

## Aprovechamiento de lactosuero para la elaboración de una bebida láctea fermentada con uchuva

### Use of whey for the production of a fermented milk beverage with cape gooseberry

Juan Fernando Muñoz Paredes  Vladimir Ernesto Vallejo Castillo 

Universidad Mariana, Colombia

OPEN  ACCESS

Recibido: 07/03/2023

Aceptado: 10/05/2023

Publicado: 06/06/2023

Correspondencia de autores:  
jfmunoz@umariana.edu.co



Copyright 2020  
by Investigación e  
Innovación en Ingenierías

#### Resumen

**Objetivo:** Elaborar una bebida láctea fermentada mediante el aprovechamiento de lactosuero, probando diferentes composiciones y el efecto de estas en las variables de respuesta determinadas. **Metodología:** Se estudiaron dos factores o variables independientes (Relación lactosuero/leche y cantidad de pectina) con tres niveles para cada factor en la formulación de la bebida láctea fermentada. Se utilizó un diseño factorial 32 para un total de 9 tratamientos los cuales se hicieron por triplicado. Las variables de respuesta analizadas fueron pH, densidad y acidez, desarrollando un análisis de varianza con un nivel de significancia estadística  $\alpha = 0,05$ . Igualmente, se realizó el análisis sensorial con 25 personas no entrenadas, y se aplicó el respectivo análisis de varianza con un nivel de significancia estadística  $\alpha = 0,05$ . **Resultados:** Se encontró que los dos factores de estudio inciden en las variables de respuesta acidez y pH, pero solamente el factor cantidad de pectina influye en variable de respuesta densidad. Igualmente, el análisis sensorial determinó que los tratamientos utilizados no presentan diferencias estadísticamente significativas en las variables estudiadas. **Conclusiones:** el lactosuero es un coproducto valioso e importante, que puede ser aprovechado en la elaboración de una gran cantidad de productos alimenticios, debido a su calidad y a sus propiedades nutricionales, al igual que la uchuva, que al ser una fruta de la región le confiere valor agregado al producto final.

**Palabras clave:** lactosuero, pectina, sensorial, uchuva, valorización.

#### Abstract

**Objective:** The objective of this investigation was to elaborate a fermented milk beverage by using whey, testing different compositions and their effect on the determined response variables. **Methodology:** Two elements or independent variables (whey/milk ratio and amount of pectin) were studied with three levels for each factor in the formulation of the fermented milk drink. A 32 factorial design was used for a total of 9 treatments, that were carried out in triplicate. The response variables analyzed were pH, density and acidity, developing an analysis of variance with a statistical significance level  $\alpha = 0,05$ . In addition, the sensory analysis was carried through with 25 untrained people, and the respective analysis of variance was applied with a statistical significance level  $\alpha = 0,05$ . **Results:** It was found that the two study factors affect the response variables acidity and pH, but only the factor amount of pectin influences the response variable density. Moreover, the sensory analysis determined that the treatments used did not present statistically significant differences in the variables studied. **Conclusions:** whey is a valuable and important coproduct, which can be used in the preparation of a large number of food products, due to its quality and nutritional properties, as well as cape gooseberry, that being a fruit of region gives added value to the final product.

**Keywords:** whey, pectin, sensory, cape gooseberry, valorization.

## Introducción

Cerca de 150 millones de familias trabajan en la producción de leche en el planeta. Esta actividad en países en vías de desarrollo, es realizada por pequeños agricultores, lo cual contribuye a los medios de vida, a la seguridad alimentaria y a favorecer la nutrición de los hogares. En las últimas décadas, la producción de leche ha aumentado en más del 59%, pasando de 530 millones de toneladas en 1988 a 843 millones de toneladas en 2018. El mayor productor de leche a nivel mundial es la India, con el 22 % del total de la producción, seguido por los Estados Unidos de América, China, Pakistán y Brasil [1].

