



Análisis sensorial y estimación fisicoquímica de vida útil de una bebida tipo yogur a base de lactosuero dulce fermentada con *Streptococcus Salivarius ssp. Thermophilus* y *Lactobacillus Casei ssp. Casei**

Mateo Marulanda**, Clemente Granados***, Luis Alberto García-Zapateiro****

Sensory analysis and physical-chemical estimation of the useful life of a yogurt beverage based on sweet whey fermented with *Streptococcus Salivarius ssp. Thermophilus* and *Lactobacillus Casei ssp. Casei*

Análise sensorial e estimação físico-química de vida útil de uma bebida tipo iogurte a base de soro do leite doce fermentada com *Streptococcus Salivarius ssp. Thermophilus* e *Lactobacillus Casei ssp. Casei*

RESUMEN

Introducción. En esta investigación se utilizó el lactosuero dulce subproducto de la industria láctea. El lactosuero constituye una fuente importante de

nutrientes que otorga múltiples propiedades en una amplia gama de alimentos y representa uno de los sectores de mayor crecimiento en el nivel industrial. Sin embargo, su uso se encuentra limitado por

* Artículo derivado del proyecto de investigación como trabajo de grado del Ingeniero Mateo León Marulanda Olier, Titulado "Elaboración y evaluación de una bebida tipo yogur a base de lactosuero dulce fermentada con *Streptococcus Salivarius ssp. Thermophilus* y *Lactobacillus Casei ssp. Casei*" realizado con los Grupos de Investigación Ingeniería, Innovación, Calidad Alimentaria y Salud (INCAS) y Grupo de Investigación Ingeniería de Fluidos Complejos y Reología de Alimentos (IFCRA), en el año 2012 y financiado por la Universidad de Cartagena. ** Ingeniero de Alimentos. *** Ingeniero de Alimentos, magister en Ciencia y Tecnología de Alimentos, Jefe de Laboratorio y Plantas pilotos Universidad de Cartagena. **** Ingeniero de Alimentos, Magister en Ingeniería Química, Doctor en Ingeniería Química, Jefe del Departamento de Postgrado Facultad de Ingeniería de la Universidad de Cartagena, líder del grupo IFCRA.

su sabor y su alto contenido de carga orgánica, en consecuencia, tiene un fuerte potencial contaminante.

Objetivo. Realizar el análisis microbiológico, y la estimación fisicoquímica de vida útil y sensorial de una bebida fermentada tipo yogur a base de lactosuero dulce fermentada con *Streptococcus Salivarius ssp Thermophilus* y *Lactobacillus Casei ssp Casei*. **Materiales y métodos.** Se formularon tres muestras basadas en las diferentes concentraciones de sólidos solubles, a las cuales se les realizaron la evaluación microbiológica, mediante la Norma Técnica Colombiana NTC-399 y 4519. Se determinó la estimación de vida útil a través de ensayos de pH y porcentaje de ácido láctico con base en la Norma Técnica Colombiana NTC-399 y NTC-4978, respectivamente. Se evaluó el grado de aceptación

comparados con un yogur comercial, a través de una prueba analítica discriminativa de ordenamiento.

Resultado. Los análisis microbiológicos presentaron unos productos inocuos y que cumplen lo establecido en Norma Técnica, como también, los productos tuvieron una vida útil estable durante más de 15 días de almacenamiento. Por otra parte, las bebidas fermentadas tipo yogur con lactosuero dulce tuvieron un alto grado de aceptación en comparación con las bebidas comerciales. **Conclusión.** Con base en los resultados obtenidos se concluye el aprovechamiento de este subproducto en la industria láctea para el desarrollo de nuevos productos alimenticios.

Palabras clave: lactosuero dulce, yogur, vida útil, análisis sensorial.

