

Efecto de la tecnología quesera sobre la composición del suero lácteo

José Francisco Faría Reyes¹, Aleida Coromoto García Urdaneta²
y Aiza de Hernández¹

¹Unidad de Investigación en Ciencia y Tecnología de los Alimentos (UDICTA).

Laboratorio de Ciencia y Tecnología de la Leche. Facultad de Ciencias Veterinarias.

²Departamento de Estadística. Facultad de Agronomía. Universidad del Zulia, Apartado 526. Maracaibo, Edo. Zulia, Venezuela.

Resumen

Se evaluó el efecto de la tecnología aplicada en la elaboración de queso fresco "Blanco Criollo", de pasta filada "Mozarella" y madurado tipo "Parmesano", sobre la composición del suero. Las muestras fueron recolectadas de dos plantas queseras ubicadas en Maracaibo, estado Zulia-Venezuela. A los tres tipos de suero, y a la mezcla de éstos, se les determinó la acidez y los contenidos en proteínas, sólidos totales y cenizas por los métodos de la AOAC, grasa por el método de Gerber, fósforo por espectrocolorimetría, calcio y magnesio por espectrofotometría de absorción atómica. El pH del suero se midió con un pH-meter. La lactosa se calculó por diferencia. No se encontraron diferencias en el pH y los contenidos en proteínas y lactosa de los sueros. La acidez más elevada se presentó en el suero de queso Mozarella, donde se encontraron los más altos contenidos en calcio, fósforo y magnesio. El suero de queso madurado presentó los más bajos contenidos en todos los parámetros estudiados, debido posiblemente al mayor grado de mecanización utilizado en la planta donde se obtuvo este suero. Para la mezcla, los resultados se encontraron entre los valores máximos y mínimos de los tres tipos de suero, siendo sus valores medios: pH 5,64; acidez 14,60 mL de NaOH 0,1N/100 mL de suero, sólidos totales 7,70%, proteínas 1,00%, lactosa 5,48%, grasa 0,86%, cenizas 0,39%, calcio 24,94 mg/100g, fósforo 20,09 mg/100g, magnesio 5,98 mg/100g. Se concluye que la tecnología quesera afecta la composición del suero lácteo.

Palabras clave: Suero, composición, tecnología quesera.

Effect of the cheesemaker technology on the whey composition

Abstract

The effect of the technology applied in the elaboration of “Blanco Criollo” fresh cheese, of “Mozzarella” cheese and ripened type “Parmesan” cheese on composition of whey was evaluated. The samples were collected in two cheese plants located in Maracaibo, Zulia state -Venezuela. The composition of the mixture was also determined. Titratable acidity, proteins, total solids and ash were determined by the methods of the AOAC, fat by Gerber’s method, phosphorus by colorimetry, calcium and magnesium by atomic absorption spectrophotometry. The pH was measured with a model 107-Fisher pH-meter. The lactose was calculated by difference. There were no significant differences in the pH, proteins and lactose. The highest acidity was found in Mozzarella cheese whey, as well as the highest contents in calcium, phosphorus and magnesium. Were found in the parmesan type cheese whey the lowest contents in all the studied parameters, due possibly to the greater mechanization used in the plant where it was obtained. The protein content of the three wheys were higher than reported in other investigations. For the mixture the results were between the maximum and minimum values of the three types of whey: pH 5.64; acidity 14.60 mL of NaOH 0.1N/100 mL of whey, solids 7.70%, proteins 1.00%, lactose 5.48%, fat 0.86%, ash 0.39%, calcium 24.94 mg/100g, phosphorus 20.09 mg/100g, magnesium 5.98 mg/100g. In conclusion, the technology of the cheesemaker affects the composition of whey.

Key words: Whey, composition, cheesemaker technology.

Introducción

La industria quesera venezolana genera anualmente unos 600 millones de litros de suero, provenientes de la elaboración de diversos tipos de quesos, utilizándose aproximadamente solo una cuarta parte de este volumen en la producción de ricotta o requesón y en alimentación animal (17, 22).

En el suero se retiene cerca del 55% de los nutrientes de la leche y hasta un 20% de sus proteínas, las cuales se caracterizan por un elevado valor nutricional y excelentes propiedades funcionales (10, 13, 15), lo que junto al desarrollo de nuevas tecnologías, aplicadas económica y eficientemente, en la concentración y separación de los diversos constituyentes del suero, ha contribuido en los últimos años al incremento en la demanda de este subproducto para la formulación y desarrollo de nuevos productos alimenticios (7, 11, 12).

