

REVISIÓN DE LAS NORMAS PARA EVALUAR CALIDAD DE LECHE CRUDA DE ORIGEN BOVINO EN VENEZUELA

Carlos Alvarado

Universidad Central de Venezuela

Facultad de Ciencias Veterinarias

Maracay

alvarado1959@gmail.com

I. INTRODUCCIÓN

Las condiciones en las que se hace la producción primaria tienen gran impacto sobre la calidad higiénica de los productos lácteos, diversos factores de riesgo microbiológico, químico o físico pueden contaminar la leche y sus derivados, desde el momento del ordeño hasta que llega a manos del consumidor final. Ahora bien, los esfuerzos de los productores nacionales para aumentar esa producción primaria, mejorando la alimentación, reproducción y salud de los rebaños, no se ven reflejados en una mejor calidad de leche, todo lo contrario, su deficiente calidad a nivel nacional se ha mantenido por años. El sector oficial, a través del portal del INIA (2010), señala que el sector lechero venezolano se caracteriza de manera general por un “considerable atraso tecnológico y baja productividad”, y concluye que la “mala calidad e inocuidad de la leche cruda y quesos frescos” constituyen un problema de salud pública para el país. Sin embargo, existe un buen número de productores que sí prestan atención a un factor clave: “Buenas Prácticas de Ordeño”, y logran obtener leche de buena calidad e inocuidad, es decir, que todo el esfuerzo y aporte económico aplicado en el manejo de un rebaño lechero rinde el máximo esperado aplicando normativas y recomendaciones sencillas para obtener un producto inocuo y de buena calidad. El objetivo del presente trabajo es realizar una revisión sobre la aplicación de la normativa venezolana para evaluar la calidad de la leche cruda bovina.

II. CALIDAD DE LECHE: RESPONSABILIDAD COMPARTIDA

La calidad e inocuidad de la leche cruda destinada a la obtención de los distintos productos lácteos depende de numerosos factores relacionados con la producción en la finca. Algunos de estos aspectos deben controlarse mediante unas buenas prácticas ganaderas y el cuidado de la salud y estado de los animales; otros, con buenas prácticas de ordeño y sistemas de limpieza y desinfección eficaces (Early, 1998). Debido a la importancia de la leche en la alimentación humana, su producción, procesamiento y comercialización debe ser sujeto de control por una normativa legal, que sea cumplida y compartida por todos los responsables de la cadena agroalimentaria. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS) la inocuidad de los alimentos debe constituir un asunto prioritario de salud pública para los consumidores, productores y gobiernos de todos los países (Arispe y Tapia, 2007).

De acuerdo a la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), la legislación alimentaria de un país debe responder a dos objetivos fundamentales: (1) lograr la inocuidad de los alimentos y (2) asegurar el ejercicio honesto del comercio. Para alcanzar ambos, debe reconocerse la responsabilidad de todos los eslabones de la cadena alimentaria. El artículo 66 de las Normas de Buenas Prácticas de Fabricación, Almacenamiento y Transporte de Alimentos para Consumo Humano (MSAS, 1996) establece como responsabilidad del fabricante de alimentos el asegurar la inocuidad y salubridad del producto elaborado a fin de proteger la salud del consumidor. Sin embargo, la inocuidad es algo que se debe ir construyendo desde la producción primaria hasta que el alimento llega al consumidor final, es decir, que el asegurar la inocuidad en los alimentos es una responsabilidad compartida y conjunta entre gobierno, productores, industriales, intermediarios y consumidores. Si se deposita toda la responsabilidad por la inocuidad en manos de la industria, el solo seguimiento de la materia prima en busca de riesgos probables se convierte en un proceso costoso e ineficaz (Cols, 2005).

En producción animal, se debe prevenir la aparición de patologías en las explotaciones y la transmisión de zoonosis al consumidor. El tracto gastrointestinal de los animales puede ser colonizado por microorganismos patógenos, constituyéndose en una fuente de contaminación persistente en el tiempo, haciendo muy difícil que las materias primas procedentes de los animales (carne, leche y huevos) estén libres de patógenos. Por tanto, las medidas de bioseguridad en la finca indispensables y complementan las medidas higiénicas tradicionales con el objeto de eliminar o reducir a niveles aceptables los riesgos biológicos, químicos y físicos (Prieto *et al.*, 2008).

