



XVIII CONGRESO ARGENTINO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

IX SIMPOSIO INTERNACIONAL DE NUEVAS TECNOLOGÍAS

VII SIMPOSIO LATINOAMERICANO SOBRE HIGIENE Y CALIDAD DE ALIMENTOS

V SIMPOSIO DE INNOVACIÓN EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

Libro de trabajos completos

XVIII CONGRESO ARGENTINO DE CIENCIA
Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

XVIII CyTAL[®] 2023

Innovación, sustentabilidad y productividad
en la transformación del sistema alimentario



Asociación Argentina
de Tecnólogos Alimentarios



FACULTAD DE INGENIERÍA
Y CIENCIAS AGRARIAS



Agencia I+D+i

Libro de trabajos completos XVIII Congreso Argentino de Ciencia y Tecnología de Alimentos XVIII CyTAL® 2023 / Stella Maris Alzamora, María del Pilar Buera, Ricardo Castellano, Paula Sol Pok, Silvia Mónica Raffellini, Emilia Elisabeth Raimondo, Susana Emilia Socolovsky, Sergio Ramón Vaudagna, Susana Leontina Vidales, Angela Zuleta

1a ed compendiada. - Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Asociación Argentina de Tecnólogos Alimentarios - AATA, 2024.

Libro digital, PDF

Archivo Digital: descarga y online

ISBN 978-987-47615-4-5

1. Tecnología de los Alimentos. I. Alzamora, Stella Maris [et al.].

CDD 641.3002

ISBN 978-987-47615-4-5



1051. DESARROLLO DE QUESOS FRESCOS CON DIFERENTES FERMENTOS COMERCIALES: ESTUDIO FÍSICOQUÍMICO, DE TEXTURA Y SENSORIAL

Vénica, Claudia I.¹; Vélez, M. Ayelén¹; Pavón, Yanina²; Bergamini, Carina V.¹; Caballero, M. Soledad¹; Pozza, Leila¹; Spotti, M. Laura³; Quintero Cerón, Juan P.³; Perotti, M. Cristina¹

1. Instituto de Lactología Industrial (INLAIN-UNL/CONICET). Facultad de Ingeniería Química. Santiago del Estero 2829 – S3000AOM Santa Fe, Santa Fe, Argentina.
2. Universidad Nacional de Rafaela, Bv. Roca 989, CP 2300, Rafaela, Santa Fe, Argentina.
3. Instituto de Tecnología de los Alimentos (FIQ-UNL). Facultad de Ingeniería Química. Santiago del Estero 2829 – S3000AOM Santa Fe, Santa Fe, Argentina

E-mail: mvelez@fiq.unl.edu.ar, clauvenica@fiq.unl.edu.ar

RESUMEN

Los quesos frescos tienen un interés económico creciente, además de consumirse como tal, se emplean en la preparación de alimentos. Presentan un aroma suave, ligeramente ácido, lácteo, con ausencia de amargor y textura cremosa. La producción de ácido láctico por parte de los fermentos tiene efectos positivos sobre la formación de la cuajada e iniciación de la textura y flavor del queso; sin embargo, el perfil de fermentación (carbohidratos y de ácidos orgánicos) es cepa-dependiente. Además, los fermentos en combinación con el coagulante influyen sobre la proteólisis impactando en el desarrollo de textura y flavor. En este trabajo se evaluó la influencia de tres fermentos comerciales, un mesófilo (M, *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* y *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris*) y dos termófilos (T1, *Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, y T2, *S. thermophilus*), sobre las propiedades fisicoquímicas (pH, acidez, composición), perfil de carbohidratos y ácidos orgánicos (HPLC-IR-UV), recuentos microbianos (bacterias lácticas totales -BAL-, mohos y levaduras), microestructura (microscopía confocal), capacidad de retención de agua, perfil de textura (elasticidad, cohesividad, gomosidad, adhesividad) y propiedades sensoriales (análisis descriptivo cuantitativo con panel entrenado) de los quesos, almacenados 21 días/5 °C. Se realizaron seis réplicas de elaboración. La composición fue similar en todos los quesos: se caracterizaron como magros (21,8±0,5% grasa en extracto seco), y los contenidos de proteína y humedad (g/100g) fueron 8,4±0,1 y 70,6±0,1, respectivamente. Los valores de pH (4,9±0,1) y acidez (130,8±7,5°D) también fueron similares. Los recuentos de BAL superaron 10⁸ UFC/g en todos los productos, y no se detectaron mohos y levaduras. En las imágenes de microestructura, analizadas visualmente, los quesos M presentaron una estructura más continua e interconectada que T1 y T2. La retención de agua fue superior al 89%, y no se encontraron diferencias entre ellos. Los quesos T1 y T2 presentaron niveles de lactosa similares y menores a M. La galactosa fue mayor en T1 y T2 que en M. T1 y T2 tuvieron similar nivel de ácido orótico y mayor a M y el ácido hipúrico fue menor en M seguidos por T1 y T2. Los ácidos cítrico y láctico mostraron niveles semejantes en todos los quesos. Los quesos presentaron valores similares en los parámetros de textura. El panel entrenado encontró mayor intensidad de olor fermentado lácteo y firmeza en el queso M, seguido de T2 y T1. El queso M presentó menor color y