Las diversas aplicaciones del suero suelen estar determinadas por su composición físicoquímica, y ésta se encuentra estrechamente ligada a las características de la cuajada obtenida en el proceso de elaboración del queso, que a su vez son afectadas por la composición del coágulo, la intensidad del trabajo

mecánico, el pH y temperatura en el desuerado y las condiciones de coagulación (5, 20), aspectos variables de acuerdo a la composición de la leche utilizada, el esquema tecnológico aplicado en la producción de un tipo particular de queso, y la influencia de las condiciones naturales y/o costumbres propias de cada región.

La presente investigación se realizó con el propósito de determinar el efecto de la tecnología empleada en la elaboración del queso fresco “Blanco Criollo”, de pasta filada o de mano “Mozzarella” y madurado tipo “Parmesano”, producidos en el estado Zulia- Venezuela, sobre la composición del suero lácteo.

Metodología

Muestras

Las muestras de suero se obtuvieron de dos plantas queseras A y B, ubicadas en la ciudad de Maracaibo, estado Zulia, Venezuela. En la planta A se recolectó el suero de queso fresco “Blanco Criollo” y el suero del queso de pasta filada, conocido en el medio como queso de mano “Mozzarella”; y de la planta B el suero de queso madurado tipo “Parmesano”. La recolección se reali-

zó en recipientes plásticos estériles de 4 litros, los cuales se transportaron refrigerados hasta el laboratorio de Ciencia y Tecnología de la Leche de la Facultad de Ciencias Veterinarias de La Universidad del Zulia, en un tiempo no mayor a 45 minutos. En total se analizaron 40 muestras, correspondiendo 10 a cada uno de los tipos de suero y 10 a la mezcla de ellos en partes iguales. El muestreo se realizó durante un período de cinco meses con una frecuencia de recolección quincenal.

Análisis

Se realizaron determinaciones por triplicado de acidez, proteínas, sólidos totales y cenizas, utilizando las metodologías propuestas por la AOAC (3), para el análisis de leche. Para determinar el contenido en grasa se utilizó el método de Gerber (4). El contenido en fósforo se analizó por colorimetría (4), y el contenido de calcio y magnesio por espectrofotometría de absorción atómica (Perkin Elmer 3110). La lactosa se calculó por diferencia y el pH se midió con un pH-meter modelo 107-Fisher.

Tratamiento Estadístico de los Resultados

Los resultados de la composición de los sueros se presentan como valores promedios, y como medida de dispersión se muestra la desviación estándar. Para detectar diferencias en la composición de los tipos de suero estudiados se realizó el análisis de la varianza para un modelo completamente aleatorizado; la comparación de medias se realizó utilizando el método de Tukey. Los análisis estadísticos se realizaron con el paquete estadístico SAS, versión 6,12 (21).

Resultados y Discusión

En la TABLA 1 se muestran los resultados para el pH y la acidez de los sueros y la mezcla, observándose que para el primero no se detectaron diferencias significativas ($P > 0,05$), mientras que para la acidez se encontró un valor más elevado en el suero de queso Mozzarella.

El pH suele ser utilizado como parámetro de diferenciación del tipo de suero, clasificándose como suero ácido aquel con pH entre 4,4 a 4,6, y como suero dulce el de pH entre 5,9 a 6,3, afirmándose que el suero ácido es obtenido generalmente de la elaboración de queso fresco y el dulce a partir del queso madurado (9, 14). lo que diverge de los resultados encontrados en la presente investigación.

En algunos países latinoamericanos (6), con el fin de provocar una coagulación principalmente por acidificación, suele realizarse la maduración de la leche con cultivos iniciadores o la adición de un ácido orgánico en el proceso de elaboración

del queso fresco, lo que podría provocar la obtención de suero con un bajo pH, mientras que, para la elaboración de queso fresco en el estado Zulia, suele realizarse la coagulación de la leche principalmente con cuajo (8), con lo que se puede evitar la acidificación del suero.

En el proceso de elaboración del queso tipo Parmesano, aún cuando se utilizan cultivos iniciadores para la maduración de la leche, ésta no es muy intensa, y además suele realizarse una agitación y calentamiento rápido de la cuajada, con el fin de acelerar y completar la separación del suero, evitando con esto una acidificación pronunciada del mismo (24).

