

EVALUACIÓN FISICOQUÍMICA Y SENSORIAL DEL HELADO CON TRES NIVELES DE YOGURT Y SUERO DE LECHE BOVINA

Physicochemical and sensory evaluation of ice cream with three levels of yogurt and bovine whey

Huanca Mamani Graciela¹, Quiroga Sossa Brigido Moises², Ticona Huanca Osbaldo Ruben³

RESUMEN

El procesamiento de lácteos, genera contaminantes ambientales, afectando a la calidad de vida de pobladores cercanos (Rodríguez y Martínez, 2020). La correcta administración de recursos e insumos, debe ser parte de políticas de empresas procesadoras. El estudio presenta como alternativa el uso eficiente de los recursos lácteos, el mismo se realizó en el Centro de Investigación en Lácteos de la Carrera de Ingeniería en Producción y Comercialización Agropecuaria de la Universidad Mayor de San Andrés. Con el objetivo de evaluar las características fisicoquímicas de la leche y helado, elaborado con tres niveles de suero (20%, 50% y 75%). Las mediciones realizadas en la leche fueron: pH, sólidos solubles totales, acidez y densidad; en el helado pH, sólidos solubles totales y acidez, overrun y la aceptabilidad. El pH, acidez y densidad fueron evaluados mediante métodos establecidos por la Norma Boliviana 33013. El overrun se determinó de acuerdo al método propuesto por Miche, 2015. La evaluación sensorial a través de un test, utilizando fichas de escala hedónica facial mixta de cinco puntos. En la leche, se obtuvo, un pH de 7,74; sólidos solubles totales de 10,17; acidez titulable de 0,18 y densidad de 1,01. Los tratamientos T1, T2 y T3 presentaron un pH de 4,11; 4,36 y 4,79; sólidos totales de 19,67°Bx; 27,67°Bx y 32°Bx; porcentaje de acidez de 0,17; 0,13, y 0,14% y overrun de 2,85%; 3,64% y 3,13%. La prueba organoléptica identificó el tratamiento T2 con mayor aceptabilidad, seguido por el tratamiento T3 y finalmente el tratamiento T1.

Palabras clave: leche, suero de leche, helado, Viacha, Bolivia.

ABSTRACT

The study was carried out at the Dairy Research Center of the Engineering Degree in Agricultural Production and Marketing of the Universidad Mayor de San Andrés. The main objective was to evaluate the physicochemical characteristics of milk and ice cream made with three levels of whey (20%, 50% and 75%). Measurements of pH, total soluble solids and acidity were made in both milk and ice cream. The density of the milk and the overrun of the ice cream were also evaluated, in addition to the acceptability of the treatments. To evaluate pH, acidity and density, the procedures established by Bolivian Standard 33013 (2013) were followed. The overrun was determined according to the method proposed by (Miche, 2015). The sensory evaluation was carried out through a test with panelists, using five-point mixed facial hedonic scale cards. In milk, the following values were obtained: pH of 7.74, total soluble solids of 10.17, titratable acidity of 0.18 and density of 1.01. In the ice cream, the values were the following for treatments T1, T2 and T3 respectively: pH of 4.11, 4.36 and 4.79; total solids of 19.67°Bx, 27.67°Bx and 32°Bx; acidity percentage of 0.17, 0.13, and 0.14% and overrun of 2.85%, 3.64% and 3.13%. The organoleptic test revealed that treatment T2 was the most accepted, followed by treatment T3 and finally, treatment T1.

Keywords: milk, buttermilk, ice cream, Viacha, Bolivia.

Artículo original

DOI: <https://doi.org/10.53287/jzki7577nt34b>

Recibido: 18/06/2023

Aceptado: 06/12/2023

¹ Carrera de Ingeniería en Producción y Comercialización Agropecuaria, Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia. ORCID: 0009-0004-3112-1443. gracielita18cp@gmail.com

² Investigador, Responsable Centro de investigación en Frutas y Hortalizas. Carrera Ingeniería en Producción y Comercialización Agropecuaria, Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia. ORCID: 0000-0001-9797-3965. bmquiroga@umsa.bo

³ Investigador, Centro de investigación en Frutas y Hortalizas. Carrera Ingeniería en Producción y Comercialización Agropecuaria, Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia. ORCID: 0000-0002-2633-4426. osbaldoruben01@gmail.com

INTRODUCCIÓN

El suero de leche contiene componentes tales como proteínas y minerales (Kirk, 2005). Estos componentes son aprovechados por la industria alimentaria con el fin de fortificar y enriquecer los nuevos productos que se ofrecen en el mercado (Hernández, 2013). Dado el valor nutricional que presenta el suero de leche, Carillo (2002), sugiere emplear como materia prima en múltiples productos.