el T2 menor brillo comparado a los demás. La pasta del producto resultó más homogénea en M y T1 que en T2. Se observó mayor presencia de partículas pequeñas en T2, dando un aspecto visual arenoso, que luego no se observó en boca. El gusto ácido fue mayor en T1, mientras que el flavor fermentado lácteo fue menor en esta muestra. No hubo diferencias en la untabilidad. Los fermentos comerciales ensayados presentaron propiedades fisicoquímicas y de formación de textura adecuadas; cada uno de ellos produjo un perfil de fermentación diferente que otorgó propiedades sensoriales distintivas, lo cual contribuiría al diseño de productos a medida según los intereses de los consumidores.

Palabras clave: reometría, ácidos orgánicos, carbohidratos, microscopía confocal, análisis sensorial.

1. Introducción

El queso es un alimento milenario presente en la nutrición diaria de todas las sociedades y se destaca por ser una excelente fuente de nutrientes. En particular, los quesos de muy alta humedad tienen un interés económico creciente, ya que no sólo se consumen como tal en diferentes ocasiones, sino también se pueden emplear en la preparación de alimentos. Estos quesos tienen una humedad mayor a 55% (según la legislación argentina) y se caracterizan por un aroma suave, ligeramente ácido, lácteo, con ausencia de amargor y textura cremosa (CAA, Cap. VIII, 2023). En Argentina, se ha observado un incremento en la producción de estos quesos, de 15.803 ton en el año 2015 hasta 57.000 ton en 2022 (SAGyP, 2023), lo que motivó a una diversificación de la oferta con la aparición de productos con nuevos sabores, aromas y textura.

Los cultivos de bacterias ácido lácticas (BAL) que se emplean para la producción de quesos y que son capaces de fermentar la lactosa, pueden ser de diferentes géneros, entre ellos *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* y *Lactobacillus helveticus* (termófilos, temperatura óptima de 42 °C) y *Lactococcus lactis* y *Leuconostoc* spp. (mesófilos, temperatura óptima de 30 °C). Su función es mejorar la vida útil y la seguridad microbiana, mejorar la textura y contribuir al perfil sensorial del producto final (Picon, 2018). La producción de ácido láctico por parte de las BAL tiene efectos positivos sobre la formación de la cuajada e iniciación de la textura y flavor del queso y sobre su seguridad; sin embargo, el perfil de fermentación (carbohidratos y ácidos orgánicos) es cepa-dependiente. Las cepas y la dosis en la que se incorporan a los quesos influyen en el proceso de fermentación y en las características finales de los productos. Asimismo, los fermentos utilizados en combinación con el coagulante intervienen sobre la proteólisis impactando en el desarrollo de textura y flavor (Kilcawley y O'Sullivan, 2018).

En este trabajo se evaluó la influencia de tres fermentos comerciales sobre las propiedades fisicoquímicas (pH, acidez, composición), perfil de carbohidratos y ácidos orgánicos, recuentos microbianos, microestructura, capacidad de retención de agua, perfil de textura y propiedades sensoriales de los quesos.

