



**DULCE DE LECHE DE CABRA CON PECTINAS NATURALES. ASPECTOS  
FISICOQUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS**

**Ignoto, Agustina**

Monografía para ser presentada como requisito parcial para optar al Título de

**LICENCIADO EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE MAR DEL PLATA**

Lugar de realización: Facultad de Ciencias Agrarias - Empresa Fares Taie

**Balcarce, Argentina**

**Abril de 2026**

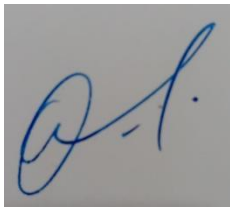
**DULCE DE LECHE DE CABRA CON PECTINAS NATURALES. ASPECTOS  
FISICOQUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS**

**Ignoto, Agustina**



.....

**Tutor/a:** Lic. Daniela M. Suárez



.....

**Asesor/a:** Dra. Lorena A. Mignino



.....

**Referente de la empresa:** Dra. Sandra Medici

**DULCE DE LECHE DE CABRA CON PECTINAS NATURALES. ASPECTOS  
FISICOQUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS**

**Ignoto, Agustina**

Aprobada por: .....

## DEDICATORIA

Esta Monografía está especialmente dedicada a mi **Familia**, por su amor incondicional, su apoyo constante y por acompañarme en cada paso del camino.  
**¡¡GRACIAS!!**

*Lo más importante en la vida es dejar de decir "Deseo" y comenzar a decir "Lo haré".  
No consideres nada imposible, luego trata las posibilidades como probabilidades.*

*Charles Dickens*

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco en primer lugar a mis padres, **Gabriela y Antonio**, por ser mi sostén incondicional en cada etapa de este camino; por impulsarme a estudiar lo que amo y por enseñarme que con perseverancia, esfuerzo y trabajo duro, las metas y los sueños se cumplen. Por cada abrazo, por cada palabra de aliento, por celebrar cada uno de mis logros... y creer en mí, incluso en los momentos en los que yo misma dudaba. Una parte de este título es gracias a ustedes. ¡¡Los AMO!!

A mi hermana **Camila**, mi mejor amiga, gracias por tu escucha, tus consejos y abrazos.

A mi abuela **Elba**, por su amor incondicional y su eterna fe en mí. Mi amor por vos es infinito.

A mi madrina **Laura**, por estar a mi lado en cada paso de este camino y por impulsarme siempre a seguir adelante. Te quiero.

A mis **amigas**, que han recorrido conmigo este largo camino. Gracias por los cafés, las risas y las pausas que hicieron posible seguir avanzando.

A mi directora **Daniela Suarez**, por su calidez, generosidad y predisposición a la hora de enseñar. Su confianza, soporte y compromiso fueron muy importantes e hicieron de esta práctica una experiencia enriquecedora.

A **Sandra Medici**, con quien tuve el privilegio de aprender mucho y formarme como persona y como profesional. Gracias por brindarme la posibilidad de realizar mis prácticas en el Laboratorio Fares Taie y hacer que mi paso por la empresa haya sido una experiencia enriquecedora.

A mi asesora **Lorena Mignino**, con quien compartí distintos momentos durante mi formación académica y me entusiasmó a sumarme a las investigaciones relacionadas con los productos lácteos. Agradezco su escucha, disposición y palabras de apoyo.

A **Cosme Paz**, por guiarme en el desarrollo de extracción de las pectinas y por su asesoramiento.

A todos y cada uno de ellos, **Muchas Gracias** por haber sido parte de esta etapa.

## ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	XI
INTRODUCCIÓN.....	1
OBJETIVO GENERAL .....	4
OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	4
REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA .....	5
1. Leche .....	5
1.1. Definición.....	5
1.2. 51.2.1. ....	61.2.
2. 71.2.2.1. ....	81.2.2.
2. 91.2.2.3. ....	
Lactosa .....	10
2. 1.2.2.4. ....	101.2.2.5.
11Dulce .....	de
.....	Leche
.....	12
3. 2.1. ....	132.2.
.....	132.3.
.....	14Almidón
.....	15
4. Pectinas .....	17
4.1. ....	184.
2. ....	184.
3. ....	194.
4.20MATERIALES .....	Y
MÉTODOS .....	22
1. Extracción de las pectinas .....	22
2. Elaboración del dulce de leche de cabra repostero .....	23
3. 2.1. 25Análisis de parámetros fisicoquímicos del DDLR.....	25
4. 3.1. 263.2. ....	263.3.
273.4. ....	283.5.
29Análisis microbiológico del dulce de leche repostero y de la pectina .....	29
5. 4.1. 304.2. ....	32Análisis
estadístico .....	35

RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	36
1. Análisis de parámetros fisicoquímicos del dulce de leche repostero de cabra....	36
2. 1.1. 361.2.	371.3.
371.4.	381.5.
38Análisis microbiológico del dulce de leche repostero	
.....	39
3. Análisis microbiológico de las pectinas .....	44
CONCLUSIONES .....	48
BIBLIOGRAFÍA.....	50

### ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama de flujo del proceso de extracción de pectinas.....	22
Figura 2. (a-j). Secuencia de etapas correspondientes al proceso de extracción de pectinas a partir de cáscaras de naranja seca.....	23
Figura 3. Diagrama de flujo del proceso de elaboración del DDLR.....	25
Fig. 4. Formulaciones de DDLR.....	25
Figura 5. Muestras de DDLR secadas en estufa a 100°C.....	26

Figura 6. Determinación de la acidez del DDLR.	32
Figura 7. Presecado de las muestras de DDLR en el baño de arena.	32
Figura 8. Muestras de ceniza.	32
Figura 9. Etapa de separación de fases (Método Rose Gottlieb).	32
Figura 10. Etapa de destilación (Método de Micro-Kjeldahl).	32
Figura 11. Preparación de medios de cultivo.	32
Figura 12. Muestras de DDL donde se realizó el análisis de <i>Salmonella</i> .	33
Figura 13. Equipo de MINI VIDAS.	33
Figura 14. Muestras de DDL donde se realizó el análisis de <i>Listeria</i> .	33
Figura 15. Strips de <i>Listeria</i> .	33
Figura 16. Análisis microbiológico del DDLR a T0 (48 horas de elaboración).	33
Figura 17. Análisis microbiológico del DDLR a T1 (7 días de elaboración).	33
Figura 18. Análisis microbiológico del DDLR a T2 (14 días de elaboración).	33
Figura 19. Análisis microbiológico de las pectinas en T0 (48 horas de almacenamiento).	33
Figura 20. Análisis microbiológico de las pectinas en T1 (7 días de almacenamiento).	33

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Parámetros fisicoquímicos establecidos para la leche de cabra según el CAA.	6
Tabla 2. Composición proximal promedio de la leche de cabra.	7
Tabla 3. Parámetros fisicoquímicos establecidos para el DDL según el CAA.	13
Tabla 4. Criterios microbiológicos para el DDLR según el Ministerio de Agroindustria, Subsecretaría de Alimentos y Bebidas.	14
Tabla 5. Criterios microbiológicos para el DDLR según Ramos Vera <i>et al.</i> (2025).	15
Tabla 6. Criterios microbiológicos para el agar y el alginato, según el CAA.	20

Tabla 7. Parámetros fisicoquímicos y composicionales de las diferentes formulaciones de DDLR de cabra. ....	36
Tabla 8. Resultados del análisis microbiológico del DDLR. ....	39
Tabla 9. Resultados del análisis microbiológico de las pectinas. ....	44
Tabla 10. Criterios microbiológicos para el agar y el alginato, según el CAA. ....	46

## RESUMEN

La empresa Itaupé S.A., cuya marca comercial es “Granja La Piedra”, situada en la ciudad de Batán, provincia de Buenos Aires, se dedica a la elaboración de productos lácteos caprinos bajo un sistema de producción agroecológica, que prioriza la calidad de la materia prima y el agregado de valor en origen. En este marco, la empresa articula con diversos proyectos del grupo de investigación de Innovación y Desarrollo de Alimentos Regionales (OCA 370/14), de la Facultad de Ciencias Agrarias (UNMDP), con el objetivo de impulsar la búsqueda y el desarrollo de nuevos productos. Como parte de esta estrategia de diversificación productiva, surge el interés en el desarrollo de un dulce de leche de cabra repostero con agregado de pectinas como agente de textura. En este contexto, se plantea la necesidad de no solo avanzar en el desarrollo del producto, sino

también en la evaluación de su calidad e inocuidad. Por lo tanto, el presente trabajo final de carrera tiene como objetivo evaluar los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del dulce de leche repostero de cabra con agregado de pectinas como aditivo, así como también analizar los aspectos microbiológicos de las pectinas utilizadas.

Con el fin de alcanzar los objetivos propuestos, se realizó la caracterización fisicoquímica del dulce de leche repostero (DDLRL) mediante la determinación del contenido de materia grasa, proteínas, cenizas, humedad y acidez. Por otra parte, se efectuó la evaluación microbiológica del producto final y de las pectinas empleadas en su formulación, considerando el recuento de bacterias aerobias mesófilas totales (BAMT), hongos y levaduras, *Listeria monocytogenes*, *Salmonella spp.*, *Staphylococcus aureus*, *E. coli* y coliformes totales. Se analizaron dos formulaciones, una muestra control (A) sin agregado de aditivos y una muestra (B) adicionada con pectina y almidón modificado. De acuerdo a los resultados hallados, los valores de composición (expresados en %) fueron materia grasa: 5,33 (A) y 4,10 (B); humedad: 15,21 (A) y 30,16 (B); cenizas: 1,53 (A) y 1,37 (B); proteína: 7,53 (A) y 7,88 (B); acidez: 0,20 (A) y 0,23 (B). Desde el punto de vista microbiológico se realizaron los recuentos de *Salmonella spp.*, *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus*, BAMT, hongos y levaduras, *E. coli* y coliformes totales, determinaciones establecidas por el Ministerio de Agroindustria, Subsecretaría de Alimentos y Bebidas. Los análisis se realizaron a las 48 horas de elaborado el DDLRL, a los 7 y 14 días. Los resultados obtenidos evidenciaron que el DDLRL cumplió con los criterios microbiológicos establecidos para su aptitud de consumo en los primeros períodos de almacenamiento analizados; sin embargo, su vida útil se vio limitada por el crecimiento de hongos y levaduras. Por otro lado, se analizó la calidad microbiológica de las pectinas; no obstante, el Código Alimentario Argentino (CAA) no establece especificaciones estrictas respecto de los límites permitidos.

En este contexto, los resultados obtenidos evidenciaron una adecuada calidad composicional del DDLRL elaborado. No obstante, la presencia de recuentos de hongos y levaduras por encima de los valores establecidos por el CAA pone de manifiesto la necesidad de optimizar las condiciones de almacenamiento y conservación del producto. Aun así, la presente práctica permitió obtener un producto con características regionales, perfil agroecológico y potencial innovador para el mercado local.

**Palabras clave:** agente texturizante, pectinas, dulce de leche repostero, cabra.

## INTRODUCCIÓN

A nivel mundial, la producción de leche proviene de las vacas (83%), búfalas (13%), cabras (1,3%), ovejas (0,8%), camellos (0,3%) y en mucha menor medida yaks, yeguas, burras, entre otras minoritarias (Martínez *et al.*, 2018). En Argentina, según el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca, durante el período 2016 - 2018, el 96% de la leche cruda producida es del ganado bovino y le siguen en orden de importancia el caprino (2,5%), el ovino (1%) y el bufalino (0,5%) (Acosta Antero, 2024).

El patrón de consumo alimentario a nivel global se ha modificado considerablemente en los últimos años, donde lo rural, el descarte de los productos típicos y la naturalidad con su respectivo proceso artesanal, conforman un nuevo imaginario relativo al consumo de los alimentos (Acosta Antero, 2024). El creciente interés en los mercados de leches no tradicionales, como una nueva opción en reemplazo de la leche de vaca, favoreció la producción e industrialización del correspondiente a cabra, proyectada como un nicho propicio para pequeños y medianos productores, que solo la utilizaban como un medio de subsistencia familiar (Miller *et al.*, 2019). Cabe resaltar que, a diferencia de la bovina, la industria láctea caprina es una actividad relativamente nueva en Argentina y con poco valor agregado (Frau *et al.*, 2023). En este marco, la provincia de Buenos Aires se incorporó a dicho proceso productivo sobre la base de su ubicación privilegiada, por su cercanía a los mercados más importantes (Paz, 2006).

Es ampliamente reconocido que la calidad de un alimento se considera, en la actualidad, dependiente, no sólo de su potencial para satisfacer las necesidades nutritivas del consumidor, sino también, de su posible contribución en el mantenimiento de un estado de buena salud. En este sentido, la leche de cabra, así como los productos derivados han sido considerados en los últimos años, de acuerdo con su composición específica, de gran interés en el marco de la creciente tendencia por consumir alimentos de una alta calidad, tanto desde el punto de vista nutritivo como saludable (Saenz Ceballos, 2007). Es por esta razón que, en los últimos 20 años, la industria láctea caprina ha evolucionado hacia la búsqueda de valor agregado, diversificando su oferta, ofreciendo yogur, distintos tipos de quesos y dulce de leche (Tziboula, 2010). En este contexto, la producción de dulce de leche (DDL) de cabra, ya sea tradicional o repostero, favorece la diversificación de los productos caprinos y permite cierta constancia en el flujo de capital para el productor lechero. Asimismo, permite el agregado de valor a un producto primario (Mora Valverde, 2012).

El Dulce de Leche (DDL) es considerado un patrimonio cultural, alimentario y gastronómico de identidad argentina (IMPULSO, 2022). Se trata de un producto

obtenido por concentración y acción del calor, a presión normal o reducida de la leche, con adición de algunas sustancias como saborizantes y mejoradores del brillo, como lo es la glucosa. Asimismo, admite la incorporación de aditivos como espesantes y/o estabilizantes y/o humectantes autorizados, denominándose entonces "Dulce de Leche para Pastelería" o "Dulce de Leche Pastelero" o "Dulce de Leche para Repostería" o "Dulce de Leche Repostero" (Código Alimentario Argentino (CAA), 2025). En particular, el DDL repostero (DDL<sub>R</sub>), a diferencia de su versión tradicional, requiere una mayor consistencia, necesaria para su uso en pastelería. Dicha propiedad se logra mediante la incorporación de los aditivos mencionados, lo que modifica sus propiedades reológicas y/o viscosidad aparente (Vélez- Ruiz, 2018). Entre los aditivos permitidos por el CAA se encuentra la pectina (INS 440), una fibra estructural presente en la pared celular primaria y en la capa intracelular de las células vegetales, especialmente en frutas como manzanas, naranjas y limones (Roman-Benn, 2023). Se trata de un polisacárido complejo rico en cadenas de ácido galacturónico que comprende homogalacturonano (HG), ramnogalacturonano I (RG I), ramnogalacturonano II (RG II) y xilogalacturonano (XGA) (Jimenez Maldonado, 2016). Se caracteriza por ser ampliamente utilizado por la industria de alimentos por su capacidad de ligar agua, como agente gelificante, espesante y estabilizante en ciertas suspensiones (Torres Ortiz, 2017).

