

UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE
INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



INFORME DE TESIS

**Determinación de las características fisicoquímicas del
suero obtenido de la fabricación de mantequilla de leche
de vaca**

(Determination Of The Physico-Chemical Characteristics Of
The Serum Obtained From The Manufacture Of Butter Of
Cow's Milk)

AUTOR: Br. ALFONSO ALAYO ROJAS

ASESOR: Ing. M.Sc. LESLIE CRISTINA LESCANO BOCANEGRA

TRUJILLO – PERÚ
2017

UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

DETERMINACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS DEL SUERO OBTENIDO DE LA FABRICACIÓN DE MANTEQUILLA DE LECHE DE VACA

**(DETERMINATION OF THE PHYSICO-CHEMICAL
CHARACTERISTICS OF THE SERUM OBTAINED FROM THE
MANUFACTURE OF BUTTER OF COW'S MILK)**

**INFORME DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
INGENIERO AGROINDUSTRIAL**

PRESENTADO POR EL BACHILLER:

ALFONSO ALAYO ROJAS

SUSTENTADO Y APROBADO ANTE EL HONORABLE JURADO:

PRESIDENTE : M.Sc. Julio Cesar Rojas Naccha _____

SECRETARIO : M.Sc Karla Margielly Zavaleta Guzman _____

MIEMBRO (ASESOR) : M.Sc Leslie Cristina Lescano Bocanegra _____

DEDICATORIA

A Dios.

Por haberme permitido llegar a finalizar este trabajo y haberme dado salud para lograr mis objetivos, metas planteadas además de su infinita bondad y amor.

A mi madre Julia.

Por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores inculcados, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada, por su amor infinito.

A mi padre político Luis.

Por los ejemplos de perseverancia y constancia que lo caracterizan y que ha infundado siempre, por el valor mostrado para salir adelante y por su amor.

A mis familiares

A mis hermanas felicita, Estelina, Elina y a mis demás hermanos más pequeños que nunca dejaron de mostrarme su motivación para yo poder seguir adelante en los momentos más difíciles de mi vida y todos aquellos que participaron de manera indirecta o indirectamente en la elaboración de esta tesis.

A mis maestros de la Universidad Nacional De Trujillo.

Por su gran apoyo y motivación para la culminación de mis estudios profesionales y para la elaboración de la tesis; a la Ing. M.Sc. Leslie Cristina Lescano Bocanegra por su apoyo ofrecido para el asesoramiento para la elaboración de tesis.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por protegerme durante todo mi camino y darme fuerzas para superar obstáculos y dificultades a lo largo de toda mi existencia.

A mi madre, que con su demostración de una madre ejemplar me ha enseñado a no desmayar ni rendirme ante nadie y siempre perseverar a través de sus sabios consejos.

A la Ing. M.Sc. Leslie Cristina Lescano Bocanegra coordinadora de tesis por su valiosa guía y asesoramiento a la realización de la misma.

ÍNDICE

RESUMEN	4
SUMMARY	5
1. INTRODUCCIÓN.....	6
2. MATERIALES Y MÉTODOS.....	7
2.1. MATERIA PRIMA.....	7
2.2. OBTENCIÓN DEL SUERO DE MANTEQUILLA.....	7
2.3. EQUIPOS	9
2.4. DISEÑO EXPERIMENTAL	9
2.5. CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA.....	9
2.6. PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS ANALIZADOS EN EL SUERO DE MANTEQUILLA	10
3. RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	13
4. CONCLUSIONES.....	18
5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	18

RESUMEN

El suero de mantequilla durante muchos años se consideró como un desperdicio y agente contaminante, sin embargo, este punto de vista ha cambiado radicalmente debido a que este subproducto es una fuente rica en materias grasas, proteicas y cada uno de sus componentes puede ser utilizado como un insumo para enriquecer la leche que se utilizará para la elaboración de productos lácteos. El objetivo del presente trabajo de investigación. Fue caracterizar el suero obtenido de la fabricación de mantequilla a partir de leche de vaca con la finalidad de que en función a los componentes químicos que presenta darle un uso adicional en la industria de alimentos. Para ello, se elaboró la mantequilla a partir de leche de vaca y luego se recolectó el suero del primer desuerado, una vez obtenido este se realizó un muestreo de cada una de las repeticiones, donde se determinó el Pasting para el análisis de viscosidad, solido totales, pH, acidez, densidad, grasas y proteínas, siguiendo los métodos de la AOAC. Los resultados promedios arrojaron pH=6.70, ácido láctico 0.16%, grasa 1.66 %, proteínas 2.9%, caseínas 2.36%, densidad 1.029 g/ml, extracto solido 9.43 y viscosidad con un k de 137.25 Pa.sⁿ.

