

Evaluación fisicoquímica, microbiológica y sensorial de yogur natural estandarizado con diferentes niveles de agentes espesantes

Physicochemical, microbiological and sensory evaluation of standardized natural yogurt with different levels of thickening agents

^aDaniela Laura¹  ^bCledi, Puma Condori²  ^cFranklin, Oré Areche³  ^dBetzabeth B., Huamán Estrada⁴ 

¹Universidad Mayor de San Simón, Cochabamba, Bolivia.

²Universidad Nacional de Juliaca, Juliaca, Perú.

³Universidad Nacional de Huancavelica, Huancavelica, Perú

⁴Universidad Nacional José María Arguedas, Andahuaylas, Perú

Recibido: Setiembre, 2025 / Aceptado: Octubre 2025 / Publicado: Diciembre 2025

RESUMEN

El objetivo de la presente investigación fue evaluar el efecto de diferentes concentraciones de agentes espesantes sobre la calidad fisicoquímica, sensorial y la rentabilidad económica de yogur natural elaborado a partir de leche entera y descremada. Se estandarizaron seis formulaciones mediante la variación de la dosificación de espesante (1,2%, 1,4% y 1,6%). Se realizaron análisis fisicoquímicos (pH y sólidos solubles), microbiológicos y de vida útil, de acuerdo con la normativa boliviana vigente, además de una evaluación sensorial mediante un panel de cata. La evaluación económica se determinó a través de la tasa marginal de retorno. Los resultados evidenciaron que todos los productos cumplieron con los estándares de inocuidad y mantuvieron estabilidad durante 21 días de almacenamiento a 4 °C. La formulación con 1,2% de espesante presentó la mayor aceptabilidad sensorial, destacándose por su textura cremosa, aroma agradable y menor sinéresis. Desde el punto de vista económico, esta dosificación resultó ser la más eficiente, optimizando los costos de producción (64,44 unidades monetarias por cada 5 L de leche) y superando la tasa mínima de retorno establecida. Se concluye que la adición de un 1,2% de agente espesante permite obtener un producto lácteo con elevada calidad organoléptica, adecuada estabilidad fisicoquímica y viabilidad económica, constituyéndose en una alternativa competitiva frente al yogur convencional.

Palabras clave: Yogur, emulsificante, suero, leche.

ABSTRACT

The objective of this research was to evaluate the effect of different concentrations of thickening agents on the physicochemical and sensory quality, as well as the economic viability, of natural yogurt made from whole and skim milk. Six formulations were standardized by varying the thickener dosage (1.2%, 1.4%, and 1.6%). Physicochemical (pH and soluble solids), microbiological, and shelf-life analyses were performed in accordance with current Bolivian regulations, in addition to a sensory evaluation by a tasting panel. The economic evaluation was determined using the marginal rate of return. The results showed that all products met food safety standards and maintained stability during 21 days of storage at 4 °C. The formulation with 1.2% thickener exhibited the highest sensory acceptability, standing out for its creamy texture, pleasant aroma, and lower syneresis. From an economic standpoint, this dosage proved to be the most efficient, optimizing production costs (64.44 monetary units per 5 L of milk) and exceeding the established minimum rate of return. It is concluded that the addition of 1.2% thickening agent yields a dairy product with high organoleptic quality, adequate physicochemical stability, and economic viability, making it a competitive alternative to conventional yogurt.

Keywords: Yogurt, emulsifier, whey, milk.

INTRODUCCIÓN

La leche es un producto completo y de alto valor nutricional que se obtiene mediante el ordeño higiénico de hembras de mamíferos. Este desarrollo ha impulsado una amplia investigación sobre el procesamiento, la conservación y la transformación de la leche. Los principales factores que contribuyen al bajo consumo de leche son la caducidad, la intolerancia a la lactosa y la falta de innovación en el sector de los productos lácteos (Wang et al., 2025). El yogur es un producto lácteo, acidificado por acción biológica de bacterias lácticas específicas como el *Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus*. Estudios demuestran que las bacterias vivas de este producto contribuyen a equilibrar la flora bacteriana de nuestro intestino y potencian nuestro sistema de defensa contra infecciones, facilitando la digestión a diferencia de la leche entera (Wang et al., 2025). Los atributos de textura del yogurt son fundamentales, además del aroma y el sabor. Los productores se enfrentan a desafíos como la sinéresis y las alteraciones en la viscosidad mientras almacenan, lo cual está determinado por elementos como el procedimiento de procesamiento y la composición de la leche. Con el fin de mantener la calidad del yogur, se emplean componentes lácteos e hidrocoloides; la gelatina es el más sobresaliente por su habilidad para gelificar y mejorar la textura (Akshith et al., 2025).

