

Código 3009. EFECTO DEL USO DE LECHE CONCENTRADA POR ULTRAFILTRACIÓN SOBRE EL RENDIMIENTO Y LA MADURACIÓN DE QUESOS SEMIDUROS

Audero G¹, Sihufe G², Niizawa I², Biglione M¹, Campos S¹, Cuatrín A³,
Costabel L¹

1. *Instituto de Investigación de la Cadena Láctea (INTA - CONICET), Estación Experimental Agropecuaria. Rafaela, Ruta 34 Km 227. Rafaela, Santa Fe, Argentina.*
2. *Instituto de Desarrollo Tecnológico para la Industria Química (INTEC). Ruta Nacional 168, Km. 0 – Paraje "El Pozo", Santa Fe, Argentina.*
3. *Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Estación Experimental Agropecuaria Paraná. Ruta 11 Km. 12,5, E3101 Oro Verde, Entre Ríos, Argentina.*

E-mail: audero.gabriela@inta.gob.ar

RESUMEN

El incremento en la cantidad de proteínas de la leche destinada a la elaboración de quesos mediante el agregado de leche ultrafiltrada (LUF), puede resultar una estrategia interesante para aumentar el rendimiento quesero. Existen pocos antecedentes que muestren cómo impacta el uso de esta estrategia sobre diferentes aspectos de la calidad del producto. El objetivo de este trabajo fue evaluar el impacto del incremento en el contenido proteico de la leche utilizada en la elaboración de miniquesos semiduros a través de la incorporación de leche concentrada por ultrafiltración, sobre el rendimiento y la proteólisis de los quesos obtenidos. Se prepararon mezclas de leche testigo (LT) y LUF, para estandarizarla a diferentes concentraciones de proteínas (LT:3,65%, LM1:4,80% y LM2:6,00%). Con las mismas, se elaboraron miniquesos semiduros siguiendo un protocolo estandarizado. La adición del coagulante se realizó de forma fija (CF) y de forma variable (CV) en función del contenido de caseína en las diferentes muestras (LM). El cálculo del rendimiento práctico (RP) se expresó como kg de queso producidos/100 kg de leche. Los quesos fueron muestreados a diferentes tiempos de maduración (1, 15, 30 y 45 días), a fin de llevar a cabo el seguimiento de la proteólisis por: determinación de las fracciones nitrógeno soluble a pH 4,6 (NS- pH 4,6), en ácido tricloroacético al 12% (NS-TCA) y fosfotúngstico 2,5% (NS-PTA); urea-PAGE y RP-HPLC. En relación al rendimiento práctico, existieron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) en función del contenido proteico de la leche de elaboración. Independientemente de la forma en que se adicionó el coagulante, los valores promedio de RP fueron $11,03 \pm 0,47\%$, $16,22 \pm 0,95\%$ y $20,74 \pm 1,10\%$ (para LT, LM1 y LM2, respectivamente). Para todos los parámetros de proteólisis evaluados, se observó que el tiempo influyó de forma significativa ($p < 0,05$). Independiente del tratamiento y de la forma de adición del coagulante, las fracciones NS se incrementaron a medida que aumentó el tiempo de maduración. Para el caso de las fracciones NS a pH 4,6, se observó interacción significativa entre el tiempo de maduración y el tratamiento. Esto se debió a que las muestras testigos mostraron los menores valores para este parámetro durante todo el tiempo de maduración, a excepción del tiempo 45 días, donde todos los valores resultaron similares. Las concentraciones de γ -caseína y α S1-I caseína, productos de degradación

de la β -caseína y de la α -S1 caseína respectivamente, se incrementaron de forma significativa a medida que avanzó el tiempo de maduración, para todos los tratamientos estudiados. Finalmente, se obtuvieron perfiles cromatográficos que indican niveles de proteólisis secundaria relativamente bajos y prácticamente sin diferencias entre los tratamientos ensayados. En conclusión, aunque se observaron diferencias estadísticas, las mismas fueron pequeñas y en algún caso puntuales, lo que implica niveles de proteólisis similares para las muestras en estudio durante el tiempo evaluado. En función de ello, el agregado de LUF se presenta como una estrategia tecnológica interesante para incrementar el rendimiento quesero, sin afectar los niveles de proteólisis característicos para este tipo de queso.

