

INCORPORACIÓN DE PROTEÍNAS DE LACTOSUERO EN QUESO DE CABRA FRESCO

INCORPORATING WHEY PROTEINS INTO FRESH GOAT CHEESE

Cruz, Sergio¹; Burgos, Laura^{1,2}; Maldonado, Silvina¹

RESUMEN

Se estudió el efecto de la incorporación de proteínas de lactosuero bovino en el rendimiento, la composición, el color y la textura del queso de cabra fresco. Para ello se elaboraron quesos usando leche de cabra de la Quebrada de Humahuaca y se incorporaron 5% y 10% de concentrado proteico de lactosuero bovino en polvo (WPC). Se determinó la composición de cada uno de los quesos. Además se observaron los parámetros de color (*L*, *a*, *b*) y se evaluó el perfil de textura. El rendimiento quesero aumentó en los quesos con 5% WPC (18,7%), respecto al control (17,3%). En el contenido de proteínas sólo se obtuvieron diferencias significativas en los quesos con 10% WPC (23,8±0,7 g/100g). La luminosidad *L* disminuyó y los índices *a* y *b* aumentaron con el agregado del WPC, lo que se atribuye al color amarillo del WPC bovino en polvo. La dureza, la cohesividad y la elasticidad disminuyeron y la adhesividad aumentó con la incorporación del WPC. Estos resultados muestran que la incorporación de WPC en las concentraciones estudiadas, modifica la estructura de la matriz caseínica, la composición y los parámetros de color de los quesos.

Palabras claves: Color. Composición. Textura

SUMMARY

The effect of incorporating bovine whey proteins into yield, composition, colour and texture of fresh goat cheeses was studied. Cheeses were made using goat's milk from Quebrada de Humahuaca and 5% and 10% bovine whey protein concentrate (WPC) powder were incorporated. The composition of each cheese was determined. In addition, colour parameters (*L*, *a*, *b*) were observed and the texture profile was evaluated. The cheese yield increased in cheeses with 5% WPC (18.7%), compared to the control (17.3%). In the protein content only significant differences were obtained in cheeses with 10% WPC (23.8 ± 0.7 g / 100g). Luminosity *L* decreased and the *a* and *b* rates increased with the addition of WPC, which is attributed to the yellow colour of bovine powder WPC. Hardness, cohesiveness and elasticity decreased whereas adhesiveness increased with the incorporation of the WPC. These results show that WPC incorporation in the concentrations studied modifies the casein matrix structure, composition and colour parameters of cheeses.

Keywords: Colour. Composition. Texture

1-Laboratorio Ingeniería para el Desarrollo de la Agroindustria Regional (IDeAR), Centro de Investigación en Tecnología de los Alimentos (CITA) Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Jujuy, Ítalo Palanca 10, 4600, Jujuy, Argentina. e-mail: smaldonado@unju.edu.ar

2-Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Argentina.

INTRODUCCIÓN

Tradicionalmente, en las industrias queseras el suero ha sido considerado como un producto de desecho de poco valor cuya disposición debe realizarse de la forma más económica posible; por ello, se destina para la alimentación animal o es descargado en fuentes de agua o alcantarillados ocasionando un grave problema de contaminación. Sin embargo, por su valor nutricional y tecnológico se estima que se puede asignar al lactosuero un valor cercano al 10% de la leche fluida entera (Inda, 2000). Se han planteado diversas propuestas de valorización del lactosuero: mediante su empleo como materia prima para elaborar productos tales como requesón, bebidas refrescantes saborizadas, bebidas análogas de leche, quesos procesados, lactosuero en polvo, dulce de leche y bases para helados (Arteaga et al., 2009; Candiotti et al., 2001).

Las proteínas del suero pueden incorporarse en el proceso de elaboración del queso, mezclándolas con la leche antes que se efectúe la coagulación y se forme la cuajada. De esta forma, se puede aumentar el rendimiento del queso y enriquecer su contenido nutricional. Sin embargo, hay que tomar en cuenta que los procesos de coagulación y de sinéresis de la cuajada pueden verse afectados, tanto más cuanto mayor sea la proporción de proteína agregada (Walstra et al., 2006).

Las proteínas del lactosuero pueden utilizarse para complementar el valor nutricional de la caseína presente en el queso, ya que contiene aminoácidos esenciales, destacándose entre ellos el triptófano. La concentración de triptófano en la α -lactoalbúmina y la β -lactoglobulina presentes en el suero es de 0,11 y 0,28 mol/kg de proteína respectivamente, en tanto que su concentración en la caseína es sólo de 0,06 mol/kg (Walstra et al., 2006).