En el ordeño en finca, para la producción de leche inocua y de buena calidad se deben tener en cuenta 12 puntos claves que conforman las Buenas Prácticas de Ordeño: (1) arreo de vacas, (2) rutina del ordeño, (3) higiene de las instalaciones, (4) lavado y desinfección del equipo de ordeño y equipos de refrigeración, (5) control de mastitis, (6) secado de las vacas, (7) descalostrado, (8) calidad de agua, (9) mantenimiento del equipo para ordeñar, (10) conservación de la leche, (11) control de plagas y (12) manejo de efluentes (Serrano, 2012). El anexo de la norma COVENIN 903 (Comisión Venezolana de Normas Industriales) enumera en su primera parte las prácticas de ordeño, tanto manual como mecánico, necesarias para la prevención de la mastitis; y en su segunda parte, resume las prácticas de higiene del ordeño para mejorar la calidad bacteriológica de la leche cruda en las fincas.

En la industria procesadora se deben utilizar buenas prácticas de fabricación y de higiene, aplicando medidas adicionales en función del control de riesgos derivados de fallas durante la producción primaria de la leche. Las directrices de obligatorio cumplimiento en este sentido fueron publicadas en la Gaceta Oficial N° 36 081 de fecha 07 de noviembre de 1996, bajo el título de Normas de Buenas Prácticas de Fabricación, Almacenamiento y Transporte de Alimentos para Consumo Humano. En el año 2002, FONDONORMA emitió la norma COVENIN 3 802 titulada "Directrices generales para la aplicación del sistema HACCP - Análisis de riesgos y puntos críticos de control (HACCP por sus siglas en inglés)

en el sector alimentario”. Este sistema de carácter preventivo sustituye así al sistema de control tradicional basado en la evaluación del producto terminado que ha demostrado ser poco efectivo para garantizar la inocuidad de los alimentos (Arispe y Tapia, 2007).

A nivel de distribución, los transportistas y minoristas deberán garantizar la correcta manipulación y almacenamiento de la leche y/o sus productos, según las instrucciones del fabricante.

A nivel de consumidor se deberá aceptar la responsabilidad de manipular correctamente la leche y/o sus productos.

A nivel de vigilancia gubernamental se debe contar con una normativa actualizada que permita asegurar una producción nacional de leche de buena calidad e inocuidad. En una primera etapa FONDONORMA, ente normalizador y certificador reconocido por el gobierno venezolano hasta el año 2009, fue el responsable de la elaboración de las Normas Venezolanas COVENIN. En junio del año 2009, se derogó el reconocimiento a FONDONORMA como órgano nacional de normalización, y se designa a SENCAMER como el organismo coordinador del proceso de elaboración de normas nacionales de calidad de los productos, procesos y servicios, y éste a su vez reconoce a la asociación civil Fondo de Desarrollo para la Normalización, Calidad, Certificación y Metrología (FODENORCA), como el organismo nacional de normalización (MPPC, 2009). Desde su creación hasta el presente FODENORCA no ha sometido a discusión pública ninguna norma para el sector alimentario. En el caso particular de los productos lácteos y derivados, continúan vigentes las 55 normas elaboradas por el subcomité CT10 de FONDONORMA: 22 aplicables a productos y 33 a métodos de análisis. La norma COVENIN 903 (Cuadro 1), cuya última actualización fue realizada en el año 1993, contempla los requisitos que debe cumplir la leche cruda, tanto para su clasificación como para su recepción. Esta norma es solo aplicable a leche de vaca, pero sin embargo se emplea como referencia para evaluar la calidad de la leche de las demás especies al no disponer de normativas para ellas, lo que en muchos casos conlleva a errores en la toma de decisiones.

Cuadro 1. Requisitos físicos y químicos de la leche según la Norma COVENIN 903

Características	Rango recomendado
Densidad (g/mL a 15 °C)	1.028 a 1.033
Crioscopía (°Horvet)	-0.540 a -0.555
Cloruros (%)	0.07 a 0.11
Acidez (mL NaOH 0.1N/100 mL leche)	15 a 19
Grasa (%)	Mínimo 3.2
Proteínas (%)	Mínimo 3.0
Sólidos totales (%)	Mínimo 12.0
Sólidos no-grasos (%)	Mínimo 8.8
Cenizas (%)	0.70 a 0.80
Mastitis	Negativa
Reacción de estabilidad proteica	Negativa
Sustancia inhibidora	Negativa
Agentes neutralizantes	21 a 29 mL HCL 0.1 N a un pH 2.7

III. EVALUACIÓN DE LA CALIDAD CON BASE EN LA NORMA COVENIN 903

La aplicación de esta norma permite detectar defectos en la leche al momento de su recepción y rechazar así lotes que pudiesen ocasionar problemas y pérdidas durante o después de su procesamiento. A continuación se enumeran los principales defectos de calidad que deberían ser detectados por los procedimientos descritos en la norma COVENIN 903.