Palabra clave: Pasting, ácido láctico, caseínas.

SUMMARY

Buttermilk for many years was considered as a waste and a pollutant, however, this view has changed radically because this by-product is a rich source of fats, protein and each of its components can be used as an input to enrich the milk that will be used for the production of dairy products. The objective of this research work. was to characterize the whey obtained from the manufacture of butter from cow's milk in order that depending on the chemical components it presents give it an additional use in the food industry. For this, the butter was made from cow's milk and then the serum was collected from the first waste, once this was obtained a sampling of each of the repetitions, where the Pasting was determined for the analysis of viscosity, solids totals, pH, acidity, density, fats and proteins, following AOAC methods. The average results showed pH = 6.70, lactic acid 0.16%, fat 1.66%, proteins 2.9%, caseins 2.36%, density 1.029 g / ml, solid extract 9.43 and viscosity with a k of 137.25 Pa.sn.

Key words: Pasting, lactic acid, caseins.

1. INTRODUCCIÓN

El suero de mantequilla o mazada es la fracción acuosa liberada al batir crema dulce o ácida, durante el proceso de elaboración de mantequilla (Bylund, 2003, p. 261). El contenido de fragmentos de la membrana del glóbulo graso en el suero de mantequilla, hace de éste co-producto distinto a cualquier producto de la industria láctea. La membrana está relacionada con propiedades beneficiosas para la salud, por su alto contenido de fosfolípidos, se ha demostrado que éstos poseen actividad anticancerígena, especialmente contra el cáncer de colon y también protegen contra toxinas de bacterias y virus (Corredig et al., 2003, p. 2744; Sodini et al., 2006, p. 525). Debido a la alta concentración de fosfolípidos en el suero de mantequilla, este co-producto es interesante como ingrediente de alimentos funcionales (Sodini et al., 2006, p. 525). Estudios demuestran que la ingesta de suero de mantequilla fermentada con la cepa *Lact. helveticus 209* en ratones, dio como resultado un aumento de células de Inmunoglobulina (IgA+) en el intestino delgado (Burns et al., 2010, p. 1736). El suero de mantequilla tiene actividad antioxidante, al inhibir la oxidación lipídica (Wong y Kitts, 2003, p. 1546).

En Estados Unidos de Norte América, el suero de mantequilla se usa como ingrediente en la elaboración de jugos naturales y en la industria panificadora, ya que modifican beneficiosamente las propiedades funcionales de los productos finales, debido a que mejoran la emulsificación, retención de humedad, rendimiento, estabilidad al color, textura y sabor. En conclusión, la incorporación de suero de mantequilla, mejora las propiedades físico-químicas, sensoriales, tecnológicas y nutritivas del producto terminado (Vanderghem et al., 2010, pp. 493-494).

En Ecuador, el suero de mantequilla no es comercializado, tampoco es tratado previamente para descargarlo como desecho industrial. El suero como efluente es muy contaminante para el ambiente, por su alta demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅) alrededor de 70 000 mg/L (Charris y Rois, 2001, p. 15).

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. MATERIA PRIMA

En el presente trabajo se utilizó leche de vaca, proveniente del establo Santa Cecilia ubicada en la carretera a Huanchaco, Trujillo, Perú.

El suero de mantequilla fue obtenido en el laboratorio de Tecnología de los Productos Agroindustriales de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional de Trujillo y puesto en almacenamiento a refrigeración de 4 °C, en envases de vidrio de 365 mL de capacidad. La investigación fue realizada en dicha facultad.

2.2. OBTENCIÓN DEL SUERO DE MANTEQUILLA

La obtención del suero de mantequilla se realizó de acuerdo a lo explicado en el siguiente flujograma.