Desde el punto de vista microbiológico, el DDL es estable a temperatura ambiente y esto se debe a la acción conjunta de diversos factores de prevención, entre los que se destacan: la reducción de la actividad de agua ( $a_w$ ), la presencia de conservantes químicos como el sorbato de potasio, la reducción del pH, el tratamiento térmico, entre otros (Char, 2003). Si bien la estabilidad del producto frente a alteraciones microbianas es ampliamente conocida, ciertos hongos y levaduras pueden desarrollarse cuando se lo mantiene sin refrigeración durante prolongados períodos de tiempo (Simión Siu, 2003). Los hongos más diseminados y probablemente los más importantes en el biodeterioro de este tipo de producto, son las especies de *Eurotium*, *Aspergillus* y *Penicillium* (Char, 2003). Para asegurar, la inocuidad del producto es requerido el conteo de los mismos, pero fundamentalmente garantizar las condiciones de almacenamiento para evitar su desarrollo.

La empresa Itaupé S.A., cuya marca comercial es "Granja La Piedra", situada en la ciudad de Batán, provincia de Buenos Aires, se dedica a la elaboración de productos lácteos caprinos bajo un sistema de producción agroecológica, que prioriza la calidad de la materia prima y el agregado de valor en origen. Asimismo, articula con diversos

proyectos del grupo de investigación de Innovación y Desarrollo de Alimentos Regionales (OCA 370/14), de la Facultad de Ciencias Agrarias (UNMDP) para la búsqueda y desarrollo de nuevos productos. En este marco, y con el objetivo de diversificar su oferta productiva surge el interés en el desarrollo de un dulce de leche de cabra repostero con agregado de pectinas como agente de textura (Marascio, 2025).

En este contexto, como continuidad del trabajo de tesis mencionado, y apuntando a cubrir aspectos complementarios, resulta necesario no solo desarrollar el producto, sino también evaluar su calidad e inocuidad. Es por ello, que el presente trabajo final de carrera tiene como objetivo evaluar los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del DDLR de cabra, con agregado de pectinas como aditivo, así como los aspectos microbiológicos de las pectinas utilizadas.

## **OBJETIVO GENERAL**

Obtener un Dulce de leche de cabra que cumpla con los aspectos fisicoquímicos y microbiológicos de la normativa vigente para obtener un producto inocuo y con valor agregado.

## **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

1. Extraer pectinas de cáscaras de naranjas provenientes de descartes de la industria frutihortícola.
2. Evaluar aspectos microbiológicos de las pectinas obtenidas.
3. Obtener un dulce de leche repostero utilizando pectinas extraídas de cáscaras de naranjas de descartes de la industria frutihortícola como agente texturizante.
4. Caracterizar los aspectos fisicoquímicos y microbiológicos del dulce de leche de cabra repostero.

## REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 1. Leche

#### 1.1 Definición

La leche es un líquido secretado por las glándulas mamarias de las hembras de los mamíferos, tras el nacimiento de la cría. Se trata de un líquido de composición compleja, blanco y opaco, de sabor dulce y pH aproximadamente neutro (Ocampo *et al.*, 2016). Según el CAA (2025), en su capítulo VIII, “la leche es el producto obtenido por el ordeño total e ininterrumpido, en condiciones de higiene, de la vaca lechera en buen estado de salud y alimentación, proveniente de tambos inscriptos y habilitados por la Autoridad Sanitaria Bromatológica Jurisdiccional y sin aditivos de ninguna especie. La leche proveniente de otros animales, deberá denominarse con el nombre de la especie productora”.

#### 1.2. Leche de cabra

La leche de cabra posee características altamente beneficiosas que le confieren un alto interés como alimento y objeto de investigación. Numerosos estudios han demostrado la condición de alimento funcional de esta leche; más allá de su valor nutritivo básico, por presentar en su composición compuestos biológicamente-activos en su forma natural que son beneficiosos para la salud (Nuñez de González, 2018).

La leche de cabra es, al igual que la leche de otros mamíferos, una matriz de características fisicoquímicas muy diversas (Chacón Villalobos, 2005). Se caracteriza por ser rica en nutrientes y muy fácil de contaminarse si no se obtiene de manera adecuada (Bidot Fernández, 2017). La calidad de la leche debe evaluarse de forma permanente, ya que reviste gran importancia, dado que define tanto la aptitud como el rendimiento durante su procesamiento (Ramati, 2020). Se considera leche de calidad aquella que presenta una composición adecuada y equilibrada en términos de grasa, proteínas, lactosa, vitaminas y minerales, acompañada de bajos recuentos microbianos y ausencia de microorganismos patógenos, lo que garantiza su calidad sanitaria (Diosma *et al.*, 2025). Asimismo, debe encontrarse libre de contaminantes fisicoquímicos, condición que asegura su calidad

higiénica, y poseer características tecnológicas apropiadas que permitan su correcto procesamiento industrial (Rodríguez *et al.*, 2022).

Según estadísticas mundiales de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), esta leche representa un tres por ciento de todas las leches que se consumen en el mundo y de ella se derivan otros productos como queso, yogurt, dulce de leche, leche en polvo, entre otros (Vilca Fernandez, 2022).

### 1.2.1. Características fisicoquímicas de la leche de cabra

Las características fisicoquímicas de la leche están determinadas por su composición en macro y micronutrientes (Opiyo *et al.*, 2024). En este contexto, la leche de cabra ha adquirido un creciente interés en los últimos años, impulsado tanto por el aumento de la demanda alimentaria asociado al crecimiento poblacional como por su potencial como alternativa para individuos con intolerancia a los lácteos de origen bovino. Asimismo, su composición particular se asocia con diversos beneficios nutricionales, especialmente en la población infantil, y favorece su utilización en el desarrollo de alimentos funcionales y productos derivados con propiedades sensoriales valoradas por los consumidores (Fernández, 2017).

El Artículo 555 del CAA (2025) especifica que la leche de cabra destinada a ser consumida como tal o la destinada a la elaboración de leches y productos lácteos, deberá presentar las siguientes características físicas y químicas (Tabla 1):

**Tabla 1.** Parámetros fisicoquímicos establecidos para la leche de cabra según el CAA.

Requisito	Valores aceptados	Método de análisis
Densidad (g/cm <sup>3</sup> ) a 15°C	1,014 a 1,022	AOAC 18th Ed. 925.22
Materia Grasa (g/100cm <sup>3</sup> )	Mín. 3,0	ISO 1211/IDF 001:2010
Extracto Seco no Graso	Mín. 9	ISO 6731/IDF

		021:2010
Acidez (g. Ácido láctico/100cm <sup>3</sup> )	0,14 a 0,22	AOAC 18th Ed. 947.05
Descenso crioscópico	Máx. -0,540°C (equivalente a - 0,559°H)	ISO 5764 - IDF 108:2009
Proteínas totales (N x 6,38) (g/100g)	Mín. 2,8	ISO 8968 - 2 - IDF 020 - 2:2001

**Fuente:** C.A.A., 2025.

### 1.2.2. Composición de la leche de cabra

La leche de cabra es una mezcla en equilibrio de proteínas, grasas, carbohidratos, sales y otros componentes (Bidot Fernández, 2017). El conocimiento de su composición resulta fundamental para el desarrollo de la industria caprina, ya que la calidad nutricional del producto influye en gran medida en el rendimiento, la productividad y la aceptación por parte del consumidor (Palma Parodi, 2015).

La producción cuantitativa y cualitativa de la leche de cabra está bajo la influencia de diversos factores, agrupados en intrínsecos y extrínsecos. Entre los factores intrínsecos se incluyen los genéticos, el nivel de producción, el estado de lactancia y el estado fisiológico, entre otros; mientras que los extrínsecos comprenden la estación del año, la temperatura, las prácticas de manejo, sistema de ordeño, alimentación, estado de salud, duración del periodo seco, entre otros (Salvador *et al.* 2016). En la Tabla 2 se muestra la composición promedio de la leche de cabra.

**Tabla 2.** Composición proximal promedio de la leche de cabra.

Componente	Cabra
Agua (%)	87,0
Carbohidratos (%)	4,45
Lípidos Totales (%)	4,14

Proteínas Totales (%)	3,56
Ceniza (%)	0,82

**Fuente:** Chacón Villalobos, 2005.

#### **1.2.2.1. Materia Grasa**

La composición lipídica es uno de los componentes más importantes de la calidad tecnológica, nutricional y sensorial de la leche de cabra (Quintana López, 2011). Asimismo, el contenido graso es el componente de mayor variabilidad, tanto cualitativa como cuantitativamente, ya que se ve influenciado por diversos factores como el período de lactancia, la raza, la estación del año, la genética y la alimentación (Quintana López, 2011).

En cuanto a su composición, los triglicéridos representan aproximadamente el 95% de la fracción lipídica. No obstante, también se encuentran presentes algunos lípidos simples como los diacilglicéridos y los ésteres de colesterol, así como fosfolípidos y compuestos liposolubles como los esteroides y el colesterol (Bustamante, 2020).

En relación a su perfil lipídico, el contenido de ácidos grasos esenciales y de cadena corta hacen de la leche de cabra un alimento saludable desde el punto de vista cardiovascular. Los ácidos grasos de cadena mediana, especialmente los ácidos caprílico y cáprico, tienden a proporcionar energía sin contribuir a la formación de tejido adiposo y poseen la habilidad de disolver depósitos de colesterol sérico, lo que se asocia con una disminución del riesgo de enfermedades coronarias, la fibrosis quística y los cálculos biliares (Possemato, 2019).

Una característica distintiva de la leche de cabra es el menor tamaño de los glóbulos grasos (GG) comparados con los de la leche de vaca (2  $\mu\text{m}$  en la leche de cabra frente a un promedio de 3-5  $\mu\text{m}$  en la de vaca), lo cual se ha asociado con una mayor digestibilidad (Palma Parodi, 2015).

Otra particularidad de la grasa de la leche caprina es la ausencia de aglutininas, proteínas cuya función es agrupar los GG para formar estructuras de mayor tamaño. Esta es la razón por la que sus glóbulos, al estar dispersos, son atacados más fácilmente por las enzimas digestivas, incrementando la velocidad de digestión (Acosta Antero, 2024).

#### **1.2.2.2. Proteínas**

La leche contiene cientos de tipos de proteínas, la mayoría de ellas en muy pequeñas cantidades. Estas pueden ser clasificadas de varias formas, de acuerdo con sus propiedades físicas o químicas, así como también con sus funciones biológicas (Bedoya Mejía *et al.*, 2012).

En la leche de cabra, las proteínas se encuentran organizadas en 3 grupos: las caseínas (CN), las proteínas del lactosuero (LS) y otras proteínas menores (Bustamante, 2020).

Las proteínas del LS, también denominadas proteínas solubles, se encuentran presentes en forma molecular o formando agregados de pequeño tamaño (Acosta Antero, 2024). Las principales proteínas que componen las LS de la leche caprina son  $\alpha$ -lactoalbúmina y  $\beta$ -lactoglobulina. Por otro lado, la fracción minoritaria está constituida por seroalbúmina, proteasas, peptonas e inmunoglobulinas (Bustamante, 2020).

Las CN representan la fracción proteica mayoritaria de la leche de cabra y se definen como un grupo heterogéneo de fosfoproteínas (Ramos Morales, 2006). En la leche, las caseínas se organizan en forma de micelas, asociadas a un complejo mineral compuesto por fosfato cálcico. Las micelas de caseína caprina presentan un grado de dispersión y un diámetro medio superior, una mineralización más elevada, un nivel de hidratación inferior y una menor estabilidad a los tratamientos térmicos respecto a las micelas de la leche de vaca (Ramos Morales, 2006). Estas micelas le confieren a la

leche una serie de propiedades tecnológicas muy importantes, tales como su color, estabilidad al calor y al etanol, aptitud a la coagulación y acidificación (Bustamante, 2020).

El tamaño de las micelas es menor en la leche de cabra (50 nm) en comparación con la leche de vaca (75 nm) (Acosta Antero, 2024). Estas caseínas se caracterizan por presentar un mayor contenido de glicina, y menor de arginina y aminoácidos sulfurados, especialmente la metionina (Chacón Villalobos, 2005).

El complejo caseínico tiene cuatro componentes principales, que son cadenas polipeptídicas, denominadas  $\alpha_{s1}$ ,  $\alpha_{s2}$ ,  $\beta$ - y  $\kappa$ -caseínas (Ramos Morales, 2006). En la leche de vaca la  $\alpha_{s1}$ -caseína es la fracción más abundante, mientras que en la leche de cabra predomina la  $\alpha_{s2}$  y  $\beta$ -caseína (Muñoz Salinas, 2016). Esta característica tiene especial importancia, ya que las caseínas del tipo  $\alpha_{s1}$  son las responsables de la mayoría de las alergias asociadas a la leche. Este aspecto posiciona a la leche de cabra con ventajas nutricionales frente a la leche de vaca (Acosta Antero, 2024).

### **1.2.2.3. Lactosa**

La lactosa es el principal carbohidrato de la leche y su concentración puede variar de 0 a 10% p/p. Este azúcar es un disacárido formado por una molécula de D-glucosa y una de D-galactosa, unidas mediante un enlace glicosídico  $\beta$ -1,4 en el grupo aldehído de la galactosa (Valenzuela, 2020).

El contenido de lactosa es menor en la leche de cabra en comparación con la leche de otras especies animales (aproximadamente de 1% a 13% menos que la de vaca y hasta 41% menos que la humana). Esta característica ha sido asociada a una menor incidencia de problemas relacionados con la intolerancia a la lactosa (Chacón Villalobos, 2005).

### **1.2.2.4. Vitaminas**

Las vitaminas constituyen compuestos bioactivos esenciales que participan en múltiples procesos fisiológicos, bioquímicos y metabólicos del organismo, y se encuentran naturalmente presentes en la leche (Park, 2009).

La leche de cabra provee aproximadamente el doble de vitamina A que la leche de vaca. Este elevado contenido explica la ausencia de carotenoides, ya que estos se encuentran convertidos en vitamina A. Además, la leche de cabra es muy rica en riboflavina, importante como factor de crecimiento, y de niacina, que alcanza hasta un 350% más que la presente en la leche de vaca (Bedoya, 2012; citado en Parodi, 2015). Por otro lado, autores como Chacón Villalobos (2005) y Possemato (2019) señalan que la leche de cabra aporta un 25% de vitamina B6 y se caracteriza por ser pobre en vitamina B12 y ácido fólico.

#### **1.2.2.5. Cenizas**

Los minerales forman parte de los componentes de la leche de cabra en una proporción muy pequeña, pero significativa (Acosta Antero, 2024). Según Fernández Fernández *et al.* (2015), alrededor del 1% de los componentes de la leche son minerales, presentes en forma de sales orgánicas e inorgánicas. La leche de cabra es, por tanto, una importante fuente de estos elementos para suplir las necesidades de crecimiento y desarrollo (valor nutricional), así como para mantener un adecuado equilibrio iónico del medio interno (homeostasis).

Los minerales en la leche se presentan en dos estados: disolución y coloidal. En el estado de disolución se encuentran los cloruros, fosfatos solubles y trazas de sulfatos, yoduros, fluoruros y bromuros, así como sodio, potasio y parte del calcio. Por otra parte, en la fase coloidal predominan el calcio y el fósforo, acompañados por pequeñas cantidades de magnesio y ácido cítrico (Rodríguez Tavera, 2012).