ABSTRACT

Introduction. Sweet whey, a byproduct from dairy industries, was used in this research work. This whey is an important nutritional source with multiple properties in a wide range of food and represents one of the most promising sectors in terms of industry growth. Nevertheless, its use is limited due to its taste and high organic content, which makes it a strong potential contaminant. **Objective.** Make a microbiological analysis, the physical-chemical estimation of the useful life and the sensory analysis of a yogurt beverage based of sweet whey, fermented with *Streptococcus Salivarius ssp Thermophilus* and *Lactobacillus Casei ssp Casei*. **Materials and methods.** Three samples were formulated, with base on the different soluble solids' concentrations, and they were microbiologically evaluated by means of the

Colombian technical norms NTC-399 and 4519. The useful life was estimated by the use of pH tests and lactic acid percentage, according to norms NTC-399 and NTC-4978, respectively. The acceptance degree compared to that of commercial yogurt was tested by means of a discriminant ordering analytic test. **Result.** The microbiological analyses demonstrated that the products are safe and comply the terms of the technical norm. The products had a stable useful life during more than 15 days of storage. On the other hand, yogurt type beverages with sweet whey were well accepted in the comparison with commercial beverages. **Conclusion.** This product can be used in dairy industries for the development of new food products.

Key words: sweet whey, yogurt, useful life, sensory analysis.

RESUMO

Introdução. Nesta investigação se utilizou o soro do leite doce subproduto da indústria láctea. O soro do leite constitui uma fonte importante de nutrientes que outorga múltiplas propriedades em uma ampla gama de alimentos e representa um dos setores de maior crescimento no nível industrial. Mas, seu uso se encontra limitado por seu sabor e seu alto conteúdo de carga orgânica, em consequência, tem um forte potencial contaminante. **Objetivo.** Realizar a análise microbiológico, e a estimação físico-química de vida útil e sensorial de uma bebida fermentada tipo iogurte a base de soro do leite doce fermentada

com *Streptococcus Salivarius ssp Thermophilus* e *Lactobacillus Casei ssp Casei*. **Materiais e métodos.** Se formularam três amostras baseadas nas diferentes concentrações de sólidos solúveis, às quais se lhes realizaram a avaliação microbiológica, mediante a Norma Técnica Colombiana NTC-399 e 4519. Se determinou a estimação de vida útil através de ensaios de pH e porcentagem de ácido láctico com base na Norma Técnica Colombiana NTC-399 e NTC-4978, respectivamente. Se avaliou o grau de aceitação comparados com um iogurte comercial, através de uma prova analítica discriminativa de ordenamento. **Resultado.** As análises microbiológicas apresentaram uns produtos inócuos e que cumprem o estabelecido

na Norma Técnica, como también, os produtos tiveram uma vida útil estável durante mais de 15 dias de armazenamento. Por outra parte, as bebidas fermentadas tipo iogurte com soro do leite doce tiveram um alto grau de aceitação em comparação com as bebidas comerciais. **Conclusão.** Com base

nos resultados obtidos se conclui o aproveitamento deste subproduto na indústria láctea para o desenvolvimento de novos produtos alimentares.

Palavras chave: soro do leite doce, iogurte, vida útil, análise sensorial.

INTRODUCCIÓN

La industria alimentaria está siguiendo la tendencia actual del mercado en el desarrollo de productos bajos en grasa sin cambiar sus propiedades sensoriales ni las propiedades tecnológicas y funcionales de los productos lácteos semisólidos. Inicialmente, se han utilizado hidrocoloides y estabilizadores con el fin de imitar la percepción de la grasa y mejorar la estabilidad de yogures en relación con la sinéresis durante el almacenamiento (Everett y McLeod, 2005; Jensen, Tolin y Ipsen, 2010; Lucey, 2002; Taminme, 2007) y se ha obtenido como resultado un éxito en el mercado de 10 a 1 % (Buisson, 1995). Una disminución en el contenido de grasa causa pérdida de la viscosidad y la estructura, lo que altera la apariencia, la textura y la sensación en la boca (Houzé, Cases, Colas y Cayot, 2005, Lucey, 2004). Una alternativa es el uso de ingredientes lácteos como proteínas de suero que surgen como subproductos en la industria láctea. El lactosuero es la porción acuosa de la leche obtenida por acidificación térmica o por coagulación (Madureira et al., 2013). El lactosuero se procesa adicionalmente mediante técnicas de separación o fraccionamiento para eliminar el agua, la lactosa, los lípidos, los minerales, además de enzimas, hormonas y factores de crecimiento (Baldasso, Barros, y Tessaro 2011); representa entre el 85 y el 90 % del volumen de la leche, y contiene aproximadamente el 55 % de sus nutrientes, entre los cuales los más abundantes son la lactosa, las proteínas hidrosolubles, los lípidos, las sales minerales y las vitaminas (Muñi et al., 2005). El lactosuero constituye una fuente importante de nutrientes que otorga múltiples propiedades en una amplia gama de alimentos. Las proteínas del suero son una excelente

