

CARACTERIZACIÓN DEL LACTOSUERO BOVINO COMO SUBPRODUCTO DEL QUESO FRESCO ARTESANAL Y SU POTENCIAL BIOTECNOLÓGICO EN COLOTLÁN, JALISCO, MÉXICO

Luis Daniel Miramontes Castañeda¹, Zazil Yadel Escalante García², Adriana García Romero³, Jorge Héctor Gómez Angulo⁴, Martha Fabiola Martín del Campo Solís^{1,5*}

Resumen

El procesamiento de lácteos, como el queso, utiliza principalmente leche bovina como materia prima, generando altos volúmenes de lactosuero como residuo. Este subproducto es rico en nutrientes, pero frecuentemente se encuentra subutilizado. El aprovechamiento del lactosuero para el desarrollo de empresas de base tecnológica requiere la evaluación de la factibilidad técnica de su transformación en productos de alto valor agregado. En este contexto, el presente estudio analizó la producción y comercialización de queso fresco en la cabecera municipal de Colotlán, Jalisco y caracterizó las prácticas de manejo del lactosuero resultante. Se identificaron los volúmenes generados, y se caracterizó su perfil microbiológico y fisicoquímico, con el objetivo de evaluar su potencial

-
- 1 Maestría en Estudios Transdisciplinarios en Ciencia y Tecnología, Fundamentos del Conocimiento, Universidad de Guadalajara, Colotlán, México, luis.miramontes2003@alumnos.udg.mx
- 2 Profesor e investigador, Departamento de Ingeniería química, Universidad de Guadalajara, Guadalajara, México, zazil.escalante@academicos.udg.mx
- 3 Centro de Emprendimiento e Innovación, Productividad y Desarrollo Tecnológico, Universidad de Guadalajara, Colotlán, México, adriana.gromero@academicos.udg.mx
- 4 Profesor e investigador, Departamento de Ingeniería química, Universidad de Guadalajara, Guadalajara, México, jhector.gomez@academicos.udg.mx
- 5* Autor de correspondencia. Laboratorio de investigación en Biotecnología, Fundamentos del Conocimiento, Universidad de Guadalajara, Colotlán, México, mfmartindelcampo@academicos.udg.mx

como sustrato en fermentaciones con *Lactobacillus casei* para la obtención de suplementos probióticos. Mediante el DENUE y la aplicación de un cuestionario a 50 unidades económicas, se identificaron 18 establecimientos que comercializan queso local. Posteriormente, se entrevistó a 16 productores para detallar los procesos productivos y el destino del lactosuero. Se encontró que cada productor genera, en promedio, 344 litros diarios de lactosuero, de los cuales el 73 % se utiliza regularmente en la alimentación de cerdos y la elaboración de requesón. Las muestras de lactosuero donadas y analizadas presentaron, en promedio, una acidez 0.15 %, pH 6.67, 7.12 °Brix y densidad 0.99 g/mL. Desde el punto de vista microbiológico, antes de aplicar un tratamiento térmico propuesto, se detectaron cargas significativas de *Staphylococcus aureus* (4.39×10^4 UFC/mL), bacterias mesófilas aerobias (1.03×10^5 UFC/mL) y coliformes totales (1.05×10^5 UFC/mL), con ausencia de *Salmonella spp*. Para reducir esta carga biológica, se llevó a cabo un proceso de pasteurización, logrando la inhibición total de los microorganismos en todas las muestras. Estos resultados confirman la viabilidad del tratamiento del lactosuero local para eliminar riesgos microbiológicos, sentando las bases para su aprovechamiento biotecnológico en el desarrollo de productos de mayor valor agregado.

Palabras clave: Lactosuero, queso fresco, biotecnología, pasteurización.

