

APROVECHAMIENTO DEL LACTOSUERO DE QUESERAS DEL DEPARTAMENTO DEL ATLÁNTICO PARA OBTENER QUESOS HILADOS Y BEBIDAS COMO ESTRATEGIA DE PRODUCCIÓN SOSTENIBLE

UTILIZATION OF WHEY FROM CHEESE DAIRIES IN THE DEPARTMENT OF ATLÁNTICO TO PRODUCE STRING CHEESES AND BEVERAGES AS A STRATEGY FOR SUSTAINABLE PRODUCTION

Miller Johannes Claro Vásquez ¹ Centro para el Desarrollo Agroecológico y Agroindustrial, SENA,
miller_claro@misena.edu.co

Keidith Cárcamo Martínez ² Centro para el Desarrollo Agroecológico y Agroindustrial, SENA,
kpcarcamo@sena.edu.co

Claudineth Meza Matos ³ Centro para el Desarrollo Agroecológico y Agroindustrial, SENA,
cpmeza@sena.edu.co

Yira Mendoza Valencia ⁴ Centro para el Desarrollo Agroecológico y Agroindustrial, SENA,
yimendoza@sena.edu.co

Lilia Almanza Mercado ⁵ Centro para el Desarrollo Agroecológico y Agroindustrial, SENA,
lmalmanza@sena.edu.co

Teresa Altamar Pérez ⁶ Centro para el Desarrollo Agroecológico y Agroindustrial, SENA,
taltamarp@sena.edu.co

Yaceris Castro Escorcía ⁷ Centro para el Desarrollo Agroecológico y Agroindustrial, SENA,
ycastror@sena.edu.co

Fuente de apoyo financiero.

La investigación recibió respaldo financiero por parte del Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA) a través de SENNOVA. Este apoyo incluyó el mantenimiento de bienes muebles, enseres, maquinaria, equipo y software, así como materiales para la formación profesional. Además, se contemplaron viáticos y gastos de viaje al interior de la formación profesional.

En cuanto al personal involucrado, se contó con servicios personales indirectos de dos personas: un profesional, ingeniero de alimentos, y un tecnólogo en procesamiento de alimentos. También se contó con la participación de un monitor, aprendiz del SENA, quien cursa estudios como tecnólogo en control de calidad de alimentos. Es importante destacar que la organización (SENA) influyó en diversas etapas del proyecto, incluyendo el diseño del estudio, la recolección, análisis e interpretación de los datos, así como en la preparación, revisión y aprobación del manuscrito final.

RESUMEN

El lactosuero, un subproducto resultante del proceso de elaboración de quesos, constituye aproximadamente el 83 % de la leche empleada en dicha producción y retiene alrededor del 50 % de los nutrientes presentes en la leche, incluyendo lactosa, proteínas solubles, lípidos y sales minerales.

El objetivo central de esta investigación fue evaluar el aprovechamiento industrial del lactosuero generado en queseras del departamento del Atlántico, mediante la elaboración de productos lácteos derivados como quesos hilados frescos, bebidas fermentadas, mix de helado y salsa de arequipe. Para alcanzar este propósito, se llevó a cabo una exhaustiva caracterización fisicoquímica y microbiológica del lactosuero.

PALABRAS CLAVE

Lactosuero, Quesos hilados, Bebidas fermentadas, Análisis sensorial, aceptabilidad.

ABSTRACT

Los análisis revelaron contenidos de proteínas en el rango de 2.2 a 2.4 g, sólidos totales entre 6.12 % y 7.6 %, sólidos no grasos de 5.1 a 5.6 %, y valores de calcio y hierro de 0.3 a 2.5 mg por cada 100 gramos de muestra evaluada. Se implementaron tres formulaciones diferentes, sustituyendo el 100 %, 70 % y 50 % de la leche cruda por lactosuero, y se realizaron evaluaciones sensoriales, fisicoquímicas y microbiológicas.

Los resultados, sometidos a análisis estadístico (ANOVA y prueba de Tukey, $p \leq 0.05$), evidenciaron diferencias significativas y preferencias entre las formulaciones. En conclusión, desde el punto de vista sensorial, los productos demostraron una satisfactoria aceptación por parte de los consumidores, generando un marcado interés en la intención de compra.

Whey, a byproduct of the cheese-making process, constitutes approximately 83 % of the milk used in cheese production and retains around 50 % of the nutrients present in milk, including lactose, soluble proteins, lipids, and mineral salts.

