

Capítulo LXXIII

Mejora de la calidad microbiológica de la leche cruda. Un desafío para la Ganadería Doble Propósito

**Wilfido José Briñez
Gustavo Antonio Castro**

El sistema doble propósito (SDP) se define como el que produce conjuntamente carne y leche, sobre la base de ganado criollo propio de cada región cruzado con cebú y razas lecheras europeas; frecuentemente en este tipo de explotación va asociada con la cría de todos los terneros (machos y hembras) mediante amamantamiento directo. El ordeño se realiza una o dos veces al día dependiendo si es tendiente a carne o leche, amarrando la cría a la vaca como estímulo para inducir la bajada de la leche (Carrillo *et al.*, 2002; Cortés *et al.*, 2003; Briñez & Valbuena, 2011).

En Venezuela los SDP están basados en animales mestizos originados del cruzamientos de: holstein, pardo suizo y criollos con animales cebú y mosaicos propios de cada región. Estos sistemas generan los mayores aportes de leche y carne, representando aproximadamente el 90% de la leche y el 50% de la carne que se produce a nivel nacional (Carrizales *et al.*, 2000; Carrillo *et al.*, 2002; Briñez *et al.*, 2008; Briñez y Valbuena, 2011). En general en los países latinoamericanos los rebaños cruzados *Bos taurus* × *Bos indicus* constituyen la mayoría de la población bovina de ordeño, presentando una producción de leche aceptable durante todo el año con una pequeña suplementación de alimento concentrado en la época seca. En la actualidad, debido al gran número de estudios realizados en los últimos años con animales en los SDP, se conoce en parte su aporte en el desarrollo de la ganadería nacional y regional (Briñez *et al.*, 1995; Briñez *et al.*, 1996; Briñez *et al.*, 2003; Briñez *et al.*, 2008; Briñez y Castro, 2008; Briñez y Valbuena, 2011), el cual, es muy significativo en los estados occidentales, y en particular en el estado Zulia.

La leche proveniente de vacas mestizas doble propósito contiene un alto porcentaje de sólidos totales (ST > 13%), dentro de los cuales la grasa (GR) puede superar en muchos casos el 4% y la proteína (PT) alcanzar valores cercanos al 3,8%, superando lo indicado por Walstra y Jannes, 1987, como valores normales para estos elementos. La producción y la composición de la leche en estos animales pueden variar por múltiples factores, siendo el estado de la lactancia, tipo de mestizaje y época del año los

que ejercen mayor influencia sobre los diferentes componentes de la leche (Bríñez *et al.*, 1996; Bríñez *et al.*, 2003; Bríñez y Castro, 2008; Bríñez *et al.*, 2008; Bríñez y Valbuena, 2011).

La calidad de la leche puede considerarse desde dos aspectos esenciales que no son independientes uno del otro. La calidad química corresponde a su composición, características organolépticas, fisicoquímicas, valor nutritivo; que deben encontrarse en un nivel favorable que permita conservar diferentes aptitudes que son importantes en el proceso, como: estabilidad térmica, calidad de conservación, coagulabilidad enzimática y desarrollo de bacterias lácticas entre otros. La calidad higiénica o microbiológica está relacionada con la carga y tipo de microorganismos, con la flora inocua y la flora productora de enzimas termorresistentes, estas últimas potencialmente causantes de alteraciones en productos procesados (Alais, 1984; Walstra y Jannes, 1987; Bríñez *et al.*, 2002).

En Venezuela la calidad de la leche cruda es medida a través de su composición o pruebas rápidas (calidad sanitaria) tales como, crioscopía (CR), pH, acidez titulable (AT) y Tiempo de Reducción del Azul de Metileno (TRAM). Estas pruebas son empleadas por la gran mayoría de plantas receptoras de leche para definir en forma rápida su calidad, conjuntamente con otros componentes como GR, PT y ST (Bríñez *et al.*, 2002; Bríñez, 2006).