El yogur es un producto lácteo ampliamente consumido que aporta nutrientes esenciales y beneficios para la salud de los consumidores. Contiene proteínas de alta calidad y es un vehículo adecuado para la incorporación de probióticos, prebióticos, fibras y compuestos bioactivos para el desarrollo de yogur funcional (Rashwan et al., 2025). El yogur no solamente tiene aceptación por características sensoriales también aceptada por sus características nutricionales y la sinéresis es exactamente la aparición de lactosuero en la superficie del yogur, generalmente ocurre cuando la red de proteínas que forma el gel se contrae y se expulsa. Esto puede ser reducida mediante un gelificante natural o química. No obstante, la disminución de grasa en el yogur influye de manera negativa en su textura y sus propiedades sensoriales. Para optimizar estas últimas, se han empleado varios hidrocoloides como reemplazo de la grasa (Rashwan et al., 2025). Cambiando sus cualidades gelificantes, espesantes, emulsionantes, estabilizantes y de recubrimiento, alteran los atributos reológicos y sensoriales de los alimentos (Rashwan et al., 2025; Wang et al., 2025). Los hidrocoloides se dividen, de acuerdo a su origen biológico, en cuatro categorías: derivados de animales (gelatina, quitosano y proteína de suero), derivados de plantas (mucílago de semillas, goma arábiga y tragacanto), sintéticos y derivados microbianos (xantano, pululano y celulosa) (Rashwan et al., 2025). Se han empleado en la elaboración de yogures líquidos naturales y con sabor afrutado (10 mg de β -glucanos/ml) y yogures líquidos con bajo contenido graso (0.3–0.5 g/100 ml), respectivamente. Asimismo, se han añadido β -glucanos provenientes de *Ganoderma lucidum* a yogures líquidos (1 g/100 ml) y a yogures batidos (0-1.25 g/100 ml)

(Rashwan et al., 2025). El yogur aflanado es una alternativa de producto por su composición nutricional, la baja acidez que presenta en comparación con el yogur normalmente elaborado, y el aporte probiótico satisface la recomendación de ingesta diaria de macronutrientes y micronutrientes, y reduce posibles riesgos para la salud en grupos vulnerables.

En la metodología se planteó la elaboración de yogurt aflanado, donde se utilizó dos variedades de leche sometidos a tratamientos térmicos y homogenización, para posterior inoculación del cultivo láctico con niveles de gelificante par posteriormente evaluar los efectos que tiene en dicho yogurt aflanado. Asimismo, evaluar sus características nutricionales y vida útil, de esta manera este trabajo presenta un yogurt innovador así como también ser alternativa ideal por las propiedades que lo destacan de un yogur común, destinado al público en general. El sabor y la textura del yogur se enriquecen con grasa, manteniéndolo constante. No obstante, es dañino el consumo excesivo de grasa para la salud, por lo que cada vez más alimentos con bajo contenido de grasa son preferidos entre los clientes. No obstante, disminuir la grasa del yogur puede ocasionar la separación del suero y una viscosidad reducida. Por eso, los investigadores han estado examinando y buscando alternativas a la grasa para optimizar la calidad y la viscosidad del yogur sin grasa. Los hidrocoloides eran reemplazos frecuentes de la grasa que hacían más viscosa la comida y mejoraban su textura, mejoraban la estabilidad y retenían adecuadamente el agua (Li et al., 2025). La investigación se desarrolló en el “Centro Agropecuario San Isidro”, cuyo fuerte es la producción y transformación de la leche, como Organización de Apoyo a los Proyectos de Investigación (OAPI). Bajo el proyecto concursable 9 de la Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias de la Universidad Mayor de San Simón y la Agencia Sueca para el Desarrollo Internacional (ASDI), a través de la Dirección de Investigación Científica y Tecnológica (DICyT).

METODOLOGÍA

Materiales y métodos

Descripción del lugar de la investigación

Se realizó en el “Centro Agropecuario San Isidro” (OAPI), de la provincia Mizque, valle interandino ubicado en la parte sur oriente de Cochabamba, distante a 160 km de la capital del departamento, y geográficamente se encuentra situada entre los paralelos a 17°45” a 18°30” de latitud sur, 66°15” a 66°45” de longitud oeste, a 2000 m.s.n.m.

Insumos y materiales

El insumo principal fue la leche entera, fermento láctico (SACCO Lyofast Y450B), azúcar blanca y quenetrina, mientras que los materiales, equipos y utensilios fueron: Ollas de acero inox, termómetro, balanza analítica, pH metro, termo-plastoforno y descremadora.

Método

La metodología de investigación se desarrolló mediante un enfoque de métodos mixtos, combinando herramientas cualitativas y cuantitativas. Inicialmente, se creó un diagrama de flujo de proceso estándar, que sirvió de base para el desarrollo de procedimientos experimentales para dos tipos de leche: leche entera y leche descremada. Con base en este diseño experimental, se calculó el contenido ideal de espesante para la producción de yogur griego. Tras obtener el producto ideal, que se encontraba dentro de los límites regulatorios aplicables, se evaluaron los parámetros de control relevantes, incluyendo análisis sensoriales, fisicoquímicos y microbiológicos, así como la vida útil y los costos de producción.

