

INFLUENCIA DEL CONTENIDO GRASO DE LA LECHE, LOS CULTIVOS INICIADORES Y LOS ESTABILIZANTES EN LAS CARACTERÍSTICAS DEL QUESO FRESCO

Patricio Cáceres^{1*} y Luis Cruz²

¹Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción, Escuela Superior Politécnica del Litoral, Campus "Gustavo Galindo Velasco". km 30,5 Vía Perimetral, Guayaquil, Ecuador.

²Facultad de Ingeniería Química, Instituto Superior Politécnico "José Antonio Echeverría", Ave. 114 No. 11901, Marianao 19390, La Habana, Cuba

*E-mail: pcaceres@espol.edu.ec

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de la pasteurización de la leche, su contenido graso y la adición de estabilizante y cultivo iniciador en la calidad, y el rendimiento del queso fresco. El diseño experimental consideró la relación grasa:proteína a dos niveles; 1,10 y 1,15; la adición o no de cultivo iniciador, la adición o no de estabilizante y la pasteurización o no de la leche. La mejor variante correspondió a queso elaborado con leche pasteurizada, relación grasa:proteína de 1,15 y empleo de cultivo iniciador y estabilizante. El rendimiento se incrementó, mientras que el conteo microbiológico reportó ausencia total de *Escherichia coli*.

Palabras clave: queso fresco, estabilizantes, cultivos lácticos, rendimiento, calidad.

ABSTRACT

Influence of milk fat, starter cultures and stabilizers on the fresh cheese characteristics

The aim at present work was evaluate the effect of the milk pasteurization and its fatty content, as well as the addition of stabilizers and starter cultures on the quality and yield of fresh cheese. The experimental design took into account the fatty:protein ratio to both levels, 1:10 and 1:15, addition or not of both starter culture and stabilizer, and pasteurization or not of the milk. The best variant corresponded to cheese made with pasteurized milk with fatty:protein ratio of 1:15, starter culture and stabilizer. Yield increased whereas the microbiological counts reported a total absence of *Escherichia coli*.

Keywords: fresh cheese, stabilizer, lactic culture, yield, quality.

INTRODUCCIÓN

En la zona de la cuenca del río Daule, al norte de la provincia del Guayas, así como en toda la provincia de Manabí, Ecuador, se estima una producción de cerca de 5 000 hL de leche diarios, de los cuales entre 20 y 30 % no se industrializa. La elaboración del queso fresco es una actividad bastante arraigada en el sector rural ecuatoriano por ser de relativa facilidad y constituir una forma de evitar la pérdida de leche, por no disponer de la infraestructura requerida para su conservación. Para aprovechar este recurso se elaboran que-

***Patricio Cáceres Costales:** Ingeniero de Alimentos (Escuela Superior Politécnica del Litoral, Ecuador, 2001). Master en Producción Calidad y Costos (Instituto Eurotechnology Empresas, España, 2009) y en Ciencia Alimentaria (Escuela Superior Politécnica del Litoral, Ecuador, 2011). Profesor de la Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción, Escuela Superior Politécnica del Litoral, Ecuador.

sos de forma rudimentaria empleando técnicas y parámetros que no proporcionan un buen rendimiento ni una buena calidad del producto (1).

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de la pasteurización de la leche y su contenido graso así como la adición de estabilizante y cultivo iniciador en la calidad y el rendimiento del queso fresco.

MATERIALES Y MÉTODOS

La leche utilizada fue fresca, con un tiempo máximo entre el ordeño y su procesamiento de dos horas, correspondiente al cuarto y décimo mes de lactancia a partir del parto. La Tabla 1 reporta las características de la leche.

Tabla 1. Características de la leche

Grasa	4,85 %
Lactosa	4,37 %
Cenizas	0,89 %
Proteínas	3,09 %
Densidad	1,030
pH	6,25

Para la relación grasa:proteína se consideraron los niveles de 1,1 y de 1,15 (codificados como -1 y +1, respectivamente), considerando la variación de este parámetro durante el período de lactancia (2). Las muestras que no cumplieran con este requerimiento se estandarizaron con leche entera, nata o leche descremada y se homogenizaron a un tamaño de partícula de 2 µm, para favorecer el rendimiento, evitar el desuerado y mejorar la apariencia del queso (3).