2. Materiales y métodos

2.1. Materiales

Los ingredientes para la elaboración de queso fueron: leche en polvo entera (LPE) (La Sibila, Entre Ríos, Argentina), leche en polvo descremada (LPD) (Ilolay, Argentina), gelatina (Mondelez Argentina S.A., Argentina), sal fina (Tresal, Haidar y Cia. S.R.L., Argentina), concentrado de proteínas de suero (WPC35) (Milkaut S. A., Argentina), pectina cítrica (Saporiti S. A., Argentina), el almidón, goma guar y sorbato de potasio fueron provistos por López Ingeniería (Argentina). Los fermentos comerciales fueron dos termófilos (T1) *Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* y (T2) *S. thermophilus*, y un mesófilo (M) *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* y *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris* (Chr. Hansen, Dinamarca).

2.2. Elaboración de queso

Los quesos frescos untables se elaboraron a escala laboratorio siguiendo el protocolo de Lemes y col. (2016) con modificaciones. La leche base se preparó mezclando los ingredientes en polvo, se trató en un agitador a alta velocidad y se distribuyó en tres alícuotas en frascos de vidrio (500 g). Los frascos conteniendo la mezcla se sometieron a un tratamiento térmico (77 °C/30 seg.), se enfriaron a la temperatura adecuada para cada fermento y se inocularon individualmente: 42,5 °C para T1 y T2 y 27,0 °C para M. Las fermentaciones se llevaron a cabo hasta que el pH alcanzó un valor de $5,3 \pm 0,1$. Finalmente, los quesos se enfriaron y almacenaron a 5 °C durante 21 días. Se realizaron análisis de pH, acidez titulable (AT), composición global (grasa, proteínas, humedad), recuento microbiológico, perfil de carbohidratos y ácidos orgánicos, capacidad de retención de agua (CRA), perfil de textura y microestructura a los 21 días. Los quesos se elaboraron por duplicado en 3 días diferentes, obteniendo 6 réplicas de cada queso fresco untable. Siguiendo el mismo protocolo, se realizó una elaboración para realizar el análisis sensorial con panel entrenado a los 21 días.

2.3. Determinaciones analíticas

Composición fisicoquímica: el pH y AT se midieron sobre una muestra (10 g) diluida en agua destilada (1:1) con un titulador automático (pH Stat 902, electrodo porolyte,

Titrande, 800 Dosino, software Tiamo 2.5, Metrohm, Suiza). La titulación se realizó con solución de NaOH 0,11 N hasta pH 8,3 y la AT se expresó en grados Dornic ($1^{\circ}\text{D} = 0,01$ g ácido láctico/100 g de muestra) (Pereira de Andrade y col., 2023). Los contenidos de proteínas, sólidos totales y materia grasa se determinaron con métodos normalizados.

Recuentos microbiológicos: se realizaron diluciones decimales de la muestra de queso en agua de peptona de caseína 0,1% (p/v) estéril (Microquim, Argentina) y las diluciones apropiadas se sembraron en diferentes medios. Para el recuento de BAL se sembró 0,1 mL en superficie en placas de agar leche descremada (APC-leche) y se incubaron por 48 h a 37 °C o 30 °C según si se utilizó para la elaboración del queso fermento termófilo o mesófilo, respectivamente. Para hongos y levaduras se sembró 1 mL en profundidad en agar cloranfenicol dextrosa (glucosa) extracto de levadura y se incubó a 25 °C durante 5 días.

Capacidad de retención de agua (CRA): se determinó por pesada (g) del suero liberado (S) luego de la centrifugación de la muestra de queso (Q) en condiciones estandarizadas (5000 g/20 °C/10 min.) (Portaghi y col., 2023).

Carbohidratos y ácidos orgánicos por HPLC-IR-UV: se determinó según Vénica y col. (2015), utilizando un sistema HPLC de intercambio iónico marca Perkin Elmer (USA), provisto de una columna Aminex HPX-87H (300 mm x 7,8 mm) y un guardacolumna Aminex Cation-H⁺ (30 mm x 4,6 mm) (Aminex, Biorad Laboratories, USA). Los resultados se expresaron en g/100 g para los carbohidratos y en mg/100 g para los ácidos orgánicos.

Microestructura: se observó en un microscopio láser confocal de barrido invertido (CLSM Leica, USA) según Sołowiej y col. (2015) con modificaciones. Para teñir las proteínas se colocó una gota de rodamina B (0,01% en agua) en 0,5 g de muestra y una pequeña porción se colocó en portaobjetos y se observó a 40X.