Diferentes estudios avalan la excelente composición y calidad química de la leche producida en SDP en Venezuela, ya que contiene alto porcentaje de los componentes de mayor valor y que influencia los rendimientos en la elaboración de productos lácteos como el queso y leche pasteurizada (Boscan *et al.*, 1990; Bríñez *et al.*, 1995; Bríñez *et al.*, 1996; Bríñez *et al.*, 2002; Bríñez *et al.*, 2003; Calderón *et al.*, 2007; Bríñez y Castro, 2008; Bríñez *et al.*, 2008; Bríñez y Valbuena, 2011). A diferencia de la calidad química de la leche de SDP, su calidad higiénica ó microbiológica como lo indican diferentes estudios es pobre, presentando valores altos de recuentos microbiológicos y valores fuera de norma en las pruebas directas e indirectas de calidad como Recuento estándar en placa (REP), pH, AT, TRAM, y alcohol (Rodríguez *et al.*, 1989; Boscan *et al.*, 1990; Sánchez *et al.*, 1996; Bríñez *et al.*, 2000; Roman *et al.*, 2003; Valbuena *et al.*, 2004). La mala calidad microbiológica de la leche en SDP requiere se tomen medidas urgentes que permitan en el corto y mediano plazo alcanzar una mejora constituyendo un desafío que debe ser cubierto para que sea la leche de los animales se estos animales de excelente calidad en todos los aspectos.

CALIDAD QUÍMICA Y MICROBIOLÓGICA DE LA LECHE EN VACAS DOBLE PROPÓSITO

En el occidente venezolano se han realizado múltiples estudios en los últimos veinte años, con el fin de conocer la composición o calidad química y calidad microbiológica de la leche en los SDP de estas regiones (Boscan *et al.*, 1990; Bríñez *et al.*, 1995; Sánchez *et al.*, 1996; Bríñez *et al.*, 1996; Bríñez *et al.*, 2000; Bríñez *et al.*, 2002; Bríñez *et al.*, 2003; Bríñez *et al.*, 2008; Bríñez y Valbuena, 2011). Los resultados descritos por estos autores han contribuido a conocer la calidad y la composición de la leche en vacas doble propósito con mestizajes donde intervienen las razas holstein y

pardo suizo predominantemente con cebú, criollo y grupos como mosaicos propios de cada zona. Los autores en sus investigaciones han empleado muestras de leche recopiladas en el ordeño matutino o vespertino, con diferentes intervalos de tiempo y tomando en cuenta factores que afectan la composición de la leche como raza y nivel de mestizaje con cebú, época del año, etapa de lactancia y número de partos, en la mayoría de los casos. Adicionalmente, en estos estudios los resultados alcanzados demuestran la excelente calidad química de la leche en SDP y una pobre calidad microbiológica medida mediante pruebas directas e indirectas de calidad (Cuadro 1).

Cuadro 1
Calidad química y microbiológica de leche en SDP

Variable	Medias	Desviación Standard
pH	6,72	0,13
Acidez titulable *	17,60	2,97
TRAM	7:18	1,098
REP	1,6×10 ³	3736,18
Grasa (GR)	4,73	0,99
Sólidos Totales (ST)	14,30	1,91
Sólidos no grasos (SNG)	9,56	1,50
Proteínas (%)	3,66	0,63
Caseína (%)	2,40	0,44

*Acidez titulable: Expresado en mL de NaOH 0,1N/100mL.

TRAM: Tiempo de reducción del azul de metileno. Expresado en horas/minutos.

REP: Recuento estándar en placa. Expresado en unidades formadoras de colonia/mL.

Las determinaciones del pH y AT en leche cruda son una forma de medir su calidad en forma rápida e indirecta. Estas pruebas pueden estar influenciadas por múltiples factores propios del animal, pero también relacionados con el manejo y la forma de obtención de la leche en los sistemas de ordeño bien sean manuales o mecánicos. En estudios realizados por Boscan *et al.* (1990); Sánchez *et al.* (1996) y Briñez y Valbuena (2011), se reportaron valores de pH en animales mestizos doble propósito entre 6,6 y 6,7 en diferentes regiones de Venezuela, indicando que se encontraban dentro de los parámetros normales establecidos por la norma COVENIN 903-93 para leche cruda.