1. Deterioro Microbiológico

Como materia prima, la calidad bacteriológica de la leche cruda es un punto clave para la industria procesadora, por lo que se incluye un “incentivo” por este renglón en el precio establecido a puerta de corral de 0.15 Bs/l, según la Gaceta Oficial N° 40 169 de fecha 17 de mayo de 2013. Esta resolución emitida en conjunto por tres ministerios del país, no señala cómo se determinará esa “calidad bacteriológica”, por lo que queda a criterio del receptor determinar la metodología a usar. Aparte de esto, en la actualidad ese pago adicional ya no funciona como

incentivo real, puesto que el pago mínimo de la leche que se maneja en el campo es de Bs 4.50, esto es, el precio base de Bs 3.60 más los incentivos establecidos en la gaceta oficial; así que todos reciben el pago de “incentivos” cumplan o no con el criterio establecido. El precio que se paga realmente en el campo por la leche cruda oscila entre Bs 6.00 y 7.00. Solo un pequeño número de procesadores de leche aplican el criterio de calidad bacteriológica para aceptar o rechazar cada lote de leche cruda que reciben en sus plantas.

La calidad bacteriológica de la leche se determina en forma directa mediante el recuento de microorganismos indicadores y de algunos patógenos de significancia, y en forma indirecta mediante los análisis de acidez, pH, reductasa, alcohol y lactofermentación. La forma directa es más laboriosa pero produce resultados más confiables que la indirecta, cuyos métodos son más sencillos y rápidos. La norma establece que la validez de estos métodos “está condicionada a la comprobación de la ausencia de sustancias inhibidoras”.

Con base en los métodos directos, la norma 903 clasifica la leche cruda en “Categorías”: A (hasta 500 000 UFC mL⁻¹), B (desde 500 001 hasta 1 500 000 UFC mL⁻¹), C (desde 1 500 001 hasta 5 000 000 UFC mL⁻¹) y “sin clasificación” (más de 5 000 000 UFC mL⁻¹). Se considera la categoría A como óptima, la B aceptable, las C y “sin clasificación” como deficientes. Es de hacer notar que los principales países productores de leche establecen como límite máximo de aceptación una media de 100 000 UFC/mL, observada durante un período de dos meses con un mínimo de dos muestreos al mes (Ríos, 2012).

Para efectos de compra y venta de leche cruda, esta norma sugiere el uso de los resultados del método indirecto de la reductasa conocido como Tiempo de Reducción del Azul de Metileno (TRAM): Clase I, leche fría con más de 4 horas de TRAM; Clase II, leche fría con 2 a 4 horas de TRAM y Clase III, leche caliente con 30 minutos a 2 horas de TRAM.

La confiabilidad de la prueba de la reductasa ha sido cuestionada reiteradamente. Recientemente, por ejemplo, Luigi *et al.* (2013) demostraron en un análisis de 40 muestras de leche cruda que el 72.5 % presentaron recuentos de

aerobios mesófilos superiores al rango superior de la Categoría B, esto es 1.5×10^6 UFC mL⁻¹, pero sólo 30 % mostraron valores de TRAM fuera de especificación (Clase III). Esta falta de concordancia con la carga real de microorganismos le hace perder valor al TRAM como herramienta confiable dentro de las pruebas rápidas.

Numerosos trabajos realizados a nivel nacional confirman la deficiente calidad bacteriológica determinada de forma directa. En un estudio realizado sobre la leche cruda almacenada en los silos refrigerados de cuatro empresas lácteas ubicadas en el sur del estado Zulia, se encontró que todas las muestras de leche analizadas, a pesar de tener una buena calidad física y química, presentaron una calidad higiénica deficiente caracterizada por elevados recuentos de bacterias: mesófilas, promedio 3.3×10^7 UFC mL⁻¹, y psicrótrofas 1.3×10^7 UFC mL⁻¹ (Román *et al.*, 2003). Otros estudios reportaron recuentos de aerobios mesófilos mayores al rango superior de la Categoría B: 1.5×10^6 UFC mL⁻¹ a 4.2×10^8 UFC mL⁻¹ (Hernández y Clavijo, 1996; Román *et al.*, 2000; Dávila y Reyes, 2006).