Perfil de textura por penetración: se realizó de acuerdo a lo descrito en Mudgil y col. (2017). Se realizaron dos ciclos de penetración con una sonda cilíndrica de 17,2 mm de diámetro a un nivel de deformación del 30% (con respecto a la altura inicial de la muestra), utilizando una máquina Universal de ensayos (modelo 3344, INSTRON Corp., Norwood, USA). Las muestras estaban contenidas en recipientes de 60 mm de alto por 35 mm de diámetro, conteniendo una altura de 30 mm, previamente estabilizadas a 10 °C. Se utilizó una fuerza de contacto de 0,05 N, a una velocidad de 1 mm/s y un tiempo de espera entre el primer y el segundo ciclo de 5 s. A partir de la curva fuerza-tiempo se obtuvieron los siguientes parámetros: dureza (N) (fuerza máxima en el primer ciclo de

compresión); cohesividad (adimensional) (relación del área positiva del segundo ciclo de compresión sobre el área positiva del primer ciclo), adhesividad (J) (área negativa luego del primer ciclo de compresión) y gomosidad (N) (producto de la dureza por la cohesividad). Los ensayos se realizaron por duplicado.

Análisis sensorial: se realizó un análisis descriptivo cuantitativo (QDA por sus siglas en inglés) con un panel de 8 evaluadores previamente seleccionados (2 hombres y 6 mujeres, entre 34 y 58 años). Durante las sesiones de entrenamiento, los evaluadores se reunieron grupalmente y, por consenso, se generó la lista de descriptores y definió su forma de evaluación. Para ello, se utilizaron 2 muestras experimentales y 1 muestra comercial de quesos untables, de manera de establecer referencias y anclajes de las escalas a utilizar. La lista de descriptores y su definición se observa en la **Tabla 1**. Posteriormente, en sesiones individuales y bajo condiciones estandarizadas, se evaluaron los tres tipos de quesos. Cada evaluador marcó la intensidad percibida de cada atributo en escalas lineales no estructuradas de 10 cm ancladas en los extremos (1 y 9). Las muestras se presentaron refrigeradas y codificadas (3 dígitos aleatorios). Los análisis se realizaron por duplicado.

2.4. Análisis estadístico

Los datos se procesaron mediante ANOVA de una vía para detectar diferencias entre los diferentes fermentos ($p < 0,05$). Se realizó el test de Tukey para comparar las medias cuando se detectaron diferencias ($p < 0,05$). Para el análisis sensorial se utilizó el test de Mínima Diferencia Significativa (LSD). Se empleó el software SPSS 10.0 (SPSS Inc., USA).

Tabla 1. Lista de descriptores, definición y anclajes de las escalas utilizadas en el ensayo QDA.

Descriptor	Definición	Anclajes
Olor fermentado lácteo	Intensidad de olor característico de una fermentación láctica.	1 = casi nada 9 = mucho
Firmeza	Fuerza necesaria para deformar el producto con una cuchara.	1 = casi nada (tipo yogur batido) 9 = mucho (tipo queso Finlandia)
Untabilidad	Fuerza necesaria para esparcir el producto con un cuchillo sobre un soporte (masita sin sal).	1 = casi nada (tipo manteca fría) 9 = mucha (tipo crema)
Color	Intensidad del tono (ver sobre la superficie esparcida).	1 = blanco 9 = amarillento (leche cruda)
Brillo	Intensidad con que la luz se ve reflejada en el producto (ver sobre la superficie esparcida).	1 = opaca 9 = muy brillante
Homogeneidad de la pasta	Grado de uniformidad de la superficie esparcida del producto (presencia de grumos/ partículas indican pasta menos uniforme).	1 = casi nada homogénea 9 = muy homogénea
Gusto ácido	Intensidad del gusto ácido.	1 = casi nada; 9 = mucho
Flavor fermentado lácteo	Intensidad de las sensaciones de gusto y aroma características de un producto lácteo fermentado	1 = casi nada 9 = mucho