La AT es una medida rutinaria para determinar la calidad de la leche cruda y corresponde al número de mililitros (mL) de solución 0,1N de hidróxido de sodio (NaOH), necesarios para neutralizar 100 mL de leche. Los resultados de las investigaciones muestran valores cercanos a 18 mL de NaOH, lo que indica que la leche contiene un número apreciable de microorganismos que fermentan la lactosa incrementando la producción de ácido láctico y con esto la AT que indica una baja calidad de la leche desde el punto de vista microbiológico (Alais, 1984; Walstra y Jannes, 1987).

En referencia a los parámetros de composición o calidad química los resultados reportados demuestran que los valores de GR, ST, SNG, PT y caseínas (CS) superan el mínimo que establece la norma (COVENIN 903-93) para considerar una leche de calidad. El porcentaje promedio de ST en Venezuela se puede encontrar entre 12,7 y 13%

(Boscan *et al.*, 1990; Briñez *et al.*, 2003; Briñez y Valbuena, 2011), representados por la GR en emulsión, las proteínas en suspensión coloidal, lactosa, vitaminas, sales y otros componentes orgánicos e inorgánicos en solución. Los sólidos no grasos (SNG) representan en promedio 8,7% y corresponden a todos los componentes de los ST menos la grasa. La norma venezolana vigente (COVENIN 903-93) exige para leche cruda un mínimo de 3,2% para GR, 12% para ST y 8,8% de SNG, valores ampliamente superados por la leche de los animales provenientes de los SDP (Cuadro 1), lo que nos permite concluir que la leche de los animales en estos sistemas es de una excelente calidad química, a diferencia de la calidad microbiológica, ya que los resultados demuestran regular o mala calidad, ameritando medidas como las buenas practicas que permitan revertir esta realidad a nivel nacional para la leche de los SDP.

BUENAS PRÁCTICAS AGRÍCOLAS (BPA) EN LA PRODUCCIÓN DE LECHE

Las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) se definen como todas las acciones involucradas en la producción de leche orientadas a asegurar la protección de la higiene y salud humana y del medio ambiente, mediante métodos ecológicamente más seguros, higiénicamente aceptables y económicamente factibles (FAO, 2004; FAO, 2012; Delucchi *et al.*, 2008). Las BPA, también pueden ser definidas como todas las acciones que se realizan en la producción leche y otros productos de origen animal como la carne orientadas a asegurar la calidad e inocuidad del producto orientadas principalmente a mejorar su calidad (Moreno & Molina, 2007). Todas las medidas adoptadas en las BPA buscan reducir los peligros que pueden ser des tres tipos: físicos, químicos y microbiológicos. Los peligros físicos están referidos a objetos, partículas, plástico y metal que pueden llegar al alimento accidental o intencionalmente. Los químico se relacionan con sustancias contaminantes indeseables o añadidas que pueden ocasionar daños a la salud del consumidor, mientras que los biológicos se refieren a gérmenes o toxinas de variado origen que pueden alcanzar en este caso a la leche (FAO, 2012; Briñez & Castro, 2014).

Para los productores de leche las BPA consisten en implantar en sus explotaciones prácticas racionales que deben garantizar que la leche y los productos lácteos producidos sean saludables y libres de peligros, también deben velar que la explotación lechera sea viable de cara al futuro, desde las perspectivas económica, social y medioambiental. Las buenas prácticas en la explotación son la base de una producción de leche que cumpla con las expectativas más altas de la industria alimentaria y de los consumidores y por supuesto que pueda cumplir con las normas nacionales establecidas (FAO, 2012; Briñez & Castro, 2014). Adicionalmente, la implementación de BPA debe ser enfocadas en unas Buenas Practicas en el Ordeño (BPO) que permitan reducir los peligros microbiológicos los cuales son los más comunes y responsables de la baja calidad higiénica de la leche en los SDP y que constituyen un desafío para este tipo de explotación (Cabrera *et al.*, 2005; Bonifaz & De Jesús, 2011; FAO, 2012; Briñez & Castro, 2014).