El suero de leche es el líquido que queda después de que las proteínas caseicas de la leche se coagulan durante el proceso de elaboración del queso (Chacón et al., 2017). Este proceso se logra mediante la acción ácida o enzimática, como la renina (una enzima digestiva presente en los rumiantes), que descomponen el sistema coloidal de la leche en dos fracciones: sólida y líquida (Huaraca, 2019). La primera fracción compuesta por proteínas insolubles y lípidos, mientras que la fracción líquida corresponde al suero de leche, que contiene todos los otros componentes nutricionales que no se integraron en la coagulación de la caseína (Bautista y Julca, 2021). Los productos que contienen suero de leche, incluyendo la lactosa, mejoran la textura, realzan el sabor y color, emulsionan y estabilizan, mejoran las propiedades de fluidez y presentan numerosas propiedades funcionales que elevan la calidad de los productos alimenticios (Parra, 2009). El yogurt es un gel de aspecto viscoso, que se obtiene mediante la acidificación microbiana de la leche, como indican Ruiz y Ramírez (2009). Este proceso es en consecuencia de la acción de las bacterias *Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus* (Barrientos, 2011).

El helado es una dispersión coloidal que consta de una emulsión-espuma congelada que se mantiene homogénea durante su almacenamiento (Pintor y Totosa, 2013). Para lograr la estructura de este producto, es necesario contar con la presencia de macromoléculas en la mezcla, tales como grasas, proteínas y carbohidratos complejos (Posada et al., 2012). "Químicamente, el helado es un sistema coloidal complejo que consta en su estado congelado, de cristales de hielo, burbujas de aire, glóbulos de grasa y agregados en coalescencia parcial; todos rodeados en fases discretas, por una matriz continua sin congelar, formada de azúcares, proteínas, sales, polisacáridos de alto peso molecular y agua" (López et al., 2010).

Los atributos fisicoquímicos en postres de origen lácteo, son determinantes en la calidad del producto final como señalan Chacón et al. (2016). En consecuencia, la preferencia y rentabilidad del producto dependen no solo de factores organolépticos sino también fisicoquímicos.

Los residuos líquidos generados durante la producción de queso son una fuente de problemas ambientales debido a su contenido de carga orgánica, que incluye grasas, nitrógeno y fósforo. En respuesta a este desafío, el presente estudio propone la reutilización del suero de leche como una alternativa. El objetivo es analizar las propiedades fisicoquímicas y organolépticas de helados elaborados con yogur y tres niveles de suero de leche: 20%, 50% y 75%.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización

El estudio se llevó a cabo en el Centro de Investigación de Lácteos de la Carrera de Ingeniería en Producción y Comercialización Agropecuaria, de la Universidad Mayor de San Andrés, ubicado en el Municipio de Viacha en el departamento de La Paz, Bolivia, geográficamente entre los paralelos 16°32'39" y 16°54'44" de latitud Sur y entre los meridianos 68°16'56" y 68°22'72" de longitud Oeste (GAMV, 2012).

Metodología

El tema de investigación planteado posee un enfoque de investigación cuantitativo, con un nivel de investigación experimental.

Obtención del helado

Para la obtención del helado, se utilizó el manual de operaciones del laboratorio de Tecnología de Lácteos (Choque, 2018). Con los ajustes necesarios para la experimentación. Se llevaron a cabo análisis de las propiedades fisicoquímicas en la leche recibida de la Asociación Lechera Contorno Letanías, que incluyeron acidez, pH, temperatura y densidad, siguiendo la Norma Boliviana IBNORCA, NB 33013 (2013). Asimismo, se realizaron evaluaciones organolépticas de acuerdo con criterios establecidos. Tras filtrar la leche, se dividió en dos partes. La primera parte se destinó a la producción de yogurt, mientras que la segunda se utilizó para obtener suero de leche. Ambas partes se sometieron a tratamiento térmico a 65°C durante 30 minutos en fuentes de acero inoxidable. Para la elaboración del helado se comenzó mezclando los insumos en el suero de leche en otra fuente, manteniendo una temperatura de 70°C durante 10 minutos. Se añadieron los insumos, estabilizante, emulsificante, glucosa en polvo, azúcar invertida y azúcar.

Después de lograr la homogenización, el proceso continuó con el enfriado hasta alcanzar la temperatura ambiente. En este punto, se añadió el yogurt a la mezcla base de suero de leche y se homogenizó nuevamente utilizando una licuadora industrial. La mezcla resultante se dejó madurar a una temperatura de 4°C durante por 24 horas. Posteriormente la mezcla homogeneizada para el helado se sometió al proceso de congelamiento en una máquina productora de helados durante 25 minutos. Obtenido el helado, se realizó el envasado manual y por último el etiquetado, identificando nombre del producto, fecha y cantidad de producción, finalmente se almacenó a -24° C.