Parámetros de control

Evaluación organoléptica

Una vez obtenidos el producto y formulados los tratamientos, se llevó a cabo una evaluación organoléptica del yogur afluado, aplicando el método descriptivo de clasificación por intervalos.

Análisis fisicoquímico

Los parámetros desarrollados fueron: pH y sólidos solubles en el laboratorio del Departamento de Tecnología Agroindustrial de la Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias de la UMSS.

Control microbiológico y vida en anaquel

Se determinó la unidad formadora de colonias (UFC) y la presencia de microorganismos aeróbicos y anaeróbicos en las muestras correspondientes a los tratamientos y al producto terminado. El análisis se realizó estrictamente conforme a las normas IBNORCA NB 32004:2002, ISO 6649:2008, ISO 32003:2005 y NB 32015:2004, en el laboratorio LABIMED-UMSS.

Control y tiempo de vida útil del producto procesado

Se realizó el control del pH y de los sólidos solubles durante un período de tres semanas, con el fin de determinar la vida útil del producto terminado tanto a temperatura ambiente (20 °C) como a refrigeración (4 °C). Los análisis se llevaron a cabo siguiendo las normas NB 33018:2006, NB 33017:2006 e ISO 7889:2013.

Costo de producción

Una vez finalizado el producto, se realizaron los cálculos de producción, considerando

costos directos e indirectos, con el fin de estimar el costo por unidad de envase.

Diseño experimental

Se empleó un diseño de bloques completos al azar con arreglo factorial (BCAA), en el cual el factor A correspondió a los tipos de leche (entera y descremada) y el factor B al porcentaje de gelificante (1,2%, 1,4% y 1,6%). Esto dio lugar a un total de seis tratamientos, cada uno con tres repeticiones, obteniéndose 18 unidades experimentales en total. Cada unidad experimental correspondió a 5 litros de yogur afluado, mientras que la unidad de muestreo fue un vaso de 180 ml. Una vez preparados los tratamientos, se realizó una prueba sensorial de degustación con la participación de diez panelistas. Para el análisis estadístico se aplicaron análisis de varianza (ANOVA), comparación de medias y regresión mediante Chi-cuadrado, utilizando el programa SAS v8.2, con un nivel de significancia de $P < 0,05$.

Variable de respuesta

- Grado de preferencia del consumidor mediante el análisis organoléptico, fisicoquímico, microbiológico, para la calidad del producto.
- Análisis fisicoquímico: pH, °Brix.
- Análisis microbiológico: E. coli, Salmonella spp, coliformes totales, recuento de bacterias, mohos/ levaduras, mesófilos.
- Test organoléptico: apariencia, color, olor, sabor, consistencia.

RESULTADOS

Caracterización de las Materias Primas

Con base en los resultados obtenidos, se realizó un análisis de varianza, mostrando una alta significancia para la leche entera y dosificación de espesante, confirmando que tanto el tipo de leche y la dosificación influyeron directamente en la aceptación sensorial del yogur afluado.

Tabla N°01:

Análisis de Varianza del tipo de leche y los porcentajes de espesante en el yogur afluado

Fuente de variación	G.L	Chi- cuadrado	P > ChiSq
Bloque	2	1.05	0.5910 NS
Tipo de leche	1	15.28	<0.0001**
Porcentaje de espesante	2	21.50	0.0002*
Tipo de leche x Porcentaje de espesante	2	2.49	0.2885NS

* Significativo a nivel de $< 0,05$ de probabilidad.

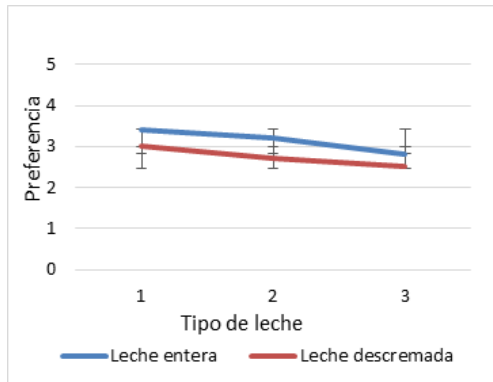
** Altamente significativo al nivel de $< 0,01$ de probabilidad.

NS = no es significativo.

En la tabla 1 presentó el análisis de varianza, el cual evidenció que el tipo de leche ejerció un efecto altamente significativo ($P < 0,01$) sobre las variables sensoriales evaluadas, mientras que el porcentaje de gelificante presentó un efecto significativo ($P < 0,05$). En contraste, el efecto de bloque y la interacción entre el tipo de leche y el porcentaje de gelificante no resultaron significativos, lo que indicó que ambos factores actuaron de manera independiente sobre la respuesta sensorial del yogur aflanado.

