

Evaluación de la eficiencia tecnológica en la elaboración artesanal de queso fresco de coagulación enzimática

Evaluation of technological efficiency handmade elaboration of a fresh enzymatic clotting cheese

MSc. Nelson R. Villegas-Soto^I, *nrvillegas70@hotmail.com*, DrC. Julio A. Díaz-Abreu^{II},
DrC. Aldo Hernández-Monzón^{II}

^IEmpresa TECNOLAC. , Riobamba, Ecuador; ^{II}Instituto de Farmacia y Alimentos, Universidad de La Habana, Cuba

Resumen

El objetivo de este trabajo es evaluar la calidad de la leche y los indicadores de eficiencia tecnológica en la elaboración artesanal de queso fresco de coagulación enzimática en Chimborazo, Ecuador. De las queseras existentes en la región se evaluaron siete. En la leche cruda se determinó densidad, reductasa, pH, acidez titulable, sólidos totales, grasa, proteína y calcio. Durante la coagulación de la leche se controló la firmeza de la cuajada, mediante un método instrumental en el momento de corte decidido por cada quesero. En los quesos obtenidos se determinaron sólidos totales, grasa y proteína. Para determinar el rendimiento y los aprovechamientos de componentes, se midió cantidad de leche y masa de queso en cada producción. La leche procesada en la zona evaluada presentó muy buena aptitud quesera, con elevados contenidos de calcio mayoritariamente superior a 130 mg/100 g y buena relación Ca/N de 0,24 a 0,26. La firmeza de la cuajada al corte fue muy baja en todas las producciones, como también muy bajos los indicadores de eficiencia tecnológica: rendimiento de 9,67 a 9,83 %; aprovechamiento de caseína 51,38 a 53,18 % y aprovechamiento de grasa 30,42 a 36,00 %. Eso indica que, a pesar de la alta calidad de la leche utilizada, existen problemas en la tecnología. La humedad sin materia grasa en los quesos obtenidos corresponde a la de “queso fresco” y el contenido de grasa en extracto seco a “queso semi-graso”; esto último debido a malos aprovechamientos de componentes de la leche.

Palabras clave: *aptitud quesera de leche, firmeza de cuajada, queso fresco artesanal, indicadores de eficiencia tecnológica.*

Abstract

The objective of this work is to evaluate the milk quality and the technological efficiency indicators in the handmade elaboration of a fresh enzymatic clotting cheese in Chimborazo, Ecuador. Seven of the existing cheesemakers in the region were evaluated: density, reductase test, pH, titratable acidity, total solids, fat, protein and calcium were determined to the raw milk. During the milk clotting process the curd firmness was controlled by means of an instrumental method at the cutting moment decided by every cheesemaker. Total solids, fat and protein were determined in the obtained cheeses. For the determination of yield and components recovering was measured the milk quantity and mass of cheese in each production. In this evaluated zone

the processed milk presented very good cheesemaking ability, with high content of calcium, mostly superior to 130 mg/100 g and good Ca/N relationships of 0.24 to 0.26. The curd firmness at cutting time was very low in all the productions, and also very low were the technological efficiency indicators: yield of 9.67 to 9.83%; casein recovering 51.38 to 53.18% and fat recovering 30.42 to 36.00%. This indicates that, in spite of the high milk quality, there are problems in the applying technology. The free of fatty matter humidity in the obtained cheeses corresponds to that of “fresh cheese” and according the content of fat in dry extract it classified as a fresh “semi-fatty cheese”, the last result due to the bad milk components recovering.

Keywords: *milk cheesemaking ability, curd firmness, handmade fresh cheese, technological efficiency indicators.*

Introducción

En el cantón Chambo, provincia de Chimborazo, Ecuador, la producción lechera alcanza aproximadamente 20 000 L de leche/día [1]. El 40 % de esta producción se destina a la elaboración artesanal de queso fresco de coagulación enzimática con leche entera y sin cultivos.

La aptitud quesera de la leche está determinada, esencialmente, por las propiedades de coagulación con cuajo (PCL), que a su vez determinan el rendimiento quesero [2]. Comúnmente las PCL, que dependen de la estructura de las caseínas, se determinan por pruebas como: tiempo de la coagulación enzimática, resistencia de la cuajada al corte o a la compresión (como medida de su firmeza), tiempo de endurecimiento de la cuajada y capacidad de desuerado o sinéresis [3,4].