Factor o tratamientos en estudio

Para la identificación de los tratamientos se asignó diferentes códigos, paralelamente se presenta los factores de estudio se presenta en Tabla 1.

Tabla 1. *Concentración láctea del helado de yogurt y suero de leche.*

Factor	Concentración
T1: Yogurt/suero de leche	80%/20%
T2: Yogurt/suero de leche	50%/50%
T3: Yogurt/suero de leche	20%/75%

Variables evaluadas

pH en la leche y helado: se realizó la medición del pH a una temperatura según lo establecido por la Norma Boliviana de IBNORCA, NB 33013 (2013), utilizando un pH metro previamente calibrado con soluciones buffer de pH 4 y pH 7. Calibrado el pH se procedió a la medición con el electrodo en un vaso de precipitado.

Sólidos solubles totales en la leche y helado: los sólidos solubles totales se expresan en grados Brix (°Bx) y se midieron utilizando un refractómetro, conforme a lo establecido en la Norma Boliviana de IBNORCA, NB 33013. (2013). Se calibró el refractómetro utilizando agua destilada y el tornillo de ajuste correspondiente. Luego, se añadieron dos gotas de la muestra al prisma del equipo usando un gotero. Después de cerrar la cubierta, se esperaron 30 segundos y se observó el lente apuntando hacia la fuente de luz, para registrar la lectura en grados Brix (°Bx).

Acidez titulable en la leche y helado: se prepararon 9.0 ml de muestra (leche cruda) utilizando una pipeta y se colocaron en un matraz de Erlenmeyer de 50 ml. Posteriormente, se añadieron 3 gotas de fenolftaleína, se agitó y se procedió a valorar con una solución de NaOH a 0.1 N, hasta lograr el color rosa pálido (Chacón, 2006). Estas valoraciones se realizaron por duplicado y la acidez se reportó como porcentaje de ácido láctico por volumen, utilizando la Ecuación 1:

$$\% \text{ Acidez} = \frac{\text{ml Na OH} \cdot N \cdot 0.09}{\text{ml Muestra}} * 100 \quad (1)$$

Donde: N = Normalidad del hidróxido de sodio.

Densidad en la leche: la densidad se determinó utilizando un lactodensímetro conforme a la Norma Boliviana, NB 33013. (2013), que especifica que las mediciones de densidad de la leche (g/ml), se realizan a una temperatura de 20° C.

Overrun en el helado: según Michue et al. (2015) el overrun se determina utilizando una muestra de la mezcla (madurada por 24h) de 10 ml antes y después de ser batida a -20°C. Posteriormente, se aplica la ecuación 2, como indicó Miche 2015).

$$\% \text{ Overrun} = \frac{\text{Volumen del helado} - \text{Volumen de la mezcla}}{\text{Volumen de la mezcla}} * 100 \quad (2)$$

Análisis sensorial en el helado con diferentes niveles de yogurt y suero de leche bovina

Determinación del tamaño de la muestra: para llevar a cabo la degustación del helado elaborado a partir de yogurt y suero de leche, se seleccionó aleatoriamente a 50 panelistas, incluyendo estudiantes y personal administrativo de la Carrera de Ingeniería en Producción y Comercialización Agropecuaria. Este panel evaluó las muestras bajo los criterios predefinidos (color, aroma, sabor y textura) en el marco de estudio de investigación.

Determinación de parámetros para el análisis sensorial: el análisis sensorial básico realizado por panelistas no entrenados, se empleó un método aleatorio. Se utilizaron fichas con una escala hedónica facial mixta de cinco puntos, denominada prueba organoléptica. La escala de valoración utilizada del grado de aceptabilidad es de cinco puntos. Los cuales son expuestos en la Tabla 2.

Tabla 2. Escala de valoración para la prueba organoléptica en helado, con niveles de yogurt y suero de leche bovina al 20%, 50% y 75%.

Parámetro	Escala
Me gusta mucho	5
Me gusta	4
Ni me gusta ni me disgusta	3
Me disgusta	2
Me disgusta mucho	1

Los caracteres evaluados se distinguen en la Tabla 3.

Tabla 3. Caracteres evaluados en el helado, con niveles de yogurt y suero de leche bovina al 20%, 50% y 75%.

Carácter	Cualidad
Aroma	El aroma que presenta debe ser característico del producto.
Color	Deben presentar un color característico que se detallan dentro los aditivos.
Sabor	El sabor se caracteriza dependiendo a los insumos utilizados.
Textura	Debe tener una característica de un helado cremoso y de suave consistencia.