Introducción

La producción de queso fresco representa una actividad tradicional de gran importancia en diversas regiones rurales y rancherías de México (Grass-Ramírez & Cesín-Vargas, 2014); esta práctica es considerada como una fuente importante de ingreso familiar. Además, al tratarse de un producto de alta demanda en la dieta nacional (Rendón-Rendón & Brunett-Pérez, 2022), el queso fresco tiene una gran importancia dentro de la cadena agroalimentaria, no solo como alimento tradicional, sino también como un impulso a la economía de pequeños productores y comerciantes locales, asimismo, su elaboración promueve la conservación de prácticas artesanales que añaden valor cultural (Domínguez-López et al., 2011) y diferenciación comercial frente a los productores industrializados. Con base a lo anterior, en el municipio de Colotlán, Jalisco, como un punto de interés en este estudio, se estima que se producen 25,099.5 litros de leche diarios de acuerdo con el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2023a) sin existir unidades económicas registradas de la industria láctea ni reportes formales del destino de la leche para la elaboración y comercialización de derivados lácteos, como el queso fresco, a nivel artesanal y de autoconsumo.

Otro factor importante que se aborda es el volumen de obtención de lactosuero, un residuo de la elaboración de lácteos como el queso que tiene un valor nutricional importante para uso pecuario y en alimentación humana (Guerra et al., 2013), ya que este subproducto es rico en proteínas de alto valor biológico, lactosa, vitaminas y minerales esenciales (Gurrola et al., 2017).

La falta de aprovechamiento del lactosuero sigue siendo un problema recurrente en muchas zonas rurales, cuando no se utiliza de forma adecuada, su desecho puede generar impactos ambientales debido a su alta carga orgánica (De la Cruz, 2018), contribuyendo a la contaminación de suelos y cuerpos de agua locales.

Los estudios técnicos que demuestran la factibilidad de procesar este y otros residuos con valores nutrimentales para obtener productos de alto valor tecnológico, son fundamentales para crear empresas de base tecnológica.

En el mercado de los suplementos para personas que desean un aumento de masa corporal en combinación con el ejercicio, el lactosuero es la principal fuente para la elaboración de proteína con beneficios adicionales en la composición corporal y la funcionalidad, especialmente en adultos jóvenes y mayores (Devries & Phillips, 2015; Li & Liu, 2019).

La innovación tecnológica de este tipo de productos puede resultar en alta aceptación en los usuarios si se ofrecen beneficios adicionales, diversificando su sinergia con otros elementos que aportan a un buen estado de salud, por ejemplo, la adición de antioxidantes, multivitamínicos, probióticos entre otros factores, pueden incrementar el valor funcional de las proteínas de gimnasio.

El presente estudio tiene como objetivo analizar la producción y comercialización del queso fresco en la cabecera municipal de Colotlán, Jalisco, así como caracterizar las prácticas actuales en el manejo del lactosuero, para plantear poder evaluar su viabilidad como sustrato en procesos de fermentación posteriores.

Metodología

Diseño del estudio y recolección de datos

Para la caracterización del volumen y de las prácticas de producción, se realizó un estudio de tipo transversal que censó y analizó la distribución de queso fresco proveniente de la propia cabecera municipal de Colotlán, Jalisco, así como la disponibilidad del lactosuero como subproducto y sus principales usos en el área de estudio. El muestreo fue no probabilístico, por conveniencia, y se llevó a cabo entre los meses de febrero y mayo del año 2024.

La población de estudio estuvo integrada por tiendas de abarrotes, tortillerías y productores de derivados lácteos, considerados como los principales distribuidores de queso fresco. De un total de 156 unidades económicas registradas en el Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (INEGI, 2023b), se visitaron 50 para la aplicación de encuestas.

Para la recolección de datos se utilizaron dos cuestionarios. El primero fue diseñado por el grupo de investigación, y aplicado a tiendas de abarrotes y tortillerías, con el fin de identificar a los proveedores locales de queso fresco. El segundo cuestionario fue adaptado del estudio de Rojas et al. (2006) y se aplicó directamente a los productores identificados a través del primer cuestionario, quienes accedieron a participar.

Este instrumento evaluó los volúmenes, frecuencias, tecnologías y prácticas de inocuidad de los productores, así como los usos y destinos finales del lactosuero. La información recolectada fue analizada en hojas de cálculo mediante el software IBM-SPSS para su análisis descriptivo.

Análisis fisicoquímico y microbiológico

La evaluación de la calidad fisicoquímica y microbiológica del lactosuero se llevó a cabo en el Laboratorio de Investigación en Biotecnología del Centro Universitario del Norte (CUNorte).