El lactosuero se define como un coproducto obtenido en el proceso de fabricación de queso, el cual se separa de la cuajada por separación del coágulo de leche, mediante la precipitación de la caseína [2, 3]. Generalmente, es de un color amarillento y representa entre un 80 y 90% de la fracción en volumen de la leche, contiene un 50% del total de sólidos de la leche, con un porcentaje mayor de lactosa, seguido de proteínas, minerales, nitrógeno no proteico y otros componentes [3]. Su disposición final es algo complicada por cuanto presenta una alta concentración en Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) en un rango entre 38.000 ppm y 48.000 ppm [4] y también contiene sustancias que afectan algunas de las propiedades físicas y químicas del suelo [5].

Teniendo en cuenta lo anterior, es importante estudiar los procesos de valorización del lactosuero, debido principalmente a tres factores entre los cuales se encuentran su alto contenido nutricional, el elevado impacto ambiental y la significativa producción [5]. Igualmente, es una materia prima para la elaboración de una gran variedad de productos, entre los cuales se pueden destacar proteína para alimentación animal, producción de ácidos orgánicos, bebidas refrescantes, bebidas lácteas, biopelículas, concentrados de proteínas, derivados de lactosa, entre otros [2]. Adicionalmente, las bebidas preparadas con lactosuero y fruta son recomendadas para preservar la salud de las personas, en comparación con otro tipo de bebidas, la producción de este tipo de bebidas es una de las tendencias más prometedoras en la reutilización de residuos lácteos a nivel mundial [6].

Por otra parte, la uchuva (*Physalis peruviana*) es un fruto típico de la región del sur de Colombia, fuente de provitamina A, vitamina B y C y minerales, además de su contenido de fósforo y fibra dietaria, la cual actúa como regulador intestinal. El jugo de la fruta es una fuente de ácidos grasos poliinsaturados beneficiosos para la salud al igual que posee componentes fenólicos con un alto nivel antioxidante [7, 8].

En esta investigación, se valorizó el lactosuero proveniente de una empresa láctea ubicada en el sur de Colombia, mediante la elaboración de una bebida láctea fermentada con adición de uchuva, y se determinaron algunas propiedades fisicoquímicas y sensoriales con el fin de determinar la calidad organoléptica de la bebida.