fuerza para fortificar los alimentos y agregarles valor nutricional (Onwulata y Huth 2008); los productos del suero mejoran la textura, realzan el sabor y el color, mejoran las propiedades de flujo y muestran muchas otras propiedades funcionales que aumentan la calidad de los productos alimenticios (Huertas 2011); además, proporcionan varias propiedades funcionales en alimentos tales como gelificación, estabilidad térmica, formación de espuma y emulsificación (Foegeding et al., 2002). La proteína del suero es actualmente uno de los sectores de mayor crecimiento en la industria láctea (Marshall 2004; Zemel 2005); y sin embargo, su uso se encuentra limitado por su sabor (Drake, Miracle, y Wright 2008). Por otra parte, el lactosuero contiene una carga orgánica alta y, en consecuencia, tiene un fuerte potencial contaminante; por lo tanto, no está permitido para su eliminación directa en los cursos de tierra o agua (Gelegenis et al., 2007). Es uno de los residuos más representativos de la industria lechera y uno de los contaminantes más severos que existen en el ámbito ambiental. La contaminación ambiental producida por la disposición del lactosuero resultante de la industria láctea motiva a la continua búsqueda de innovaciones tecnológicas efectivas que permitan el aprovechamiento de este subproducto que ha sido objeto de numerosas investigaciones (Sánchez, et al., 2009), debido a que existe la posibilidad de aprovechar su contenido en elementos de alto valor nutritivo (proteínas hidrosolubles, lactosa, vitaminas y sales minerales) en la síntesis de productos químicos y farmacéuticos, así como para la industria alimentaria, basados en su valor nutricional; en el sector comercial se han obtenido: etanol, ácidos orgánicos, bebidas no alcohólicas, bebidas fermentadas, biomasa, concentrados, aislados e

hidrolizados de proteína, películas comestibles, medio de soporte para encapsular sustancias, producción de xantana, enzimas, separación de la lactosa para fines endulzantes en alimentos, entre otras aplicaciones (Parra et al., 2009).

En el mercado existe una variada oferta de productos lácteos fermentados; el más conocido en esta categoría es el yogur que corresponde a leche fermentada con *Lactobacillus Bulgaricus* y *Streptococcus Thermophilus* (Chandan y O'Rell 2006). El yogur es un producto que se obtiene al fermentar la leche utilizando un cultivo mixto formado por las bacterias *Lactobacillus Delbruekii*, subespecie *Bulgaricus*, y *Streptococcus Salivarius*, subespecie *Thermophilus*. Como resultado de la fermentación, se produce ácido láctico a partir de la lactosa presente en la leche y una serie de compuestos que le imparten al yogur un sabor y un aroma típicos; debe tener una consistencia suave y homogénea, así como estar libre de grumos (Walstra, et al., 2001; Varnam, y Sutherland, 1995). La firmeza del gel del yogur depende principalmente de la red tridimensional de la proteína que, a su vez, se rige por el contenido de sólidos solubles, índice de acidificación y actividad proteolítica de los cultivos empleados (Lee y Lucey, 2004, Liu et al., 2014). Además, los yogures pueden ser co-cultivados con bacterias probióticas para mejorar su funcionalidad fisiológica (Kailasapathy, 2008). Las diversas cepas probióticas han sido estudiadas ampliamente como son *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus paracasei ssp. Paracasei*, y pueden ser utilizadas en la generación de péptidos bioactivos de la proteína de la leche, ya que poseen potenciales propiedades antioxidantes, anti-mutagénicas y anticancerígenas (Sah, et al., 2014, 2015).

Se han estandarizado bebidas a base de lactosuero mezclado con jugos de frutas, mediante adecuados estabilizadores y acidulantes, en donde se evaluaron las propiedades fisicoquímicas y la preferencia de consumidores con base a diferentes formulaciones (García, et al., 2015). Los diseños de bebidas fermentadas han sido formuladas a partir de lactosuero de leche de vaca, búfalo y cabra (Miranda, et al., 2007, 2014),

como también, bebidas fermentadas de suero de queso fresco, inoculadas con *Lactobacillus casei*, a las cuales se les evaluó la viabilidad del microorganismo mediante uso de medios de cultivo selectivos, bajo condiciones anaeróbicas; luego, se procedió a verificar su resistencia a los ácidos gástricos y sales biliares, simulando, así, las condiciones del tracto gastrointestinal de los humanos (Londoño et al., 2008). Por otra parte, se han obtenido productos como proteína unicelular, biopelículas, producción de ácidos orgánicos, concentrados de proteínas, derivados de lactosa, entre otros (Parra, 2009; Koutinas et al., 2009; Almeida et al., 2009).