La caracterización fisicoquímica se realizó con base en normas aplicables a productos lácteos, la determinación del pH se realizó conforme a la NMX-F-317-NORMEX-2013 (NORMEX, 2013). La acidez titulable se determinó siguiendo el procedimiento descrito en la NOM-183-SCFI-2012 (DOF, 2012). Para la medición de los grados brix, se siguió la normativa NMX-F-436-SCFI-2011 (Secretaría de Economía, 2011). Finalmente, la densidad se determinó mediante picnometría y balanza analítica, con base en lo estipulado por la NMX-C-164-ONNCCE-2014 (DOF, 2014).

La evaluación microbiológica se realizó conforme a los métodos establecidos en la normativa sanitaria mexicana. El recuento de bacterias mesófilas aerobias se llevó a cabo siguiendo la NOM-092-SSA1-1994 (DOF, 1995a), mientras que la presencia de coliformes totales se determinó de acuerdo con la NOM-113-SSA1-1994 (DOF, 1995b). La detección de *Staphylococcus spp.* se realizó conforme a los lineamientos de la NOM-115-SSA1-1994 (DOF, 1995c), y las pruebas de *Salmonella spp.* se ejecutaron según los procedimientos establecidos en la NOM-210-SSA1-2014 (DOF, 2015).

Proceso de pasteurización

El proceso de pasteurización del lactosuero se realizó mediante pasteurización lenta, sometiendo lotes de 3 L a calentamiento hasta alcanzar los 70 °C durante 15 minutos en un baño María con agitación. El enfriamiento se realizó en un intercambiador de placas de acero inoxidable 304 (30 placas), utilizando un termostato a 5 °C con agua como contra fluido para un enfriamiento rápido.

Resultados

El análisis descriptivo de los datos del cuestionario dirigido a comercializadores de queso fresco local, con 50 negocios encuestados, indicó que el 36 % actualmente cuenta con proveedores de queso fresco provenientes de la cabecera municipal, mientras que el 64 % señaló que no dispone de este tipo de proveedores.

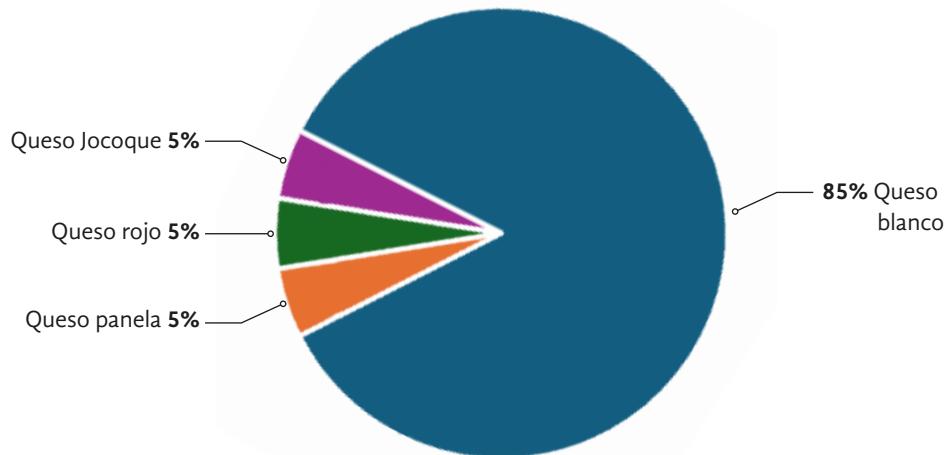
Los establecimientos que reportaron comercializar queso fresco procedente de la cabecera municipal señalaron que realizan sus compras de manera semanal. Así-

mismo, indicaron que el volumen promedio de compra por semana corresponde a aproximadamente 24 piezas de queso fresco por establecimiento.

Variedad de productos adquiridos

En la Figura 1 se muestran los distintos productos lácteos vendidos en los negocios encuestados, que incluyen queso blanco (o fresco), queso rojo (enchilado), queso panela, requesón y jocoque. De estos, el queso blanco registra el mayor porcentaje de compra, alcanzando un total del 85 %.

Figura 1. Distribución porcentual de los productos lácteos vendidos en tiendas de abarrotes y tortillerías de la cabecera del municipio de Colotlán, Jalisco.