BUENAS PRÁCTICAS EN EL ORDEÑO (BPO) PARA MEJORAR LA CALIDAD MICROBIOLÓGICA DE LA LECHE EN SDP

Las buenas prácticas de ordeño (BPO) se definen como un conjunto de actividades antes durante y después del ordeño que permiten cumplir con los requisitos mínimos establecidos para obtener leche de calidad apta para el consumo humano para luego procesarla adecuadamente y elaborar productos lácteos (FAO, 2011; FAO, 2012; Briñez & Castro, 2014). Permiten producir una leche en condiciones higiénicas adecuadas y de buena calidad microbiológica, además de conservarla en condiciones idóneas en las fincas productoras previo a su traslado a las plantas procesadoras. En Venezuela para que una leche sea considerada de calidad debe cumplir con los requisitos exigidos en la norma COVENIN 903-93 para leche cruda, donde además de definir leche desde el punto de vista legal, establece el cumplimiento de requisitos agrupados en: generales, organolépticos, físico químicos y microbiológicos. Las BPO en los SDP de nuestro país deben estar orientadas a lograr que la leche cruda producida pueda cumplir con los requisitos de calidad establecidos en la normativa vigente, lo que conllevaría a una mejora sustancial en la calidad microbiológica de la leche (Briñez & Castro, 2014).

En cuanto a los requisitos microbiológicos de la leche establecidos en las normas, estos están referidos a la calidad higiénica determinada mediante el REP (Cuadro 2). En nuestro país la calidad microbiológica de la leche ha sido un problema constante a través del tiempo, ya que la mayoría de las leches que se reciben a nivel de planta desde los diferentes centros de producción superan las 6,0 unidades logarítmicas de recuento, observándose algunas excepciones en explotaciones del occidente del país donde se produce leche de mejor calidad en lagunas fincas. Los altos recuentos agrupa a las leches dentro de las de pobre calidad desde el punto de vista microbiológico, al ser categorizadas como leches tipo “C” o sin clasificación (Valbuena *et al.*, 2004; Palma *et al.*, 2007; Briñez & Castro, 2014).

Cuadro 2
Requisitos microbiológicos exigidos para leche cruda (COVENIN 903)

Categoría	Recuento ufc/mL
A	Hasta 500.000
B	Desde 500.001 hasta 1.500.000
C	Desde 1.500.001 hasta 5.000.000
Sin clasificación	Más de 5.000.000

Cuando se aplican correctamente las BPO se deben adoptar una serie de medidas o acciones antes, durante y después del ordeño. En conjunto estas acciones deben conducir a mejorar la calidad en general de la leche cruda y en especial deben contribuir a bajar la carga microbiana y con ello mejorar inocuidad del producto el cual debe ser el objetivo en la implementación de estas prácticas.

Las buenas practicas antes del ordeño implican: limpieza del local de ordeño, arreado y manejo de las vacas, horario de ordeño, amarrado de la vaca, lavado de ma-

nos del ordeñador y preparación y lavado de los utensilios de ordeño (FAO, 2011; Briñez & Castro, 2014). Un adecuado manejo de las vacas previo al ordeño estimula una buena bajada de la leche, por lo que se recomienda un corral con suficiente agua, sombra y de ser posible alimento para que las vacas reposen previo al proceso de ordeño. Cuando se realiza el acto de ordeñar se recomienda que se realice siempre de la misma forma y de ser posible a la misma hora. Cambios bruscos en el horario pueden provocar en los animales alteraciones que no permiten una adecuada bajada de la leche, con lo que se tiende a reducir el nivel de producción y a retener la leche en la ubre lo que pudiera causar procesos de mastitis a mediano plazo y con esto afectar la calidad microbiológica de la leche (Kruze, 1998; FAO, 2011; FAO, 2012; Briñez & Castro, 2014). Los utensilios utilizados en el ordeño, así como la presencia de mastitis subclínica en el rebaño suelen ser las principales fuentes de contaminación de la leche, por lo que se debe vigilar que se realice una adecuada preparación y limpieza del material a utilizar en el ordeño y un adecuado diagnóstico y control de la mastitis subclínica en el rebaño (Alais, 1984; Robinson, 1987).