El objetivo de esta investigación es evaluar la aceptabilidad y la estimación de vida útil de una bebida tipo yogur a base de lactosuero dulce, fermentada con *Streptococcus Salivarius ssp Thermophilus* y *Lactobacillus Casei ssp Casei*.

MATERIALES Y MÉTODOS

Materia prima

El lactosuero dulce usado fue adquirido de la empresa productora de lácteos Coolechera-Cartagena, derivado de la producción de queso costeño. Las cepas de bacterias ácido-lácticas utilizadas en la fermentación durante la investigación fueron suministradas por la empresa CHR-HANSEN, constituidas por *Streptococcus Salivarius ssp. Thermophilus* y *Lactobacillus Casei ssp. Casei*.

Estandarización del yogur

Tres réplicas fueron realizadas en la elaboración de la bebida fermentada tipo yogur con lactosuero dulce, estableciendo tres formulaciones, basadas en las diferentes concentraciones de sólidos solubles; así, la muestra 1 (M1) contenía un 13 % de sólidos solubles; la muestra 2 (M2), un total de 17 %, y 21 %, la muestra 3 (M3), como se muestra en la tabla I (Augustin et al., 2003). Para la producción del yogur, inicialmente el lactosuero dulce, la leche descremada y el azúcar fueron homogeneizados, pasteurizados a 65 °C durante 30 minutos, luego enfriados a 41 ± 1 °C e inoculados con 5x10⁵ % p/v de

los microorganismos *Streptococcus Salivarius* ssp. *Thermophilus* y *Lactobacillus Casei* ssp. *Casei*. Durante el proceso de fermentación se mantuvo una temperatura 41 ± 1 °C; el desarrollo de

la acidez fue evaluado cada 30 min, durante 3 horas, hasta que el proceso alcanzara una acidez de 0.7 %, expresada como ácido láctico, y el pH descendió hasta 5.

Tabla 1. Formulaciones de las bebidas fermentadas tipo yogur a base de lactosuero dulce

Formulación	Muestra 1: M1	Muestra 2: M2	Muestra 3: M3
Lactosuero dulce	88.50 % p/v	82.30 % p/v	76.35 % p/v
Leche en polvo descremada	6.0 % p/v	8.88 % p/v	11.29 % p/v
Azúcar	5.4 % p/v	8.81 % p/v	12.35 % p/v

Fuente: elaborado por los autores

Análisis microbiológico

Se realizó un recuento en placa por triplicado a las diferentes muestras de las bebidas fermentadas tipo yogur, siguiendo la metodología descrita por NTC 4519, con el objetivo de reflejar la calidad sanitaria, las condiciones de manipulación y las condiciones higiénicas. Posteriormente se determinaron los coliformes totales y fecales en dos fases, las cuales corresponden a una presuntiva y la otra a una confirmativa, siguiendo los procedimientos descritos por NTC 399.

Análisis fisicoquímico

La estimación de vida útil del producto se determinó mediante unos análisis fisicoquímicos según las normas técnicas NTC 399 de 2002 y NTC 4978 de 2001, al someter el producto a una prueba en tiempo real bajo condiciones normales de refrigeración a 4 °C y así comprobar día a día el deterioro que puede presentar el producto frente a sus propiedades fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales. En el instante en que alguno de estos parámetros sea inaceptable siguiendo las NTC 399 el producto habrá llegado al fin de su vida útil.

Evaluación sensorial

La evaluación sensorial fue realizada a las bebidas fermentadas tipo yogur a 10 ± 2 °C comparados con yogur comercial, siguiendo los métodos descritos por Morales A. (2005) y Carpenter R. (2009), mediante una prueba

analítica discriminativa de ordenamiento, con el fin de establecer si existen diferencias entre las muestras en un salón iluminado uniformemente, por grupos de 30 panelistas con tapajos.