Se ha comprobado que la aptitud quesera es afectada por indicadores de calidad de la leche como la acidez [5], el recuento de células somáticas [4] y la concentración de caseínas, calcio y fósforo [2,3]. Los indicadores de composición de la leche que pueden utilizarse para evaluar la aptitud quesera son: calcio total, fósforo, caseína y la relación calcio/nitrógeno (Ca/N). Los valores correspondientes a esos indicadores según se reporta [6, 7] para leches de mala y buena aptitud quesera, se muestran en la tabla 1.

Tabla 1
Indicadores de composición de la leche para su aptitud quesera

Indicador	Mala aptitud	Buena aptitud
Ca total (mg/100 g)	98	125
Ca/N	0,18	0,24
P total (mg/100 g)	70	125-140
P(inorgánico) / P(coloidal)	0,88	1,27
Caseína soluble (en % de la total)	10-12	6-7

La concentración de grasa en la leche es importante en la producción de quesos, ya que la grasa en queso ha mostrado correlaciones positivas con el contenido de proteína y caseínas en leche, lo que incrementa el rendimiento quesero por aumento en la capacidad de retención de agua; además mejora las características organolépticas del producto [8]. Se conoce que la relación entre grasa y caseína en la leche es determinante para el contenido de grasa en extracto seco que se pretenda obtener en el queso, debido a lo cual se ha reportado la estandarización grasa/caseína [7], a partir de recomendaciones de la Federación Internacional de Lechería.

Uno de los procesos tecnológicos de mayor importancia en la calidad y economía de la producción quesera es la coagulación de la leche, hasta la elaboración y el desuerado de la cuajada. Sin embargo, todavía en la práctica industrial actual, la decisión sobre el final de la coagulación o momento de corte de la cuajada se realiza a partir de criterios empíricos y mediante la evaluación sensorial por el maestro quesero. Esto implica gran variabilidad o falta de estandarización en el control del proceso, así como bajo y muy variable aprovechamiento de los componentes de la leche.

Para controlar la firmeza de la cuajada se han reportado diversos métodos, clasificados en tres tipos de pruebas: fundamentales, empíricas e instrumentales [9]. Una de estas pruebas es usando una espátula plana que se introduce con cuidado en la cuajada, por debajo de un pequeño corte efectuado previamente en esa misma zona del coágulo, donde luego se empuja la espátula lentamente hacia arriba y se observa la apariencia de ese corte [10]. Basado en el mismo principio está el método de introducir una mano y empujar levemente hacia arriba para observar también como corta la cuajada; este

último es de los más generalizados, requiriendo de habilidad y vasta experiencia del maestro quesero. En ambas variantes, para quesos blandos y semiduros, si la superficie del corte es uniforme, firme y lisa, sin despedazarse, la cuajada estará lista para cortar y desuerar [2, 11, 12]. Para medir la firmeza de la cuajada existen métodos instrumentales basados en los principios de torsión, cuerpo suspendido, penetración y absorción de luz [9]; como método instrumental muy sencillo y práctico, comprobado en la industria, se desarrolló y validó el penetrómetro de ángulo plano [9, 13]. Los autores reportan este parámetro, firmeza óptima (y los grados de penetración) de la cuajada en el momento de corte, para el queso cubano Patagrás y otros tipos de quesos: 84,7 Pa (1,7 cm) para quesos de pasta blanda; 70,2 Pa (2,0 cm) para semiduros y 59,7 Pa (2,3 cm) para duros [14-17].

En el área tecnológica la estimación del rendimiento ha tenido una gran importancia para poder establecer una relación entre la composición de la leche y la eficiencia en la conversión de la leche en queso, para las diferentes variedades y tipos de quesos. La regulación del rendimiento quesero en una planta quesera, es quizás la mejor medida para controlar la eficiencia de la producción. Para la determinación del rendimiento quesero se hace necesario que las masas de la leche y del queso sean lo más precisas y exactas posibles, así como también los análisis realizados y métodos analíticos utilizados [18].

