivo de cepa única (una cepa de una especie), cultivo definido múltiple (varias cepas conocidas de una especie), cultivo definido mixto (varias cepas conocidas de distintas especies) y cultivo indefinido o artesano (numerosas especies y cepas, total o parcialmente desconocidas) (Cogan, 1996; Mäyrä-Mäkinen y Briget, 1998).

Bacterias del Ácido Láctico (BAL)

Las bacterias ácido lácticas (BAL) producen ácido láctico como producto mayoritario del metabolismo de los azúcares (Dellaglio et al., 1994) y son bacterias anaerobias aerotolerantes (Desmazeaud y Roissart, 1994). Las BAL generan ATP mediante la fermentación de sustratos como azúcares (monosacáridos, disacáridos y polisacáridos), polialcoholes, el citrato y algún aminoácido (arginina). Este grupo comprende bacterias de los géneros *Lactococcus*, *Vagococcus*, *Leuconostoc*, *Pediococcus*, *Aerococcus*, *Tetragenococcus*, *Streptococcus*, *Enterococcus*, *Lactobacillus*, *Weissella* y *Carnobacterium*. Aunque filogenéticamente alejados de las BAL, otros tipos bacterianos como son los géneros *Micrococcus*, *Brevibacterium*, *Propionibacterium* y *Bifidobacterium* también participan en la elaboración de alimentos fermentados. Las BAL están incluidas dentro del grupo de microorganismos “seguros” o GRAS (generally recognized as safe), lo que implica que pueden utilizarse para la elaboración de productos alimentarios. El hábitat de estas especies es variado. Muchas aparecen asociadas a material vegetal. Otras forman parte de la microbiota normal del hombre y animales, encontrándose en los tractos respiratorio, intestinal y genitourinario, donde pueden ejercer un

papel beneficioso al antagonizar la colonización por patógenos, mejorar la digestibilidad de algunos alimentos y actuar como coadyuvantes inmunológicos (Gilliland, 1990).

Microorganismos Probióticos

El término probiótico significa “a favor de la vida” y se utiliza para designar las bacterias que tienen efectos beneficiosos para los seres humanos y los animales. La FAO/OMS (2001) define probiótico como “microorganismos vivos que confieren efecto beneficioso para la salud del hospedador, cuando se administran en cantidad adecuada”. Generalmente, un producto probiótico debe contener mínimo 10^6 a 10^8 UFC/g de células viables. Los microorganismos probióticos utilizados en alimentos se caracterizan por sobrevivir al paso por el tracto gastrointestinal (TGI), por ser resistentes a los jugos gástricos y crecer en presencia de bilis, bajo las condiciones adicionales de pH y concentración de enzimas existentes en los intestinos (Holzapfel et al., 1998; Klein et al., 1998). Los probióticos deben poder ejercer sus efectos beneficiosos en el huésped mediante su crecimiento y/o actividad en el cuerpo humano (Collins et al., 1998; Morelli, 2000).

Actividad Proteolítica de Las Bacterias Ácido Lácticas (BAL)

La actividad proteolítica de las BAL se basa principalmente en la acción sobre la caseína mediante transportadores de aminoácidos, transportadores de di y tripéptidos y un transportador de oligopéptidos. El sistema se completa con aminopeptidasas y endopeptidasas intracelulares que intervienen en el último paso de la degradación (Christensen et al., 1999), liberando los aminoácidos esenciales para el desarrollo de las BAL. La degradación de las proteínas de la leche constituye uno de los principales procesos durante la maduración de los quesos, interviniendo en la textura final del producto como consecuencia de la degradación de la trama proteica del coágulo (De Jong, 1978), así como en el desarrollo de aromas y sabores por la liberación de péptidos y aminoácidos a partir de la caseína de la leche, que actúan como precursores del aroma (Thomas y Pritchard, 1987).

Lipólisis

La lipólisis ocurre durante el proceso de maduración de los quesos. Los ácidos grasos liberados durante este proceso juegan un papel importante en el sabor de muchos quesos. Los ácidos grasos libres se producen por la hidrólisis de los triglicéridos de la grasa por las lipasas nativas de la leche, las lipasas microbianas y las lipasas de las células somáticas (Chavarri F. et al., 2000)

Producción de Aromas

Las bacterias del ácido láctico producen alcoholes, cetonas o ésteres. Otros volátiles como el ácido acético o las metilcetonas también intervienen en el desarrollo de aromas en diferentes variedades de quesos (Barron et al., 2005). La actividad proteolítica de algunas especies de *Lactococcus* y *Lactobacillus* también contribuye a la degradación de las proteínas de la cuajada en péptidos y aminoácidos durante el proceso de maduración. Los aminoácidos actúan como sustratos en reacciones de transaminación, deshidrogenación, descarboxilación y reducción, produciendo una gran variedad de compuestos aromáticos (Marilley y Casey, 2004).

Producción de Gas

La generación de CO₂ se produce a partir de la acción metabólica de microorganismos heterofermentativos. También se produce en especies homofermentativas como consecuencia del metabolismo del citrato. Esta actividad es deseable en quesos de pasta “abierta” como (Gruyère, Emmental, Gouda) y en quesos azules donde es necesaria la presencia de cavidades aireadas para permitir el desarrollo de hongos filamentosos (Chamba et al., 1994).

Producción de Sustancias Inhibidoras

Las BAL aumentan la acidez como consecuencia de la producción de ácidos. La consecuente disminución del pH tiene un efecto inhibitor sobre el crecimiento de microorganismos patógenos o alterantes en el producto, ya que muy pocas bacterias son capaces de crecer en los niveles de pH alcanzados por la acción de las BAL. Además, algunas

BAL son capaces de producir bacteriocinas. Estos compuestos son péptidos que inhiben el crecimiento de otros microorganismos y no producen la muerte de la cepa productora. Su papel biotecnológico en la industria alimentaria es relevante, puesto que muchas presentan un amplio espectro de actividad frente a microorganismos patógenos y alterantes, y se utilizan como bioconservantes.

Queso Madurado

Para la elaboración de quesos madurados, la cuajada debe ser almacenada a ciertas condiciones de temperatura y humedad durante meses, para desarrollar sus características de color, olor y sabor. Los quesos que tienen mayor tiempo de maduración poseen mayor riqueza en términos de aroma (Meyer et al.,1996). Cada variedad de queso cuenta con cuidados específicos en su proceso de elaboración. Los Quesos Maduros poseen sabor láctico que va de suave a ligeramente picante (Spreer et al.,1991). La lactosa también experimenta distintas fermentaciones, en unos quesos se transforma en ácido láctico y butírico, que determinan el sabor y el aroma; mientras que, en otros, desprende dióxido de carbono (CO₂) (Scott et al.,1991).

Procesamiento de Los Quesos Madurados

Para transformar la leche en queso se realizan siete operaciones fundamentales:

Recepción de la Leche y Filtración. Análisis: Pruebas de acidez, antibióticos, porcentaje de grasa y análisis organoléptico (Sottiez, et al.,1999).

Pasteurización. Tratamiento térmico para eliminar microorganismos patógenos. 73 °C por 15 segundos (HTST) o a 63°C por 30 minutos (VAT).

Descremado. Algunos tipos de quesos se hacen con leche entera, otros con leche parcialmente descremada (20-50%). Cuando la leche se descrema, el rendimiento del queso baja (Meyer, 1996).

Homogeneización. En la homogeneización se hace pasar la leche a gran presión por unos tamices muy finos. De esta forma se reducen los glóbulos de grasa, haciéndolos diez veces más pequeños (Moreno, 2013).

Adición de Cultivos Iniciadores. La adición de BAL tiene como objetivo la producción de ácido láctico mediante la fermentación de la lactosa. El ácido láctico promueve la formación y desuerado de la cuajada, evita que crezcan en ésta microorganismos patógenos debido a que disminuye el pH a unos valores de 5,0 a 5,2 y le confiere un sabor ácido. Además, estas bacterias dan lugar a sustancias responsables del aroma y contribuyen a la maduración mediante la proteólisis y la lipólisis (Scott,1991).