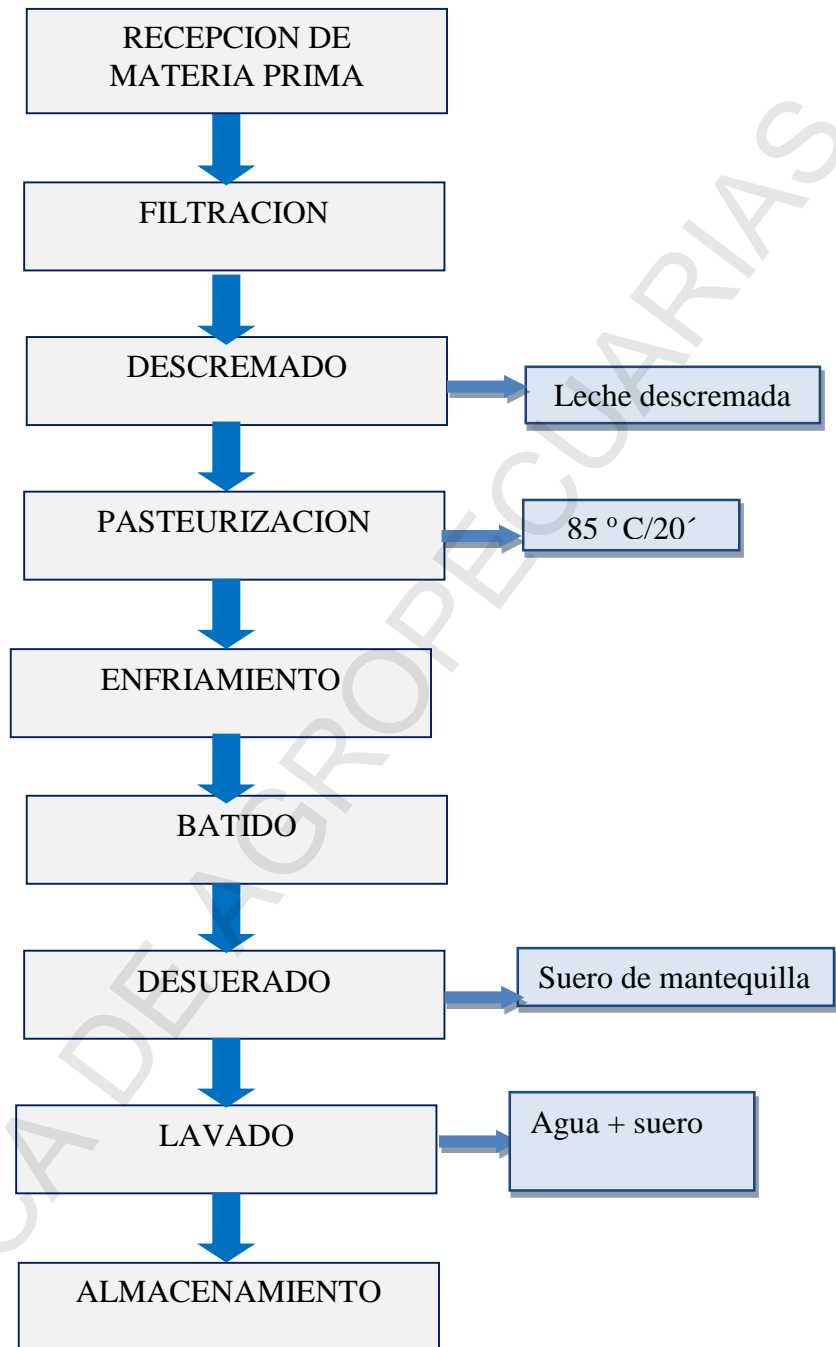


Fig. 1. Diagrama de Flujo de Elaboración de Mantequilla.

2.3. EQUIPOS

- pH metro digital SI Analytics
- Termómetro digital
- Balanza analítica marca And, 610 g \pm 0.01
- Baño termostático, Dahian Scientific, modelo VB-22
- Reometro Thermo modelo Haake Mrs 60
- Licuadora industrial
- Unidad de envasado aséptico
- Agitador magnético

2.4. DISEÑO EXPERIMENTAL

El siguiente esquema muestra el diseño experimental utilizado para la caracterización de los análisis fisicoquímicos.