En cuanto a la composición mineral de la leche caprina, diversos estudios han reportado diferencias respecto de la leche bovina, destacándose un mayor contenido de calcio. En este sentido, la leche de cabra aporta aproximadamente un 13 % más calcio que la leche de vaca (Chacón Villalobos, 2005). Sin embargo, presenta menores aportes de otros minerales, tales como hierro, cobre, cobalto y magnesio (Chacón Villalobos, 2005).

Cabe destacar que la cantidad de fósforo presente en la leche de cabra, en forma de fosfato, contribuye junto con las proteínas a su elevada capacidad buffer, la cual es superior a la de la leche de vaca (Possemato, 2019). Todo lo anterior convierte a este fluido en un alimento de interés para considerar en el tratamiento de úlceras gástricas, en especial cuando la irritación constante causada por la acción de los jugos gástricos resulta dañina para el revestimiento del tracto digestivo (Possemato, 2019).

## **2. Dulce de Leche**

El dulce de leche (DDL) es un derivado lácteo que se consume tradicionalmente en América del Sur y parte de América Central y México (Maldonado Bonifaz, 2019). Es considerado como un patrimonio cultural, alimentario y gastronómico de identidad argentina (IMPULSO, 2025).

Según el C.A.A. (2025), el DDL es un producto obtenido por concentración y acción del calor, a presión normal o reducida, de la leche, con adición de determinadas sustancias como saborizantes y mejoradores del brillo, como la glucosa. También admite la incorporación de aditivos autorizados, como espesantes y/o estabilizantes y/o humectantes.

Dependiendo de las características de la materia prima, ciertas variables en el proceso de elaboración y la naturaleza de los aditivos, podemos clasificar a este producto como:

- Dulce de Leche (se lo conoce como “familiar” o “tradicional”).
- Dulce de Leche para repostería o repostero.
- Dulce de Leche para heladería o heladero.
- Dulce de Leche con crema.

- Dulce de Leche mixto.

En el dulce de leche para repostería o heladería se permite el agregado de hasta el 2% de espesantes y estabilizantes autorizados (RESOLUCIÓN GMC N° 137/96, CAA, 2015), a fin de lograr un producto consistente, más oscuro que el tradicional y con características de “corte” (Ranalli, 2015). Algunos de ellos son el almidón modificado y la pectina (INS 440) (Marascio, 2025).

La producción de DDL de cabra, tanto tradicional como repostero, favorece a la diversificación en la industrialización de los productos caprinos y permite cierta constancia en el flujo de capital para el productor lechero (Marascio, 2025).

### 2.1. Elaboración

El DDL se prepara calentando la leche con adición de sacarosa hasta alcanzar el 70% (p/p) de sólidos totales. Durante la evaporación, se produce un pardeamiento no enzimático, que conduce a un producto de color marrón que tiene un sabor característico y agradable. El tipo de azúcar y la etapa en la que se agrega pueden afectar fuertemente las características del producto final (Corradini y Peleg, 2000). El proceso finaliza cuando el contenido de sólidos totales alcanza los 65 - 70 °Brix (Ranalli, 2015).

### 2.2. Características fisicoquímicas del DDL

En lo que respecta a sus características fisicoquímicas, debe cumplir con los parámetros establecidos por el CAA, en su artículo 592 (2025a) (Tabla 3).

**Tabla 3.** Parámetros fisicoquímicos establecidos para el DDL según el CAA.

Requisito	Dulce de Leche	Método de análisis
Humedad (g/100g)	Máx. 30,0	FIL 15B: 1988
Materia grasa (g/100g)	6,0 a 9,0	FIL 13C: 1987
Cenizas (g/100g)	Máx. 2,0	AOAC 15° Ed. 1990.930.30
Proteínas (g/100g)	Mín. 5,0	FIL 20B: 1993

**Fuente:** C.A.A., 2025

### 2.3. Requerimientos microbiológicos del DDLR

Según el Ministerio de Agroindustria, Subsecretaría de Alimentos y Bebidas (2017), el Dulce de Leche Repostero (DDLR) debe cumplir con los siguientes requisitos microbiológicos para ser apto para consumo (Tabla 4).

**Tabla 4.** Criterios microbiológicos para el DDL según el Ministerio de Agroindustria, Subsecretaría de Alimentos y Bebidas

Microorganismo	Criterio de Aceptación	Categoría ICMSF	Método de Ensayo
Hongos y Levaduras	n=5 c=1 m=10 M=50	3	NORMA ISO 6611 - IDF 94:2004
<i>Staphylococcus aureus</i> coagulasa positivo/g	n=5 c=1 m=10 M=50	4	NORMA ISO 6888-1:1999 (ufc/g) NORMA ISO 6888-3:2003 (NMP/g)
<i>Salmonella spp</i> (en 25 g)	n=5 c=0 m=0	10	NORMA ISO 6579:2017
<i>Listeria monocytogenes</i> (en 25 g)	n=5 c=0 m=0	10	NORMA ISO 11290-1:2004

*Nota:* n: número de unidades de muestra analizada. c: número máximo de unidades de muestra cuyos resultados pueden estar comprendidos entre m (calidad aceptable) y M (calidad aceptable provisionalmente). m: nivel máximo del microorganismo en el alimento, para una calidad aceptable. M: nivel máximo del microorganismo en el alimento, para una calidad aceptable provisionalmente. Fuente: ICMSF - Métodos de muestreo para análisis microbiológicos. Métodos de toma de muestra: FIL 50 C: 1995.

**Fuente:** Ministerio de Agroindustria, Subsecretaría de Alimentos y Bebidas, 2017.

Por lo tanto, complementando el marco normativo oficial, Ramos Vera et al. (2025) sugieren que para garantizar de manera integral la aptitud

para el consumo humano y evaluar la higiene post-proceso, el DDL debería satisfacer además el criterio indicado en la siguiente tabla (Tabla 5):

**Tabla 5.** Criterios microbiológicos para el DDL según Ramos Vera *et al.* (2025)

Microorganismo	Criterio de Aceptación	Categoría ICMSF
Coliformes	n=5 c=2 m=10 M=100	5

**Fuente:** Ramos Vera *et al.*, 2025.

### 3. Almidón

El polisacárido más utilizado en la industria alimentaria como ingrediente esencial, por su gran versatilidad y su costo relativamente bajo, es el almidón. Debido a sus propiedades fisicoquímicas y funcionales, los almidones se emplean como agentes espesantes para incrementar la viscosidad de salsas y potajes, como agentes estabilizantes de geles o emulsificantes, como elementos ligantes y agentes de relleno (Arzapalo Quinto *et al.*, 2015).

El almidón constituye el principal polisacárido de reserva de las plantas y es sintetizado como mecanismo de almacenamiento energético a largo plazo, debido a su insolubilidad en agua y a su disposición en estructuras densamente empaquetadas (González, 2020). Se encuentra en las semillas de cereales (maíz, trigo, arroz, sorgo), en tubérculos (papa), en raíces (mandioca, batata, arrurruz), en semillas de leguminosas (frijoles, lentejas, guisantes), frutas (bananas, manzanas y tomates verdes), troncos (palma sago) y hojas (tabaco) (Bodega, 2017). Asimismo, representa la principal fuente de hidratos de carbono en la alimentación humana (Villarreal *et al.*, 2018). Todos los almidones están constituidos por  $\alpha$ -D-glucopiranososa en cadenas lineales con enlaces  $\alpha$  (1-4) en la amilosa, o en cadenas ramificadas por el enlace  $\alpha$  (1-6) sobre cadenas  $\alpha$  (1-4) en la amilopectina (Delgado Rimas, 2018). Tanto la amilosa como la amilopectina influyen de manera determinante en las propiedades

sensoriales y reológicas de los alimentos, principalmente mediante su capacidad de hidratación y gelatinización (Marascio, 2025).

Las propiedades funcionales del almidón varían en función de la cantidad y conformación de las moléculas de amilosa y amilopectina, la estructura granular, así como otros constituyentes menores. Sin embargo, las películas elaboradas de almidón nativo, tienen limitaciones en su uso debido a sus bajas propiedades mecánicas, por lo que la industria de la modificación del almidón está en constante evolución con numerosas posibilidades para mejorar los atributos positivos y eliminar las deficiencias de los nativos (Ramos García *et al.*, 2018).

La utilización de almidón con alto contenido en amilosa proporciona mejores propiedades mecánicas, ya que esta fracción favorece la formación de la red tridimensional responsable de la estructura de la película. Además, presenta menor retrogradación por lo que sus propiedades serán más estables en el tiempo (Ramos García *et al.*, 2018).

El almidón modificado comercial es aquel cuya estructura ha sido alterada mediante métodos físicos, químicos o enzimáticos con el propósito de mejorar sus propiedades funcionales. Tales modificaciones pueden incluir cambios en su viscosidad, gelatinización, estabilidad y digestibilidad (Estrada-Jasso *et al.*, 2025).

En cuanto a la digestibilidad del almidón, este puede dividirse en tres fracciones según su tiempo de digestión: almidón de digestión rápida (RDS), digerido en 20 min, almidón de digestión lenta (SDS), digerido entre 20 y 120 min, y almidón resistente (RS), correspondiente a la fracción que no puede digerirse en 120 min. Los alimentos con mayor proporción de RDS liberan glucosa más rápidamente en sangre y pueden causar una glucemia posprandial alta in vivo, lo que a largo plazo puede aumentar el riesgo de obesidad y enfermedades crónicas como la diabetes tipo 2 y las enfermedades cardiovasculares. En cambio, en los alimentos con mayor contenido de SDS y RS, la glucosa se libera de forma más estable y fluida en la sangre, y los ácidos grasos de cadena corta generados durante la fermentación de RS por la flora intestinal podrían mejorar aún más la salud humana. Es por esto que se comenzaron a probar los efectos de distintos aditivos sobre la digestibilidad del almidón, entre ellos, el uso de la pectina.

Se encontró que la adición de pectina comercial aumentó la fracción de SDS y RS en el almidón, disminuyendo su digestión (Marascio, 2025).

#### 4. Pectinas

La pectina es un heteropolisacárido complejo, soluble en agua, indigerible y de alto peso molecular, ampliamente utilizado por la industria alimentaria como aditivo debido a sus propiedades funcionales. Se caracteriza por ser una molécula aniónica, biocompatible, no tóxica y biodegradable (Peralta, 2025). Este polisacárido se encuentra de forma natural en la pared celular primaria y en la lámina media de las células vegetales, especialmente en frutas como manzanas, naranjas y limones (Roman-Benn et al., 2023). Debido a su elevada capacidad de retención de agua, actúa como agente gelificante, espesante y estabilizante, contribuyendo al mantenimiento de determinadas suspensiones y a la mejora de las propiedades fisicoquímicas de diversos alimentos (Torres Ortiz, 2017). Este aditivo puede incorporarse al DDLR con el propósito de modificar la textura del producto, al aumentar su viscosidad y mejorar su consistencia y estabilidad. Esto se debe a que interactúan con las proteínas lácteas formando un complejo a través de interacciones electrostáticas entre las cargas de las macromoléculas. La concentración máxima de pectinas en el producto final está regulada por el CAA, siendo de 5.000 mg por kilogramo de DDLR (Marascio, 2025).

Como se mencionó previamente, las pectinas son polisacáridos complejos ricos en ácido galacturónico (AGal). Contienen homogalacturonanos (HGs), ramnogalacturonanos I (RGs I), ramnogalacturonanos II (RGs II) y xilogalacturonanos (XGAs) (Mohnen, 2008; Burton *et al.*, 2010; citado en Jimenez Maldonado, 2016). El constituyente mayoritario de la pectina es HG (65%), el cual está formado por residuos de ácido galacturónico, unidos mediante enlaces  $\alpha(1-4)$  y cuyos grupos carboxilo están parcialmente metilesterificados. La complejidad de la pectina se incrementa, ya que su estructura puede cambiar durante el almacenamiento de la planta, así como durante la obtención y el procesamiento de este heteropolisacárido, modificando su funcionalidad y dificultando su elucidación estructural (Muñoz Almagro, 2015).

Los residuos de cítricos, especialmente de naranjas y limones, constituyen una fuente potencial de pectina. La valorización de estos subproductos frutícolas representa un desafío económico y medioambiental, y al mismo tiempo una oportunidad para la obtención de compuestos bioactivos de interés industrial, como la pectina (Peralta, 2025).

#### **4.1. Propiedades tecnológicas**

Como en otros biopolímeros, las propiedades funcionales de las pectinas dependen en gran medida de factores intrínsecos de la molécula como su masa molecular (Mw) y grado de esterificación (DE), que a su vez dependen de la materia prima, del estado de madurez del fruto y de las condiciones de extracción y de almacenamiento, entre otros (Muñoz Labrador, 2016).

Las pectinas se pueden clasificar según su DE en pectinas de alto metoxilo (HMP) (más del 50% de grupos carboxilo están esterificados) y pectinas de bajo metoxilo (LMP) (< 50%) (Seshadri *et al.*, 2003; Galant *et al.*, 2014; citado en Muñoz Labrador, 2016). El número y distribución de los grupos metílicos a lo largo de la molécula juegan un papel muy importante en la solubilidad, capacidad espesante y capacidad de gelificación de las pectinas, características que determinan las propiedades del gel formado (Muñoz Labrador, 2016).

Las HMP son capaces de formar geles en condiciones de pH entre 2,8 y 3,5 y un contenido de sólidos solubles entre 60 y 70 °Brix. La adición de azúcar ejerce un efecto deshidratante sobre los polímeros, lo que ocasiona que se favorezcan las interacciones polisacárido-polisacárido de manera hidrófoba y se forme una estructura tridimensional que rodea las moléculas de sacarosa altamente hidratadas (Muñoz, 2011).

En el caso de las LMP, el mecanismo es totalmente distinto puesto que se requiere la presencia de cationes divalentes, generalmente calcio o magnesio. Los residuos carboxilos no esterificados se encuentran negativamente cargados y puede interactuar con  $\text{Ca}^{2+}$  o  $\text{Mg}^{2+}$  formando así un gel estable con otras moléculas pécticas (Muñoz, 2011).

#### **4.2. Funcionalidad nutricional**

Desde el punto de vista nutricional y de salud, la pectina se considera una fibra dietética soluble que actúa como prebiótico y estimula el crecimiento de bacterias beneficiosas, generando efectos favorables a nivel gastrointestinal y fisiológico. Entre estos efectos se incluyen el retraso del vaciamiento gastrointestinal, la reducción de la absorción de glucosa y un aumento de la masa fecal. Asimismo, la fermentación intestinal de la pectina y otros tipos de fibra dietética producen como resultado acetato, propionato y butirato, desempeñando un papel vital en la prevención y el tratamiento del síndrome metabólico, los trastornos intestinales (como la colitis ulcerosa), varios tipos de cáncer, la enfermedad de Crohn, la hipertensión, la diarrea y la obesidad (Marascio, 2025).

#### **4.3. Método de extracción de pectinas**

La industria de procesamiento de cítricos busca recuperar los sólidos solubles residuales que permanecen después de extraer el jugo. Si bien la pectina constituye sólo una fracción de estos sólidos solubles, resulta de especial interés para su aprovechamiento comercial. Por ello, es necesario desarrollar un método que permita extraer exclusivamente la pectina en menos tiempo y con una mejor calidad (Peralta, 2025).

Existen diversas formas de extracción de pectinas, como la extracción ácida asistida por microondas, alcalina, enzimática, por agua subcrítica, asistida por ultrasonido (Diez Carrión, 2021). El método convencional de extracción implica el uso de ácidos y/o quelantes.