Adición de Cultivos Probióticos. La adición de cultivos probióticos tiene como objetivo mejorar las propiedades nutricionales y saludables del producto final. Algunos aspectos son centrales en la adición de cultivos probióticos en queso:

Elección de los cultivos probióticos. Los cultivos probióticos comúnmente utilizados en la producción de queso incluyen especies de bacterias ácido lácticas, como *Lactobacillus* y *Bifidobacterium*, los cuales sobreviven y proliferan durante el proceso de fermentación y maduración del queso.

Momento de la adición. Los cultivos probióticos se añaden durante la etapa de fermentación láctica, cuando la leche se acidifica mediante la acción de bacterias lácticas. Esto permite que los probióticos se desarrollen junto con las bacterias lácticas naturales presentes en la leche.

Efectos en la textura y sabor. La adición de cultivos probióticos afecta la textura y el sabor del queso. Algunos probióticos producen ácidos y compuestos que contribuyen a la acidez y el sabor.

Beneficios para la salud. La inclusión de probióticos en el queso puede generar beneficios para la salud intestinal, mejorar la digestión y fortalecer el sistema inmunológico.

Control de calidad. La adición de cultivos probióticos debe garantizar una concentración adecuada. Control de calidad.

Coagulación. Adición de Cloruro de calcio y cuajo, con reposo durante 1 o 2 horas, o hasta que esté cuajada y lista para desuerar (Vásquez, 2010).

Corte de la Masa Cuajada. Para iniciar el desuerado (Moreno, 2013).

Desuerado. Hasta un 70 – 80% del suero. (Meyer, 1999).

Lavado de la Cuajada. Para eliminar residuos de suero (Licata, 2017).

Salado. Favorece el desuerado y el desarrollo del sabor (Licata, 2017).

Moldeo. Se da la forma al queso, introduciéndolo en moldes con presión para compactar (Scott, 1991).

Pesado. Registro de kilaje de los productos obtenidos.

Empaque: Se envasa el queso en el material con el que se va a madurar.

Almacenamiento: Con control de temperatura y humedad relativa, por tiempos que van de semanas a meses.

Clasificación de Los Quesos Madurados

Los quesos madurados se clasifican de diversas maneras, y la categorización puede variar según la región y las prácticas locales de fabricación de queso. De acuerdo al tiempo y las condiciones de maduración:

Quesos Frescos o no Madurados. No se someten a un proceso de maduración prolongado y se consumen relativamente frescos. Maduración inferior a 21 días. Ejemplos: queso Ricotta, queso Cottage, queso de cabra fresco.

Quesos de Pasta Blanda. Son quesos con textura suave y pueden tener un interior más cremoso. Ejemplos: Brie, Camembert, queso de cabra blando. Se necesitan cuatro semanas para que se terminen de formar algunos elementos, como el aroma y la firmeza de la corteza.

Quesos de Pasta Semidura o Semicurada. Estos quesos han pasado por un proceso de maduración moderado. Ejemplos: Gouda joven, Edam joven. Tiempo mínimo de maduración de cinco semanas.

Quesos de Pasta Dura o Curada. Son quesos con un período de maduración de 5 semanas a 7-15 °C. Tienen una textura más firme. Ejemplos: Cheddar, Parmesano, Gruyère.

Quesos Azules o Quesos Con Mohos. Se caracterizan por la presencia de vetas azules creadas por hongos filamentosos durante la maduración. Ejemplos: Roquefort, Gorgonzola, Stilton. Aproximadamente toma 4 meses de maduración en obtener todo su sabor.

Quesos de Pasta Cocida. La cuajada se cuece antes de ser moldeada y madurada. Poseen tiempo de maduración mínimo de sesenta días a partir de su fabricación. Ejemplos: Emmental, Gruyère.

Quesos de Pasta Prensada. La cuajada se prensa para eliminar el suero antes de la maduración. Ejemplos: queso Cheddar, queso Gouda. La maduración va de 12 a 18 meses.

Quesos de Cabra Madurados: Quesos elaborados principalmente de leche de cabra y sometidos a un proceso de maduración. Ejemplos: Crottin de Chavignol, Rocamadour.

Alimentos Funcionales

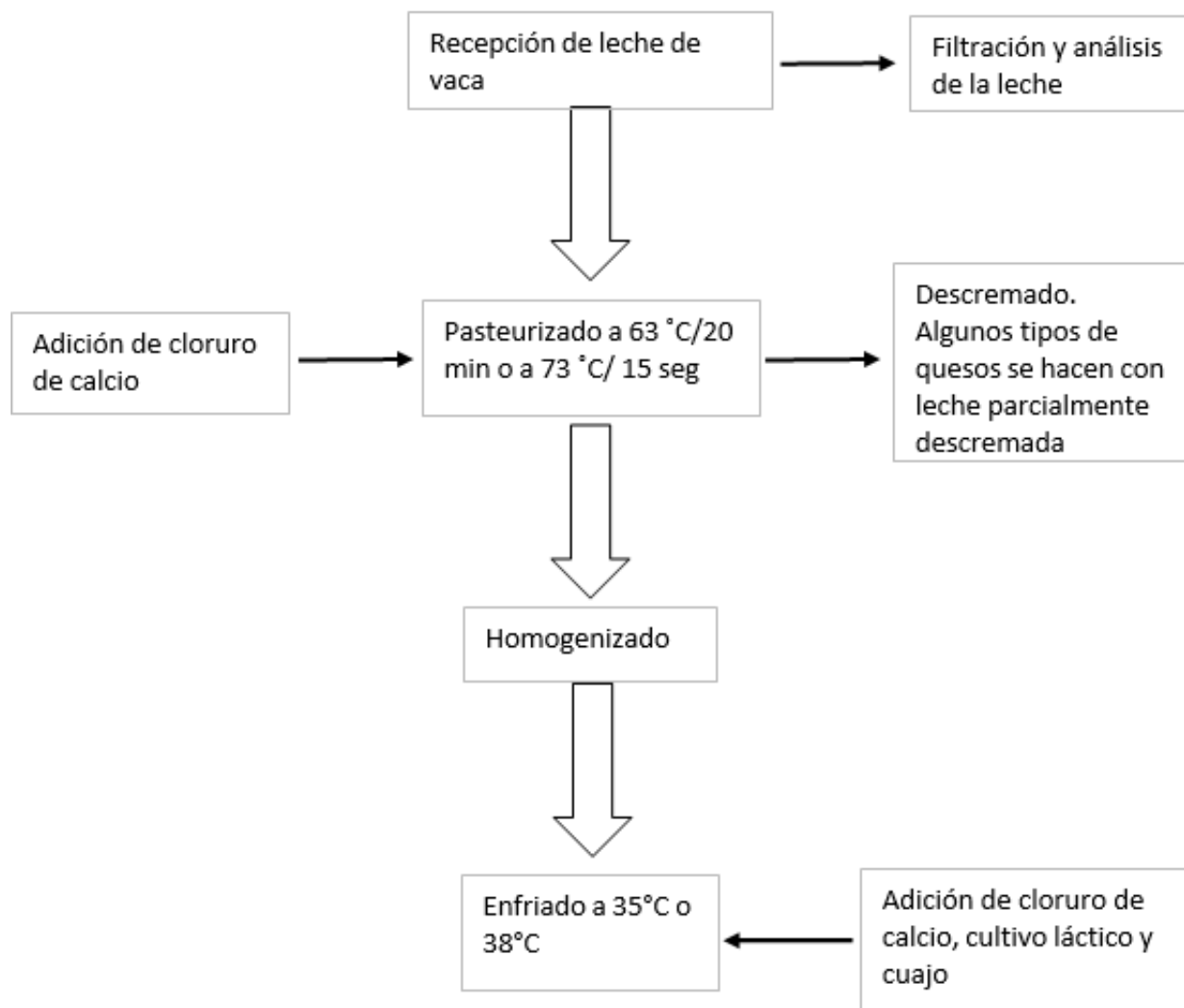
Los alimentos funcionales son aquellos que proporcionan beneficios adicionales más allá de su valor nutricional básico. En el caso del queso probiótico, los microorganismos

benéficos que contiene pueden mejorar la salud intestinal y el equilibrio de la microbiota intestinal. Estas bacterias beneficiosas pueden ayudar a digerir los alimentos, fortalecer el sistema inmunológico y contribuir a la salud en general.