Figura N°01:

Tendencia del tipo de leche y dosificación según la apariencia en el yogur aflanado



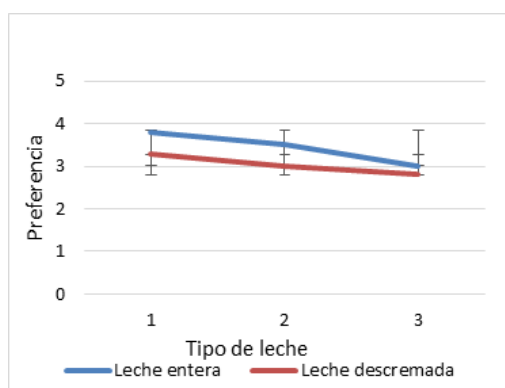
De acuerdo con los resultados obtenidos del grupo de panelistas degustadores, se evidenció una mayor preferencia por los tratamientos elaborados con leche entera en comparación con la leche descremada, esta diferencia se atribuye a que la leche entera presentó una apariencia más compacta, uniforme y sin presencia de grumos, lo que incrementó su grado de aceptabilidad sensorial.

Asimismo, el efecto de la dosificación del espesante sobre la apariencia del yogur aflanado, se observó una tendencia decreciente en el puntaje de preferencia conforme aumentó el porcentaje de espesante, tanto en leche entera como en leche descremada. La dosificación de 1,2 % presentó los valores más altos de aceptación en ambos tipos de leche, destacándose por conferir al producto una textura visual homogénea y firme, mientras que las dosificaciones de 1,4% y 1,6% mostraron una disminución progresiva en la aceptabilidad, asociada a una apariencia más densa y menos atractiva para los panelistas.

La dosificación del espesante ejerce un efecto determinante sobre la apariencia del yogur, el efecto es más favorable a concentraciones bajas, siendo consistente el comportamiento observado entre ambos tipos de leche.

Figura N°02:

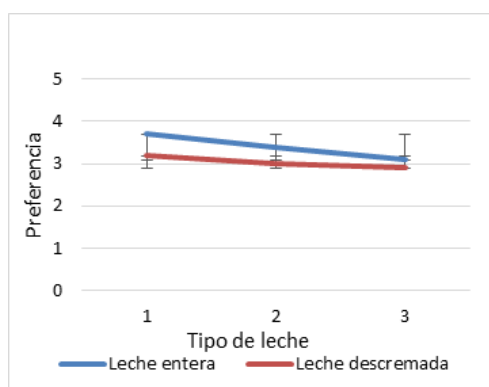
Tendencia del tipo de leche y dosificación según el color en el yogur aflanado



En la Figura 2, se observó que los tratamientos con leche entera alcanzaron mayor aceptación en el parámetro color respecto a la leche descremada, debido a que presentaron un color más homogéneo y brillante, percibido como más atractivo por los panelistas. En relación con la dosificación, se registró una reducción gradual de la preferencia al aumentar el gelificante, destacándose 1,2% por mantener un color uniforme y estable, mientras que 1,4% y 1,6% se asociaron a un color menos brillante y, por tanto, con menor aceptabilidad.

Figura N°03:

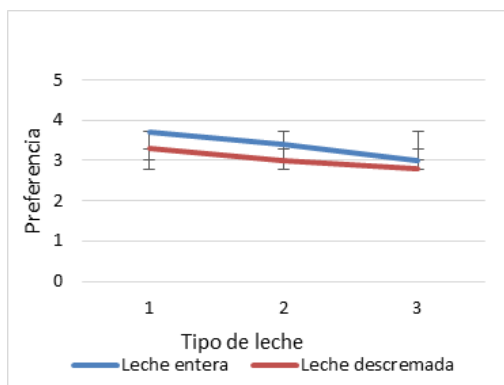
Tendencia del tipo de leche y dosificación según el olor en el yogur aflanado



En la Figura 3, se evidenció una mayor preferencia por los tratamientos elaborados con leche entera, lo que se explicó por la presencia de un olor ligeramente ácido y más agradable en comparación con los tratamientos con leche descremada. Respecto a la dosificación, la preferencia disminuyó conforme aumentó el porcentaje de gelificante; la concentración de 1,2% se relacionó con un perfil olfativo más suave y equilibrado, mientras que las dosificaciones de 1,4% y 1,6% presentaron una percepción olfativa menos atractiva para el panel.