## Metodología

### ***Caracterización de la materia prima***

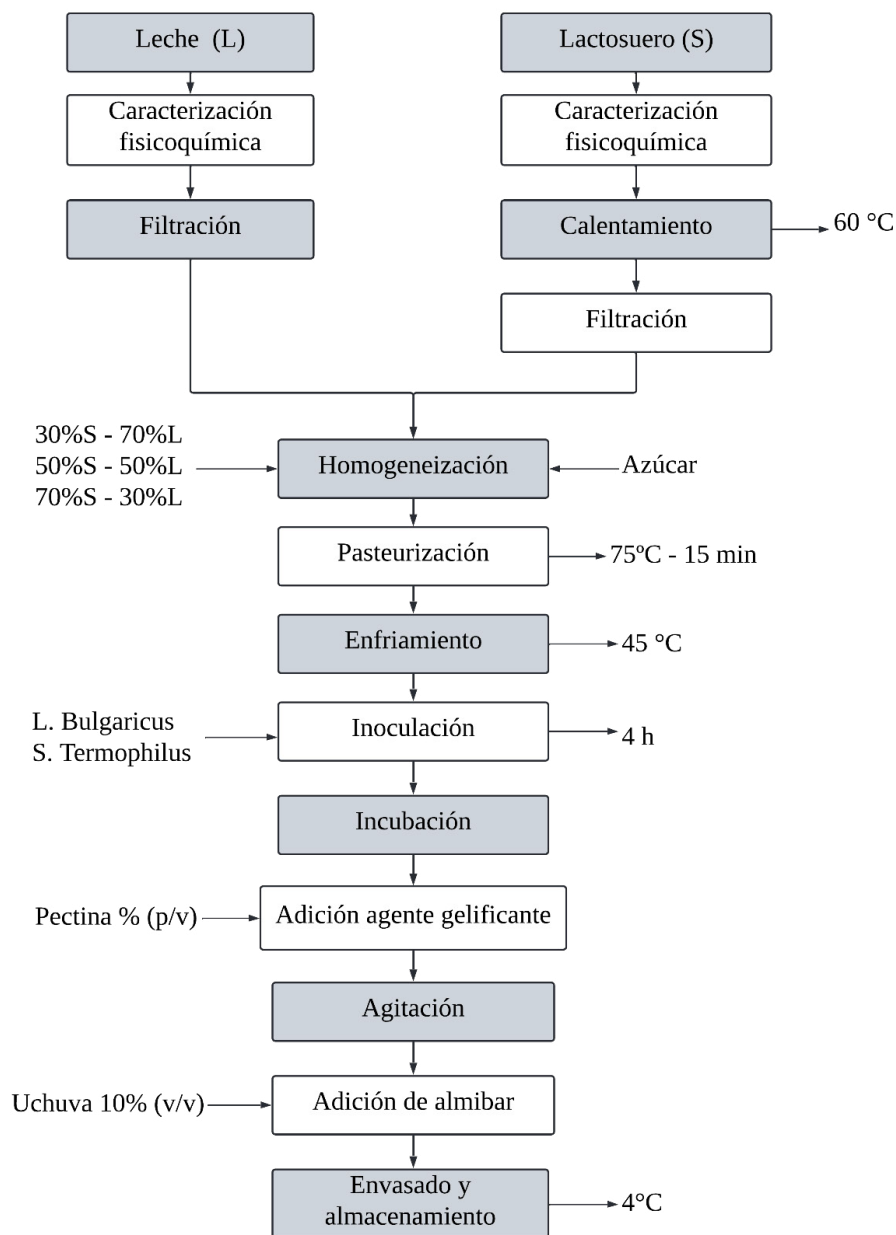
La materia prima (leche y lactosuero) empleada en los diferentes tratamientos, se recolectó de una empresa de lácteos localizada al sur de Colombia, inmediatamente recolectada se sometió a refrigeración a una temperatura de 4°C, para ser llevada a los laboratorios de ingeniería de la Universidad Mariana.

Posteriormente, se caracterizó de acuerdo con las siguientes variables: densidad, porcentaje de acidez y pH. Para la leche cruda el pH se determinó teniendo en cuenta [9], y la acidez de acuerdo con [10].

### Obtención de la bebida láctea fermentada

La bebida láctea fermentada se obtuvo de acuerdo con el diagrama de flujo que se presenta en la Figura 1.

Figura 1. Obtención de bebida láctea fermentada



Fuente: elaboración propia

Una vez recolectada la materia prima se trasladó al laboratorio de la Universidad Mariana, a continuación, se procedió a filtrar las muestras para eliminar cualquier tipo de sólido, empleando un lienzo estéril. Posteriormente, se procedió a realizar las mezclas para las diferentes formulaciones de los tratamientos de acuerdo con la tabla 1, una vez realizadas las mezclas se procedieron a pasteurizar a una temperatura de 75°C por 15 minutos.

Para la formulación de la bebida láctea fermentada, se utilizó un volumen total de 250 mL para cada tratamiento, modificando la relación de volumen de lactosuero y leche con la cantidad de pectina empleada, como se observa en la tabla 1.

Tabla 1. Tratamientos empleados en la formulación de la bebida láctea fermentada

Factor 1 Relación lactosuero/ leche (%v/v)	Factor 2 Cantidad de pectina (g)		
	0	0,5	0,9
30/70	T1	T2	T3
50/50	T4	T5	T6
70/30	T7	T8	T9

Fuente: elaboración propia

Todos los tratamientos se realizaron por triplicado, una vez obtenidos los resultados de las variables de respuesta consideradas, se realizó el análisis de varianza con un nivel de significancia estadística ( $\alpha = 0,05$ ) empleando el programa estadístico SPSS versión 21.