RESULTADOS

Análisis microbiológico

Los resultados del análisis microbiológico que se llevaron a cabo a las 48 y 72 horas después de la elaboración de las bebidas fermentadas tipo yogur a partir de lactosuero dulce, presentaron unos indicativos que garantizaron la inocuidad del producto como se puede observar en la tabla 2, donde se presentan los resultados de las pruebas microbiológico de las diferentes bebidas fermentadas tipo yogur; se realizó el recuento de mesófilos y coliformes (totales y fecales). De acuerdo con la Norma Técnica Colombiana NTC-399 y 4519 (Icontec, 2002; Icontec, 2009), el recuento de mesófilos para las tres formulaciones (M1; M2 y M3) está muy por debajo de los límites de los rangos permitidos con valores de 2300 ufc/mL, 1200 ufc/mL y 640 ufc/mL, respectivamente. De acuerdo con estas normas el recuento de coliformes totales y coliformes fecales fue negativo. Por lo anterior, se puede inferir que el procedimiento utilizado, de acuerdo con las diferentes formulaciones, durante todo el proceso de obtención del lactosuero dulce y la elaboración de las bebidas fermentadas tipo yogur fue adecuado e inocuo, y está dentro de los estándares para este tipo de producto.

Tabla 2. Resultados de la caracterización microbiológica de las bebidas fermentadas tipo yogurt a base de lactosuero dulce. UFC/mL = unidades formadoras de colonias por mililitros. N.D.: No detectable por el límite inferior de detención del método utilizado

Análisis microbiológico	M1	M2	M3
Mesófilos aerobio UFC/mL	2300	1200	640
Coliformes Totales UFC/mL	N. D.	N. D.	N. D.
Coliformes Fecales UFC/mL	N. D.	N. D.	N. D.

Fuentes: elaborado por los autores.

Análisis fisicoquímico para la estimación de la vida útil

La estimación de la vida útil de los productos alimenticios no está relacionada exclusivamente con el deterioro, sino con un fenómeno complejo que depende de la interacción del consumidor con los alimentos (Hough et al., 2003). En la tabla 3, se muestran los resultados de pH y porcentaje de ácido láctico, evaluados a los 15 días de la

elaboración de las tres muestras de estudio, presentando un marcado aumento en los niveles de ácido láctico por la actividad residual de las bacterias acidolácticas (Adams y Moss, 1997); esto se debe a las bacterias lácticas que se estabilizan entre los 10 y 15 días de incubación (Wittig de Penna et al., 2003) y, por ende, un descenso en el pH, lo cual puede atribuirse a que durante el almacenamiento en refrigeración ocurre una actividad microbiana residual.

Tabla 3. Resultados de la estimación de la vida útil después de 15 días de las bebidas fermentadas tipo yogurt a base de lactosuero dulce

Ensayos después de 15 días	M1	M2	M3
Acidez (%Ácido láctico)	0.86 %	0.86 %	1.05 %
Ph	4.18	4.18	4.22

Fuente: elaborado por los autores.

Estos resultados demuestran la supervivencia de la cepa y, por tanto, la vida útil del producto en la cual el almacenamiento bajo refrigeración detiene el crecimiento de los microorganismos del cultivo iniciador. El ácido láctico es el que inhibe el crecimiento de bacterias patógenas, lo que contribuyó a que no mostrara signos de putrefacción o descomposición después de 15 días de almacenamiento; todo lo contrario: presentaba un aroma característico de los yogures comerciales.

Análisis sensorial

En la figura 1, se pueden observar los resultados del análisis sensorial en función de las

características de aroma, dulzor, acidez y textura de las bebidas fermentadas tipo yogur. Para la realización de este análisis se seleccionaron 30 panelistas con tapajos los cuales eligieron una de las bebidas según sus preferencias y las propiedades antes mencionadas, indicando que no existe una preferencia generalizada por alguna de las bebidas fermentadas. La muestra M1, formulada con menor concentración de sólidos, mostró mayor preferencia en cuanto al aroma y dulzor, pero la menor en aceptación en cuanto a su acidez, textura y su parecido al yogur comercial. La M3, formulada con la mayor concentración de sólidos, mostró la mayor frecuencia con respecto a la propiedad de acidez. Por su parte, la M2, cuya bebida fue formulada

con una concentración media de sólidos, mostró mayor aceptación respecto a la propiedad textura y su parecido al yogur comercial. Estos resultados se pueden asociar a las características sensoriales que aporta el lactosuero dulce como ingrediente en productos alimentarios.