Nota: Elaboración propia.

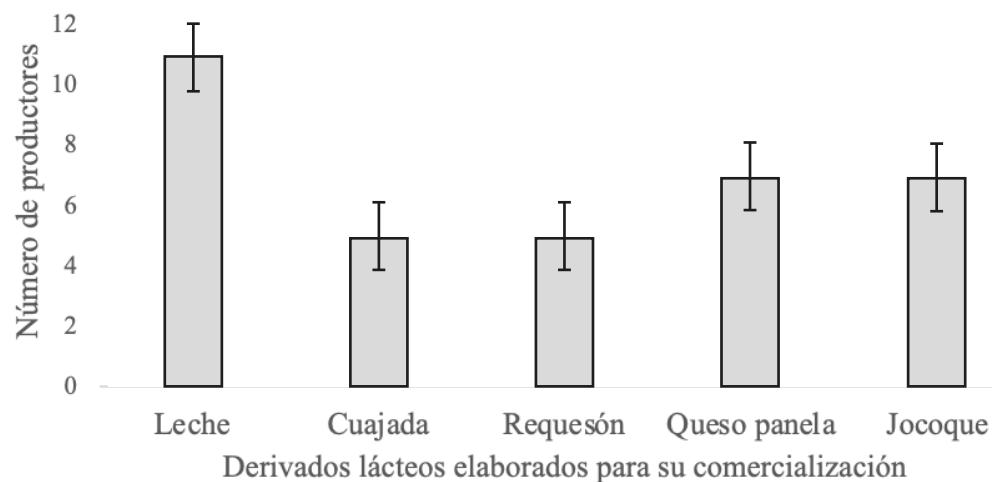
Cuestionario de identificación de disponibilidad de lactosuero bovino en el municipio de Colotlán, Jalisco

A través del primer cuestionario aplicado a tiendas de abarrotes y tortillerías, se identificaron 15 productores de queso fresco, a quienes se les aplicó el segundo cuestionario. Es importante señalar que este segundo instrumento fue aplicado, en su mayoría, a las esposas de los productores, ya que 93% de ellas están a cargo de la elaboración del queso, mientras que los productores realizan las labores de ordeña.

Se detectó, en general, que la venta de queso fresco representa la principal fuente de ingresos en el hogar. Asimismo, se registró que los productores cuentan con una trayectoria promedio de más de 15 años en la venta de queso, y presentan una edad promedio de 55 años.

Además de la elaboración de queso, algunos de los productores encuestados diversifican su actividad mediante la producción de otros derivados lácteos destinados a la comercialización, como se muestra en la Figura 2. Entre los productos identificados se encuentran la leche, la cuajada, el requesón, la panela y el jocoque destacando que la propia leche bronca tiene el mayor volumen de producción para su posterior comercialización, también de manera local.

Figura 2. Derivados lácteos producidos para su comercialización por los productores en la cabecera municipal de Colotlán, Jalisco.



Nota: Elaboración propia

Producción lechera: número de cabezas de ganado, raza y alimentación

El análisis de los datos recolectados en las encuestas reveló que los productores poseen un promedio de siete cabezas de ganado productivo, es decir, vacas en ordeña. La mayoría de este ganado está compuesto por cruces de diversas razas, incluyendo Cebú, Holstein, Jersey, Suizo y Charoláis. Además, se registró que, en su mayoría, todo el ganado recibe una alimentación basada en pastura, complementada con alimento balanceado “lechero” y maíz.

La información recabada permite observar que los productores de queso obtienen un promedio diario de 51.5 litros de leche. Este volumen les permite elaborar, en promedio, 20 quesos diarios, con un peso aproximado de 250-300 gramos cada uno.

Equipo utilizado para la producción de queso

La Figura 3 muestra como los productores de queso encuestados elaboran sus productos utilizando utensilios tradicionales. Entre los más comunes se encuentran las mantas, que usan para escurrir y prensar la cuajada, así como los aros de acero que dan forma a los quesos. También emplean molinos manuales, sartenes, bateas y prensas; herramientas que forman parte de un proceso práctico, aprendido a través de la experiencia, sin el uso de maquinaria industrial o tecnológica.