El cultivo de microorganismos se desarrolló empleando *Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus* [13] y su activación se realizó de acuerdo con [4] para proceder a inocular las mezclas de las diferentes formulaciones. Una vez inoculadas las mezclas se llevaron a incubación durante 4 horas a una temperatura de 45°C.

Posterior a la incubación, se procedió a lavar y a acondicionar la fruta para elaborar el almíbar, se extrajo el jugo de la fruta eliminando las semillas, y se pasteurizo a 75°C por 15 minutos. Una vez obtenido se agregaron a las formulaciones en proporción de 10% (v/v) junto con la pectina. Todas las formulaciones se llevaron a refrigeración a 4°C debidamente rotuladas.

Finalmente, se llevó a cabo la prueba de análisis sensorial con la colaboración de 25 personas no entrenadas, y de acuerdo con la escala hedónica utilizada con el fin de determinar la calidad de la bebida [4, 6, 12]. Los resultados de la prueba sensorial se sometieron a análisis de varianza con un nivel de significancia estadística ( $\alpha = 0,05$ ) empleando el programa estadístico SPSS versión 21.

## Resultados y discusión

### **Caracterización fisicoquímica de la materia prima**

La materia prima (Leche y lactosuero) empleada en los diferentes tratamientos, una vez recolectada se sometió a refrigeración a una temperatura de 4°C para ser llevada a los laboratorios de ingeniería de la Universidad Mariana. Una vez en el laboratorio se procedió a realizar la caracterización fisicoquímica de acuerdo con las variables descritas y la metodología apropiada para cada una de ellas.

Tabla 2. Caracterización de la leche cruda

Parámetros	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Promedio $\pm$ d.s*
pH	6,80	6,80	6,82	6,81 $\pm$ 0,012
°Brix	10	10	10	10
Densidad (g/ml)	1,030	1,032	1,032	1,031 $\pm$ 0,001
%Acidez	0,180	0,140	0,150	0,157 $\pm$ 0,021

\*Media  $\pm$  desviación estándar, n = 3

Fuente: elaboración propia

Tabla 3. Caracterización de lactosuero

Parámetros	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Promedio $\pm$ d.s*
pH	6,20	6,20	6,19	6,20 $\pm$ 0,006
° Brix	7,8	7,7	8,0	7,83 $\pm$ 0,153
Densidad (g/mL)	1,040	1,052	1,048	1,047 $\pm$ 0,006
%Acidez	0,110	0,150	0,170	0,143 $\pm$ 0,031

