

## Calidad microbiológica del queso curado artesanal elaborado con leche cruda de cabra producido en España

Bonilla-Luque, O. M.<sup>1</sup>, Possas, A.<sup>1</sup>, Valero, A.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Veterinaria. Universidad de Córdoba. Campus Universitario de Rabanales s/n. Dpto. Bromatología y Tecnología de los Alimentos. Edificio Charles Darwin Planta sótano. Ctra. Madrid-Cádiz Km 396A, 14071, Córdoba, España. Correo: v32boluo@uco.es

**Palabras clave:** maduración del queso, bacterias ácido-lácticas, aerobios mesófilos totales, seguridad alimentaria.

### Introducción

El queso es uno de los productos fermentados más consumidos a nivel mundial. De forma particular, en las últimas décadas ha habido un aumento de la demanda en el consumo de quesos de elaboración artesanal ante un mayor interés general por la comida tradicional así como el auge del comercio de proximidad [1]. La diversidad microbiana de materias primas afecta a las características bioquímicas y sensoriales de los quesos artesanales elaborados con leche cruda, influyendo sobre las propiedades nutricionales y organolépticas de los quesos de elaboración artesanal. Dichas propiedades aportan una identidad propia al producto, aunque su variabilidad suponga una desventaja frente a productos finales estandarizados e industrializados.

Los objetivos de este estudio fueron: i) realizar la caracterización microbiológica de la leche cruda de cabra utilizada para la elaboración de queso artesanal curado de cabra, así como la caracterización microbiológica del producto final; ii) relacionar las características microbiológicas de la materia prima con las características del queso artesanal de cabra curado, y iii) interpretar la variabilidad microbiológica entre muestras de leche y queso de un mismo lote y entre diferentes lotes de producción.

### Metodología

Los análisis microbiológicos se realizaron en muestras de leche de cabra (n=5) y queso curado (n=5) pertenecientes a tres lotes distintos, obtenidos en una fábrica de quesos de pequeña escala de producción ubicada Málaga, España. Las muestras de queso analizadas pertenecieron a lotes con diferentes tiempos de maduración (61, 114 y 134 días). Las muestras de leche fueron recogidas a su llegada a fábrica en frascos de estériles de 30 mL, tras verificar el cumplimiento de los parámetros de calidad a la recepción (control organoléptico, acidez y temperatura menor a 10 °C). Tanto las muestras de leche como las muestras de queso se conservaron bajo refrigeración (5 °C) previo a la realización de los análisis microbiológicos.

Los análisis se llevaron a cabo mediante métodos microbiológicos convencionales para la cuantificación de microorganismos aerobios mesófilos totales (AMT), bacterias ácido-lácticas (BAL), coliformes totales, mohos y levaduras y *Staphylococcus* spp. de acuerdo con las normas ISO establecidas para enumeración de cada grupo microbiano. Paralelamente, se monitorizaron las características fisicoquímicas de los productos, concretamente el pH y la actividad de agua ( $a_w$ ).

### Resultados y Discusión

Los resultados de los análisis microbiológicos para los tres lotes diferentes de leche cruda (Tabla 1) indicaron una concentración de BAL entre los  $6.30 \pm 0.06$  y  $5.40 \pm 0.13$  log<sub>10</sub> ufc/mL. Los niveles de AMT, mohos y levaduras y *Staphylococcus* spp. también presentaron variaciones entre diferentes lotes. Los resultados de AMT y mohos y levaduras oscilaron entre los  $8.59 \pm 0.16$  y  $6.06 \pm 0.15$ , y entre los  $6.85 \pm 0.03$  y  $4.08 \pm 0.05$  log<sub>10</sub> ufc/mL, respectivamente.

La variabilidad en la calidad microbiológica de la leche cruda deriva de diferentes factores tales como procesos de ordeño, tipo de estabulamiento, tipo de producción (convencional o ecológica) y estación del año [2]. Los resultados para AMT para leche cruda de cabra obtenidos por Tornadijo et al., [3] se encontraron en una media de entre  $6.72 \pm 0.15$  y  $7.55 \pm 0.44$  log<sub>10</sub> ufc/mL dependiendo de la estacionalidad. En el estudio de Kondyli et al., [4] los recuentos fueron inferiores y se encontraron entre los 6.05 y 6.14 log<sub>10</sub> ufc/mL. Los resultados obtenidos en este estudio están de acuerdo con los resultados de estudios realizados por otros autores, excepto para el lote 3, posiblemente como consecuencia de manipulación de la leche en condiciones inadecuadas de higiene o insuficiente refrigeración tras el ordeño [3].

**Tabla 1.** Resultados microbiológicos para muestras de leche (n=5) de tres lotes diferentes.

Lote	AMT (log <sub>10</sub> ufc/mL)	Coliformes totales (log <sub>10</sub> ufc/mL)	Staphylococcus spp. (log <sub>10</sub> ufc/mL)	BAL (log <sub>10</sub> ufc/mL)	Mohos y levaduras (log <sub>10</sub> ufc/mL)
I	> 3.48 ± 0.00	4.12 ± 0.17	4.81 ± 0.25	6.30 ± 0.06	4.54 ± 0.11
II	6.06 ± 0.15	5.18 ± 0.19	4.51 ± 0.37	5.52 ± 0.29	4.08 ± 0.05
III	8.59 ± 0.16	> 5.48 ± 0.00	5.40 ± 0.13	5.40 ± 0.13	6.85 ± 0.03

AMT: Aerobios mesófilos totales.