Para la obtención de la textura característica de pasta filada del queso Mozzarella, se requiere de una elevada acidificación de la leche, la cual puede ser obtenida por la maduración de ésta con cultivos específicos o por la adición de ácidos orgánicos, siendo éste último muy aplicado por los productores de queso Mozzarella del estado Zulia (16). Al presentar el suero de queso Mozzarella una acidez tan elevada, podría esperarse para éste un pH más bajo con respecto al de los otros sueros, lo que sugiere un importante efecto buffer, que posiblemente está siendo ejercido por la presencia de grupos fosfatos en el mismo, dado que en este suero fue encontrado el mayor nivel de fósforo.

En la TABLA 2, se presentan los resultados para el contenido en sólidos totales, lactosa, proteínas y grasa de los sueros analizados, observándose que el suero de queso Parmesano presentó el más bajo contenido en todos estos constituyentes, lo que probablemente se debió al mayor grado de mecanización de la planta donde se obtuvo dicho suero.

Estadísticamente se encontraron diferencias ($P < 0,01$) en el contenido en sólidos totales del suero de queso Parmesano y los otros tipos de suero, lo que pudo deberse a las diferencias detectadas en el contenido en grasa, significativas para los tres tipos de suero.

Se ha reportado (24) que el contenido en grasa del suero varía en función de la riqueza de la leche en ésta y, con la intensidad del trabajo mecánico antes y después de la coagulación, siendo deseable encontrar un bajo contenido graso en el mismo, pues su presencia en suero, junto con la de caseína, es reflejo de una disminución del rendimiento quesero. Se ha señalado, que un kilo de grasa perdido en el suero, lleva consigo una pérdida de unos tres kilos de queso.

El suero con mayor contenido en grasa fue el proveniente de la elaboración de queso fresco, para el cual se encontró la mayor desviación estándar, lo que podría ser reflejo de la ausencia de controles y estándares apropiados en la elaboración del queso, lo que se ha señalado en otras investigaciones (1, 2, 18, 19). Así mismo, se ha reportado (8) que en la elaboración del queso blanco producido en la región Zuliana existen gra-

TABLA 1. Valores medios y desviación estandar para el pH y la acidez titulable del suero de queso fresco, de mano, madurado y la mezcla.

Suero	pH a 25°C		Acidez Titulable (mL de NaOH 0,1N/100mL de suero)	
	\bar{X}	S	\bar{X}	S
Suero de queso fresco ^{*1}	5,59 ^a	0,66	12,50 ^a	9,75
Suero de queso de mano ^{*2}	5,60 ^a	0,48	20,45 ^b	8,80
Suero de queso madurado ^{*3}	5,68 ^a	0,74	12,92 ^a	6,25
Mezcla de los sueros	5,64 ^a	0,64	14,60 ^a	3,90

^{*1}Suero de queso fresco "Blanco Criollo". ^{*2}Suero de queso de pasta filada o de mano "Mozarella". ^{*3}Suero de queso madurado tipo "Parmesano". Medias con superíndices diferentes en la misma columna, difieren significativamente (P<0,01).

TABLA 2. Valores medios y desviación estandar para el contenido en sólidos totales, proteínas, lactosa y grasa del suero de queso fresco, de mano, madurado y la mezcla.

Suero	Sólidos Totales (%)		Proteínas (%)		Lactosa (%)		Grasa (%)	
	\bar{X}	S	\bar{X}	S	\bar{X}	S	X	S
Suero de queso fresco ^{*1}	8,01 ^a	1,46	1,06 ^a	0,33	5,51 ^a	0,92	1,04 ^a	0,49
Suero de queso de mano ^{*2}	7,90 ^a	1,37	1,07 ^a	0,41	5,64 ^a	1,26	0,78 ^b	0,12
Suero de queso madurado ^{*3}	7,25 ^b	0,84	1,02 ^a	0,40	5,17 ^a	0,94	0,70 ^c	0,17
Mezcla de los sueros	7,70 ^a	0,98	1,00 ^a	0,28	5,48 ^a	0,23	0,86 ^d	0,23

^{*1}Suero de queso fresco "Blanco Criollo". ^{*2} Suero de queso de pasta filada o de mano "Mozarella". ^{*3} Suero de queso madurado tipo "Parmesano". Medias con superíndices diferentes en la misma columna, difieren significativamente (P<0,01).

ves problemas tecnológicos causantes de las pérdidas de grasa en el suero, que provocan el aprovechamiento de solo el 43% de los sólidos totales de la leche en el queso.

