

Leite Instável

Embrapa

Avanços Científicos e Caminhos para Inovações na America Latina

Maria Edi R. Ribeiro
Maira Balbinotti Zanela
Jorge Schafhäuser Jr.



**LE
637.1
RIBI**

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Clima Temperado
Ministério da Agricultura, Pecuária e
Abastecimento

LEITE INSTÁVEL: AVANÇOS CIENTÍFICOS E CAMINHOS PARA INOVAÇÕES NA AMÉRICA LATINA

Editores Técnicos

Maria Edi Rocha Ribeiro
Jorge Schafhäuser Junior
Maira Balbinotti Zanela

• Embrapa Clima Temperado
Pelotas, RS
2010

EFFECTO DE LOS DISTINTOS COMPONENTES DE LA LECHE SOBRE LA ESTABILIDAD TÉRMICA: CUAL ES EL GRADO DE INTERFERENCIA QUE PODEMOS TENER EXTERNAMENTE SOBRE LA LECHE PRODUCIDA.

Maria Ines Delucchi

Introducción

Hoy con el estado actual del conocimiento se puede afirmar, que la leche es un sistema biológico muy complejo, intrínsecamente inestable, con sistemas dentro de otros sistemas, siendo todos ellos importantes para optimizar la transformación de la leche en productos lácteos. Por ejemplo, dentro del sistema leche se encuentra el subsistema proteínas; dentro de éste se encuentra el subsistema caseínas y dentro de éste último se encuentran las distintas caseínas. También sabemos que la leche se puede describir como un sistema polifásico que contiene agua, grasa emulsificada, micelas de caseína en estado coloidal y proteínas, lactosa, sales y micro nutrimentos en solución. (OEA-GTZ, 2003)

Así las propiedades e importancia de la leche es mayor y más compleja que la suma de sus componentes en forma individual. Para entender el comportamiento industrial de la leche entonces es imprescindible conocer la bioquímica de cada uno de sus componentes, los mecanismos de síntesis, el rol de cada componente en la definición de las propiedades físico-químicas de la leche y la importancia de cada componente en los productos a ser elaborados para consumo humano.

Una elevada estabilidad térmica es una propiedad y un requisito de calidad tecnológica importante en la leche cruda (NEGRI L et al., 2003; TAVERNA et al., 2001). La estabilidad al calor de la leche se refiere a su resistencia a la coagulación a temperaturas de esterilización (SINGH; CREAMER, 1992). Tiene importancia comercial en la manufactura de leches UHT (Ultra High Temperature) y en productos con componentes lácteos especialmente para alimentación infantil, y en la elaboración de leches en polvo enteras y descremadas.

Trataremos de ver en esta presentación como podemos evaluar la "inestabilidad" de la leche cruda, en que medida los distintos componentes de la leche y su interrelación contribuyen a dicha característica y cuales es el

grado de interferencia que podemos tener externamente sobre la leche cruda producida.

Medidas de la “ inestabilidad” de la leche cruda.-

Todas las industrias o plantas procesadoras a través de distintos métodos y análisis tratan de predecir el comportamiento de la leche cruda que será destinada a la elaboración de distintos productos lácteos (FAO 2000). Particularmente en lo que se refiere al lapso de tiempo en que dichos productos mantendrán las características físicas y organolépticas deseadas (“estabilidad”).

Hay varios métodos para medir la estabilidad térmica de la leche que mencionaremos a continuación pero solo nos extenderemos en los dos primeros que son los que utilizamos en el Laboratorio de Calidad de Leche de INIA.

