

Evaluación de proteína concentrada de suero y termosonicación como factores para mejorar parámetros texturales de Queso panela reducido en grasa

A. Tlelo-Reyes¹, G.G. Amador-Espejo², P. Gibbens-Bandala³, Ortega-Sánchez, M.E.³, H. Ruiz-Espinosa^{3*}

1. Ingeniería en Biotecnología, ITESM Campus Puebla.

2. CIBA-IPN Tlaxcala.

3. Colegio de Ingeniería en Alimentos, Facultad de Ingeniería Química, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.

*Autor corresponsal: hector.ruiz@gmail.com

RESUMEN:

Se estudiaron los efectos del concentrado de proteína de suero (WPC) como sustituto de grasa, así como el uso de termosonicación (TS) de leche como paso previo a la elaboración de queso Panela reducido en grasa, con el objetivo de mejorar sus propiedades texturales durante su almacenamiento refrigerado (a los días 1 y 7). Se analizaron dos tratamientos de TS (2 min.; 50 y 60°C); y dos niveles de WPC (1 y 1.33%). Estos se compararon contra quesos control elaborados con leche entera (3% grasa) y parcialmente descremada (1%). Los rendimientos fueron menores para los tratamientos TS y el queso elaborado con leche 1.0% grasa al compararlos con el de leche entera. Al día 1, los quesos TS no presentaron diferencias significativas en dureza y elasticidad con respecto al control de leche entera. La cohesividad de los quesos TS resultó ser mayor para los tratamientos control y el pH se mantuvo sin cambios importantes durante el almacenamiento. Esto es un indicio de una mejor estructura interna y de la incorporación del WPC en la matriz del gel. Lo anterior podría brindar evidencia preliminar para la mejora de los productos reducidos en grasa.

Palabras clave: termosonicación, WPC, queso, grasa, textura, dureza

ABSTRACT:

The effects of whey protein concentrate (WPC) added into low fat panela cheesemilk via thermosonication (TS) were studied. 2-min TS treatments at two processing process temperatures (50 y 60 °C) and two WPC levels (1.0% y 1.33%) were analyzed. These treatments were compared with full fat milk (3.0% fat) and low fat milk (1.0%) cheeses as controls. Cheese yields were lower for both TS-cheeses and 1% milk cheese compared with the full fat control. Texture parameters were obtained at day 1 and day 7. On day 1, the treatments did not present significant differences in hardness and elasticity when compared to the full fat cheeses while on day 7, one of the TS cheeses exhibited similar hardness than that of the control. Cohesivity was higher for the TS-cheeses, compared to the controls. In overall, the observed textural changes may indicate an improved internal structure of reduced fat cheeses attributed to an appropriate incorporation of WPC in the gel matrix. pH did not show significant changes between all the cheese samples, but there was a slight reduction during storage. Fat percentage increased in all samples because of syneresis. The application of TS seems to be a promising alternative to produce reduced fat cheeses without compromising the product texture.