The main objective of this research was to assess the industrial utilization of whey generated in cheese dairies in the Atlántico department by producing derived dairy products such as fresh string cheeses, fermented beverages, ice cream mix, and dulce de leche sauce. To achieve this goal, a comprehensive physicochemical and microbiological characterization of whey was carried out.

The analyses revealed protein contents ranging from 2.2 to 2.4 g, total solids between 6.12 % and 7.6 %, non-fat solids from 5.1 to 5.6 %, and calcium and iron values from 0.3 to 2.5 mg per 100 grams of the evaluated sample.

Three different formulations were implemented, substituting 100 %, 70 %, and 50 % of raw milk with whey, and sensory, physicochemical, and microbiological evaluations were conducted.

The results, subjected to statistical analysis (ANOVA and Tukey test, $p \leq 0.05$), showed significant differences and preferences among the formulations. In conclusion, from a sensory perspective, the products demonstrated satisfactory acceptance by consumers, generating a notable interest in the intention to purchase.

KEYWORDS

Whey, spun cheeses, fermented drinks, sensorial analysis, acceptance.

INTRODUCCIÓN

El lactosuero, subproducto resultante de la elaboración de productos lácteos, representa el 83% del volumen total de leche tratada y retiene aproximadamente el 50% de los nutrientes presentes en la leche, como lactosa, grasas, sales minerales y proteínas solubles. Se distinguen dos tipos de lactosuero: el dulce, obtenido por coagulación de la caseína con cuajo, y el ácido, obtenido por fermentación o adición de ácidos orgánicos o minerales para coagular la caseína (Villegas et al., 2017).

Proteínas del lactosuero

El lactosuero alberga una variada mezcla de proteínas con propiedades químicas, físicas y funcionales diversas, constituyendo entre el 20% y el 40% de las proteínas de la leche (Pescumma et al., 2008). Entre ellas destacan:

- a) Albúminas:** La más abundante, equivalente al 15% de las proteínas lácteas y el 75% de las del lactosuero, incluyendo α -lactoalbúmina, β -lactoglobulina y Seroalbúmina.
- b) Globulinas:** Con actividad inmunológica y representando del 10% al 12% de las proteínas solubles.
- c) Fracción proteasa-pectosa:** Constituyen alrededor del 10% de las proteínas del suero, siendo heterogéneas y de difícil precipitación.

Problema ambiental generado por el lactosuero

La producción de queso, que utiliza el 63% de la leche nacional, genera grandes cantidades de lactosuero, convirtiéndose en el proceso más relevante en términos ambientales debido a su contenido en lactosa, grasa, proteínas, minerales y vitaminas. Esto se traduce en elevados valores de demanda biológica y química de oxígeno (DBO y DQO) (González, 2011). Cuellas (2008) y Miranda (2009) indican que, por cada kilogramo de queso, se generan aproximadamente 9 litros de lactosuero, desechados en su mayoría, aumentando los niveles de contaminación. La riqueza nutricional del lactosuero genera alrededor de 3.5 kg de DBO y 6.8 kg de DQO por cada 100 kg de lactosuero producido, cifras que aumentan con pérdidas de finos por defectos de coagulación, siendo la lactosa responsable del 70% al 80% de estos valores (Gil, 2009). La transformación diaria de 100,000 litros de leche / día en queso puede generar contaminación equivalente a una población de 55,000 a 65,000 habitantes (Riquelme, 2010).

Por tanto, es esencial revisar los posibles usos del suero mediante procesos industriales que se enfoquen en la eliminación de agua, recuperación de sales minerales, lactosa y proteínas. La utilización industrial del lactosuero

MATERIALES Y MÉTODOS

dependerá del componente que se desee aprovechar para evitar su descarte como efluente, lo cual conlleva un alto costo (Herrera y Corpas, 2012).

Aprovechamiento industrial del lactosuero

El aprovechamiento del lactosuero a nivel industrial es crucial para minimizar el desperdicio de este subproducto durante el procesamiento de la leche para la producción de queso. Se busca destacar los componentes del lactosuero, rico en lactosa y proteínas solubles como β -lactoglobulina y α -lactoalbúmina. Estas proteínas se extraen y utilizan para desarrollar nuevos productos.

Cuellas y Wagner (2010) sugieren que, para lograr nuevos productos, es necesario analizar las necesidades de los productores de queso, considerando el costo del proceso, el tiempo de producción y la viabilidad de introducir los productos en el mercado. Con la utilización de este efluente, se busca mejorar la rentabilidad de las queserías con otros productos derivados, como bebidas fermentadas y quesos hilados.