Las buenas prácticas durante el ordeño implican: lavado de pezones, secado de pezones, ordeño de la vaca, sellado de pezones y control de mastitis clínica y subclínica (Kruze, 1998; FAO, 2011; FAO, 2012; Briñez & Castro, 2014). Según Romero *et al.*, 2013, en un estudio realizado en Colombia evaluando los efectos de la aplicación de Buenas Prácticas Ganaderas (BPG) en la calidad de la leche, indicaron que cuando se realiza una adecuada rutina de ordeño incluyendo lavado y secado de pezones se puede lograr la reducción del recuento de células somáticas y REP, concluyendo que la aplicación de adecuadas rutinas de ordeño ayudan a mejorar la calidad de la leche. Cuando se proceda a lavar los pezones se debe utilizar agua limpia y a temperatura corporal de modo de no producir estrés en la vaca. No se recomienda el lavado completo de la ubre por las dificultades para el secado posterior, representado el agua en la superficie de la ubre una fuente de contaminación para la leche al caer en el balde o la pezonera en el momento del ordeño contribuyendo a incrementar los recuentos microbianos (FAO, 2012; Briñez & Castro, 2014).

Cuando ya se ha cumplido con una adecuada limpieza de pezones se debe realizar el ordeño en una forma suave y segura mediante un ordeño manual o mecánico. El tiempo recomendado para ordeñar una vaca debe ser entre de 5 a 7 minutos. Si se hace por más tiempo se puede producir una retención natural de la leche y se corre el riesgo de que aparezcan procesos de mastitis en el rebaño, lo cual, resultaría en una significativa reducción de los ingresos al producirse menor cantidad de leche. Culminado el proceso de ordeño se debe realizar un adecuado sellado de pezones de la vaca introduciendo cada uno de los mismos en un recipiente con un producto desinfectante. Cuando el ordeño se realiza con becerro con en los SDP no se requiere realizar el sellado ya que el becerro puede ejercer esa función de forma natural (FAO, 2011; Romero *et al.*, 2013).

La contaminación de la leche después del ordeño suele ser una fuente muy importante cuando no se toman las medidas necesarias para impedir el deterioro de la calidad (Alais, 1984; Robinson, 1987; Briñez & Castro, 2014). Cuando se culmina el ordeño se le debe dar un trato higiénico al producto para evitar su contaminación. En esta parte del proceso se debe hacer énfasis en las buenas prácticas después del ordeño

lo cual implica: colado de la leche recién ordeñada, lavado de los utensilios de ordeño, limpieza del local de ordeño, remover el estiércol y la orina, traslado y almacenamiento de la leche (FAO, 2011; Briñez & Castro, 2014). Las instalaciones y los utensilios utilizados en el proceso de ordeño deben ser lavados e higienizados adecuadamente. Se recomienda utilizar agua y jabón para la limpieza de los utensilios de manera que no queden residuos de leche los cuales pueden propiciar el acumulo de microorganismos y con esto la contaminación y pérdida de calidad microbiológica del producto. Una vez ordeñada la vaca la leche debe ser colocada en una cantara para que posteriormente esta sea puesta en el tanque de enfriamiento evitando la multiplicación microbiana al bajar la temperatura (4 a 6°C) en un corto periodo de tiempo. La refrigeración posterior al ordeño es de suma importancia ya que permite mantener recuentos bacterianos bajos en la leche cruda previo al traslado a la planta procesadora. Es recomendable que el transporte se realice hasta la planta tomando todas las precauciones y en el menor tiempo posible impidiendo el aumento de la temperatura por encima de 10°C (FAO, 2011; Romero *et al.* 2013).