Keywords: thermosonication, WPC, cheese, fat, texture, hardness

INTRODUCCIÓN

En los últimos años se ha observado un aumento en el consumo de productos que presentan una reducción de grasa con respecto al original. Sin embargo, la elaboración de quesos reducidos o libres de grasa con propiedades sensoriales aceptables no resulta fácil. Uno de los problemas principales radica en el mayor contenido de proteínas que dan lugar a un mayor entrecruzamiento (Kavas *et al.*, 2004). En el caso del queso, la remoción o reducción de grasa afecta tanto a la textura como al sabor. Generalmente, los quesos con reducción de grasa suelen ser identificados como insípidos, firmes y gomosos (Sipahioglu y col. 1996). Debido a lo anterior, se ha propuesto el uso de aditivos que reemplacen la grasa. En específico, aquellos de naturaleza proteica o polisacáridos. Recientemente el WPC (concentrado de proteína de suero) ha sido utilizado para aplicaciones como gelificación, formación de espumas y emulsiones (Foegeding y Luck, 2002) y se ha propuesto como un sustituto viable de grasa en formulaciones lácteas. Conjuntamente, ciertas tecnologías emergentes están cobrando fuerza debido a que pueden ofrecer ciertos beneficios adicionales a las propiedades de los alimentos. Entre éstas, se encuentra la termosonicación (proceso que involucra el uso de procesamiento térmico y ultrasonido de potencia) cuyo enfoque se ha centrado en la eliminación de microorganismos (Evelyn y Silva, 2005) y la disrupción de la membrana grasa globular de leche, lo que ha permitido el desarrollo de alternativas que mejoren la homogenización, estabilidad y apariencia de la leche (Bermúdez-Aguirre y col., 2008). Así, se considera que el uso combinado de estas dos tecnologías (sustitutos de grasa y termosonicación) puede mejorar las características de los productos lácteos. Por ello, el objetivo de este trabajo fue evaluar los cambios en las propiedades de textura de queso panela reducido en grasa al utilizar WPC como sustituto y termosonicación.

MATERIALES Y MÉTODOS

Estandarización de leche: Se establecieron dos tratamientos de TS a evaluar contra dos controles como se muestra en la Tabla I. Para las cuatro muestras se utilizó leche fresca de vaca de un proveedor local. Ésta fue analizada con un equipo *Lactoscan LA* (Nova Zagora, Bulgaria) para determinar su composición. La leche se fraccionó en dos partes y una de éstas fue calentada a 40°C. Se descremó esta última en una descremadora LKL (Nova Zagora, Bulgaria) y al enfriarse se determinó su composición. Con las dos leches (entera y descremada), se estandarizaron los cuatro tipos de leches para los tratamientos a evaluar (1.0, 1.5 y 3.0% de grasa). Posteriormente se agregaron los equivalentes a 1.33 y 1.0% de WPC (ARLA Foods, Dinamarca) a las leches de los tratamientos 1 y 2 respectivamente.

Tabla I. Condiciones de tratamientos aplicados

Tratamiento	Porcentaje de grasa	Temperatura (°C)	Tiempo de US (s)	Amplitud (%)	Porcentaje de WPC (m/v)
Tratamiento 1 (T1)	1.0	50	120	100	1.33
Tratamiento 2 (T2)	1.5	60	120	100	1.0
Control 1 (C1)	1.0	N/A	N/A	N/A	N/A
Control 2 (C2)	3.0	N/A	N/A	N/A	N/A

Tratamiento de termosonicación: Los tratamientos 1 y 2 fueron sometidos a un proceso de termosonicación con un equipo de ultrasonido de sonda de 24 KHz y una potencia teórica de salida de 400 W Hielscher, UP 400S

(Hielscher, Teltow, Alemania), durante dos minutos con amplitud al 100%. Se fijaron dos temperaturas como se mostró en la Tabla I, éstas fueron 50°C para el tratamiento 1 (T1) y 60°C para el tratamiento 2 (T2). El control de temperatura se llevó a cabo mediante un intercambiador de calor cuyo flujo y temperatura fueron estandarizados previamente para mantener las condiciones deseadas.

Pasteurización: Todos los tratamientos (incluidos los controles) siguieron una pasteurización LTLT (Baja temperatura, largo tiempo) en un pasteurizador de pequeña escala FJ15 (*Mr. Milky*, Austria) a 63°C por 30 min. Posterior al tratamiento, las leches fueron enfriadas a 30°C con un baño de agua fría.

Elaboración de quesos: Se mantuvo la leche a una temperatura de 30±2 °C y se añadieron 150 µL/L de una solución de cuajo comercial diluido en agua 1:10 (cuajo:agua). La coagulación de la leche duró aproximadamente 30 minutos hasta la formación de gel. Se realizaron cortes con liras de 1 cm. de forma horizontal y vertical para permitir el desuerado. Se eliminó el suero con una manta de cielo y se conservó la cuajada. Ésta fue pesada para determinar el rendimiento verde; se añadieron 2.5% (m/m) de cloruro de sodio a la cuajada y se mezcló hasta su incorporación. El queso se prensó y se dejó incubar toda la noche a 4°C, a las 24 h de prensado, los quesos fueron desmoldados, pesados para evaluar el rendimiento húmedo y almacenados en bolsas herméticas para análisis posterior.