Queso Probiótico

El queso probiótico se considera un alimento funcional debido a su contenido de microorganismos vivos que pueden proporcionar beneficios para la salud cuando se consumen en cantidades adecuadas. Los probióticos son bacterias beneficiosas que pueden tener efectos positivos en el equilibrio de la microbiota intestinal y en la salud general del sistema digestivo. El queso probiótico puede considerarse un alimento funcional debido a los beneficios que aporta a la salud intestinal gracias a la presencia de bacterias probióticas vivas en su composición. El queso probiótico puede contribuir a la salud intestinal y proporcionar beneficios adicionales más allá de su valor nutricional básico (Mukhtar et al., 2020).

Figura 1. Elaboración de Queso Madurado







Fuente: elaboracion propia

Metodología

Se realizó una revisión sistemática sobre quesos madurados con adición de cultivos probióticos. La metodología se adaptó de la propuesta por Dueñas, Rojas & Morales (2012) y por Chavalarias & Cointet (2008) en su investigación y se dividió en dos etapas o fases.

Etapas 1: Ecuación de búsqueda y Selección de artículos. Las búsquedas se realizaron en revistas especializadas a través de la Biblioteca Digital Lasallista (BIDILA) en las siguientes bases de datos: EBCSO, Science Direct, Scielo, Redalyc y Google Académico. No se aplicaron restricciones de idioma y se emplearon los siguientes operadores: “Cheese mature” AND “Probiotic cultures” AND “Human food”, para el periodo comprendido entre los años 2019-2023. Aun cuando se incluyó el condicional AND en la búsqueda, se tuvo en cuenta que podrían existir algunas temáticas fuera del sistema de palabras clave iniciales. De este modo se encontraron inicialmente alrededor de 30 publicaciones que incluyeron diferentes temáticas. Se incluyeron como evaluables las publicaciones que incluyen temáticas como estudio de la composición microbiana, análisis sensorial, efectos benéficos reportados para la salud y encapsulación entre otros. Se excluyeron algunos artículos que incluían probióticos en quesos frescos y análisis comercial.

Etapas 2: Se desarrolló un formato en Excel donde se introdujo de manera ordenada la información obtenida de cada artículo en columnas que contienen:

- Nombre del artículo
- Materias Primas
- Cultivo Iniciador
- Cultivos Probióticos empleados
- Técnicas de elaboración del producto
- Técnicas de incorporación de los probióticos/cultivo iniciador

- Efectos en la salud/Actividad biopreservante
- Composición Bromatológica
- Composición microbiológica del queso terminado
- Perfil sensorial
- Palabras claves
- DOI

En el análisis de resultados se hicieron gráficos de tortas para establecer el porcentaje de tratamiento de las diferentes temáticas desarrolladas de los artículos analizados, cuáles son los temas más investigados y cuáles han sido menos abordados. (Uribe Hoyos, Morales Arévalo, 2022).

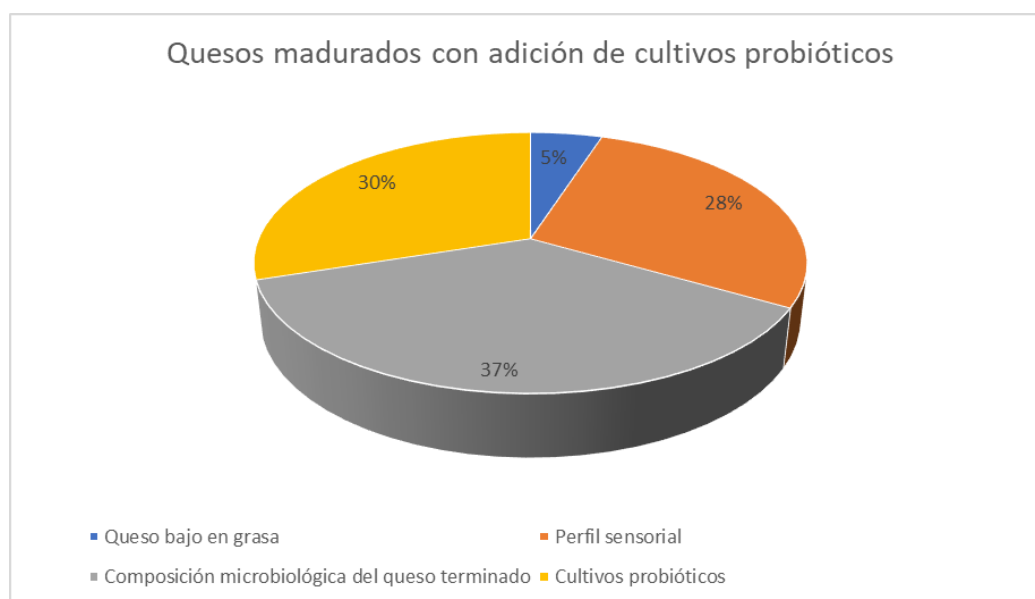
Resultados

Presentación y Resumen de Resultados

Los resultados de la revisión sistemática de cada artículo se presentan en la tabla 1 llamada quesos con adición de cultivos probióticos, la cual se encuentra en el Anexo 1. En ella se resumen los siguientes aspectos. Materias primas, proceso tecnológico, cultivo iniciador, cultivo probiótico, modo de incorporación de los microorganismos probióticos, efectos en la salud/bio preservante, propiedades sensoriales, composición bromatológica, composición microbiológica, discusión del artículo, bases bibliográficas, palabras claves y porqué se seleccionaron y DOI.

En la figura 2 se presenta la distribución porcentual de los principales temas abordados en los artículos consultados y presentados en el Anexo 1. Seguidamente se presenta un resumen sobre algunos de estos grupos temáticos.

Figura 2. Quesos madurados con adición de cultivos probióticos



Fuente: elaboración propia

En la figura 2 se observa que el mayor porcentaje de publicaciones estudiadas, abordan la composición microbiológica de los quesos al final de la elaboración y su maduración. Esto se relaciona a que en general se evalúa el efecto, ya sea sensorial, en preservación, en salud, etc., que tiene lugar cuando se incorporan tanto los cultivos lácticos como determinados microorganismos probióticos al queso. Los artículos que enumeran la adición de cepas probióticas a los quesos madurados y el perfil sensorial se analizaron en porcentajes similares. Algunas publicaciones abordaron la aplicación de las técnicas de encapsulado para mantener la viabilidad microbiana.

Composición Microbiológica del Queso Terminado: La composición microbiológica del queso terminado es el resultado de la actividad de diversos microorganismos que intervienen en el proceso de elaboración y maduración del queso. Esta composición puede variar significativamente según el tipo de queso, los cultivos utilizados, el método de producción y las condiciones de maduración. La mezcla de bacterias, levaduras y mohos presentes contribuye a las características organolépticas y a la textura del queso. Algunos de los microorganismos reportados en la revisión que se encuentran en quesos terminados se describen a continuación.

Bacterias Ácido Lácticas (BAL).

- *Lactobacillus* sp.: Contribuye a la fermentación láctica, produciendo ácido láctico y contribuyendo al sabor y la textura del queso.
- *Streptococcus* sp.: Puede desempeñar un papel en la acidificación y contribuir a las características sensoriales del queso.
- *Leuconostoc* sp.: A menudo presente en quesos frescos, participa en la fermentación láctica secundaria.

Hongos Filamentosos.