Los productores utilizan sal de grano y cuajo natural como únicos insumos adicionales a la leche para la elaboración del queso. El proceso de producción resultó similar entre las descripciones propias de los productores, que incluye, la ordeña por la mañana, seguida de la elaboración del queso, iniciando con el filtrado de la leche a través de mantas para retirar las materias extrañas del campo, como residuos de pasturas e insectos. Posteriormente, se añade el cuajo y se deja reposar entre 1 a 2 horas.

La experiencia de los productores determina cuando la cuajada está lista, momento en el cual se realiza el corte de esta, y se deja reposar nuevamente para facilitar la separación del suero. Una vez que la cuajada ha liberado gran parte del suero, se transfiere con instrumentos como coladeras y cucharones a bateas o charolas con mantas, donde se exprime para retirar la mayor cantidad posible del suero. Una vez exprimida, se realiza la molienda de la cuajada, seguida de la salación, el amasado y el moldeado final de los quesos, los cuales son refrigerados para su entrega al día siguiente.

Figura 3. Proceso de elaboración de queso fresco. (a) Separación del suero de la cuajada. (b) Moldeado de queso con aros de acero.



Nota: Elaboración propia

Dinámicas de comercialización del queso fresco a nivel local

Para la comercialización del queso producido, diez de los quince productores encuestados realizan ventas directas de sus productos, sin necesidad de intermediarios. Los otros cinco productores optan por una estrategia mixta, combinando ventas directas con el uso de intermediarios, como las tiendas de abarrotes, para su posterior comercialización.

Es importante destacar que todos los productores reciben un pago directo por los quesos vendidos, sin consignación, independientemente del método de comercialización utilizado.

El análisis de la producción diaria de lactosuero por parte de los quince productores encuestados revela un volumen total de 344 litros al día. Este valor se traduce en un promedio de aproximadamente 23 litros de lactosuero generado por cada productor. De estos, el 73 % indicó que da algún uso al lactosuero: el 64 % lo destina a la alimentación de porcinos y el 36 % a la elaboración de requesón. Estos datos reflejan una tendencia hacia el uso del lactosuero como insumo en actividades agropecuarias y de transformación artesanal.

Caracterización fisicoquímica

La Tabla 1 muestra la caracterización fisicoquímica promedio de cuatro lotes de suero donados por los productores. En general, se observó que los lotes fueron homogéneos, con excepción de uno que presentó una elevada cantidad de sólidos, probablemente debido a una separación incompleta de la cuajada.

Tabla 1. Caracterización fisicoquímica promedio (\pm desviación estándar) de cuatro lotes de suero de leche obtenidos durante la elaboración de queso fresco en la cabecera de Colotlán, Jalisco.

Parámetro	Valor
Acidez	0.15 % \pm 0.1
pH	6.67 \pm 0.2
Grados Brix	7.2° \pm 0.85
Densidad	0.99 g/mL \pm 0.9

Nota. Las altas desviaciones estándar en acidez, Brix, y densidad reflejan la heterogeneidad natural de las muestras, atribuible a diferencias en el manejo artesanal y la separación incompleta de la cuajada en algunos lotes.

Fuente. Elaboración propia

Caracterización microbiológica

Como se muestra en la Tabla 2, se observó una carga microbiológica considerable. Los datos corresponden a dos lotes distintos de suero de leche, en los que se evaluaron tres grupos de microorganismos indicadores: *Staphylococcus aureus*, coliformes totales y mesófilos aerobios. Además, se realizó la detección de *Salmonella spp.* mediante cultivo selectivo, cuyo resultado fue negativo en ambos lotes. Los valores presentados corresponden al promedio de recuento, expresado en unidades formadoras de colonias por mililitro (UFC/mL).

Tabla 2. Promedio de unidades formadoras de colonias (UFC/mL) de microorganismos indicadores en muestras de suero de leche

Parámetro	Valor
<i>Staphylococcus aureus</i>	4.39×10^4 UFC/mL
Coliformes totales	1.05×10^5 UFC/mL
Mesófilos aerobios	1.02×10^5 UFC/mL
<i>Salmonella spp.</i>	Ausencia

Fuente. Elaboración propia

Discusión

En el municipio de Colotlán, Jalisco, predomina un desarrollo económico liderado por los servicios, el comercio y la industria manufacturera de productos de cuero piteado. No obstante, la mayoría de las unidades económicas emplea de 0 a 5 personas, lo que refleja su pequeño tamaño y, por ende, un desarrollo limitado. Aunque estos sectores son significativos en número y en aportación económica, su crecimiento es modesto.

