

## PROTEÓLISIS DEL QUESO DE TERUEL: INFLUENCIA DEL CONTENIDO EN SAL

Estrada, O.<sup>1</sup>, Ariño, A.<sup>2</sup>, y Juan, T.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón, Avda. Montañana, 930, 50059 Zaragoza

<sup>2</sup>Instituto Agroalimentario de Aragón IA2 (Universidad de Zaragoza – CITA), Facultad de Veterinaria. C/ Miguel Servet, 177, 50013 Zaragoza  
oestrada@cita-aragon.es

### INTRODUCCIÓN

La proteólisis es uno de los principales cambios bioquímicos que se produce durante la maduración del queso y afecta directamente a un desarrollo adecuado de la textura y al aroma e intensidad del flavor de la mayoría de los quesos madurados (McSweeney y Fox, 1997). Este proceso bioquímico se inicia con la hidrólisis de las caseínas y es llevado a cabo por diferentes tipos de enzimas (procedentes del cuajo y proteasas liberadas por las bacterias acidolácticas (BAL) presentes de manera natural en la leche y añadidas como cultivos iniciadores). Al principio de la maduración, debido a la acción de proteasas del coagulante, se liberan péptidos de peso molecular elevado o medio que sirven de sustrato a peptidasas de los cultivos iniciadores y de la microbiota endógena y dan lugar a péptidos de pequeño peso molecular y aminoácidos libres, que contribuyen directamente al flavor o, indirectamente, actúan como precursores de compuestos aromáticos (aminas, ácidos, tioles, etc) (Fox, 1989). La diferencia de concentración de sal y contenido de humedad a lo largo de la maduración en diferentes zonas del queso implica diferencias en la actividad de los sistemas enzimáticos responsables de la ruptura de las proteínas (Zorrilla y Rubiolo, 1997). El contenido en sal influye en la velocidad de hidrólisis de las caseínas durante la maduración y la extensión de este proceso de degradación juega un papel importante en el desarrollo del flavor y de la textura del queso. Al término de la maduración, cada variedad de queso ofrece un perfil nitrogenado relativamente constante y peculiar, claramente relacionado con sus características organolépticas propias y diferenciales (Mora y Marcos, 1982). Los objetivos del presente trabajo fueron estudiar la proteólisis del queso de la Marca Colectiva "Productores de Leche y Queso de Teruel", elaborado con leche cruda de oveja y con un innovador formato octolobulado, así como la influencia de la sal en este fenómeno considerando el efecto de la quesería de procedencia de las muestras y de la parte analizada del queso (zona central/zona periférica). Para ello, a lo largo de 240 días se realizó el seguimiento de la concentración de sal y de diferentes fracciones nitrogenadas que clásicamente han sido utilizadas como índices de la maduración.

### MATERIAL Y MÉTODOS

Las muestras de queso procedieron de dos queserías ubicadas en la provincia de Teruel (Q1 y Q2). En la elaboración del queso se utilizó leche cruda de oveja procedente de las propias explotaciones. Se llevó a cabo una salazón húmeda de los quesos, por inmersión en salmuera (Q1: 16° Baumé/20 horas y Q2: 22° Baumé/12 horas). Cada quesería realizó tres lotes de fabricación, con una diferencia de 15 días entre lotes. En cada fabricación se elaboraron 8 quesos para realizar el seguimiento de la maduración los días 1, 15, 30, 60, 90, 120, 180 y 240. Se elaboraron un total de 48 quesos y en cada queso se muestrearon por separado la zona central (INT) y la periférica (EXT), por lo que se analizaron un total de 96 muestras. Todas las determinaciones se llevaron a cabo por duplicado.