- *Penicillium* sp.: Utilizado en quesos azules como el Roquefort y el Gorgonzola para desarrollar venas azules características.
- *Geotrichum candidum*: Contribuye al desarrollo de la corteza en ciertos quesos y aporta características sensoriales específicas.

Levaduras.

- *Saccharomyces* sp.: Puede contribuir al sabor y aroma del queso.
- *Candida* sp.: A menudo presente en la superficie de quesos de pasta blanda.

La composición microbiológica es dinámica y evoluciona a lo largo del proceso de producción y maduración del queso. Las bacterias lácticas son esenciales para la acidificación inicial, creando un ambiente propicio para el desarrollo de otros microorganismos. Los mohos y bacterias propiónicas contribuyen a la variedad de sabores y texturas observados en quesos madurados.

Cultivos Probióticos Adicionados al Queso: La adición de cultivos probióticos en quesos madurados puede conferir beneficios para la salud intestinal a través de la ingesta de microorganismos beneficiosos. Aunque no todos los quesos son tradicionalmente considerados como fuentes probióticas debido a los desafíos en la supervivencia de los microorganismos durante el proceso de maduración, algunos fabricantes han desarrollado quesos que incorporan cepas probióticas específicas. A continuación, se mencionan algunas cepas de cultivos probióticos que se encuentran en los artículos e investigaciones estudiados.

1. ***Lactobacillus acidophilus*:** Esta especie se encuentra a menudo en productos lácteos probióticos, incluidos algunos quesos madurados. Es conocida por su capacidad para colonizar el intestino y promover la salud gastrointestinal.

2. ***Bifidobacterium***: Algunas especies, como *Bifidobacterium bifidum* y *Bifidobacterium animalis*, se han utilizado en la fabricación de ciertos quesos para proporcionar beneficios probióticos. Estas cepas son conocidas por su papel en la salud intestinal y la mejora de la microbiota.

3. ***Lactobacillus rhamnosus***: Se ha investigado y utilizado en la producción de ciertos quesos probióticos. Esta cepa se asocia con beneficios para la salud gastrointestinal y la inmunidad. Otra especie, *L. casei*, ha sido utilizada en algunos quesos para aportar propiedades probióticas. Se ha asociado con la mejora de la digestión y el equilibrio de la microbiota.

4. ***Streptococcus thermophilus***. Aunque no se considera tradicionalmente un probiótico, esta especie se encuentra en muchos quesos y productos lácteos fermentados y puede tener algunos beneficios para la salud intestinal.

Es importante destacar que, si bien la adición de cepas probióticas a quesos madurados es posible, la supervivencia de estos microorganismos durante el proceso de maduración puede ser un desafío. Las condiciones en quesos madurados, como la acidez y la presencia de enzimas, pueden afectar la viabilidad de los probióticos. Además, la cantidad de probióticos presentes en un queso madurado puede ser menor en comparación con otros productos probióticos más específicos, como yogures o suplementos.

Artículos Sobre Encapsulación. En cuanto a estos artículos cabe destacar los siguientes aspectos.

Beneficios.

- **Mejora de la Viabilidad:** La encapsulación ayuda a proteger los microorganismos durante la fabricación y almacenamiento del queso, permitiendo que lleguen al intestino en cantidades viables.

- **Control de la Liberación:** La liberación controlada de microorganismos puede tener beneficios específicos para la salud y mejorar las propiedades organolépticas del queso.

Microorganismos empleados.

- **Probióticos.** Se emplean géneros como *Lactobacillus* y *Bifidobacterium*, mejorando la supervivencia al pasar por el tracto gastrointestinal.

Cultivos Lácticos. Algunos quesos se elaboran con cultivos lácticos encapsulados para mejorar las características organolépticas y la textura.

Método de Microencapsulación. Se utilizan técnicas de microencapsulación, como la coagulación, la gelificación iónica y la extrusión, recubriendo los microorganismos con materiales protectores contra factores ambientales.

Desarrollo tecnológico

- **Quesos Funcionales.** La adición de microorganismos encapsulados otorga propiedades funcionales al queso, como la liberación sostenida de compuestos beneficiosos.

- **Viabilidad y estabilidad.** Se logra la viabilidad y liberación de microorganismos encapsulados en el queso.

- **Efectos en la Textura y Sabor.** La adición de microorganismos encapsulados puede afectar las características sensoriales del queso, y se deben equilibrar para garantizar la aceptación del consumidor.

Este enfoque de encapsulación protege los lactobacilos de condiciones adversas durante la fabricación y el almacenamiento del queso y permite su liberación en el tracto gastrointestinal humano, proporcionando así beneficios probióticos al consumidor.

Artículos Sobre el Efecto en el Perfil Sensorial.

La adición de cultivos iniciadores y probióticos a los quesos puede tener un impacto significativo en su perfil sensorial, añadiendo complejidad y características específicas. El perfil

sensorial asociado con quesos que contienen cultivos iniciadores y probióticos incluye los siguientes aspectos.

- Sabor y aroma.
- Notas ácidas y lácticas: La adición de cultivos iniciadores contribuye a notas ácidas y lácticas, que aportan frescura al queso.
- Sabor a yogur o leche fermentada: Los probióticos dan características de yogur o leche fermentada al sabor del queso.
- La presencia de probióticos puede contribuir a un perfil aromático más complejo, con notas específicas asociadas con las cepas utilizadas.
- Textura y consistencia:
 - Cremosidad y untuosidad. Algunos probióticos pueden influir en la textura del queso, haciéndolo más cremoso y untuoso.
 - Textura fundente: En quesos más maduros, los probióticos pueden contribuir a una textura más fundente y suave.
- Color y apariencia
 - Color de la pasta: Puede haber cambios en el color de la pasta debido a la actividad microbiana.
 - Apariencia de la corteza: Algunos quesos con probióticos pueden tener características visuales específicas, como mohos superficiales o lavados.

Es importante señalar que la combinación específica de cepas de cultivos iniciadores y probióticos utilizados, así como las condiciones de producción, influyen en el perfil sensorial resultante.

Discusión

Los resultados obtenidos en la revisión permiten afirmar que en otros países se han dedicado investigaciones a la incorporación de probióticos en quesos madurados y en evaluar los efectos en diferentes aspectos que van desde su composición, pasando por calidad sensorial y declaraciones de salud. Algunos países que se han dedicado a la investigación se citan a continuación:

- Europa: Varios países europeos, como Francia, Italia y España, han llevado a cabo investigaciones sobre la adición de probióticos en quesos madurados. Estos estudios se centran en evaluar los efectos sobre la textura, sabor y propiedades saludables del queso.
- Estados Unidos: En los Estados Unidos, hay un interés creciente en la incorporación de probióticos en productos lácteos, incluidos los quesos. Investigadores y empresas estadounidenses han explorado las posibilidades de mejorar la calidad nutricional de los quesos mediante la adición de cepas probióticas.
- Australia y Nueva Zelanda: En la región de Oceanía, se han realizado investigaciones sobre la incorporación de probióticos en quesos madurados. Los estudios se centran en los aspectos tecnológicos y sensoriales de la adición de probióticos a los quesos.
- Canadá: La investigación canadiense también ha abordado la incorporación de probióticos en quesos. Se exploran diversas cepas probióticas y sus efectos durante el proceso de maduración del queso.
- Brasil: En América Latina, Brasil ha llevado a cabo investigaciones en el ámbito de la incorporación de probióticos en quesos madurados, con el objetivo de mejorar la calidad nutricional de estos productos lácteos.