BAL: Bacterias ácido-lácticas.

Los resultados de los análisis microbiológicos para las tres producciones de queso curado (Tabla 2) indicaron una elevada concentración de BAL,  $8.28 \pm 0.08 \log_{10}$  ufc/g, asociada a la utilización de cultivos starter (*Lactococcus* spp.). Los niveles de AMT, mohos y levaduras y *Staphylococcus* spp. fueron de  $8.03 \pm 0.19$ ,  $4.33 \pm 0.38$  y  $4.46 \pm 0.36 \log_{10}$  ufc/g, respectivamente.

**Tabla 2.** Resultados microbiológicos para muestras de queso (n=5) de tres lotes diferentes.

Lote	AMT (log <sub>10</sub> ufc/mL)	Coliformes totales (log <sub>10</sub> ufc/mL)	Staphylococcus spp. (log <sub>10</sub> ufc/mL)	BAL (log <sub>10</sub> ufc/mL)	Mohos y levaduras (log <sub>10</sub> ufc/mL)
I	7.82 ± 0.09	3.18 ± 0.51	4.40 ± 0.07	8.32 ± 0.10	4.63 ± 0.26
II	8.18 ± 0.12	2.51 ± 0.20	4.46 ± 0.37	8.33 ± 0.15	3.90 ± 0.34
III	8.10 ± 0.08	3.52 ± 0.32	ND	8.18 ± 0.05	4.47 ± 0.37

ND: No detectado.

AMT: Aerobios mesófilos totales.

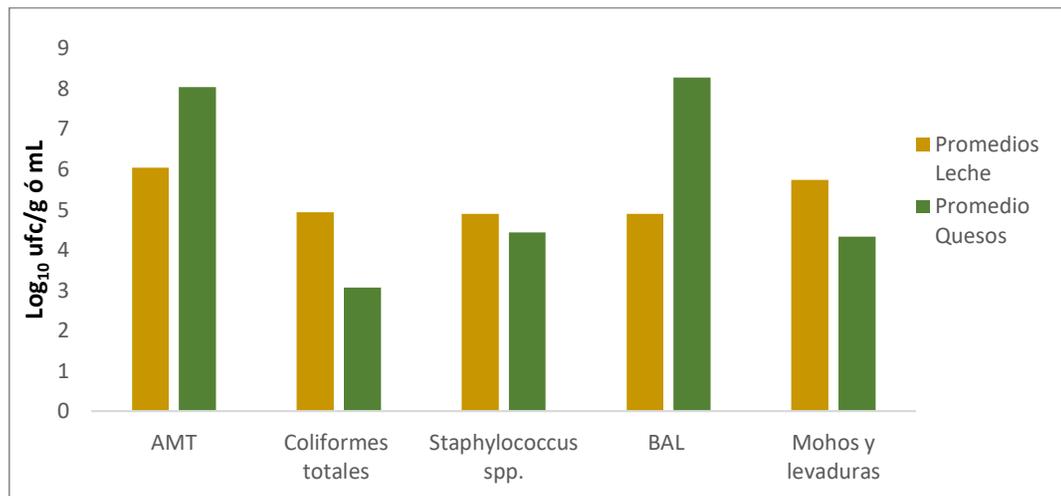
BAL: Bacterias ácido-lácticas.

La concentración de coliformes totales presentó una variación desde  $2.51 \pm 0.20$  a  $3.52 \pm 0.32 \log_{10}$  ufc/g entre los diferentes lotes. Los valores de pH medidos indicaron un aumento a mayor tiempo de maduración, resultado de procesos de catabolismo del ácido láctico llevadas a cabo por levaduras y reacciones de desaminación en la ruptura de proteínas [3, 5], siendo de 4.78-5.14 para los 61-134 días de maduración, respectivamente. Para dichos tiempos de maduración, la aw disminuyó desde 0.95 a 0.91.

Estudios realizados por Williams y Withers, [6] para la caracterización microbiológica de quesos elaborados con leche cruda de cabra revelan valores promedio de  $3.41 \log_{10}$  ufc/g para mohos y levaduras,  $8.18 \log_{10}$  ufc/g para BAL,  $3.85 \log_{10}$  ufc/g para coliformes totales y  $7.48 \log_{10}$  ufc/g para AMT. Litopoulou & Tzanetakis [7] presentaron valores medios inferiores de AMT, BAL y coliformes para quesos de 90 días de maduración, siendo de 6.95, 6.65 y  $1.96 \log_{10}$  ufc/g, respectivamente, y valores de  $3.98 \log_{10}$  ufc/g para levaduras. Otros quesos artesanales elaborados con leche cruda de vaca presentaron resultados microbianos medios de entre  $7.99 \pm 0.27$  y  $8.12 \pm 0.52 \log_{10}$  ufc/g para AMT,  $5.05 \pm 0.36$  y  $4.04 \pm 0.15 \log_{10}$  ufc/g para coliformes totales,  $7.67 \pm 0.41$  y  $8.46 \pm 0.59 \log_{10}$  ufc/g para BAL y entre  $3.30 \pm 0.15$  y  $5.65 \pm 0.78 \log_{10}$  ufc/g para mohos y levaduras [8]. Estos resultados son similares a los obtenidos en este estudio, siendo explicadas las diferencias encontradas por las variaciones en las características físico-químicas de los quesos entre los diferentes estudios.