La extracción asistida por microondas (MAE) consiste en calentar la materia prima en un medio acuoso acidificado con agitación que facilita la hidrólisis de la protopectina a pectina y su posterior solubilización en el medio. En particular, la pectina extraída de cáscaras de naranja presenta alrededor de un 70% de esterificación, por lo que se clasifica como pectina de alto metoxilo (Marascio, 2025). Este método se caracteriza por ser un proceso eco-sustentable, con solventes seguros, mínima cantidad de subproductos y extractos libres de contaminantes. Es necesario tener en cuenta los parámetros óptimos de potencia del microondas, tiempo de calentamiento y la dilución de la pulpa, para obtener un mayor rendimiento de extracción (Velarde, 2019).

La MAE puede acortar significativamente el período de extracción a una escala de un minuto. El microondas calienta la muestra y el solvente a través de la conducción iónica y la rotación dipolar (Llompарт *et al.*, 2019). El calor inducido por el microondas, en los materiales, en un corto período de tiempo, provoca una alteración de los tejidos de la planta y facilita la disolución de la pectina en el solvente circundante. El microondas también puede desnaturalizar rápidamente las pectinasas que causan la degradación de la pectina (Román-Benn *et al.*, 2023).

#### 4.4. Requerimientos microbiológicos

Tal como se mencionó previamente, la pectina es un hidrocoloide empleado como aditivo alimentario debido a sus propiedades gelificantes, espesantes y estabilizantes. Sin embargo, el CAA no establece criterios microbiológicos específicos para este aditivo.

Por este motivo, para el análisis e interpretación de su calidad microbiológica resulta apropiado utilizar como referencia otros hidrocoloides de uso tecnológico similar, tales como el agar y el alginato, para los cuales sí se establecen parámetros microbiológicos en la normativa (Liao *et al.*, 2021; Parreidt *et al.*, 2018; Pak *et al.*, 2023).

Estos ingredientes presentan características comparables, ya que corresponden a aditivos alimentarios de naturaleza polisacárida, se comercializan en forma de polvos deshidratados de baja actividad de agua y se emplean en concentraciones relativamente bajas en la formulación de alimentos (Saha *et al.*, 2010; Parreidt *et al.*, 2018; Liao *et al.*, 2021).

En este contexto, la comparación con dichos hidrocoloides permite establecer criterios orientativos para la evaluación microbiológica de la pectina, considerando productos con función tecnológica y características fisicoquímicas semejantes (Saha *et al.*, 2010; Garcia-Vaquero, 2023; Liao *et al.*, 2021).

**Tabla 6.** Criterios microbiológicos para el agar y el alginato, según el CAA.

Criterios Microbiológicos	Agar	Alginato
------------------------------	------	----------

Recuento total de placas	No más de 5000 ufc/g	No más de 5000 ufc/g
Mohos y Levaduras	No más de 500 ufc/g	No más de 500 ufc/g
Coliformes	Ausencia en 25 g	Ausencia en 25 g
Salmonella	Ausencia en 25 g	Ausencia en 25 g

**Fuente:** CAA, 2025.

## MATERIALES Y MÉTODOS

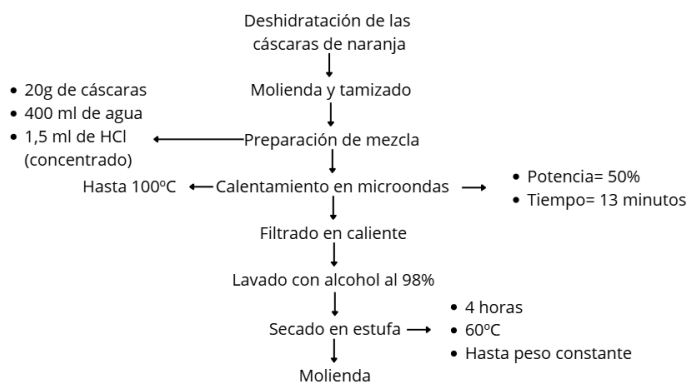
Para la elaboración del dulce de leche repostero (DDLRL) se procesó leche, recién ordeñada, obtenida en los meses de noviembre y diciembre, provista por el tambo del establecimiento Granja La Piedra, ubicado en la Estación Chapadmalal (Batán), partido de General Pueyrredón.

La leche recién ordeñada fue almacenada en un tanque de refrigeración a una temperatura de 2–4 °C y trasladada al Laboratorio de Elaboración de Alimentos de la Facultad de Ciencias Agrarias (FCA) de la Universidad Nacional de Mar del Plata dentro de las 24 h posteriores a su recolección. Una vez recibida, se sometió a un proceso de pasteurización y posteriormente se mantuvo refrigerada hasta la elaboración de las dos formulaciones de dulce de leche repostero (DDLRL): una formulación control (A), sin agregado de aditivos, y una formulación (B), con incorporación de aditivos texturizantes.

La práctica se desarrolló en dos laboratorios. Por un lado, en el Laboratorio de la FCA donde se determinó el contenido de grasa, la acidez y la humedad; mientras que en el laboratorio de Fares Taie Industria se analizó el contenido de cenizas, proteínas y se evaluó la calidad microbiológica del producto y de la pectina. El laboratorio Fares Taie permitió no solo realizar análisis específicos, sino también desarrollar habilidades en el manejo de equipamiento con el que no se cuenta en la FCA, tales como el Método bioMérieux Mini VIDAS.

### 1. Extracción de las pectinas

La extracción se realizó a partir de cáscaras secas de naranja (Figura 2a) obtenidas de los descartes de las empresas gastronómicas locales, mediante el método de extracción ácida asistida por microondas. Se siguió el diagrama de flujo (Figura 1) que se presenta a continuación:



**Figura 1.** Diagrama de flujo del proceso de extracción de pectinas.

La técnica se basó en el procedimiento descrito por Prakash Maran *et al.* (2013), con modificaciones (Figura 1). Para la extracción se utilizó un equipo doméstico de microondas (Brookline) con una frecuencia de trabajo de 2450 MHz y una potencia máxima de salida de 800 W. Esto permitió ajustar tanto la potencia como el tiempo de irradiación.

Se preparó una mezcla compuesta por 20 g de polvo de cáscara de naranja seca (Figura 2b), 400 mL de agua destilada y 1,5 mL de ácido clorhídrico (HCl) concentrado. Tal como lo indica el autor, el agregado del ácido permitió alcanzar un pH final óptimo de 1,4 (Figura 2c).

La mezcla se sometió a un proceso de calentamiento en microondas a 400 W durante 13 minutos, distribuidos en dos etapas de 10 y 3 minutos respectivamente, controlando las proyecciones que se producen por un aumento rápido de la presión interna de la matriz vegetal.

Luego de la etapa de cocción, las muestras fueron filtradas en caliente utilizando lienzos (Figura 2e y 2f), recuperando un residuo insoluble rico en pectinas (Figura 2g). El filtrado se enfrió a temperatura ambiente y la pectina se precipitó mediante la adición de etanol al 90% (v/v) en una proporción 1:2 (v/v). La mezcla final se mantuvo en refrigeración (4°C) durante 24 horas con el fin de favorecer la coagulación de la pectina.

Transcurridas las 24 horas, la masa coagulada se recuperó por filtración y se sometió a 3 lavados sucesivos con etanol al 98% (v/v) (Figura 2h). Finalmente, la pectina extraída (Figura 2i) se secó en la estufa a 60°C hasta llegar a peso constante (Figura 2j). Una vez secas, las pectinas fueron molidas hasta alcanzar un polvo fino y homogéneo.



**Figura 2. (a-j).** Secuencia de etapas correspondientes al proceso de extracción de pectinas a partir de cáscaras de naranja seca.

## 2. Elaboración del dulce de leche de cabra repostero

Para la elaboración de los DDLR, se utilizó la formulación y protocolo provistos por el grupo de investigación en Calidad y Tecnología de Leche y Productos Lácteos de la Facultad de Ciencias Agrarias, consensuado con la empresa proveedora de la leche.

Para la realización de esta práctica se procesaron 6 L de leche de cabra, a los que se añadieron 1,5 Kg de azúcar y 0,0025 Kg de bicarbonato de sodio. Previo al agregado de los ingredientes, se midió el pH de las leches con el propósito de evaluar la calidad inicial.

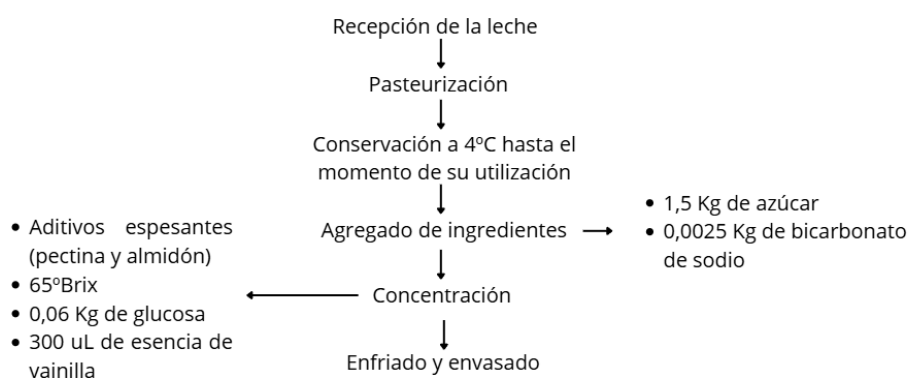
La mezcla se concentró a fuego lento, con agitación constante. Durante todo el proceso se monitoreó la concentración del producto mediante el uso de un refractómetro.

Una vez que el DDL alcanzó los 65°Brix, se retiró del fuego y se incorporaron 0,06 Kg de glucosa y 300 µL de esencia de vainilla. Finalmente, el producto fue envasado en frascos de vidrio previamente esterilizados, colocándolos en posición invertida para evitar la condensación de vapores en la tapa.

Se ensayaron dos formulaciones: una formulación control (sin agregado de aditivos texturizantes) y otra con el agregado de pectina y almidón modificado comercial.

Para su incorporación, tanto la pectina como el almidón modificado comercial se solubilizaron previamente en una fracción correspondiente al 20% del volumen total de la leche. Para evitar la formación de grumos, la mezcla se homogeneizó en leche tibia con la asistencia de un Ultra Turrax y agitador magnético calefaccionado. Una vez que la preparación alcanzó el punto final de cocción (65°Brix), se incorporó la mezcla de pectinas y almidón. La incorporación de la pectina durante una etapa específica de la cocción permite evitar un tratamiento térmico excesivo, preservando sus propiedades funcionales y favoreciendo una adecuada hidratación e interacción con los componentes de la matriz láctea.

A continuación, se presenta el diagrama de flujo del proceso de obtención del DDLR (Figura 3):



**Figura 3.** Diagrama de flujo del proceso de elaboración del DDLR.

## 2.1. Formulaciones

Se elaboraron 2 formulaciones de DDLR de cabra (Figura 4), siguiendo el procedimiento detallado en el punto 2, incorporando iguales concentraciones de pectina y almidón modificado comercial como agentes texturizantes. Las concentraciones utilizadas se definieron en función de los límites establecidos por el Código Alimentario Argentino (CAA, 2025a) que permite un máximo de 20.000 mg/Kg para mezclas de aditivos. Por lo tanto, una inclusión del 0,5% en la formulación representa el límite máximo permitido para un aditivo texturizante.

Las formulaciones fueron identificadas según la siguiente nomenclatura:

- Formulación A (Control): 0% pectinas y 0% almidón.
- Formulación B: 50% pectinas y 50% almidón. La formulación se elaboró por triplicado (B, C, D).



**Figura 4.** Formulaciones de DDLR.

## 3. Análisis de parámetros fisicoquímicos del DDLR

Con el propósito de evaluar la calidad fisicoquímica y composicional del DDLR, elaborado en la Facultad de Ciencias Agrarias, las muestras fueron envasadas en frascos de vidrio estériles y refrigeradas hasta el momento

del análisis. La formulación con agregado de aditivos texturizantes se elaboró por triplicado.

### 3.1. Contenido de Humedad

El contenido de humedad se determinó por secado de 2 g de muestra a 100°C, en estufa, hasta peso constante según la norma 934.01 (AOAC, 2000). Las mediciones se realizaron por triplicado.

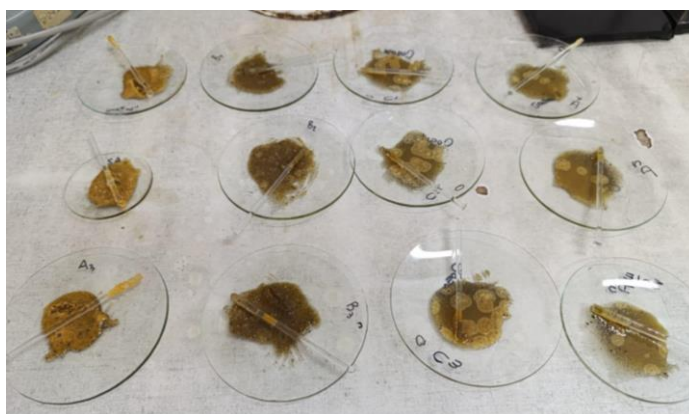


Figura 5. Muestras de DDLR secadas en estufa a 100°C.

El contenido de humedad (%) se determinó mediante el método gravimétrico, a través de diferencia de pesada, a partir de la variación de masa registrada entre la muestra antes del proceso de secado (muestra húmeda) y la muestra después del secado (muestra seca). Para su cálculo se utilizó la siguiente expresión:

$$\% \text{ Humedad} = (M2 - M1) \times 100$$

donde:

M2: Peso de la muestra húmeda (g)

M1: Peso de la muestra seca (g)

### 3.2. Acidez

La determinación de la acidez del DDLR se realizó mediante la neutralización de los ácidos presentes con una base fuerte (AFNOR, 1980), utilizando una solución fenolftaleína en alcohol (2%) como indicador. Se expresó como porcentaje (%) de ácido láctico (Figura 6).



**Figura 6.** Determinación de la acidez del DDLR.

### 3.3. Contenido de Cenizas

El contenido de cenizas se determinó mediante el método de calcinación en mufla (AOAC 923.03, 1990). Para ello, se pesaron 5 gramos de muestra de DDLR en un crisol de porcelana, previamente tarado, el cual fue sometido a un presecado en baño de arena a 100°C durante 3 horas para eliminar el contenido de humedad y materia orgánica (Figura 7).



**Figura 7.** Presecado de las muestras de DDLR en el baño de arena.

Los crisoles conteniendo la muestra seca se llevaron a mufla a 500 - 550°C durante 6 horas hasta obtener cenizas de color gris claro o blancas (Figura 8). Posteriormente, se dejaron enfriar y una vez que se alcanzó la temperatura ambiente, se retiraron las muestras de la mufla y se llevaron al desecador, para luego pesarlas. Para cada formulación, la técnica se realizó por triplicado.



**Figura 8.** Muestras de ceniza.

El porcentaje de cenizas (%) se calculó mediante la siguiente expresión:

$$\% \text{ Cenizas} = \frac{(P_f - P_o)}{P_i} \times 100$$

donde:

Po: Peso del crisol vacío (g)

Pi: Peso de la muestra inicial (g)

Pf: Peso del crisol + cenizas (g)

### 3.4. Contenido de Materia Grasa

El contenido de materia grasa se determinó mediante el método de Rose Gottlieb (Norma A.O.A.C 905.02). Para ello se dispersaron 4 g de DDLR en 5 ml de agua destilada utilizando un agitador magnético. La mezcla fue atemperada a 60°C para favorecer la homogeneización.