Bacterias Ácido Lácticas en Quesos Madurados

Las bacterias ácido lácticas o del ácido láctico (BAL) cumplen un rol de acidificación y fermentación en la fabricación de queso, especialmente el queso duro. Los cinco géneros de BAL más importantes que contribuyen al sabor del queso son: *Lactococcus*, *Streptococcus*, *Lactobacillus*, *Leuconostoc* y *Enterococcus* (O'Sullivan et al., 2007). El género de mayor incorporación como iniciador en el queso es *Lactobacillus*, poseedor de actividad peptidasa, liberando aminoácidos y oligopéptidos libres, cambiando el sabor, el cuerpo y la textura, y así en las propiedades sensoriales del queso (Santillo y Albanzia, 2008; Soufa y Saad, 2009). También se encontraron publicaciones donde evaluaron microorganismos probióticos tales como *Bacillus subtilis* y especies de *Bifidobacterium*.

Se ha descubierto que algunos quesos contienen bacterias de ácido láctico no iniciadoras (NSLAB) que tienen propiedades probióticas (Settanni y Moschetti, 2010; Leeuwendaal, Stanton, O'Toole y Beresford, 2021). NSLAB son poblaciones microbianas que se encuentran en el queso, no son responsables de la conversión de la leche en queso (es decir, no contribuyen al proceso de acidificación) y no se agregan deliberadamente (Beresford, Fitzsimons, Brennan y Cogan, 2001; Chamba y Irlinger, 2004). Se han aislado e identificado lactobacilos de poblaciones de queso NSLAB con potencial probiótico dadas sus ventajas tecnológicas. Éstas sobreviven en el queso durante la fabricación, crecen durante los procesos de maduración y se pueden agregar a los cultivos iniciadores en grandes cantidades con poco impacto procesal a medida que crecen lentamente en la leche, aportando pocas concentraciones de ácido durante la fabricación del queso (Gobbetti, De Angelis, Di Cagno, Mancini y Fox, 2015). No causan defectos como sabores desagradables o formación de gases y su efecto sobre el sabor se debe al aumento de la hidrólisis de proteínas y la producción resultante de pequeños péptidos y aminoácidos libres (Di Cagno et al., 2003).

En cuanto a los requisitos legales microbiológicos, las organizaciones reguladoras de alimentos exigen una cantidad suficiente de bacterias probióticas presentes y viables en el producto en el momento del consumo para tener el potencial de provocar una respuesta sanitaria positiva. Dicha concentración mínima se establece generalmente entre 10^6 – 10^7 UFC/g de alimento (Leroy, & De Vuyst, 2014). Para satisfacer esto, se agregan lactobacilos NSLAB beneficiosos durante las etapas iniciales de la producción de queso (junto con los cultivos iniciadores) como cultivos adjuntos (Obergh, Moyes, Domek, Brothersen y McMahon, 2011; Burns, Cuffia, Milesi, Vinderola, Meinardi, Sabbag y Hynes, 2012; Oh, Joung, Lee, Kim y Kim, 2016).

Queso Como Vehículo de Microorganismos Probióticos

El estrés químico y microbiológico experimentado por las bacterias probióticas en ciertas leches fermentadas, especialmente en productos con pH bajo, conduce a la pérdida de viabilidad en productos comerciales de una manera dependiente de la cepa y del producto. Los quesos constituyen una alternativa válida para aportar bacterias probióticas. Un gran número de informes científicos han demostrado la idoneidad de diferentes tipos de quesos para proteger la viabilidad celular debido a las características especiales de esta matriz alimenticia, especialmente en los quesos frescos y semiduros. Sin embargo, aún se deben considerar ciertas características tecnológicas de la fabricación del queso al diseñar un queso probiótico, como el contenido de sal, el calentamiento de la cuajada, la temperatura durante la maduración o la vida útil del queso, para mejorar la viabilidad celular y las características sensoriales del producto. El éxito en el mercado del queso probiótico todavía está muy por detrás del de las leches fermentadas probióticas. Se debe garantizar la viabilidad del probiótico durante todo el procesamiento del queso y su vida útil, así como la aceptabilidad del consumidor, desde el perfil sensorial, dado que la selección de probióticos debe tener un impacto mínimo en el sabor y la textura.

El queso como matriz de suministro de bacterias probióticas se basa en el hecho de que el queso es universalmente aceptado en muchas dietas en todo el mundo (Planzer SB, et al., 2009). Vale la pena señalar que la eficacia de la ingesta de probióticos sobre la salud está muy ligado a la frecuencia de consumo. Existe una creciente conciencia sobre la importancia de la dosis de bacterias probióticas, la frecuencia y la duración del tratamiento requeridas para diferentes afecciones en diferentes grupos de población (Cruz AG, Ranadheera CS, et al., 2021). Entonces es razonable elegir como vehículo de probióticos aquellos alimentos que se consumen habitualmente. Además, en términos tecnológicos, los quesos son buenos portadores para suministro de bacterias probióticas a humanos debido a su contenido ácido generalmente más bajo, mayor contenido de sólidos y menor concentración de O₂ que los portadores probióticos lácteos tradicionales, como el yogur y la leche fermentada. La mayor capacidad amortiguadora del queso también es beneficiosa para proteger las bacterias probióticas del jugo gástrico.

El queso ha sido investigado como alimento conteniendo probióticos, con diversos grados de éxito (Gardiner, Ross, Collins, Fitzgerald y Stanton, 1998; Phillips, Kailasapathy y Tran, 2006; Castro, Tornadijo, Fresno y Sandoval, 2015). A nivel tecnológico, el queso tiene un pH más alto que el yogur, lo que impone menos estrés a los microorganismos mientras se encuentran en la matriz alimenticia, y el alto contenido de grasa ofrece protección adicional durante el tránsito a través del tracto gastrointestinal (TGI) (Flach, van der Waal, van den Nieuwboer, Claassen, y Larsen, 2018). En efecto, se ha confirmado su capacidad para transportar de forma segura bacterias beneficiosas a través del tracto gastrointestinal (TGI) y posteriormente detectarse en las heces, aunque el éxito de la recuperación de las heces depende de la cepa (Lahtinen et al., 2012; Songisepp et al., 2012). Se ha demostrado a nivel *in vitro* que la matriz del queso es más eficaz para proteger una cepa probiótica de *Lactocaseibacillus casei* al pH del estómago (2,0) en comparación con el yogur (Sharp, McMahon y Broadbent, 2008).

Proteínas y Grasas en el Queso Adicionado de Probióticos

Durante la maduración del queso tienen lugar diferentes procesos bioquímicos relacionados a la proteólisis y lipólisis, con la generación de aromas y sabores típicos de los quesos madurados. En diferentes estudios se pudo observar la proteólisis bacteriana y su relación con aromas relacionados con la aceptabilidad sensorial del queso. Algunos péptidos liberados exhiben propiedades funcionales que dan un valor agregado a estos productos. En este sentido, se han utilizado probióticos para inducir la hidrólisis de la caseína y la liberación de péptidos bioactivos durante la elaboración y maduración del queso (Baptista et al., 2018; Baptista, Negrao, Eberlin y Gigante, 2020). Baptista et al. (Baptista et al., 2018) encontraron que agregar *Lactobacillus helveticus* como iniciador adjunto al queso Prato promueve la hidrólisis de la β -caseína (β -CN) y favorece la liberación de péptidos bioactivos, especialmente el péptido ACE-I β -CN, que participa de enzimas relacionadas con el incremento de la presión arterial (enzima convertora de la angiotensina I). La adición de *L. helveticus* y *L. casei* en queso blanco en salmuera acelera la proteólisis y promueve la producción del péptido ACE-I (Sahingil, Hayaloglu, Kirmaci, Ozer, " & Simsek, 2014). Al mismo tiempo, el grado de proteólisis y la actividad ACE-I del queso holandés con *L.rhamnosus* 489 fueron significativamente mayores que aquellos sin probióticos (Garbowska, Pluta, & Berthold-Pluta, 2019).