Parámetros de textura: El análisis de dureza, cohesividad y elasticidad se realizó en un texturómetro TA-XT Plus con muestras de 15 mm de diámetro y 20 mm de alto. Éstas fueron comprimidas hasta el 50% de su altura dos veces para determinar las propiedades. Los datos fueron analizados con el software del equipo y calculados de acuerdo a las relaciones que existen entre la fuerza, distancia y área de las curvas generadas.

Grasa: Se determinó mediante el método de Gerber. Para esto 3 g de queso fueron pesados y posteriormente se colocaron en un butirómetro. Se añadieron 10 mL de H₂SO₄, 1 mL de alcohol isoamílico y el volumen restante de agua destilada. Se homogenizó la muestra hasta que la reacción exotérmica de descomposición iniciara. Posteriormente, se colocó en una centrífuga Funke-Gerber por 5 min a 65 °C.

pH: Se trituró parte de la muestra, aproximadamente 2 gramos y se agregó 1 mL de agua destilada. El electrodo del potenciómetro se puso en contacto con ésta y se registró la lectura hasta que el valor se mantuviera constante.

Análisis estadístico. Todos los tratamientos fueron realizados por duplicado. Posteriormente, se analizaron las medias por ANOVA, empleando una prueba de Dunnet y Tukey (P=0.05), utilizando el software estadístico *Minitab 17*® para evaluar posibles diferencias significativas entre los tratamientos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Rendimiento verde y rendimiento húmedo: Los procesos de termosonicación y pasteurización que se realizaron se llevaron a cabo de manera apropiada, por lo que no hubo ningún problema de contaminación microbiológica. Para todas las muestras se evaluaron los rendimientos verde y húmedo, los resultados condensados se presentan en la Tabla II. En este caso, se aprecia una disminución importante para el T1 y el C2, estos pierden cerca del 65 y 72% de su peso, respectivamente, debido al desuerado.

El rendimiento húmedo del Control 2 fue el mayor debido a la cantidad de grasa que este contiene. El análisis estadístico determinó que los T1 y T2 no comparten la misma media que el Control 2, pues los rendimientos de estos son estadísticamente menores pareciéndose más al Control 1.

Tabla II. Rendimiento verde y rendimiento húmedo en los quesos elaborados

Tratamiento	Rendimiento verde (%)	Rendimiento húmedo (%)
T1	20.45 ± 0.52	13.30 ± 0.34 ^A
T2	16.85 ± 1.22	12.78 ± 0.45 ^A
C1	16.80 ± 3.33	12.28 ± 1.26 ^{A*}
C2	22.16 ± 1.40	16.03 ± 0.52

Datos medias±SD. El superíndice en mayúsculas indica la igualdad en las medias con el Control 1 utilizando la prueba Dunnet con $\alpha=0.05$.
n= 2

De acuerdo con, Lobato-Calleros y col. (2006), en un estudio en el que evaluaron el reemplazo de grasa de leche por WPC, se obtuvieron rendimientos de $15.3 \pm 0.6\%$ para quesos elaborados con leche al 2.4% de grasa. Para el caso de WPC, el rendimiento fue $13.5 \pm 0.3\%$ (usando leche al 0.1% de grasa). De esta forma, los resultados se encuentran en un rango aproximado de acuerdo con la bibliografía. El bajo rendimiento de los quesos con el tratamiento de TS y adición de WPC podría deberse a la manipulación de las muestras durante la etapa de prensado. Los autores concuerdan en que los quesos con WPC tienen cerca de 21.5% de proteína contra 16.4% en el caso del queso elaborado con la propia grasa de leche. Ante esto, no se puede descartar que los quesos ofrecen otras propiedades que podrían compensar los rendimientos bajos.