Como cultivo iniciador se empleó una mezcla homogénea equilibrada de *Lactococcus lactis* var. *cremoris* y *Lactococcus lactis* var. *lactis* de amplio uso en la elaboración de quesos (4). La selección del cultivo estuvo determinada por el grado de acidificación a alcanzar a la temperatura del proceso y a la resistencia de los microorganismos. El período de latencia fue de 1 h, aproximadamente. Si bien la dosis de cultivo recomendada por el fabricante fue de 50 U por 1 000 L de leche, se emplearon, a partir de experiencias previas,

50 U en 10 000 L (10 U de cultivo directo liofilizado corresponde a 1 L de cultivo activo, de los cuales se emplea de 0,4 a 2 %) (5). Los niveles para esta variable fueron los de ausencia (-1) y presencia (+1). Como estabilizante se utilizó celulosa microcristalina a los niveles de 0,1 y 0,15 %; con presencia además gluco- Δ -lactona. Su fuerte capacidad de aglutinación está dada por su resistencia a la deformación plástica (6). Los niveles para esta variable fueron los de ausencia (-1) y presencia (+1). La pasteurización se efectuó en una marmita de 20 L de capacidad con agitación. La temperatura de pasteurización fue de 71,7 °C y retención de 15 s (7). Los niveles para esta variable fueron los de ausencia (-1) y presencia (+1).

Todas las experiencias se efectuaron por triplicado. Las restantes condiciones del proceso se mantuvieron invariables.

A la leche recibida se le determinó la densidad, así como el punto crioscópico, empleando para ello un analizador automático de leche Lactoscan (Milkotronic, modelo LCLA-50). El punto crioscópico se determinó dentro de las tres horas siguientes al ordeño, siendo su temperatura máxima de 20 °C. Se consideró una leche sin adulteraciones cuando la densidad se encontraba en el rango 1,029 a 1,033 kg/L (8) y el punto crioscópico entre -0,536 y -0,512 °C. Asimismo, se determinaron los contenidos de sustancias nitrogenadas, grasa, sólidos totales, acidez y cenizas (9). Se realizaron, además, la prueba del azul de metileno y ensayos rápidos para detectar presencia de antibióticos (9, 10).

Al producto se le determinó el contenido de humedad, cuyo valor no debía rebasar 65 % (9). Se realizaron determinaciones de *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, hongos, levaduras y *Salmonella*. Los valores máximos permisibles de los conteos de estos microorganismos fueron los indicados en normas (11-15).

La evaluación sensorial, consistente en una prueba de comparación múltiple, realizada por diez jueces semientrenados, comprendió color, olor, sabor y textura. Se tomó como referencia la variante que reportó mejor rendimiento y estabilidad microbiológica. Los atributos se evaluaron en una escala de 1 a 9, donde los extremos significaron muchísimo menos y muchísimo más, respectivamente. El valor de 5 indicó igual-

Tabla 2. Rendimiento y humedades medias

Condiciones de procesamiento	Rendimiento (kg queso/kg leche)	Humedad (%)
PEC5	2,96 a	64,57 g
PEC1	2,99 b	63,47 fg
PESC5	3,00 b	61,84 ef
PESC1	3,05 cd	60,10 cd
PSEC5	3,06 cd	58,57 abc
PSEC1	3,04 c	59,61 abcd
PSESC5	3,08 d	58,23 a
PSESC1	3,10 e	58,36 ab
SPEC5	2,98 ab	62,92 f
SPEC1	2,99 b	62,41 f
SPESC5	3,22 g	58,98 abcd
SPESC1	3,23 g	59,99 bcd
SPSEC5	3,15 f	62,15 ef
SPSEC1	3,12 e	60,17 de
SPSESC5	3,11 e	59,75 abcd
SPSESC1	3,22 g	59,31 abcd