La grasa es un constituyente funcional que juega un papel esencial en el desarrollo del sabor, la textura y el color de los quesos. Cuando se reduce el contenido graso la caseína juega un rol incluso mayor en el desarrollo de la textura. Hoy en día, los consumidores buscan productos saludables reducidos y bajos en grasas. Desafortunadamente, los quesos reducidos y bajos en grasa suelen ser menos aceptables sensorialmente debido a la falta de sabor y defectos de textura en comparación con los quesos que no están descremados (con todo el contenido de materia grasa). Para superar tales defectos, se han sugerido tres estrategias

básicas: sustitutos de grasas, cambios en los procesos de producción de queso y cultivos adjuntos. Los sustitutos de grasas y otros aditivos a menudo provocan sabores desagradables en el producto final, pero la adición de cultivos adjuntos eleva la aceptación sensorial de dichos productos.

Protección de Microorganismos Probióticos en Queso Madurado y Mediante Encapsulación

El desafío en la producción de queso probiótico es la supervivencia de los organismos probióticos durante la larga vida útil del producto. La supervivencia en una matriz de queso depende de la cepa, y las bacterias probióticas seleccionadas deben tener una alta tolerancia a los ácidos y a la sal y ser compatibles con el cultivo iniciador del queso (Mr. E. Høier, Dr. T. Janzen, Dr. F. Rattray, Dr. K. Sørensen, Ms. M. W. Børsting, Dr. E. Brockmann, Dr. E. Johansen (2010)). *Technology of Cheesemaking*. Copyright. DOI:10.1002/9781444323740)

La supervivencia también depende de las condiciones de procesamiento, la matriz del producto y las condiciones de almacenamiento. Se podrían aplicar una baja temperatura de cocción durante la elaboración del queso, un pH alto al final de la acidificación de la cuajada, un bajo contenido de oxígeno y sal en el queso combinado con bajas temperaturas de almacenamiento durante la maduración para maximizar la tasa de supervivencia de las bacterias probióticas ((Mr. E. Høier, Dr. T. Janzen, Dr. F. Rattray, Dr. K. Sørensen, Ms. M. W. Børsting, Dr. E. Brockmann, Dr. E. Johansen (2010). *Technology of Cheesemaking*. Copyright. DOI:10.1002/9781444323740)). La viabilidad de los probióticos debe protegerse con relación a parámetros tecnológicos como la alta temperatura utilizada durante la elaboración del queso y las bajas temperaturas de almacenamiento posterior (Homayouni et al., 2020).

Una simulación *in vitro* de la digestión gástrica (3 horas, pH cercano a 3) de queso que contenía probióticos *Lactobacillus acidophilus*, *Lactocaseibacillus casei* y *Bifidobacterium bifidum* mostró que la matriz alimenticia confería una protección significativa de la viabilidad

celular en comparación con las células digeridas como cultivos puros. Milica Mirković et al, compararon la capacidad de supervivencia de una cepa de *L. plantarum* 564 rif, *L. plantarum* 299v rif y *L. plantarum* 299v rif en yogurt y en queso sometidos a condiciones gástricas a pH 2. En términos de exposición a condiciones ácidas, el queso podría ser un mejor producto lácteo portador probiótico, ya que la viabilidad de las cepas disminuyó alrededor de 2 log₁₀ UFC/ml después de 30 minutos y disminuyó solo 1 log₁₀ UFC/ml después de 2 h de exposición (concentración final de 4 log₁₀ UFC/ml). Por el contrario, en el yogurt, los recuentos viables disminuyeron a menos de 1 log₁₀ UFC/ml justo después de 30 minutos de exposición. (Milica Mirković et al, 2021). Mäkeläinen H, et al., (2009) Probiotic *Lactobacillus* in a semi-soft cheese survive in the simulated human gastrointestinal tract. *Int Dairy J* 11:675–683) determinaron que *Lactobacillus rhamnosus* HN001 y *L. acidophilus* NCFM incluidos en un queso Gouda semi blando sobrevivieron en un modelo del tracto gastrointestinal. Sin embargo, la matriz del queso no pareció afectar la supervivencia de los probióticos porque los probióticos en el queso y en los polvos liofilizados exhibieron niveles de supervivencia similares, (Vinderola G et al., 2010).

Encapsular bacterias puede ser una medida adecuada para garantizar su viabilidad tanto en alimentos envasados como en el entorno del TGI (Kavitake et al., 2018; Syahirah et al., 2013). La encapsulación de lactobacilos probióticos dentro de alginato o quitosano antes de agregarlos al queso mejora su capacidad antibacteriana con relación a la de las células libres en quesos madurados (Phoem et al., 2019).

Actividad Biológica y Digestión

Es destacable que la actividad biológica del queso puede cambiar después de su ingesta. Durante la digestión gastrointestinal, las proteínas y péptidos se ven afectados por las enzimas digestivas gastrointestinales, lo que conduce a la liberación de nuevos péptidos bioactivos a partir de precursores inactivos o menos activos y a la hidrólisis de péptidos bioactivos para producir fragmentos sin actividad biológica (Sanchez-Rivera et al., 2014). Se ha

demostrado que después de la digestión gastrointestinal *in vitro*, los péptidos en los quesos fueron resistentes a la proteólisis (Stuknyte, Cattaneo, Masotti, & De Noni, 2015).

A modo de reflexión final y como perspectiva, se considera que los quesos madurados con cepas probióticas y cultivos iniciadores representan una fusión única entre la tradición quesera y los beneficios para la salud asociados con los probióticos. Esta combinación ofrece un producto aceptable sensorialmente y que contribuye al bienestar intestinal y más allá.

Los cultivos probióticos presentes en estos quesos, como *Lactobacillus* y *Bifidobacterium*, son conocidos por sus efectos positivos en la salud intestinal. Estos microorganismos pueden favorecer un equilibrio saludable del microbioma intestinal, promoviendo así una mejor digestión y absorción de nutrientes. Los quesos madurados con probióticos pueden ser beneficiosos para aquellos que experimentan problemas digestivos. La acción de los probióticos podría ayudar a descomponer ciertos componentes del queso y mejorar la digestibilidad general del producto. Se han demostrado los posibles beneficios para la salud cardiovascular y la modulación del sistema inmunológico asociados con el consumo regular de estos quesos. La comprensión del impacto específico de estos quesos en el microbioma intestinal es un área de interés continuo. La presencia de probióticos podría tener un papel crucial en la diversidad bacteriana del intestino.

Conclusiones

La tecnología aplicada a la producción de quesos ha avanzado, permitiendo la integración precisa de cultivos probióticos.

Las bacterias probióticas pueden influir en el pH del queso a medida que se desarrollan. Cambios en el pH pueden afectar la actividad de las enzimas proteolíticas endógenas del queso y también pueden influir en la acción de las bacterias autóctonas.

Las bacterias probióticas compiten con otras bacterias presentes en el queso por nutrientes. Esto puede tener un impacto en la composición de la microbiota del queso, lo que a su vez puede influir en la proteólisis.

Los procesos de fermentación controlados y métodos de maduración específicos aseguran la viabilidad de los probióticos en el producto final.

El queso madurado es una buena matriz alimenticia para conservar un recuento alto de bacterias probióticas para su consumo hasta el final del tiempo de maduración.

Las técnicas de microencapsulación en emulsión y extrusión podrían ser una forma efectiva de mejorar la viabilidad de las células probióticas y minimizar las pérdidas durante el período de salazón y/o maduración.

El perfil sensorial de quesos madurados con probióticos puede variar según diversos factores, como la cepa específica de probióticos utilizada, las condiciones de maduración, el tipo de leche empleada y otros aspectos del proceso de producción

Los probióticos pueden influir en la textura del queso, haciéndolo más suave y cremoso.

Los quesos madurados adicionados de microorganismos probióticos tienen un aroma láctico más pronunciado debido a la actividad de las bacterias ácido lácticas; una textura más suave y cremosa y un sabor más ácido que los otros quesos sin probióticos

La proteólisis en quesos madurados con cultivos probióticos afecta la textura y el sabor del queso.

Finalmente, estos productos constituyen un potencial a nivel de comercialización de nuevas variedades de quesos y métodos de presentación para un mercado como el colombiano, cada vez más diverso y enterado.