En línea con los estudios publicados, los resultados muestran que las BAL constituyeron el grupo microbiano predominante durante la producción y maduración del queso elaborado con leche cruda de cabra. Los lactobacilos, pertenecientes al grupo de las BAL, presentan alta resistencia a la presencia de sal en las últimas etapas de maduración y facilidad de crecimiento en condiciones de bajo pH [3, 6]. Dichos microorganismos están presentes en la microbiota natural de la leche y/o pueden ser utilizados como cultivos iniciadores y se enmarcan como responsables de regular los cambios producidos durante la maduración.

Comparándose los resultados promedios obtenidos para la leche cruda de cabra con los resultados en producto final (Figura 1), se observa una concentración más elevada de BAL en el queso, grupo microbiano implicado de forma directa en las reacciones producidas durante la fermentación.



**Figura 1.** Recuentos promedio obtenidos para las muestras de leche cruda de cabra y queso curado obtenidos en tres lotes diferentes, expresados en log<sub>10</sub> ufc/mL y log<sub>10</sub> ufc/g respectivamente. (AMT: aerobios mesófilos totales; BAL: bacterias ácido-lácticas)

En relación con lo anterior, también se observan concentraciones elevadas de AMT en el queso, debido a que este producto es una matriz alimentaria propicia para el crecimiento de dicho grupo microbiano. La menor concentración de coliformes totales en el producto final, se debe a las características físico-químicas del queso (menor  $a_w$  y pH en comparación a la materia prima) y/o a la inhibición causada por metabolitos producidos por las BAL, como por ejemplo las bacteriocinas [1].

### Conclusiones

Los resultados analíticos de la leche cruda revelaron una alta variabilidad entre lotes. Sin embargo, los resultados microbiológicos demostraron que dicha variabilidad no se refleja en las características microbiológicas del queso, debido a los procesos de fermentación y maduración. Todos los quesos analizados cumplieron con los requisitos de condiciones higiénicas y, en general, tras maduraciones superiores a los 60 días no se observó variabilidad entre muestras de un mismo lote y entre lotes los estudiados, excepto para coliformes totales. Este estudio profundiza en el conocimiento de las características microbiológicas de quesos artesanales elaborados con leche cruda de cabra.

### Reconocimientos o agradecimientos

Este estudio fue financiado por el Programa Estatal de I+D+i Orientada a los Retos de la Sociedad (PCI2019-103453) del Ministerio de Ciencia y Universidades (España).

### Referencias

- Gontijo, M. T. P., de Sousa Silva, J., Vidigal, P. M. P., & Martin, J. G. P. (2020). Phylogenetic distribution of the bacteriocin repertoire of lactic acid bacteria species associated with artisanal cheese. *Food Research International*, **128**, 108783.
- Bogdanovicova, K., Vyletelova- Klimesova, M., Babak, V., Kalhotka, L., Kolackova, I. & Karpiskova, R. (2016). Microbiological Quality of Raw Milk in the Czech Republic. *Food Microbiology and Safety*. **34**(3): 189-196.
- Tornadijo, M.E., Fresno, J. M., Bernardo, A., Martín-Sarmiento, R. & Carballo, J. (1995).. Microbiological changes throughout the manufacturing and ripening of a Spanish goat's raw milk cheese (Armada variety). *Lait*. **75**(6): 551-570.
- Kondyli, E., Svarnas, C., Samelis, J. & Katsiari, M. C. (2011). Chemical composition and microbiological quality of ewe and goat milk of native Greek breeds. *Small Ruminant Research*. **103**: 194-199.

5. Diezhandino, I., Fernández, D., González, L., McSweeney, P. L. H & Fresno, J.M. (2014). Microbiological, physico-chemical and proteolytic changes in a Spanish blue cheese during ripening (Valdeón cheese). *Food Chemistry*. **168**: 134-141.
6. Williams, A. G, Withers, S. (2010). Microbiological characterisation of artisanal farmhouse cheeses manufactured in Scotland. *International Journal of Dairy Technology*. **63** (3): 356- 362.
7. Litopoulou-Tzanetaki, E. & Tzanetakis, N. (1992). Microbiological study of white- brined cheese madre from raw goat milk. *Food Microbiology*. **9**: 13-19.
8. Colombo, F., Borgo, F. & Fortina, M.G. (2009). Genotypic characterization of non starter lactic acid bacteria involved in the ripening of artisanal Bitto PDO cheese. *Journal of Basic Microbiology*. **49**: 521-530.