Palabras clave: leche ultrafiltrada, quesos semiduros, proteólisis, rendimiento.

1. Introducción

En Argentina los quesos constituyen el principal producto derivado de la industrialización de la leche, superando ampliamente a los demás productos lácteos (OCLA, 2020).

La elaboración del queso es un proceso en el cual la grasa de la leche y las caseínas se concentran, mientras que el resto de los componentes de la leche como la lactosa y las sales solubles permanecen en el suero. Dicho proceso puede ser resumido en las siguientes etapas: selección y pretratamiento de la leche, acidificación, coagulación, sinéresis, moldeado y prensado, salado y maduración (Fox y McSweeney, 1998). La etapa de maduración, que insume tiempo y recursos, es necesaria para lograr que el queso desarrolle su aroma, sabor y textura, ya que las cuajadas recién elaboradas y los quesos frescos carecen de estas preciadas características (McSweeney, 2011). Cuando se introducen variantes tecnológicas durante la elaboración, es necesario evaluar en forma particular cada área de la bioquímica de la maduración de quesos, de manera tal de evitar que el producto final presente características no deseadas, como por ejemplo el desarrollo de off-flavor.

El rendimiento quesero y la eficiencia de fabricación son los principales determinantes de la rentabilidad de las plantas elaboradoras de queso. El factor más importante que afecta el rendimiento del queso es la composición de la leche, en particular las concentraciones de grasas y proteínas, por lo tanto, el efecto de las variaciones de estos componentes en la leche sobre el rendimiento quesero ha sido ampliamente estudiado (Guinee et al., 2006; Fox et al., 2000). Una alternativa para normalizar y aumentar el contenido de proteínas en la leche a procesar, lo cual llevaría a un incremento en el rendimiento quesero, es mezclar leche con concentrado de leche

ultrafiltrada (LUF) en la tina de elaboración, para obtener la concentración final deseada. Existen pocos antecedentes que muestren cómo impacta el uso de esta estrategia sobre diferentes aspectos de la calidad del producto, incluyendo la bioquímica de maduración de estos.

El objetivo de este trabajo fue evaluar el impacto del incremento en el contenido proteico de la leche utilizada en la elaboración de miniquesos semiduros a través de la incorporación de leche concentrada por ultrafiltración, sobre el rendimiento y la proteólisis de los quesos obtenidos.

2. Materiales y métodos

2.1. Muestras de leche

Las muestras de leche cruda utilizadas para los diferentes ensayos fueron obtenidas del tambo experimental de la Estación Experimental Agropecuaria de INTA Rafaela (Santa Fe, Argentina). El concentrado de LUF fue provisto por una empresa láctea de la zona. Las muestras de LC y concentrado de LUF fueron enviadas al Área de procesos del Laboratorio de Calidad de Leche y Agroindustria para su análisis, preparación de las diferentes leches mezclas (LM) y elaboración de los miniquesos semiduros.

2.2. Tratamiento de las muestras

Una vez que las muestras llegaron al laboratorio, fueron homogeneizadas correctamente, y cada muestra fue dividida en 3 submuestras de 4 L. Previamente a la subdivisión a cada pool de LC se los muestreo para realizar la caracterización fisicoquímica (Costabel et al., 2016). En cuanto al concentrado LUF se procedió a homogeneizarlo y luego se tomaron muestras para la caracterización fisicoquímica.