Tabla III. Medias de dureza en los quesos elaborados y durante su almacenamiento

Grupo	Dureza día 1 (N)	Dureza día 7 (N)
T1	1282.4 ± 166 ^{Aa}	1496.4 ± 171 ^b
T2	1368.6 ± 170 ^{Aa}	1214.0 ± 195 ^{Aa}
C1	1646.9 ± 324 ^{B*a}	1929.0 ± 215 ^{B*b}
C2	1148.8 ± 345 ^{A*a}	1207.2 ± 210 ^{A*a}

Datos medias±SD. Prueba de Dunnet: el superíndice A indica comparación con C2 (leche 3% grasa) y B comparación con C1 (leche 1% grasa). Aquellos que comparten letra mayúscula son estadísticamente iguales ($\alpha=0.05$). Si las filas tienen el mismo superíndice en minúscula, significa que no hay diferencia significativa con respecto al almacenamiento ($P<0.05$). n= 2

Parámetros de textura: Se analizaron los parámetros de dureza, elasticidad y cohesividad de los grupos con el fin de determinar la semejanza con respecto a los controles y si existe una diferencia significativa entre los parámetros tanto entre ellos como entre la misma muestra al día 1 y 7. Para esto se realizó una prueba de Dunnet para determinar si existen diferencias entre los grupos y una prueba t pareada para comprobar si existían cambios entre los días.

En la Tabla III se presentan las medias de dureza para los grupos en los que se aprecia el aumento de ésta comparando el día 1 y 7 en todas las muestras. Se puede concluir de los estadísticos que las medias de los tratamientos 1 y 2 similares al Control 2, sin embargo, para el día 7 solo es similar el tratamiento 2 a éste. De esta forma, el tratamiento 2 conserva mejor la textura pues la diferencia entre el día 1 y 7 no es significativa.

Rahimi y col. (2007) concluyeron que, para un estudio de queso blanco iraní (tipo feta) al que se sustituyó grasa por goma tragacanto tuvo un efecto adverso en el rendimiento del queso, las características sensoriales y la textura del queso. Además, se incrementaron los parámetros relacionados con la dureza. De igual forma, Lobato-Calleros y col. (2006) reportan una mayor dureza en los quesos con sustitución de grasa de leche con WPC (aumento de casi 55%). En este caso, el estudio llevado a cabo parece indicar lo contrario pues aunque hubo rendimientos

relativamente bajos, la dureza permaneció baja aún después del almacenamiento. Esto indicaría que, el uso de concentrados proteicos y TS trabajan bien en conjunto para la dispersión homogénea de los componentes, evitando que los quesos presenten una consistencia indeseada.

Con respecto a la elasticidad (Tabla IV), existe similitud estadística de las medias con el Control 2 en ambos tratamientos. Con el paso del tiempo, todos los grupos comparten estadísticamente valores de elasticidad. Además, no parece haber un cambio importante entre tratamientos por el almacenamiento de 7 días.

Tabla IV. Evaluación de elasticidad en los quesos elaborados durante su almacenamiento

Tratamiento	Media Día 1 (adimensional)	Media día 7 (adimensional)
T1	0.8710 ± 0.011 ^{ABa}	0.87689 ± 0.011 ^{ABa}
T2	0.8665 ± 0.009 ^{Aa}	0.86445 ± 0.007 ^{Aa}
C1	0.8818 ± 0.017 ^{B*a}	0.87782 ± 0.010 ^{AB*a}
C2	0.8684 ± 0.013 ^{A*a}	0.87272 ± 0.010 ^{A*Ba}

Datos medias±SD. Prueba de Dunnet: el superíndice A indica comparación con C2 (leche 3% grasa) y B comparación con C1 (leche 1% grasa). Aquellos que comparten letra mayúscula son estadísticamente iguales ($\alpha=0.05$). Si las filas tienen el mismo superíndice en minúscula, significa que no hay diferencia significativa con respecto al almacenamiento ($P<0.05$). $n= 2$