Otro indicador tecnológico que ha sido introducido para evaluar la eficiencia tecnológica en la producción de quesos, es el aprovechamiento o recobrado de componentes (sólidos totales, caseína y grasa). En este indicador se tiene en cuenta la masa de leche utilizada, con su composición en los componentes principales, así como la cantidad de queso obtenido y su composición específica. La relación se establece entre la cantidad de componentes expresada en porcentaje, que representa el recobrado de los mismos y se hace independiente del contenido de humedad del queso, así como de la calidad de la leche. Este indicador es muy práctico en la evaluación de procesos tecnológicos, como también para comparar diferentes formas de elaboración del queso o para hacer la comparación de la eficiencia tecnológica entre plantas queseras [9-10,19].

El presente trabajo tiene como objetivo, evaluar la calidad de la leche y los indicadores de eficiencia tecnológica en la elaboración artesanal de un queso fresco de coagulación enzimática, en Chimborazo-Ecuador.

Materiales y métodos

De las 20 queseras existentes en el cantón Chambo se seleccionaron siete a las que se le realizaron cuatro evaluaciones. En la leche cruda procesada, se controlaron los indicadores siguientes: acidez titulable [20]; grasa [21]; densidad [22]; sólidos totales [23]; proteína [24]; pH por método potenciométrico [25]; ensayo de reductasas [26]; calcio, mediante espectroscopia de absorción atómica [27]. En el proceso de coagulación se midió medición la firmeza de la cuajada, mediante el penetrómetro de ángulo plano [16], en el momento en que el quesero decidió comenzar el corte.

Los análisis que se le realizaron al queso terminado fueron: humedad [28]; grasa [29]; proteína, por el método Kjeldhal [24]; pH por método potenciométrico [25].

Para calcular los indicadores de eficiencia tecnológica (rendimiento y aprovechamiento de los componentes de la leche) se midió el volumen de leche utilizada en cada producción y la masa de queso obtenida.

Para el procesamiento de los resultados se utilizaron las expresiones de cálculo siguientes:

Rendimiento quesero:

$$Rq (\%) = \frac{Mq}{Ml} \cdot 100 \quad (1)$$

Aprovechamiento de componentes:

$$EX(\%) = \frac{Mq \cdot Xq}{Ml \cdot Xl} \cdot 100 \quad (2)$$

dónde

Rq: rendimiento quesero (%)

E_x: Aprovechamiento de componentes o eficiencia de recobrado (%)

X_q: composición de sólidos totales, grasa o proteína en el queso (%)

X_l: composición de sólidos totales, grasa o caseína en la leche (%)

M_q: masa de queso (kg)

M_l: masa de leche (kg)

El contenido de caseína se estimó a partir del de proteínas en la leche, mediante el factor de 0,78.

Humedad sin materia grasa

$$HSMG = \left[\frac{\text{Humedad}}{100 - \text{Grasa} (\%)} \right] * 100 \quad (3)$$

Grasa en extracto seco:

$$Ges = \left[\frac{\text{Grasa} (\%)}{\text{Sólidos totales} (\%)} \right] * 100 \quad (4)$$

dónde:

HSMG: humedad sin materia grasa en el queso (%)

Ges: grasa en extracto seco en el queso (%)

Para el tratamiento estadístico de los resultados se hizo uso del programa Statgraphics Centurion [30].

Resultados y discusión

Análisis de la aptitud quesera de la leche en el cantón Chambo

La calidad de la leche en cuanto a densidad, pH, acidez titulable y la prueba de reducción del azul de metileno (reductasa), fueron muy similares entre las queseras evaluadas y concuerdan con los valores recomendados por la norma ecuatoriana [31]. La leche para la elaboración quesera en toda la zona evaluada presentó características físicas y calidad higiénica sanitaria muy buena como se refleja en la tabla 2.

Los resultados de los indicadores evaluados de composición de la leche por queseras se sometieron a un análisis de varianza con $p \leq 0,05$, se obtuvo que no existieron diferencias significativas entre las queseras. En la tabla 3 se presentan los resultados medios de los indicadores con su intervalo de confiabilidad ($p \leq 0,05$) para la leche utilizada en la elaboración de queso fresco en esta zona.