Caracterización de materia grasa, proteína y lactosa en el tratamiento ganador

Para obtener información adicional sobre el tratamiento ganador, se determinaron los contenidos de grasas, proteínas y lactosa. Estos valores fueron evaluados por el Instituto de Servicios de Laboratorio de Diagnostico e Investigación en Salud (SELADIS), dependiente de la Facultad de Ciencias Farmacéuticas y Bioquímicas de la Universidad Mayor de San Andrés. La materia grasa se determinó utilizando el método BARSHALL, y los datos se expresaron en g/100g, mientras que la lactosa se cuantificó mediante el método FEHLING y se expresó en g/100g (SELADIS, 2020).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Características fisicoquímicas de la leche

Se obtuvo una media de pH igual a 7,74; los sólidos solubles totales fueron 10,17°Bx; la acidez 0,18% y la densidad 1,01 mg/ml.

pH en la leche

Un valor químico de mayor importancia es el pH, el presente trabajo resalta una media de 7,74. Delgado et al. (2016) obtuvo una media de $6,55 \pm 0,55$ en leche cruda bovina, en el Municipio de Viacha de la Provincia Ingavi. Quispe (2010) presenta en su investigación un rango de 6,67-6,72 mediante potenciometría, muestra recolectada del municipio de Pucarani, provincia Los Andes del departamento de La Paz, $6,54 \pm 0,18$ fue la media reportada por Román et al. (2003), mediante pH-metro marca Orión, Modelo 520 A.

Sólidos totales en la leche

Se determinó 10,17 % como la media de sólidos totales en la leche. Delgado et al. (2016) obtuvo un rango entre 9,30% a 11,2%. Así mismo Páez et al. (2002), enuncia un rango obtenido de $11,8 \pm 0,43\%$ a $12,61 \pm 0,31\%$ de sólidos totales; mediante el método lactométrico a través del calculador de Ackerman.

Acidez titulable en la leche

La acidez titulable fue 0,18% en la leche. Quispe (2010) mediante el método alcalimétrico, determinó 0,17%. Guevara (2015) presenta una acidez de 0,14 a 0,18 utilizando fenoltaleína obtenida por procedimiento normativo-Peruano NTP 202.116: 2008.

Densidad

La densidad obtenida fue 1,01 g/ml. Chacón et al. (2016) reporta $32,26 \text{ kg/m}^3$ este resultado fue obtenido bajo la normativa establecida por el NTE INEN 9 (2012). Mediante un lactodensímetro Quispe (2010) enuncia 1,030 g/ml en la leche bovina.

pH en el helado con diferentes niveles de yogurt y suero de leche bovina

El resultado logrado para el pH del helado con diferentes niveles de suero de leche fue de 4,11; 4,36 y 4,79 para los tratamientos T1, T2 y T3 (Figura 1).

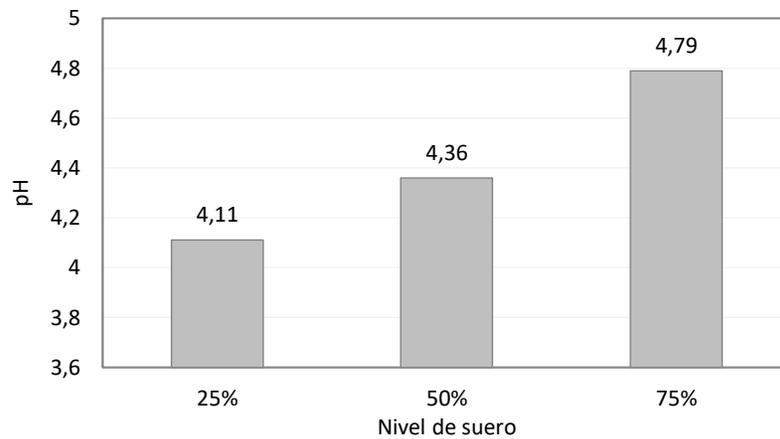


Figura 1. pH en el helado, con niveles de yogurt y suero de leche bovina al 20%, 50% y 75%.

Los valores obtenidos se encuentran en relación a datos reportados por diversos autores. Como un indicador fisicoquímico de gran importancia Ñahui (2017), reporta 3,68 a 3,82. Tarqui (2020) expone en el trabajo de investigación desde 3,59 hasta 5,59. Finalmente, Chacón et al. (2016) presenta en su estudio un rango de pH que oscilan entre 6 a 7. Se puede reconocer una determinada variabilidad de valores, ya que la leche presentó un pH de 7,74 el cual cambió en el helado a los valores de 4,11; 4,36 y 4,79. Los valores de pH son dependientes directamente del porcentaje de suero de leche que sea añadido al producto (Katherine, 2023). Y estos valores de pH de las mezclas tienen un comportamiento inversamente proporcional a la acidez (López et al., 2010).