1) Test Prueba del Alcohol (PA)

Una prueba de alcohol positiva indica poca estabilidad de la leche al calor, lo cual es muy importante si el producto a de ser pasteurizado o esterilizado y es también útil para la detección de leche anormal como calostro o leches con alteraciones en el balance salino, que las hacen más susceptibles a la congelación aunque en este sentido, no es una prueba concluyente (MOLINA et al., 2001). La prueba clásica consiste en mezclar la leche con igual volumen de Etanol de 72° v/v, ya que el alcohol a esa concentración produce floculación o coagulación del producto. Algunas industrias en nuestro país realizan una segunda prueba a 80° v /v, otras cambian la proporción 1:2 de etanol y la temperatura del test va desde refrigeración (4°, 5° C hasta temperatura ambiente, 18-20 °C)

En distintos experimentos realizados en nuestro laboratorio con muestras de leche cruda y cuyos resultados resumimos a continuación se trato de ver la relación entre el pH y la prueba de alcohol (PA), y la importancia de la temperatura de realizada la prueba.

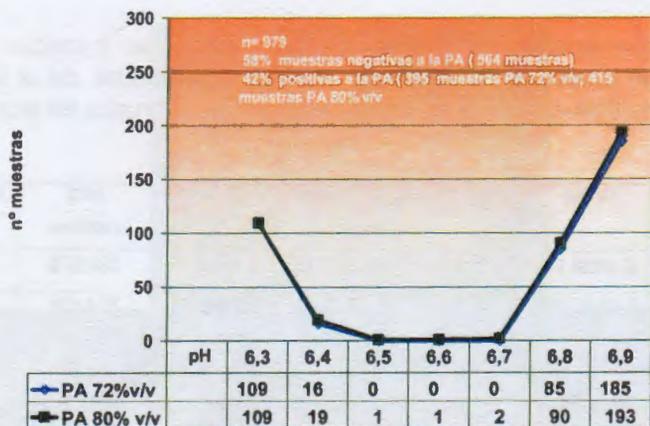


Grafico 1. Valores de pH encontrados en muestras de leche cruda a granel a las que se le realizo la prueba de alcohol (PA) durante el periodo noviembre 2006-enero 2007

En ese mismo experimento a las muestras que dieron positiva a la PA 72% v/v en las condiciones pre-establecidas de temperatura (3°-4 °C) se les realizo una segunda PA a temperatura de 18°-20°C y si bien en números absolutos bajo la cantidad de muestras que coagulaban, no fue estadísticamente significativo (p<0.05). La figuras 1, 2 y 3 muestran esta prueba tal cual la realizamos en nuestro Laboratorio:

Fotos: Maria Ines Delucchi

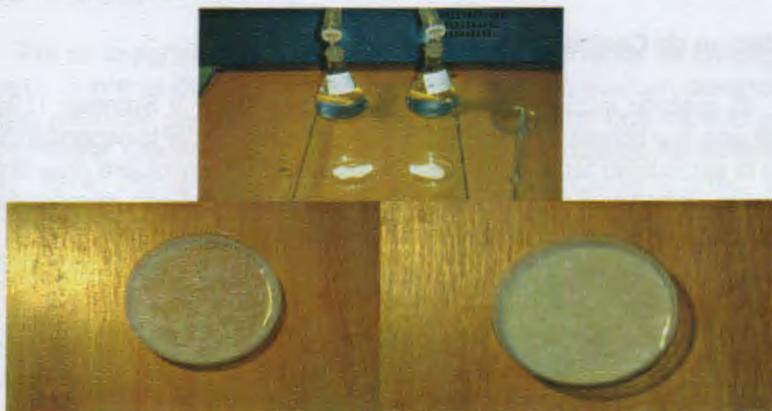


Figura 1, 2 y 3. Prueba de alcohol (PA)

Para estudiar si existe alguna relación entre la calidad composicional e higiénico sanitaria y los resultados de la PA se estudiaron 291 muestras de leche de vaca individual y los resultados se presentan en la Tabla 1

Tabla 1. Composición en sólidos de valor comercial y calidad higiénico sanitaria en muestras de leche cruda de vaca individual de la Unidad de Lechería de INIA-La Estanzuela y su relación con la prueba de alcohol (72% v/v).