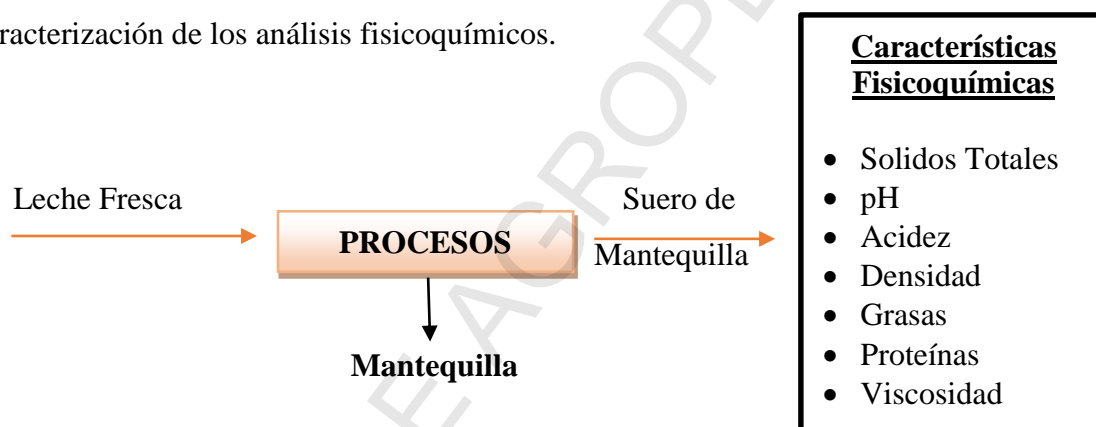


Figura 2. Esquema experimental.

2.5. CARACTERIZACIÓN FISICOQUÍMICA

Para los análisis de caracterización se realizaron los siguientes métodos de: pH (AOAC, 1995), acidez (AOAC, 1995), sólidos solubles (AOAC, 1995), Densidad (lactodensímetro Quevenne), Grasas (Gerber 2000,18 AOAC 2005) y viscosidad (reómetro Thermo modelo Haake Mrs 60).

2.6. PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS ANALIZADOS EN EL SUERO DE MANTEQUILLA

La materia prima recibida se homogenizó y se tomó una muestra de 365 ml para los análisis de caracterización, se realizaron análisis fisicoquímicos de pH, acidez titulable, porcentaje de grasas, porcentaje de proteína, porcentaje de caseínas, extracto sólido, densidad y viscosidad.

2.6.1. pH

Se utilizó un pH-metro digital, se tomó 50 mL de muestra y se sumergió el electrodo para tomar la lectura y se esperó hasta que se estabilizara la medida en el equipo.

2.6.2. ACIDEZ TITULABLE

Se determinó mediante el método descrito en 947,05 AOAC (2005). Se tomó 10 mL de muestra, se colocó en un vaso de precipitación y se añadieron tres gotas de fenolftaleína, luego se tituló con hidróxido de sodio 0,1 N lentamente y con agitación constante hasta observar un color rosa pálido persistente durante 30 segundos, se leyó el volumen consumido y se calculó el porcentaje de ácido láctico, mediante la ecuación [1].

$$A = fa * \frac{V * N * f * 100}{v_0} \dots \dots \dots [1]$$

Donde:

A = Acidez del producto en porcentaje de masa

fa = Factor del ácido predominante (ácido láctico = 0,090)

V = Volumen de NaOH usado en mL

N = Normalidad de la solución de NaOH

f = Factor del NaOH (1,00)

V₀ = volumen de la muestra

2.6.3. GRASA

La grasa se determinó mediante el método Gerber descrito en 2000,18 AOAC (2005). Se añadieron en un butirómetro 10 mL de ácido sulfúrico concentrado al 90 %, luego se colocó 11 mL de muestra, deslizando por las paredes del mismo para evitar una mezcla demasiado brusca. Posteriormente se adicionó 1 ml de alcohol isoamílico. Se tapó y se agitó por inversión hasta obtener una mezcla homogénea. Se centrifugaron los butirómetros durante 5 min a 1 200 rpm. Finalmente se colocaron los butirómetros en baño maría a 65 °C durante 5 min y se tomó la lectura de la columna de grasa en el butirómetro.