P: pasteurizado, SP: sin pasteurizar, C: con adición de cultivo, SC: sin adición de cultivo, E: con estabilizante, SE: sin estabilizante, 5: relación proteína:grasa de 1:15, 1: relación proteína:grasa de 1:10, Letras iguales indican que no existen diferencias significativas ($p = 0,05$)

dad con el patrón de comparación. Posteriormente se realizó una prueba hedónica con las muestras de mejor puntuación en la evaluación discriminativa anterior, con 30 evaluadores no entrenados, consumidores frecuentes del producto. La escala de evaluación fue de -4 a 4, correspondientes a me desagrada muchísimo y me gusta muchísimo, respectivamente.

La textura de la muestra con mayor puntuación fue evaluada de manera instrumental y comparada con la correspondiente a una marca comercial, mediante un texturómetro Brookfield CT3 Texture Analyzer y el programa Texture Pro CT V1.1 Build 7. Las pruebas fueron realizadas por triplicado. Las condiciones de operación de este equipo fueron: carga de activación 6,8 g; velocidad 0,5 mm/s, tiempo de compresión de 10 s. La sonda empleada fue TA40.

Se realizaron análisis de varianza y la prueba de rangos múltiples ($p = 0,05$) mediante el programa Statgraphics Plus 5.1.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Tabla 2 reporta los valores medios del rendimiento quesero obtenido en cada una de las alternativas investigadas. Los mayores rendimientos obtenidos en

variantes sin pasteurizar pudieran estar originados por la menor ocurrencia de daños en la estructura de la caseína. El estabilizante favoreció a la retención de humedad en ausencia de cultivo y baja relación grasa:proteína. El efecto del cultivo parece originado por las fuerzas de atracción derivadas de la polarización por el incremento del contenido de ácido láctico, lo que origina una red más unida y menos frágil (3, 16-18).

La humedad (Tabla 2) se correspondió de manera general con el rendimiento. El mayor rendimiento no depende solo del contenido de sólidos, sino también de la capacidad de la red proteica para mantener y retener dentro de su estructura otros sólidos como grasas, proteínas del lactosuero y agua. De esta manera puede explicarse la existencia de un mayor solapamiento entre los grupos homogéneos existentes en la humedad con respecto a los obtenidos en el rendimiento.

La Tabla 3 muestra en la evaluación microbiológica una clara diferencia entre los productos obtenidos con leche pasteurizada y sin pasteurizar. En los casos de *E. coli* y *St aureus* no se produjo su crecimiento en la leche pasteurizada, a diferencia de la no pasteurizada.

Tabla 3. Conteos de microorganismos

Condiciones de procesamiento	<i>Escherichia coli</i> (UFC/g)	<i>Staphylococcus aureus</i> (UFC/g)	Hongos levaduras (UFC/25 g)	y
PEC5	0	0	2317	ab
PEC1	0	0	1817	a
PESC5	0	0	5333	b
PESC1	0	0	9667	d
PSEC5	0	0	1533	a
PSEC1	0	0	1667	a
PSESC5	0	0	10033	d
PSESC1	0	0	9133	d
SPEC5	6	11	23167	e
SPEC1	8	19	23300	e
SPESC5	37	87	56833	i
SPESC1	52	65	44900	h
SPSEC5	7	14	28633	f
SPSEC1	8	8	32667	g
SPSESC5	80	53	70000	j
SPSESC1	68	62	88833	k

Letras iguales indican que no existen diferencias significativas ($p = 0,05$)

El empleo de cultivo disminuyó la incidencia de los microorganismos señalados, tanto en el queso pasteurizado como en el no pasteurizado.

La Tabla 4 reporta la evaluación sensorial discriminatoria. La prueba tomada como referencia fue la correspondiente a la alternativa PEC5. Las diferencias en el color pueden ser atribuidas a la absorción de la luz que provocan el contenido de grasa y la retención de humedad. Las muestras menos blancas que la referencia fueron las no pasteurizadas y que contenían mayor grasa. El cultivo ejerció, mediante la acidificación, un efecto sobre la capacidad de retención de humedad. El queso pasteurizado sin cultivo, con el menor contenido de grasa y sin estabilizante fue el más blanco (3, 16-18).