2.3. Diseño experimental

Para la realización de las experiencias, se trabajó según un diseño completamente aleatorizado, con parcelas divididas. La parcela principal (F1) fue la concentración de proteínas (LC: 3,65; LM1:4,80; y LM2: 6,00%) en la leche utilizada en las elaboraciones. La subparcela, fue la forma de agregar el coagulante (F2), el cual se adicionó de dos maneras diferentes, en dosis fija (CF), y en dosis variable (CV) en función al contenido de caseína de la leche utilizada para las elaboraciones de los miniquesos. Esto condujo a la realización de 6 experiencias diferentes. Cada experiencia se realizó por quintuplicado, partiendo de LC y LUF diferentes para cada ensayo.

2.4. Preparación y caracterización de las leches mezclas

Para la preparación de las mezclas, se utilizó un software específico Mathcad 14 que permitió realizar el cálculo exacto de los volúmenes de concentrado de leche UF y LC a mezclar para lograr los diferentes porcentajes de proteína deseados en la leche mezcla. Posteriormente, se realizó una caracterización fisicoquímica de las muestras.

2.5. Elaboración de los miniquesos semiduros

Se realizaron 6 elaboraciones de miniquesos semiduros por quintuplicado. En cada elaboración se utilizaron minitinas de 2 L de capacidad, reproduciendo las condiciones de proceso de un queso semiduro a mayor escala. En cada proceso, se partió de una muestra de 4 litros de LM, la cual fue termizada a 38-40°C y homogeneizada. Posteriormente, se tomaron muestras para análisis de pH, acidez, composición química, RCS y RBT. Para la elaboración de los miniquesos, se colocó 2 L de muestra en una minitina quesera, la cual se llevó a un baño termostatzado hasta alcanzar la temperatura de coagulación ($36,0 \pm 0,5^\circ\text{C}$). Luego se agregó 500ul CaCl_2 para alcanzar una concentración final en la leche de 0,02 % (p/v) y posteriormente se adicionó el fermento, a una concentración de 10^6 UFC/ml de leche (fermento comercial ST1-12, Chr. Hansen Argentina, Quilmes, Argentina). La enzima coagulante (CHY-MAX® M, 1000 IMCU/ml, Chr. Hansen), se adicionó en una concentración de 0,05 ml/L de leche en el caso de las elaboraciones CF, mientras que en las elaboraciones CV, la dosis dependió del contenido de caseína en las diferentes muestras (LM). Se monitoreó el tiempo de coagulación, mediante un coagulómetro (INRA, PIGNAT, Francia). Una vez que el coágulo adquirió la firmeza adecuada se procedió al corte manual de la cuajada hasta alcanzar un tamaño de grano óptimo para este tipo de queso. Posteriormente la temperatura se elevó hasta 45°C, agitándose durante 1 a 2 min para realizar un secado suave. La mezcla de suero y granos de cuajada fue vertida en un molde cilíndrico micro perforado miniatura de material plástico, de 5,5 cm de diámetro por 10 cm de alto, en el cual se logró la separación del suero y de la cuajada. Se tomó una muestra de suero para análisis de composición química. El mini molde se colocó en una cámara a 45°C para que se produzca la acidificación de la cuajada hasta 5,2 (punto final de la etapa de acidificación). Se construyó la curva de acidificación de la cuajada, controlando el pH de la misma cada 1 hora. Los quesos miniatura se salaron en salmuera y previo al almacenamiento se pesaron y envasaron al vacío, utilizando una envasadora de mesada, en una bolsa micro

perforada adecuada para este tipo de quesos. Por último, se maduraron 45 días en cámara a 4°C.

2.6. Análisis de los miniquesos semiduros

Análisis fisicoquímicos

Los quesos se muestrearon durante la maduración a 1, 15, 30 y 45 días de almacenamiento. A cada una de las muestras se les midió pH (APHA, Bradley y col., 1993), humedad (ISO 5534 IDF 4: 2004), materia grasa (IRAM 14003-8:2007) y nitrógeno total (FIL-IDF N° 20 B, 1993).