2.6.4. DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD

La densidad se determinó mediante el método del Lactodensímetro Quevenne, se llevó la muestra a 15°C o lo más próximo posible entre 10 y 20 °C, agitamos el suero tratando de homogenizarlo sin formar espuma, en una probeta de 250 ml se colocó la muestra de suero, se tomó la temperatura interna de la muestra con el uso de un termómetro, luego se introdujo el lactodensímetro Quevenne sumergiéndolo y dándole un ligero movimiento de rotación, luego se hizo la lectura en la escala correspondiente cuando el lactodensímetro estuvo inmóvil, y considerando correcta la lectura por encima del menisco formado por la leche. Esta determinación se efectuó a 15°C, se hicieron las correcciones respectivas agregando o disminuyendo el factor 0.0002 a la densidad leída por cada grado que este sobre o debajo de 15°C respectivamente. Usando la siguiente fórmula:

$$\rho = 1.0 - - \pm (\Delta^{\circ}T \times 0.0002)$$

Donde:

ρ = Densidad real del suero

- - = Grados lactodensímetros registrados en el lactodensímetro Quevenne

$\Delta^{\circ}T$ = Variación de temperatura teniendo como referencia 15°C, ya sea menor o mayor a éste.

La densidad de la muestra se determinó con un lactodensímetro QUEVENNE graduado, AOAC 925.22 (2005).

2.6.5.DETERMINACIÓN DE SÓLIDOS EN LA LECHE

Conocida la densidad del suero y su contenido de grasa, se pudo calcular el porcentaje de sólidos indirectamente por medio de una serie de fórmulas semi-empíricas.

2.6.6. Extracto Seco

Son los sólidos totales de la leche. Se calculó mediante la fórmula de Richmonds.

$$ES = \frac{L}{4} + (1.2 \times G) + 0.14$$

Donde:

ES = % Extracto Seco

L= Grados Lactodensímetros

G = % de grasa

2.6.7.DETERMINACIÓN DE PROTEÍNAS:

Adicionamos 9 ml de leche en un vaso de precipitación, añadimos 3 gotas de fenolftaleína. Titulamos con NaOH 0.1N hasta lograr el viraje a color rosado persistente. Adicionamos 2 ml de formol que hace perder su coloración rosada, tornándose algo amarillento. Mezclamos bien y dejamos en reposo 5 minutos. Volvimos a titular con NaOH hasta viraje de color rosado pálido (segunda titulación). Anotamos el gasto (V2).

Se calculó, mediante las siguientes relaciones:

$$\% \text{ Proteína} = V2 * 2.00$$

$$\% \text{ Caseína} = V2 * 1.63$$

2.6.8. DETERMINACIÓN DE VISCOSIDAD

La viscosidad se determinó con un reómetro Thermo modelo Haake Mrs 60 en el laboratorio de Ingeniería de Operaciones perteneciente a la Escuela de Ingeniería Agroindustrial.

3. RESULTADOS Y DISCUSIONES

3.1. CARACTERIZACIÓN FISCOQUÍMICA DE LA MATERIA PRIMA

Antes de proceder a la elaboración de la mantequilla para poder realizar la obtención de suero se analizó las características fisicoquímicas de la materia prima obtenida del establo Santa Cecilia.

Tabla 1.- Características fisicoquímicas iniciales

ρ_L (g/ml)	%Proteínas	%Caseínas	% Acidez	pH
1.028	3.20	3.088	0.16	6.6

3.2. CARACTERIZACIÓN FISCOQUÍMICA DEL SUERO

Luego de la homogenización de las muestras se procedió a evaluar los diversos parámetros por triplicado. En la siguiente tabla se presenta los parámetros fisicoquímicos evaluados en el suero de mantequilla.

Tabla 2 .- Parámetros fisicoquímicos evaluados

PARAMETRO	MAX	MIN	PROMEDIO	DES. ESTANDAR
% Acidez	0.17	0.15	0.16	0.01
% Proteínas	3.00	2.80	2.90	0.10
% Caseínas	2.445	2.282	2.364	0.082
ρL	1.0294	1.0290	1.029	0.000
% Grasas	1.8000	1.5000	1.667	0.153
Extracto sólido	9.575	9.19	9.428	0.208
pH	6.71	6.68	6.7	0.017

En la tabla anterior se muestra todos los parámetro evaluados así como sus valores máximos y mínimos, el promedio y la desviación estándar que nos ayudara a calcular el error que posee cada medida.