\*Media  $\pm$  desviación estándar, n = 3

Fuente: elaboración propia

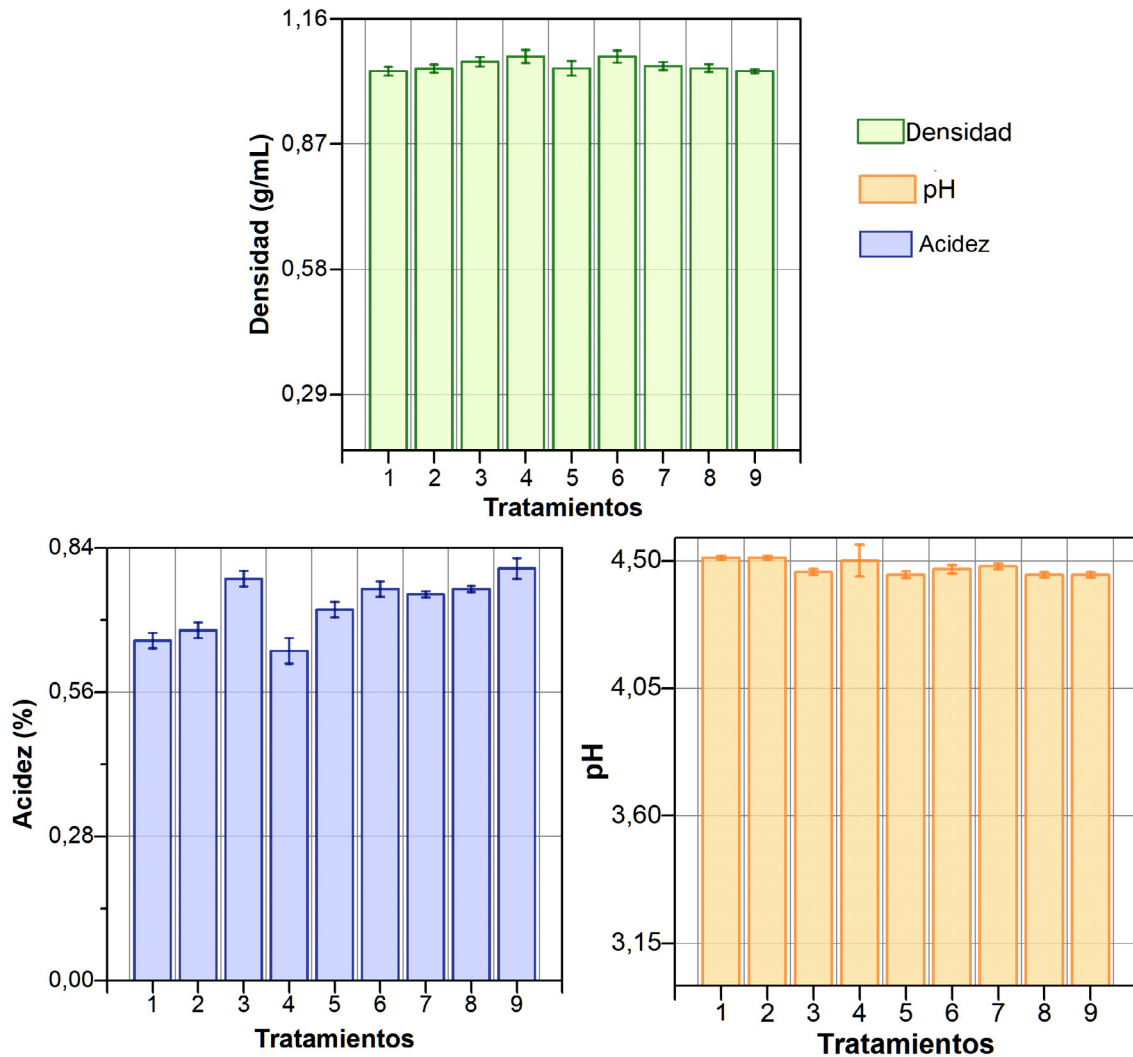
En la tabla 2 se observan las características de la leche cruda, las cuales cumplen con la norma técnica colombiana [9], igualmente son valores comparables con otros autores como [4] quienes obtuvieron resultados similares.

En la tabla 3 se observan las características del lactosuero, estas variables están dentro de los rangos reportados por algunos autores como [4] y [6]. Todas las características de la leche y lactosuero, permiten inferir que la materia prima es apta para la elaboración de la bebida láctea fermentada.

#### **Elaboración de la bebida láctea fermentada**

Una vez caracterizada la materia prima a emplear, se procedieron a realizar las diferentes formulaciones, de acuerdo con lo descrito previamente en la metodología. En la Figura 2 se presentan los resultados de las variables de respuesta analizadas para los 9 tratamientos formulados.

Figura 2. Resultados de las variables para los diferentes tratamientos



Fuente: Elaboración propia

La Tabla 4 presenta el resultado de la significancia estadística para las variables de respuesta estudiadas, con relación a los dos factores de estudio con una significancia estadística  $\alpha = 0,05$ . Se observa que para las variables de respuesta pH y acidez, si existen diferencias significativas, por lo tanto, los dos factores de estudio si influyen en estas dos propiedades de la bebida, resultados comparables con otros estudios como los reportados por [4] y [6].

Por otra parte, la variable densidad solamente presenta diferencias significativas con respecto al factor relación, en tanto que el factor pectina no influye en la variable de respuesta, esto se explica debido a que la pectina es ampliamente utilizada en la industria de alimentos, debido a sus propiedades como gelificante, emulsificante, espesante y estabilizador, en particular de productos lácteos, aumentando la viscosidad y mejorando la percepción sensorial del producto [14].