La extracción de la materia grasa se realizó empleando éter etílico y éter de petróleo como solventes, con el fin de lograr la adecuada separación de la fase etérea (Figura 9). Tal como indica la técnica, el procedimiento se repitió 2 veces. Para cada formulación, la determinación se realizó por triplicado.

Se calculó el porcentaje de materia grasa (p/p) (%) a través de la siguiente expresión:

$$\% \text{ MG} = \frac{(m_2 - m_1)}{m} \times 100$$

donde:

m: Peso de la muestra (g)

m1: Peso del crisol (g)

m2: Peso del crisol con la materia grasa (g)



Figura 9. Etapa de separación de fases (Método Rose Gottlieb).

### 3.5. Contenido de Proteínas

El contenido de proteínas se determinó mediante el método de Micro-Kjeldahl, de acuerdo a la norma de la Federación de Lechería (Norma 20B, Fil-IDF 1993).

El método consiste en la extracción total del nitrógeno proteico y no proteico, y la valoración con ácido clorhídrico 0,0519 N de la totalidad del mismo (Figura 10). Se le aplica un factor de conversión para sacar la parte proporcional de proteínas que representa la muestra. Para el caso del DDL el factor de conversión es de 6,38 (CAA, 2025a).



Figura 10. Etapa de destilación (Método de Micro-Kjeldahl).

## 4. Análisis microbiológico del dulce de leche repostero y de la pectina

Se analizaron las muestras de DDLR de cabra con el fin de evaluar la calidad microbiológica y asegurar la inocuidad alimentaria del producto final. Los análisis se realizaron en diferentes momentos del almacenamiento:

- T0: a las 48 horas de la elaboración.
- T1: a los 7 días.
- T2: a los 14 días.

Asimismo, las pectinas empleadas en la elaboración del DDLR fueron sometidas a análisis microbiológicos en los dos primeros tiempos de evaluación establecidos para el producto final (T= 0 y T= 1). No obstante, no se realizaron determinaciones sobre este ingrediente a los 14 días de almacenamiento (T= 2). Por otra parte, la determinación de *Listeria monocytogenes* no pudo llevarse a cabo en las muestras de pectina debido a pérdidas de muestra ocurridas durante el procedimiento analítico.

#### **4.1. Preparación de medios**

En primer lugar, se llevó a cabo la preparación de los medios de cultivo destinados a la siembra de los distintos microorganismos analizados (Figura 11). Los medios utilizados fueron:

- Agua peptonada: Es un medio de enriquecimiento no selectivo, donde la peptona proporciona los nutrientes necesarios para el desarrollo microbiano y el cloruro de sodio mantiene el balance osmótico. Dicho medio se utilizó como diluyente y permitió el enriquecimiento bacteriano del DDLR.

Se dispersaron 20 g de peptona en 1 L de agua destilada. Se mezcló bien y se esterilizó en autoclave a 121°C durante 15 minutos.

- Plate Count Agar (APC): Se utilizó para el recuento de mesófilos totales. La productividad de este medio, está basada en el alto contenido nutricional de sus componentes.

Se dispersaron 23,5 g de APC en un litro de agua destilada. Se dejó reposar unos minutos. Se calentó con agitación constante y se llevó a ebullición con el propósito de homogeneizar la mezcla. Luego se esterilizó en autoclave a 121°C durante 15 minutos.

- VRB: Este es un medio selectivo para la investigación presuntiva y recuento de coliformes totales. La peptona y el extracto de levadura

aportan los nutrientes necesarios para el crecimiento microbiano, las sales biliares y el cristal violeta inhiben el desarrollo de las bacterias Gram Positivas, la lactosa es el hidrato de carbono fermentable y el rojo neutro el indicador de pH. Los coliformes son bacterias que fermentan la lactosa, acidifican el medio y producen el viraje del indicador de pH.

Se dispersaron 41,5 g de VRB en un litro de agua destilada. Se calentó con agitación constante y se llevó a ebullición durante un minuto para disolución total.

- **TBX**: Es un medio cromogénico con base TBA (Tryptona Bilis Agar) y se utiliza para la detección y recuento confirmativo de *E. coli*.

Se dispersaron 35,6 g de TBX en un litro de agua destilada. Se calentó con agitación constante y se llevó a ebullición. Luego se esterilizó en autoclave a 121°C durante 15 minutos.

- **Baird Parker**: Es un medio de alta especificidad diagnóstica, selectivo y diferencial para el aislamiento y recuento de estafilococos coagulasa positiva en alimentos.

Medio altamente nutritivo, en el cual la peptona de caseína y el extracto de carne constituyen la fuente de carbono y nitrógeno, el extracto de levadura aporta vitaminas del complejo B, la glicina y el piruvato estimulan el crecimiento de los estafilococos. El agar es el agente solidificante. Permite el crecimiento selectivo de estafilococos ya que el telurito de potasio y el cloruro de litio inhiben el desarrollo de la flora acompañante presente en la muestra. La yema de huevo permite demostrar la actividad lecitinásica de los microorganismos.

Se dispersaron 60 g del polvo en 940 ml de agua destilada. Se dejó en reposo durante unos minutos. Se calentó con agitación constante y se llevó a ebullición, hasta la disolución total. Luego se esterilizó en autoclave a 121°C durante 15 minutos. Una vez que se enfrió se le agregó 50 ml de emulsión de yema de huevo y 10 ml de solución de telurito. Se homogeneizó y distribuyó en placas de petri estériles para su posterior utilización.

- **ARB**: Es un medio selectivo utilizado para el aislamiento y recuento de hongos y levaduras. Se calentó con agitación constante y

se llevó a ebullición, hasta la disolución total. Luego se esterilizó en autoclave a 121°C durante 15 minutos.



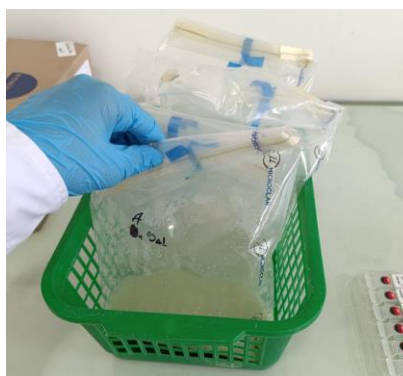
**Figura 11.** Preparación de medios de cultivo.

#### **4.2. Parámetros microbiológicos.**

El análisis microbiológico se realizó sobre las pectinas y las muestras de DDLR elaboradas (A, B, C, D) con el propósito de evaluar su calidad e inocuidad. Para ello se realizaron las siguientes determinaciones:

- *Salmonella spp*: Método bioMérieux Mini VIDAS. Es un sistema de mesada compacto y automatizado para inmunoensayo por fluorescencia enzimática (ELFA).

El procedimiento se basó en la dispersión de 25 g de DDLR en 250 mL de agua peptonada, utilizando una bolsa estéril tipo Microclar® para la homogeneización de la muestra. Se dejó reposar entre 15 - 30 minutos. Luego se le añadió 1 ml de suplemento y se incubó durante 24 horas a 44°C (Figura 12).



**Figura 12.** Muestras de DDL donde se realizó el análisis de *Salmonella*.

Pasadas las 24 horas, se sembraron las muestras en las tiras (strips) del MINI VIDAS (Figura 13a) y las mismas se calentaron durante 5 minutos a 130°C en el BlockHEAT (Figura 13b). Una vez finalizado el tiempo, las muestras fueron colocadas en el equipo de Mini VIDAS para su lectura (Figura 13c).

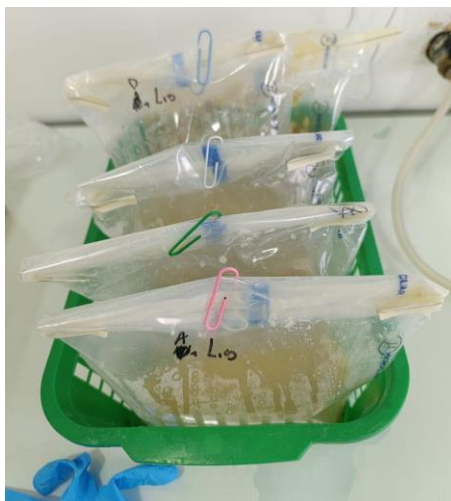
Previo a la incorporación del suplemento en las bolsas, se tomaron las fracciones de muestra correspondientes para las restantes determinaciones microbiológicas.



**Figura 13.** Equipo de MINI VIDAS.

- *Listeria monocytogenes*: Método bioMérieux Mini VIDAS. Es un sistema de sobremesa compacto y automatizado para inmunoensayo por fluorescencia enzimática (ELFA).

El procedimiento se basó en la dispersión de 25 g de DDLR en 225 mL de caldo UVM, utilizando una bolsa estéril tipo Microclar® para la homogeneización de la muestra. A dicho caldo se le añadió 0,5 ml de suplemento. Se dejó reposar entre 15 - 30 minutos. Luego se incubó durante 24 horas a 44°C.



**Figura 14.** Muestras de DDL donde se realizó el análisis de *Listeria*.

Transcurridas las 24 horas, se sembraron las muestras en las tiras (strips) del MiniVIDAS (Figura 15) y las mismas se calentaron durante 5 minutos a 130°C en el BlookHEAT. Una vez finalizado el tiempo, las muestras fueron colocadas en el equipo de Mini VIDAS para su lectura.



**Figura 15.** Strips de *Listeria*.

- Recuento de BAMB: Método ISO 4833-1:2013. El mismo consistió en una siembra en profundidad en Agar APC. Se incubó a 36°C durante 48 horas. Se realizaron diluciones seriadas. Los resultados se expresaron como Unidades Formadoras de Colonias por gramos de muestra (UFC.g<sup>-1</sup>).
- Recuento de Coliformes Totales: Método ISO 4832:2006. El mismo consistió en una siembra en profundidad en Agar VRB. Se incubó a 36°C durante 48 horas. Los resultados se expresaron

como Unidades Formadoras de Colonias por gramos de muestra (UFC.g<sup>-1</sup>).

- Recuento de *E. coli*: Método ISO/TS 16649-2:2015. El mismo consistió en una siembra en profundidad en Agar TBX. Se incubó a 44°C durante 48 horas. Los resultados se expresaron como Unidades Formadoras de Colonias por gramos de muestra (UFC.g<sup>-1</sup>).
- *Staphylococcus aureus* (coagulasa positiva): Método ISO 6888-1:2021. Se utilizó para la siembra el medio Baird Parker. Se incubó a 36°C durante 48 horas. Los resultados se expresaron como Unidades Formadoras de Colonias por gramos de muestra (UFC.g<sup>-1</sup>).
- Mohos y levaduras: Método ISO 21527-2:2008. Se utilizó para la siembra el medio ARB. Se incubó a 22°C durante 5 días. Los resultados se expresaron como Unidades Formadoras de Colonias por gramos de muestra (UFC.g<sup>-1</sup>).

## 5. Análisis estadístico

Los datos se analizaron con el programa estadístico InfoStat, versión 2020 (Di Rienzo *et al.*, 2015). Para cada una de las variables evaluadas se aplicó un análisis de varianza (ANOVA) con el fin de determinar el efecto del tratamiento. Cuando se observaron diferencias significativas, las medias se compararon mediante la prueba post hoc de Bonferroni, empleando un nivel de significancia de  $\alpha = 0,05$ .

Todas las determinaciones se realizaron por triplicado, y los resultados se expresaron como media  $\pm$  desviación estándar. Las diferencias estadísticas entre tratamientos fueron identificadas mediante letras superíndices distintas en las tablas y figuras correspondientes.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 1. Análisis de parámetros fisicoquímicos del dulce de leche repostero de cabra.

Se realizaron análisis composicionales y fisicoquímicos de las diferentes formulaciones de DDLR siendo A (control) y B (pectinas y almidón), determinando el contenido de materia grasa, acidez, proteínas, humedad y cenizas. Los resultados se compararon con los valores de referencia del CAA, para dulce de leche repostero. Estos resultados se presentan en la Tabla 7.

**Tabla 7.** Parámetros fisicoquímicos y composicionales de las diferentes formulaciones de DDLR de cabra.

Formulaciones*			
Parámetros	A (Control)	B (Pectinas y Almidón)	Valor referencia según CAA
Materia Grasa (%)	5,33 ± 0,31 <sup>a</sup>	4,10 ± 0,44 <sup>b</sup>	6 - 9 %
Humedad (%)	15,21 ± 1,32 <sup>a</sup>	30,16 ± 2,46 <sup>b</sup>	Máx. 30 %
Cenizas (%)	1,53 ± 0,03 <sup>a</sup>	1,37 ± 0,18 <sup>a</sup>	Máx. 2 %
Proteínas (% p/v)	7,53 ± 1,54 <sup>a</sup>	7,88 ± 1,83 <sup>a</sup>	Mín. 5 %
Acidez (g de ácido láctico/100cm <sup>3</sup> )	0,20 ± 0,05 <sup>a</sup>	0,23 ± 0,05 <sup>a</sup>	–

\*Valores medios ± DS, n = 3, correspondientes a los parámetros fisicoquímicos y composicionales de las diferentes formulaciones de DDL.

<sup>a, b</sup> Letras distintas en una misma fila indican diferencias significativas (p<0,05) entre formulaciones para cada parámetro analizado.

#### 1.1. Contenido de materia grasa

El contenido de materia grasa presentó diferencias significativas (p<0,05) entre las distintas formulaciones de DDLR. Estos resultados fueron comparados con los establecidos por el Código Alimentario Argentino (2025a), evidenciándose valores inferiores a los límites exigidos. Asimismo, los valores correspondientes a la formulación A, sin

aditivos, resultaron similares a los reportados por otros autores tanto para DDL de vaca como de cabra (Castañeda et al., 2004; Marascio, 2025). A diferencia de la muestra A, la formulación B, correspondiente al tratamiento con incorporación de aditivos, presentó un menor contenido de materia grasa. Este comportamiento podría explicarse por un efecto de dilución asociado al incremento del contenido de humedad, debido a la capacidad de los hidrocoloides para captar y retener agua dentro de la matriz alimentaria (Ramírez Camargo, 2011).

Como parte de los trabajos previos desarrollados en el marco de los proyectos de investigación del equipo de la FCA (OCA 370/14), se cuenta con resultados obtenidos en DDL de cabra tradicional (Acosta, 2024) y vinculados a DDLR con distintas concentraciones de pectina (Marascio, 2025). No obstante, continúa siendo un área a seguir desarrollando debido a que particularmente son escasos aquellos que evalúan la incorporación de pectinas en DDLR de cabra, en su formulación. Autores como Anjos Barros *et al.* (2020) observaron diferencias significativas en el contenido de materia grasa en dulce de leche repostero con agregado de pectinas, resultados que coinciden con los obtenidos en el presente trabajo final.