3. Resultados y discusión

3.1. Composición fisicoquímica, capacidad de retención de agua y microbiología

Los valores de proteínas, materia grasa y humedad, pH, AT y CRA se muestran en la **Tabla 2**. Todos los parámetros evaluados fueron similares entre los quesos. Los contenidos promedios para proteínas, grasa y humedad fueron 8,4, 6,4 (21,8% grasa en extracto seco) y 70,6 g/100g, respectivamente. Según lo establecido en la legislación argentina (CAA, Cap XIII, art. 605, 2023) los productos se encuadran dentro de la denominación de quesos de muy alta humedad (humedad mayor a 55,0%) y magros (10,0 - 24,9%). En cuanto al pH y la AT, no se detectaron diferencias significativas, el rango fue de 4,8-5,0 y de 122,4-137,1 °D respectivamente. La reducción del pH y el aumento de la acidez durante la fermentación y almacenamiento puede depender del fermento utilizado (Bekele y col., 2019). La CRA es una medida indirecta de la sinéresis (expulsión o separación de suero por contracción espontánea de la matriz proteica), a mayor capacidad de retención de agua, menor sinéresis. La sinéresis es considerada un defecto que afecta negativamente la calidad del producto y percepción del consumidor. La CRA fue superior al 89% en todos los quesos y no se encontraron diferencias entre ellos. Los recuentos de BAL fueron menores en los quesos T1 ($8,75 \pm 0,14$ log UFC/g) que en los quesos T2 ($9,03 \pm 0,16$ log UFC/g) y M ($9,04 \pm 0,07$ log UFC/g) y no se detectaron mohos y levaduras. Los valores obtenidos en este trabajo fueron diferentes a los reportados por Lemes y col. (2017) para quesos de muy alta humedad elaborados con *S. thermophilus* and *Lb. delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, quienes encontraron menores valores de pH (4,4-4,6) y de proteínas (5,4-7,4%), mayores valores de humedad (72-74%) y de CRA (>95%). Esta variación también puede deberse a las diferencias en la composición de la leche base y en la cinética de fermentación. Por otro lado, Bekele y col. (2019) encontraron diferencias entre los quesos frescos (leche de camella) elaborados con cinco fermentos comerciales (mesófilos, termófilos y mezclas) en los diferentes parámetros fisicoquímicos que analizaron, lo que estuvo relacionado con variaciones en los porcentajes de humedad (56,6-65,2%).

Tabla 2. Composición global (g/100 g), pH, acidez titulable (AT, °D) y capacidad de retención de agua (CRA, %) de los quesos a los 21 días (5 °C).

Queso	Proteína	Grasa	Humedad	pH	AT	CRA
T1	8,4±0,2	6,3±0,6	70,7±0,3	4,96±0,05	133±7	92±5
T2	8,5±0,1	6,4±0,4	70,5±0,3	4,9±0,2	137±9	89±4
M	8,5±0,1	6,6±0,4	70,6±0,2	5,0±0,2	122±15	96±3

No hubo diferencias significativas entre los quesos ($p > 0,05$). Quesos elaborados con los fermentos *S. thermophilus* y *Lb. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* (T1), *S. thermophilus* (T2), y *Lc. lactis* subsp. *lactis* y *Lc. lactis* subsp. *cremoris* (M).

3.2. Perfiles de carbohidratos y ácidos orgánicos

Los carbohidratos y ácidos orgánicos que se encuentran en los quesos, además de provenir de los ingredientes utilizados, son también el resultado del metabolismo de las BAL que consumen la lactosa y generan principalmente ácido láctico. Los valores de carbohidratos y de ácidos orgánicos de los quesos se observan en la **Tabla 3**. El efecto de los fermentos sobre los perfiles de carbohidratos y ácidos orgánicos fue variable. La concentración de lactosa fue menor en los quesos T1 y T2 comparado a M, y el comportamiento de la galactosa fue inverso, menor en M que en T1 y T2. Esto se debe a que las cepas *Lc. lactis* que contiene el fermento M consumieron la galactosa, mientras que las cepas de los fermentos termófilos no fueron capaces de metabolizarla. Está ampliamente reportado que la mayoría de las cepas de *Lc. lactis* utilizadas en la industria láctea pueden utilizar la galactosa mientras que las de *S. thermophilus* no pueden metabolizarla y la excretan al medio (Hou y col., 2017; Iskandar y col., 2019).