Figura N°04:

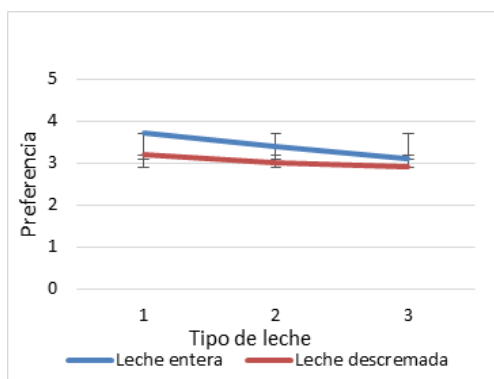
Tendencia del tipo de leche y dosificación según sabor en el yogur aflanado



En la Figura 4, se observó que los tratamientos formulados con leche entera obtuvieron mayores puntajes de preferencia en sabor que aquellos elaborados con leche descremada, lo cual se asoció a un sabor dulce, ligeramente ácido y más agradable al paladar. En cuanto a la dosificación, se registró una disminución progresiva en la aceptabilidad conforme aumentó el gelificante; la concentración de 1,2% se vinculó a un sabor más armónico, mientras que 1,4% y 1,6% se asociaron a una percepción gustativa menos favorable.

Figura N°05:

Tendencia del tipo de leche y dosificación según consistencia en el yogur aflanado



En la Figura 5, se evidenció una mayor preferencia por los tratamientos elaborados con leche entera en comparación con la leche descremada, atribuyéndose a que la leche entera presentó una consistencia más cremosa y firme. Asimismo, la dosificación de gelificante explicó las diferencias entre tratamientos, observándose una reducción gradual de la preferencia conforme aumentó el porcentaje de espesante; la concentración de 1,2% se asoció a una textura homogénea y agradable, mientras que 1,4% y 1,6% se relacionaron con una consistencia más densa y menos aceptada.

Los resultados indicaron que el tipo de leche y la dosificación de gelificante influyeron en la aceptación sensorial del yogur aflanado. La leche entera y la dosificación de 1,2% presentaron el mejor desempeño organoléptico, mientras que concentraciones mayores de

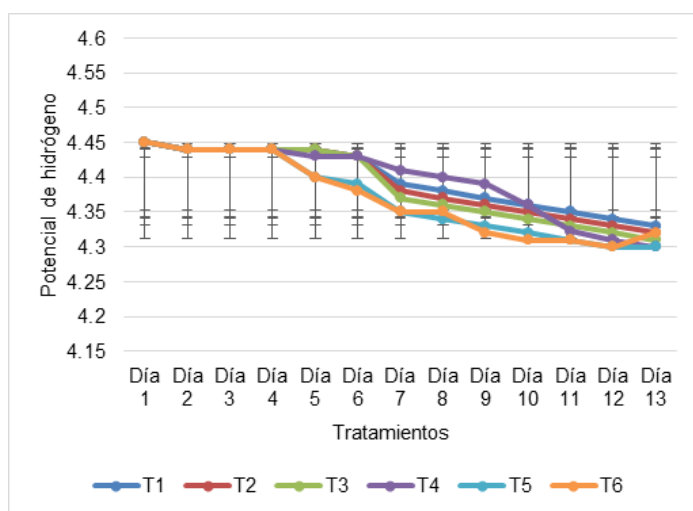
gelificante redujeron la preferencia sensorial.

Análisis fisicoquímico

El análisis fisicoquímico permitió evaluar el tiempo de vida útil del yogur aflanado, el cual se realizó bajo condiciones de refrigeración (4 °C) y temperatura ambiente (20 °C). Para este fin, se monitorearon los parámetros de pH y sólidos solubles (°Brix), registrándose las variaciones desde el primer día de almacenamiento y durante un período de tres semanas, con el objetivo de identificar los cambios asociados a la estabilidad y conservación del producto.

Figura N°06:

Control de pH a temperatura de 4°C

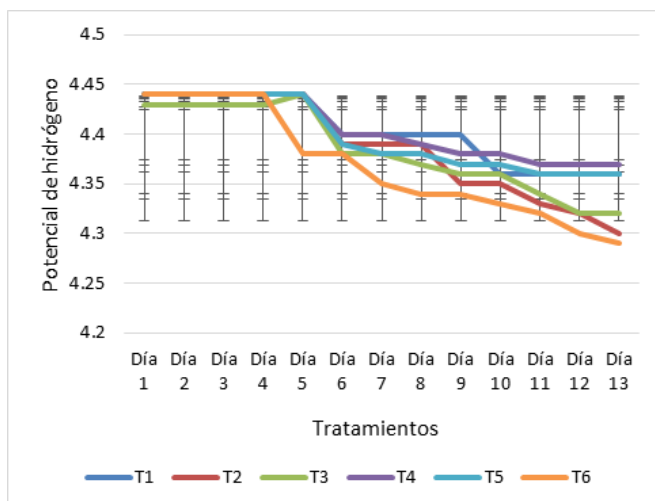


En la Figura 6 se observó que, con el transcurso del tiempo de almacenamiento a 4 °C, la acidificación del yogur aflanado fue más lenta en los tratamientos formulados con menor porcentaje de gelificante, mientras que aquellos con mayores concentraciones presentaron una disminución más marcada del pH. Asimismo, los tratamientos elaborados con leche entera mostraron un comportamiento más estable del pH en comparación con los formulados con leche descremada.