CONCLUSIÓN

La calidad de la leche puede considerarse desde dos aspectos, la calidad química corresponde a su composición y la calidad higiénica o microbiológica. La leche proveniente de vacas mestizas doble propósito contiene un alto porcentaje de ST, GR y PT, por lo cual se considera de una excelente calidad química. La calidad microbiológica de la leche en los SDP es pobre, por lo que se requiere de la aplicación de medidas correctoras urgente que permitan mejorar su calidad e inocuidad. Las buenas prácticas en el ordeño pueden ser una alternativa útil para reducir los recuentos bacterianos y mejorar la calidad microbiológica de la leche cruda en los SDP en el mediano y corto plazo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alais Ch. 1984. Ciencia de la Leche. Editorial Continental. 5ta Edición. México DF, México. 574 pp.
- Bonifaz N, De Jesús N. 2011. Buenas prácticas de Ordeño y la Calidad higiénica de la leche en el Ecuador. La Granja. 14 (2): 45-57.
- Boscan L, Faria J, Sanchez M. 1990. Calidad química y microbiológica en Venezuela. Ganadería mestiza doble propósito. 1: 605-629.
- Briñez WJ. 2006. Calidad e inocuidad de la leche y los productos lácteos en Venezuela. I Simp sobre inocuidad y aseguramiento de la calidad en la industria de alimentos. 2do Cong Caribe sobre la higiene en agricultura y la alimentación. Maracaibo. 03-04/10. Venezuela. 28 pp.
- Briñez WJ, Castro G. 2008. Efectos del mestizaje, etapa de lactancia, número de partos y época del año en la composición de la leche en vacas doble propósito. En: Desarrollo sostenible de la ganadería doble propósito. C González-Stagnaro, N Madrid-Bury, E Soto-Belloso (eds). Ediciones Astro Data S.A. Maracaibo, Venezuela pp. 911-919.
- Briñez WJ, Valvuela E. 2011. Calidad y composición de la leche cruda en vacas doble propósito en Venezuela. En: Innovación y tecnología en la ganadería doble propósito. C

González-Stagnaro, N Madrid-Bury, E Soto Beloso (eds). Ediciones Astro Data S.A. Maracaibo. pp. 920-932.

Bríñez WJ, Castro GA. 2014. Buenas prácticas en el ordeño en ganaderías doble propósito para producir una leche de calidad. En: Buenas prácticas en ganadería doble propósito. Y. Villasmil (ed). Cuadernos Científicos Girarz 14..Ediciones Astro Data S.A. Maracaibo,Venezuela 14 pp 163-170.

Bríñez WJ, Faria J. F, Isea W, Aranguren JA, Valbuena E. 1995a. Producción y Algunos Parámetros de Calidad de la Leche Cruda de Vacas Mestizas en Venezuela. Rev Argen Prod Anim 15 (3/4): 1010-1012.

Bríñez WJ, Faria JF, Isea W, Aranguren JA, Valbuena E. 1995b. Producción y Algunos Parámetros de Calidad de la Leche Cruda de Vacas Mestizas en Venezuela. Rev Argen Prod Anim 15 (3/4): 1010-1012.

Bríñez W.J, Faria J. F, Isea W, Aranguren JA, Valbuena E. 1996. Efectos del mestizaje, etapa de lactación y número de partos de la vaca sobre la producción y algunos parámetros de calidad en leche. Rev. Científ. FCV-LUZ VI (1): 99-106.

Bríñez WJ, Valbuena E, Castro G, Tovar A, Ruiz J, Roman R. 2000. Parámetros de calidad y géneros bacterianos más frecuentes en leche cruda de búfala en el municipio Mara, Estado Zulia. Rev. Científ. FCV-LUZ X (4): 346-352.

Bríñez WJ, Valbuena E, Castro G, Fuentes F, Gonzalez D, Tovar, A. 2002. Calidad Físico Química de las Principales Marcas de Leche Pasteurizada Consumidas en la Ciudad de Maracaibo. Rev. Científ. FCV-LUZ XII (3), 221-230.

Bríñez WJ, Valbuena E, Castro G, Tovar A, Ruiz J, Roman R. 2003. Efectos del mestizaje, época del año, etapa de lactancia y número de partos sobre la composición de leche cruda en vacas mestizas. Rev. Científ. FCV-LUZ XIII (6): 490-498.

Bríñez WJ, Valbuena E, Castro G, Tovar A, Ruiz J. 2008. Algunos parámetros de composición y calidad en leche cruda de vacas doble propósito en el municipio Machiques de Perijá. Estado Zulia, Venezuela. Rev. Científ. FCV-LUZ XVIII (5): 607-617.