### **1.2. Contenido de proteína**

El contenido de proteínas no presentó diferencias significativas ( $p > 0,05$ ) entre las distintas formulaciones de dulce de leche repostero de cabra (DDLR), lo que indica que la incorporación de pectina natural como texturizante no afectó esta variable. Los valores obtenidos cumplieron con lo establecido por el CAA, que exige un contenido mínimo de 5 % de proteínas para este tipo de producto (CAA, 2025a). Estos resultados sugieren que el agregado de pectina natural no modificó la composición proteica del producto, manteniéndose las características esperadas para un dulce de leche elaborado a partir de leche de cabra.

### **1.3. Contenido de humedad**

El contenido de humedad registró diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) entre la formulación adicionada con aditivos espesantes (B) y la formulación control (A). Según Cornejo Ramírez *et al.* (2018) y Barrera

Chamorro *et al.* (2015), este comportamiento puede atribuirse a la capacidad ligante de agua que presentan estos aditivos, como pectinas y almidón.

Las moléculas de pectina gelifican formando una red tridimensional multimolecular capaz de inmovilizar las moléculas de agua dentro de la matriz. Por otro lado, el almidón en combinación con la pectina puede interactuar mediante enlaces de hidrógeno, fuerzas de Van der Waals, interacción electrostática y otras fuerzas de interacción no covalente, siendo el enlace de hidrógeno la principal (Wu *et al.*, 2025). Estas interacciones pueden modificar la estructura jerárquica del almidón y, como resultado, mejorar sus propiedades, comportándose funcionalmente como un espesante (Marascio, 2025). En este sentido, la combinación de aditivos dio lugar a una formulación con mayor retención de agua en su estructura, evidenciando características similares a las de un sistema gelificado.

Finalmente, respecto a las especificaciones que establece el CAA respecto a los máximos establecidos en contenido de humedad, sólo la formulación A cumple con las especificaciones del presente Código.

#### **1.4. Acidez**

Los resultados de la determinación de acidez mostraron que no hubo diferencias significativas ( $p > 0,05$ ) entre las distintas formulaciones de DDLR. Si bien el CAA no establece límites específicos para este parámetro, su determinación permitió evaluar el posible efecto de la incorporación de pectina natural sobre características fisicoquímicas del producto.

Los resultados obtenidos indican que la adición de pectina no modificó la acidez de las formulaciones estudiadas. Este comportamiento sugiere que, en las concentraciones empleadas, el hidrocoloide no alteró el equilibrio ácido-base de la matriz láctea ni produjo cambios detectables en este parámetro.

#### **1.5. Contenido de cenizas**

El contenido de cenizas no presentó diferencias significativas ( $p > 0,05$ ) entre las distintas formulaciones de DDLR, evidenciando que la

incorporación de aditivos no afectó la composición mineral de las muestras analizadas. Asimismo, los valores obtenidos se encontraron en el rango establecido por el CAA, que establece un máximo del 2 % (CAA, 2025a). Trabajos previos en DDLR de cabra mostraron valores superiores a los del DDL de vaca, atribuida esta diferencia al origen de la leche (Marascio, 2025).

## 2. Análisis microbiológico del DDLR

Una vez obtenido el producto final, se efectuaron los análisis microbiológicos correspondientes para evaluar la aptitud microbiológica del DDLR. Las determinaciones se realizaron en diferentes tiempos de almacenamiento: a las 48h posteriores a la elaboración (T0), a los 7 días (T1) y a los 14 días (T2). Cabe resaltar que los análisis microbiológicos fueron realizados únicamente sobre las muestras correspondientes a la formulación con incorporación de aditivos texturizantes. Los resultados obtenidos se presentan en la Tabla 8.

**Tabla 8.** Resultados del análisis microbiológico del DDLR para la formulación

B

Tiempo	Tipo de análisis	Resultado	Valores de Referencia
0	BAMT (UFC/g)	120 UFC/g	–
	<i>E. coli</i> (UFC/g)	Negativo	m=50 M=100
	Coliformes Totales (UFC/g)	Negativo	m=10 M=100
	<i>Staphylococcus aureus</i> (coagulasa positiva) (UFC/g)	Negativo	m=10 M=50
	Mohos y levaduras (UFC/g)	40 UFC/g	m=50 M=100
	<i>Salmonella</i> (UFC/g)	Negativo	Ausencia

	<i>Listeria monocytogenes</i> (UFC/g)	Negativo	Ausencia
1	BAMT (UFC/g)	290 UFC/g	–
	<i>E. coli</i> (UFC/g)	Negativo	m=50 M=100
	Coliformes Totales (UFC/g)	Negativo	m=10 M=100
	<i>Staphylococcus aureus</i> (coagulasa positiva) (UFC/g)	Negativo	m=10 M=50
	Mohos y levaduras (UFC/g)	Negativo	m=50 M=100
	<i>Salmonella</i> (UFC/g)	Negativo	Ausencia
	<i>Listeria monocytogenes</i> (UFC/g)	Negativo	Ausencia
2	BAMT (UFC/g)	100 UFC/g	–
	<i>E. coli</i> (UFC/g)	Negativo	m=50 M=100
	Coliformes Totales (UFC/g)	Negativo	m=10 M=100
	<i>Staphylococcus aureus</i> (coagulasa positiva) (UFC/g)	Negativo	m=10 M=50
	Mohos y levaduras (UFC/g)	130 UFC/g	m=50 M=100
	<i>Salmonella</i> (UFC/g)	Negativo	Ausencia
	<i>Listeria monocytogenes</i>	Negativo	Ausencia

	(UFC/g)		
--	---------	--	--

*Nota:* UFC: Unidades Formadoras de Colonias; m: nivel máximo del microorganismo en el alimento, para una calidad aceptable. M: nivel máximo del microorganismo en el alimento, para una calidad aceptable provisionalmente.

---: No hay valores de referencia exigidos por el Ministerio de Agroindustria, Subsecretaría de Alimentos y Bebidas (2017).

Fuente: Ministerio de Agroindustria, Subsecretaría de Alimentos y Bebidas (2017).

Los recuentos de bacterias aerobias mesófilas totales (BAMT) obtenidos en el presente estudio fueron bajos para los tiempos de almacenamiento evaluados, lo que podría reflejar adecuadas condiciones higiénico-sanitarias durante la obtención de la materia prima, el procesamiento y el almacenamiento del producto. Diversos autores consideran a este grupo microbiano como un indicador de calidad microbiológica de los productos lácteos, dado que valores reducidos suelen asociarse con prácticas adecuadas de conservación y procesamiento (Gutiérrez et al., 2021). En este sentido, el recuento de bacterias mesófilas es ampliamente utilizado como herramienta para evaluar la eficacia de las medidas de control microbiológico implementadas durante la producción de alimentos lácteos. No obstante, ni el Código Alimentario Argentino (CAA, 2025) ni el Ministerio de Agroindustria, Subsecretaría de Alimentos y Bebidas (2017) establecen límites específicos para BAMT en DDL, aunque sí fijan criterios microbiológicos para otros grupos de microorganismos.

En relación con *Staphylococcus aureus*, no se evidenció su presencia en los DDLR en ninguno de los tres tiempos de análisis. En T1 se observó el desarrollo de un microorganismo con características presuntivas del género *Staphylococcus aureus*. No obstante, luego de su aislamiento en un medio selectivo y la aplicación de pruebas confirmatorias, se descartó su identificación como *Staphylococcus aureus* coagulasa positiva. Esta bacteria se encuentra presente principalmente en la piel de los seres humanos. Es un microorganismo capaz de provocar una amplia variedad de infecciones con elevada tasa de morbilidad en las personas y generar

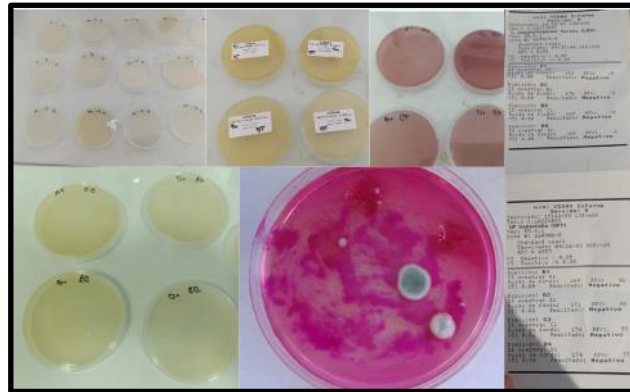
mastitis en rumiantes de importancia económica (Acosta Antero, 2024). Por lo tanto, su ausencia indica que se aplicaron correctamente las buenas prácticas de manufactura (BPM).

Respecto a mohos y levaduras, los valores obtenidos en los T0 y T1 reflejaron las BPM y adecuadas condiciones higiénico-sanitarias, cumpliendo con lo establecido por el Ministerio de Agroindustria, Subsecretaría de Alimentos y Bebidas (2017). Sin embargo, en T2 se registró un recuento superior al valor de referencia, para estos microorganismos, que lo posicionan en un producto no apto para su consumo. Estos microorganismos suelen provenir de la flora ambiental o de una contaminación posterior al procesamiento, comprometiendo la aptitud microbiológica del producto al final del período de almacenamiento evaluado (Peralta, 2025).

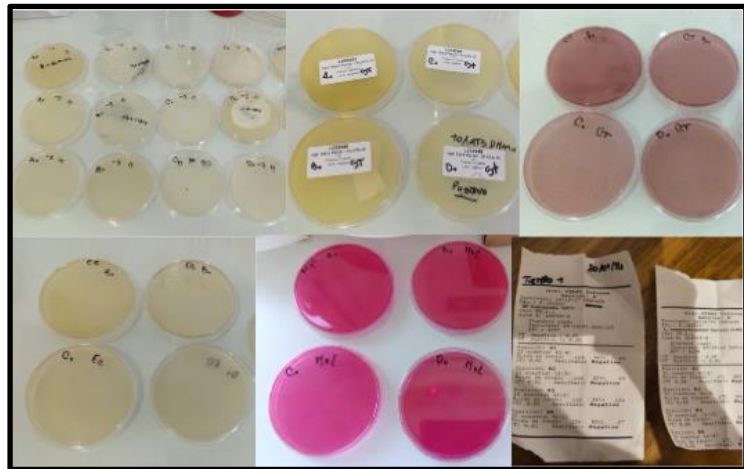
En cuanto a *L. monocytogenes* y *Salmonella* spp., no se evidenció su presencia en las muestras analizadas para ninguno de los tiempos evaluados, lo que indicaría condiciones higiénico-sanitarias adecuadas durante el proceso de elaboración y almacenamiento, cumpliendo con lo establecido por el Ministerio de Agroindustria, Subsecretaría de Alimentos y Bebidas (2017).

Por otro lado, no se evidenció la presencia de coliformes totales ni *E. coli* en ninguno de los tres tiempos evaluados, lo que se asocia con condiciones higiénico-sanitarias adecuadas durante la obtención de la materia prima y el proceso de elaboración. La ausencia de estos microorganismos es particularmente relevante, considerando que el DDLR es una matriz rica en nutrientes susceptibles a la proliferación microbiana si no se maneja en condiciones controladas (Peralta, 2025). Estas bacterias se encuentran comúnmente en el sistema digestivo de los seres humanos, por lo que se suelen utilizar como indicadores para detectar y medir la contaminación fecal en la inocuidad del agua y de los alimentos (Millán *et al.*, 2018).

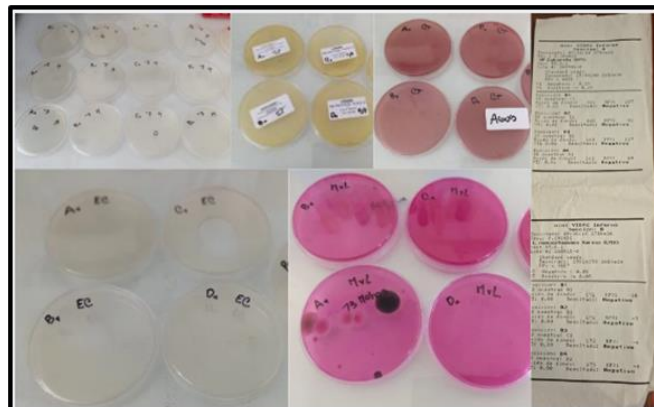
En las figuras 16, 17 y 18 se muestran algunas imágenes ilustrativas correspondientes a los análisis microbiológicos obtenidos en los distintos tiempos de análisis.



**Figura 16.** Análisis microbiológico del DDLR a T0 (48 horas de elaboración)



**Figura 17.** Análisis microbiológico del DDLR a T1 (7 días de elaboración)



**Figura 18.** Análisis microbiológico del DDLR a T2 (14 días de elaboración)

En los tiempos 0 y 1, los valores obtenidos evidenciaron que las muestras de DDLR cumplen con los parámetros establecidos por el Ministerio (2017), lo que permite inferir condiciones higiénico-sanitarias

adecuadas y una apropiada calidad microbiológica. Sin embargo, en el T2 se registró un recuento superior al valor de referencia, haciéndolo no apto para su consumo.

### 3. Análisis microbiológico de las pectinas

Una vez extraídas las pectinas, se efectuaron los análisis microbiológicos correspondientes para evaluar su aptitud microbiológica. Los microorganismos que se analizaron fueron: BAMT, hongos y levaduras, coliformes totales, *E. coli*, *Salmonella spp.*, *Listeria monocytogenes* y *Staphylococcus aureus*. Las determinaciones se realizaron en diferentes tiempos de almacenamiento: a las 48h posteriores a la extracción (T0) y a los 7 días (T1). Los valores obtenidos se presentan en la siguiente tabla (Tabla 9):

**Tabla 9.** Resultados del análisis microbiológico de las pectinas.

Tiempo	Tipo de análisis	Resultado
0	BAMT (UFC/g)	< 10 UFC/g
	<i>E. coli</i> (UFC/g)	Negativo
	Coliformes Totales (UFC/g)	Negativo
	<i>Staphylococcus aureus</i> (coagulasa positiva) (UFC/g)	Negativo
	Mohos y levaduras (UFC/g)	40 UFC/g
	<i>Salmonella</i> (UFC/g)	Negativo
1	BAMT (UFC/g)	270 UFC/g
	<i>E. coli</i> (UFC/g)	Negativo
	Coliformes Totales (UFC/g)	Negativo
	<i>Staphylococcus aureus</i> (coagulasa	Negativo

	positiva) (UFC/g)	
	Mohos y levaduras (UFC/g)	80 UFC/g
	<i>Salmonella</i> (UFC/g)	Negativo

El seguimiento microbiológico en distintos tiempos de almacenamiento se consideró pertinente debido a que los productos deshidratados pueden experimentar variaciones en su calidad microbiológica durante su conservación. Factores como la manipulación, las condiciones de almacenamiento y la posible absorción de humedad, podrían favorecer la supervivencia o incorporación de hongos y levaduras, capaces de persistir en matrices con baja disponibilidad de agua. En este contexto, el análisis en diferentes tiempos permitió evaluar la estabilidad microbiológica del ingrediente durante su almacenamiento y su potencial impacto sobre la calidad sanitaria del DDLR. En los dos tiempos de análisis se evidenció el crecimiento de hongos, levaduras y microorganismos mesófilos. Como se mencionó previamente, la pectina es un hidrocoloide empleado como aditivo alimentario debido a sus propiedades gelificantes espesantes y estabilizantes. Sin embargo, el CAA no establece criterios microbiológicos específicos para este aditivo.