La causa de la deficiente calidad higiénica de la leche cruda a nivel nacional puede deberse a fallas en uno o más de los siguientes factores (Argente, 1984; Ponce de León, 1993): (1) la carga inicial de la leche cruda recibida, el recuento microbiológico de un ordeño realizado con vacas y equipos de ordeño limpios está en el orden de 3 Log mientras que con vacas y equipos poco limpios supera 5 Log, (2) la eficiencia y frecuencia del procedimiento de higienización y saneamiento de los tanques, una mala limpieza conlleva a altas cargas de microorganismos psicrótrofos que forman biopelículas, de difícil remoción y que constituyen un foco de contaminación importante (Marchand *et al.*, 2012), (3) la temperatura de conservación de los tanques y velocidad de enfriamiento se recomienda mantenerla entre 3 y 4 °C, y que cuando se incorpore leche de cada ordeño, la temperatura no supere los 10 °C y regrese al rango ideal en el menor tiempo posible y (4) fallas en el equipo de refrigeración que no permitan mantener el rango recomendado de la temperatura de enfriamiento.

2. Inestabilidad Proteica

El método descrito por la norma se basa en la reacción entre un volumen de alcohol al 68 o 72 % y la misma cantidad de leche. La coagulación o precipitación de la leche por efecto del alcohol se toma como un indicador de que el lote de leche evaluado está ácido y no podrá resistir un tratamiento térmico en la planta procesadora y por tanto es rechazado. Un estudio realizado en la UCV (Zerpa, 2004) demostró que no toda leche positiva a la prueba del alcohol es ácida y precipita al ser sometida a calentamiento. Se encontró que un desbalance en la relación calcio-fósforo en una leche con acidez normal produce su coagulación al entrar en contacto con una solución de alcohol a las concentraciones señaladas, pero esa misma muestra de leche no sufre cambios al ser sometida a baño de María por diez minutos (prueba de ebullición). Por tanto, la validez de esta prueba es cuestionable para determinar el rechazo de un lote determinado de leche y, su resultado positivo, debe ser corroborado con una prueba de ebullición en laboratorio antes de proceder al rechazo de un lote de leche.

Algunas prácticas en campo le restan valor a esta prueba, como son: la ausencia de criterio técnico en la preparación de la solución de alcohol con una concentración entre 68 y 72 %, lo cual implica la aceptación de lotes deficientes si se aplica una concentración menor a 68 % o un rechazo injustificado si se aplica una concentración mayor a 72 %. Por otra parte, el incremento de rechazos de leche por resultar “alcohol positivo” durante la época de lluvia, cuando hay mayor volumen de leche cruda disponible en el mercado, y la disminución de tales rechazos en la época seca, cuando la disponibilidad de leche se reduce considerablemente, es evidencia de que en la toma de decisión prevalece el criterio comercial sobre el técnico.

3. Contenido de Leche Anormal (Calostro y Leche Mastítica)

La leche por definición de la norma, debe provenir de vacas sanas y estar libre de calostro. Animales positivos a enfermedades como brucelosis, tuberculosis y leucosis, entre otras, deben ser eliminados del hato según lo

estipulan los reglamentos nacionales sobre salud animal. Aparte de estas enfermedades, la más común y la que produce mayores pérdidas es la mastitis.

La presencia de leche anormal en un lote de leche produce cambios en su química y composición. Por ejemplo, diferencias en el pH entre lotes individuales de leche fresca reflejan variaciones en su composición: el pH es más bajo (hasta 6.0) en el calostro y más alto (hasta 7.5) en casos de mastitis, en comparación con el rango (6.5 a 6.7) de la leche normal (Bhandari y Singh, 2011). En cuanto a composición tanto el calostro como la mastitis producen un aumento en el contenido de proteínas séricas (albúminas e inmunoglobulinas), una disminución en las caseínas y aumento en los cloruros (Walstra *et al.*, 2001). En los requerimientos tabulados en la norma 903 sólo se enumeran dos ensayos que pudiesen dar indicios de contaminación de la leche con calostro y/o con leche mastítica: (1) contenido de cloruros mayor a 0.11 y (2) resultado positivo en la prueba de Whiteside para mastitis.