Krzeminski et al. (2014) han demostrado que las proteínas del lactosuero en combinación con la pectina reducen la libre asociación entre las proteínas del suero, siendo una alternativa de sustitutos de grasa y, a su vez, mejoradores de la textura en yogures.

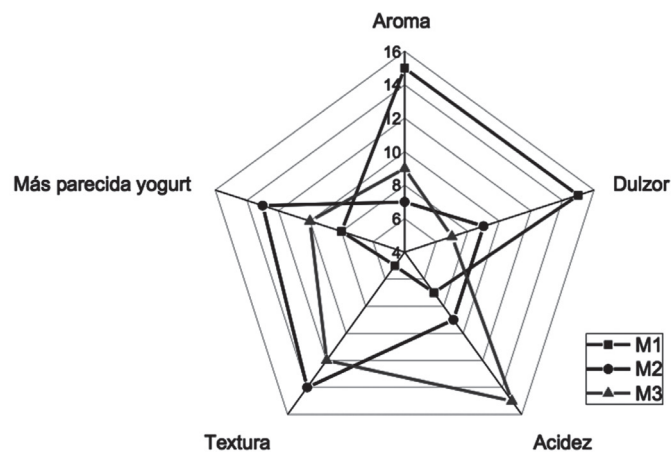


Figura 1. Comparativo de preferencias según propiedades sensoriales

Fuente: elaborado por los autores

El análisis de la aceptabilidad global de los yogures con lactosuero dulce sugiere que la muestra con 17 % de sólidos solubles es el mejor producto, debido a su parecido con los yogures comerciales. Estos resultados obtenidos se correlacionan con lo descrito por Frost y Janhøj (2007): la percepción de la textura, en particular la suavidad y cremosidad de los productos lácteos bajos en grasa parece ser el factor determinante para la aceptación por parte del consumidor.

CONCLUSIONES

Se desarrollaron tres diferentes productos de bebida fermentada tipo yogur a base de subproducto de lactosuero dulce dentro de los parámetros mínimos y máximos la Norma Técnica Colombiana NTC-399 y 4519 para este

tipo de productos, dando como caracterización un yogur de calidad para los consumidores. Los resultados de los análisis microbiológicos estuvieron dentro de los rangos permitidos, razón por la cual es un producto inocuo. Los productos obtenidos presentaron unos resultados fisicoquímicos adecuados de vida útil de más de 15 días en almacenamiento a 4 °C. La Muestra 2 (M2), formulada con una concentración media de sólidos solubles, presentó el mayor grado de aceptabilidad debido a sus características organolépticas y su parecido al yogur comercial. Finalmente, con los resultados de este proyecto se impulsa el aprovechamiento de este subproducto en la industria láctea como materia prima de interés nacional para ser utilizado para la preparación de nuevos productos, por su composición química, su buena calidad y sus excelentes propiedades para la formulación y el desarrollo de productos alimenticios.