Referencias

Alhelli, A. M., Mohammed, N. K., Khalil, E. S., & Hussin, A. S. M. (2021). Optimizing the acceleration of Cheddar cheese ripening using response surface methodology by microbial protease without altering its quality features. *AMB Express*, 11(1).

<https://doi.org/10.1186/s13568-021-01205-9>

Baker, M. T., Lu, P., Parrella, J. A., & Leggette, H. R. (2022). Consumer Acceptance toward Functional Foods: A Scoping Review. In *International Journal of Environmental Research and Public Health* (Vol. 19, Issue 3). MDPI. <https://doi.org/10.3390/ijerph19031217>

Boza M, E., Morales H, I., & Henderson G, M. (2010). Desarrollo de un queso maduro con adición del cultivo probiótico *Lactobacillus paracasei* subsp. *Paracasei* LC-01. *Revista Chilena de Nutrición*, 37, 1–9. https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-75182010000200011

FAO, & OMS. (2006). *Probióticos en los alimentos: propiedades saludables y nutricionales y directrices para la evaluación*. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.

Pereira, M. T., Helena Walter de Santana, E., & Sifuentes dos Santos, J. (2020). Importância das Bactérias Ácido Lácticas e não Starter (NSLAB) na Tecnologia de Produção dos Derivados Lácteos. *Ensaios e Ciência C Biológicas Agrárias e Da Saúde*, 24(4), 348–352.

<https://doi.org/10.17921/1415-6938.2020v24n4p348-352>

Tay, J. E. F., Tung, S. E. H., Mok, K. T., Tan, C. H., Gan, W. Y., & Poon, W. C. (2023). Functional Food Consumption and Its Associated Factors among University Students in Malaysia during COVID-19 Pandemic. *Malaysian Journal of Medical Sciences*, 30(6), 133–146.

<https://doi.org/10.21315/mjms2023.30.6.13>

Maldonado Gómez, R. J. (2023). INTRODUCCIÓN A LA TECNOLOGÍA DE ELABORACIÓN DE QUESOS: cheesemaking technology. introduction. *Revista De La Facultad De Agronomía*, 1(77), 1. Recuperado a partir de http://saber.ucv.ve/ojs/index.php/rev_agro/article/view/27546

Chavarri F et al. Effect of milk pasteurization on lipolysis during ripening of ovine cheese manufactures at different times of the year. *Lait* (2000) 80: 443-444

CODEX ALIMENTARIUS ALIMENTOS PRODUCIDOS ORGÁNICAMENTE. Programa Conjunto FAO/OMS sobre Normas Alimentarias. Comisión del CODEX ALIMENTARIUS. Alimentos Producidos Orgánicamente. Segunda Edición.

Datsa Martínez, C. carolyn. (2017). *Quesos madurados, composición química, clasificación, características, formas de procesamiento y equipos y maquinarias*. [Universidad nacional de educación]. <http://repositorio.une.edu.pe/handle/20.500.14039/3455>

FAO, & OMS. (2006). *Probióticos en los alimentos: propiedades saludables y nutricionales y directrices para la evaluación*. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.

García-Morales Elisa, Angulo-Castellanos Eusebio, Carrillo-Ruvalcaba Sergio Arturo, López-Varela María Guadalupe, López-Altamirano Danae, Valera-Sarmiento Citlali, & Rodríguez-García Ana Isabel. (2014). Eficacia y seguridad de los probióticos en el recién nacido pretérmino. *Revista Médica*, 5, 1–10. www.revistamedicamd.com

<https://luisartica.files.wordpress.com/2015/09/los-cultivos-iniciadores-2016.pdf>

(FAO & OMS, 2006)

Abd-Elmonem, M., Tammam, A., El-Desoki, W., Zohri, A.-N., & Moneeb, A. (2022). Improving The Properties Of The Egyptian Ras Cheese With Adding Some Probiotic *Lactobacillus* spp. *Assiut Journal of Agricultural Sciences*, 0(0), 0–0. <https://doi.org/10.21608/ajas.2022.115878.1084>

Afzaal, M., Saeed, F., Ateeq, H., Ahmed, A., Ahmad, A., Tufail, T., Ismail, Z., & Anjum, F. M. (2020). Encapsulation of *Bifidobacterium bifidum* by internal gelation method to access the viability in cheddar cheese and under simulated gastrointestinal conditions. *Food Science and Nutrition*, 8(6), 2739–2747. <https://doi.org/10.1002/fsn3.1562>

Ahmed, S., Muhammad, T., & Zaidi, A. (2021). Cottage cheese enriched with lactobacilli encapsulated in alginate–chitosan microparticles forestalls perishability and augments probiotic activity. *Journal of Food Processing and Preservation*, 45(6). <https://doi.org/10.1111/jfpp.15473>

Bielecka, M., & Cichosz, G. (2020). The effect of milk fat replacement and the addition of *Lactobacillus paracasei* LPC-37 on the sensory properties of cheeses. *Mljekarstvo*, 70(1), 28–39. <https://doi.org/10.15567/mljekarstvo.2020.0103>

Hamdy, A. M., Ahmed, M. E., Mehta, D., Elfaruk, M. S., Hammam, A. R. A., & El-Derwy, Y. M. A. (2021). Enhancement of low-fat Feta cheese characteristics using probiotic bacteria. *Food Science and Nutrition*, 9(1), 62–70. <https://doi.org/10.1002/fsn3.1889>

Hao, X., Yang, W., Zhu, Q., Zhang, G., Zhang, X., Liu, L., Li, X., Hussain, M., Ni, C., & Jiang, X. (2021). Proteolysis and ACE-inhibitory peptide profile of Cheddar cheese: Effect of digestion treatment and different probiotics. *LWT*, 145. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.111295>

Homayouni, A., Ansari, F., Azizi, A., Pourjafar, H., & Madadi, M. (2018). Cheese as a Potential Food Carrier to Deliver Probiotic Microorganisms into the Human Gut: A Review. *Current Nutrition & Food Science*, 16(1), 15–28. <https://doi.org/10.2174/1573401314666180817101526>

Kim, J. H., Woo, D., Nam, Y. H., Baek, J., Lee, J. Y., & Kim, W. (2023a). Probiotic cheese improves alcohol metabolism and alleviates alcohol-induced liver injury via the SIRT1/AMPK signaling pathway. *Journal of Functional Foods*, 108. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2023.105736>

Lopes, L. A. A., Pimentel, T. C., Carvalho, R. de S. F., Madruga, M. S., Galvão, M. de S., Bezerra, T. K. A., Barão, C. E., Magnani, M., & Stamford, T. C. M. (2021). Spreadable goat Ricotta cheese added with *Lactobacillus acidophilus* La-05: Can microencapsulation improve the probiotic survival and the quality parameters *Food Chemistry*, 346.
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.128769>

Lordan, R., Walsh, A., Crispie, F., Finnegan, L., Demuru, M., Tsoupras, A., Cotter, P. D., & Zabetakis, I. (2019). Caprine milk fermentation enhances the antithrombotic properties of cheese polar lipids. *Journal of Functional Foods*, 61. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2019.103507>

Mirković, M., Mirković, N., Miočinović, J., Radulović, A., Paunović, D., Ilić, M., & Radulović, Z. (2021). Probiotic yogurt and cheese from ultrafiltered milk: Sensory quality and viability of free-living and spray dried *Lactiplantibacillus plantarum* 564 and *Lactiplantibacillus plantarum* 299v. *Journal of Food Processing and Preservation*, 45(9).
<https://doi.org/10.1111/jfpp.15713>

Mirzaei, H., Pourjafar, H., & Homayouni, A. (2012). Effect of calcium alginate and resistant starch microencapsulation on the survival rate of *Lactobacillus acidophilus* La5 and sensory properties in Iranian white brined cheese. *Food Chemistry*, 132(4), 1966–1970.
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.12.033>

Picciotti, U., Massaro, A., Galiano, A., & Garganese, F. (2022). Cheese Fortification: Review and Possible Improvements. In *Food Reviews International* (Vol. 38, Issue S1, pp. 474–500). Taylor and Francis Ltd. <https://doi.org/10.1080/87559129.2021.1874411>

Plé, C., Richoux, R., Jardin, J., Nurdin, M., Briard-Bion, V., Parayre, S., Ferreira, S., Pot, B., Bouguen, G., Deutsch, S. M., Falentin, H., Foligné, B., & Jan, G. (2015). Single-strain starter experimental cheese reveals anti-inflammatory effect of *Propionibacterium freudenreichii* CIRM BIA 129 in TNBS-colitis model. *Journal of Functional Foods*, 18, 575–585.
<https://doi.org/10.1016/j.jff.2015.08.015>

Satric, A., Miloradovic, Z., Mirkovic, M., Mirkovic, N., & Miocinovic, J. (2023). Quality characteristics of 'Pasta-Filata' Serbian Kačkavalj cheese and regulatory compliance assessment. *Mljekarstvo*, 73(1), 38-49. <https://doi.org/10.15567/mljekarstvo.2023.0105>.