Los ácidos láctico y cítrico fueron los mayoritarios y presentaron similares valores entre los quesos. Los ácidos orótico e hipúrico fueron menores en M comparados a los quesos con fermentos termófilos. En general, los valores obtenidos fueron superiores a aquellos reportados por Vénica y col. (2020) para quesos untables (frescos y procesados) comerciales. Estos autores también reportaron una amplia variabilidad entre las muestras analizadas, que lo atribuyeron a la falta de estandarización en el proceso tecnológico (ingredientes, fermentos, procedimientos) y a los diferentes tiempos de conservación de los quesos en los comercios de venta.

Tablas 3. Concentraciones de carbohidratos y ácidos orgánicos de los quesos.

Queso	Carbohidratos (g/100g)		Ácidos orgánicos (mg/100 g)			
	Lactosa	Galactosa	Láctico	Cítrico	Orótico	Hipúrico
T1	9,6 ±0,1 ^b	1,15±0,08 ^a	1589 ±117 ^a	553±12 ^a	15,1±0,9 ^a	0,8±0,4 ^b
T2	9,8 ±0,2 ^b	1,08±0,08 ^b	1588±163 ^a	564±13 ^a	14,8±0,5 ^a	4,7±0,3 ^a
M	10,8±0,4 ^a	0,09±0,01 ^c	1670±106 ^a	557±15 ^a	12,5±0,9 ^b	ND

ND: no detectado. ^{a,b} Para cada compuesto, diferentes superíndices indican diferencias significativas. Quesos elaborados con los fermentos *S. thermophilus* y *Lb. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* (T1), *S. thermophilus* (T2), y *Lc. lactis* subsp. *lactis* y *Lc. lactis* subsp. *cremoris* (M).

3.3. Microestructura

Las micrografías por microscopía confocal de barrido se observan en la **Figura 1**. Se puede ver la red proteica típica en este tipo de productos. Particularmente, los quesos M presentaron una estructura más continua e interconectada que los quesos T1 y T2, para los cuales se observan agregados de mayor tamaño.

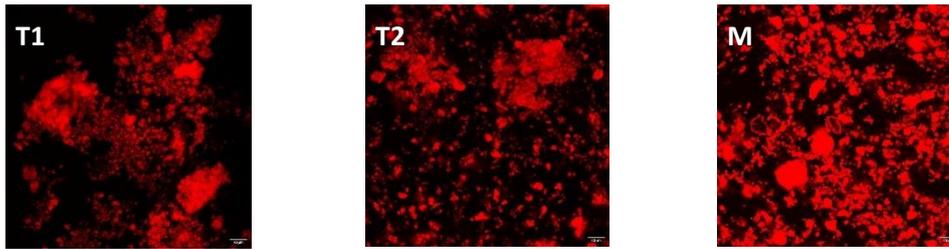


Figura 1. Micrografías por microscopía confocal de barrido. En rojo se observan los agregados proteicos. Quesos elaborados con los fermentos *S. thermophilus* y *Lb. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* (T1), *S. thermophilus* (T2), y *Lc. lactis* subsp. *lactis* y *Lc. lactis* subsp. *cremoris* (M).

3.4. Perfil de textura

Las curvas del análisis de perfil de textura se encuentran en la **Figura 2**, y los parámetros se pueden observar en la **Tabla 3**.

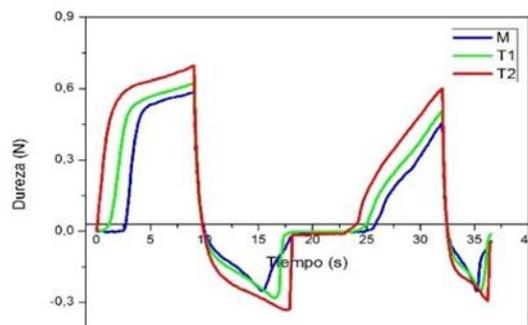


Figura 2. Carga de compresión en función del tiempo de los quesos a los 21 días (5 °C). Quesos elaborados con los fermentos *S. thermophilus* y *Lb. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* (T1), *S. thermophilus* (T2) y *Lc. lactis* subsp. *lactis* y *Lc. lactis* subsp. *cremoris* (M).

Tabla 3. Parámetros de textura de los quesos a los 21 días (5 °C).