En la Tabla V se presentan las medias de cohesividad. La prueba pareada de t reveló que existen cambios significativos en todos los grupos, debido al almacenamiento, para este parámetro. Lo anterior se puede deber a la pérdida de agua que experimentan los quesos que aumentan su dureza y por ello la fuerza necesaria para romper el gel. El comparativo entre grupos demuestra que, para el día 1, el T2 y el C1 son similares al C2 cuya cohesividad fue baja comparada con el T1. El almacenamiento permitió que los tratamientos aumentaran su cohesividad siendo similares entre sí, esto revelaría una conservación de la estructura del gel.

Lobato-Calleros y col. (2001) detectaron que las características estructurales entre queso manchego elaborado con leche entera (3%) y aquellos en los que se utilizó WPC para reemplazar grasa (leche al 1.5%) resultaron en cambios en las propiedades microestructurales. Sin embargo, sus características de textura no resultaron significativamente diferentes pues de las 4 analizadas (dureza, elasticidad, cohesividad y masticabilidad), todas resultaron similares a las del queso control de leche entera. Debido al periodo de almacenamiento que lleva el queso manchego, se esperarían cambios significativos en la estructura del queso. En este caso, para un queso fresco, las propiedades también se conservan para la elasticidad.

En el caso de la cohesividad, con el paso del tiempo se observan quesos más compactos que los controles, lo que indicaría el por qué no hubo aumento de dureza cuando otros estudios afirman lo contrario.

Tabla V. Medias de cohesividad en los quesos elaborados durante su almacenamiento.

Tratamiento	Media día 1 (adimensional)	Media día 7 (adimensional)
T1	0.7438 ± 0.025 ^a	0.77083 ± 0.019 ^{Bb}
T2	0.7194 ± 0.025 ^{Aa}	0.77637 ± 0.013 ^{Bb}
C1	0.5848 ± 0.0149 ^{ABa}	0.7369 ± 0.077 ^{AB*b}
C2	0.6501 ± 0.073 ^{A*Ba}	0.7127 ± 0.051 ^{A*Bb}

Datos medias±SD. Prueba de Dunnet: el superíndice A indica comparación con C2 (leche 3% grasa) y B comparación con C1 (leche 1% grasa). Aquellos que comparten letra mayúscula son estadísticamente iguales ($\alpha=0.05$). Si las filas tienen el mismo superíndice en minúscula, significa que no hay diferencia significativa con respecto al almacenamiento ($P<0.05$). $n=2$

Grasa: La grasa presente en el queso se determinó a los días 1 y 7 (Tabla VI). En general, los resultados concuerdan con la cantidad de grasa estandarizada en la leche para cada caso. El Tratamiento 1 (con 1% de grasa y 1.33% de WPC presentó un mayor aumento de grasa al día 7, que puede ser un indicativo de una ligera pérdida de agua).

Tabla VI. Determinación de grasa en los quesos a los días 1 y 7

Tratamiento	% de grasa en leche	% de WPC suplementado a leche	% de Grasa presente en queso al día 1	% de Grasa presente en queso al día 7
T1	1.0	1.33	6.50 ± 0.87	9.28 ± 1.34
T2	1.5	1.00	9.00 ± 0.41	10.88 ± 0.48
C1	1.0	N/A	6.38 ± 0.75	7.50 ± 0.71
C2	3.0	N/A	19.25 ± 0.35	21.50 ± 0.71

pH: En la Tabla VII se presentan los resultados de pH de las muestras control y con el tratamiento de TS evaluadas al día 1 y 7. La prueba pareada de t se aplicó en el mismo grupo para comparar si la disminución en el pH fue significativa con respecto al almacenamiento. Se presentó una disminución estadísticamente significativa en para T1, T2 y C2, el C1 no reveló ser estadísticamente diferente con respecto al día 1 y 7.