Generalmente se prefiere el uso de concentrados proteicos lácteos para mejorar el rendimiento del queso (Ur-Rehman et al., 2003). Estos ingredientes generalmente tienen un contenido en proteínas que varía entre 35 a 85% (Mistry y Maubois, 2004). La adopción de esta técnica de fortificación requiere prestar especial atención a la cantidad de proteína láctea a incorporar como a la necesidad de adaptar el proceso de elaboración del queso para evitar deterioro y/o alterar sus propiedades.

El objetivo del presente trabajo fue estudiar el efecto de la incorporación de proteínas de lactosuero bovino en el rendimiento, la composición, el color y la textura del queso de cabra fresco.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se trabajó con leche proveniente de una majada conformada por cabras Criollas, pertenecientes a un tambo caprino ubicado en la Quebrada de Humahuaca, de la localidad de Huacalera Departamento de Tilcara, Jujuy, Argentina. La leche para estudio se trasladó al laboratorio, refrigerada y en envases de acero inoxidable, inmediatamente después del ordeño.

Para la elaboración de los quesos se pasteurizó la leche cruda (65°C, 30 min). Se enfrió luego hasta 38°C y se agregó fermento láctico CHR HANSEN RST 743. Simultáneamente se agregó 0,02% (p/v) de cloruro de calcio. Se adicionó cuajo comercial líquido CHYMAX a razón de 50 ml cada 100 litros de leche. Luego se cortó la cuajada con una lira hasta obtener granos de un tamaño de 1,5 cm. Se dejó reposar la cuajada y se desueró. Se realizó el agregado del concentrado proteico de lactosuero bovino al 5% y 10% (p/p). Se efectuó el salado en seco y en capas, por agregado de cloruro de sodio directamente sobre la cuajada y durante el moldeo. Para el caso del queso control luego del desuerado se procedió al salado. Luego del prensado el producto salado se almacenó en cámara frigorífica durante 20 días a 10°C y 90% de humedad relativa. Se tomaron muestras dentro de las 24 horas de elaboración, extrayendo un mínimo de tres muestras de cada lote elaborado para su caracterización fisicoquímica y el estudio del análisis de textura.

Luego de cada elaboración se determinó el rendimiento quesero, de acuerdo a la ecuación 1:

Caracterización fisicoquímica

La caracterización fisicoquímica de los quesos se realizó según métodos AOAC (16th Ed., 1995): Proteínas totales: por el método de Kjeldahl, método A.O.A.C. 955.04 c Grasas: método de Gerber. Humedad (AOAC 935.29) en estufa de vacío (Shel lab, modelo 1410) a 60±1 °C y 25 pulg Hg de vacío. pH: con un equipo HANNA, precisión 0,01 de pH.

Se observaron los parámetros de color con un

Colorímetro modelo Miniscan EZ 4500L, marca Hunter Lab. Los valores obtenidos correspondieron al promedio de 5 medidas realizadas en cada una de las muestras.

Análisis del perfil de textura

El estudio de los cambios texturales de los quesos se realizó utilizando un Analizador de Textura TA-XT plus con una probeta cilíndrica (P50). Las condiciones del análisis fueron: cilindros de queso de 20 mm de diámetro y 10 mm de alto, compresión hasta un 50% de su altura inicial, velocidad de 1 mm s⁻¹ con 5 s entre la primera y la segunda compresión. La aplicación de este test permitió obtener seis parámetros diferentes: dureza, gomosidad, adhesividad, cohesividad, masticabilidad y elasticidad.

Análisis estadístico

Los datos obtenidos para cada ensayo planteado en las muestras de queso se analizaron utilizando la prueba de Rangos Múltiples de Tukey, con un nivel de confianza del 95%. El análisis de varianza se realizó utilizando el software Statgraphics Centurion XV.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Caracterización fisicoquímica y rendimiento

En la Tabla 1 se puede observar la composición y los valores de pH de los quesos de cabra obtenidos con la incorporación de las distintas concentraciones de WPC.

Queso	Proteína	Humedad	Grasa	pH
Control	18,7±0,2 ^(a)	52,8±0,3 ^(a)	19±0,7 ^(b)	5,20±0,02 ^(a)
5% WPC	19,3±0,6 ^(a)	55,86±0,01 ^(b)	16±0,7 ^(a)	5,28±0,01 ^(b)
10% WPC	23,8±0,7 ^(b)	52,6±0,5 ^(a)	16,2±0,3 ^(a)	5,45±0,01 ^(c)

Valores promedio en la misma columna con letras distintas son significativamente diferentes (P<0,05).