Esta investigación se llevó a cabo en las instalaciones del SENA – CEDAGRO, haciendo uso de los servicios tecnológicos disponibles en los laboratorios de Físicoquímica y Microbiología del centro. Las muestras de lactosuero fueron recolectadas de queseras artesanales ubicadas en diversas zonas del departamento, como Sabanalarga, Repelón y La Peña. Los productos resultantes se elaboraron en el ambiente destinado a la formación en procesos lácteos, utilizando insumos específicos para la investigación.

La metodología empleada en la investigación se clasifica como descriptiva y experimental. La naturaleza descriptiva se evidencia al no limitarse a la recolección de datos, sino al análisis predictivo e identificación de las relaciones entre variables. Además, se considera experimental debido a la evaluación de los porcentajes de ácido láctico en el lactosuero y la cantidad de lactosuero utilizada en la elaboración de los diferentes prototipos lácteos.

El proceso de investigación se estructura en tres fases:

Fase I: Caracterización de la composición fisicoquímica y microbiológica del lactosuero como subproducto industrial. Se busca determinar su calidad y valor nutricional, verificando el cumplimiento de los requisitos establecidos en la resolución 2997 del 2007, que regula las características del lactosuero para su uso en alimentos destinados al consumo humano.

Fase II: Estandarización del proceso productivo para la elaboración de los nuevos prototipos lácteos. En esta etapa se definen las operaciones unitarias, los mecanismos de control, así como los equipos, utensilios e insumos utilizados en las diferentes formulaciones de los productos elaborados. Las formulaciones finales se detallan en las tablas subsiguientes.

Tabla 1. Componentes (%) utilizados en la elaboración del queso tipo Mozzarella

QUESO TIPO MOZZARELLA (Form.1)	
Materia prima e insumos	Porcentaje (%)
Lactosuero Ácido	40
Leche Cruda de Vaca Entera	50
Sal	1,3
Cuajo	0,01

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 2. Componentes (%) utilizados en la elaboración de la bebida láctea

BEBIDA LÁCTEA			
	F#1	F#2	F#3
Materia prima e insumos	%	%	%
Lactosuero Dulce	100	70	50
Leche Cruda de Vaca Entera	0	30	50
Leche en Polvo Entera	1	1	1
Azúcar	12	12	12
Cultivo Láctico para Yogurt	2	2	2

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 3. Componentes (%) utilizados en la elaboración del Mix de helado

MIX HELADO			
	F#1	F#2	F#3
Materia prima e insumos	Porcentaje (%)	Porcentaje (%)	Porcentaje (%)
Lactosuero Dulce	100	70	50
Leche Cruda de Vaca	0	30	50
Azúcar	15	15	15
Leche en Polvo Entera	5	5	5
Crema de Leche	5,9	5,9	5,9
Estabilizante	0,55	0,55	0,55

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 4. Componentes (%) utilizados en la elaboración de la Salsa de arequipe.

SALSA DE AREQUIPE			
	F#1	F#2	F#3
Materia prima e insumos	Porcentaje (%)	Porcentaje (%)	Porcentaje (%)
Lactosuero Dulce	100	70	50
Leche Cruda de Vaca	0	30	50
Crema de Leche	13	13	13
Azúcar	12	12	12
Jarabe de Glucosa	2	2	2
Bicarbonato	0,0012	0,0012	0,0012
Estabilizante	0,25	0,25	0,25
Color Caramelo	0,0018	0,0018	0,0018

Fuente: Elaboración Propia

Como parte del proceso para las formulaciones previamente descritas en las tablas, se inicia con la toma de lactosuero. Este lactosuero se somete a un período de fermentación que se extiende a lo largo de 12 horas, manteniendo una temperatura constante de 27°C. La fermentación es un paso esencial para alcanzar el porcentaje deseado de ácido láctico, fundamental en el proceso de coagulación que se llevará a cabo en la elaboración de los diversos productos lácteos.

Fase III: En esta etapa del proceso, se procede a determinar la aceptación de los prototipos mediante un análisis sensorial. Se emplean encuestas cualitativas y cuantitativas para evaluar las características organolépticas, tales como olor, color, sabor y textura. Este enfoque proporciona una comprensión de las preferencias del consumidor, identificando la muestra preferida. Posteriormente, se realiza una evaluación de la composición fisicoquímica de la muestra seleccionada.