Sólidos solubles totales en el helado con diferentes niveles de yogurt y suero de leche bovina

Los sólidos fueron 19,67°Bx; 27,67°Bx y 32°Bx para los tratamientos T1, T2 y T3 (Figura 2).

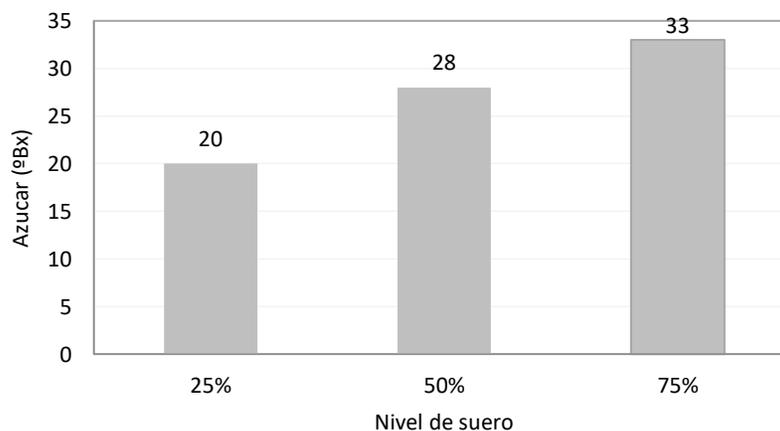


Figura 2. Sólidos totales en el helado, con niveles de yogurt y suero de leche bovina al 20%, 50% y 75%.

Los valores obtenidos presentan relación a los reportados por Moreira y Solórzano (2022) con un rango de 20,30 a 22,77°Bx. Villa (2023) demostró 18,25 a 19°Bx en el helado. Así mismo el trabajo de investigación de Ñahui (2017) expone 22,56 a 28,40°Bx. Se evidencia el incremento de azúcares en el helado, dado que la leche presentó 10,17°Bx y los tratamientos mostraron valores más altos. El incremento de azúcares se justifica debido a que el contenido de azúcares en el producto evita la cristalización, por lo que, a mayor porcentaje de azúcar, mayor será el índice de aireación en el helado, y viceversa (Alvarado, 2022). Los datos obtenidos de sólidos presentes para el presente trabajo de investigación están concordes a lo requerido por la Norma Boliviana NB 33020 (2008).

Acidez en el helado con diferentes niveles de yogurt y suero de leche bovina

Los resultados obtenidos para la acidez en el helado fueron: 0,17; 0,13, y 0,14% para los tratamientos T1, T2 y T3 respectivamente. La Figura 3 muestra diferencias marcadas entre los tratamientos T1 y T2, T3.

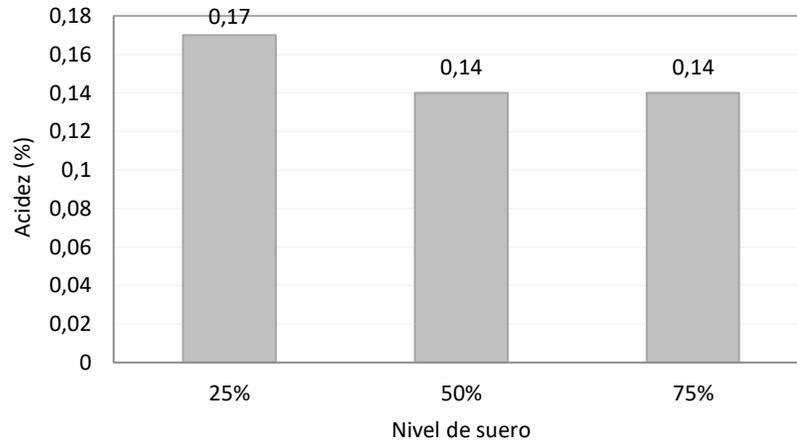


Figura 3. Acidez en el helado, con niveles de yogurt y suero de leche bovina al 20%, 50% y 75%.

El porcentaje de ácido reportado por Huertas (2013), es de 0,19%. Paralelamente Pérez, (2016) reporta $0,034 \pm 0,001\%$ a $0,035 \pm 0,000\%$. Por otro lado, Tarqui (2020) presentó rangos de 0,19 a 0,30%. Si bien los resultados obtenidos tienen relación con los datos reportados por anteriores autores y esta denota una variación al dato inicial presentado por la leche con: 0,18%, es preciso señalar que los datos obtenidos son menores al requerimiento de la Norma Boliviana 33020 (2008), la cual considera que el porcentaje de acidez debe ser 0,25%. La acidez de helado es causada por las proteínas como β -lactoglobulina (β -lg), seroalbúminas e inmunoglobulina G (IgG), por lo que, al incluir proteína animal, la acidez decrece y es mayor cuanto más alto sea el contenido de sólidos no grasos (López et al., 2010).