Otra vocación relevante en el municipio es la relacionada con la agricultura y ganadería. En particular, esta última representa apenas el 0.1 % del total estatal, de acuerdo con el diagnóstico más reciente del IIEG (2024) (Instituto de Información Estadística y Geográfica de Jalisco, 2024), pero ha mostrado un crecimiento sostenido del 9.8 % promedio anual desde 2015, lo cual indica que sigue siendo una actividad económica de interés para los productores.

Por lo anterior, las estrategias orientadas al fortalecimiento del sector ganadero pueden representar un detonante económico relevante, especialmente si se incorporan innovaciones y tecnologías emergentes. En esta investigación, desarrollada en la cabecera municipal de Colotlán, se abordaron aspectos poco explorados dentro de la cadena productiva de la elaboración y comercialización del queso fresco, como una actividad directamente vinculada con la ganadería.

Con énfasis en la producción quesera y el aprovechamiento del lactosuero para diversificar ingresos, los cuestionarios aplicados permitieron identificar que la elaboración y venta de queso fresco permanece activa, con un importante valor artesanal. Además, se identificó la disponibilidad del lactosuero como un residuo que, más allá de su uso en la alimentación animal, posee un potencial biotecnológico funcional de interés.

La caracterización fisicoquímica de los lotes de suero obtenidos durante la elaboración de queso fresco arrojó valores de acidez de 0.15 %, pH de 6.67, ocho grados Brix y una densidad de 0.99 g/mL. Estos resultados son comparables con los reportados por Velásquez et al., (2012), donde el suero entero presentó un pH de 6.57, 7.2 grados Brix y una densidad de 1.029 g/mL. Por su parte, Escobar et al. (2010) reportaron una acidez de 0.99 %, también dentro de un rango similar al presente estudio, lo cual valida los resultados obtenidos y sugiere que las condiciones del suero son adecuadas para su uso como sustrato en procesos fermentativos, como los evaluados por dichos autores.

En contraste, Andrade et al. (2020), reportaron valores más ácidos, con un pH de 4.48 y acidez de 0.42 %, lo que indica mayor acidificación de las muestras analizadas. Estas diferencias reflejan que los parámetros fisicoquímicos del lactosuero pueden variar significativamente entre estudios, dependiendo de las condiciones de producción y separación.

En cuanto a la calidad microbiológica, las muestras analizadas antes del tratamiento térmico mostraron cargas considerables de *Staphylococcus aureus* (4.39×10^4 UFC/mL), mesófilos aerobios (1.03×10^5 UFC/mL), y coliformes totales (1.05×10^5 UFC/mL) mientras que *Salmonella spp.* no fue detectada. Estas cifras son inferiores a las reportadas por Paredes-Montoya et al. (2014), quienes encontraron una carga de coliformes totales de 3.16×10^5 y mesófilos aerobios de 5.24×10^7 UFC/mL.

Asimismo, Batista Cañate et al. (2011), reportó una carga de *Staphylococcus aureus* de apenas 4×10^2 UFC/mL, inferior a la observada en este estudio, y también obtuvo resultados negativos de *Salmonella spp.* Aunque existe variabilidad entre reportes, probablemente atribuible a diferencias en el manejo y condiciones de producción, estas cargas microbianas son controlables con medidas adecuadas de higiene e inocuidad.

Es importante destacar que, desde el enfoque de la inocuidad alimentaria, la presencia de microorganismos patógenos es indeseable. Por ello, en este trabajo se propuso un tratamiento térmico de pasteurización lenta, el cual logró reducir significativamente las cargas microbianas. Al igual que en el estudio de Hannibal et al. (2015), se constató que, posterior al tratamiento, no se detectó presencia de microorganismos patógenos, lo cual constituye un paso crucial para garantizar la calidad e inocuidad de productos destinados al consumo o uso alimentario.