Cálculo del rendimiento quesero

El rendimiento práctico (RP) se expresa como la cantidad de kg de queso obtenido a partir 100 kg de leche. El cálculo del RP se realizó utilizando la siguiente fórmula (Dalla Costa, 2015):

$$\text{RP} = \text{kg de queso/kg de leche} \times 100$$

Estudio de la proteólisis

El estudio de la proteólisis durante la maduración de los quesos se llevó a cabo mediante tres técnicas analíticas: 1- determinación de las fracciones nitrógeno soluble (NS) a pH 4,6 (NS-pH 4,6), en tricloroacético 12% (NS-TCA) y en ácido fosfotúngstico 2,5% (NS-PTA) (Costabel et al., 2016); 2- electroforesis sobre gel de poliacrilamida en presencia de urea (Urea-PAGE) (Sihufe et al., 2011); y 3- cromatografía líquida de alta resolución en fase reversa (RP-HPLC) de la fracción del queso soluble en agua (Costabel et al., 2016).

2.7. Análisis estadístico

Para evaluar las diferencias en la composición de la leche y los quesos, los resultados fueron procesadas por análisis de varianza de dos vías (ANOVA), utilizando el paquete estadístico Infostat. Para las fracciones NS y los datos de electroforesis, los factores principales fueron la concentración de proteínas (F1), la forma de adición de coagulante (F2: CF y CV) y tiempo de maduración (F3). Se utilizó un diseño factorial para medias repetidas en el tiempo (Infostat). En el caso en que la interacción resultó significativa ($P \leq 0.05$), se procedió a la apertura de la misma. La normalidad de la distribución de datos fue probada en los residuos del modelo de Shapiro – Wilks y qq-plot.

3. Resultados y discusión

Composición y rendimiento quesero

En la tabla 1 se presentan los resultados de composición química de las leches de elaboración y el RP obtenido en cada proceso.

Tabla 1. Valores promedio \pm desviación estándar de las cinco réplicas de composición de leches de elaboración (testigos y mezclas) y RP.

Variables	T	M1	M2
Caseína	2,74 \pm 0,01 ^c	3,71 \pm 0,09 ^b	4,83 \pm 0,02 ^a
Materia Grasa	4,05 \pm 0,02 ^c	5,61 \pm 0,01 ^b	7,03 \pm 0,01 ^a
Proteína total	3,65 \pm 0,02 ^c	4,80 \pm 0,01 ^b	6,00 \pm 0,04 ^a
Sólidos Totales	13,36 \pm 0,04 ^c	15,99 \pm 0,02 ^b	18,60 \pm 0,05 ^a
RP	11,03 \pm 0,47 ^c	16,22 \pm 0,95 ^b	20,74 \pm 1,10 ^a

a,b,c Los promedios dentro de la misma columna con letras diferentes resultaron estadísticamente diferentes.

En las leches utilizadas para las diferentes elaboraciones, a medida que aumentó la concentración de LUF adicionada a la leche de elaboración, aumentó significativamente ($p < 0.05$) el contenido de caseínas, proteínas totales, materia grasa y sólidos totales presentes en leche (tabla 1). El rendimiento práctico (tabla 1), y la concentración de grasa, humedad y proteínas de los quesos (tabla 2) también se incrementó de forma significativa a medida que aumentó la concentración de proteínas de la leche, independientemente de la forma de adición del coagulante.

Tabla 2. Valores promedio \pm desviación estándar de las cinco réplicas de composición fisicoquímica de los quesos.

Variables	Tratamiento F1		
	T	M1	M2
pH	5,65 \pm 0,03 ^a	5,57 \pm 0,01 ^{ab}	5,51 \pm 0,01 ^b
Humedad	42,08 \pm 0,16 ^b	44,91 \pm 0,09 ^a	46,69 \pm 0,37 ^a
Materia Grasa %	43,44 \pm 0,50 ^c	54,36 \pm 0,45 ^b	63,18 \pm 0,71 ^a
Proteínas%	39,99 \pm 0,13 ^b	40,92 \pm 0,40 ^{ab}	42,94 \pm 0,04 ^a
ClNa%	0,75 \pm 0,04 ^a	0,74 \pm 0,07 ^a	0,67 \pm 0,03 ^a

a,b,c Los promedios dentro de la misma columna con letras diferentes resultaron estadísticamente diferentes.