El ANOVA de medias muestra que no existen diferencias significativas entre todos los grupos en el día 1 ni en el día 7, indicando que el pH se mantiene para los tratamientos. Por lo tanto, no parece haber indicios de contaminación bacteriana o de oxidaciones que conduzcan a la reducción del pH para los tratamientos termosonicados.

Tabla VII. Valores de pH para los quesos durante su almacenamiento

Tratamiento	pH día 1	pH día 7
T1	6.57 ± 0.11 ^{Aa}	6.32 ± 0.39 ^{Ab}
T2	6.76 ± 0.10 ^{Aa}	6.17 ± 0.26 ^{Ab}
C1	6.52 ± 0.19 ^{Aa}	6.19 ± 0.26 ^{Aa}
C2	6.48 ± 0.12 ^{Aa}	6.07 ± 0.39 ^{Ab}

Datos medias±SD. Los superíndices en mayúsculas comparan las medias entre los grupos, mientras que los que se encuentran en minúsculas indican la diferencia en el grupo. Las medias que no comparten la misma letra son estadísticamente diferentes

CONCLUSIONES

Se pudo comprobar que los parámetros de textura en queso panela elaborado con leche TS adicionada con WPC muestran resultados semejantes a los del queso elaborado con leche entera. En general, la dureza, tiene un impacto en parámetros secundarios y terciarios de textura. Así, el hecho de que ésta fuera menor en los tratamientos que la del queso control resulta en una perspectiva prometedora para la incorporación de proteínas de suero mediante termosonicación. Estudios posteriores de microscopía podrían revelar una estructura más homogénea de la matriz del gel y se podría explicar el efecto de la cohesividad en los tratamientos. Debido a sus características, los quesos con las condiciones propuestas en este artículo podrían abrir un área de oportunidad para la industria pues se podría ofrecer una alternativa reducida sin perder características sensoriales en el producto.

BIBLIOGRAFÍA

- Bermúdez-Aguirre, D., Mawson, R., & Barbosa-Cánovas, G. V. (2008, August). Microstructure of Fat Globules in Whole Milk after Thermosonication Treatment. *Journal of Food Science*, 73(3), 325-332.
- Evelyn, E., & Silva, F. V. (2015). Thermosonication versus thermal processing of skim milk and beef slurry: Modeling the inactivation kinetics of psychrotrophic *Bacillus cereus* spores. *Food Research International*, 67, 67-74.
- Foegeding, E., & Luck, P. (2002). Whey protein products. En B. Carballo, L. Trugo, & P. Finglas, *Encyclopedia of Foods Sciences and Nutrition* (págs. 1957-1960). Academic Press, New York.
- Kavas, G., Oysun, G., Kinik, O., & Uysal, H. Effect of some fat replacers on chemical, physical and sensory attributes of low-fat white pickled cheese. *Food Chemistry*, 88(3), 381-388.
- Lobato-Calleros, C., Robles-Aguirre, J. C., Caballero-Pérez, J. F., Aguirre-Mandujano, E., & Vernon-Carter, E. J. (2001). Fat replacers in low-fat Mexican Manchego cheese. *Journal of Texture Studies*, 32(1), 1-14.
- Lobato-Calleros, C., Reyes-Hernández, J., Beristain, C. I., Hornelas-Urbe, Y., Sánchez-García, J. E., & Vernon-Carter, E. J. (2006). 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, 529-537.
- Rahimi, J., Khosrowshah, A., Madadlou, A., & Aziznia, S. (2007). Texture of Low-Fat Iranian White Cheese as Influenced by Gum Tragacanth as a Fat Replacer. *Journal of Dairy Science*, 90(9).
- Sipahioglu, O., Alvarez, V. B., & Solano-Lopez, C. (1999). Structure, physico-chemical and sensory properties of Feta cheese made with tapioca starch and lecithin as fat mimetic. *International Dairy Journal*, 9, 783-78.