Tabla 2
Valores medios de los indicadores de la calidad higiénica sanitaria de la leche

Indicador	Valor medio e intervalo de confiabilidad
Densidad (kg/L)	1,029 ± 0,000
pH	6,68 ± 0,02
Acidez (% ácido láctico)	0,14 ± 0,00
Prueba de reductasa (h)	3,42 ± 0,06

Tabla 3
Composición media de la leche utilizada para
la elaboración de queso

Indicador	Valor medio
Sólidos totales (%)	12,06 ± 0,14
Grasa (%)	3,73 ± 0,07
Proteína (%)	3,44 ± 0,02

De acuerdo a los resultados de composición, la leche de esa zona se puede calificar como de muy buena calidad para la elaboración de queso.

En la tabla 4 se presenta por queseras el contenido de calcio, la relación Ca/N y la de grasa/caseína. El contenido medio de calcio de la leche en todas las queseras fue superior a 125 mg/100 g de leche y en la relación Ca/N presentaron como mínimo valores de 0,24, lo que permite clasificarlas como leches de excelente aptitud quesera según lo reportado [6,7]. La relación grasa/caseína estuvo en el intervalo de 1,33 a 1,45, también relativamente alto, lo que se debe a que en las queseras artesanales no se estandariza la grasa y se trabaja con leche entera.

Tabla 4
Contenido de calcio y relaciones de componentes en la leche por queseras

Quesera	Calcio (mg/100 g)	Relación calcio-nitrógeno (% Ca/%N)	Relación grasa-caseína (%grasa/%caseína)
1	141,7 (3,7)	0,26	1,33
2	125,5 (1,9)	0,24	1,43
3	132,5 (2,5)	0,25	1,40
4	138,7 (0,5)	0,26	1,35
5	137,7 (3,4)	0,26	1,43
6	127,2 (1,5)	0,24	1,45
7	136,5 (0,6)	0,25	1,35

En la tabla 5 se reflejan los resultados de la medición del grado de penetración en la cuajada, así como de la firmeza, en el momento de corte decidido por los respectivos queseros. Estos valores de firmeza son bastante bajos si se comparan con los reportados para quesos de pasta blanda, pero son cercanos a los de quesos duros [16].

Tabla 5
Grado de penetración y firmeza de la cuajada,
en el momento de corte decidido por cada quesero

Quesera	Grado penetración (cm)	Firmeza (Pa)
1	3,8 (0,3)	33,77 (2,63)
2	3,0 (0,3)	43,50 (4,16)
3	3,7 (0,1)	33,97 (2,96)
4	3,7 (0,2)	34,97 (2,01)
5	4,0 (0,3)	31,47 (1,80)
6	3,5 (0,2)	37,20 (3,14)
7	3,0 (0,2)	43,33 (2,53)

Valores () representan la desviación estándar

Comportamiento de los indicadores de eficiencia tecnológica en las queseras

En la tabla 6 se reportan los resultados medios de los indicadores de eficiencia tecnológica por cada quesera. El rendimiento quesero presentó diferencias significativas entre queseras y fue bajo; mucho más al comparar con lo publicado para el queso blanco campesino colombiano, también fresco y artesanal, con rendimientos entre 11,62 y 13 % [4,32].

El aprovechamiento de los sólidos totales en queso, en todas las queseras, fue muy bajo comparado con lo reportado en la literatura [9], así mismo el análisis de varianza indicó que existen diferencias significativas ($p \leq 0,05$) de este indicador entre las queseras evaluadas. Los aprovechamientos de caseína y grasa también fueron muy bajos, aunque no presentaron diferencias significativas entre queseras.

Tabla 6
Indicadores medios de la eficiencia tecnológica por queseras

Quesera	Rendimiento quesero (%)	Aprovechamiento de sólidos totales (%)	Aprovechamiento de caseína (%)	Aprovechamiento de grasa (%)
1	9,83 (0,03) c	30,84 (0,44) c,d	52,72 (0,01)	36,00 (0,02)
2	9,81 (0,02) c	31,18 (0,58) d	53,18 (0,01)	33,83 (0,05)
3	9,68 (0,03) a,b	29,77 (1,55) b,c	52,12 (0,01)	34,72 (0,05)
4	9,82 (0,02) c	30,39 (0,61) c,d	52,02 (0,01)	34,77(0,02)
5	9,80 (0,03) c	30,04 (0,51) b,c	52,69 (0,01)	33,31(0,03)
6	9,67 (0,03) a	28,37 (0,40) a	51,60 (0,02)	30,42 (0,04)
7	9,71 (0,02) b	29,08 (0,50) a,b	51,38 (0,01)	33,22(0,03)

Valores () representan la desviación estándar

Letras diferentes en la misma columna representan diferencias significativas según prueba de Duncan ($p \leq 0,05$)

Los resultados de los indicadores de la eficiencia tecnológica por cada quesera no son nada buenos, ni se corresponden con la excelente calidad y aptitud quesera de la leche empleada, lo cual puede estar relacionado con algunos

aspectos discutibles de la tecnología quesera tradicionalmente empleada, como las temperaturas de pasteurización y coagulación de la leche, así como el corte de la cuajada muy blanda.