Durante el período de evaluación, el yogur aflanado mantuvo un pH promedio de 4,2, valor que se encuentra dentro del rango establecido para productos acidificados aflanados (4,5 - 4,3), lo que permitió garantizar la inocuidad y estabilidad del producto bajo condiciones de refrigeración.

Figura N°07:

Control de pH a temperatura de 20 °C



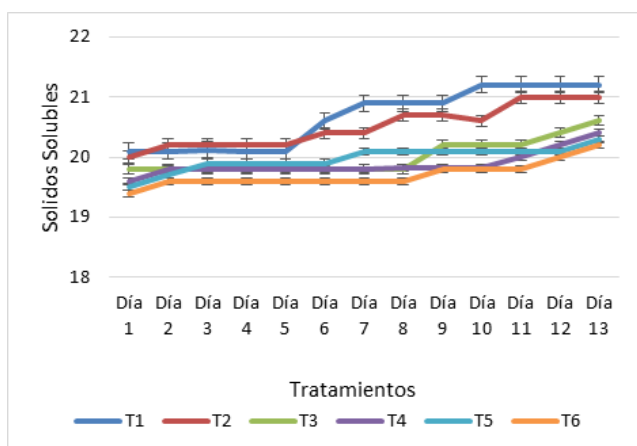
En la Figura 7 se observó que, en los tratamientos expuestos a una temperatura de 20 °C, el pH del yogur afluado presentó una disminución progresiva con el transcurso del tiempo, evidenciando un aumento gradual de la acidez durante el período de almacenamiento.

La acidificación fue más lenta en los tratamientos elaborados con leche entera y con menor porcentaje de gelificante, mientras que aquellos formulados con leche descremada y mayores concentraciones de espesante presentaron una disminución más pronunciada del pH. Estas diferencias sugirieron una mayor estabilidad fisicoquímica en los tratamientos con leche entera, especialmente a concentraciones bajas de gelificante.

A pesar de la tendencia descendente del pH, el yogur afluado mantuvo valores cercanos a 4,2, lo que permitió garantizar la inocuidad del producto durante el período de evaluación a temperatura ambiente

Figura N°08:

Control de sólidos solubles (°Brix) a temperatura de 20 °C



En la Figura 8, se observó que, durante el período de almacenamiento a 20 °C, los valores de sólidos solubles (°Brix) se mantuvieron relativamente constantes, presentando

un leve incremento en los tratamientos elaborados con leche entera y menor porcentaje de gelificante, en comparación con aquellos formulados con leche descremada. Este comportamiento indicó una mayor estabilidad de los sólidos solubles en los tratamientos con leche entera, particularmente a bajas concentraciones de espesante.

La estabilidad de los valores de °Brix observada durante el almacenamiento indicó que el yogur afluado mantuvo una adecuada retención de sólidos solubles, especialmente en los tratamientos elaborados con leche entera y menor porcentaje de gelificante. El leve incremento registrado en algunos tratamientos pudo atribuirse a una redistribución progresiva del agua dentro de la matriz del gel, lo que generó una concentración relativa de los sólidos sin afectar la estabilidad del producto.

Este comportamiento coincidió con lo reportado por Anchundia et al. (2025), quienes señalaron que la incorporación de hidrocoloides, como los β -glucanos, favoreció la retención de agua y el aumento del contenido de sólidos totales en yogures, mejorando su estabilidad fisicoquímica. De manera similar, Akshit et al. (2025) indicaron que el uso controlado de agentes gelificantes redujo la sinéresis y contribuyó a una estructura de gel más estable, sin generar cambios negativos en las propiedades sensoriales.

En conjunto, los resultados sugirieron que el empleo de bajas concentraciones de gelificante permitió mantener estables los sólidos solubles del yogur afluado, contribuyendo a su estabilidad fisicoquímica y calidad durante el almacenamiento.

Análisis Microbiológico y Vida anaquel

Tabla N°02:

Análisis microbiológico

Parámetro	Resultado	Valor de referencia	Norma
Coliformes totales y termófilas	0 x 101	1 x 101 ufc/g	NB 32004:2002
Escherichia coli	Ausente	Ausencia en 25 g.	ISO 16649:2008
Salmonella	Ausente	Ausencia en 25 g.	ISO 6888-1/2
Recuento de bacterias	1 x 101 ufc/g	5 x 103 ufc/g	NB 32003:2005
Recuento de hongos (mohos y levaduras)	0 x 101 ufc/g	1 x 102 ufc/g	NB 32015:2004

En la tabla 2, se observó que, en el yogur afluado, los coliformes totales, coliformes termo resistentes, recuento de bacterias y hongos se encuentran con 0 x 101 unidades formadoras de colonias por gramo; Escherichia coli y Salmonella ausentes, lo cual no presenta un peligro para el consumidor ya que se creó las condiciones apropiadas, acorde a la normativa boliviana.