Nº muestras	Gr (%)	Prot (%)	Lact (%)	SNG(%)	RCS x1000/ml	PA 72% v/v
89	3.44±0.08	3.11±0.18	4.85±0.03	8.66±0.09	390±75	+
202	3.58±0.08	3.14±0.18	4.90±0.03	8.74±0.09	354±75	-

Los valores encontrados para la composición química como para la calidad higiénico-sanitaria son buenos y no difieren significativamente ($p < 0.05$) entre el grupo con PA positiva y negativa. Se observa que la inestabilidad de estas leches esta relacionada probablemente con alteraciones del equilibrio mineral (básicamente Calcio y Fósforo) de acuerdo a lo relatado por otros investigadores (CHÁVEZ et al., 2001)(HERNÁNDEZ et al., 2001). La importancia de los días y numero de lactancia también podría tener alguna relación así como también la producción de leche (SOBHANI et al., 2002) (BARROS et al., 2000). Con estos elementos se iniciaron algunos experimentos que veremos mas adelante y se incluiría el tiempo de coagulación (TC) para mejor medida de la estabilidad térmica.

2) Tiempo de Coagulación (TC)

El método inicialmente desarrollado por Miller y Sommer (1940) y modificado por Davies y White (1996) intentaba reconocer la dependencia del ph en la estabilidad térmica de la leche. Este método involucra muestras de leche con un pH de 6.3 a 7.3, contenidas en un tubo sellado, sumergidas en un baño de aceite termostáticamente controlado (generalmente a 140°C para leche fluida) y se mide el tiempo de coagulación (TC), generalmente indicado por la coagulación de la proteína láctea. Actualmente la técnica ha sido modificada y se utilizan capilares de vidrio (CHÁVEZ et al., 2004). La técnica utilizada por el Laboratorio de Leche de INIA se muestra en las Fig. 4,5, y 6

Estudios realizados en diversas leches en Argentina demuestran un marcado efecto estacional en los tiempos de coagulación (mayores en otoño, abril a junio con respecto a los TC de invierno, primavera) y coinciden con determinaciones realizadas en Nueva Zelanda que han determinado que la leche en polvo estable térmicamente se realiza desde mediados de octubre a marzo (NEGRI L et al., 2001)

Fotos: Maria Ines Delucchi

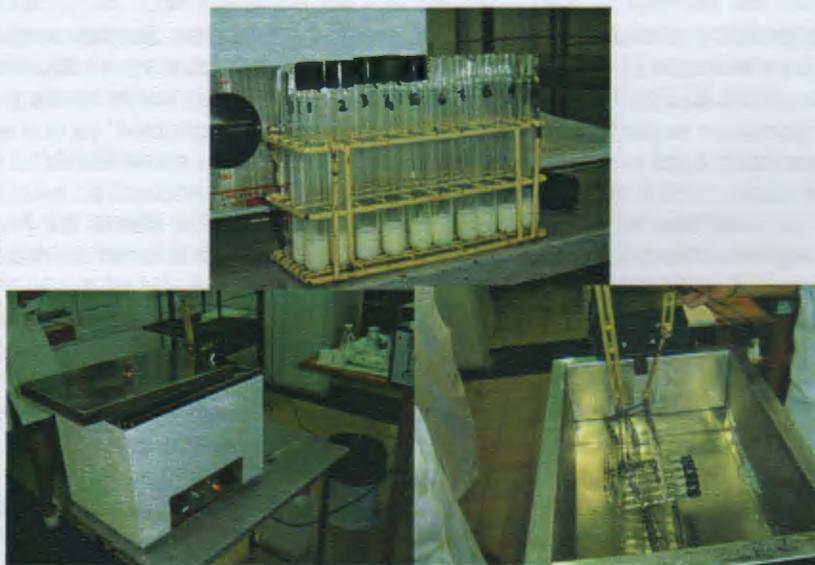


Figura 4, 5 y 6. Técnica de tiempo de coagulación (TC)

3) Otros métodos para predecir la estabilidad térmica de la leche.