Tabla 4. Evaluación sensorial discriminatoria

Condiciones de procesamiento	Evaluación			
	Color	Olor	Sabor	Textura
PEC1	5,6 d	5,2 d	4,9 efg	5,3 f
PESC5	5,7 d	3,9 ab	3,7 ab	4,3 bcd
PESC1	6,2 e	3,5 a	3,6 a	3,6 a
PSEC5	5,6 d	5,5 d	5,3 g	4,1 abc
PSEC1	5,6 d	5,6 d	5,3 g	4,5 cde
PSESC5	6,4 e	4,0 ab	4,2 abcd	3,7 ab
PSESC1	5,9 de	3,9 ab	3,7 ab	3,7 ab
SPEC5	5,0 c	5,3 d	5,4 g	5,1 ef
SPEC1	4,7 bc	5,0 cd	4,8 defg	4,9 def
SPESC5	4,7 bc	4,4 bc	4,4 cdef	4,1 abc
SPESC1	4,5 abc	4,2 b	4,4 bcde	4,2 abc
SPSEC5	4,5 abc	5,0 cd	4,3 efg	4,2 abc
SPSEC1	4,3 ab	5,0 cd	4,9 fg	5,0 ef
SPSESC5	4,4 ab	4,3 b	4,4 cdef	4,2 abc
SPSESC1	4,1 ab	4,1 ab	4,1 abc	4,0 abc

Letras iguales indican que no existen diferencias significativas ($p = 0,05$)

El olor estuvo influenciado por el empleo de cultivos. Algunos quesos mostraron un olor más ligero que la referencia, siendo estos en los que no se empleó cultivo (3, 18, 19). Esta puede ser la causa de que no se produjeran diferencias marcadas entre los quesos elaborados con leche pasteurizada y sin pasteurizar (20).

Las muestras en las que no se emplearon cultivos, presentaron un sabor más ligero que la referencia. Si bien los resultados obtenidos se caracterizan por un marcado solapamiento de los grupos homogéneos, las muestras con mayor contenido de grasa mostraron una mayor intensidad del sabor ácido.

Las muestras con menor contenido de grasa y estabilizante resultaron más firmes que la referencia.

Para la realización de la prueba hedónica las muestras con mejor calificación en las características distintivas del producto en la evaluación sensorial anterior, fueron: olor lácteo fresco: PSEC1; sabor ácido fresco: SPEC5; textura firme: PEC1; color blanco: PSESC5; mejor rendimiento: PEC5. La Tabla 5 refleja que el análisis de varianza indicó la existencia de diferencias significativas entre las variantes analizadas. Las muestras PEC5 y PEC1 presentaron, además de un rendimiento alto, una conjunción en sus atributos sensoriales que las hizo preferidas por los consumidores.

Tabla 5. Evaluación sensorial (prueba hedónica)

Condiciones de procesamiento	Evaluación
PEC5	3,07 a
PEC1	2,67 a
SPEC5	1,80 b
PSEC1	0,23 c
PSESC5	-1,23 d

Letras iguales indican que no existen diferencias significativas ($p = 0,05$)

La Tabla 6 presenta la carga de compresión correspondiente a dichas muestras, así como a un queso fresco comercial tomado como referencia (REF). Las muestras que contenían estabilizante y cultivo fueron significativamente más firmes, soportando mayor fuerza de compresión que la referencia. La pasteurización favoreció, además, la consistencia del producto (21). Este resultado se corresponde con el derivado de la evaluación sensorial.