La presencia de Escherichia coli en alimentos se considera un indicador de contaminación

fecal, contraída de forma directa o indirecta de este, y, por lo tanto, riesgo de presencia de gérmenes patógenos cuyo hábitat es el intestino del hombre y de animales (FAO/WHO,2022). El cuadro 2, muestra que el contenido de *Escherichia coli* en el yogur afluado se encuentra ausente, es decir, que no presenta un peligro para el consumidor por la ausencia de patógenos.

Los Clostridios y *Salmonella Spp*, se encuentran habitualmente en el suelo, polvo, el medio acuático y en el intestino de los animales. Las bacterias anaeróbicas formadoras de esporas alteran una amplia gama de alimentos, en la que se incluyen los productos lácteos, cárnicos, frutas, vegetales frescos y las conservas, con producción característica de gas y olores desagradables (ICMSF, 2022).

Las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) y las Buenas Prácticas de Higiene (BPH), contribuyen a reducir el número de Clostridios mediante la minimización de la contaminación a partir de suelo y excremento de animales (FAO/WHO,2022). En la tabla 2, muestra que en el yogur afluado no existe la presencia de *Clostridium sps* ni *Salmonella spp*

Tabla N°03:

Vida anaquel

Parámetro	Resultado	Valor de referencia	Norma
Coliformes totales y termófilas	0 x 101	1 x 101 ufc/g	NB 32004:2002
<i>Escherichia coli</i>	Ausente	Ausencia en 25 g.	ISO 16649:2008
<i>Salmonella sp</i>	Ausente	Ausencia en 25 g.	ISO 6888-1/2
Recuento de bacterias	0 x 101 ufc/g	5 x 103 ufc/g	NB 32003:2005
Recuento de hongos (mohos y levaduras)	0 x 101 ufc/g	1 x 102 ufc/g	NB 32015:2004

En la tabla 3, se observa que, en el yogur afluado, los coliformes totales, coliformes termo resistentes, recuento de bacterias y hongos se encuentran con 0 x 101 unidades formadoras de colonias por gramo, *Escherichia coli* y *Salmonella* ausentes, lo cual no presenta un peligro para el consumidor. Por otra parte, en el parámetro de recuento de Bacterias Aerobias Mesófilas (Heterotróficas), sí se tiene presencia de microorganismos, pero estos están dentro los valores de referencia dictados por la norma boliviana, por lo tanto, se puede garantizar que el yogur afluado puede conservarse por dos semanas sin sufrir algún cambio o alteración en el producto.

Según (Rashwan et al., 2025) El estudio caracterizó el almidón de ñame (YS) y su impacto en el yogur tipo cuajado (STY). Se obtuvo un rendimiento de YS del 13,05% con 24,6% de amilosa y 75,4% de amilopectina, mejorando la capacidad de retención de agua (CRA) y reduciendo la sinéresis, alcanzando una CRA máxima del 84,9% en STY con un 1,5% de YS tras 21 días de almacenamiento. Además, el STY con YS mostró mejor

microestructura y menor liberación de grasa. Las bacterias lácticas se mantuvieron viables, con niveles cercanos a 7 log UFC/mL. La fortificación con un 1,0% de YS obtuvo la mejor aceptación sensorial, sugiriendo un equilibrio óptimo entre propiedades fisicoquímicas y preferencias del consumidor. Esto demuestra que el YS no solo mejora características del yogur, sino también su vida útil y textura

CONCLUSIÓN

Las características organolépticas de los productos desarrollados fueron evaluadas mediante un panel de degustación, a partir de los puntajes de preferencia y aceptación. Los resultados permitieron determinar que el tratamiento T1 (leche entera con 1,2% de gelificante) presentó la mayor aceptación sensorial, posicionándose como el tratamiento más preferido entre los analizados.

En términos sensoriales, este tratamiento destacó por una apariencia suave, cremosa y homogénea, sin evidencia de separación de suero, lo que lo hizo visualmente más atractivo. Asimismo, presentó un color uniforme y estable, percibido como el más agradable por los evaluadores. En cuanto al olor, el yogur elaborado con leche entera y 1,2% de gelificante fue el más aceptado, caracterizándose por un aroma ligeramente ácido y agradable. Respecto al sabor, este tratamiento fue percibido como dulce y equilibrado, alcanzando niveles de preferencia significativamente superiores a los tratamientos formulados con leche descremada. Finalmente, la consistencia más valorada correspondió a una textura cremosa, firme y suave, asociada igualmente al tratamiento T1.