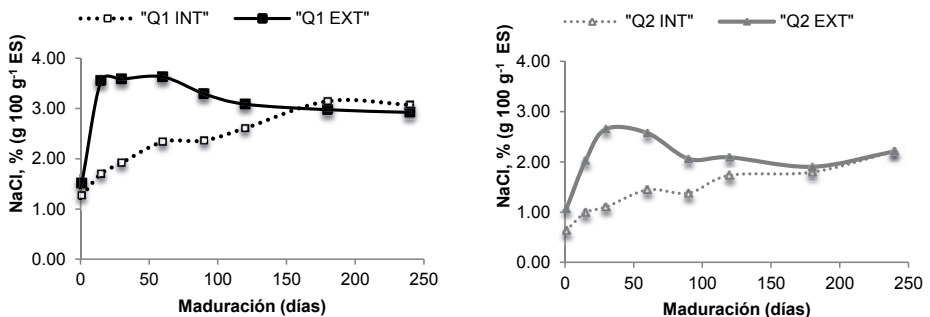
La proteólisis fue evaluada por la determinación del nitrógeno soluble en diferentes fracciones según el método propuesto por Butikofer et al., (1993). Las fracciones nitrogenadas estudiadas fueron: fracción de nitrógeno soluble en agua (NSA), fracción de nitrógeno soluble a pH 4,4 (NS-pH 4,4), fracción de nitrógeno soluble en ácido tricloroacético al 12% (NS-ATA) y fracción de nitrógeno soluble en ácido fosfotúngstico al 5% (NS-AFT). El nitrógeno total (NT) del queso se determinó siguiendo el método Kjeldahl (FIL-IDF 20B:1993). El contenido en NaCl se determinó por valoración potenciométrica siguiendo la Norma ISO 5943:2006/IDF 88, utilizando un valorador automático. La determinación del contenido total en materia seca se realizó por desecación en estufa a 102 °C hasta pesada constante siguiendo la Norma FIL-IDF 4A: 1982. El tratamiento estadístico de los resultados se realizó con el programa SPSS 19.0 (Chicago, IL, USA).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

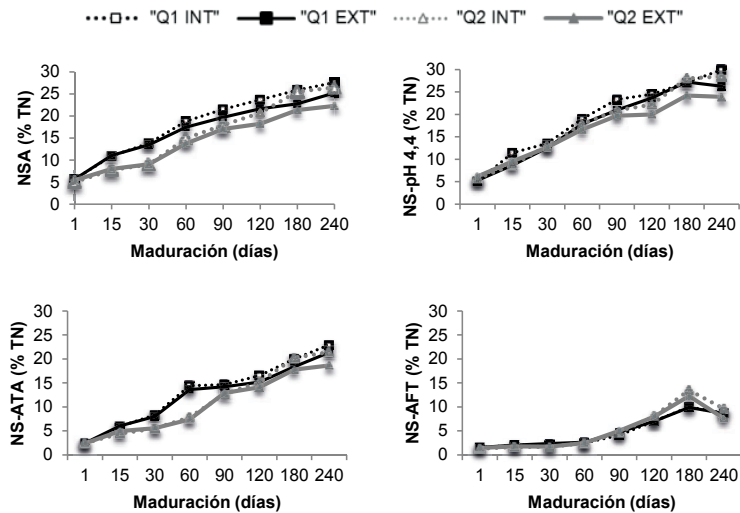
La Figura 1 muestra la evolución de la concentración de sal en cada una de las partes del queso analizadas durante la maduración. El contenido en sal se vio influido significativamente por el momento de la maduración ( $p < 0,01$ ). Al inicio de la maduración se encontraron las máximas diferencias, de un 1,85% (Q1, día 15) y 1,55% (Q2, día 30), entre la zona periférica del queso (EXT), con mayores porcentajes de sal, y la zona central (INT). Fue a partir de los 180 días de maduración cuando se alcanzó, en las muestras de ambas queserías, una distribución completa de la sal en todo el volumen de queso. Una vez alcanzado este equilibrio, la concentración de NaCl estuvo en torno al 3% y 2%, en Q1 y Q2, respectivamente. A pesar de las diferencias del contenido en sal en función de la quesería de origen ( $p < 0,001$ ), el fenómeno de distribución de la sal presentó el mismo comportamiento.

El alcance de la proteólisis durante el periodo estudiado fue moderado, como era de esperar en quesos de oveja de pasta prensada elaborados con cuajo. La Figura 2 refleja la extensión de la proteólisis (NSA/NT y NS-pH 4,4/NT), la profundidad de la proteólisis (nitrógeno no proteico) (NS-ATA/NT) y el índice de los aminoácidos libres (AAL) (NS-AFT/NT). Durante los 240 días de maduración estudiados el grado de hidrólisis que se produjo en las proteínas estuvo en torno al 20% (NSA/NT y NS-pH 4,4/NT) y el incremento del nitrógeno no proteico (NS-ATA/NT) fue del 18% (aprox.). Los efectos "tiempo de maduración" y "quesería" fueron significativos en todas las fracciones estudiadas ( $p < 0,001$  y  $p < 0,05$ , respectivamente). La cantidad de AAL (NS-AFT/NT) incrementó en un 10% hasta los 180 días, momento a partir del cual redujo su contenido un 3%. Los AAL y péptidos de bajo peso molecular (entre 7-10 aminoácidos) solubles en AFT sirven de sustrato de reacciones catabólicas secundarias, como desaminación, descarboxilación, transaminación, desulfuración, catabolismo de compuestos aromáticos como fenilalanina, tirosina, triptófano y reacciones de aminoácidos con otros compuestos (Upadhyay et al., 2004). Este hecho sugiere que en las muestras estudiadas se produce esta transformación de los AAL a partir de los 180 días de maduración.