Overrun

Dado que el overrun es uno de los factores que posee la mayor importancia debido a que este marca la calidad del producto, se determinó 2,85%; 3,64% y 3,13% para los tratamientos T1, T2 y T3, como son presentados en la Figura 4.

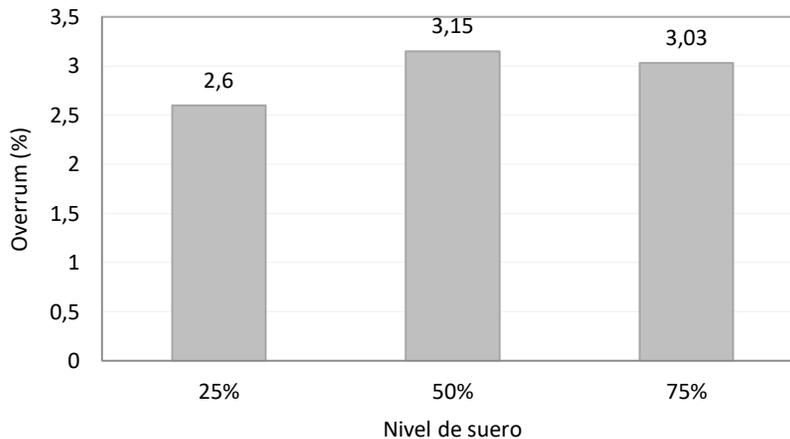


Figura 4. Overrun en el helado, con niveles de yogurt y suero de leche bovina al 20%, 50% y 75%.

Moreira y Solórzano (2022), reportan un rango de overrun de 3,92% a 6,35% presente en el helado. Por otro lado, Abrate (2017), presentó 78,1% de overrun en su investigación, quien a su vez resalta que para la formación

de espuma, las proteínas deben ser capaces de migrar rápidamente y orientarse para formar una película ordenada alrededor de las burbujas de aire. Michue et al., (2015) en el reporte expone el siguiente rango de 42,93% a 51,69% y este afirma que utilizar grasa de tipo láctea facilita la incorporación de aire, dado que proteínas de origen animal tienen propiedades emulsificantes y estabilizantes por lo que estas favorecen la incorporación de aire. Para Castillo (2015) la presencia de altos contenidos de grasa en mezclas es indispensable, por su interacción con la proteína y los estabilizantes dan lugar al incremento de la densidad y la viscosidad. Erazo et al. (2020) identificó a la pasteurización como otro punto crítico y determinante, debido a que en este proceso la enzima estabiliza el sistema de emulsión, al crear enlaces cruzados o intramoleculares que permiten mantener la estructura en el producto. Para Michue et al. (2015), la incorporación de aire depende de la composición de la mezcla (contenido de grasa), así como de la clase y cantidad de estabilizador y emulsionante utilizados.

Análisis sensorial en el helado con diferentes niveles de yogurt y suero de leche bovina

El análisis de resultados para el análisis sensorial definió la preferencia de los jueces hacia los productos que fueron presentados con los diferentes niveles de adición de suero de leche los cuales son explicados en la Tabla 5.

Tabla 5. Color, aroma, sabor y textura en el helado, con niveles de yogurt y suero de leche bovina al 20%, 50% y 75%.

Tratamiento	Color	Aroma	Sabor	Textura
20%	3,60	3,44	3,18	3,16
50%	4,00	3,78	4,40	4,10
75%	3,92	3,50	3,46	3,54

La Tabla 5 presenta definir el producto que tiene mayor oportunidad en el mercado, debido al juzgamiento de los jueces. Es por cuanto se resalta como ganador el tratamiento T2, por los caracteres óptimos en color, aroma, sabor y textura.

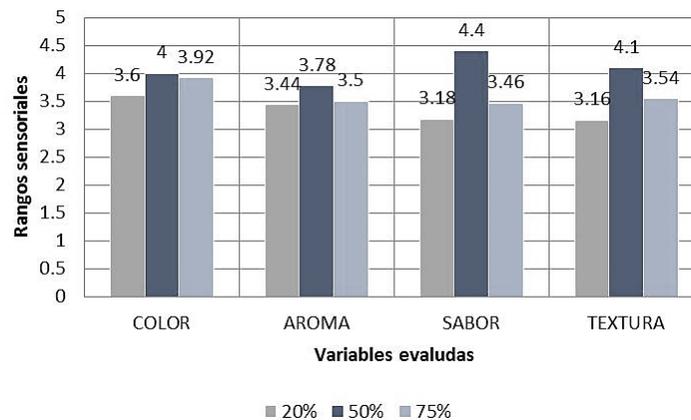


Figura 5. Aceptabilidad en el helado, con niveles de yogurt y suero de leche bovina al 20%, 50% y 75%.