La presencia de la grasa en el suero de queso de mano Mozzarella pudo estar favorecida por la inmersión de los trozos de cuajada en el suero a temperaturas elevadas (80°C), práctica común en la región Zuliana (16). También se ha reportado (8) que en la elaboración del queso madurado tipo Parmesano, en la misma región, se pierden considerables cantidades de grasa en el suero, debido a que algunos industriales no ajustan la leche a un contenido en grasa constante, como en los estándares internacionales, con el objetivo de alcanzar mayores rendimientos.

Es indudable que los elevados contenidos de proteína y grasa de los sueros analizados representan pérdidas importantes en el rendimiento quesero, lo que justifica la búsqueda de procesos que permitan dar un mayor aprovechamiento de estos nutrientes.

En la TABLA 3, se muestran los resultados para el contenido en cenizas, calcio, fósforo y magnesio de los sueros, observándose que el suero de queso Mozzarella, presentó un contenido superior (P<0,01) en estos constituyentes, con respecto a los otros sueros. Era de esperar que el suero de mayor acidez, suero de queso Mozzarella, presentara el mayor contenido en minerales, ya que la acidificación de la leche causa una profunda desorganización de la micela de caseína, provocando un

desplazamiento progresivo del calcio y del fósforo inorgánico hacia la fase acuosa (23,24).

El suero del queso madurado tipo Parmesano, presentó el menor contenido en cenizas, lo que pudo deberse a que en la elaboración de este tipo de queso la coagulación es rápida, y la acidificación durante el cortado es débil, la cuajada desuera rápidamente y se evita de esta forma una fuerte desmineralización. El cumplimiento de esto es fundamental para la calidad del queso, por cuanto el grado de mineralización de la cuajada, es uno de los parámetros más importantes en tecnología quesera, debido a que regula a la vez la textura de las pastas y su evolución durante el afinado (24).

La mezcla de los sueros presentó la mayoría de los parámetros analizados dentro de los valores máximos y mínimos encontrados para los tres tipos de suero. Los valores de acidez y pH encontrados en la misma hacen que ésta sea apropiada para el uso en el proceso de formulación de productos alimenticios, por cuanto al suero clasificado como dulce, dentro del cual se encontraría la mezcla obtenida, se le atribuyen mejores propiedades fisicoquímicas.

La riqueza del suero en compuestos de alto valor nutritivo, en especial por el elevado contenido en proteína, justifica el uso de éste en el desarrollo de nuevos alimentos que contribuyan a la disminución de los elevados índices de desnutrición

TABLA 3. Valores medios y desviación estandar para el contenido en cenizas, calcio, fosforo y magnesio del suero de queso fresco, de mano, madurado y la mezcla.

Suero	Cenizas (%)		Calcio (mg/100g)		Fósforo (mg/100g)		Magnesio (mg/100g)	
	\bar{X}	S	\bar{X}	S	\bar{X}	S	\bar{X}	S
Suero de queso fresco ^{*1}	0,40 ^a	0,10	23,31 ^a	6,21	16,93 ^a	2,98	4,89 ^a	2,19
Suero de queso de mano ^{*2}	0,41 ^a	0,08	27,48 ^b	6,74	22,13 ^b	3,27	5,51 ^b	2,08
Suero de queso madurado ^{*3}	0,36 ^b	0,09	23,58 ^a	6,47	16,67 ^a	3,84	4,47 ^a	7,50
Mezcla de los sueros	0,39 ^a	0,08	24,94 ^a	5,04	20,09 ^b	4,54	5,98 ^c	1,99

^{*1}Suero de queso fresco "Blanco Criollo". ^{*2}Suero de queso de pasta filada o de mano "Mozarella". ^{*3}Suero de queso madurado tipo "Parmesano". Medias con superíndices diferentes en la misma columna, difieren significativamente (P<0,01).

calórico-proteica que afecta a la población venezolana, en especial a la población infantil.

Agradecimiento

Los autores desean expresar su agradecimiento al Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico de La Universidad del Zulia por el financiamiento de la presente investigación.