En general el efecto de la parte analizada no fue significativo sobre la proteólisis ( $p > 0,05$ ), excepto en Q2 donde a partir de los 120 días de maduración la zona periférica del queso (con mayor concentración de sal) presentó valores significativamente inferiores para las fracciones NSA/NT y NS-pH 4,4/NT respecto a la zona interna. Este fenómeno, de acuerdo con otros autores, se explicaría por la relación inversa entre la extensión de la proteólisis y la concentración de sal (Cabezas et al., 1993; Fox et al., 2000; Guinee y Fox, 2004; Guven et al., 2006; Schroeder et al., 1988). Considerando las prácticas de elaboración ("factor quesería"), en Q1 la extensión y profundidad de la proteólisis fueron significativamente superiores que en Q2. Con estos datos se concluye que la influencia del proceso tecnológico tuvo mayor efecto en el grado de proteólisis que la concentración de sal del queso, tal y como confirmaron Delgado et al. (2010) y Galán et al. (2008).



**Figura 1.** Evolución de la concentración de cloruro sódico a lo largo de la maduración en cada una de las queserías (Q1 y Q2) en la zona interior (INT) y exterior (EXT) del queso.



**Figura 2.** Evolución de los índices de extensión de la maduración (NSA/NT y NS-pH 4,4/NT), índice de la profundidad de la maduración (NS-ATA/NT) y de los aminoácidos libres (NS-AFT/NT) a lo largo de la maduración en cada una de las queserías (Q1 y Q2) en la zona interior (INT) y exterior (EXT) del queso.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Butikofer, U. et al. 1993. Food Sci. and Tech.- Lebensm. Wiss. Technol. 26: 271-275. • Cabezas, L. et al. 1993. Revista española de ciencia y tecnología de alimentos. 33: 501-516. • Fox, P. F. 1997. J. Dairy Sci. 72: 1379-1400. • Fox, P. F. et al. 2000. Fundamentals of cheese Science. • Delgado, F. et al. 2010. Int. J. Food Sci. Technol. 45: 512-519. • Galán, E. et al. 2008. Int. Dairy J. 18: 93-98. • Guinee, T. P. et al. 2004. Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology. 207-259. • Guven, M. et al. 2006. Lait. 86: 73-81. • McSweeney, P. et al. 1997. Le lait 77: 41-76. • Mora, T. et al. 1982. Arch. Zootec. 31: 27-36. • Upadhyay, V. K. et al. 2004. Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology. 391. • Zorrilla, S. E. et al. 1997. J. Food Sci. 62: 386-389.

**Agradecimientos:** Este trabajo ha sido financiado por el Proyecto INIA PET200701-C07. Los autores quieren agradecer la colaboración de la Asociación Turulense de Productores de Leche y Queso, los Grupos Consolidados de Investigación A01 y A49 (DGA) y el Fondo Social Europeo.

## PROTEOLYSIS IN TERUEL CHEESE: INFLUENCE OF SALT CONTENT

**ABSTRACT:** The effect of the salt content was evaluated on proteolysis of "Teruel Cheese" during 240 days of ripening. Samples were manufactured with ewe's raw milk in two dairies and two sampling zones (internal and external) were studied. Proteolysis was evaluated by 4 ripening index (WSN/TN, pH4.4-SN/NT, TCA-SN/TN and PTA-SN/TN). Both dairies showed the same behavior and all samples reached a uniform salt distribution at 180 days of ripening, although the final salt content was different in each dairy. Proteolysis did not differ significantly between sampling zones. However, there was significant effect due to dairy. Proteolysis increased during 240 days ripening but free amino acid content (PTA-SN/TN) decreased since 180 day ripening, suggesting that free amino acids enter other metabolic pathways. Despite the differences found in salt concentration between the external and internal zones of the cheese until 180 days, proteolysis did not differ significantly between sampling zones. Considering this results, the influence of the cheese making process had a greater effect on the degree of proteolysis than the salt concentration.

**Keywords:** cheese, ripening, proteolysis, salt