Por su importancia, la estabilidad térmica de la leche ha conseguido despertar el interés de varios grupos de investigadores que han desarrollado distintos métodos para su determinación aparte de los que mencionamos anteriormente. Citemos solo a modo de ejemplo los trabajos de Sweetsur y White, 1974; Parker et al., 1979; Fox, 1981; O'Connell y Fox, 2003; Conociendo este parámetro en leche cruda se puede saber si una leche será apta para recibir tratamiento térmicos rigurosos y se puede prever y evitar la formación de precipitados en los equipamientos de tratamiento térmico

Componentes de la leche cruda y su relación con la "inestabilidad".

a) Minerales

Los minerales contribuyen a la capacidad buffer de la leche, a mantener el pH, la fuerza iónica y la presión osmótica. Son esenciales para la

utilización y síntesis biológica de nutrientes esenciales. Su deficiencia en vacas lecheras se presenta en forma subclínica la cual no es fácilmente diagnosticada. Sin duda el Ca y el P son los minerales mayoritarios y mas importantes específicamente en el caso de leches "inestables" ya que están asociados a las micelas de caseína (en una leche sin alteraciones. el 65% del calcio, el 60% del magnesio y el 50% del fósforo se encuentran asociados a las caseínas en forma coloidal) . Es bastante difícil alterar los niveles sanguíneos de Ca que esta fuertemente regulado y por lo tanto alteraciones en la concentración de Ca en las dietas no tiene gran efecto ya que el Ca en la leche proviene del Ca sanguíneo. En la estabilidad de la leche parece ser importante también la relación Ca/P de la leche.

La concentración de algunos otros elementos minerales pueden modificarse con la dieta y merecerían alguna consideración como I, B, Br, Co, Mn, Mo, Se, and Zn por su asociación a la fracción proteica y por lo tanto asociados a propiedades tecnológicas de la leche. La leche proveniente de vacas mastíticas presentan severos desbalances minerales básicamente aumentos de Na Y Cl y disminuciones de Ca, P y K y si bien es difícil que la industria procese silos enteros provenientes de vacas enfermas lo mas probable es que ocurra mezcla de leches y pueden verificarse efectos de estas leches en el total del silo.

Se debe señalar también que las necesidades de minerales de la vaca lechera van variando de acuerdo al estado fisiológico y que la biodisponibilidad de los mismos de acuerdo al tipo de alimentación, es variable.

b) Proteínas

De las dos grandes sistemas de proteínas que tiene la leche, las caseínas tienen un nivel muy bajo de estructura terciaria y por consiguiente no son susceptibles de ser desnaturalizadas, por lo menos en el sentido usual del término y las principales proteínas lactoséricas son proteínas altamente estructuradas y, por lo tanto, son susceptibles de ser desnaturalizadas. Esto quiere decir que la cantidad y composición de las proteínas de la leche cruda incidirán directamente en el producto procesado y todos los agentes que las afecten luego el proceso tecnológico no podrán repararlo. Deben citarse como importantes los efectos de bacterias y enzimas proteolíticas sobre la leche cruda, enfermedades de los animales como la mastitis, estado corporal de los animales, época de lactancia y alimentación. Las estructuras proteicas no se deben considerar como algo fijo o estático. Generalmente la estructura es dinámica, con la capacidad de responder de distintas maneras ante todo tipo de cambios en su medio ambiente: pH, temperatura, velocidad de

calentamiento, concentración de ciertos minerales, presencia de otras proteínas, grasas, carbohidratos, etc. De la misma forma debemos tener en cuenta que las propiedades funcionales son un reflejo de la estructura, y por consiguiente influenciado por los mismos agentes. (OEA-GTZ 2003)

c) Lípidos

La grasa de la leche es una mezcla compleja de lípidos siendo que los triglicéridos son el tipo predominante de lípidos. Los factores de la dieta que tienen impacto sobre la fermentación ruminal en términos generales son responsables por las variaciones en la grasa de la leche (<biblio>)(COLLOMB et al., 2004) pero su influencia en la estabilidad de la leche no está bien establecida.