Carrillo C, Celis G, Paredes L, Hidalgo-Vargas, T. 2002. Estudio técnico económico y de sensibilidad de un sistema doble propósito leche - carne ubicado en el municipio Colón. Estado Zulia. Zoot Trop 20 (2): 205-221.

Carrizales H, Paredes LB, Capriles ME. 2000. Estudio de Funcionalidad Tecnológica en Ganadería de Doble Propósito en Zona de Santa Bárbara. Municipio Colón. Estado Zulia. (Estudio de Casos). Zoot Trop 18 (1): 59-78.

Calderón A, Rodríguez. V, Vélez S. 2007. Evaluación de la calidad de leches en cuatro procesadoras de quesos en municipio de Montería, Colombia. Rev MVZ Córdoba 12 (1): 912-920.

COVENIN. 193. Comisión Venezolana de Normas Industriales. Norma Venezolana Leche Cruda N° 903-93.

Cortés H, Aguilar C, Vera R. 2003. Sistemas bovinos doble propósito en el trópico bajo de Colombia. Modelo de simulación. Arch Zootec 52: 25-34.

Delucchi I, Lamas D, Viñoles F, De Torres E, Ríos C, Carro S. 2008. Guía de buenas prácticas agrícolas (BPA) para la producción de leche de calidad. En: Boletín de Divulgación N° 93. Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria, INIA Uruguay. Editorial Hemisferio Sur S.R.L. Montevideo. 50 pp.

Kruze J. 1998. La rutina de ordeño y su rol en los programas de control de mastitis bovina. Arch Med Vet 30 (2): 7-16.

Moreno F, Molina D. 2007. Implementación de Buenas Prácticas Agropecuarias. En: Manual técnico buenas prácticas agropecuarias (BPA) en la producción de ganado de doble propósito bajo confinamiento con caña panelera como parte de la dieta. Editorial CTP. Print Ltda. Medellín, Colombia. 17-19

FAO. 2012. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Federación Internacional de Lechería. II Edición. 2012. Guía de buenas prácticas en explotaciones lecheras. Roma. 38 pp. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/015/ba0027s/ba0027s00.pdf>

FAO. 2011. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Manual 1. Buenas prácticas de ordeño. Roma, 2011. 20 pp. Disponible en: http://coin.fao.org/coinstatic/cms/media/1/13346882217260/fao_manual1_lacteos_rip.pdf

Palma J, Núñez R, Espinoza F, Vargas, T, Folache L, Aguirre C, Linares Z. 2007. Calidad de la leche en los municipios san José de Guaribe, Camatagua y Urdaneta. Estrategia de calidad. I Simp tecnologías para la ganadería de los llanos de Venezuela. Valle de la Pascua. Venezuela.

Robinson RK. 1987. Microbiología lactológica. Editorial Acribia S.A. Zaragoza España. 227 pp.

Rodríguez T, Pomomtti, V, Guevara, L, Verde, O. 1989. Efectos de algunos factores climáticos sobre la fisiología, producción y calidad de leche en holstein y holstein x cebú en Jusepin, Estado Monagas. Oriente Agrop. 14: 13-33.

Román S, Guerrero L, Pacheco L. 2003. Evaluación de la calidad fisicoquímica, higiénica y sanitaria de la leche cruda almacenada en frío. Rev. Científ., FCV-LUZ XIII (2): 146-152.

Romero A, Roa M, López M. 2013. Aplicación de buenas prácticas ganaderas en una finca especializada en producción de leche, Usme, Cundinamarca, Colombia. Rev Sist Prod Agroecol. 4 (1): 153-173.

Sánchez M, Boscan L, Díaz C. 1996. Características físico-químicas y sanitarias de la leche del Estado Mérida, Venezuela. II. Zonas Bajas. Rev. Científ. FCV-LUZ VI (2): 111-116.

Valvuela E, Castro G, Lima K, Acosta W, Briñez WJ, Tovar A. 2004. Calidad microbiológica de las principales marcas de leche pasteurizada distribuidas en la Ciudad de Maracaibo, Venezuela. Rev. Científ. FCV-LUZ XIV (1): 59-67.

Walstra P, Jannes R. 1987. Química y Física Lactológica. Editorial Acribia S.A. Zaragoza. España. 423 pp.