Chavarri F et al. Effect of milk pasteurization on lipolysis during ripening of ovine cheese manufactured at different times of the year. *Lait* (2000) 80: 443-444

Autores, C. de. (2011). *Leche y Productos Lácteos. Segunda edición*. D - FAO.

Datsa Martínez, C. carolyn. (2017). *Quesos madurados, composición química, clasificación, características, formas de procesamiento y equipos y maquinarias*. [Universidad nacional de educación]. <http://repositorio.une.edu.pe/handle/20.500.14039/3455>

FAO, & OMS. (2006). *Probióticos en los alimentos: propiedades saludables y nutricionales y directrices para la evaluación*. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.

García-Morales Elisa, Angulo-Castellanos Eusebio, Carrillo-Ruvalcaba Sergio Arturo, López-Varela María Guadalupe, López-Altamirano Danae, Valera-Sarmiento Citlali, & Rodríguez-García Ana Isabel. (2014). Eficacia y seguridad de los probióticos en el recién nacido pretérmino. *Revista Médica*, 5, 1–10. www.revistamedicamd.com

<https://luisartica.files.wordpress.com/2015/09/los-cultivos-iniciadores-2016.pdf>

(FAO & OMS, 2006)

Abd-Elmonem, M., Tammam, A., El-Desoki, W., Zohri, A.-N., & Moneeb, A. (2022). Improving The Properties Of The Egyptian Ras Cheese With Adding Some Probiotic *Lactobacillus* spp. *Assiut Journal of Agricultural Sciences*, 0(0), 0–0. <https://doi.org/10.21608/ajas.2022.115878.1084>

Afzaal, M., Saeed, F., Ateeq, H., Ahmed, A., Ahmad, A., Tufail, T., Ismail, Z., & Anjum, F. M. (2020). Encapsulation of *Bifidobacterium bifidum* by internal gelation method to access the

viability in cheddar cheese and under simulated gastrointestinal conditions. *Food Science and Nutrition*, 8(6), 2739–2747. <https://doi.org/10.1002/fsn3.1562>

Ahmed, S., Muhammad, T., & Zaidi, A. (2021). Cottage cheese enriched with lactobacilli encapsulated in alginate–chitosan microparticles forestalls perishability and augments probiotic activity. *Journal of Food Processing and Preservation*, 45(6). <https://doi.org/10.1111/jfpp.15473>

Bielecka, M., & Cichosz, G. (2020). The effect of milk fat replacement and the addition of *Lactobacillus paracasei* LPC-37 on the sensory properties of cheeses. *Mljekarstvo*, 70(1), 28–39. <https://doi.org/10.15567/mljekarstvo.2020.0103>

Hamdy, A. M., Ahmed, M. E., Mehta, D., Elfaruk, M. S., Hammam, A. R. A., & El-Derwy, Y. M. A. (2021). Enhancement of low-fat Feta cheese characteristics using probiotic bacteria. *Food Science and Nutrition*, 9(1), 62–70. <https://doi.org/10.1002/fsn3.1889>

Hao, X., Yang, W., Zhu, Q., Zhang, G., Zhang, X., Liu, L., Li, X., Hussain, M., Ni, C., & Jiang, X. (2021). Proteolysis and ACE-inhibitory peptide profile of Cheddar cheese: Effect of digestion treatment and different probiotics. *LWT*, 145. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.111295>

Homayouni, A., Ansari, F., Azizi, A., Pourjafar, H., & Madadi, M. (2018). Cheese as a Potential Food Carrier to Deliver Probiotic Microorganisms into the Human Gut: A Review. *Current Nutrition & Food Science*, 16(1), 15–28. <https://doi.org/10.2174/1573401314666180817101526>

Kim, J. H., Woo, D., Nam, Y. H., Baek, J., Lee, J. Y., & Kim, W. (2023a). Probiotic cheese improves alcohol metabolism and alleviates alcohol-induced liver injury via the SIRT1/AMPK signaling pathway. *Journal of Functional Foods*, 108. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2023.105736>

Lopes, L. A. A., Pimentel, T. C., Carvalho, R. de S. F., Madruga, M. S., Galvão, M. de S., Bezerra, T. K. A., Barão, C. E., Magnani, M., & Stamford, T. C. M. (2021). Spreadable goat Ricotta cheese added with *Lactobacillus acidophilus* La-05: Can microencapsulation improve

the probiotic survival and the quality parameters *Food Chemistry*, 346.

<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.128769>

Lordan, R., Walsh, A., Crispie, F., Finnegan, L., Demuru, M., Tsoupras, A., Cotter, P. D., & Zabetakis, I. (2019). Caprine milk fermentation enhances the antithrombotic properties of cheese polar lipids. *Journal of Functional Foods*, 61. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2019.103507>

Mirković, M., Mirković, N., Miočinović, J., Radulović, A., Paunović, D., Ilić, M., & Radulović, Z. (2021). Probiotic yogurt and cheese from ultrafiltered milk: Sensory quality and viability of free-living and spray dried *Lactiplantibacillus plantarum* 564 and *Lactiplantibacillus plantarum* 299v. *Journal of Food Processing and Preservation*, 45(9).

<https://doi.org/10.1111/jfpp.15713>

Mirzaei, H., Pourjafar, H., & Homayouni, A. (2012). Effect of calcium alginate and resistant starch microencapsulation on the survival rate of *Lactobacillus acidophilus* La5 and sensory properties in Iranian white brined cheese. *Food Chemistry*, 132(4), 1966–1970.

<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.12.033>

Picciotti, U., Massaro, A., Galiano, A., & Garganese, F. (2022). Cheese Fortification: Review and Possible Improvements. In *Food Reviews International* (Vol. 38, Issue S1, pp. 474–500). Taylor and Francis Ltd. <https://doi.org/10.1080/87559129.2021.1874411>

Plé, C., Richoux, R., Jardin, J., Nurdin, M., Briard-Bion, V., Parayre, S., Ferreira, S., Pot, B., Bouguen, G., Deutsch, S. M., Falentin, H., Foligné, B., & Jan, G. (2015). Single-strain starter experimental cheese reveals anti-inflammatory effect of *Propionibacterium freudenreichii* CIRM BIA 129 in TNBS-colitis model. *Journal of Functional Foods*, 18, 575–585.

<https://doi.org/10.1016/j.jff.2015.08.015>

Satric, A., Miloradovic, Z., Mirkovic, M., Mirkovic, N., & Miocinovic, J. (2023). Quality characteristics of 'Pasta-Filata' Serbian Kačkavalj cheese and regulatory compliance assessment. *Mljekarstvo*, 73(1), 38-49. <https://doi.org/10.15567/mljekarstvo.2023.0105>.

<https://lipa.agro.unlp.edu.ar/wpcontent/uploads/sites/29/2020/03/Guia-QUESOS.pdf>

Anexo**Tabla 1. Quesos con adición de cultivos probióticos**