d) Otros componentes

La leche tiene otros componentes y factores denominados bioactivos cuya influencia en la "inestabilidad" de la leche no ha sido comprobado pero que merecen ser tenidos en cuenta como hormonas, enzimas, proteínas celulares, antioxidantes, toxinas, agentes inmunológicos. (HURLEY, 2002)

Para estudiar el efecto de una dieta en particular sobre la estabilidad de la leche se realizó un experimento en INIA-La Estanzuela (MENDOZA, 2008) que consistía en la inclusión en la dieta de una fuente de lípidos poliinsaturados (semilla de girasol) hasta 1,4 Kg. de materia fresca, equivalentes a una proporción de 6.7% de la dieta en base seca en vacas primíparas y multíparas al comienzo de la lactancia. Esto permitió observar un incremento en la ET quizás solo explicable en parte porque como se observa en el gráfico 2 porque hubo un incremento de la urea en leche (MUN). Esto sucede desde el parto (P1) hasta los 180 días (P2, P3) y luego se estabiliza entre los 180 y 305 días de lactancia (P4,P5) según un trabajo anterior de Dieste (2004) . El gráfico 3 muestra la variación del MUN según estación del año y días de lactancia. Según McCrae y Muir (1985) citado por Mendoza (2008), la urea contribuye a estabilizar el pH durante el calentamiento de la leche retardando la coagulación de las proteínas. Otros autores (VARNAM; SURTHERLAND, 1994) sostienen que es el isocianato, formado a partir de la urea por calentamiento, el responsable de la estabilidad a través de interacciones con los grupos sulfhídricos libres de las proteínas la leche .Todo el resto de los análisis realizados, grasa, proteína, lactosa, sólidos no grasos, caseína coagulable al cuajo y recuento de células somáticas no mostraron diferencias significativas con la inclusión de la semilla de girasol en la dieta y no se correlacionaron bien con la estabilidad térmica .

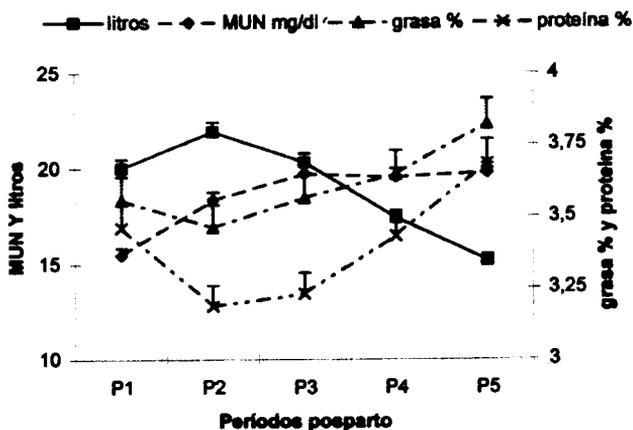


Grafico 2. Variaciones de la producción, grasa, proteína y urea en leche a lo largo de la lactancia- Fuente: Dieste (2004).

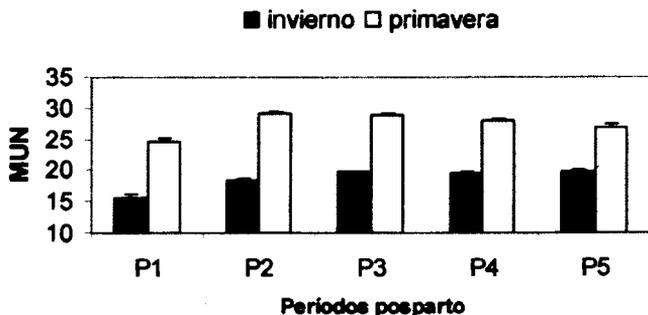


Grafico 3 Variaciones de la urea en leche en función de la estación del año y del momento de lactancia. Fuente: Dieste (2004).