Tabla 4. P valor para las variables de respuesta de los tratamientos

P valor variable de respuesta			
Factor	pH	Densidad	Acidez
Relación*	0,017	0,006	0,000
Pectina**	0,004	0,086	0,000

\*Relación: Lactosuero/leche (%v/v)

\*\*Pectina: Cantidad de pectina (g)

Fuente: elaboración propia

### Análisis sensorial

Los resultados del análisis sensorial se presentan en la tabla 5, se encuentran organizados de acuerdo con el tratamiento realizado y con las variables analizadas. Se presenta el resultado de la significancia estadística para cada variable estudiada en los 9 tratamiento empleados.

Tabla 5. P valor para análisis sensorial

Tratamientos*										
Variables	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	Pvalor**
Color	4,0	4,2	3,9	4,1	3,9	4,1	3,9	4,2	4,2	0,893
Olor	4,0	3,7	3,6	3,6	3,8	4,0	3,8	4,0	4,0	0,430
Sabor	4,0	3,8	4,1	3,9	3,8	4,1	3,4	4,0	4,1	0,214
Apariencia	4,0	3,8	3,7	3,6	3,6	4,0	4,0	4,0	4,1	0,264

\*Valor promedio de las 25 observaciones realizadas

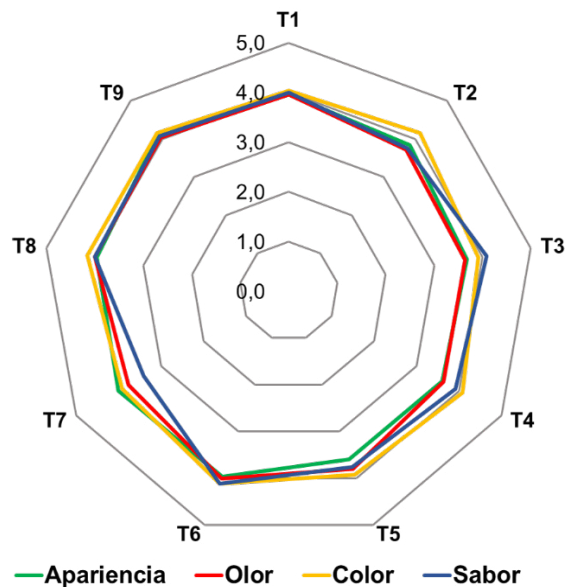
\*\*Significancia del 5% para las 25 observaciones realizadas

Fuente: elaboración propia

Se puede observar que, para las cuatro variables analizadas, en los 9 tratamientos estudiados, la significancia estadística es mayor a 0,05 ( $p$  valor  $\geq 0,05$ ) es decir no existen diferencias significativas en las variables analizadas. Por lo tanto, todos los tratamientos producen una bebida con adecuada aceptación sensorial.

La Figura 3 presenta la distribución de las cuatro variables analizadas y los 9 tratamientos empleados, de tal forma que para cada variable se representan los puntajes de los 9 tratamientos utilizados. Se observa que T6 y T9 presentan los mejores promedios en las variables analizadas de acuerdo con la escala hedónica utilizada, en los cuales se empleó 50% de lactosuero (T6) y 70% de lactosuero (T9) respectivamente, y la mayor cantidad de pectina para la formulación.

Figura 3. Distribución del promedio de las variables del análisis sensorial



Fuente: elaboración propia

## Conclusiones

El lactosuero es un material de gran utilidad, que cada día cobra mayor importancia en la elaboración de una amplia gama de productos en la industria alimentaria, gracias a sus propiedades fisicoquímicas como contenido de proteína, grasa, minerales y otros nutrientes.

Existen diferencias estadísticamente significativas para las variables de respuesta pH y acidez con relación a los dos factores de estudio (Relación lactosuero/leche y pectina). No ocurre lo mismo para la variable densidad, la cual solamente presenta diferencias significativas con respecto al factor relación lactosuero/leche.