De acuerdo con los resultados del análisis fisicoquímico, se realizó el control del pH y los sólidos solubles (°Brix) del producto conservado a refrigeración (4 °C), tomando datos tanto a 4 °C como a temperatura ambiente (20 °C). Esto permitió determinar los cambios físicos del yogur afluado y estimar su vida útil. El tratamiento 1 se mantuvo estable hasta la tercera semana de evaluación, observándose cambios físicos a partir de ese momento.

Los resultados del análisis microbiológico y fisicoquímico durante la vida en anaquel fueron satisfactorios, ya que no se detectaron coliformes totales, coliformes termoresistentes, *Escherichia coli*, *Salmonella* spp., *Staphylococcus aureus* enterotoxigénico, ni hongos (mohos y levaduras) después de dos semanas de evaluación. En el caso del recuento de bacterias aerobias mesófilas (heterótrofas), sí se detectó presencia microbiana, pero dentro de los valores de referencia establecidos por la norma NB 33015:2006.

A diferencia de otros derivados lácteos, el yogur afluado permite aprovechar el producto en su totalidad sin desechar el suero, como ocurre en la producción de queso, y reduce los procesos de sinéresis típicos del yogur, gracias al efecto del gelificante. Además, al disminuir parcialmente la acidez característica del yogur, el producto resulta más agradable al paladar, manteniendo sus componentes nutricionales y constituyéndose en una buena fuente de probióticos

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido realizado parcialmente gracias al apoyo del Proyecto concursable 9 (PT07AD01) de la Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias de la Universidad Mayor de San Simón y la Agencia Sueca para el Desarrollo Internacional (ASDI), a través de la Dirección de Investigación Científica y Tecnológica (DICyT)

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses para la publicación del presente artículo científico.

REFERENCIAS

- Akshit, F. N. U., Mao, T., Poojary, S., Chelikani, V., & Mohan, M. S. (2025). Evaluating a novel hydrocolloid alternative for yogurt production: Rheological, microstructural, and sensory properties. *Foods*, 14(13), 2252. <https://doi.org/10.3390/foods14132252>
- Anchundia, M., León, G., Paredes, C., & Torres, F. (2025). Utilization of β -glucans from native *Rhizopus oryzae* M10A1 in development of a Greek-style yogurt: Evaluation of physicochemical, microbiological, antioxidant and sensory properties. *Applied Food Research*, 5, 101561. <https://doi.org/10.1016/j.afres.2025.101561>
- Boudier, J. (2003). *Leche y productos lácteos: Vaca, oveja y cabra* (Vol. 2, pp. 35–45). Editorial Acribia.
- FAO. (2011). *Buenas prácticas de ordeño* (pp. 5–13). MAGA.
- FAO/WHO. (2022). *Risk assessment of microbiological hazards in foods: Guidance document*. FAO/WHO.
- ICMSF. (2022). *Microorganisms in foods: Microbiological testing in food safety management*. Springer.
- Jeremías, P. (2013). *UF1284: Yogures, leches fermentadas y pastas untables* (pp. 176–285). Editorial IC.
- Li, H., Su, L., Qiu, M., Jiang, Q., Wang, X., Tu, Z., Shao, Y., & Liu, J. (2025). Enhancing the gel properties of whey protein isolate via konjac mannan-crosslinking and their application in non-fat yogurt. *LWT*, 215, 117282. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2024.117282>
- Philip, S. (2015). *Características físicas, químicas y control en la leche y elaboración del yogur*. Textos Científicos. <https://www.textoscientificos.com/alimentos/yogur/caracteristicas-quimicas>
- Rashwan, A. K., Zhou, F., El-Harairy, A., & Chen, W. (2025). Structural, physicochemical, and gel properties of Wencheng yam (*Dioscorea alata* L.) starch and its application for enhancing set-type yogurt properties. *Food Chemistry: X*, 32, 103215. <https://doi.org/10.1016/j.fochx.2025.103215>
- Roser, C., & Jhosep, M. (2004). *Productos lácteos: Tecnología* (Vol. 161). Universitat Politècnica de Catalunya.

- Santiago, M. (2004). La higiene del ordeño (pp. 45–67). Editorial IC.
- Wang, X., Wang, L., Wei, X., Xu, C., Cavender, G., Lin, W., & Sun, S. (2025). Advances in yogurt development: Microbiological safety, quality, functionality, sensory evaluation and consumer perception in dairy and plant-based alternatives. *Journal of Dairy Science*, 108(1), 33–58.
- Yousefi, M., Khanniri, E., & Khorshidian, N. (2025). Effect of *Plantago major* L. seed mucilage on physicochemical, rheological, textural and sensory properties of non-fat yogurt. *Applied Food Research*, 5(1), 100687. <https://doi.org/10.1016/j.afres.2024.100687>.