Referencias bibliográficas

- Adams, M. y Moss, M. (1997). *Microbiología de alimentos*. España: Editorial Acribia.
- Almeida, K., Tamime, A. y Oliveira, M. (2009). Influence of total solids contents of milk whey on the acidifying profile and viability of various lactic acid bacteria. *LWT - Food Science and Technology*, 42(2): 672-678.
- Anzaldúa, M. (2005). *La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y práctica*. Zaragoza España: Editorial Acribia.
- Augustin, M.; Cheng, L.; Glagovskaia, O.; Clarke, P. y Lawrence, A. (2003). *Use of Blends of Skim Milk and Sweet Whey Protein Concentrates in Reconstituted Yogurt*. Dairy Industry Association of Australia.
- Baldasso, C.; Barros, T. y Tessaro, I. (2011) *Concentration y Purification of Whey Proteins by Ultrafiltration*. *Desalination* 278 (1-3): 381-86. doi:10.1016/j.desal.2011.05.055.
- Buisson, D. (1995). Developing new products for the consumer. In D.W. Marshall (Ed.), *Food choice and the consumer*. pp. 182-215. Cambridge: Chapman & Hall.
- Carpenter, R.; Lyon, P. y Hasdell, D. (2009). *Análisis sensorial en el desarrollo y control de la calidad de alimentos*. Zaragoza España: Editorial Acribia.
- Chandan, R. y O'Rel, K. (2006). *Principles of Yogurt Processing*. In *Manufacturing Yogurt and Fermented Milks*, R.C. Chandan, C.H. White, A. Kilara, y Y.H. Hui, Editors. Blackwell Publishing: Oxford, UK. p. 195-209.
- Drake, M.; Miracle, R. y Wright, J. (2008). *Milk Proteins*. *Milk Proteins*. Elsevier. doi:10.1016/B978-0-12-374039-7.00015-5.
- Everett, D. y McLeod, R. (2005). Interactions of polysaccharide stabilisers with casein aggregates in stirred skim-milk yoghurt. *International Dairy Journal*, 15(11), 1175-1183.
- Foegeding, E.; Davis, J.; Doucet, D. y McGuffey, M. (2002). Advances in Modifying and Understanding Whey Protein Functionality. *Trends in Food Science & Technology*, 13(5): 151-59. doi:10.1016/S0924-2244(02)00111-5. (2002)
- Frost, M. y Janhøj, T. (2007). Understanding creaminess. *International Dairy Journal*, 17(11), 1298-1311.
- García, C., Alvis, A. y Romero, P. (2015). Aplicación del mapa de preferencia externo en la formulación de una bebida saborizada de lactosuero y pulpa de maracuyá. *Información tecnológica*. 26(5): 17-24
- Gelegenis, J.; Georgakakis, I.; Angelidaki, V. y Mavris. (2007). Optimization of Biogas Production by Co-Digesting Whey with Diluted Poultry Manure. *Renewable Energy*, 32(13): 2147-60. doi:10.1016/j.renene.2006.11.015.
- Hough, G.; Langohr, G. y Curia, A. (2003). Survival Analysis Applied to Sensory Shelf Life of Foods. *Journal of Food Science*, 68(1): 359-62. doi:10.1111/j.1365-2621.2003.tb14165.x.
- Houzé, G.; Cases, B. y Cayot, P. (2005). Viscoelastic properties of acid milk gel as affected by fat nature at low level. *International Dairy Journal*, 15(10), 1006-1016.
- Huertas, R. (2001), Lactosuero: importancia en la industria de alimentos. *Revista Facultad Nacional de Agronomía*. <http://www.revistas.unal.edu.co/index.php/refame/article/view/24892/36875>.
- Jensen, S. y Rolin, I. (2010). Stabilisation of acidified skimmed milk with HM pectin. *Food Hydrocolloids*, 24(4), 291-299.
- Kailasapathy, K.; Harmstorf, I. y M. Phillips. (2008). Survival of *Lactobacillus acidophilus* and *Bifidobacterium animalis ssp. lactis* in stirred fruit yogurts. *LWT- Food Science and Technology*, 41(7), 1317 -1322
- Koutinas, A., Papapostolou, H., Dimitrellou, D., Kopsahelis, N., Katechaki, E. y Bekatorou, A. (2009). Whey valorisation: A complete and novel technology development for dairy industry starter culture production. *Bioresource Technology*. 100(15): 3734-3739
- Krzeminska, A.; Prell, K.; Busch-Stockfisch, M.; Weiss, J. y Hinrichs, J. (2014). Whey protein-pectin complexes as new texturising elements in fat-reduced yoghurt systems. *International Dairy Journal*, 36(2), 118-127
- Lee, W. y Lucey, J. (2004). Structure and physical properties of Yogurt gels: effect of inoculation rate and incubation temperature. *Journal of Dairy Science*, 87(10).
- Londoño, M., Sepúlveda, J., Hernández, A. y Parra, J. (2008). Bebida fermentada de suero de queso fresco inoculada con *Lactobacillus casei*. *Rev. Fac. Nal. Agr. Medellín*. 61(1): 4409-4421)