Utilizando técnicas de análisis proximal, se determinan parámetros clave como humedad, proteína cruda, extracto etéreo, cenizas, fibra bruta y carbohidratos, mediante la diferencia de los demás nutrientes.

Simultáneamente, se lleva a cabo un análisis microbiológico que incluye la evaluación de Coliformes fecales, Coliformes Totales, Mohos y Levaduras, siguiendo las pautas establecidas por el Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos (INVIMA 1998) para productos lácteos específicos. El objetivo principal de este proceso es obtener una comprensión detallada de los nutrientes principales en los productos finales y garantizar la inocuidad de estos. Este riguroso análisis certifica que los productos lácteos cumplen con los parámetros establecidos en la norma técnica colombiana 6060 para productos lácteos. Todos los datos recolectados se someten a un análisis estadístico para su evaluación.

RESULTADOS

Caracterización de la composición fisicoquímica lactosuero en fresco.

Del lactosuero recolectado en los municipios mencionados anteriormente se realizó un análisis fisicoquímico el cual permitió determinar las características de cada uno de éstos, y definir cuáles son los parámetros fundamentales para el desarrollo de nuevos productos alimenticios acordes a los requerimientos de cada uno. En la tabla 5, se observa los valores de proteína, grasa, sólidos totales, sólidos no grasos, pH y acidez evaluados en las tres variedades de lactosuero seleccionados.

Tabla 5. Resultados fisicoquímicos de las variedades Lactosueros.

Parámetros	Método/Técnica	Unidad	Lactosuero (Finca El Cane y)	Lactosuero (Finca Sabanalarga)	Lactosuero (Municipio Repe lón)	Lactosuero (Corregimiento La Peña)
Proteína	AOAC 2001.11 / Volumétricas	g/100g	2,2	2,6	2,4	2,4
Materia Grasa	NTC 6240:2017 / Gravimétrico	%	0,66	0,16	0,58	0,68
Sólidos totales	AOAC 925.10: 2005 / Gravimétrico	%	7,62	6,12	7,24	7,24
Sólidos no grasos	AOAC 990.21: 1993 / Gravimétrico	%	5,2	5,92	5,01	5,96

Carbohidratos totales	Cálculo Matemático	%	5,75	5,37	5,23	5,5
Fibra Dietaria	AOAC 993.19 (Cálculo) Ed.19. 2013	%	0,01	0,03	0,03	0,02
Calcio	Espectro fotométrico ISO 8070/ID F 119:2007	mg/100g	0,82	1,96	1,5	2,5
Hierro	Espectro fotométrico AOAC 999.11	mg/100g	0,4	0,29	0,3	0,35
pH	AOAC 981.12 / Potenciométrico	Unidad de pH	4,5	4,5	4,4	4,7
Acidez	AOAC 942.15 / Título métrico	%	0,31	0,25	0,45	0,26

Fuente: Elaboración Propia

Análisis Microbiológico del lactosuero en fresco.

Se tomaron muestras de lactosuero de cada uno de los municipios mencionados para conocer las características microbiológicas del lactosuero que se va a utilizar para la elaboración de los prototipos lácteos, en la tabla 6 se muestran los resultados obtenidos:

Tabla 6. Resultados microbiológicos de las variedades Lactosueros.

Parámetros	Método/Técnica	Unidad	Lactosuero (Finca El Caney)	Lactosuero (Municipio Sabana Larga)	Lactosuero (Municipio Repelón)	Lactosuero (Corregimiento La Peña)
Mesófilos	ISO 4833-1:2013 / Recuento en placa	UFC/ml	300.000	600000	600.000	>3000
E. Coli	AOAC 991.14:2002 / Petrifilm	UFC/ml	>1500	>1500	>1500	>1500
Coliformes Totales	AOAC 991.14:2002 / Petrifilm	UFC/ml	>1500	>1500	>1500	>1500

Fuente: Elaboración Propia

Determinación Sensorial, Físicoquímica y Microbiológica de los productos obtenidos.

Luego de realizar la evaluación sensorial de todos los productos lácteos elaborados (Queso Hilado tipo mozzarella, Bebida láctea, Mix de helado y salsa de Arequipe) los catadores seleccionaron la formulación de su preferencia, obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 7. Resumen de prueba de preferencia sensorial

Producto Lácteo Elaborado	Formulación Preferida Por Los Catadores	% Aceptación Frente a las otras.
Bebida láctea	F3 (50% Lactosuero + 50% Leche cruda)	69%
Mix de helado	F1 (100% Lactosuero)	79%
Salsa de Arequipe	F3 (50% Lactosuero + 50% Leche cruda)	74%

Fuente: Elaboración Propia

Los resultados obtenidos para el analisis fisicoquimicos y microbiologicos se muestran a continuacion en la siguiente tabla.