Referencias Bibliograficas

- ARISPE, I. 1984. Venezuelan White Cheese: Composition and Quality. *J. Food Protec.* 4:27-35.
- ARISPE, I.; WESTHOFF, D. 1984. Fabricación y Calidad del Queso Blanco Venezolano. *Ciencia de Alimentos.* 49: 136-142.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. 1984. *Official Methods of Analysis.* (14 th ed.) Washington, D.C.
- BOSCÁN, L.A. 1975. Guía de Trabajos de Laboratorio de Industrias Lácteas. La Universidad del Zulia. Facultad de Ciencias Veterinarias. Mimeografiado. 75pp.
- BRULE, G.; LENOIR, J. 1990. Los Mecanismos Generales de la Transformación de Leche en Queso. En: Eck, A. (Ed). *El Queso. Parte III.* Ediciones Omega, S.A. Barcelona. Pag. 245-249.
- CHANDAN, R.C.; MARIN, H.; NAKRAN, K.R.; ZEHNER, M. 1979. Production and Consumer Acceptance of Latin American White Cheese. *J. Dairy Sci.* 62:691-696.
- DEMETRIADES, K.; BRYANT, C.M.; MCCLEMENTS, D.J. 1998. Optimizing the Functional Properties of Whey Protein to Enhance Nutritional Benefits. *Research Developments in Nutrition.* 2:131-153.
- ESCODA, A.; HERNÁNDEZ, E. 1968. Estudio del Queso Blanco en el Estado Zulia. La Universidad del Zulia. Facultad de Agronomía. Mimeografiado. 86 pp.
- GLASS, L.; HEDRICK, T.I. 1977. Nutritional Composition of Sweet and Acid- Type Dry Wheys. II. *J. Dairy Sci.* 60:190-194.
- HARPER, W.J.; LEE, K.M. 1997. Functional Properties of 34% Whey Protein Concentrates. Second International Whey Conference. Chicago, USA. 27-29 October.
- JAYAPRAKASHA, H.M.; BRUECKNER, H. 1999. Whey Protein Concentrate: A Potential Functional Ingredient for Food Industry. *J. Food Sci. Technol.* 36:189-204.
- JOST, R.; MAIRE, J.C.; MAYNARD, F.; SECRETIN, M.C. 1999. Aspects of Whey Protein Usage in Infant Nutrition, a Brief Review. *International Journal of Food Science and Technology.* 34: 5-6.
- LAGRANGE, V. 1999. Quality, Function and New Uses of Whey Protein. *China Dairy Industry.* 27:24-27.
- LIAO, SY.; MANGINO, M.E. 1987. Characterization of the Composition, Physico-Chemical and Functional Properties of Acid Whey Protein Concentrates. *J. Food Sci.* 52:1033-1042.
- MEISEL, H. 2000. Bioactive Substance from Milk for Use in Nutrition. An Opportunity for the Dairy Industry?. *Milchwirtschaft.* 121:26-32.
- MILLANO, W. 1989. Caracterización del Queso de Mano. La Universidad del Zulia. Facultad de Ingeniería. Trabajo de Ascenso. 63 pp.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA Y CRÍA (MAC). 1995. Anuarios Estadísticos Agropecuarios. Caracas, Venezuela.
- NAVA, I.; SARDINA, H.; FARÍA, J.; BOSCÁN, 1988. L.A. Características Químicas y Microbiológicas de los Quesos Blancos Duros y Semiduros de la Costa Oriental del Lago de Maracaibo. XXXVIII Convención Anual de la ASOVAC. Maracay, Noviembre.
- PAÉZ, L. 1992. Producción y Consumo Quesero en Venezuela: Tendencias. *Revista de la Facultad de Ciencias Veterinarias. Universidad Central de Venezuela.* 38:83-94.
- RICHART, J.; AUCHAR, J.; LENOIR, J.; SCHNEID, N.; HERMÉR, J.; CERF, O.; MAUBOIS, J.L.; DESMAZEAUD, M.; BERGERE, J.L. 1990. La Leche de Quesería. En: Eck, A. (Ed). *El Queso. Parte II.* Ediciones Omega, S.A. Barcelona. Pag. 245-249.
- STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM (SAS). 1985. *User' Guide: Statistic SAS (Release 6,12).* Cary NC. 345pp.
- TORI, M. 1992. Aprovechamiento del Suero Verde. Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Estación Experimental Lara. Curso de Tecnología de Procesamiento de Leche, Carne y Cueros en Ovinos y Caprinos. Lara. Septiembre-Octubre
- WALSTRA, P.; GENES, R. 1987. *Química y Física Lactológica.* Edición en Español. Editorial Acribia. 267pp.
- WEBER, F. 1990. El Desuerado del Coágulo. En: Eck, A. (Ed). *El Queso. Parte I.* Ediciones Omega, S.A. Barcelona. Pag. 21-33.