Estudio de la proteólisis

En la Tabla 3 se observa la significancia de los efectos evaluados y sus interacciones para todas las fracciones NS. Los resultados de las fracciones NS obtenidos (valor promedio \pm desviación estándar de las cinco réplicas de elaboración) de todos los quesos a lo largo de la maduración se observan en la Tabla 4.

Tabla 3. Significancia de los efectos tratamientos aplicados (F1), forma de adición de coagulante (F2: CF y CV) y tiempo de maduración (F3) de los quesos y sus interacciones sobre los resultados de las fracciones NS.

Muestra	Significancia						
	F1	F2	F3	F1XF2	F1XF3	F2XF3	F1XF2XF3
Ns - pH 4,6/NT (%)	*	*	*	NS	*	NS	NS
Ns - TCA/NT (%)	NS	NS	*	NS	NS	NS	NS
Ns -PTA/NT (%)	NS	NS	*	NS	NS	NS	NS

*Indica efecto significativo ($P \leq 0.05$). NS: indica diferencia no significativa.

Tabla 4. Fracciones NS de todos los quesos (valor promedio \pm desviación estándar de las cinco réplicas de elaboración) durante el tiempo de maduración en función de lo tratamientos aplicados.

Variables	F1		F2			F3			
	T	M1	M2	CF	CV	1	15	30	45
Ns-pH 4,6/NT (%)	4,94 \pm 0,19	5,69 \pm 0,90	5,79 \pm 0,18	5,70 \pm 0,15	5,25 \pm 0,15	4,05 \pm 0,19	4,87 \pm 0,19	6,11 \pm 0,18	4,87 \pm 0,19
Ns - TCA/NT (%)	3,49 \pm 0,31	3,12 \pm 0,30	3,06 \pm 0,30	2,90 \pm 0,25	3,55 \pm 0,25	1,67 \pm 0,24 ^c	3,01 \pm 0,26 ^b	3,13 \pm 0,25 ^b	5,09 \pm 0,24 ^a
Ns -PTA/NT (%)	0,56 \pm 0,04	0,64 \pm 0,04	0,68 \pm 0,04	0,60 \pm 0,04	0,64 \pm 0,04	0,38 \pm 0,04 ^c	0,52 \pm 0,05 ^b	0,45 \pm 0,05 ^{bc}	1,15 \pm 0,04 ^a

a,b,c Los promedios dentro de la misma columna con letras diferentes resultaron estadísticamente diferentes.

El tiempo de maduración influyó significativamente en todas las fracciones NS. A medida que transcurrió el tiempo de maduración, el contenido de NS de las diferentes fracciones se incrementó significativamente. Se observó, que la fracción NS-pH 4,6, evidenció una interacción significativa entre tratamiento (concentración de proteínas) y el tiempo de maduración. Esto se debe a que el comportamiento es diferente dependiendo de la concentración de proteínas en cada mezcla. Para la muestra T, los valores de NS-pH 4,6 fueron menores durante todo el tiempo de maduración, a excepción del tiempo 45

días, donde todos los valores se acercan entre sí. Los resultados analizados indican que no existen diferencias debido a la forma de adición del coagulante.

Electroforesis en gel de poliacrilamida

En la Tabla 5 se observa la significancia de los efectos evaluados y sus interacciones para todas las fracciones proteicas analizadas en geles de poliacrilamida. Los resultados de las fracciones proteicas obtenidas (valor promedio \pm desviación estándar de las cinco réplicas de elaboración) de todos los quesos a lo largo de la maduración se observan en la Tabla 6.

Tabla 5. Significancia de los efectos tratamientos aplicados (F1), forma de adición de coagulante (CF y CV) y tiempo de maduración (F3) de los quesos y sus interacciones sobre los resultados de las fracciones proteicas analizadas en los geles de poliacrilamida.