- Liu, X.; Zhang, H.; Wang, F.; Luo, J.; Guo, H. y Ren, F. (2014). Rheological and structural properties of differently acidified and renneted milk gels. *Journal of Dairy Science*, 97(6).
- Lucey, J. (2002). Formation and physical properties of milk protein gels. *Journal of Dairy Science*, 85(2), 281-294.
- Madureira, A.; Soares, J.; Amorim, M.; Tavares, T.; Gomes, A.; Pintado, M. y Malcata, F. (2013). Bioactivity of Probiotic Whey Cheese: Characterization of the Content of Peptides and Organic Acids. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 93(6): 1458-65. doi:10.1002/jsfa.5915.
- Marshall, K. (2004). Therapeutic Applications of Whey Protein. *Alternative Medicine Review: A Journal of Clinical Therapeutic*, 9(2), 136-56.
- Miranda, E., Fonseca, P., Ponce, I., Cedeño, C., Sam, L. y Martí, L. (2007). Elaboración de una bebida fermentada a partir del suero de queso, Características distintivas y control de calidad. *Rev Cubana Aliment Nutr*, 17(2), 103-108.
- Miranda, O., Fonseca, P., Ponce, I., Cedeño, C., Sam Rivero, L. y Vázquez, L. (2014). Elaboración de una Bebida Fermentada a Partir del Suero de Leche que Incorpora *Lactobacillus Acidophilus* y *Streptococcus Thermophilus*. *Revista Cubana de Alimentación y Nutrición*, 24(1), 7-16.
- Muñi, A.; Páez, G.; Faría, J.; Ferrer, J. y Ramones, E. (2005). Eficiencia de un sistema de ultrafiltración/nanofiltración tangencial en serie para el fraccionamiento y concentración del lactosuero. *Revista Científica*, XV(4). Universidad del Zulia: 361-67.
- NTC - 399. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC) (2002). Norma Técnica Colombiana, *Productos Lacteos. Leche cruda*.
- NTC - 4519. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC) (2009). *Microbiología de los alimentos para consumo humano y animal. Método Horizontal para el recuento de microorganismos. Técnica de recuento de colonias a 30°C*.
- NTC - 4978. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC) (2001). *Leche y productos lácteos. Determinación de la acidez titulable (Método de referencia)*. Bogotá
- Onwulata, C. y Huth. P. (2008). *Whey Processing, Functionality and Health Benefits*. Oxford, UK: Wiley-Blackwell. doi:10.1002/9780813803845.
- Parra, E.; Peña, J.; Esparza D. y Labarca, M. (2009). Evaluación de sustratos orgánicos y en combinación con insecticida para la captura de adultos de *opsiphanes cassina felder* en una plantación de palma aceitera (*elaeis Guineensis Jacquin*). *Revista de La Facultad de Agronomía*, 26(4), 455-69.
- Parra, R. (2009). Lactosuero: importancia en la industria de alimentos. *Rev, Fac, Nal, Agr, Medellín*. 62(1): 4967-4982
- Sah, B.; Vasiljevic, T.; McKechnie, S. y Donkor, O. (2014). Effect of probiotics on antioxidant and antimutagenic activities of crude peptide extract from yogurt. *Food Chemistry*, (156), 264-270.
- Sah, B.; Vasiljevic, T.; McKechnie, S. y Donkor, O. (2015) Identification of anticancer peptides from bovine milk proteins and their potential roles in management of cancer: a critical review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 14(2), 123-138.
- Sánchez, G.; Gil, M.; Gil, M.; Giraldo, F.; Millán, L.; Villada, M. (2009). Aprovechamiento del suero lácteo de una empresa del norte antioqueño mediante microorganismos eficientes. *Producción + Limpia*, 4(2).
- Tamime, A. (2007) *Structure of dairy products*. Society of dairy Technology. Oxford: Blackwell Publishing Ltda.
- Varnam, A. y Sutherland J. (1995). *Leche y productos lácteos. Tecnología, química y microbiología*. Editorial Acribia S.A.
- Walstra, P.; Geurts, T.; Noomen, A.; Jellema, A. y Van Boekel, M. (2001). *Ciencia de la leche y tecnología de los productos lácteos*. Editorial Acribia S.A.
- Wittig de Penna, E.; Avendaño, P.; Soto, D. y Bunge, A. (2003). Caracterización química y sensorial de biscochuelos enriquecidos con fibra dietética y micronutrientes para el anciano. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 53(1), 74-83.
- Zemel, M. (2005). The Role of Dairy Foods in Weight Management. *Journal of the American College of Nutrition*, 24(6 Suppl), 537S-46S.