Mientras que para trabajos realizados por Callejas J. et al (2012) con suero de queso nos dan resultados de pH promedio de 6.52, valores de acidez en promedio de 0.08% de ácido láctico; destacándose los contenidos de proteína con 1.2% y grasa con 0.42% en promedio. Estos valores son muy inferiores a los encontrados en el suero de mantequilla por lo que podríamos afirmar que en lo que respecta a enriquecimiento de productos lácteos y/o de otro tipo de industrias como las cárnicas en las que se utiliza este tipo de suero para poder darle un mayor valor nutricional a los mismos, el suero de mantequilla podría ser una mejor opción al tradicional suero de queso, sin embargo, este subproducto aunque utilizado por varias industrias alimenticias y no alimenticias sigue siendo menospreciado debido a su bajo rendimiento en comparación con el suero de queso, que es mucho más utilizado en la industria.

3.3. Análisis estadístico

Para el diseño experimental y el análisis estadístico en el cual se calculó la varianza, se utilizó el programa estadístico PASW Statistics.

Tabla 3 .- Datos de Análisis estadístico

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	DESVIACION	
				ESTANDAR	
% Acidez	3	0.48	0.16	1E-04	
% Proteínas	3	8.7	2.9	0.01	
% Caseínas	3	7.0905	2.3635	0.00664225	
ρ L	3	3.08742	1.02914	3.72E-08	
% Grasas	3	5	1.666666667	0.02333333	
Extracto sólido	3	28.285	9.428333333	0.04335833	
pH	3	20.1	6.7	0.0003	

3.4. Viscosidad

Para el análisis de la viscosidad se utilizó un reómetro Thermo modelo Haake Mrs 60, y se obtuvo los resultados de índice de consistencia (k) e índice reológico (n) mostrados en la siguiente tabla.

Tabla 4.- Índices reológicos del suero de mantequilla

MODELO OSWALT	
k (Pa.s ⁿ)	137.2537
N	0.3181

Interpretando los índices obtenidos, tenemos que $k > 0$ y $0 < n < 1$ por lo que podemos afirmar que el suero de mantequilla analizado es un fluido pseudoplástico.

En la siguiente gráfica podemos observar el comportamiento que presenta la viscosidad