Dado que la normativa vigente no establece criterios microbiológicos específicos para la pectina, fue necesario recurrir a ingredientes con propiedades tecnológicas y fisicoquímicas comparables como referencia para su evaluación. En este sentido, hidrocoloides ampliamente empleados en la industria alimentaria, tales como el agar y el alginato, presentan parámetros microbiológicos definidos, lo que permitió utilizarlos como marco orientativo para analizar la calidad microbiológica de la pectina. La selección de estos aditivos se fundamentó en características comunes relevantes, ya que corresponden a polisacáridos utilizados como aditivos alimentarios, comercializados en forma de polvos deshidratados con baja actividad de agua y empleados en concentraciones relativamente bajas dentro de las formulaciones alimentarias (Saha et al., 2010; Parreidt et al., 2018; Liao et al., 2021). En

la Tabla 10 se presentan los límites microbiológicos establecidos por el CAA (CAA, 2025) para los aditivos utilizados como referencia.

**Tabla 10.** Criterios microbiológicos para el agar y el alginato, según el CAA.

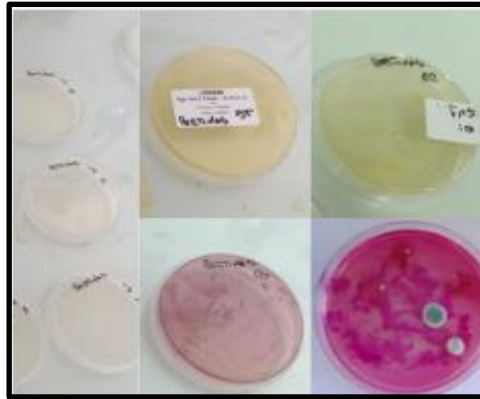
<b>Criterios Microbiológicos</b>	<b>Agar</b>	<b>Alginato</b>
Recuento total de placas	No más de 5000 ufc/g	No más de 5000 ufc/g
Mohos y Levaduras	No más de 500 ufc/g	No más de 500 ufc/g
Coliformes	Ausencia en 25 g	Ausencia en 25 g
Salmonella	Ausencia en 25 g	Ausencia en 25 g

**Fuente:** CAA, 2025.

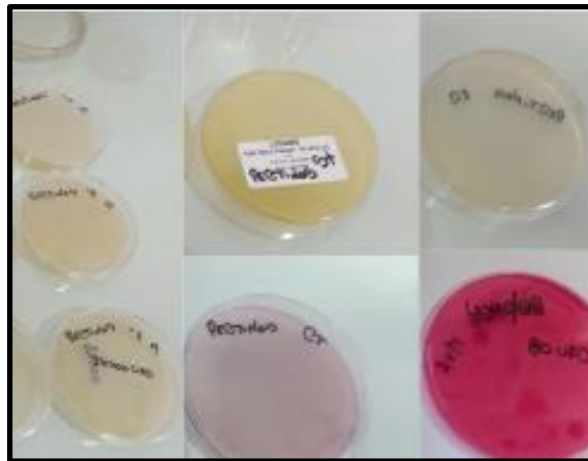
Los recuentos de BAMT fueron bajos en el tiempo 0; sin embargo, en el tiempo 1 se registró un recuento que excede los límites establecidos por el CAA para los aditivos de referencia, lo cual se asocia con una inadecuada calidad higiénico-sanitaria del producto durante su manipulación. Estos resultados podrían estar asociados a variaciones propias del muestreo, manipulación o metodología analítica utilizada.

Respecto a mohos y levaduras, los recuentos obtenidos en los dos tiempos de análisis fueron bajos y se mantuvieron dentro de los límites establecidos por el CAA (2025) para los aditivos utilizados como referencia, lo que indicaría adecuadas condiciones higiénico-sanitarias durante la elaboración y almacenamiento del producto.

En las siguientes figuras se muestran los resultados microbiológicos obtenidos en los distintos tiempos de análisis.



**Figura 19.** Análisis microbiológico de las pectinas en T= 0 (48 horas de almacenamiento)



**Figura 20.** Análisis microbiológico de las pectinas en T= 1 (7 días de almacenamiento)

## CONCLUSIONES

- La extracción ácida asistida por microondas permitió obtener pectinas a partir de cáscaras de naranja provenientes de descartes de la industria frutihortícola.
- El uso de pectinas y almidón como agentes texturizantes permitió obtener un dulce de leche repostero de cabra (DDLRL), evidenciando el potencial tecnológico de este subproducto agroindustrial para el desarrollo de alimentos con valor agregado.
- Desde el punto de vista fisicoquímico, no se observaron diferencias significativas ( $p > 0,05$ ) entre las distintas formulaciones en el contenido de cenizas, proteínas y acidez. El contenido de humedad en la formulación B fue significativamente mayor ( $p < 0,05$ ) que la formulación A, presentando una mayor capacidad ligante de agua. Por otro lado, se observaron diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) entre las distintas formulaciones de DDLRL en el contenido de materia grasa.
- Desde el punto de vista microbiológico, el DDLRL cumplió con los criterios establecidos para su consumo durante los primeros días de almacenamiento evaluados. Sin embargo, su vida útil se vio limitada hacia el final del período estudiado por el crecimiento de hongos y levaduras, lo que evidencia la importancia de optimizar las condiciones de conservación y control microbiológico del producto.
- No se detectó la presencia de microorganismos patógenos ni indicadores de contaminación fecal en las pectinas; sin embargo, se registraron recuentos de bacterias aerobias mesófilas totales, mohos y levaduras a lo largo del almacenamiento evaluado.
- Considerando como referencia al alginato y al agar, los resultados indicaron que la calidad microbiológica de las pectinas fue aceptable en los primeros tiempos de análisis, aunque se evidenciaron variaciones que podrían asociarse a condiciones de manipulación y almacenamiento, especialmente hacia el final del período evaluado.

- Los recuentos de bacterias aerobias mesófilas totales (BAMT) fueron bajos a tiempo 0 y comenzó a subir a tiempo 1. Por otro lado, respecto a los mohos y levaduras, no hubo crecimiento en ninguno de los dos tiempos analizados.
- A través de la presente práctica se obtuvo un producto de características regionales, con un perfil agroecológico e innovador para el mercado local. Los resultados evidencian la necesidad de implementar controles microbiológicos periódicos, tanto en la materia prima como en el producto final previo a su comercialización. Estas medidas resultan fundamentales para prevenir la contaminación y la proliferación de microorganismos, así como para contribuir a la extensión de la vida útil del alimento.

## BIBLIOGRAFÍA

- Acosta Antero, M. R., 2024. Dulce de leche de cabra de producción artesanal: caracterización fisicoquímica, microbiológica y sensorial. Monografía de grado. Balcarce, Argentina: Facultad de ciencias agrarias, Universidad Nacional de Mar del Plata.
- Anjos Barros, N. V. dos; da Silva, D. L.; Gonçalves, M. A. F. de M.; Santos G. M. dos; Sousa, P. V. de L.; Melos, N. Q. C. 2020. Elaboração de doce leite de cabra light. *Agropecuaria Técnica*. 41 (3-4): 109-117. <https://doi.org/10.25066/agrotec.v41i3-4.50587>
- AOAC International. (2019). Fat in Milk, Roesse-Gottlieb method (Official Method 905.02). In: Official methods of analysis of AOAC international. (21<sup>th</sup> ed.). Association of Official Analytical Chemist. Washington, US.
- AOAC International. (2000). Moisture in Meat. (Official Method 934.01). In: Official methods of analysis of AOAC international. (14<sup>th</sup> ed.). Association of Official Analytical Chemist. Washington, US.
- AOAC International. (1990). Ash of Flour–Direct Method. (Official Method 923.03.). In: Official methods of analysis of AOAC international. (15<sup>th</sup> ed.). Association of Official Analytical Chemist. Washington, US.
- Arzapalo Quinto, D.; Huamán Córdora, K.; Quispe Solano, M.; Espinoza Silvab, C. 2015. Extracción y caracterización del almidón de tres variedades de quinua (*Chenopodium quinoa Willd*) negra collana, pasankalla roja y blanca junín. *Rev Soc Quím Perú*. 81(1) 2015.
- Association Française de Normalisation, 1980. NF V 04-213, *in*: Recueil de norms françaises. Laits et produits laitiers. Méthodes d'analyse. AFNOR. París La Défense. pp. 222-225.
- Barrera Chamorro, L.; Fernández Prior, A.; Rivero Pino, F.; Montserrat de la Paz, S. 2025. A comprehensive review on the functionality and biological relevance of pectin and the use in the food industry. *Carbohydrate Polymers*. 348. Part A. 12279. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2024.122794>.
- Bedoya Mejía, O; Rosero Noguera, R; Posada, S. L. 2012. Composición de la leche de cabra y factores nutricionales que afectan el contenido de sus componentes. Unilasallista: Corporación Universitaria Lasallista.
- Bidot Fernández, A. 2017. Composición, cualidades y beneficios de la leche de cabra: revisión bibliográfica. *Revista de producción animal*. 29(2). 32-41 29(2).
- Bodega, F. F. 2017. ALMIDÓN DE PAPA: Oportunidad de valor agregado para el sudeste de la provincia de Buenos Aires. Trabajo de Tesis para ser presentado como requisito parcial para optar al Título de MAESTRÍA en AGRONOMÍA. Balcarce, Argentina: Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Mar del Plata.

- Bustamante, R. S. 2020. Desarrollo de un yogur firme elaborado con leche de cabra con el agregado de pectinas como agente de textura. Monografía de grado. Balcarce, Argentina: Facultad de ciencias agrarias, Universidad Nacional de Mar del Plata.
- Castañeda, R.; Muset, G.; Castells, L.; Aranibar, G.; Murphy, M.; Rodríguez, G. 2004. Dulce de Leche Argentino variedad tradicional - Su caracterización. Instituto Nacional de Tecnología Industrial. INTI. 5ta Jornada de Desarrollo e Innovación.
- Chacón Villalobos, A. 2005. Aspectos nutricionales de la leche de cabra (*Capra hircus*) y sus variaciones en el proceso agroindustrial. Agronomía mesoamericana. 16(2): 239-252.
- Char, C. D. 2003. HACCP, Microbiología predictiva y factores en combinación para mejorar la calidad de productos lácteos : dulce de leche : aplicación del concepto de factores en combinación y de la microbiología predictiva en el mejoramiento de la calidad del Dulce de Leche. Tesis de Posgrado. Universidad de Buenos Aires UBA.
- Código Alimentario Argentino (CAA). 2025. Capítulo 8: Alimentos lácteos. Recuperado de:  
[https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/capitulo\\_viii\\_lacteosactualiz\\_2025-10.pdf](https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/capitulo_viii_lacteosactualiz_2025-10.pdf).
- Cornejo Ramírez, Y. I.; Martínez Cruz, O.; Del Toro Sánchez, C. L.; Wong Corral, F. J.; Borboa Flores, J.; Cinco Moroyoqui, F. J. 2018. Las características estructurales de los almidones y sus propiedades funcionales. CyTA - Revista de alimentación, 16(1), 1003-1017. <https://doi.org/10.1080/19476337.2018.1518343>
- Corradini, M. G. y Peleg, M. (2000). "Lubricated squeezing flow viscometry for dulce de leche (milk sweet) viscometría de extensión biaxial sin fricción de dulce de leche." Food Science and Technology International 6(4): 339-344.
- Delgado Rimas, Y. 2018. Aplicaciones de almidones nativos y modificados en la industria láctea y cárnica. Tesis de grado. Facultad de Industrias alimentarias, Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Diez Carrión, A. 2021. Obtención de pectinas mediante extracción asistida por microondas. Universidad de Valladolid. Recuperado de:  
<https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/47728/TFG-I-1892.pdf>
- Diosma, G.; Balagué, L.; Londero, A. 2025. Microbiología de la leche. Bacterias Ácido lácticas. Microbiología del agua. En: Los microorganismos y su rol en la producción agrícola-P.A. Balti-M.C.N. Saparrat (Coordinadores). La Plata, Argentina: Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad Nacional de La Plata. pp 143-164.
- Di Rienzo, J. A; Casanoves, F; Balzarini, M. G; González, L; Tablada, M; Robledo, C. W. 2015. InfoStat Software Estadístico. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- Estrada-Jasso, M. A.; Hernández-Uribe, J. P.; Paniagua-López, V. H.; Medina-Pérez, G.; Zepada-Bastida, A.; García Vázquez, L. M. 2025. Efecto de la modificación

- química dual en complejos almidón-quercetina. Publicación semestral, Boletín de Ciencias Agropecuarias del ICAP, Vol. 12, Número especial (2025) 61-66.
- Fernández, A. B. (2017). Composición, cualidades y beneficios de la leche de cabra: revisión bibliográfica. *Revista de producción animal*, 29.
- Fernández Fernández, E.; Martínez Hernández, J. A.; Martínez Suárez, V; Moreno Villares, J. M.; Collado Yurrita, L. R.; Hernández Cabria, M.; Morán Rey, F. R. 2015. Documento de Consenso: importancia nutricional y metabólica de la leche. *Nutrición Hospitalaria*, 31(1):92-101.
- FIL-IDF. 1993. Determinazione del tenore in azoto. Metodo di riferimento. N°20B. International Dairy Federation. Bruselas, Bélgica. pp 74-107.
- Frau, F., Salinas, F., Leguizamón Carate, J. N., Togo, J., Pece, N. 2023. Selección de cabras lecheras mediante control lechero y análisis multivariado en un sistema de la Agricultura Familiar. *Revista de la Facultad de Agronomía, La Plata Vol 122*. Selection of dairy goats using multivariate analysis 1-9. DOI:<https://doi.org/10.24215/16699513e124>
- García-Vaquero, M. 2023. Advances in hydrocolloids for food applications: Natural sources, bioactivity and delivery systems. *In: Food Hydrocolloids for Health. Journal ELSEVIER. Volume 4, 2023, 100172.* <https://doi.org/10.1016/j.fhfh.2023.100172>
- González, L. C. 2020. Estrategias para la modificación termo-mecánica de almidón de arroz en molino planetario de bolas por vía seca y húmeda para ampliar sus aplicaciones tecnológicas. Tesis de doctorado. Buenos Aires, Argentina: Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, departamento de industrias, UBA.
- Gutiérrez, M. G.; Salah, T.; Andueza, F.; Lugo, A. 2021. Calidad microbiológica de leche pasteurizada comercializada en supermercados de Mérida-Venezuela. *Acta Bioclinica. Volumen 11, N° 22, Julio/diciembre 2021* DOI: <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.14200553>
- IMPULSO, 2022. Dulce de leche, un producto de identidad argentina [en línea] [https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/ss\\_lecheria/industria/estado/estado.pdf](https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/ss_lecheria/industria/estado/estado.pdf).
- Jiménez Maldonado, M. I. 2016. Análisis de fragmentos de ramnogalacturonano I como inductores del mecanismo de defensa del tomate. Tesis Magister en Ciencias. Centro de investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. [https://ciad.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1006/752/1/Jim%c3%a9nez-Maldonado%20M%20I\\_MC\\_2016.pdf](https://ciad.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1006/752/1/Jim%c3%a9nez-Maldonado%20M%20I_MC_2016.pdf)
- Liao, Y. C.; Chang, C. C.; Nagarajan, D.; Chen, C. Y.; Chang, J. S. 2021. Algae-derived hydrocolloids in foods: applications and health-related issues. *Review Taylor & Francis Group: BIOENGINEERED 2021, VOL. 12, NO. 1, 3787–3801* <https://doi.org/10.1080/21655979.2021.1946359>
- Lima Rodríguez, C.; Jurado-Gámez, H.; Pazos-Moncayo, A. 2022. Evaluación de la calidad composicional, sanitaria y microbiológica de la leche en el municipio de Sapuyes, departamento de Nariño, en el año 2021. *Salud UIS. 2022; 54: e22049.* doi: <https://doi.org/10.18273/saluduis.54.e:22049>