Las variables de respuesta empleadas en el análisis sensorial demuestran que no existen diferencias significativas para los nueve tratamientos empleados. Los tratamientos 6 y 9, presentan el promedio más alto de acuerdo con las variables analizadas, por lo tanto, se pueden emplear la elaboración de una bebida con adecuada aceptación organoléptica.

## Referencias bibliográficas

1. FAO. Portal lácteo. 2021. [en línea] Disponible en: <https://www.fao.org/dairy-production-products/production/es>
2. C. Asas, C. Llanos, J. Mataaca and D. Verdezoto. "Whey: environmental impact, uses and applications via biotechnology mechanisms". *Agroindustrial Science*, 11(1), pp. 105 - 116, 2021. DOI: <https://doi.org/10.17268/agroind.sci.2021.01.13>
3. P. Tsermoula, B. Khakimov, J.H. Nielsen, and S.B. Engelsen. "WHEY - The waste-stream that became more valuable than the food product". *Trends in Food Science and Technology*, 118, pp. 230 -241. 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.08.025>



4. M.Z. Islam, S. Tabassum, M. Harun-ur-Rashid, G.E. Vegarud, M.S Alam and M.A, Islam. "Development of probiotic beverage using whey and pineapple (*Ananas comosus*) juice: Sensory and physico-chemical properties and probiotic survivability during in-vitro gastrointestinal digestion". *Journal of Agriculture and Food Research* 4, pp. 100-144. 2021.
5. A. Banaszewska, F. Cruijssen, G.D.H. Claassen and G.A.J. van der Vorst. "Effect and key factors of byproducts valorization: The case of dairy industry". *Journal of Dairy Science*, 97(4), pp. 1893-1908. 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2013-7283>
6. A. Panghal, V. Kumar, S.B. Dhull, Y. Gat and N. Chhikara. "Utilization of dairy industry waste-whey in formulation of papaya RTS beverage". *Current Research in Nutrition and Food Science*, 5(2), pp. 168-174. 2021. DOI: <https://dx.doi.org/10.12944/CRNFSJ.5.2.14>
7. M.F. Ramadan. "Bioactive phytochemicals, nutritional value and functional properties of cape gooseberry (*Physalis peruviana*): An overview". *Food Research International*, 44(7), pp. 1830-1836. 2011. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodres.2010.12.042>
8. M.L. Olivares-Tenorio, M. Dekker, M.A.J.S. van Boekel and R. Verkerk. "Evaluating the effect of storage conditions on the shelf life of cape gooseberry (*Physalis peruviana* L.)". *Food Science and Technology*, 80, pp. 523-530. 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.lwt.2017.03.027>
9. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. Norma Técnica Colombiana NTC 399. Productos lácteos, leche cruda. Bogotá, Colombia, 2002.
10. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. Norma Técnica Colombiana NTC 4978. Leche y Productos lácteos. Determinación de la acidez titulable. Bogotá, Colombia, 2002.
11. J.H Mendoza, A. Rodríguez y P. Millán. "Caracterización fisicoquímica de la Uchuva (*Physalis peruviana*) en la región de Silvia Cauca". *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*. 10 (2), pp. 188-196. 2012.
12. Igbabul, B., Shember, J., & Amove, J. "Physicochemical , microbiological and sensory evaluation of yoghurt sold in Makurdi metropolis". *African Journal of Food Science and Technology*, 5(6), 129-135. 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.14303/ajfst.2014.052>
13. D.J. Wilbanks, S.R. Yazdi and J.A. Lucey. "Effects of varying casein and pectin concentrations on the rheology of high-protein cultured milk beverages stored at ambient temperature". *Journal of Dairy Science*, 105(1), pp. 72-82. 2021. DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2021-20597>
14. M. Moslemi. "Reviewing the recent advances in application of pectin for technical and health promotion purposes: from laboratory to market". *Carbohydrate Polymers*, pp. 254. 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2020.117324>