Conclusiones

La elaboración de queso fresco en la cabecera municipal de Colotlán, Jalisco, sigue siendo una actividad tradicional con fuerte presencia local, especialmente entre mujeres

productoras que han sostenido esta práctica durante años. A pesar de su importancia como fuente de ingresos, aún existen áreas de oportunidad en la comercialización del producto y para el manejo del lactosuero, aunque gran parte de los productores ya le da algún uso, sigue siendo común su desperdicio dado el volumen de obtención diario. Esto evidencia la necesidad de promover estrategias que permitan su valorización, ya sea mediante procesos artesanales mejorados o a través de alternativas biotecnológicas viables y accesibles para la realidad de los productores locales.

Además de queso fresco, los productores elaboran otros productos derivados de la leche, esta diversificación es beneficiosa para la actividad económica de los productores, sin embargo, lleva a una disminución en la producción de queso fresco, que resulta en una menor cantidad de lactosuero disponible.

Finalmente, se identificó que las muestras de suero de leche tras la elaboración del queso no son aptas para la elaboración de alimentos sin un tratamiento previo de pasteurización, ya que presentan una elevada carga de microorganismos potencialmente patógenos que pueden representar un riesgo para la salud humana. Sin embargo, tras el proceso de pasteurización, se logra eliminar completamente la presencia de estos microorganismos, garantizando la inocuidad del producto y su seguridad para el consumo.

Como perspectiva al presente estudio, el equipo de trabajo se encuentra actualmente realizando y evaluando los procesos de obtención de proteínas probióticas con lactosueros locales para el establecimiento de empresas de base tecnológica.

Referencias

- Andrade, E. F. M., Lucas, F. M. D., Álava, J. D. C. Z., Vega, A. A. A., & Marcillo, Á. M. M. (2020). Identificación de propiedades fisicoquímicas y bromatológicas de suero de leche de la región Sierra del Ecuador. *Alimentos Hoy*, 28(50), 44–52.
- Batista Cañate, K. Y. (2011). Evaluación y caracterización fisicoquímica y microbiológica del suero costeño elaborado en el municipio de Turbaco, Arjona y el Carmen de Bolívar. [Tesis de pregrado, Universidad de Cartagena]. *Repositorio Unicartagena*. <https://repositorio.unicartagena.edu.co/server/api/core/bitstreams/ce1dabf9-cb5b-4e6b-8926-e42a4a06c1fc/content>
- Cuautitlán, D. E., De México, E., El, E. N., De, M., Del, L., Rojas, B. E., México, C., & De, J. (2006). *La competencia de los pequeños productores* [Tesis de posgrado, Instituto Politécnico Nacional, Escuela Superior de Economía].
- De la Cruz, D. A. Á. (2018). Potencial de aprovechamiento del suero de queso en México. *Agro Productividad*, 11(7), 87-92.