De acuerdo a la Figura 5, se distingue los caracteres organolépticos de los tratamientos. En adición se puede observar que el tratamiento ganador (T2) fue elaborado con la adición del 50% de suero de leche bovina, propuesto por el presente trabajo de investigación. Por otro lado, se tiene en último lugar al tratamiento T1 de acuerdo al juzgamiento hecho durante la prueba organoléptica. El trabajo de estudio permite conocer el punto de vista de catadores, quienes, mediante la calificación al producto, permiten identificar potenciales productos que puedan ser promocionados.

CONCLUSIONES

Los valores presentes en la leche recepcionada de la Asociación Lechera Contorno Letanías del Municipio de Viacha, para pH, sólidos solubles totales, acidez titulable y densidad en la leche fueron de 7,74; 10,17°Bx; 0,18%, y 1,01 mg/ml respectivamente. El pH está relacionado con el porcentaje de suero incorporado durante la elaboración del helado. En este sentido, la leche presentó un pH de 7,74; después del proceso, el pH disminuyó a 4,11; 4,36 y 4,79 para los tratamientos T1, T2 y T3.

La concentración inicial de sólidos solubles totales en la leche fue de 17°Bx la cual se incrementó en el helado a 19,67°Bx; 27,67°Bx y 32°Bx en los tratamientos T1, T2 y T3 respectivamente. La acidez titulable en la leche fue de 0,18%, mientras que en el helado se obtuvieron valores de 0,17%; 0,13% y 0,14 para los tratamientos T1, T2 y T3 respectivamente. Cabe destacar que la acidez está relacionada con la cantidad de sólidos no grasos en la leche.

El overrun fue 2,85%; 3,64% y 3,13% para los tratamientos T1, T2 y T3. Se distingue un bajo rendimiento debido a la acción térmica ejercida durante el proceso. Se determinó que el tratamiento T2 (con un 50% de adición de suero de leche) fue el ganador, seguido por el tratamiento T3 y en último lugar, el tratamiento T1 (con un 20% de adición de suero de leche). Por lo tanto, se determinó la existencia de un equilibrio palatable para el carácter organoléptico del producto.

BIBLIOGRAFÍA

- Alvarado, M. R. (2022). *Efecto del uso de suero dulce en la elaboración de helado de vainilla* (Doctoral dissertation, Zamorano: Escuela Agrícola Panamericana, 2022). <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/73eea7ea-5357-4e9b-b615-7428202d28eb/content>
- Barrientos Anzola, I. A. (2011). Evaluación preliminar de la actividad metabólica de *Candida guilliermondii* sobre las propiedades fisicoquímicas de la leche y en el proceso de producción de yogurt. <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/8828/tesis774.pdf;jsessionid=3986B54091D16F2D6D7A113A0D38BEE3?sequence=1>
- Bautista Campos, M. I., & Julca Juárez, M. E. (2022). Concentración de NPK en compost obtenido de residuos de la industria agrícola, ganadera y láctea-CEFOP Cajabamba, 2021. <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/30238/Tesis.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Carrillo, J. (2002). Tratamiento y reutilización del suero de leche Revista *Conversus*, 22-25.
- Castillo, D. (2015). *Influencia del tiempo de maduración en las propiedades fisicoquímicas de mezcla para helado tipo crema* (Doctoral dissertation, Tesis de Ingeniería, Universidad Tecnológica Equinoccial Sede Santo Domingo]. http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/19165/1/7737_1.pdf.
- Villalobos, A. C. (2006). Comparación de la titulación de la acidez de leche caprina y bovina con hidróxido de sodio y cal común saturada. *Agronomía Mesoamericana*, 55-61. https://www.mag.go.cr/rev_mesov17n01_055.pdf
- Chacón, L. R. C., Chávez, A., Rentería-Monterrubio, A. L., & Rodríguez-Figueroa, J. C. (2017). Proteínas del lactosuero: usos, relación con la salud y bioactividades. *Interciencia*, 42(11), 712-718. <https://www.interciencia.net/wp-content/uploads/2017/11/712-CHAVEZ-42-11.pdf>
- Chacón-Villalobos, A., Pineda-Castro, M. L., & Jiménez-Goebel, C. (2016). Características fisicoquímicas y sensoriales de helados de leche caprina y bovina con grasa vegetal. *Agronomía Mesoamericana*, 19-36. <https://www.redalyc.org/journal/437/43743010003/html/>
- Choque, N. (2018). Laboratorio de Tecnología de Lácteos. Universidad Mayor de San Andrés. La Paz. Bolivia.
- Delgado-Callisaya, P. A., Parisaca, V., Quispe, I., Delgado, E. J., & Aduviri, M. (2016). Evaluación de la calidad de la leche cruda bovina (*Bos taurus*) en la Comunidad Mazo Cruz del Departamento de La Paz-Bolivia. *Journal of the Selva Andina Animal Science*, 3(1), 43-48.