Tabla 1: Composición química de los quesos de cabra frescos (g/100g) y los valores de

En los quesos con 5% WPC se encontró mayor contenido de humedad (55,86±0,01 g/100g) respecto al control, medido después de las 5 horas de elaboración.

La cuajada con 10% WPC requirió mayor tiempo de prensado debido a que presentó una estructura poco contráctil y friable, por lo que no presentó diferencias significativas con el queso control luego de 5 horas. Respecto a los valores de grasa no se observaron diferencias significativas entre los quesos con adición de WPC, pero si al compararlos con el queso control, lo que refleja que la cuajada disminuyó su capacidad de retener lípidos. Estos resultados tiene relación con el hecho de que las caseínas presentan fuertes regiones hidrofóbicas mientras que las proteínas séricas poseen un mayor balance entre residuos hidrofílicos e hidrofóbicos (Arce Méndez et al., 2016). Con la incorporación de la proteína sérica se aumentó la afinidad de la cuajada por el agua, pero a su vez, se podría estar disminuyendo la afinidad por los lípidos. Coincidiendo con Mead y Roupas (2001), quienes informaron que una menor retención de grasa en los quesos con agregados de WP, se produce por una alteración estérica de la matriz de caseína, lo que da como resultado la pérdida de más grasa en el suero.

En cuanto a la concentración de proteína se observó un aumento significativo en el queso de 10% WPC, lo que está influenciado además por el mayor contenido de humedad en el queso con 5% WPC.

La concentración de proteína en base seca se muestra en la tabla 2.

Queso	Proteína en base seca
Control	39,5±0,4 ^(a)
5% WPC	43,5±0,3 ^(b)
10% WPC	50±1 ^(c)

Valores promedio en la misma columna con letras distintas son significativamente diferentes (P<0,05).

Tabla 2: Concentración de proteína en base seca.

El aumento de la concentración de proteína en base seca en los quesos con 5% y 10% de WPC con respecto al control refleja una retención del WPC en los quesos luego del desuerado a pesar de que exista una afinidad del WPC con el suero,

El pH de los quesos aumentó con el agregado de WPC; al respecto Arteaga et al. (2009) informa

este aumento en el pH al agregarle suero en polvo al queso chanco y lo atribuye a la capacidad tampón que tiene la cuajada por el agregado de suero, particularmente por las proteínas séricas, lo que sumado al mayor contenido de lactosa, puede hacer variar la velocidad de la glicólisis, haciéndola más lenta al inicio de la maduración e intensificarla luego con un descenso continuo de pH.

El rendimiento del proceso de obtención de los quesos elaborados se muestra en la Tabla 3.

Queso	Rendimiento (%p/v)
Control	17,3±0,1 ^(a)
5% WPC	18,7±0,1 ^(a)
10% WPC	17,9±0,2 ^(b)

Valores promedio en la misma columna con letras distintas son significativamente diferentes (P<0,05).

Tabla 3. Rendimiento del queso de cabra fresco elaborado con la incorporación de WPC a distinta concentración.

Se observó que el rendimiento aumentó significativamente con el agregado de WPC en los quesos de cabra, influenciados directamente por el aumento en el contenido de humedad. Esto se debe a que las proteínas séricas en la cuajada aumentan la capacidad de retención de agua en la matriz del queso (Perreault et al., 2017).

En los quesos con 10% WPC la retención de agua fue excesiva y produjo una cuajada con estructura poco contráctil y friable, por lo que se prensó nuevamente, provocando un rendimiento inferior al queso con 5% WPC. Considerando estos resultados y para mejorar el rendimiento quesero es recomendable utilizar concentraciones de WPC inferiores al 10%.

Análisis de perfil de textura

Los parámetros de textura obtenidos en los quesos de cabra con la adición de WPC se describen en la Tabla 4.

Parámetro	Control	5% WPC	10% WPC
Dureza (N)	15±1 ^(a)	9±1 ^(b)	7,5±0,9 ^(b)
Gomosidad (N)	6,8±0,7 ^(a)	3,6±0,6 ^(b)	2,70±0,01 ^(b)
Adhesividad (N s)	-0,60±0,08 ^(a)	-0,05±0,01 ^(b)	-0,08±0,01 ^(b)
Cohesividad	0,45±0,02 ^(a)	0,35±0,03 ^(b)	0,33±0,05 ^(b)
Masticabilidad (N cm)	5,8±0,6 ^(a)	2,9±0,6 ^(b)	1,9±0,1 ^(b)
Elasticidad (cm)	0,85±0,01 ^(a)	0,75±0,08 ^(b)	0,71±0,01 ^(b)

Valores promedio en la misma fila con letras distintas son significativamente diferentes (P<0.05).