- Devries, M. C., & Phillips, S. M. (2015). Supplemental protein in support of muscle mass and health: advantage whey. *Journal of Food Science*, 80(S1), A8–A15.
- Diario Oficial de la Federación. (1995^a). NOM-092-SSA1-1994, *Bienes y servicios. Método para la cuenta de bacterias aerobias en placa*. <https://sidof.segob.gob.mx/notas/4886029>
- Diario Oficial de la Federación. (1995b). NOM-113-SSA1-1994, *Bienes y servicios. Método para la cuenta de microorganismos coliformes totales en placa*. <https://sidof.segob.gob.mx/notas/4880115>
- Diario Oficial de la Federación. (1995c). NOM-115-SSA1-1994, *Bienes y servicios. Método para la determinación de Staphylococcus aureus en alimentos*. <https://sidof.segob.gob.mx/notas/4882018>
- Diario Oficial de la Federación. (2012). NOM-183-SCFI-2012, *Producto lácteo y producto lácteo combinado-Denominaciones, especificaciones fisicoquímicas, información comercial y métodos de prueba*. <https://dof.gob.mx/normasOficiales/4693/seeco1/seeco1.htm>
- Diario Oficial de la Federación. (2014). NMX-C-164-ONNCCE-2014. *Industria de la construcción: Determinación de la densidad relativa y absorción de agua del agregado grueso*. <https://platiica.economia.gob.mx/normalizacion/nmx-c-164-onncce-2014/>
- Diario Oficial de la Federación. (2015). NOM-210-SSA1-2014. *Productos y servicios. Métodos de prueba microbiológicos. Determinación de microorganismos indicadores y patógenos*. <https://platiica.economia.gob.mx/normalizacion/nom-210-ssa1-2014/>
- Domínguez-López, A., Villanueva-Carvajal, A., Arriaga-Jordán, C. M., & Espinoza-Ortega, A. (2011). Alimentos artesanales y tradicionales: el queso Oaxaca como un caso de estudio del centro de México. *Estudios Sociales (Hermosillo, Son.)*, 19(38), 165–193.
- Escobar, L. F., Rojas, C. A., Giraldo, G. A., & Padilla-Sanabria, L. (2010). Evaluación del crecimiento de *Lactobacillus casei* y producción de ácido láctico usando como sustrato el suero de leche de vacuno. *Revista de Investigaciones Universidad Del Quindío*, 20(1), 42–49.
- Grass-Ramírez, J. F., & Cesín-Vargas, A. (2014). Situación actual y retrospectiva de los quesos genuinos de Chiautla de Tapia, México. *Agricultura, Sociedad y Desarrollo*, 11(2), 201–221.
- Guerra, Á. V. A., Castro, L. M. M., & Tovar, A. L. Q. (2013). Aprovechamiento del lactosuero como fuente de energía nutricional para minimizar el problema de contaminación ambiental. *RIAA*, 4(2), 55–65.
- Gurrola, 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.

- Hannibal, B., Santillán, A., Mercy, A., Ramos, E., Paola, V., & Rincon, A. (2015). Aprovechamiento del suero de leche como bebida energizante para minimizar el impacto ambiental. *European Scientific Journal*, 11(26), 1857-7881.
- INEGI. (2023a). *Censo Agropecuario 2022. Resultados definitivos*. https://www.inegi.org.mx/contenidos/programas/ca/2022/doc/ca2022_rdnal.pdf
- INEGI. (2023b). *Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENU)*. Instituto Nacional de Estadística y Geografía.
- Instituto de Información Estadística y Geográfica de Jalisco. (2024). COOTLÁN *DIAGNÓSTICO DEL MUNICIPIO*. <https://iieg.gob.mx/ns/wp-content/uploads/2024/08/Colotl%C3%A1n.pdf>
- Li, M., & Liu, F. (2019). Effect of whey protein supplementation during resistance training sessions on body mass and muscular strength: a meta-analysis. *Food & Function*, 10(5), 2766–2773.
- NORMEX – Sociedad Mexicana de Normalización y Certificación S.C. (2013). *Alimentos- Determinación de pH en alimentos y bebidas no alcohólicas – Método potenciométrico – método de prueba*. <https://platiica.economia.gob.mx/normalizacion/nmx-f-317-normex-2013/>
- Paredes-Montoya, P., Chávez-Martínez, A., Rodríguez-Figueroa, J. C., Aguilar-Palma, N., Rentería-Monterrubio, A. L., & Rodríguez-Hernández, G. (2014). Características fisicoquímicas y microbiológicas de suero de leche de queso Chihuahua. *Investigación y Ciencia*, 22(62), 11–16.
- Rendón-Rendón, M. C., & Brunett-Pérez, L. (2022). Características y preferencias del consumo de quesos en hogares del Valle de Toluca, Estado de México. *Estudios Sociales. Revista de Alimentación Contemporánea y Desarrollo Regional*, 32(59).
- Secretaría de Economía. (2011). *NMX-F-436-SCFI-2011. Industria azucarera y alcoholera - Determinación de grados Brix en jugos de especies vegetales productoras de azúcar y materiales azucarados - Método del refractómetro*. <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/114895/NMX-F-436-SCFI-2011.pdf>
- Velásquez, J. A., Giraldo, G., & Padilla, L. (2012). Viabilidad de *Lactobacillus casei* ssp. *casei* ATCC 393 cultivado en suero de leche clarificado en un proceso de fermentación discontinuo. *Vitae*, 19(1), S207–S209.