- GAMV. (2012). Plan de desarrollo municipal Viacha La Paz, Bolivia.
- Hernández, R. (2013). Caracterización fisicoquímica de un producto tipo cajeta elaborado a partir del suero dulce de quesería. (Tesis de Tesis en prensa), Facultad de Ciencias Químicas, Campus Xalapa, Ingeniería en Alimentos. <http://edigital.uv.mx/handle/123456789/33720>
- Huaraca Espinoza, M. (2019). Evaluación de tres Sistemas de Fermentación para producir Celulasa a partir de Suero de Leche y *Aspergillus niger*. https://repositorio.unamba.edu.pe/bitstream/handle/UNAMBA/733/T_0447.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Huertas Castro, D. E. (2012). Uso de lactosuero en la formulación de helados de crema con sabor a ron pasas en el cantón Santo Domingo. <https://repositorio.uteq.edu.ec/items/ec8274a7-4771-41fe-8633-1e106c73473c>
- IBNORCA INSTITUTO BOLIVIANO DE NORMALIZACIÓN Y CALIDAD (2013). NORMA BOLIVIANA NB 33013, Productos lácteos - Leche cruda y fresca - Requisitos. La Paz, Bolivia.
- Kirk, R., Sawyer, R, Egan, H. (2005). Composición y Análisis de Alimentos de Pearson. (Continental, México, D. F. ed.).
- López Barón, F. N., Sepúlveda Valencia, J. U., & Restrepo Molina, D. A. (2010). Ensayo y funcionalidad de un sustituyente de sólidos no grasos lácteos en una mezcla para helado. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 63(2), 5729-5744. <https://www.redalyc.org/pdf/1799/179918602025.pdf>
- Miche, J. E. M., Zelada, C. R. E., & Urquizo, F. E. L. (2015). Optimización del overrun (aireado), de la dureza, la viscosidad y los costos de un helado mediante el diseño de mezclas. *Ingeniería Industrial*, (33), 229-250. <https://www.redalyc.org/pdf/3374/337443854010.pdf>
- Moreira Sacón, K. M., & Solórzano Collahuazo, O. E. (2022). *Aprovechamiento de lactosuero-pulpa de banano y el efecto sobre las características fisicoquímicas, bromatológicas y organolépticas de un helado* (Bachelor's thesis, Calceta: ESPAM MFL).
- Páez, L., López, N., Salas, K., Spaldiliero, A., & Verde, O. (2002). Características físico-químicas de la leche cruda en las zonas de Aroa y Yaracal, Venezuela. *Científica*, 12(2), 0. <https://www.redalyc.org/pdf/614/61412208.pdf>
- Parra Huertas, R. A. (2009). Lactosuero: importancia en la industria de alimentos. *Revista facultad nacional de agronomía Medellín*, 62(1), 4967-4982.
- Pérez Navarro, T. F. (2016). Formulación y Caracterización de helados y sorbetes artesanales con adición de pulpa de tunas de colores. <https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/150797/Formulacion-y-caracterizacion-de-helados-y-sorbetes-artesanales-con-adicion-de-pulpa-de-tunas-de-colores.pdf?sequence=1>
- Pintor-Jardines, M. A., & Totosaus-Sánchez, A. (2013). Functional properties of frozen dairy systems and their relation to ice cream texture: a review. *CienciaUAT*, 7(2), 56. <https://www.redalyc.org/pdf/4419/441942929009.pdf>
- Ramírez-Navas, J. S., Rengifo-Velásquez, C. J., & Rubiano-Vargas, A. (2015). Parámetros de calidad en helados. *Revista Reciteia*, 15(1), 79-94. https://www.researchgate.net/publication/281939654_Parametros_de_calidad_en_helados_Quality_Parameters_of_Ice_Cream
- Rodríguez-Guerra, A., & Martínez, F. S. (2020). Responsabilidade social e gestão ambiental da água, solução na industria de laticínios do Equador. *Alfa Revista de Investigación en Ciencias Agronómicas y Veterinaria*, 4(12), 211-230.
- Ruiz Rivera, J.A, & Ramírez Matheus, A.O. (2009). Elaboración de yogurt con probióticos (*Bifidobacterium* spp. y *Lactobacillus acidophilus*) e inulina. *Revista de la Facultad de Agronomía*, 26(2), 223-242. Recuperado en 24 de septiembre de 2023, de http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-78182009000200006&lng=es&tlng=es.
- Villa Colcha, K. M. (2023). *Elaboración de helados con el aprovechamiento de lactosuero y mortiño (Vaccinium meridionale)* (Bachelor's thesis, Riobamba, Universidad Nacional de Chimborazo). <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/10461>