Tabla 4. Parámetros de textura de los quesos frescos

La incorporación de proteína de suero al queso de cabra provocó un aumento significativo en la adhesividad, en el resto de los parámetros de textura se produjo una disminución respecto al control. La concentración de WPC no produjo cambios significativos en la textura de los quesos en los rangos estudiados.

La adhesividad es “la fuerza necesaria para superar la de atracción entre la superficie del alimento y aquellos materiales con los que entra en contacto” (Chacón-Villalobos y Pineda-Castro, 2009). Según Arteaga et al., (2009) ésta obedece principalmente a los tipos de enlaces que se presentan entre las micelas de las caseínas y al contenido de grasa del producto. Los contenidos de grasa en los quesos con WPC fueron inferiores al control (Tabla 1), lo que coincide con Awad et al. (2005) que informaron que la reducción del contenido graso incrementa la adhesividad, pero no debido a la reducción de grasa en sí, sino más bien al incremento de la habilidad de las proteínas para interactuar con el agua.

La cohesividad se relaciona con la resistencia interna que provoca el cuerpo del producto, y es la deformación que puede soportar el producto antes de la ruptura provocada en la masticación. La masticabilidad denota la energía necesaria para masticar el alimento (Chacón Villalobos y Pineda Castro, 2009). La disminución de los parámetros mencionados indicaría que la adición de la proteína de suero provoca una menor resistencia mecánica del queso en la masticación, es decir, el empleo de menor energía en este proceso.

La dureza de la red proteica del queso depende de su contenido de humedad, que al aumentar debilita la estructura, dado que las proteínas deben estar más alejadas entre sí. La reducción en la firmeza de

la cuajada, al agregar un concentrado de proteína de suero, se debe a que modifica la estructura regular del gel (Lobato-Calleros et al., 2007).

Los parámetros de color observados en los quesos de cabra estudiados se presentan en la Tabla 5.

Queso	Control	5% WPC	10% WPC
L	95,5±0,5 ^(c)	93,2±0,6 ^(b)	90,3±0,7 ^(a)
a	-2,4±0,1 ^(a)	-1,2±0,1 ^(b)	-0,4±0,3 ^(c)
b	14,5±0,5 ^(a)	17,1±0,5 ^(b)	17,8±0,4 ^(c)

Las medias con igual superíndice en la misma fila no presentaron diferencias significativas ($P < 0,05$).

Tabla 5. Parámetros del color de las muestras y de la referencia comercial.

La luminosidad L de los quesos fue cercana al blanco (100), siendo el queso control el más claro, además disminuyó en función a la concentración de WPC. Estos valores se asocian con un color blanco intenso resultante del menor diámetro de los glóbulos de grasa en la leche de cabra (3,5 μ m en leche de cabra frente a 10 μ m en leche de vaca) y la conversión completa del beta-caroteno en vitamina A que se produce en el metabolismo de las cabras, según lo informado por Lucas et al. (2008).

Considerando a los quesos de cabra con 10% WPC, los valores fueron similares a los informados para quesos de cabra por Medeiros et al. (2013), Buffa et al. (2001) y Santos et al. (2011), quienes reportaron valores de luminosidad (L) de alrededor de 91, implicando que los quesos de cabra obtenidos con WPC podrían ser aceptados por los consumidores ya que no se aleja de los valores reportados para los quesos de cabra sin adición de WPC.

Los valores de a de todos los quesos fueron negativos, indicando la tendencia al verde. Respecto al parámetro b, todos los quesos tienden al amarillo. Ambos índices aumentaron con el agregado del WPC, lo que se atribuye al color amarillo del WPC bovino en polvo.

CONCLUSIONES

La incorporación de WPC al queso de cabra fresco, en las concentraciones estudiadas, tuvo un efecto positivo en el rendimiento quesero, incrementando además la concentración de proteína. Sin embargo, esta adición provocó variaciones en el color, disminuyendo la luminosidad y los índices a y b se inclinaron a las tonalidades amarillas y verdes.

La adición de WPC produjo la disminución de la dureza, la cohesividad, gomosidad y la masticabilidad, lo que podría afectar las propiedades sensoriales del queso.