Tabla 8. Resultados de analisis fisicoquimicos y microbiologicos de los productos lácteos obtenidos.

RESULTADOS ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS						
Parámetros	Método/Técnica	Unidad	Muestra Queso Tipo Mozzarella	Bebida Láctea (F3)	Mix de Helado (F1)	Salsa de Arequipe (F3)
Proteína	AOAC 2001.11 / Volumétricas	g/100g	19,92	2,25	3,40	6,40
Materia Grasa	NTC 6240:2017 / Gravimétrico	%	39,48	1,90	5,0	8,0
Humedad	AOAC 925.10 :2005 / Gravimétrico	%	39,29	—	—	29
Cenizas	AOAC 923.03 / Gravimétrico	%	3,19	0,64	—	1,8

Carbohidratos totales	Cálculo Matemático	%	1	13	29	60
Fibra Dietaria	AOAC 993.19 (Cálculo) Ed.19. 2013	%	0,02	0,4	—	—
Calcio	Espectrofotométrico ISO 8070/1 DF 119:20 07	mg/ 100 g	27,81	3,45	88	210
Hierro	Espectrofotométrico AOAC 999.11	mg/ 100 g	0,3	0,3	0,77	0,19
Acidez	AOAC 942.15 / Titulo métrico	%	0,4	0,54	0,26	—

Fuente: Elaboración Propia

RESULTADOS ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS						
Coliformes Totales / g	AOAC 991.1 4:200 2 / Petrifilm	UF C/ ml	<100	90	85	< 10
Coliformes Fecales / g	AOAC 991.1 4:200 2 / Petrifilm	UF C/ ml	< 10	< 10	< 10	< 10
Recuento de hongos y levaduras / g	ISO 21527 – 1:200 8	UF C/ ml	400	450		< 10
Recuento de Estafilococo	ISO 6888-1:202 1	UF C/ ml	< 100	—	< 10	50
Salmonella / 25g	ISO 6579-1:2017 / ADM. 1:2020	UF C/ml	Ausente	—	Ausente	—

Fuente: Elaboración Propia

DISCUSIÓN

Caracterización de la composición fisicoquímica lactosuero en fresco.

Se observa una variación significativa en las composiciones de las cuatro variedades de lactosuero analizadas. Los sólidos totales son más altos en Repelón (7,62%) y El Caney (7,24%), mientras que Sabanalarga presenta un 6,12%. Los sólidos no grasos muestran valores más elevados en La Peña (5,96%), seguido por Sabanalarga y El Caney con 5,9% y 5,2%, respectivamente, y Repelón con 5,0%. El porcentaje de proteína es más alto en Sabanalarga (2,6%), seguido por La Peña y el lactosuero de Repelón con 2,4%. La Peña tiene un valor ligeramente inferior, con 2,2%. La acidez láctica es más alta en Repelón (0,45% A.L), seguido por El Caney (0,31% A.L), mientras que La Peña y Sabanalarga tienen niveles más bajos, con 0,26% A.L y 0,25% A.L. El pH varía entre 4,5 y 4,4 en las diferentes muestras evaluadas. Estos resultados destacan las diferencias clave en las composiciones de cada variedad de lactosuero.

Análisis Microbiológico del lactosuero en fresco.

Los resultados obtenidos no pueden compararse con ninguna norma existente en Colombia para la evaluación microbiológica del lactosuero fresco.

Esta carencia normativa subraya la necesidad de mejorar las condiciones de buenas prácticas de manufactura en los hatos ganaderos y en los utensilios utilizados para la recolección de la leche cruda en las fincas evaluadas. Cabe resaltar que estos resultados no afectan la calidad del producto final, ya que el lactosuero se somete a un proceso de pasteurización para la obtención de los prototipos alimentarios, reduciendo así la carga microbiana a niveles permisibles.

Determinación Sensorial, Fisicoquímica y Microbiológica de los productos obtenidos.

Las puntuaciones de los atributos evaluados (Color, Olor, Sabor y Textura) en los diversos prototipos lácteos se ubicaron en los niveles hedónicos que oscilan entre "me gusta mucho" y "me gusta moderadamente", con diferencias significativas solo en las formulaciones preferidas en términos de Sabor y Textura.