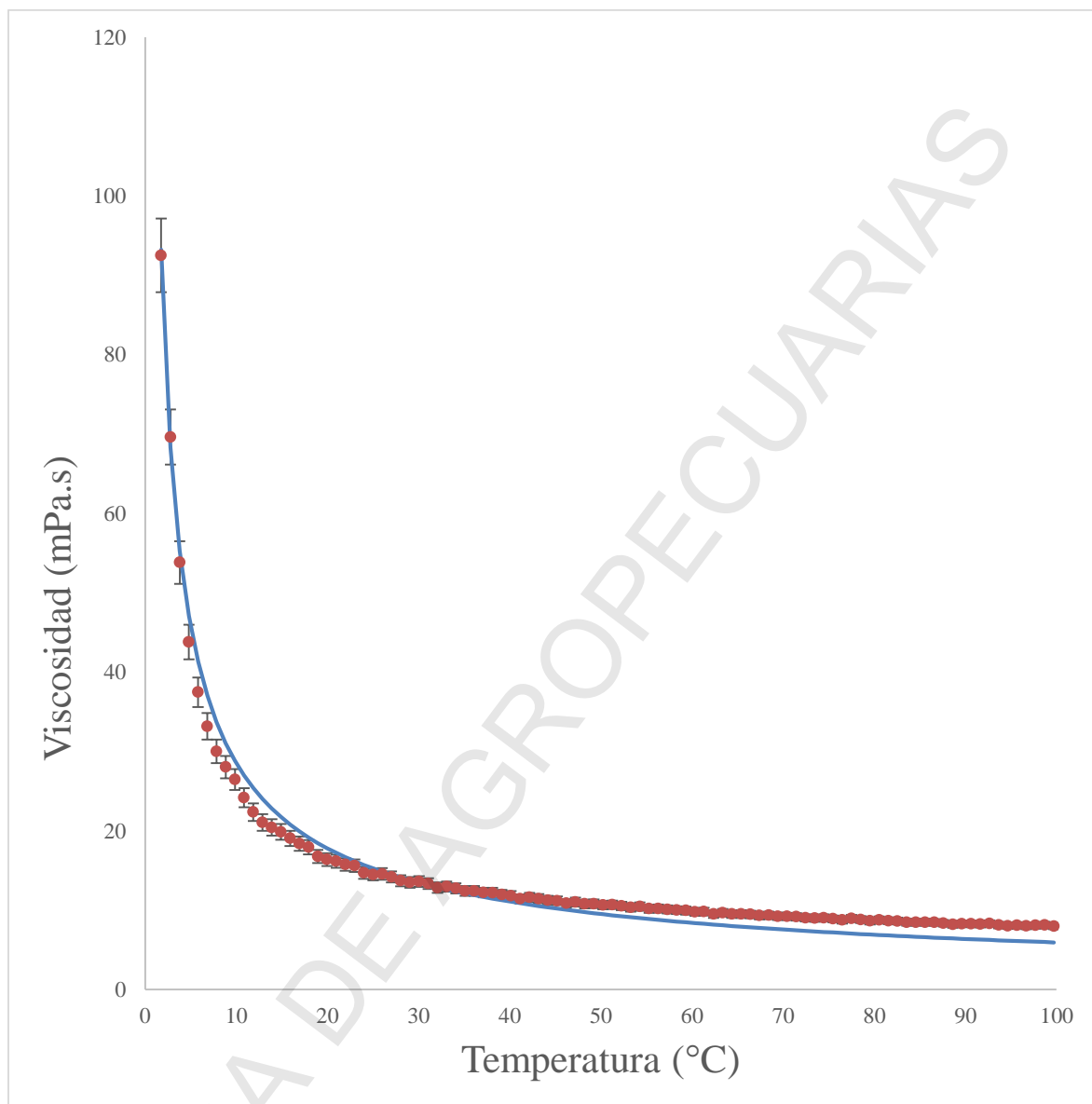


Figura 1.- Diagrama del comportamiento de la viscosidad en suero de mantequilla.

En la figura presentada se puede observar el comportamiento que posee el suero de mantequilla, el cual, fue analizado a partir de una temperatura de 4°C, la cual, inicia en 92.52 mPa.s

En comparación a análisis realizados con suero de leche por Talens *et al* (2017) el cual, reporta un valor de 1.3 mPa.s para una temperatura de 20°C, mientras que para el suero de mantequilla obtuvimos un valor de 16.17 mPa.s a la misma temperatura, por lo tanto, se puede verificar que la viscosidad del suero trabajo es mayor al suero de quesería que es el más trabajado en las industrias.

3.5. Valores de los parámetros

En la siguiente tabla se presentan los resultados de la composición físico-química del suero de mantequilla.

Tabla 4.- Caracterización fisicoquímica del suero de mantequilla

Parámetro	Cantidad	Unidades
% Acidez	0.16 ± 0.0100	g ácido láctico/100 mL
% Proteínas	2.90 ± 0.1000	g/100 mL
% Caseínas	2.36 ± 0.0815	g/100 mL
ρL	1.03 ± 0.0002	g/100 mL
% Grasas	1.67 ± 0.1528	g/100 mL
Extracto sólido	9.43 ± 0.2082	g/100 mL
pH	6.70 ± 0.0173	g/100 mL

Basados en los resultados presentados en la Tabla 4, de pH y acidez titulable, se puede afirmar que el suero de mantequilla, utilizado en esta investigación, corresponde al tipo suero dulce (sweet buttermilk), que proviene de crema dulce, sin fermentar, ni adición de cultivos (Sodini et al, 2006; Gassi, 2008).

Según Bylund (2003) para considerar un rendimiento aceptable en la elaboración de mantequilla, el contenido de grasa en el suero no debe superar el 0.7%. El porcentaje de grasa en nuestra muestra supera este valor, esto puede deberse a factores como la raza del animal del que fue extraída la leche, la mezcla de varios tipos de leche, que conlleva a una estandarización e incluso, a la temperatura de batido. La temperatura recomendado de batido de la crema según Ordoñez (1998) oscila entre 11°C y 15°C.