- Llompart, M; García Jares, C.; Celeiro, M.; Dagnac, T. 2019. Extracción asistida por microondas. Encyclopedia of Analytical Science (3rd ed), aCADEMIC pRESS. 67-77. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-409547-2.14442-7>
- Maldonado Bonifaz, L. A. 2019. Efecto de diferentes concentraciones de glucosa sobre el proceso de elaboración y la calidad del dulce de leche. Tesis de grado. Facultad de ingeniería, Universidad Nacional de Chimborazo. <http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/6247/1/TESIS%20FINAL.pdf>
- Mantilla, M. R. 2020. Caracterización de pectina extraída a partir de residuos de fruta. Tesis de grado. Facultad de Ingeniería, Universidad de los Andes. <https://hdl.handle.net/1992/49095>
- Marascio, R. G., 2025. Dulce de leche de cabra repostero, con agregado de pectinas como agente texturizante, de producción agroecológica. Tesis de grado. Balcarce, Argentina: Facultad de ciencias agrarias, Universidad Nacional de Mar del Plata: 2 p.
- Martínez, G.M.; Suárez, V.H. 2018. Lechería Caprina: producción, manejo, sanidad, calidad de leche. Ediciones INTA. [https://www.academia.edu/98242409/Lecher%C3%ADa\\_caprina\\_producci%C3%B3n\\_manejo\\_sanidad\\_calidad\\_de\\_leche](https://www.academia.edu/98242409/Lecher%C3%ADa_caprina_producci%C3%B3n_manejo_sanidad_calidad_de_leche)
- Millán, Y., Méndez, A., Burguera, M., Pimentel, P., Araque, M., Ramírez, A. 2018. Determinación y detección de genes de virulencia en *Escherichia coli*, aislada en leche cruda. Revista de la Sociedad Venezolana de Microbiología 2018; Vol. 38 Núm 2. 38:58-63
- Miller, B. A., Lu, C. D. 2019. Current status of global dairy goat production: an overview. Asian-Australasian Journal of Animal Sciences. Vol. 32, No. 8:1219-1232 August 2019 <https://doi.org/10.5713/ajas.19.0253pISSN 1011-2367 eISSN 1976-5517>
- Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca (Argentina), 2019. Estado de situación de la industria láctea argentina, para la definición de políticas públicas 2019-2018. [https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/ss\\_lecheria/industria/estado/estado.pdf](https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/ss_lecheria/industria/estado/estado.pdf)
- Ministerio de Agroindustria, Subsecretaría de Alimentos y Bebidas, 2017. Protocolo de calidad para dulce de leche. [https://alimentosargentinos.magyp.gob.ar/HomeAlimentos/sello/sistema\\_protocolos/SAA012\\_Dulce\\_de\\_leche.pdf](https://alimentosargentinos.magyp.gob.ar/HomeAlimentos/sello/sistema_protocolos/SAA012_Dulce_de_leche.pdf)
- Mora Valverde, D. 2012. Small-scale production system of goat milk caramel in Costa Rica. Revista Agronomía Mesoamericana 23 (1). 151-158. Recuperado de: [https://www.researchgate.net/publication/317489111\\_Smallscale\\_production\\_system\\_of\\_goat\\_milk\\_caramel\\_in\\_Costa\\_Rica](https://www.researchgate.net/publication/317489111_Smallscale_production_system_of_goat_milk_caramel_in_Costa_Rica).
- Muñoz Almagro, N. 2015. Obtención y caracterización de pectinas modificadas mediante tratamientos químicos y físicos. Trabajo Final de Máster. Máster en química agrícola y nuevos alimentos. Universidad Autónoma de Madrid. Madrid, España.
- Muñoz Labrador, A. 2016. Caracterización de pectinas industriales de cítricos y su aplicación como recubrimientos de fresas. Trabajo Final de Máster. Máster en

química agrícola y nuevos alimentos. Universidad Autónoma de Madrid. Madrid, España.

Muñoz, Ordoñez, Francisco J. 2011. "Extracción Y Caracterización De La Pectina Obtenida a Partir Del Fruto De Dos Ecotipos De Cocona (*Solanum sessiliflorum*), En Diferentes Grados De Madurez; a Nivel De Planta Piloto.". Tesis de Maestría. Bogotá, Colombia: Facultad de Ingeniería, Departamento de Ingeniería Civil y Agrícola, Universidad Nacional de Colombia.

Muñoz Salinas, F. 2016. Comparación del perfil proteínico de la leche de cabra de tres razas (*Alpino Francés, Nubio y Criollo*) con leche bovina *Holstein*. Tesis de grado. Santiago de Querétaro, México: Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Autónoma de Querétaro.

Nuñez de Gonzales, M. 2018. LAS BONDADES PARA LA SALUD DE LA LECHE DE CABRA Y SU POTENCIAL PARA PRODUCIR ALIMENTOS FUNCIONALES. Cooperative of Agricultural Research Center, College of Agriculture and Human Sciences, Prairie View A&M University, Prairie View, Texas.

Ocampo, G. R.; Gomez A. C.; Restrepo V. D.; Cardona C. H. 2016. Estudio comparativo de parámetros composicionales y nutricionales en leche de vaca, cabra y búfala, Antioquia, Colombia. Revista Colombiana de Ciencia Animal - RECIA, vol. 8, núm. 2. Universidad de Sucre Sincelejo, Colombia. pp. 177-186.

Opiyo, A.; Kidega, K.; Okello-Uma, I.; Olum, S. 2024. Physico-chemical and microbiological quality of raw milk produced by smallholder farmers in Gulu City, Northern Uganda. Cogent Food & Agridocultura2024, Vol. 10, No. 1, 2303175. <https://doi.org/10.1080/23311932.2024.2303175>

Páez, L.; López, N.; Salas, K.; Spaldilero, A.; Verde, O. 2002. Características físico-químicas de la leche cruda en las zonas de Aroa y Yaracal, Venezuela. Científica, vol. 12, núm. 2, abril, 2002, p. 0 Instituto Politécnico Nacional Distrito Federal, México.

Palma Parodi, C. 2015. Calidad de leche y queso de cabra. Evaluación de rendimiento quesero. Tesis de grado. Tandil, Argentina: Facultad de Ciencias Veterinarias, UNCPBA.

Park, A. M.; Nelyubina, Y. V.; Novikov, V. V. 2023. Natural hydrocolloids as biocompatible composite materials for food applications. Russ. Chem. Rev., 2023, 92 (11) RCR5102. <https://doi.org/10.59761/RCR5102>

Park, Y. W. 2009. Overview of Bioactive Components in Milk and Dairy Products. In: Park, Y. W., (ed.). Bioactive Components in Milk and Dairy Products. Wiley-Blackwell Publishers; pp.3-12.

Parreidt, T. S.; Müller, K.; Schmid, M. 2018. Alginate-Based Edible Films and Coatings for Food Packaging Applications. MDPI. Review foods. Foods 2018, 7, 170; doi:10.3390/foods7100170.

Paz, R. 2006. El complejo Agroindustrial Lechero Caprino Argentino. Iniciativas para su desarrollo y mejora de la competitividad global. Revista Interdisciplinaria de Estudios Agrarios. 24 (1): 29-47.

- Peralta, G. A. 2025. Desarrollo de un postre a base de lactosuero, pectinas y miel. Integración de producciones regionales con base en economía circular. Tesis de grado. Balcarce, Argentina: Facultad de ciencias agrarias, Universidad Nacional de Mar del Plata.
- Possemato, F. A. 2019. Desarrollo de un yogur naturalmente funcional con agregado de frutas. Monografía de grado. Balcarce, Argentina: Facultad de ciencias agrarias, Universidad Nacional de Mar del Plata.
- Prakash Maran, J., Sivakumar, V., Thirugnanasambandham, K., y Sridhar, R. (2013). Optimization of microwave assisted extraction of pectin from orange peel. *Carbohydrate Polymers*, 97(2), 703-709. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2013.05.052>
- Prestes, A. A.; Helm, C. V.; Esmerino, E. A.; Silva, R.; Prudencio, E. S. 2022. Conventional and alternative concentration processes in milk manufacturing: a comparative study on dairy properties. *Food Science and Technology* 42. <https://doi.org/10.1590/fst.08822>
- Qin, Y. S.; Jiang, H.; Wang, C. F.; Cheng, M.; Wang, L. L.; Huang, M. Y.; Zhao, Q. X.; Jiang, H. H. 2021. Physicochemical and functional properties of goat milk whey protein and casein obtained during different lactation stages. *Journal of Dairy Science* Vol. 104 No. 4, 2021. Published by Elsevier Inc. and Fass Inc. *J. Dairy Sci.* 104:3936–3946 <https://doi.org/10.3168/jds.2020-19454>
- Quintana López, A. V. 2011. Caracterización fisicoquímica y nutricional de leches fermentadas de cabra. Tesis doctoral. Granada, España: Facultad de Farmacia, Departamento de Nutrición y Bromatología, Universidad de Granada.
- Ramati, S. 2020. DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD COMPOSICIONAL, HIGIÉNICA Y SANITARIA DE LA LECHE VACUNA DE CUATRO TAMBOS CON DIFERENTE ESCALA Y TECNOLOGÍA DE PRODUCCIÓN. Trabajo final. La Plata, Argentina: Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad Nacional de La Plata.
- Ramírez Camargo, E. E. 2011. Desarrollo y selección de una mezcla de hidrocoloides como agente texturizante, en el queso tipo gouda. Tesis de grado para optar al título de Magíster en Ciencia y Tecnología de Alimentos. Medellín, Colombia: Facultad de Ciencias Agropecuarias, Posgrado en Ciencia y Tecnología de Alimentos, Universidad Nacional de Colombia.
- Ramos García, M.; Romero Bastida, C.; Bautista Baños, S. 2018. Almidón modificado: Propiedades y usos como recubrimientos comestibles para la conservación de frutas y hortalizas frescas. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*. 19 (1) <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81355612003>
- Ramos Morales, E. 2006. Utilización de diversas leguminosas grano en la producción de leche de cabra. Análisis de su valor nutritivo y calidad de la leche producida. Tesis doctoral. Universidad de Granada. Facultad de Ciencias. Granada, España. 164p.

- Ramos Vera, E.; Vásquez Herrera, A. J. 2025. Evaluación fisicoquímica, microbiológica y sensorial de un dulce de leche elaborado a base de harina de tres tipos de oca (*Oxalis tuberosa*) amarilla, roja y morada. Tesis para optar al título profesional de ingeniero agroindustrial. Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial, Universidad Nacional Autónoma de Chota, Perú.
- Rodríguez Tavera, E. M. 2012. Caracterización de leches con diferentes grados de estabilidad proteica. Tesis para optar por el título de grado de Especialista en Ciencia y Tecnología de Alimentos. Facultad de Ciencias, Departamento de Química, Universidad Nacional de Colombia. Bogotá D.C., Colombia. 12p.
- Roman-Benn, A.; Contador, C. A.; Man-Wah, L.; Hon Ming, L.; Ah Hen, K.; Ulloa, P. E.; Ravanal, M. C. 2023. Pectin: An overview of sources, extraction and applications in food products, biomedical, pharmaceutical and environmental issues. Food Chemistry Advances.  
<https://doi.org/10.1016/j.focha.2023.100192>.
- Saenz Ceballos, L: 2007. Caracterización de la leche de cabra frente a la de vaca. Estudio de su valor nutritivo e inmunológico. Tesis doctoral. Universidad de Granada, Facultad de Farmacia.
- Saha, D.; Bhattacharya, S. 2010. Hydrocolloids as thickening and gelling agents in food: a critical review. AFSTI: Association of Food Scientists & Technologists (India). J Food Sci Technol (Nov–Dec 2010) 47(6):587–597 DOI 10.1007/s13197-010-0162-6
- Salvador, A.; Martínez, G.; Alvarado, C.; Hahn, M.; Pariacote, F.; Vasquez-Armijo, J. F. 2016. Características Físico Químicas y Composición de la Leche de Cabras Mestizas Canarias en Condiciones Tropicales. Revista Facultad Ciencias. Veterinarias. Producción animal. UCV. 57(1):53-60. Recuperado de: <https://ve.scielo.org/pdf/rfcv/v57n1/art06.pdf>
- Simión Siu, C. I. 2003. Influencia de la temperatura y del sorbato de potasio en la resistencia térmica de mohos en dulce de leche. Tesis presentada para obtener el grado de Magister. Universidad de Buenos Aires en el área de Bromatología y Tecnología de la Industrialización de Alimentos de la Universidad de Buenos Aires.
- Torres Ortiz, L. E. 2017. Evaluación del efecto de la adición de la pectina como estabilizante en las propiedades físicas, químicas, tecno funcionales y sensoriales del yogur batido. Tesis de grado. Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional José María Arguedas. Andahuaylas, Perú.  
<https://hdl.handle.net/20.500.14168/690>
- Tziboula Clarke, A. 2013. Goat milk. Encyclopaedia of Dairy Sciences. 2: 1270-1279.
- Valenzuela, R. E. 2020. Lácteos: nutrición y salud. En: Sánchez, Y. G.; Gutiérrez, N. M. (eds.). Hidratos de carbono presentes en la leche. Universidad Autónoma de Chihuahua, Facultad de Ciencias Químicas, Chihuahua, México. 51p.
- Vega y León, S.; Gutiérrez, R.; Díaz, G.; González, M.; Ramírez, A., et al.. Leche de cabra: producción, composición y aptitud industrial. (2010) Recuperado de:

<http://www.alfaeditores.com/carnilac/TECNOLOGIA%20Leche%20de%20cabra.html>.

Velarde, J. 2019. Pectinas en kiwi: extracción y caracterización para su utilización como aditivo en productos alimenticios. Tesis de grado. Balcarce, Argentina: Facultad de ciencias agrarias, Universidad Nacional de Mar del Plata: 43 p.

Vélez-Ruiz, J: 2018 Leche concentrada, evaporada y/o condensada. En Leches concentradas azucaradas: de la tradición a la ciencia. Capítulo 1. Editorial USC. <https://doi.org/10.35985/9789585522466>.

Vilca Fernandez, R. M. 2022. Procesamiento de Productos Lácteos a base de Leche de Cabra como Reforzante Nutricional. Trabajo monográfico. Pisco-Ica, Peru: Facultad de Ingeniería Pesquera y de Alimentos, Universidad Nacional "San Luis Gonzaga".

Villaruel, P.; Gómez, C.; Vera, C.; Torrez, J. 2018. Almidón resistente: Características tecnológicas e intereses fisiológicos. Artículo de revisión. Rev Chil Nutr 2018; 45(3): 271-278 <https://www.scielo.cl/pdf/rchnut/v45n3/0717-7518-rchnut-45-03-0271.pdf>

Wu, X.; Prasad, A. 2025. Conformational stability of homogalacturonan pectin in water and dry environments: A molecular dynamics study. MRS Advances (2025) 10:1773–1777 <https://doi.org/10.1557/s43580-025-01398-2>