En cuanto a los resultados fisicoquímicos destacamos que, entre los prototipos elaborados, los valores más notables corresponden a Proteína, Materia grasa y Calcio, evidenciando la obtención de productos lácteos derivados con un alto valor nutricional.

En cuanto a los análisis microbiológicos, se evaluaron conforme a los valores establecidos en las normas aplicables para el Queso Mozzarella, las bebidas fermentadas, el arequipe y los helados a base de leche. Los resultados revelan que los prototipos cumplen con los parámetros establecidos en las normas vigentes.

CONCLUSIONES

Se puede establecer que el aprovechamiento industrial del lactosuero mediante la transformación de esta materia prima en productos lácteos es un acierto, debido que se logró conocer el valor nutricional del lactosuero verificando los altos contenidos de proteína, materia grasa y sólidos que quedan presente en este.

Se estandarizan 4 productos como el Queso tipo Mozzarella, una bebida láctea, un Mix de helado y una salsa de arequipe, logrando gran aceptación entre los catadores que evaluaron el producto obteniendo en su mayoría en los términos hedónicos entre “Me gusta mucho” y “me gusta moderadamente” para cada uno de los productos.

Las características fisicoquímicas y Microbiológicas de los productos lácteos elaborados se encontraron de acuerdo con los requisitos exigidos en la normatividad vigente.

Por último, se puede concluir que es posible obtener productos lácteos sustituyendo el 100% de la leche cruda por el lactosuero y lograr unas características organolépticas y nutricionales de acuerdo con las normas establecidas para dichos productos.

REFERENCIAS

- Aider, M., D. Halleux y I. Melnikova. (2009). "Skim acidic milk whey cryoconcentration and assessment of its functional properties: Impact of processing conditions." *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 10(3), 334-341. fermentación del lactosuero ácido (entero y desproteinizado) utilizando *Lactobacillus casei*. Montería, Córdoba, Colombia. p15-22.
- Alvarado, C. (2012). "Aislamiento y aplicación de péptidos bioactivos del lactosuero en un yogurt funcional." Bogotá, p. 18-24.
- Baró, L., y otros. (2001). "Péptidos y proteínas de la leche con propiedades funcionales." *Facultad de Farmacia. Universidad de Granada. España*, Vol. 42, 3-4, págs. 135-145.
- Codex Alimentarius FAO. (2019). "Portal lácteo." Recuperado de <http://www.fao.org/dairyproduction-products/products/codex-alimentarius/es/>.
- Cuellas, A., Wagner, J. (2010). "Elaboración de bebida energizante a partir de suero de quesería." Buenos Aires – Argentina, p. 14-32.
- Cury, K., Arteaga, M., Martínez, G., Luján, D., Durango, A. (2013). "Evaluación de la fermentación del lactosuero ácido (entero y desproteinizado) utilizando *Lactobacillus casei*." Montería, Córdoba, Colombia, p. 15-22.
- DANE. (13 de octubre de 2020). "Departamento Nacional de Estadística DANE." Recuperado de <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticasportema/industria/encuesta-anual-manufacturera-enam/eam-historicos>.
- Gallego, M. R. (2006). "Producción más Limpia en la Industria Alimentaria." *Ebsco*, vol. 1, N° 1909-0455, p. 16.
- Garavito, L., & Méndez, T. (2021). "Propuesta Para El Aprovechamiento Del Lactosuero Proveniente De La Elaboración De Queso Ricota Por Medio De Separación Por Membranas." *Fundación Universidad De América*. Recuperado de <https://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/8667/1/6161807-2021-2-IQ.pdf>

- González, M., Castells, M., Di Risio, J., Juliano, P., y García, R. (2017). "Valorización del lactosuero."
- Gutiérrez K., Beltrán, L. A., & Granados, C. (2021). Aprovechamiento industrial del lactosuero en la elaboración de una bebida láctea fermentada tipo yogur con cristales de Aloe vera L. (Asphodelaceae) y Passiflora ligularis Juss. (Pasiflorácea).
- Ciencia y Tecnología Agropecuaria, 22(2), https://doi.org/10.21930/rcta.vol22_num2_art:1489
- Jiménez, S., Pérez, L., Ozuna, C. & Juárez, M. (2018). Caracterización y desarrollo de una bebida de mango a base de suero de leche. Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos, 3, 472-476. Obtenido de <http://www.fcb.uanl.mx/IDCyTA/files/volume3/4/8/79.pdf>