La incorporación de 5 % de WPC a la matriz caseínica permitió obtener un queso con mejores características texturales y de color.

BIBLIOGRAFÍA

A.O.A.C. 1995. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemist.

Arce-Méndez, J.R.; Thompson-Vicente, E. & Calderón-Villaplana, S. 2016. Incorporación de la proteína del suero lácteo en un queso fresco. *Agronomía Mesoamericana* 27(1): 61-71.

Arteaga, M.; Molina, L.H.; Pinto, M. & Brito, C. 2009. Caracterización de queso Chanco enriquecido con suero lácteo en polvo. *Revista chilena de nutrición* 36(1): 53-62.

Awad, S.; Hassan, A.N. & Muthukumarappan, K. 2005. Application of exopolysaccharide-producing cultures in reduced-fat Cheddar cheese: Texture and melting properties. *Journal of dairy science* 88(12): 4204-4213.

Buffa, M.N.; Trujillo, A.J.; Pavia, M. & Guamis, B. 2001. Changes in textural, microstructural, and colour characteristics during ripening of cheeses made from raw, pasteurized or high-pressure-treated goats' milk. *International Dairy Journal* 11(11): 927-934.

Lobato-Calleros, C.; Reyes-Hernández, J.; Beristain, C.I.; Hornelas-Urbe, Y.; Sanchez-Garcia, J.E. & Vernon-Carter, E. J. 2007. Microstructure and texture of white fresh cheese made with canola oil and whey protein concentrate in partial or total

replacement of milk fat. *Food research international* 40(4): 529-537.

Candioti, M.C.; Zalazar, C.A.; Meinardi, C.A. & Hynes, E. 2001. Susceptibility of whey proteins to the action of commercial proteases used in food processing. *Australian Journal of Dairy Technology* 56(1): 35-37.

Chacón-Villalobos, A. & M. Pineda-Castro. 2009. Características químicas, físicas y sensoriales de un queso de cabra adaptado del tipo "Crottin de Chavignol". *Agronomía Mesoamericana* 20:297-309.

Inda, C. A. (2000). Optimización de Rendimiento y Aseguramiento de Inocuidad en la Industria de Quesería. Una guía para la pequeña y mediana empresa. Organización de los Estados Americanos (OEA), DF (México).

Lucas, A.; Rock, E.; Agabriel, C.; Chilliard, Y. & Coulon, J.B. 2008. Relationships between animal species (cow versus goat) and some nutritional constituents in raw milk farmhouse cheeses. *Small Ruminant Research* 74(1-3): 243-248.

Mead, D. & Roupas, P. 2001. Effect of incorporation of denatured whey proteins on chemical composition and functionality of pizza cheese. *Australian Journal of Dairy Technology* 56: 19-23.

Medeiros, E.J.L.; do Egypto, R.D.C.R.; de Medeiros, A.N.; Bomfim, M.A.D.; Batista, A.S. M.; dos Santos Félex, S.S. & Madruga, M.S. 2013. Sensory profile and physicochemical parameters of cheese from dairy goats fed vegetable oils in the semiarid region of Brazil. *Small Ruminant Research* 113(1): 211-218.

Mistry, V.V. & Maubois, J.L. 2004. Application of membrane separation technology to cheese production. In P.F. Fox, P.L.H. McSweeney, T.M. Cogan & T.P. Guinee (Eds.), *Cheese: Chemistry, physics and microbiology*. London: Elsevier Academic press: 261-286.

Perreault, V.; Rémillard, N.; Chabot, D.; Morin, P.; Pouliot, Y. & Britten, M. 2017. Effect of denatured whey protein concentrate and its fractions on cheese composition and rheological properties. *Journal of Dairy Science* 100(7): 5139-5152.

Santos, B.M.; Oliveira, M.E.G. de; Madureira, A.R.M.F.M.; Pintado, M.M.E.; Souza, E.L. & Queiroga, R.C.R.E., 2011. Quality and acceptance of goat Milk cheese "curd" with inclusion of cow milk. *Institute Adolfo Lutz* 70: 67-73.

Ur-Rehman, S.; Farkye, N.Y.; Considine, T.; Schaffner, A. & Drake, M.A. 2003. Effects of standardization of whole milk with dry milk protein concentrate on the yield and ripening of reduced-fat Cheddar cheese. *Journal of Dairy Science* 86: 1608-1615.

Walstra, P.; Wouters, J. & Geurts, T. 2006. *Dairy science and technology*. 2nd Ed. CRC Press, Boca Ratón, FL, USA.