En esta investigación el valor de proteína fue de 2.90 ± 0.10 g/100g, valor que se encuentra muy cerca a lo dispuesto según la norma INEN 718:2011 para suero de mantequilla.

El suero de leche es un subproducto de la industria lechera sus principales componentes son la lactosa (44-58 g/L), las proteínas (3.0-4.0 g/L) y las sales minerales (4.3-9.5 g/L) (Jelen, 1992) .Las proteínas del suero del queso tienen excelentes propiedades funcionales y un valor nutritivo muy alto debido a sus excepcionales contenido en lisina, triptófano y aminoácidos azufrados (Graselli, 1997). Tal y como se mencionó anteriormente el suero de mantequilla obtenido contiene niveles de proteínas cercanos a lo expresado por estos autores, pudiendo ser una alternativa para su aprovechamiento en las industrias.

4. CONCLUSIONES

- ✓ Los resultados obtenidos del análisis fisicoquímico del suero de mantequilla arrojaron un pH= 6.70 ± 0.0173 , ácido láctico $0.16\% \pm 0.0100$, grasa $1.67\% \pm 0.1528$, proteínas $2.90\% \pm 0.1000$, caseínas 2.36 ± 0.0815 , densidad 1.03 ± 0.0002 g/ml, extracto solido 9.43 ± 0.2082 y viscosidad con un k de 137.25 Pa.sn.
- ✓ En lo que concierne a las características fisicoquímicas del suero de mantequilla, este, posee mejores niveles de proteínas, grasas y caseínas que el suero de queso que es utilizado normalmente por las industrias alimentarias para enriquecer sus productos. Sin embargo también muestra una elevada basicidad en comparación a este, siendo de 6.70 mientras que para el suero de queso es de 6.52.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Álvarez, M. (2013). Caracterización fisicoquímica de los diferentes tipos de lacto sueros producidos en la Cooperativa Colanta LTDA. (Tesis de pregrado, Corporación Universitaria Lasallista).

Bylund, G. (2003). Manual de Industrias Lácteas. Madrid, España. Mundi-Prensa.

Burns, P., Molinari, F., Beccaria, A., Páez, R., Meinardi, C., Reinheimer, J. y Inderola, G. (2010). Suitability of buttermilk for fermentation with *Lactobacillus helveticus* and production of a functional peptide-enriched

powder by spray-drying. *Journal of applied microbiology* 109 1370-1378.

Charris, M. y Rois, R. (2001). Elaboración de una bebida fermentada y saborizada a partir del suero obtenido como subproducto de la fabricación de mantequilla. (Proyecto de Titulación previo a la obtención del título de Ingeniero de Producción Agroindustrial no publicado). Universidad de la Sabana, Bogotá, Colombia.

Corredig, M., Roesch, R. y Dalglish, D. (2003). Production of a novel ingredient of buttermilk. *Journal of Dairy Science*. 86(9) 2744-2750.

Gassi, J. F. (2008). Heat treatment of cream effects of physicochemical properties of sweet buttermilk. *Journal of Dairy Science*.

Grasselli M. Navarro del Cañizo AA, Fernandez HM, Miranda MV, Camperi SA Cascote O. ¿Qué hacer con el suero del queso? *Ciencia hoy*. Rev. Divulg Cientif Tecnol Asoc. 1997.

Jelen P. Whey: Composition, properties, processing and uses. *Encyclopedia of food science and technology*. New York. 1992.

Ordoñez, J. C. (1998). *Tecnología de los alimentos*.

Sodini, I., Morin, P., & Olabi, A. y. (2006). Compositional and Functional Properties of Buttermilk: A Comparison between Sweet, Sour, and Whey Buttermilk. *Journal of Dairy Science*, 525-536.

Talens Oliag, P.; Cortés López, V.; Fuentes López, A. (2017). Efecto de la temperatura en el comportamiento reológico de un alimento fluido

Vanderghem, C., Bodson, P., Danthine, S., Paquot, M., Deroanne, C. y Blecker (2010). Milk fat globule membrane and buttermilk: from composition to valorization. *Biotechnology agronomic society environment* 14(3), 485-500.

Wong, P. y Kitts, D. (2003). Chemistry of Buttermilk Solid Antioxidant Activity. *Journal of Dairy Science*. 86(5) 1541-1546.

BIBLIOTECA DE AGROPECUARIAS