4. Adulteración

Se han enumerado una gran variedad de adulteraciones de la leche, entre las que se encuentran: sustitución de grasa láctea por otras grasas de origen animal o vegetal de menor valor económico; adición de agua o “aguado” para aumentar volumen enmascarado con adición de sal, azúcar o lactosuero tanto líquido como en polvo a leche fresca cruda; “aumento artificial” del contenido de proteínas mediante la adición de proteína vegetal (soya, guisantes y proteína soluble de trigo) o de nitrógeno total en la forma de úrea (conocida como “leche sintética”) o de melanina (Fox, 2011). De estas adulteraciones, sólo el aguado de la leche puede ser determinado en cierto grado por los resultados de los análisis sugeridos por la norma 903, específicamente tres de ellos: crioscopía, densidad y contenido de cloruros. Como señalaron Faría y Boscán (1992) el aguado de la leche con suero de quesería, o lactosuero, muy frecuente en Venezuela, es difícil de reconocer sólo con los ensayos propuestos en la norma 903. Esto se debe principalmente al hecho que la crioscopía y la densidad dependen

fundamentalmente de las sustancias disueltas, esto es lactosa y sales minerales, que son los mayores componentes del lactosuero.

5. Contaminación Resultante del Manejo del Rebaño y la Leche

Según lo establecido en la norma COVENIN 903, la leche de buena calidad debe estar exenta de sustancias contaminantes. De manera inadvertida, una gran cantidad de compuestos químicos, potencialmente dañinos para la salud, llegan a la leche por distintas vías y por diversas razones, y su presencia es difícil de evitar y controlar: (1) agentes de polución ambiental persistentes (dioxinas, metales pesados, radioisótopos, micotoxinas) y (2) compuestos químicos utilizados en las diversas prácticas agrícolas (pesticidas, herbicidas), veterinarias (antibióticos, hormonas) y de higiene (agentes de limpieza y desinfección) que buscan aumentar la producción y calidad de la leche, pueden dejar residuos en el producto terminado en niveles superiores a los estándares de seguridad o tolerancia permitida, con los consecuentes riesgos a la salud de los consumidores (Fischer *et al.*, 2011).

De manera intencional, está muy extendida la práctica en el país de añadir sustancias para “conservar” o “enmascarar” defectos causados por una mala manipulación de la leche. Una de estas sustancias es el peróxido de hidrógeno o agua oxigenada. Según la FAO (1991) a finales de los años 60, expertos en calidad de la leche de la FAO/OMS concluyeron que la aplicación de peróxido de hidrógeno podía ser una alternativa aceptable en las primeras fases de desarrollo de una industria lechera organizada. Sin embargo, en la actualidad se ha prohibido su uso, por una parte, debido a lo difícil que resulta evitar su utilización para ocultar la calidad inferior de la leche producida en condiciones de higiene deficientes, y por otra parte, a los problemas toxicológicos que lleva consigo el empleo de concentraciones relativamente elevadas de este compuesto en la leche.

IV. CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIÓN

Diversas investigaciones han demostrado la baja calidad higiénica de la leche producida en el país, lo que representa un serio problema para el control de la inocuidad de los productos lácteos fabricados y comercializados en el país. Se hace necesario por tanto fortalecer la estructura normativa del sector, actualizando su contenido y reforzando su promoción, divulgación y formación del recurso humano encargado del cumplimiento, seguimiento e implementación.

Se recomienda introducir hábitos higiénicos en la producción de leche a nivel de fincas, tomando como punto de partida las recomendaciones señaladas en el anexo de la Norma COVENIN 903.