Los valores medios de la composición de los quesos entre queseras no presentaron diferencias significativas ($p \leq 0,05$). En la tabla 7 se refleja la composición media con su intervalo de confiabilidad ($p \leq 0,05$) del queso fresco artesanal producido en esta zona. La humedad sin materia grasa se corresponde a la de un “queso fresco” [6,7] y por su parte, el contenido de grasa en extracto seco corresponde a “queso fresco semi-graso” (superior a 25 % e inferior a 45 %), según el Codex Alimentarius [33], a pesar de que en todos los casos se empleó leche con toda su grasa y que, de acuerdo a su relación grasa/caseína, la grasa en extracto seco en el queso debía haber sido superior a 45 %. Este resultado es una consecuencia de los aprovechamientos bajos de caseína y grasa en el proceso.

Tabla 7
Composición media de los quesos obtenidos en las queseras

Indicador	Valor medio
Humedad sin materia grasa (%) ¹	73,70 ± 1,16
Grasa extracto seco (%)	36,16 ± 2,08
Proteína extracto seco (%)	40,18 ± 1,20

Conclusiones

- 1. La evaluación realizada en las queseras artesanales, dio como resultado que la leche de esta región es de calidad microbiológica excelente, la composición de la leche en sólidos totales, grasa y caseína es buena y la relación Ca/N en todas las queseras presentó como mínimo, 0,24, corroborando la excelente calidad y muy buena aptitud quesera.**
- 2. El rendimiento quesero obtenido y los aprovechamientos de los componentes de la leche fueron muy bajos y no se corresponden con la calidad de la leche utilizada. La humedad sin materia grasa de los quesos obtenidos se corresponde a la de un “queso fresco” y el contenido de grasa en extracto seco fue bajo en**

correspondencia con los aprovechamientos bajos de los componentes de la leche.

Bibliografía

1. MAGAP. *Censo Nacional Agropecuario*. Quito, Ministerio de la Agricultura Ganadería Acuicultura y Pesca del Ecuador. 2010.
2. WEDHOLM, A. *et al.* "Effect of protein composition on the cheese-making properties of milk from individual dairy cows". *J Dairy Sci.* 2006, vol 89, núm. 9, p. 3296-3305.
3. SUMMER, A. *et al.* "Structural and functional characteristics of Modenese cow milk in Parmigiano-Reggiano cheese production". *Annals Fac. Med. Vet. Parma. Univ.* 2002, vol. 22, p 163–174.
4. VÁSQUEZ, J. *et al.* Efecto del recuento de células somáticas sobre la aptitud quesera de la leche y la calidad físico química y sensorial del queso campesino. *Rev Fac Med Vet Zoot.* 2014, vol. 61, núm. 2, p. 171-185.
5. DE MARCHI, M. *et al.* "Milk coagulation ability of five dairy cattle breeds". *J Dairy Sci.* 2007, vol. 90, núm. 8, p. 3986-3992.
6. ECK, A. *et al.* *Cheesemaking Science and Technology*. Paris: Tec. & Doc. Lavoisier, 1987. 535 p.
7. DÍAZ, Julio Antonio. *Bioquímica y tecnología de lácteos. Apuntes de texto*. La Habana: ISPJAE-ENPSES, 1987. 150 p
8. COMIN, A. *et al.* "Effects of Composite beta-and kappa-Casein Genotypes on Milk Coagulation, Quality, and Yield Traits in Italian Holstein Cows". *J. Dairy Science.* 2008, vol. 91, núm. 10, p. 4022-4027.
9. HERNÁNDEZ, Aldo. *Desarrollo y aplicación de técnicas reológicas para la optimización y el control del proceso tecnológico en quesos semiduros*. La Habana. Tesis doctoral. Instituto Politécnico José Antonio Echeverría, 1989. 100 p.