Variable	Significancia						
	F1	F2	F3	F1XF2	F1XF3	F2XF3	F1XF2XF3
γ -Caseína	*	NS	*	NS	NS	NS	NS
β -Caseína	*	NS	NS	NS	NS	NS	NS
α S1-Caseína	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
α S1-I-Caseína	NS	NS	*	NS	NS	NS	NS

*Indica efecto significativo ($P \leq 0.05$). NS: indica diferencia no significativa.

Tabla 6. Fracciones proteicas analizadas de todos los quesos (valor promedio \pm desviación estándar de las cinco réplicas de elaboración) durante el tiempo de maduración en función de los tratamientos aplicados.

Variables	F1		F2		F3				
	T	M1	M2	CF	CV	1	15	30	45
γ -caseína	2,09 \pm 0,05 ^a	2,13 \pm 0,05 ^a	1,77 \pm 0,05 ^a	2,00 \pm 0,04	2,00 \pm 0,04	1,87 \pm 0,05 ^c	1,95 \pm 0,06 ^{bc}	2,05 \pm 0,06 ^{ab}	2,11 \pm 0,06 ^a
β -caseína	7,75 \pm 0,17 ^b	8,43 \pm 0,17 ^b	7,96 \pm 0,17 ^{ab}	8,06 \pm 0,14	8,03 \pm 0,14	8,32 \pm 0,19	8,04 \pm 0,19	7,97 \pm 0,20	7,87 \pm 0,19
α S1-caseína	11,08 \pm 0,37	11,93 \pm 0,43	11,30 \pm 0,37	11,46 \pm 0,33	11,42 \pm 0,31	11,30 \pm 0,46	12,07 \pm 0,45	11,45 \pm 0,45	10,89 \pm 0,45
α S1-I-caseína	1,87 \pm 0,09	2,04 \pm 0,10	1,77 \pm 0,09	1,88 \pm 0,08	1,91 \pm 0,08	1,31 \pm 0,11 ^d	1,68 \pm 0,11 ^c	2,11 \pm 0,11 ^b	2,46 \pm 0,11 ^a

a,b,c,d Los promedios dentro de la misma columna con letras diferentes resultaron estadísticamente diferentes.

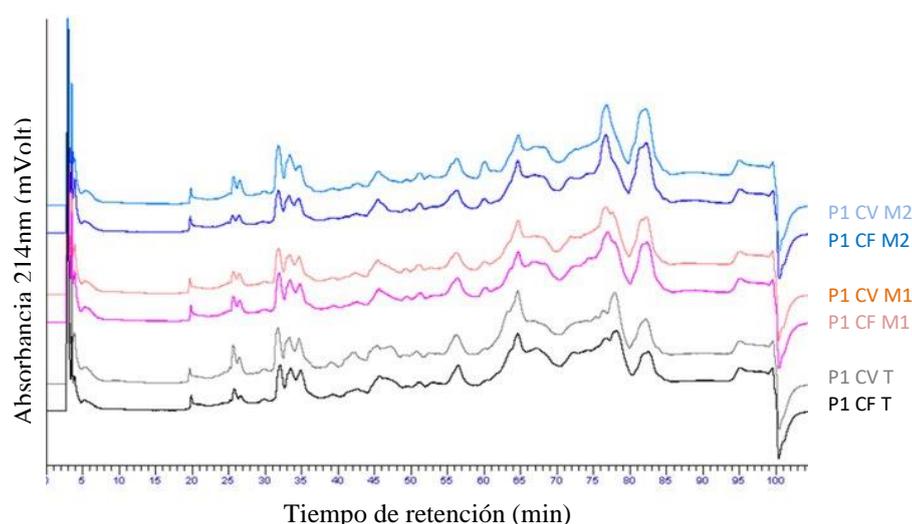
Las concentraciones de γ -caseína y α S1-I caseína, productos de degradación de la β -caseína y de la α S1-I caseína respectivamente, se incrementaron de forma significativa a medida que avanzó el tiempo de maduración, para todos los tratamientos estudiados. En cuanto a la γ -caseína se observaron que existen diferencias significativas en función del tiempo y del tratamiento. Independientemente del tiempo y de la forma de adición del coagulante, los valores de γ -caseína son menores para el