Tabla 6. Carga de compresión

Muestra	Carga (g)
REF	153,7 a
PEC5	154,8 b
PEC1	155,5 b

Letras iguales indican que no existen diferencias significativas ($p = 0,05$)

Tabla 7. Formulación propuesta para el queso blanco

Componente	
Leche	10 000 L
Cuajo	0,5 L
Cultivo	1 sobre de 50 U
Estabilizante	13 kg
Cloruro de calcio	2 kg
Sal	6,5 kg

La Tabla 7 reporta la formulación propuesta para la elaboración del queso fresco en correspondencia con los resultados obtenidos. El queso obtenido bajo estas condiciones corresponde a un sólido visco-elástico firme, de superficie lisa algo arrugada, blanco, con suave olor láctico fresco y sabor muy ligeramente ácido.

CONCLUSIONES

La pasteurización y aplicación de estabilizante, y cultivo iniciador, garantizan un queso fresco con la calidad sensorial y microbiológica requeridas, tomando en cuenta, además, el rendimiento quesero. La mejor variante correspondió al queso elaborado con leche pasteurizada, relación grasa:proteína de 1,10 - 1,15 y empleo de cultivo iniciador y estabilizante.

REFERENCIAS

- Silva, I. M. M.; Almeida, R. C. C.; Alves, M. A. O. y Almeida, P. F. *Int. J. Food Microb.* 81: 241-248, 2003.
- Centro de Capacitación y Experiencias Agrarias, Información Técnica. Evolución del rendimiento quesero (queso artesano) a lo largo del año, Menorca, Consell Insular de Menorca, 2004.
- Criterios para la elección de un coagulante. En: *Sistemas lácteos*, Buenos Aires, Chr. Hansen, 2004.
- Intorno, G. Producción, aplicación y acción de los cultivos lácticos. En: *Sistemas lácteos*, Buenos Aires, Chr. Hansen, 2005.
- Cultivos lácteos. En: *Sistemas lácteos*, Copenhagen, Chr. Hansen, 2004.
- Alva, B. Evaluación del cambio de formulación y mejora del procedimiento de fabricación de tabletas de hioscina -N- butil bromuro de 10 mg, Lima, UNMSM, 2002.
- Romero, R., Mestre, J. *Productos lácteos: tecnología*. Barcelona, Ediciones UPC, 2004.
- Revilla, A. *Tecnología de la leche*, Zamorano, Honduras, Escuela Agrícola Panamericana, Tercera Edición, 2000.
- Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 9. Leche cruda. Requisitos, Ecuador, INEN, 2008.
- Codex Alimentario. Norma General del CODEX para el queso. CAC/LMR 02, Roma, 2005.
- Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 528. Queso fresco. Requisitos, Ecuador, INEN, 1987.
- Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1529-1. Control microbiológico de los alimentos. Preparación de medios de cultivo y reactivos, Ecuador, INEN, 1999.
- Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1529-2. Control microbiológico de los alimentos. Toma, envío y preparación de muestras para el análisis microbiológico, Ecuador INEN, 1999.
- Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1529-7. Control microbiológico de los alimentos. Determinación de microorganismos coliformes por la técnica de recuento de colonia, Ecuador, INEN, 1990.
- Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1529-10. Control microbiológico de los Alimentos. Mohos y levaduras viables. Recuento en placa por siembra en profundidad, Ecuador, INEN, 1998.
- Walstra, P., Geurts, T.J., Noomen, A., Jellema, A. y Van Boekel, M.A.J. S. *Dairy Technology*, New York, Marcel Dekker Inc., 1999.
- Eck, A. *El queso*, Barcelona, Ediciones Omega S. A., 1989.
- Early, R. *Tecnología de productos lácteos*, Zaragoza, Ediciones Acribia, S.A., 2000.
- Callon, C.; Berdagué, J. L.; Dufour, E. y Montel, M. C. *J. Dairy Sci.*, 88: 3840-3850, 2005.
- Taborda, G.; Gómez-Ruiz, J. A.; Martínez-Castro, I.; Amigo, L.; Ramos, M. y Molina, E. *Eur. Food Res. Technol.*, 227: 323-330, 2008.
- Tunick, M. H.; Van Hekken, D. L.; Call, J.; Molina-Corral, F. J. y Gardea, A. A. *Int. J. Dairy Technol.*, 60 (1): 13-21, 2007.