10. INDA, Arturo. *Optimización del rendimiento y Aseguramiento de Inocuidad en la Industria de Quesería*. Mexico: Organización de los Estados Americanos, 2000. 155 p.
11. DÍAZ ABREU, Julio Antonio. et al. *Model for the Prediction of Curd Firmness and the Cutting Time in the Industrial Cheesemaking*. En: Proceedings of the Eighth International Congress on Engineering and Food. Puebla: Technomic Publishing Co, INC Lancaster Basel., 2001. vol. II, p. 1762-1766.
12. ANDREATTA, E. et al. "Composition, functional properties and sensory characteristics of Mozzarella cheese manufactured from different somatic cell counts in milk". *Brasil Arch. Biol. Techn.* 2009, vol. 52, núm. 5, p 1235-1242.
13. DIAZ ABREU, Julio Antonio. "*Studies on cheesemaking suitability of cuban cow milks and about some technological parameters during its processing into Patagras cheese*". ISIAS-Plovdiv,: Ph.D. Thesis, Department of Dairy Products, 1980. p 120.
14. DÍAZ, Julio Antonio. et al. "Evaluación de instrumentos reológicos para controlar la firmeza del coágulo quesero al nivel industrial". *Tecnología Química*. 1990, vol. 11, núm. 1, p. 3-9.
15. HERNÁNDEZ, Aldo, et al. "Caracterización del Penetrómetro Portátil de ángulo plano para el control de la firmeza del coágulo quesero". *Tecnología Química*. 1990, vol. 11, núm. 2, p. 71-76.
16. MINISTERIO DE LA INDUSTRIA ALIMENTICIA. *Método instrumental para determinar la firmeza de la cuajada para su elaboración*. NRIAL-027. La Habana. 1990.
17. HERNÁNDEZ, Aldo, et al. *Portable Plane Angle Penetrometer for Industrial Control of the Curd Firmness at the Cutting Time* En: Proceedings of the Eighth International Congress on Engineering and Food. Puebla: Technomic Publishing Co, INC Lancaster Basel., 2001. vol. I. p 60- 64
18. EMMONS, D. "Definition and expression on cheese yield. Factors Affecting the yield of cheese". 1991. *IDF*, v. 9301, Special Issue, p. 197.

19. BARBANO, D. *et al.* "Cheddar cheese yields in New York". *Journal of Dairy Science*. 1984, vol. 67, núm. 8, p. 1873 -1888.
20. INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN. *Leche. Determinación de acidez titulable*. NT-INEN-0013. Quito. 1984.
21. INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN. *Leche. Determinación del contenido de grasa.*, NT-INEN-0012. Quito. 1973.
22. INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN. *Leche. Determinación de la densidad relativa*. NTE-INEN-0011. Quito. 1984.
23. INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN. *Leche. Determinación de sólidos totales y cenizas*. NT-INEN-0014. Quito. 1984.
24. INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN. *Leche. Determinación de proteínas*. NT-INEN-0016. Quito 1984.
25. INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN. *Agua potable. Determinación del pH*. NT-INEN-0097. Quito. 2012.
26. INSTITUTO NACIONAL ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN. *Leche ensayo de reductasas*. NTE-INEN-0018. Quito. 1973.
27. INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN. *Leche y productos lácteos–Determinación del contenido de calcio, sodio, potasio y magnesio– método espectrométrico de absorción atómica*. NTE- INEN-ISO- 8070-IDF 119. Quito. 2007.
28. INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN. *Quesos. Determinación del contenido de humedad*. NTE-INEN-63. Quito. 1974.
29. INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN. *Quesos Determinación del contenido de grasas*. NT-INEN-0064. Quito. 1974.
30. Stapoint technologies. *STATGRAPHICS. Centurion V15.1.02*. Inc Manugistics. 2012.
31. INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN. *Leche cruda. Requisitos*. NT-INEN-0009. Quito. 2012.
32. JARAMILLO, M. *et al.* *La leche y su control*. Medellín. Centro de Publicación. Universidad Nacional de Colombia. Sede Medellín, 1999. 157 p.

33. FAO/OMS. *Codex Alimentarius: Leche y productos lácteos*. Roma: Organización Mundial de la Salud y Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2011. 267 p.