Queso	Dureza (N)	Cohesividad	Adhesividad (J)	Gomosidad (N)
T1	0,7±0,1	0,50±0,02	2,3±0,8	0,36±0,05
T2	0,9±0,3	0,5±0,1	2,3±0,5	0,38±0,05
M	0,9±0,4	0,46±0,04	1,7±0,7	0,4±0,1

No hubo diferencias significativas entre los quesos ($p > 0,05$). Quesos elaborados con los fermentos *S. thermophilus* y *Lb. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* (T1), *S. thermophilus* (T2), y *Lc. lactis* subsp. *lactis* y *Lc. lactis* subsp. *cremoris* (M).

Los diferentes fermentos ensayados no afectaron los parámetros de textura y todos los quesos presentaron valores similares. Nuestros resultados fueron diferentes a los reportados por Bekele y col. (2019), quienes encontraron diferencias entre los quesos y lo atribuyeron a que los mismos presentaron diferente contenido de humedad (57-66%); un menor contenido de humedad se asoció a una mayor resistencia a la deformación. En nuestro estudio todos los quesos tuvieron la misma humedad.

3.5. Análisis sensorial

En la **Figura 3** se muestra el perfil sensorial descriptivo cuantitativo de los quesos. Los descriptores de olor fermentado lácteo y firmeza fueron de mayor intensidad ($p < 0,05$) en los quesos M, seguidos de T2 y por último T1. La untabilidad fue similar y muy buena en todos los quesos, ya que se esparcieron con facilidad sobre la superficie de la galletita. En cuanto al color, el queso T1 tuvo una tonalidad más amarillenta ($p < 0,05$) comparada con T2 y M. Se observó menos brillo en la muestra T2 comparada a los demás quesos. La pasta del producto fue más homogénea ($p < 0,05$) en M y T1, en T2 se observó mayor presencia de partículas pequeñas que daban un aspecto visual granuloso al producto, pero que luego no se observó en la boca. El mayor gusto ácido fue detectado en la muestra T1 ($p < 0,05$) y no se diferenciaron entre T2 y M. El flavor fermentado lácteo fue mayor en M ($p < 0,05$), seguido por T2 y T1.

Las variaciones en los parámetros sensoriales podrían atribuirse a las propiedades y características inherentes de los fermentos empleados, ya que cada uno de ellos pone en juego su paquete enzimático para la producción de diferentes compuestos otorgándole características distintivas (Bekele y col. 2019).

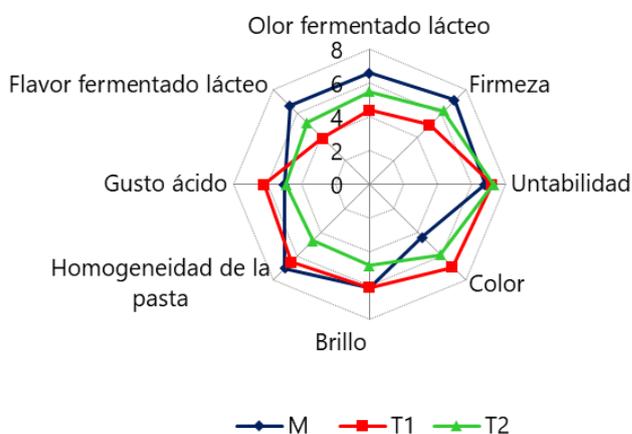


Figura 3: Gráfico de araña obtenido a partir del análisis de los descriptores sensoriales evaluados. Quesos elaborados con los fermentos *S. thermophilus* y *Lb. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* (T1), *S. thermophilus* (T2), y *Lc. lactis* subsp. *lactis* y *Lc. lactis* subsp. *cremoris* (M).

4. Conclusiones

Los resultados ponen de manifiesto que los tres fermentos fueron adecuados para la elaboración de quesos frescos. La composición y perfil de textura fueron similares en todos los productos, a pesar de que se observó una microestructura más continua en el queso elaborado con el fermento mesófilo comparativamente a aquellos elaborados con

los termófilos. La mayoría de los descriptores sensoriales evaluados presentaron diferencias entre los quesos, lo cual podría deberse a las diferencias en los perfiles de fermentación y a las actividades metabólicas inherentes de cada fermento que aportan características distintivas a los productos. Futuros estudios deberán realizarse para profundizar en el estudio del perfil de compuestos volátiles y análisis sensoriales con consumidores lo cual permitiría caracterizar en profundidad el impacto de los fermentos en los perfiles de flavor y seleccionar el fermento que presente mayor aceptabilidad.