Los niveles de MUN fueron significativamente diferentes ($p < 0.0001$) cuando comparamos otoño con primavera encontrándose menores valores en invierno. En valores promedio para otoño-invierno podemos hablar de $19,32 \pm 0,15$ y de $27,93 \pm 0,15$ como se muestra en el grafico 3. Es importante señalar también que las media también fueron diferentes ($p < 0.0001$) con los días de lactancia.

Posibilidades de mejorar o controlar la “inestabilidad” de la leche cruda

De lo visto anteriormente surgen una serie de ideas o líneas de investigación en las que se debería profundizar:

- Los métodos, análisis, test o técnicas para determinar la estabilidad de la leche en forma individual no siempre son buenos indicadores de dicha característica. Parece más bien que la combinación de varios análisis que definan varios parámetros de calidad resultarían más adecuados.

- La alimentación del rodeo sigue siendo principalmente en el caso de la grasa pero también en el caso de proteínas y minerales un elemento importante en la composición química de la leche pero su relación real con la estabilidad térmica no ha sido claramente establecido todavía.

- Los días de lactancia con su efecto en la composición de la leche es un elemento que debe ser tenido en cuenta si fuera posible lograr una buena trazabilidad de la leche producida hasta su llegada a plantas procesadoras y definir su destino.

- Al manejarse la mayoría de la leche producida en forma refrigerada no solo debe ponerse atención en la calidad higiénico-sanitaria sino también en las bacterias psicrotófas y sus enzimas por efecto degradatorio sobre la grasa y la proteína y su probable efecto sobre la estabilidad térmica de la leche.

- Existen factores denominados bioactivos cuya influencia en la inestabilidad de la leche no han sido comprobados aun y varios compuestos químicos (detergentes, aldehídos, quelantes metálicos, compuestos fenólicos etc.) que si fueran aprobados para uso alimentarios quizás podría investigarse su utilización.

Referencias

BARROS, L.; DENIS, N.; NUÑEZ, A.; GONZALEZ, O. Variation of milk and alcohol test. In: WORLD BUIATRIC CONGRESS, 21., 2000, Punta Del Este. *Anais...* Uruguay: Punta Del Este, 2000. p. 16.

CHAVEZ, M.; NEGRI, L.; TAVERNA, M.; CUATRIN, A.; ROBERT, L. Factores que afectan el resultado de la prueba de alcohol en leches con bajos recuentos de bacterias viables. In: Congreso de Producción Animal, 24., 2001, **Anais...** Rafaela: INTA, 2001. 169 p.

CHAVEZ, M.; TAVERNA, M.; NEGRI, L.; CHARLON, V.; AMHERDT, P. Estabilidad térmica al alcohol de leche cruda de tanque en relación con el ingreso al ordeño de vacas después del parto. **Revista Argentina de Producción Animal**, Balcarce, v. 24, supl. 1, 2004.

COLLOMB, M.; SOLLBERGER, H.; BUTIKOFER, V.; SIEBER, R.; STOLL, W.; SCHAEREN, W. Impact of a basal diet of hay and fodder beet supplement with rapeseed linseed and sunflowerseed on fatty and composition of milk fat. **International Dairy Journal**, Amsterdam, v. 14, p. 549-559, 2004.

DAVIES, D. T.; WHITE, J. C. D. The stability of milk protein to heat: 1. Subjective measurement of heat stability of milk. **Journal of Dairy Research**, Cambridge, v. 33, p. 67-81, 1996.

DIESTE, C.; **Determinacion de Urea en leche y factores que la afectan**. 2004. 43 p. Tesis (Doctor en Ciencias Veterinarias) - Facultad de Veterinaria Universidad de la Republica, Montevideo.