BIBLIOGRAFÍA

- Argente, F. 1984. Influencia de los tanques en la calidad de la leche. *J. of Food Sc.*, 50: 951-960.
- Arispe, I. y M. Tapia. 2007. Inocuidad y calidad: requisitos indispensables para la protección de la salud de los consumidores. *Agroalimentaria* 24: 105-117.
- Bhandari, V. y H. Singh. 2011. Physical methods. En J. Fuquay, P. Fox y P. McSweeney (Eds.). *Encyclopedia of dairy science*. Academic Press. San Diego, USA.
- Cols, M. 2005. Legislación para el Control Sanitario de Alimentos y Normas de Calidad en Venezuela. http://agroca.com.ve/calidad_de_leche.php (Consultado: 14/12/2012).
- Dávila, J. y O. Reyes. 2006. Evaluación microbiológica de las diferentes etapas del proceso de elaboración de queso tipo gouda en una industria venezolana. *ALAN*, 56: 51-59.
- Early, R. 1998. *Tecnología de los productos lácteos*. Editorial Acribia, S.A. España.
- FAO. 1991. *Codex Alimentarius CAC/GL 13-1991: Directrices para la conservación de la leche cruda mediante la aplicación del sistema de la lactoperoxidasa*. Food and Agriculture Organization of United Nations, Washington, USA. 7 pp.
- Faría, J. y L. Boscán. 1992. Detección de adulteración de leche con suero mediante la relación proteína sérica/caseinato. *Rev. Científica FCV LUZ*, 2 (1): 43-48.
- Fischer, W., B. Schilter, A. Tritscher y R. Stadler. 2011. Contamination resulting from farm and dairy practices. En J. Fuquay, P. Fox y P. McSweeney (Eds.). *Encyclopedia of dairy sciences*. Academic Press. San Diego, USA.
- Fox, P. 2011. History of dairy chemistry. En J. Fuquay, P. Fox y P. McSweeney (Eds.). *Encyclopedia of dairy sciences*. Academic Press. San Diego, USA.
- Hernández, A. y M. Clavijo. 1996. Influencia de la calidad microbiológica de la leche cruda y del procesamiento sobre la calidad de la leche pasteurizada. I Congreso Venezolano de Ciencia y Tecnología de Alimentos. Caracas, Venezuela.

- INIA. 2010. Convenio Integral Cuba-Venezuela. http://bioteccaprina.inia.gob.ve/index.php?option=com_content&task=view&id=83&Itemid=106 (Consultado: 12/01/2013).
- Luigi, T., L. Rojas y O. Valvuen. 2013. Evaluación de la calidad higiénico-sanitaria de leche cruda y pasteurizada expendida en el estado Carabobo, Venezuela. *Salus*, 17 (1): 35-50.
- Marchand, S., J. De Block, V. De Jonghe, A. Coorevits, M. Heyndrickx y L. Herman. 2012. Biofilm formation in milk production and processing environments; influence on milk quality and safety. *Comprehensive Reviews in Food Sc. and Food Safety*, 11: 133-147.
- MPPC. Ministerio del Poder Popular para el Comercio. 2009. Resolución DM/N°075. En *Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela* N° 39 197 del 10/06/2009.
- MSAS. Ministerio de Sanidad y Asistencia Social. 1996. Normas de buenas prácticas de fabricación, almacenamiento y transporte de alimentos para consumo humano. En *Gaceta Oficial* N° 36 081 del 07/11/1996.
- Ponce de León, J. 1993. La máquina de ordeño y el tanque refrigerante, factores fundamentales para obtener leche de calidad para la industria. *Ind. Lácteas Españolas*, 169: 33-42.
- Prieto, M., J. Mouwen, S. López-Puente y A. Cerdeño-Sánchez. 2008. Concepto de calidad en la industria agroalimentaria. *Interciencia*, 33 (4): 258-264.
- Ríos, A. 2012. Control de la calidad y de la trazabilidad de la leche. En A. Anadón, C. Barros, V. Castellanos, P. Díaz, M. Martínez-Larrañaga, E. Ramos, A. Ríos y M. Zorraquino. *Sistemas de control higiénico-sanitario*. Real Academia de Ciencias Veterinarias de España RACVE. Madrid, España. pp 5-32.
- Román, S., L. Guerrero y S. Ferrer. 2000. Influencia de la calidad sanitaria de la leche y la estacionalidad sobre el rendimiento del queso gouda. *Rev. Científica FCV LUZ*, 5: 399-404.

- Román, S., L. Guerrero y L. Pacheco. 2003. Evaluación de la calidad fisicoquímica, higiénica y sanitaria de la leche cruda almacenada en frío. *Rev. Científica FCV-LUZ*, 8 (2): 146-152.
- Serrano, P. 2012. Buenas prácticas: puntos clave para obtener leche de calidad., http://agroca.com.ve/calidad_de_leche.php (Consultado: 20/01/2013).
- Walstra, P., T. Geurts, A. Noomen, A. Jellema y M. van Boekel. 2001. *Ciencia de la leche y tecnología de los productos lácteos*. Editorial Acribia. Zaragoza, España.
- Zerpa, G. 2004. Variación de la estabilidad proteica según la prueba del alcohol en un rebaño Holstein de la región central. Trabajo de Grado para optar al título de Ingeniero Agrónomo UCV. Maracay, Venezuela.