5. Agradecimientos

El trabajo fue financiado con los proyectos PICT2020-SerieA-01506; CAI+D2020 UNL °N097, PIP2020 N°01216 y PIBAA 1151CO. Los autores agradecen a las empresas Milkaut S. A., Chr. Hansen, Saporiti S. A. y López Ingeniería, quienes suministraron algunas de las materias primas.

6. Referencias

- Bekele, B., Hansen, E. B., Eshetu, M., Ipsen, R., Hailu, Y. (2019). Effect of starter cultures on properties of soft white cheese made from camel (*Camelus dromedarius*) milk. *Journal of Dairy Science*, 102 (2), 1108-1115.
- CAA (Código Alimentario Argentino, ANMAT) (2023). Capítulo VIII: alimentos lácteos. <https://www.argentina.gob.ar/anmat/codigoalimentario>.
- Hou J., Hannon J. A., McSweeney P.L.H., Beresford T. P., Guinee T. P. (2017). Effect of galactose metabolising and non-metabolising strains of *Streptococcus thermophilus* as a starter culture adjunct on the properties of Cheddar cheese made with low or high pH at whey drainage. *International Dairy Journal*, 65, 44-55.
- Iskandar, C. F., Cailliez-Grimal, C., Borges, F., Revol-Junelles, A.-M. (2019). Review of lactose and galactose metabolism in Lactic Acid Bacteria dedicated to expert genomic annotation. *Trends in Food Science & Technology*, 88, 121-132.
- Kilcawley, K., O'Sullivan, M. (2018). Cheese flavour development and sensory characteristics. En: *Global cheesemaking technology. Cheese quality and characteristics*. Papademas, P., Bintsis, Ed. T. pp 45-70. John Wiley & Sons, Ltd. Singapur.
- Lemes, A.C., Pavón, Y., Lazzaroni, S., Rozycki, S., Brandelli, A., Kalil, S.J. (2016). A new milk-clotting enzyme produced by *Bacillus* sp. P45 applied in cream cheese development. *LWT - Food Science and Technology* 66, 217-224.
- Mudgil, D., Barak, S., Khatkar B. S. (2017). Texture profile analysis of yogurt as influenced by partially hydrolyzed guar gum and process variables. *Journal of Food Science and Technology*, 54(12), 3810-3817.
- Pereira de Andrade, D., Carvalho Bastos, S., Lacerda Ramos, C., Aparecida Simões, L., de Andrade Teixeira Fernandes, N., Alvarenga Botrel, D., Magnani, M., Freitas Schwan, R., Ribeiro Dias, D. 2023. Microencapsulation of presumptive probiotic bacteria CCMA 0359: Technology and potential application in cream cheese *International Dairy Journal*, 143, 105669.
- Picon, A. (2018). Cheese microbial ecology and safety. En: *Global cheesemaking technology. Cheese quality and characteristics*. Papademas, P., Bintsis, T. Ed. pp 71-99. John Wiley & Sons, Ltd. Singapur.
- Portaghi, J., Heshmati, A., Taheri, M., Ahmadi, E., Khaneghag, A. 2023. Effect of basil seed and xanthan gum on physicochemical, textural and sensory characteristics of low-fat cream cheese. *Food Science and Nutrition*, 00, 1-13.
- SAGyP (Secretaría de Agricultura Ganadería y Pesca, Ministerio de Economía Argentina) (2023). https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/ss_lecheria/estadisticas/_02_industrial/index.php.
- Solowiej, B., Glibowski, P., Muszyński, S., Wydrych, J., Gawron, A., Jeliński, T. (2015). The effect of fat replacement by inulin on the physicochemical properties and microstructure of acid casein processed cheese analogues with added whey protein polymers. *Food Hydrocolloids*, 44, 1-11.
- Vénica, C., Bergamini, C., Rebecchi, S., Perotti, M. (2015). Galacto-oligosaccharides formation during manufacture of different varieties of yogurt. Stability through storage. *LWT - Food Science and Technology*, 63, 198-205.
- Vénica, C., Wolf, V., Bergamini, C., Perotti, M. (2020). Effect of the incorporation of β -galactosidase in the GOS production during manufacture of soft cheese. *Food Research International*, 137, 109654.