FOX, P. F. Heat-induced coagulation of milk. **Journal of Dairy Science**, Stanford, v. 64, n. 11, p. 2127-2137, 1981.

HERNANDEZ, R.; PONCE, P.; CAPDEVILA, J.; ZALDIVAR, V. Replicación del síndrome de leche anormal (SILA) en condiciones experimentales. **Exopol Circular**, La Habana, n. 142., 2001.

HURLEY, W. L. **Lactation biology**. Animal Science University of Illinois-Urbana-Champaign. Disponível em: <<http://classes.ansci.uiuc.edu/ansc438/index.html>> . Acesso em: 25 de agosto de 2002.

MCCRAE, C. H.; MUIR, D. D. Heat stability of milk In: FOX, p. (Ed.). **Heat induced changes in milk**. Bruxelas: IDF, 1985. p 206-230.

MENDOZA, A. La semilla de girasol entera como fuente de lípidos poliinsaturados para vacas lecheras en pastoreo. 2008. 103 p. Tesis (Magister en Ciencia Agrarias) - Facultad de Agronomía Universidad de la Republica, Montevideo.

- MILLER, P. G.; SOMMER, H. H. The coagulation temperature of milk as affected by pH, salts, evaporation and previous heat treatment. **Journal of Dairy Science**, Stanford, v. 23, p. 405-421, 1940.
- MOLINA, L. H. et al. Correlación entre la termoestabilidad y prueba de alcohol de la leche a nivel de un centro de acopio lechero. **Archivos de Medicina Veterinaria**, Valdivia, v. 33, n. 2, p. 233-240, 2001.
- NEGRI, L.; CHAVEZ, M.; TAVERNA, M.; RUBIOLO, A.; PAEZ, R. Variaciones estacionales de la estabilidad térmica de la leche cruda de silo y de la leche entera en polvo. **Anuário de Produção Animal**, Rafaela: INTA, 2001. 169p.
- NEGRI, L.; CHAVEZ, M.; TAVERNA, M.; CUATRIN, A.; RUBIOLO, A. Determinación de las variables que afectan la estabilidad térmica de la leche utilizando un método capilar para evaluar el tiempo de coagulación por calor. **Revista Argentina de Lactología**, Santa Fé, n. 22, p. 33-44, 2003.
- O'CONNELL, J. E.; FOX, P. F. Heat-induced coagulation of milk. In: FOX, P. F.; MCSWEENEY, P. L. H. (Ed.). **Advanced dairy chemistry: proteins**. New York: Kluwer Academia Press, 2003. p. 879-974.
- PARKER, T. G.; HORNE, D. S.; DALGLEISH, D. G. Theory for the heat-induced coagulation of a type A milk. **Journal of Dairy Research**, Cambridge, v. 46, p. 377-380, 1979.
- SINGH, H.; CREAMER, L. K. Heat stability of milk. In: FOX, P. (Ed.). **Advanced dairy chemistry: proteins**. London: Springer, 1992. p. 621-656.
- SOBHANI, S.; VALIZADEH, R.; NASERIAN, A. Alcohol stability of milk and its relation to milk and blood composition in Holstein dairy cows. **Journal of Animal Science**, Stanford, v. 80, Suppl.1, p. 59, 2002.
- SWEETSUR, A. W. M.; WHITE, J. C. D. Studies on the heat stability of milk protein. 1: Interconversion of type A to type B milk heat stability curves. **Journal of Dairy Research**, Cambridge, v. 41, p. 349-358, 1974.
- TAVERNA, M.; PAEZ, R.; CHAVEZ, M.; CHARLON, V.; QUAINO, O. Efecto de distintos grupo de ordeño sobre la concentración de ácidos grasos libres en la leche y su evolución durante la conservación. **Anuario de Producción Animal**, Rafaela: INTA, 2001. 169 p.
- VARNAM, A. H.; SURTHERLAND, J. P. **Leche y productos lácteos**. Zaragoza: Acribia, 1994. 461p.