tratamiento M2. Además, se observó que independientemente del tratamiento y de la forma de adición del coagulante, a medida que aumenta el tiempo de maduración, las concentraciones de γ -caseína se incrementan. Con respecto a la β -caseína se observaron que existen diferencias significativas en función del tratamiento. Independientemente del tiempo de maduración y de la forma de adición del coagulante, la concentración de la misma es mayor en el tratamiento M1. En cuanto a la fracción α -s1 caseína no se observaron diferencias significativas en función de los parámetros evaluados.

Péptidos solubles en agua por HPLC

Durante la maduración, se observaron cambios en los perfiles peptídicos de los quesos a tiempo inicial (1) y final de maduración (45). El tiempo de maduración influyó sobre este parámetro, como era de esperar. Los cromatogramas correspondientes a las muestras de 45 días de maduración presentaron mayor cantidad de picos, y los mismos fueron más elevados. No se observan diferencias relevantes debido a los diferentes tratamientos ensayados. En la figura 1 se presentan los resultados correspondientes a todas las combinaciones ensayadas, de una de las réplicas (P1) a tiempo 45 días.

Figura 1. Cromatogramas de perfiles peptídicos de todos los tratamientos a T45 de la P1



4. Conclusiones

La utilización de concentrado de LUF, permitió aumentar el contenido de proteínas en la leche de elaboración de los quesos, lo que se reflejó en un incremento significativo en el rendimiento quesero, sin modificar la calidad fisicoquímica de los

quesos elaborados. En relación a la proteólisis, las principales diferencias se debieron al tiempo de maduración. No se observó que los tratamientos aplicados hayan producido un incremento de la proteólisis, lo que implica niveles de proteólisis similares para las muestras en estudio durante el tiempo de maduración evaluado. En función de ello, podemos decir que el agregado de LUF se presenta como una estrategia tecnológica interesante para incrementar el rendimiento quesero, sin afectar los niveles de proteólisis característicos para este tipo de queso semiduro.

5. Agradecimientos

Los autores agradecen el apoyo financiero del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria 2019-PD I153 y 2023-PD- 2023-PE-L04-I088, y al Gobierno de Santa Fé (Resolución Ministerial 044/23- Proyecto N° BC023-031).

6. Referencias

- Bradley RL, Arnold E, Barbano DM, Semerad RG, Smith DE y Vines BK. 1993. Chemical and physical methods. Standard methods for the examination of dairy product. American Public Health Association (APHA): pág. 433-531.
- Costabel L, Bergamini C, Vaudagna S, Cuatrin A, Audero G y Hynes E. 2016. Effect of high-pressure treatment on hard cheese proteolysis. *Journal of Dairy Science*, 99: pág. 4220-4232.
- Fox PF y McSweeney PLH. 1998. *Dairy chemistry and biochemistry*. Springer International Publishing. Londres, Inglaterra.
- Fox PF, Guinee TP, Cogan TM y McSweeney PL. 2000. *Fundamentals of Cheese Science*. Aspen Publishers, Maryland, USA.
- Dalla Costa, 2015. Rendimiento quesero teórico y real de la leche de la cuenca de Villa María, Córdoba.
- McSweeney PLH. 2011. Biochemistry of Cheese Ripening. *Encyclopedia of Dairy Sciences*, Volumen 1. Editorial Academic Press. Elsevier Science, Oxford, Inglaterra pág. 667-674.
- Sihufe, G. A.; Pirola, M. B.; Ramos, E.; Ceruti, R. J.; De Piante Vicín, D. A. y Robert, L. (2011) Proteólisis en Queso Reggiano elaborado con enzimas exógenas para acelerar su maduración. XIII Congreso Argentino de Ciencia y Tecnología de Alimentos. Buenos Aires, 19 al 21 de octubre de 2011. Copia electrónica ISBN 978-987-22165-4-2.